

Acta Italus Hortus

Riassunti dei lavori

XIV Giornate Scientifiche SOI

Torino, 21-22 giugno 2023

A cura di

Gabriele Loris Beccaro, Andrea Ertani, Valentina Scariot



Publicata dalla Società di Ortoflorofrutticoltura Italiana (SOI)

Acta Italus Hortus

Pubblicazione della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI)
Numero 28

Politica editoriale. Acta - Italus Hortus è una collana dedicata agli Atti di convegni organizzati o patrocinati dalla Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI). La pubblicazione degli articoli è sotto la responsabilità dell'Organizzatore del convegno e/o del(i) curatore(i) del volume. I contributi sono di norma in italiano, con un ampio abstract e didascalie di tabelle e figure in lingua inglese. I lavori pubblicati sono soggetti a revisione da parte del Comitato Scientifico ed Editoriale del convegno prima della loro accettazione definitiva per la stampa.

Aims and Scope. Acta - Italus Hortus publishes Proceedings of Conferences organized under the aegis of Italian Society for Horticultural Sciences (SOI). Articles are reviewed by the Scientific Committee of the Conference before final acceptance. The publication of articles is under the responsibility of the Convenor and/or of the Editor(s) of the Conference Proceedings. All contributions appear in Italian with an extended summary, captions and legends in English.

Sintesi della procedura per la pubblicazione di Atti di Convegni su Acta - Italus Hortus

La richiesta di pubblicazione Atti di convegno su Acta - Italus Hortus va inviata al Direttore Responsabile e al Direttore Scientifico e deve includere l'elenco dei componenti del Comitato Scientifico ed editoriale del Convegno e l'indicazione del Curatore degli Atti. La richiesta viene esaminata dal Comitato Scientifico-Editoriale di Italus Hortus, ed accettata sulla base delle informazioni fornite dal Comitato Organizzatore del Convegno e dell'interesse per i soci SOI per la tematica proposta.

Il Comitato Organizzatore del Convegno si impegna a coprire il costo della stampa del numero di Acta - Italus Hortus e a fornire alla Segreteria Editoriale i testi e le figure in formato elettronico, redatti secondo le norme editoriali riportate in terza di copertina e sul sito web della SOI (www.soihs.it). Al Curatore degli Atti saranno inviate le bozze tipografiche per la correzione.

Direttore Responsabile / Managing Editor: Elvio Bellini, Università di Firenze

Direzione Scientifica / Editor: Emilia Caboni, CREA, e Roberta Paradiso, Università di Napoli Federico II

Segreteria Editoriale / Secretary: Francesco Baroncini, Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana

Editore: Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI), Firenze

Direzione e Redazione: Viale delle Idee, 30 - 50019 Sesto Fiorentino (FI); tel. 055.4574067

e-mail: segreteria@soihs.org; sito web: <http://www.soihs.it>

ISBN: 978-88-32054-05-7

© 2023 by SOI - Firenze

Riassunti dei lavori presentati alle

XIV Giornate Scientifiche SOI
L'ortoflorofrutticoltura per la transizione ecologica



Torino, 21-22 giugno 2023

Volume a cura di
Gabriele Loris Beccaro, Andrea Ertani, Valentina Scariot

Riassunti dei lavori presentati alle
XIV Giornate Scientifiche SOI
 L'ortoflorofrutticoltura per la transizione ecologica

Torino, 21-22 giugno 2023

Con il patrocinio di



Con il contributo di



Con il supporto di



Riassunti dei lavori presentati alle
XIV Giornate Scientifiche SOI
L'ortoflorofrutticoltura per la transizione ecologica
Torino, 21-22 giugno 2023

Convener

Valentina Scariot
Gabriele Loris Beccaro
Andrea Ertani

Comitato scientifico

Coordinamento

Silvana Nicola
Roberto Botta

Componenti

Maria Luisa Amodio
Boris Basile
Franco Capocasa
Mariateresa Cardarelli
Giovanni Caruso
Luigi Catalano
Giacomo Cocetta
Giulia Conversa
Valerio Cristofori
Barbara De Lucia
Bartolomeo Di Chio
Gaetano Distefano
Luca Dondini
Vittorio Farina
Alessio Fini

Luca Incrocci
Salvatore La Bella
Maurizio Lambardi
Anna Lenzi
Daniele Massa
Maurizio Mulas
Carlo Nicoletto
Francesco Orsini
Luisa Palmieri
Roberta Paradiso
Daniela Romano
Barbara Ruffoni
Grazia Maria Scarpa
Francesco Serio
Paolo Sivilotti

Comitato organizzatore

Roberto Botta
Roberta Bulgari
Matteo Caser
Paola Maria Chiavazza
Marco Devecchi
Alessandra Ferrandino
Giovanna Giacalone
Nicole Giuggioli
Silvia Guidoni

Maurizio Lambardi
Federica Larcher
Silvana Nicola
Cristiana Peano
Paolo Sabbatini
Stefania Savoì
Massimo Tagliavini
Daniela Torello Marinoni

Riassunti dei lavori presentati alle XIV Giornate Scientifiche SOI

Indice

Saluti Istituzionali	Pag.	5
Sessione Sistemi Culturali		
Orali 1	“	8
Orali 2	“	16
Orali 3	“	22
Smart Oral Communications 1	“	29
Smart Oral Communications 2	“	39
Graphical Abstracts	“	43
Sessione One Health		
Orali	“	92
Smart Oral Communications	“	98
Graphical Abstracts	“	109
Sessione Resilienza		
Orali	“	132
Smart Oral Communications	“	141
Graphical Abstracts	“	149
Sessione Agrobiodiversità		
Orali	“	170
Smart Oral Communications	“	177
Graphical Abstracts	“	181
Sessione Biostimolanti		
Orali 1	“	210
Orali 2	“	216
Smart Oral Communications	“	222
Graphical Abstracts	“	230
Sessione Post Raccolta		
Orali	“	244
Smart Oral Communications	“	250
Graphical Abstracts	“	255
Sessione Biotecnologie		
Orali	“	268
Smart Oral Communications	“	274
Graphical Abstracts	“	285
Sessione Paesaggio		
Orali	“	294
Smart Oral Communications	“	299
Graphical Abstracts	“	306
Workshops	“	317

Saluto dei convener

I numeri delle XIV Giornate scientifiche SOI, oltre 300 contributi organizzati in comunicazioni orali, smart oral communication e graphical abstract, presentati in gran parte da giovani ricercatori e ricercatrici, sono un segnale di forte vitalità della nostra Comunità Scientifica e sono un auspicio per il raggiungimento di nuovi traguardi.

Il tema delle XIV Giornate scientifiche SOI, “L’ortoflorofrutticoltura per la transizione ecologica”, nasce dal desiderio di stimolare l’attenzione e il dibattito su questioni che risultano particolarmente urgenti in questo momento storico. La crisi globale (pandemica, climatica, geopolitica), rievocata da più lavori tra quelli presentati, impone la necessità di ridurre l’impatto dei sistemi agroalimentari, adottando approcci sostenibili, promuovendo la conservazione del suolo, la biodiversità e l’equilibrio degli ecosistemi, incoraggiando l’utilizzo di energie rinnovabili e l’adozione di tecnologie e sistemi più efficienti, atti a ridurre il consumo di acqua e migliorare la gestione delle risorse idriche.

Le molte attività di ricerca presentate alle XIV Giornate scientifiche SOI ci parlano di un settore ortoflorofrutticolo del Paese che ha subito una profonda trasformazione nel corso degli anni, affrontando sfide e adattandosi ai cambiamenti globali. Questa evoluzione è stata guidata da una combinazione di fattori, tra cui l’innovazione tecnologica, le tendenze dei consumatori, la necessità di maggiore resilienza e le politiche agricole. In particolare, l’innovazione tecnologica, che si ritrova in numerosi lavori, ha consentito ai produttori di ottenere rese più elevate con un minore utilizzo di risorse; l’automazione, l’uso di sensori, l’intelligenza artificiale e la robotica hanno contribuito a ottimizzare le operazioni colturali, migliorando la qualità e la sicurezza degli alimenti.

Nel tentativo di introdurre innovazione di contenuto e di metodo e promuovere nuove soluzioni comunicative in questa edizione delle XIV Giornate scientifiche SOI, nel complesso periodo storico del passaggio da convegni in presenza a webinar, a modalità mista ed ora nuovamente in presenza, non siamo stati soli ed oggi desideriamo ringraziare di cuore il Comitato scientifico, il Comitato organizzatore, tutti i soci e le socie della SOI e soprattutto i giovani ricercatori e le giovani ricercatrici per il supporto e l’entusiasta risposta a questa iniziativa, sperando che sia un buon auspicio per un radioso futuro della nostra Comunità Scientifica.

Valentina Scariot, Gabriele Loris Beccaro, Andrea Ertani

Saluto del Presidente Generale della SOI

Care Socie e cari Soci,

le XIV Giornate scientifiche SOI del 21-23 giugno 2023 in presenza a Torino per la nostra Società Scientifica sono un ritorno alla normalità, dopo il periodo di emergenza sanitaria per il COVID-19. La Società così come qualsiasi organismo vivente è stata influenzata dalla situazione pandemica, in particolare ha cercato d'innovarsi nel modo di comunicare, confrontarsi e incontrarsi. Le modalità telematiche, pur avendo una elevata potenzialità, non possono sostituirsi al confronto e discussione in presenza. La ripresa post-pandemica con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) ha portato numerose risorse al settore agricolo e agli enti di ricerca che devono tradursi in opportunità per aumentare la competitività del nostro settore ortoflorofrutticolo nazionale.

La “transizione ecologica” è il tema scelto per queste giornate scientifiche e cioè adottare sistemi di coltivazione sostenibili per ridurre l'impatto ambientale, al fine di preservare l'ambiente e mitigare i cambiamenti climatici. Questi temi sono propri dell'Unione Europea nel programma pluriennale del Green Deal EU che vanno opportunamente declinati nei sistemi colturali arborei, orticoli, floricoli e nelle coltivazioni in serra incluse le vertical farms. La crisi energetica provocata dal conflitto tra Ucraina e Russia ha fortemente ridotto la produzione invernale in serra e ha modificato i mercati di molti prodotti ortoflorofrutticoli. Ha rafforzato la produzione nazionale, riportando la coltivazione di alcune colture che erano state delocalizzate in altri paesi nuovamente in Italia.

I contributi inviati alle XIV Giornate Scientifiche dimostrano che la nostra comunità scientifica è pienamente coinvolta sui principali temi orientati al miglioramento delle tecniche di coltivazione mediante nuovi mezzi tecnici e tecnologie di precisione, al monitoraggio della qualità con metodi non-distruttivi e con tecniche analitiche innovative, alla gestione postraccolta, alla valutazione di nuovi genotipi e alla propagazione del materiale vegetale. La numerosa partecipazione dei giovani è un bel segnale di rinnovamento di cui ha bisogno sia il mondo della ricerca sia il settore ortoflorofrutticolo italiano.

Auguro a tutti i partecipanti buon lavoro e che le Giornate Scientifiche siano l'occasione per avviare nuove proficue collaborazioni.

Il Presidente Generale SOI
Prof. Antonio Ferrante

Sessione

Sistemi culturali

Orali 1

Caratterizzazione agronomica e qualitativa di nuove cultivar di pomodoro ‘mini-plum’ con differente pigmentazione del frutto

Claudio Cannata*, Federico Basile, Rosario Paolo Mauro, Cherubino Leonardi

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, Catania

* claudio.cannata@phd.unict.it

La pomodoricoltura siciliana si caratterizza per un ampio ed articolato panorama varietale, il cui dinamismo risulta tra i più intensi nel novero delle specie diffuse in coltura protetta. Ciò si concretizza, in special modo per talune tipologie varietali (es. pomodori ‘mini-plum’), nella continua introduzione sul mercato di nuove cultivar che, anche in virtù di peculiari caratteristiche (es. colore della bacca), consentono una buona articolazione merceologica del prodotto. Tuttavia, data l’importanza che il pomodoro riveste sotto il profilo economico e nutrizionale, appare opportuna un’attenta validazione delle nuove cultivar, al fine di valutarne potenzialità e possibili limiti in un’ottica di evoluzione del comparto, sia sotto l’aspetto quantitativo (adeguate produzioni areiche) che qualitativo (es. caratteristiche funzionali del prodotto). Per quanto premesso, il presente lavoro ha inteso valutare, sotto il profilo bio-agronomico e chimico-qualitativo, 15 cultivar di pomodoro ‘mini-plum’ di recente introduzione negli areali serricoli della Sicilia sud-orientale, e diversificate in rapporto alla pigmentazione della bacca (gialla, arancione, rossa, scura). Dal confronto effettuato è emersa un’ampia variabilità produttiva tra le cultivar, con valori risultati più elevati in ‘Santy Yellow’, ‘Santy Naranja’ e ‘Bamano’ (in media 5,38 kg m⁻²). Sotto il profilo qualitativo, le cultivar ‘Blondy’ e ‘Melange’ hanno mostrato, rispettivamente, i più elevati valori di solidi solubili totali (10,2 °Brix) ed acidità titolabile (4,17 mg CAE L⁻¹). In rapporto alle variabili funzionali, le cultivar a bacca scura hanno mostrato maggiori concentrazioni di clorofille totali, in special modo in ‘Dolcenera’ e ‘Top Zohar’ (187 mg kg⁻¹ peso secco, in media), mentre le cultivar a bacca arancione ‘Yuka’ e ‘Santy Naranja’ hanno mostrato le maggiori concentrazioni di β-carotene (311 mg kg⁻¹ peso secco, in media). Per contro, le cultivar a bacca gialla hanno fatto registrare concentrazioni più contenute di β-carotene, particolarmente nella cultivar ‘Ivorino’ (33 mg kg⁻¹ peso secco). Sebbene in via preliminare, il presente studio ha permesso una profilazione delle potenzialità agronomiche e qualitative di nuove cultivar di pomodoro ‘mini-plum’ per la produzione in coltura protetta. Per quanto concerne gli aspetti merceologici e nutraceutici, emergono, tra cultivar a differente pigmentazione della bacca, buone caratteristiche di complementarietà in rapporto alla diffusione di tipologie di prodotto ad alto contenuto di servizio (es. mix di pomodori caratterizzati da assortimento cromatico) e diversificato per contenuto in sostanze funzionali.

Parole chiave: pomodoro da mensa, innovazione varietale, qualità, carotenoidi, composti fenolici

Effetto di substrato e micelio su resa e qualità di *Pleurotus ostreatus*

Marina De Bonis*, Silvia Locatelli, Giampaolo Zanin, Paolo Sambo, Carlo Nicoletto

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE, Viale dell'Università 16, Legnaro (PD)

* marina.debonis@phd.unipd.it

La coltivazione di *Pleurotus ostreatus* soffre di molteplici problematiche che rendono la sua produzione eterogenea durante l'anno. La standardizzazione della resa e qualità di questo fungo edule sono stati oggetto di studio del progetto YESP (Yield Stabilization of Pleurotus), finanziato dal Programma di Sviluppo Rurale Veneto 2014-2020; PON Temi Verdi - azione IV.5, che ha avuto l'obiettivo di analizzare le caratteristiche produttive e qualitative di 3 miceli (P80, 3035 e 3253) in combinazione con i 3 substrati maggiormente utilizzati a livello nazionale (A, B e C) di matrice pagliosa.

L'esperimento, condotto presso la fungaia dell'azienda agraria "L. Toniolo" dell'Università di Padova, ha avuto inizio nel gennaio 2021 e si è concluso ad aprile dello stesso anno. Sono stati disposti 30 sacchi per trattamento in uno schema sperimentale a blocchi randomizzati. Durante il ciclo di produzione sono state monitorate le caratteristiche ambientali della fungaia; nella fase di fruttificazione del micelio è stata misurata la comparsa dei primordi e al momento della raccolta sono stati raccolti i corpi fruttiferi prodotti da ogni sacco di cui è stata misurata la singola resa e il numero di famiglie prodotte. Successivamente su tre famiglie rappresentative per ogni sacco sono state misurate le principali caratteristiche morfo-ponderali (numero, diametro, spessore e colore dei corpi fruttiferi). Per ogni volata è stato inoltre raccolto un campione per ogni trattamento su cui effettuare le principali analisi qualitative: pH, EC, acidità titolabile, °Brix e contenuto di antiossidanti e polifenoli. Dai risultati è emerso che la produzione dei primordi nelle varie raccolte è stata maggiore per il micelio P80 che, nella prima e seconda volata, ha prodotto rispettivamente il 67,7% e 89,7% dei primordi sul totale dei fori disponibili. In termini di resa totale, il substrato A ha ottenuto una resa di 0,334 kg/kg di substrato mentre il micelio 3253 è risultato essere il ceppo più produttivo con una resa totale di 0,341 kg/kg di substrato. L'efficienza biologica, indice usato per descrivere la performance produttiva di un substrato di coltivazione, dato dal rapporto tra produzione totale e peso secco del substrato, è risultato maggiore nella combinazione substrato-micelio A-3253 con il 115,4%.

Infine, si è effettuata la Principal Component Analysis sulle caratteristiche qualitative dei corpi fruttiferi (pH, EC, acidità titolabile, °Brix, antiossidanti e polifenoli) dove si è riscontrato una chiara clusterizzazione dei 3 substrati. Le caratteristiche produttive e qualitative della coltivazione di *P. ostreatus* sono state notevolmente influenzate dalla combinazione dei substrati e miceli usati. E' quindi necessario approfondire lo studio sulla composizione del substrato, anche in relazione alle potenziali componenti contaminanti e alla correlazione con i principali miceli.

Parole chiave: funghi eduli, produzione, efficienza biologica, PCA

Valorizzazione della filiera della canapa in ambiente protetto attraverso l'impiego di sistemi di illuminazione HID e LED

Davide Guffanti*, Gabriele Cola, Carla Angiolina Colombani, Giacomo Cocetta, Antonio Ferrante
Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, Milano

* davide.guffanti@unimi.it

In passato, la canapa è stata largamente coltivata in Italia per la produzione di fibra. Nell'ambito del progetto denominato "CANAPRO" si è cercato di valorizzare la filiera della canapa in Lombardia, dal seme al prodotto finito, attraverso l'innovazione di prodotto e di processo. Sono state selezionate nove varietà di *Cannabis sativa* L. (var. Carmagnola, Carmagnola Selezionata, Felina 32, Fedora, Futura 75, USO 31, Santhica 27, Zenit, Jubileu) e coltivate in ambiente protetto presso il DISAA dell'Università degli Studi di Milano, con il fine di determinare quali tra queste fosse più adatta in termini qualitativi e quantitativi per la produzione di semi da impiegare per l'estrazione di olio. L'obiettivo principale è stato quello di poter programmare la produzione invernale in serra, al fine di migliorare la sostenibilità economica e avere una produzione aziendale extra-stagionale, ponendo a confronto i risultati ottenuti con due sistemi di illuminazione differenti (HID e LED). A inizio ottobre 2021 sono state seminate le nove varietà impiegate, per essere trapiantate una volta che lo stelo era sufficientemente lignificato e l'apparato radicale ben sviluppato. Sono state utilizzate cinque piante per ciascuna varietà e per ciascun sistema di illuminazione (LED o HID), per un totale di 90 vasi da 7 L ciascuno. È stato utilizzato un substrato di coltivazione composto principalmente da ammendante compostato verde, torba di sfagno acido, sabbia e ammendante vegetale non compostato, con pH 6, EC 0,48 dS/m e densità apparente secca 87 Kg/m³. La fase di sviluppo della coltura è avvenuta durante l'autunno-inverno in una serra riscaldata, mantenendo temperature comprese tra i 18°C e i 24°C, impiegando un sistema di irrigazione a goccia programmato. Sono state effettuate due concimazioni (7 g/vaso), al trapianto e dopo 45 giorni, utilizzando un fertilizzante granulare ternario (NPK) a lento rilascio. Settimanalmente sono stati effettuati dei rilievi morfologici (diametro dello stelo, altezza e numero palchi della pianta) e delle analisi *in vivo*, per mezzo di un Multi-Pigment-Meter (clorofilla, flavonoli, antociani, Nitrogen Flavonol Index) per monitorare lo sviluppo e lo stato nutrizionale delle colture nel tempo, evidenziando eventuali differenze varietali in condizioni di illuminazione differente. A fine ciclo (gennaio 2022), una volta che almeno il 60% dei semi per pianta è maturato, si è proceduto alla raccolta per determinarne la resa. Si è raccolta anche la parte epigea per calcolare la resa di biomassa fresca e secca. Sono state effettuate analisi di laboratorio per determinare il contenuto di zuccheri totali e nitrati nelle foglie, con il fine di evidenziare le differenti risposte in merito alla capacità di assimilare azoto e all'efficienza fotosintetica. Parte del materiale vegetale essiccato è stato utilizzato per misurare la concentrazione di macro e microelementi, per mezzo della tecnica analitica *Inductively Coupled Plasma* (ICP-MS), determinando la capacità di asportazione dei minerali da parte delle piante. Le varietà coltivate con illuminazione LED hanno mostrato un più rapido sviluppo, un maggiore allungamento degli internodi e un contenuto di azoto fogliare inferiore rispetto a quelle sottoposte a illuminazione HID, in quanto, a parità di quantità di energia assorbita, le lampade LED convertono questa in efficienza luminosa maggiore rispetto a quelle HID. Generalmente non sono state rilevate differenze statisticamente significative nel contenuto di clorofilla, nitrati e zuccheri totali, nella concentrazione di elementi, e nella resa di biomassa, fresca e secca, e in seme. La varietà Fedora 17 ha presentato la resa in seme più alta (16,01 g/pianta), seguita da USO 31 (11,23 g/pianta), entrambe con illuminazione HID. Le varietà Felina 32 e CS hanno prodotto maggior biomassa, rispettivamente 296,2 g/pianta e 290,75 g/pianta, entrambe con illuminazione LED. Le varietà poste sotto il sistema di illuminazione LED hanno raggiunto un livello produttivo in biomassa e in semi in tempi minori rispetto a quelle cresciute sotto lampade HID. Occorre effettuare un'ulteriore attività di selezione per una migliore produzione di seme, in quanto le varietà studiate sono tradizionalmente impiegate nell'industria della fibra.

Parole chiave: canapa, indoor, illuminazione integrata, produzione di semi

Caratterizzazione di piante di pomodoro esposte a differenti tipi di illuminazione e a radiazione infrarossa in ambiente protetto

Viviana Cavallaro^{1*}, Awais Ali¹, Piero Santoro², Jacopo Mori³, Antonio Ferrante¹, Giacomo Cocetta¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, Milano

²MEG Science, via A. Aleardi 12, 20154, Milano

³ALMECO S.p.A., via della Liberazione 15, 20098, Civesio di S. Giuliano Milanese (MI)

* viviana.cavallaro@unimi.it

A causa del cambiamento climatico, della riduzione della disponibilità di acqua e di una popolazione in costante crescita c'è un interesse sempre maggiore verso la coltivazione in ambiente protetto. La coltivazione in serra, utilizzata in particolare per piante ornamentali, orticole, officinali e medicinali consente di controllare parametri importanti come luce e temperatura, utilizzando in modo efficiente le risorse (ad es. acqua e fertilizzanti), per ottenere un prodotto finale di alta qualità. Per quanto riguarda la luce, è sempre più comune l'utilizzo di lampade che controllino l'illuminazione dell'ambiente coltivato per fornire il necessario apporto di radiazione luminosa alle piante. Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) è uno degli ortaggi più importanti e diffusi nella dieta umana, a livello mondiale. La sua coltivazione in serra è in costante aumento e anche per questo motivo è importante trovare metodi innovativi che possano favorire la produzione di questo frutto, mantenendo o potenziando la biosintesi di importanti composti che concorrono alla qualità. In questo lavoro piante di pomodoro (var. Leader F1) sono state coltivate in serra utilizzando tre condizioni di luce supplementare: lampade al sodio ad alta pressione (HPS), lampade LED (intensità luminosa media a livello della pianta circa 55 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) e LED con integrazione di infrarossi (LED+IR) per fornire un supplemento di calore. L'obiettivo è stato quello di studiare come i diversi sistemi di illuminazione e la temperatura possano influenzare non solo lo sviluppo delle piante e il metabolismo (sia primario che secondario), ma anche la resa e la qualità dei frutti. Ad un mese dalla semina in ambiente controllato, sono state selezionate e trapiantate 18 piantine con crescita omogenea (6 piante per ogni condizione di luce) e a cadenza settimanale, dal trapianto alla raccolta finale, sono state effettuate analisi *in vivo* (fluorescenza della clorofilla *a*, pigmenti, rilevazione della temperatura con termometro ad infrarossi e con termocamera a livello di bancale, vaso, terreno e foglie). I campionamenti per le analisi distruttive sono stati effettuati in due tempi diversi, uno ad un mese dal trapianto e uno finale alla raccolta, valutando livelli biomassa prodotta (sia verde che in numero e peso dei frutti maturi), contenuto idrico, altezza della pianta, concentrazione di clorofilla, carotenoidi, fenoli, antociani, zuccheri e TBARS. Sono state effettuate anche analisi qualitative sui frutti maturi ottenuti (analisi del colore, β -carotene, licopene, acidità titolabile, pH e solidi solubili totali). I risultati hanno mostrato che le temperature più alte sono sempre state registrate nelle piante esposte a LED+IR, ma senza determinare sostanziali differenze tra i trattamenti nei parametri analizzati *in vivo*. Le analisi distruttive sulle foglie hanno evidenziato una maggiore concentrazione di TBARS nelle piante esposte a LED+IR e questo può essere giustificato da un maggior stress ossidativo causato dalla presenza di alte temperature. Tuttavia, a parità di contenuto idrico, il trattamento con LED+IR ha mostrato maggiore biomassa verde e produzione di frutti, che mostravano anche un colore più intenso rispetto a LED e HPS. In termini qualitativi, il trattamento con HPS ha portato alla produzione di frutti con contenuto più alto di carotenoidi, di zuccheri ed una acidità intermedia rispetto ad entrambi i sistemi di illuminazione LED. I sistemi di illuminazione testati, in relazione alla diversa qualità dello spettro di emissione, hanno quindi avuto un'azione differente sul metabolismo delle piante e sulla conseguente qualità dei frutti ottenuti. Considerate le esigenze termiche del pomodoro, le alte temperature ottenute mediante il supplemento con IR hanno avuto un effetto positivo sulla crescita della pianta e la produzione di frutti.

Parole chiave: coltivazione in serra, illuminazione artificiale, infrarosso, *Solanum lycopersicum*

A preliminary study on the fluorescent films application on *Fragaria*×*ananassa* Duch. to stimulate the photosynthetic performance and fruit bioactive compound accumulation

Hafsa El Horri^{a*}, Ermes Lo Piccolo^b, Michele Villani^a, Giulia Lauria^a, Costanza Ceccanti^a, Damiano Remorini^a, Lucia Guidi^a, Marco Landi^a

^a*Department of Agriculture, Food and Environment, University of Pisa (Pisa)*

^b*Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry, University of Florence (Florence)*

* elhorri.hafsa@phd.unipi.it

Crop covering materials are taking a prominent interest among growers for their effective light quality optimization. The cutting-edge technology of fluorescent films is promoted by LC[®] for its ability to convert less efficient wavelengths into more photosynthetic light. Blue and red are considered the most important light wavebands for photosynthesis and likely plant growth and fruit chemical composition. This preliminary study aimed at evaluating the impact of fluorescent films in improving plant photosynthesis and consequently increasing plant biomass and fruit bioactive compounds. To examine the response of *Fragaria*×*ananassa* Duch. (cv. 'Aromas'), plants were cultivated for 3 months in plastic bags of 60/40 coconut-fiber and perlite mix, under four tunnels covered with 3 LC[®] fluorescent films: blu (shifting solar UV to blue light; B), red (shifting green wavebands toward red light; R) and pink (with intermediate properties between B and R filters), along with the conventional transparent film to be tested as a control (C). On field conditions, gas exchange analysis was performed on mature leaves in the two main strawberry phenological stages (vegetative stage "T1" and fruit stage "T2"). Fruit harvest took place between 24 October and 30 November (2022) and plant samples were collected at the end of the experiment for destructive analysis. According to the results, net photosynthetic rate (Pn) responded differently at the vegetative and the fruit stage to the growth under the different covers. At T1, Pn values were significantly higher in (R) and (B) than under (C) film, while the lowest values were registered in the (P) film. However, at T2, higher values of Pn were observed on plants grown under all fluorescent films compared to the control one. Stomatal conductance was not affected by the tunnel covering material during the vegetative stage but the (B) film appeared to promote it at T2. At the end of the growing period, the plant biomass was positively affected by all the fluorescent films, as revealed by the higher dry and fresh weight in treated compared to control plants. At the leaf level, the (B) film allowed the highest leaf mass area in comparison with the other treatments. The functional effect of the tested films on photosynthesis was partially verified on fruit quality, since the content of the evaluated bioactive compounds, total phenol and flavonoid, was higher in fruits harvested under the (B) tunnel. Fruits grown under (R) film showed the lowest concentration of total anthocyanins. Overall, lower ascorbic acid concentrations were observed in all the tested fluorescent films compared to the (C) film. However, the total antioxidant activity of fruits (DPPH and ABTS assays) was unaffected by the different treatments. These preliminary results show the promising benefit of the fluorescent film technology on the plant development and the accumulation of some bioactive compounds, in particular, the (B) fluorescent film permitted positive results on the tested 'Aromas' cultivar.

Keywords: light-extracting films, strawberry fruits, gas exchange, fruit quality

Ottimizzazione dell'efficienza d'uso della luce in una *vertical farm* tramite modulazione di intensità luminosa, fotoperiodo e radiazione *far-red*

Laura Carotti*, Alessandro Pistillo, Ilaria Zauli, Giorgio Prosdocimi Gianquinto, Francesco Orsini, Giuseppina Pennisi

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari. Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Bologna

* laura.carotti2@unibo.it

Per garantire la sostenibilità economica e ambientale dei sistemi di coltivazione *indoor* quali le *vertical farm* (VF), risulta fondamentale ridurre il consumo di energia elettrica. Nelle VFs, l'illuminazione artificiale corrisponde a più del 50% del consumo totale di energia elettrica, per cui modulare in modo ottimale le caratteristiche della luce (intensità luminosa, fotoperiodo e spettro) risulta un aspetto cruciale nella gestione di questi sistemi. Per la crescita di piante orticole, l'aumento dell'intensità luminosa (*photosynthetic photon flux density*, PPF) porta a un incremento di accumulo di biomassa ma, allo stesso tempo, aumentando il PPF diminuisce l'efficienza d'uso della luce. L'obiettivo di questo lavoro è stato testare differenti combinazioni di fotoperiodo e intensità luminosa, mantenendo costante l'integrale di luce giornaliera (DLI, 14.5 mol d⁻¹) sulla crescita di piante di lattuga (*Lactuca sativa* cv. 'Canasta') in un sistema aeroponico. Nello specifico, il DLI è stato distribuito alle piante con un fotoperiodo di 16 h day⁻¹ e un'intensità di 250 μmol m⁻² s⁻¹ (16/250) o con un fotoperiodo di 24 h day⁻¹ e un'intensità di 170 μmol m⁻² s⁻¹ (24/170). Queste due combinazioni sono state associate ad uno spettro composto da sola radiazione rossa (*red*, 600-700 nm) e blu (*blue*, 400-500 nm) (RB) o a uno spettro in cui 50 μmol m⁻² s⁻¹ di radiazione *red* and *blue* sono stati sostituiti da 50 μmol m⁻² s⁻¹ di radiazione *far-red* (700-780 nm) (BR-50 Fr). I 4 trattamenti luminosi sono stati applicati dal trapianto alla raccolta (27 giorni dopo il trapianto), durante la quale sono state effettuate misure fisiologiche e misure distruttive morfologiche. I risultati mostrano che, partendo da una condizione standard di 16/250 con RB, l'utilizzo di 24/170 ha condotto a un incremento significativo della resa del 28%, mentre combinando 16/250 con spettro RB-50 Fr si è raggiunto un incremento del 34%. L'impiego di questi due trattamenti luminosi ha anche condotto a sostanziali aumenti nell'efficienza d'uso dell'energia (g peso secco mol⁻¹; aumento tra il 25 e il 40%) e nell'efficienza energetica dell'illuminazione (g peso fresco kWh⁻¹; aumento tra il 30 e il 32%), mettendo in luce come l'estensione del fotoperiodo (a parità di DLI) o l'integrazione della radiazione *far-red* nello spettro costituiscano due possibili strategie per incrementare l'uso della luce nelle VFs.

Parole chiave: Agricoltura *indoor*, illuminazione artificiale, uso delle risorse, luce continua, aeroponica

Effetti dell'ombreggiamento sulla resa, morfologia e fisiologia di quattro tipologie di lattuga coltivate in ambiente mediterraneo

Luigi Formisano*, Michele Ciriello, Christophe El-Nakhel, Youssef Rouphael, Stefania De Pascale

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II – 80055, Portici (NA)

* luigi.formisano3@unina.it

La lattuga (*Lactuca sativa* L.) è un ortaggio da foglia che comprende diverse varietà a ciclo prevalentemente vernino-primaverile all'aperto nei climi dell'Italia meridionale. L'elevata richiesta di questo ortaggio tutto l'anno rende necessaria la produzione in coltura protetta realizzata generalmente in serre tunnel. Tuttavia, le alte temperature possono compromettere la produzione estiva di lattuga, richiedendo l'adozione di tipologie tolleranti e di strategie agronomiche utili come l'ombreggiamento. Lo scopo della ricerca è stato quello di valutare le modifiche morfo-fisiologiche e la risposta produttiva di quattro tipologie di lattuga differenti ('Cappuccina', 'Canasta', 'Foglia di quercia' e 'Romana') coltivate in serra sotto rete ombreggiante bianca al 49% di schermatura in confronto a un controllo non ombreggiato. Alla raccolta, sono stati determinati i parametri di resa e alcune caratteristiche morfo-fisiologiche delle foglie. In condizioni di ombreggiamento, la resa di 'Cappuccina', 'Foglia di quercia' e 'Romana' è aumentata rispetto al controllo, mentre la densità stomatica è diminuita. Al contrario, 'Canasta' ha fatto registrare un aumento della produzione di biomassa fresca e secca, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua (rapporto tra l'assimilazione netta di CO₂ e la traspirazione) e una minore densità stomatica nel controllo rispetto alla tesi ombreggiata. In generale, 'Canasta' ha mostrato meccanismi adattivi più efficaci alle elevate temperature e ai forti irraggiamenti estivi che hanno determinato le migliori prestazioni produttive. L'utilizzo della rete ombreggiante bianca si è rivelato una pratica agronomica idonea a migliorare le performance produttive in coltura protetta in estate delle tipologie di lattuga più sensibili 'Cappuccina', 'Foglia di quercia' e 'Romana'.

Parole chiave: *Lactuca sativa* L., serra tunnel, scambi gassosi, fluorescenza della clorofilla, densità stomatica

L'analisi geostatistica dei fattori di preraccolta per la previsione dell'incidenza di riscaldamento superficiale nella pera Abate Fétel

C. Franceschini*, A. Bonora, L. Manfrini, L. C. Grappadelli

Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari, Università di Bologna, Bologna

* cristia.franceschin2@unibo.it

L'agricoltura di precisione nella moderna frutticoltura consente di migliorare la sostenibilità ambientale senza penalizzare la produzione. La variabilità spaziale dei fattori di pre-raccolta che condizionano la qualità dei frutti e l'insorgenza di alcune fisiopatie in conservazione, non è stata ancora esplorata. In due frutteti di pere cv Abate Fétel nella regione Emilia-Romagna, caratterizzati da una diversa sensibilità al riscaldamento superficiale (RS), sono state analizzate variabili ambientali, fisiologiche e produttive in pre-raccolta per due stagioni consecutive (2019 e 2020). Dopo 4 mesi di conservazione in atmosfera normale, sono stati osservati i parametri qualitativi e l'indice di riscaldamento superficiale (Indice RS). In ogni azienda i dati sono stati raccolti da 54 alberi mentre i campioni di frutta da 9 gruppi di tre piante adiacenti georeferenziati con un GPS RTK portatile. Successivamente sono stati creati varigrammi, con distanze imposte, ottenendo mappe di prescrizione. Si è rilevata dunque un'elevata variabilità spaziale dell'indice di riscaldamento superficiale (Indice RS). Attraverso l'approccio geostatistico è stato possibile distinguere all'interno dei frutteti aree in cui i frutti risultano essere maggiormente suscettibili all'insorgenza della fisiopatia mettendo in evidenza che produzione, vigoria della pianta e conducibilità elettrica del suolo hanno effetti diversi sulla loro conservabilità. Alcune caratteristiche dei frutti in raccolta, tra cui la pezzatura, la durezza della polpa e il contenuto di sostanza secca si sono mostrate correlate negativamente con la fisiopatia. L'utilizzo della frutticoltura di precisione mediante la georeferenziazione del frutteto con mappe di prescrizione delle variabili, ha consentito di individuare zone in cui si ha una diversa risposta fisiologica in relazione alle condizioni pedoclimatiche. Tale approccio può essere quindi un valido strumento per migliorare la coltivazione e la conservabilità dei frutti per garantire al consumatore un prodotto sostenibile e di qualità.

Parole chiave: *Pyrus communis* cv Abate Fétel, frutticoltura di precisione, mappatura della qualità dei frutti, mappatura del riscaldamento superficiale, geostatistica

Orali 2

Gestione biologica e integrata a confronto: valutazione vegeto-produttiva in cinque anni di sperimentazione in meleto

Sara Zanoni*, Raffaella Morelli, Romano Maines, Emanuela Coller, Roberto Zanzotti

Unità Agricoltura Biologica, Centro Trasferimento Tecnologico, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

* sara.zanoni@fmach.it

La strategia *Farm to Fork* (F2F), promossa dalla Commissione europea nel 2020, prevede per l'agricoltura azioni che garantiscano un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente. Relativamente alle produzioni vegetali, gli obiettivi della F2F prevedono di ridurre entro il 2030 in tutta Europa l'uso di agrofarmaci e fertilizzanti di sintesi e di portare al 25% del totale la superficie coltivata con il metodo biologico. In Trentino la superficie frutticola certificata biologica è di 1021 ettari (PAT, 2021). In un'ottica di aumento delle superfici a conduzione biologica si è voluto valutare nel medio periodo (dal 2018 al 2022) gli aspetti produttivi e di accrescimento del meleto al fine di poter paragonare le due gestioni in termini quantitativi e qualitativi. A tale scopo è stata impostata una prova in un frutteto della Fondazione Edmund Mach (Trentino), messo a dimora nel 2015 con sesto d'impianto 3,60 m × 1,00 m. La varietà è Gala (*Malus x domestica Borkh*), clone Buckeye® allevato su portainnesto M9 e sistema Bi-baum®. L'impianto è stato gestito fino al 2017 secondo il disciplinare di produzione integrato provinciale e da primavera 2018 parte dell'impianto è stato condotto con metodo biologico (Reg. UE 2007/834 prima e Reg. UE 2018/848 poi). Relativamente alla fertilizzazione, nella parte gestita secondo produzione integrata, è proseguito l'utilizzo di concimi minerali complessi mentre nella parte biologica si è impiegato, a cadenza triennale (2018 e 2021), del letame maturo proveniente da filiera locale per favorire modelli di economia circolare. La produzione cumulata nel quinquennio è risultata superiore nella gestione integrata rispetto quella biologica attestandosi rispettivamente a $79,6 \pm 2,1$ e $73,7 \pm 1,8$ (kg/pianta ± S.E.). Le analisi dei parametri qualitativi (amido, zuccheri, durezza, acidità) delle mele raccolte alla maturazione commerciale non indicano complessivamente differenze statistiche tra le tesi, risulta discriminante unicamente il fattore annata. L'analisi di fosforo, potassio e boro ritrovati nel frutto aumentano per la produzione biologica probabilmente grazie all'apporto di letame che ne migliora la disponibilità per la pianta e per i micronutrienti zolfo e rame legati al tipo prodotti impiegati per la difesa. I parametri di colore e pezzatura risultano per entrambe le tesi superiori al livello minimo richiesto commercialmente. Relativamente ai valori biometrici di *canopy* e tronco le piante di entrambe le gestioni crescono in modo costante negli anni senza differenziarsi. L'allegagione è sempre stata elevata in entrambe le gestioni differenziandosi solo negli anni 2018 e 2022 dove l'integrato ha subito un sovra dirado chimico dei frutti di post-fioritura.

Parole chiave: frutticoltura, biologico, integrato, confronto gestioni, letame maturo, parametri biometrici, produzioni

Dinamiche di assorbimento e trasporto idrico in alberi di melo tramite l'impiego di acqua marcata

Nicola Giuliani^{1*}, Agnese Aguzzoni², Francesco Comiti¹, Daniele Penna³, Massimo Tagliavini¹

¹Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Italia

²Eco Research, Bolzano, Italia

³Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze

* nicola.giuliani@natec.unibz.it

Gli scenari climatici futuri prevedono un aumento del fabbisogno idrico delle colture e una riduzione nella disponibilità di acqua irrigua. Gli isotopi stabili dell'idrogeno e ossigeno nella molecola dell'acqua vengono frequentemente impiegati in ecoidrologia per tracciare l'origine dell'acqua all'interno delle piante e per determinare il contributo di diverse fonti idriche nel soddisfare il fabbisogno delle piante. Molti studi hanno esaminato le relazioni idriche in specie arboree e nel melo in particolare, ma sono ancora poche le conoscenze riguardo alle dinamiche di assorbimento radicale dell'acqua e la sua traslocazione all'interno dell'albero. Il presente studio si è posto i seguenti obiettivi: 1) determinare il tempo che intercorre tra l'irrigazione e l'arrivo dell'acqua irrigua a diverse altezze nell'albero; 2) valutare la possibilità di aumentare la presenza di acqua irrigua nell'albero tramite un numero crescente di gocciolatori per albero. Nell'estate 2021 sono stati impostati due esperimenti, in vaso e in campo. Nell'esperimento in vaso il terreno è stato saturato con acqua marcata con deuterio ($\delta^2\text{H} = 1631 \text{ ‰}$) e sono stati raccolti campioni di xilema in diversi momenti dopo l'irrigazione, da diverse altezze lungo il fusto. Nell'esperimento in campo sono stati valutati gli effetti del diverso numero di gocciolatori intorno ad alberi di melo sulla velocità di assorbimento e quantità di acqua assorbita. Gli alberi sono stati irrigati con acqua arricchita in deuterio ($\delta^2\text{H} = 12050 \text{ ‰}$) utilizzando 1, 2 o 4 gocciolatori per pianta (3 L h^{-1} per gocciolatore). Campioni di germogli e frutti sono stati raccolti dalla parte bassa e alta della chioma (1,5 m e 3,0 m di altezza) in diversi momenti successivi all'irrigazione. Al termine dell'esperimento sono stati raccolti campioni di suolo a diverse profondità e posizioni intorno al gocciolatore. L'acqua è stata estratta dai campioni tramite estrazione criogenica sotto vuoto ed è stata poi analizzata con spettrometria di massa isotopica (IRMS). L'applicazione di un modello di mescolamento ha permesso di quantificare la frazione di acqua di irrigazione presente nel suolo e nelle piante. La velocità con cui l'acqua è stata assorbita e traslocata è stata stimata in base al momento in cui la composizione isotopica dei germogli, ad una certa altezza, era significativamente diversa rispetto ai valori precedenti all'irrigazione. L'acqua di irrigazione è stata ritrovata a 0,5 m di altezza dopo 1 h e a 1 m dopo 2 h nelle piante in vaso, mentre per i meli in campo l'acqua di irrigazione è comparsa a 1,5 m dopo 2 h e a 3 m dopo 4-6 h. La frazione di acqua di irrigazione nelle piante è incrementata all'aumentare del numero di gocciolatori per pianta (1-3% dell'acqua all'interno della pianta dopo 32 h), ma la velocità di assorbimento non è stata influenzata ($0,6\text{-}0,8 \text{ m h}^{-1}$). Nei frutti non è stata ritrovata acqua di irrigazione nelle 32 ore successive all'irrigazione. I risultati dello studio confermano l'applicabilità delle tecniche isotopiche per stimare la velocità di assorbimento e traslocazione dell'acqua nelle piante ed evidenziano gli effetti di una irrigazione localizzata, con possibili ricadute sulla gestione dell'irrigazione in frutticoltura.

Parole chiave: irrigazione, tecniche isotopiche

Impatto dell'epoca e della intensità del diradamento sulla produzione e sulla qualità dell'uva da vino: review e meta-analisi della letteratura

Paolo Sabbatini* e Daniela Minerdi

Dipartimento di Agricultural, Forestry and Food Sciences, University of Turin, Largo Braccini 2, Grugliasco (TO)

* paolo.sabbatini@unito.it

Per i produttori di uva da vino, il raggiungimento di un equilibrio tra crescita vegetativa e riproduttiva, ossia il rapporto tra superficie fogliare e resa, è un obiettivo fondamentale al fine di ottenere uve di alta qualità. Per aumentare tale rapporto, il diradamento dei grappoli (DG) è la tecnica più adottata per ridurre il carico produttivo delle viti. Nonostante la tecnica sia utilizzata da moltissimi anni, non esiste ancora un accordo su quale sia l'epoca migliore e l'intensità della sua applicazione che la renda efficace nel migliorare la qualità delle uve. In questa meta-analisi sono stati analizzati i dati provenienti da 200 pubblicazioni presenti in letteratura (1970-2022) sul DG con l'obiettivo di analizzare l'effetto del DG applicato in fasi diverse di sviluppo della vite (fioritura, allegagione, chiusura del grappolo e invaiatura) con intensità diverse (15-35%, 36-55 %, 56-75% riduzione della produzione rispetto al controllo). Gli studi oggetto di questo lavoro provengono da cinque continenti, per la maggior parte dal Nord America ed Europa. Numerose ricerche sono state eseguite anche in Asia, Australia e Nuova Zelanda. In America del Nord, gran parte della ricerca è stata condotta nella zona dei Grandi Laghi, California, Nord-Ovest degli Stati Uniti e Canada. In Europa, le ricerche sono state principalmente condotte in Spagna ed Italia. Il primo obiettivo di questo lavoro è stato quello di comprendere se l'epoca e l'intensità del DG avessero avuto un chiaro effetto sulla produzione influenzando i parametri di qualità delle uve alla raccolta. Il secondo obiettivo ha avuto lo scopo di evidenziare se alcune variabili quali il sito sperimentale, temperatura, piovosità, accumulo gradi giorno, cultivar, portainnesto o età del vigneto, fossero correlate tra loro ed avessero una qualche influenza sull'effetto del diradamento dei grappoli. L'analisi dei dati ha dimostrato che l'intensità con la quale viene condotto il DG, ma non l'epoca della sua applicazione, ha un impatto significativo nel migliorare le diverse componenti (e.g. zuccheri, fenoli, antociani) che contribuiscono alla qualità delle uve alla vendemmia. Tra le numerose variabili analizzate, solo la cultivar ha dimostrato di avere una influenza nel determinare il successo di questa pratica indipendentemente dall'area geografica, il che suggerisce la necessità di ricerche future al fine di caratterizzare la relazione specifica che sussiste tra cultivar e carico produttivo. Al contrario, l'epoca del DG ha scarsamente influenzato la qualità dell'uva, sebbene esso fosse leggermente più efficace alla chiusura del grappolo e all'invaiatura rispetto alla fioritura e allegagione. In secondo luogo, l'intensità del DG ha avuto un impatto sulla qualità delle uve; solo il range intermedio (36-55% di DG rispetto al controllo) ha esibito una efficacia significativa in tutti gli studi analizzati. Diradamenti più (56-75%) o meno intensi (15-35%) non hanno mai mostrato differenze statisticamente significative rispetto al loro effetto ottenuto nel controllo non diradato. In conclusione, questo lavoro ha rivelato che solo l'intensità del DG, e non le diverse fasi di sviluppo della vite durante le quali esso è stato applicato, ha avuto un effetto consistente sul miglioramento dei parametri di qualità del frutto, mentre la produzione ed il rapporto tra superficie fogliare e resa sono stati modificati in modo simile in tutte le combinazioni di trattamento. Il fatto che l'efficacia del diradamento del grappolo sul rapporto produzione-qualità non sia influenzato dalle fasi di sviluppo della pianta, permette di suggerire una maggiore flessibilità ai produttori nell'applicare questa tecnica nel corso della stagione. Al contrario, l'intensità del DG è un parametro fondamentale in quanto solo una sua intensità moderata ha dimostrato una forte relazione tra la riduzione della produzione e l'aumento della qualità, mentre la varietà, il portainnesto ed il clima non sono risultati essere influenti.

Parole chiave: diradamento dei grappoli, rapporto vegeto-produttivo, qualità dell'uva alla raccolta, rapporto source-to-sink

Regolazione della cinetica di maturazione di uve della varietà Chardonnay tramite uso di auxina e manipolazione della funzionalità della chioma

Michele Faralli^{1,2}, Sebastiano Rigatti¹, Silvia Carlin², Urska Vrhovsek², Massimo Bertamini^{1,2}, Claudio Moser^{2*}

1 Centro Agricoltura Ambiente Alimentazione (C3A), Università di Trento, 38098 San Michele all'Adige, Italia

2 Centro Ricerca Innovazione, Fondazione Edmund Mach, 38098 San Michele all'Adige, Italia

* claudio.moser@fmach.it

L'aumento della temperatura media osservato nelle ultime tre decadi ha avuto un forte impatto anche nella coltivazione della vite in Italia ponendo delle nuove sfide che richiedono soluzioni atte a mantenere la competitività di questo importante settore. Da una parte si è assistito ad una accelerazione della maturazione delle uve, spesso associata ad incrementi di accumulo di zucchero negli acini con conseguente aumento della gradazione alcolica dei vini e indesiderata alterazione del profilo aromatico. Dall'altra si è osservata una più rapida degradazione degli acidi organici che porta ad un disequilibrio fra zuccheri e acidi e ad un aumento del pH del mosto e instabilità microbiologica in pre-fermentazione. Nel medio lungo periodo l'introduzione di varietà più adatte, ottenute attraverso il miglioramento genetico o già presenti nel panorama varietale, può rappresentare una soluzione ai problemi di forte anticipo della maturazione, mentre nel breve periodo sembrano più promettenti le strategie di tipo agronomico. A questo proposito, la ricerca internazionale ha riportato negli ultimi anni dei risultati interessanti basati sull'uso di fitoregolatori, in particolare l'auxina, sulla manipolazione dell'efficienza fotosintetica della chioma tramite defogliazione e sulla limitazione degli scambi gassosi tramite l'utilizzo di prodotti anti-traspiranti.

Nella stagione 2022 presso i campi della Fondazione E. Mach abbiamo condotto delle prove sperimentali per comparare questo tipo di tecniche gestionali sulla varietà internazionale Chardonnay. Trattamenti del grappolo con NAA, defogliazione del 50% della superficie fogliare nella parte più apicale della parete e applicazione dell'antitranspirante pinolene, sono stati condotti in parallelo in una prova a blocchi randomizzati su un clone aromatico di Chardonnay. La dinamica di crescita della bacca e dei parametri biochimici di base è stata seguita settimanalmente a partire dall'inizio di luglio quando sono stati effettuati i trattamenti, mentre nelle ultime quattro settimane prima della vendemmia sono state svolte delle analisi FOSS e l'analisi del profilo aromatico.

I risultati ottenuti hanno mostrato come tutti e tre i trattamenti provocano un rallentamento nella cinetica di maturazione, più evidente all'invasatura e nel primo periodo successivo, ma che esso si riduce nel caso del pinolene e della defogliazione avvicinandosi alla fase di maturità delle bacche. Il trattamento con NAA è risultato invece quello più efficace con una differenza di due °Brix rispetto al controllo anche alla vendemmia. L'analisi dei terpeni aromatici ha infine evidenziato come il loro andamento sia strettamente legato al processo di maturazione e conseguentemente il ritardo della stessa ha un impatto sulla concentrazione finale dei terpeni liberi e glicosilati.

I nostri risultati evidenziano come questi interventi agronomici siano una possibile soluzione per gestire l'impatto del cambiamento climatico sul vigneto, ma indicano pure la necessità di una modulazione degli interventi a seconda della varietà, delle condizioni ambientali e dell'obiettivo enologico.

Parole chiave: vite, cambiamento climatico, tecniche di gestione del vigneto, maturazione, auxina, pinolene, defogliazione

Effetti dell'interazione tra cimatura e irrigazione in post-invaiaatura sulla composizione dell'uva, la crescita vegetativa e la produzione del vitigno Aglianico

Alessandro Mataffo¹, Pasquale Scognamiglio¹, Carlo Molinaro¹, Angelita Gambuti¹, Antonio Dente², Boris Basile^{1*}

¹ *Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici (Napoli), Italia*

² *Mastroberardino, Atripalda (Avellino), Italia*

* boris.basile@unina.it

Le produzioni vitivinicole sono particolarmente sensibili ai cambiamenti climatici principalmente a causa dell'impatto che questi possono avere sulla composizione e sulle peculiarità aromatiche e sensoriali dei vini. Nel mezzogiorno d'Italia questi effetti sono particolarmente evidenti poiché l'incremento delle temperature medie sta inducendo un incremento del contenuto zuccherino delle uve, fenomeno che è conosciuto come disaccoppiamento della maturazione fenolica da quella tecnologica. I vini ottenuti da queste uve risultano più alcolici e presentano un profilo fenolico relativamente meno complesso o eccessivamente erbaceo. La rimozione di parte delle foglie (defogliazione, cimatura) applicata tardivamente è stata più volte riportata in letteratura come una possibile tecnica di gestione del vigneto in grado di rallentare l'accumulo degli zuccheri nell'uva, ma spesso l'efficacia di tale tecnica varia probabilmente a causa delle condizioni pedo-climatiche specifiche in cui viene applicata. L'obiettivo di questo studio era di valutare l'efficacia della cimatura tardiva come tecnica per rallentare l'accumulo degli zuccheri nell'uva in diverse condizioni di irrigazione. L'esperimento è stato svolto nel quadriennio 2017-2020 in un vigneto commerciale situato a Mirabella Eclano (Avellino) costituito da piante di 15 anni di età del vitigno Aglianico (*Vitis vinifera* L.) innestate su K5BB e allevate a cordone speronato bilaterale. Una volta che le uve avevano raggiunto un contenuto in solidi solubili pari a 12 °Brix, le piante sono state sottoposte a nove trattamenti ottenuti dalla combinazione fattoriale di tre livelli di irrigazione e tre livelli di cimatura. I trattamenti di cimatura includevano un controllo non cimato (C0), una cimatura applicata ad intensità medio-bassa (30% di foglie rimosse; C30) e una cimatura ad elevata intensità (60% di foglie rimosse; C60). I trattamenti di irrigazione prevedevano un controllo non irrigato (I0), un trattamento irrigato che restituiva il 50% dell'Etc (I50) e un trattamento che prevedeva la restituzione del 100% dell'Etc (I100). La cimatura di maggiore intensità (C60) ha rallentato in modo significativo l'accumulo di solidi solubili in tutti gli anni della sperimentazione, mentre la cimatura meno intensa ha prodotto in alcune annate un incremento dei solidi solubili alla raccolta. Sono state però osservate complesse interazioni tra i fattori sperimentali per quanto riguarda gli effetti sullo sviluppo dell'acino e sulla produzione. È stato infatti osservato come le cimature ripetute per diversi anni abbiano ridotto la produzione nei trattamenti C60 non portando però ad effetti di compensazione dal punto di vista del contenuto zuccherino. Gli effetti dell'irrigazione sono stati più complessi ma in generale sono risultati di minore intensità rispetto a quelli indotti dalle cimature.

Parole chiave: viticoltura, gestione della chioma, CSS, cambiamento climatico, qualità

Definizione di un protocollo per l'estrazione di marker polifenolici da legno di uva da tavola per lo studio della compatibilità d'innesto

Giovanni Gamba^{1,2*}, Dario Donno^{1,2}, Maria Gabriella Mellano^{1,2}, Gabriele Loris Beccaro^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino

² Centro Regionale di Castanicoltura del Piemonte

* giovanni.gamba@unito.it

Negli ultimi anni le conseguenze dei cambiamenti climatici in agricoltura si sono esacerbate, con una maggiore frequenza di eventi estremi e sfasamenti climatici stagionali, e con la diffusione di patologie e parassiti che stanno mettendo a dura prova numerose colture. In questo scenario incerto è necessario individuare strategie agronomiche che permettano di assicurare produzioni abbondanti, di qualità e soprattutto sostenibili. In frutticoltura, e in misura minore in orticoltura, l'impiego di portinnesti selezionati per la loro adattabilità alle mutate condizioni ambientali e per la loro minor sensibilità a parassiti e patologie può essere una soluzione efficace. In campo orticolo, per la propagazione delle *Solanaceae*, sono disponibili selezioni resistenti ai patogeni e parassiti del suolo come *Fusarium* spp. e *Verticillium* spp., nematodi e batteri. In viticoltura sono stati recentemente introdotti portinnesti tolleranti ai principali stress abiotici, quali ad esempio alti livelli di calcare attivo, salinità e siccità, strettamente correlati ai cambiamenti climatici in corso. Tuttavia, il principale problema legato all'uso di questi materiali vivai-stici è il fenomeno dell'incompatibilità d'innesto, che manifestandosi precocemente o in maniera tardiva, può compromettere in tutto o in parte il buon esito delle coltivazioni. L'innesto è la principale tecnica di propagazione per numerose specie ortofrutticole, sia erbacee che arboree, per cui il problema rappresenta un limite alla diffusione di portinnesti innovativi. Negli ultimi anni sono stati condotti diversi studi sul fenomeno dell'incompatibilità d'innesto, per cercare di comprenderne cause e dinamiche attraverso approcci multidisciplinari. I risultati più promettenti si sono ottenuti analizzando l'espressione dei composti polifenolici nei tessuti, che sembrano avere un ruolo di primo piano durante lo sviluppo dell'innesto, essendo coinvolti in numerosi processi metabolici delle piante, come ad esempio la biosintesi di lignina. Sono state individuate singole molecole con funzione di marker su numerose specie, in grado di indicare precocemente il grado di incompatibilità tra due genotipi. Sulla vite diversi studi hanno fornito risultati promettenti, mentre non sono presenti lavori documentati sull'uva da tavola. Essendo la sua coltivazione in espansione nell'areale frutticolo piemontese, grazie alle produzioni generose e di qualità che si ottengono in una finestra di mercato in cui l'offerta è ridotta, l'uva da tavola si pone come una valida alternativa alle tradizionali colture da frutto. Per supportare questa espansione è importante approfondire il tema dell'incompatibilità anche nella viticoltura da tavola. Il presente studio ha l'obiettivo di definire il protocollo ottimale per l'estrazione dei composti polifenolici a partire dai tessuti della pianta, fornendo uno strumento fondamentale per i successivi studi sulla incompatibilità d'innesto. A tal fine è stata impiegata una tecnica di estrazione combinata per mezzo di macerazione in solvente organico e ultrasuoni, in modo da ridurre la quantità di solvente, il tempo e gli input energetici, aumentando allo stesso tempo la resa estrattiva. Successivamente, i campioni sono stati analizzati per mezzo di HPLC per l'identificazione e la quantificazione dei composti fenolici. Le variabili prese in considerazione sono state la quantità di materiale vegetale, il tempo di estrazione ad ultrasuoni e il volume di solvente organico, confrontate in diversa misura per definire i parametri ottimali per questa coltura.

Parole chiave: metaboliti secondari, propagazione, portinnesto, incompatibilità, sostenibilità

Orali 3

Effetti di diverse reti multifunzionali sulle performance fisiologiche del ceraseto

Andrea Giovannini^{1*}, Melissa Venturi¹, Alberto Onofri¹, Francesco Reyes², Brunella Morandi¹

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari. Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Bologna

²Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, via Amendola 2, 42122 Reggio Emilia

* andrea.giovannini15@unibo.it

La produzione di ciliegie è notevolmente aumentata negli ultimi decenni in risposta alla crescente domanda, ma i cambiamenti climatici stanno ponendo nuove sfide alla ricerca ed ai cerasicoltori. Questo studio ha approfondito la risposta fisiologica di piante di ciliegio dolce (*Prunus avium* L.) sottoposte a diverse condizioni microclimatiche. Il microclima della chioma era influenzato da diverse reti multifunzionali (antipioggia e antinsetto) monofila bianche trasparenti. Sono state utilizzate tre tipologie di reti, che differiscono tra loro nella parte sovrastante la chioma, nel colmo: i) PROTECTA®(PS): 22% di ombreggiamento, ii) PROTECTA ULTRA®(PU): 24% di ombreggiamento, iii) PROTECTA GREY®(PG): 40% di ombreggiamento; mentre il trattamento di controllo (CNT) era coperto con una rete anti-uccello a maglie larghe nera e verde. Sono state monitorate 6 piante per trattamento, suddivise in due blocchi da 3 piante ciascuno. La prova è stata eseguita nella stagione 2022 in un ceraseto ad altissima densità (6600 piante ha⁻¹) situato in provincia di Ferrara, cultivar “Sweet Saretta®” su portinnesto nanizzante Gisela 5®. Le condizioni microclimatiche esterne ed interne al frutteto sono state registrate lungo la stagione. A 39, 51, 66 e 85 giorni dopo la piena fioritura (DAFB) sono stati monitorati i parametri fisiologici delle piante come il potenziale idrico di foglie, fusti e frutti, nonché gli scambi gassosi fogliari e l’intercettazione luminosa in tre momenti durante la giornata. Inoltre, è stata monitorata la crescita di frutti e germogli ad intervalli di tempo regolari durante la stagione. Alla raccolta sono stati valutati i principali parametri qualitativi dei frutti e la produzione totale per pianta. I dati raccolti hanno mostrato temperature più elevate e valori di umidità relativa più bassi sotto le diverse reti rispetto all’esterno nelle ore più calde della giornata, soprattutto nella seconda metà della stagione. Tuttavia, i potenziali idrici di fusto e foglie non sembrano essere influenzati dal maggiore deficit di pressione di vapore (VPD) sotto le reti durante la maggior parte della stagione, probabilmente a causa delle elevate quantità di irrigazione. Successivamente, in post-raccolta quando il VPD è ulteriormente aumentato (i.e. primi di luglio), le piante sotto le reti PU e PG avevano un potenziale idrico del fusto meno negativo, indice di un miglior stato idrico, sebbene i valori di fotosintesi, conduttanza stomatica e traspirazione fogliare non mostrassero differenze statistiche tra i trattamenti. Dalle analisi qualitative è emerso che i frutti sotto la rete PG tendono ad essere più piccoli, mentre non sono state rilevate differenze significative per quanto riguarda il contenuto di solidi solubili (SSC) e acidità dei frutti, né nelle produzioni degli alberi. I risultati ottenuti mostrano che i ceraseti ad alta densità potrebbero essere favoriti da più elevati livelli di ombreggiamento, anche se questo potrebbe portare ad una leggera diminuzione delle dimensioni dei frutti. Resta tuttavia da valutare l’effetto delle elevate temperature raggiunte sotto le reti, che potrebbe influenzare la resa degli anni successivi.

Parole chiave: *Prunus avium*, relazioni idriche, scambi gassosi fogliari, qualità del frutto, microclima della chioma

La coltivazione sotto rete o film plastico a copertura parziale non altera l'attività fotosintetica o i tratti qualitativi del mango "Kensington Pride"

Dario Scuderi^{1*}, Giovanni Gugliuzza², Federico Priola¹, Alessandro Ruggeri¹, Giuseppe Sortino¹, Vittorio Farina¹

¹ Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Italia

² CREA – Difesa e Certificazione, Bagheria, Palermo, Italia

* dario.scuderi@unipa.it

La coltivazione del mango in ambiente protetto si diffonde sempre più nel bacino del Mediterraneo, dove la specie incontra spesso condizioni climatiche sfavorevoli e che non rispecchiano quelle dei suoi areali di origine. Oltre alla coltivazione in serra fredda, sono stati recentemente sperimentati altri metodi di coltivazione protetta come la coltivazione sotto rete antigrandine o ombreggiante, o i film plastici a copertura parziale. Questi sistemi offrono una protezione dagli eventi atmosferici estremi sia d'inverno che durante le calde e secche estati mediterranee. In questo studio, ci siamo concentrati sul valutare l'effetto della presenza di due sistemi di protezioni, consistenti in una rete ombreggiante al 20% e in un film plastico posto al di sopra della fascia produttiva degli alberi, sulla varietà di mango Kensington Pride coltivata nella costa nord-orientale siciliana. In particolare, ci siamo chiesti se la presenza di questi sistemi di protezione inficiasse il processo di colorazione del frutto di mango, la sua qualità finale e l'attività fotosintetica delle piante. Pertanto, abbiamo sviluppato un metodo innovativo per la misurazione del colore del frutto di mango durante la sua crescita, effettuato misure dell'attività fotosintetica durante l'estate e misurato le principali caratteristiche qualitative del frutto alla raccolta, il tutto monitorando le condizioni climatiche all'interno dei frutteti interessati dai trattamenti. Non sono emerse differenze significative tra i trattamenti e il controllo per quanto riguarda la colorazione dei frutti e la loro qualità finale. Si è osservato che le piante coltivate all'interno dei sistemi di protezione, invece, mantengono un tasso di fotosintesi stabile col decrescere delle temperature alla fine dell'estate, quando invece lo stesso si abbassa nelle piante del controllo coltivate in pieno campo. I risultati ottenuti confermano che la presenza di sistemi di protezione come quelli osservati, pensati per proteggere il frutteto durante tutto l'anno, non è causa di alterazioni significative della fisiologia del frutto o delle foglie, almeno durante il periodo più caldo dell'anno. Ricerca finanziata nell'ambito del progetto *Innovazioni genetiche, colturali e post-raccolta per la filiera del mango in Sicilia* INNO.M.A.M. - PSR Sicilia 2014/2020 sottomisura 16.1.

Parole chiave: *Mangifera indica*, frutticoltura tropicale, frutticoltura protetta, colorazione dei frutti, fotosintesi

La pacciamatura viva per la gestione del sottofila nei frutteti

Veronica Giorgi^{*}, Samuele Crescenzi¹, Matteo Zucchini¹, Enrico Lodolini², Davide Neri¹

¹Università Politecnica delle Marche – D3A (Ancona)

²CREA – Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA)

* v.giorgi@staff.univpm.it

La sostenibilità ambientale è sicuramente fondamentale per l'agricoltura. La FAO definisce conservativo “un sistema agricolo che promuove il minimo disturbo del suolo, il mantenimento di una copertura permanente e la diversificazione delle specie vegetali” (FAO, 2014). Questo è un pilastro anche per i sistemi frutticoli intensivi che mirano alla sostenibilità. In un periodo di cambiamenti climatici con eventi estremi sempre più imprevedibili per durata ed entità, la diffusione delle tecniche di conservazione del suolo risulta importante per mitigare gli effetti negativi, in particolare erosione, siccità e aumento delle temperature estive. I suoli nudi contribuiscono al degrado e alla perdita di fertilità e quindi riducono la sostenibilità dell'agroecosistema frutteto e infine il reddito degli agricoltori. L'aumento delle temperature nei mesi estivi, con picchi estremi e prolungate ondate di calore, si trasmette anche ai primi strati di suolo, sede principale dello sviluppo e assorbimento delle radici delle piante da frutto e può ripercuotersi anche sull'attività fisiologica. Un suolo inerbito è sicuramente più protetto dall'erosione e dall'aumento delle temperature. L'inerbimento inoltre influisce positivamente sulla porosità e sulla formazione di grossi aggregati stabili. Le conseguenze dirette sono una migliore ossigenazione e una maggiore permeabilità all'acqua, utili in particolare nei terreni argillosi (Želazny e Licznar-Małańczuk, 2018). I residui delle erbe spontanee formano una pacciamatura organica che aiuta a regolare la temperatura del suolo, consentendo un abbassamento delle alte temperature estive (Liang e Huang, 1994a), aumenta la materia organica del suolo (Mia et al., 2020a, Mia et al., 2020) e crea habitat favorevoli ai nemici naturali, diventando così anche un importante ed efficace aiuto per la gestione integrata dei parassiti (Liang e Huang, 1994b). L'inerbimento è utilizzato da diversi anni nell'interfilare in quanto la sua gestione è possibile con macchine convenzionali già presenti in molte aziende agricole. Sotto il filare, l'inerbimento è meno diffuso perché la meccanizzazione è possibile con strumenti più specifici, costosi e non sempre disponibili per gli agricoltori (Assirelli et al., 2022; Mia et al., 2020b). La pacciamatura viva è una delle alternative ai prodotti chimici o alla lavorazione per la gestione del suolo sotto fila, sopprime le infestanti più competitive durante le prime fasi di crescita e allo stesso tempo aggiunge diversi servizi ecologici all'agroecosistema come il mantenimento dell'umidità del suolo, il controllo della temperatura del suolo, il miglioramento delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del suolo nonché la massima valorizzazione della biodiversità nel frutteto (Hammermeister, 2016; Neri et al., 2021; Paušič et al., 2021). Gli agricoltori hanno varie opzioni per scegliere la migliore specie di copertura. La scelta deve basarsi su diversi aspetti: l'adattabilità alle condizioni pedoclimatiche locali, una profondità radicale limitata che riduce la competizione con la coltura principale per l'acqua e i nutrienti ed infine una rapida copertura del suolo con lo scopo di ridurre la presenza di spontanee molto competitive e limitare l'esposizione del suolo agli agenti atmosferici (Neri et al., 2021, Neri et al., 2022, Giorgi et al., 2022).

Parole chiave: gestione del suolo, controllo spontanee, sostenibilità, agricoltura conservativa

Sviluppo di un software per la mappatura della fioritura in frutteto a partire da immagini aeree

Mirko Piani^{1*}, Gianmarco Bortolotti¹, Dario Mengoli², Luigi Manfrini¹

¹*DISTAL – Università di Bologna (Bologna)*

²*DEI – Università di Bologna (Bologna)*

* mirko.piani2@unibo.it

Il carico florale di un frutteto dipende da molteplici fattori ed è uno dei primi indicatori produttivi. La variabilità in fioritura di un impianto frutticolo rende infatti possibile la contemporanea presenza di piante sia cariche che scariche di fiori, anche in prossimità tra loro (specialmente per cultivar ad alto rischio di alternanza di produzione). Per queste ragioni è necessario sviluppare tecnologie capaci di quantificare e mappare il numero di infiorescenze per pianta nel più breve tempo possibile al fine di utilizzare questa informazione in un contesto di frutticoltura di precisione per le stime produttive ed il diradamento a rateo variabile.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di sviluppare una soluzione tecnologica capace di fornire in tempi brevi e in modo completamente automatico una mappa di fioritura e informazioni utili per attuare la giusta pratica di diradamento. La tecnologia alla base è un drone con buona precisione GNSS e una telecamera RGB ad alta risoluzione (21 MP), al quale viene affiancato il software di analisi sviluppato in questa ricerca. Quest'ultimo è in grado, mediante l'analisi delle immagini aeree, di restituire sia una mappa di fioritura a livello di singola pianta che informazioni aggiuntive per la creazione di una mappa di prescrizione, in un tempo di circa 12 min ha⁻¹. L'attendibilità della stima del numero dei corimbi per pianta è stata valutata manualmente contando il numero di infiorescenze su 100 piante. Nella fase di sviluppo tecnologico, oltre alla veridicità della quantificazione dei fiori ($r = 0.87 - 0.92$) e alla capacità di geolocalizzare e mappare il carico florale in tempi brevi, si è cercato anche di dare la capacità all' algoritmo del software di adattarsi a diverse forme di allevamento: a parete (2D) e in volume compatto (3D). Quest'ultima implementazione ha lo scopo di permettere l'uso della tecnologia in quei contesti frutticoli caratterizzati da piccole superfici ed eterogeneità sia nelle specie che nelle forme di allevamento.

Il componente principalmente innovativo del programma Python è il sistema di georeferenziazione diretta delle immagini aeree, che, rispetto a metodi tradizionali di mosaicizzazione, è in grado di fornire sostanziali riduzioni nei tempi d'analisi (140s vs 6h). Il sistema ha un errore medio nel localizzare la pianta sul filare di circa 1m.

Il principale vantaggio di questa applicazione software è nei tempi di raccolta e analisi dati, in quanto, per svolgere l'attività manualmente vengono impiegate circa 2 ore ha⁻¹ per il solo campionamento di 10-15 piante e 10 minuti per l'attività di mappatura. Differentemente, svolgendo l'intero processo completamente in modo automatico, il conteggio viene effettuato su larghe estensioni e l'intero processo di mappatura a livello di pianta impiega 12 min ha⁻¹.

Parole chiave: computer vision, automazione, telerilevamento, diradamento, melo, python

Strategie genetiche e colturali per ottenere nuovi *berries* resilienti e con valore aggiunto presso l'Università Politecnica delle Marche

Luca Mazzoni*, Franco Capocasa, Rohullah Qaderi, Valeria Pergolotti, Giammarco Giovanetti, Davide Raffaelli, Bruno Mezzetti

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

* l.mazzoni@staff.univpm.it

La coltivazione di berries o piccoli frutti rappresenta oggi un'importante realtà produttiva nell'agricoltura mondiale ed europea, con un continuo trend di crescita produttiva annuale del + 3-4% nel caso delle fragole, ancora maggiore se si considerano altre specie di berries. Tra queste, le più importanti sono il mirtillo e il lampone che, insieme alla fragola, rappresentano i piccoli frutti più prodotti e consumati al mondo.

In molti Istituti di ricerca sono attualmente in atto numerosi studi sui piccoli frutti, finalizzati principalmente a ridurre l'impatto ambientale, favorire la loro adattabilità ai cambiamenti climatici (resilienza) e aumentare la qualità dei frutti. Anche l'Università Politecnica delle Marche, ed in particolare il gruppo di Frutticoltura del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), partecipa attivamente ad alcuni di questi progetti. Più nello specifico, il D3A sta coordinando un progetto UE Horizon2020 denominato "BreedingValue", che mira ad ottenere nuovi genotipi di berries resilienti e di valore aggiunto attraverso diverse strategie di pre-breeding. Il Consorzio è composto da 20 partner provenienti da 8 diversi Paesi ed è organizzato in 6 Work Packages principali, in base alle diverse attività previste: sperimentazione in campo e coltivazione delle piante, analisi molecolari e genetiche (genotipizzazione), analisi metabolomiche (fenotipizzazione), panel test e consumer science, gestione dei dati, piano di disseminazione dei risultati e gestione del progetto. Un altro progetto rilevante in cui il D3A è coinvolto è il progetto PRIMA "MedBerry" (Sviluppo di nuove strategie per proteggere le colture di fragola nei paesi del Mediterraneo), composto da 9 partner provenienti da 5 diversi paesi del Mediterraneo e organizzato in 6 Work Packages. Infine, il D3A è anche coinvolto in progetti regionali, quali il progetto PSR-NichelFree (Produzione di fragole e pomodori senza nichel nella Regione Marche ID 59655), e nazionali, quali il progetto PON-ReSo (Resilienza e sostenibilità delle filiere ortofrutticole e cerealicole per la valorizzazione dei territori).

In conclusione, si prevede che il settore dei piccoli frutti continuerà a crescere nel prossimo futuro e i ricercatori dovrebbero essere pronti ad affrontare la crescente importanza dei piccoli frutti sostenendo e partecipando a nuovi progetti di ricerca volti ad aumentare la produzione e la qualità dei piccoli frutti, l'adattamento ai nuovi scenari climatici, e riducendo allo stesso tempo l'impatto ambientale.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa, breeding, Horizon 2020, qualità nutrizionale*

***Iris pallida* L.: ambiente di coltivazione e qualità del rizoma**

Meucci A.^{1*}, Maggini R.², Chietera G.³, Malorgio F.², Pezzarossa B.⁴, Rosellini I.⁴, Mensuali A.¹

¹ Scuola Superiore Sant'Anna, Piazza Martiri della Libertà 33, 56127 Pisa, Italia.

² Dip.Sc.Agrarie, alimentari ed agroambientali, Università di Pisa, Via del Borghetto, 80, 56124 Pisa, Italia.

³ LMR Naturals by IFF (International Flavors & Fragrances SAS) 18/20 avenue Joseph Honoré Isnard, Parc Industriel des bois de Grasse, 06130 Grasse, France.

⁴ Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), via Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italia

* annalisa.meucci@santannapisa.it

La perdita di suolo coltivabile rappresenta, ad oggi, una delle principali problematiche con cui il settore agricolo italiano è costretto ad interfacciarsi. Tra le principali cause del problema troviamo l'erosione, fenomeno che affligge sia le coste che le aree collinari e montane e che ogni anno in Italia causa una perdita di suolo agricolo pari a circa 8,77 t/ha. L'erosione in collina può essere incentivata sia da tradizionali lavorazioni agricole come l'aratura, che creando una suola di lavorazione facilita lo slittamento dello strato superficiale di terreno, sia dall'assenza di una copertura vegetale in grado di trattenere il terreno. Al fine di proteggere il suolo agricolo dall'erosione si rende necessaria, di conseguenza, l'individuazione di efficaci strategie di prevenzione. Favorire la copertura sia di aree aziendali marginali sia di zone agricole abbandonate con specie rustiche, in grado di sopravvivere anche su suoli non idonei alla coltivazione di specie alimentari, potrebbe rappresentare una valida soluzione. Tra le specie che meglio caratterizzano il territorio italiano, ma soprattutto toscano, troviamo l'*Iris pallida*, comunemente detta Giaggiolo, che viene da secoli coltivata tra le colline di Pratomagno (AR) e del Chianti (FI) al fine di produrre l'essenza di Iris, presente nella formulazione di numerosi famosi profumi. L'essenza è composta per la maggior parte dagli iridoni, composti chetonici che si originano in fase di stoccaggio del rizoma di Iris dall'ossidazione degli iridali, triterpenoidi accumulati nel rizoma durante i tre anni di coltivazione. Ad oggi non è ancora del tutto chiaro quanto le condizioni pedo-climatiche influenzino l'accumulo di iridali nel rizoma e, conseguentemente, in che misura ne determinino la qualità. In collaborazione con l'azienda LMR-IFF sita in Francia, con il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agroambientali (DiSAAA) dell'Università di Pisa e con l'Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET) del CNR di Pisa, abbiamo avviato uno studio mirato a far luce sull'interazione pianta-ambiente, selezionando cinque cultivar di *I. pallida* tradizionalmente coltivate per la produzione di profumi e trapiantandole in cinque differenti areali, due in Italia (Pisa e San Polo in Chianti) e tre in Francia (Trets, Savigny e Vievigne); per ogni anno di coltivazione sono state programmate sia misurazioni biometriche in fase di fioritura, sia analisi sul contenuto di iridali nei rizomi. Dai dati raccolti durante il primo e secondo anno di coltivazione, è già possibile evincere sia una differenza qualitativa tra i rizomi delle cultivar coltivate nello stesso areale, sia una risposta delle cultivar all'ambiente di coltivazione. Conoscere la risposta delle cultivar a differenti condizioni pedo-climatiche consentirà di massimizzare la qualità dei loro rizomi e di incentivare la coltivazione di Iris anche in areali non tradizionalmente coinvolti con la sua coltivazione.

Parole chiave: ambiente, erosione, fragranza, giaggiolo, Toscana, valorizzazione

Influenza del rapporto rosso:blu della luce supplementare sulla crescita della pianta e la qualità dei tuberi in patata

Nafiou Arouna*, Antonio Pannico, Stefania De Pascale, Roberta Paradiso

Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli Federico II - Via Università, 100 – 80055, Portici (Napoli)

* nafiou.arouna@unina.it

Le future missioni spaziali di lunga durata dipenderanno dallo sviluppo di ecosistemi artificiali chiusi, noti come Sistemi Biorigenerativi di Supporto alla vita (*Bioregenerative Life Support Systems*, BLSSs) per superare l'esigenza di un rifornimento continuo dalla Terra. In questi sistemi, le piante avranno il ruolo fondamentale di rigenerare l'aria, purificare l'acqua e recuperare parte degli scarti organici, fornendo al contempo cibo fresco e benefici psicofisici per gli astronauti. Per svolgere queste funzioni, è necessario che le piante siano coltivate in appropriate condizioni ambientali e colturali.

L'intensità, il fotoperiodo e la composizione spettrale della luce sono fondamentali nel determinare la produttività delle piante e la qualità dei prodotti, pertanto nei BLSSs è necessario fornire radiazione luminosa con le caratteristiche idonee per la crescita delle piante. Con riferimento allo spettro, le lunghezze d'onda del rosso (R) e del blu (B) sono le più efficaci nel promuovere la fotosintesi e influenzano altri processi, tra cui la morfologia della pianta e la sintesi di composti bioattivi. Di conseguenza, la loro combinazione in diversi rapporti è uno strumento efficiente per migliorare le rese e il valore nutrizionale e nutraceutico della frazione edibile di numerose specie vegetali.

La patata (*Solanum tuberosum* L.) è una delle specie candidate per la coltivazione nello spazio, sulla base di requisiti tecnici e nutrizionali. Trattandosi di una coltura tipicamente allevata in pieno campo, pochi studi ne hanno indagato la risposta alla qualità della luce. Obiettivo dell'esperimento era valutare, in piante allevate in serra fredda in ciclo autunno-vernino, gli effetti di due trattamenti di illuminazione supplementare con LED a rapporto R:B di 1:1 e 2:1, rispetto al controllo di sola luce naturale. In tutti i trattamenti è stato mantenuto uguale integrale di radiazione giornaliera (*Daily Light Integral*, DLI). Mini-tuberi pregermogliati delle cv. 'Colomba' e 'Libra' sono stati trapiantati in vaso su sabbia di fiume. Le parcelle con illuminazione supplementare erano ombreggiate da una rete non fotoselettiva al 30% e il conseguente *deficit* di radiazione era reintegrato con luce rosso-blu. L'illuminazione era gestita da un sistema di controllo in grado di regolare in tempo reale la radiazione emessa dai LED sulla base dell'intensità nel trattamento di controllo rilevato da sensori PAR disposti a livello del piano di coltivazione. Le misure hanno interessato l'accrescimento delle piante, gli scambi gassosi, il metabolismo primario e secondario nella parte aerea e nella parte ipogea, e la resa e la qualità dei tuberi.

I risultati della ricerca contribuiranno a definire la composizione spettrale ottimale per questa coltura in vista della sua integrazione nei BLSSs.

Parole chiave: *Solanum tuberosum* L, spettro luminoso, LED, BLSSs, illuminazione supplementare

Smart Oral Communications 1

Architetture planari e multi-asse nei meleti italiani: possibile gestione del carico produttivo sul singolo asse per favorire future automazioni

G. Bortolotti*, G.D. Perulli, A. Boini, K. Bresilla, A. Bonora, M. Venturi, M. Piani, L. Manfrini
DISTAL – Università di Bologna;

* gianmarco.bortolotti@unibo.it

La luce ricevuta dall'albero è il motore della fotosintesi ed è noto come l'integrale stagionale della quantità di luce intercettata dalla pianta sia strettamente correlato alle produzioni. Negli ultimi decenni, sono stati proposti sistemi di allevamento innovativi che condividono il concetto di formare pareti fruttifere planari (2D) invece di architetture più voluminose sviluppate nelle tre dimensioni (3D). Esempi di questi sistemi di allevamento sono l'‘UFO’, il ‘cordone planare’ e il ‘Guyot’ ad esempio. Questi sistemi si basano su capi fruttiferi semipermanenti verticali inseriti su uno o due cordoni orizzontali permanenti con lo scopo di formare chiome bidimensionali molto sottili, formate da più “leader” o “assi”. Questo spostamento verso forme ultrasottili della chioma aumenta l'intercettazione e la distribuzione della luce, favorendo produzione e qualità, adattando inoltre il frutteto per automazione/robotizzazione. Per una gestione precisa, ed in futuro automatizzata, di tali sistemi sarebbe utile poter spostare l'unità di gestione dall'intera pianta, al singolo asse. Attualmente mancano informazioni fisiologiche, agronomiche e gestionali per la possibile gestione a tale livello di precisione.

Nella stagione 2021 sono stati effettuati alcuni studi per investigare l'effettiva interdipendenza, e scambio di risorse tra gli assi, e l'effetto sulla produzione e pezzatura finale dei frutti. La ricerca è stata svolta in un meleto di 3 anni della cv ‘Rosy Glow’, allevato a ‘doppio Guyot’ e sito in provincia di Ferrara. L'interdipendenza fisiologica è stata studiata attraverso l'analisi di scambi gassosi a livello fogliare di diversi assi produttivi posti sulla stessa pianta. A questi sono stati applicati trattamenti di anulatura e carichi produttivi. L'effetto del carico del singolo asse sulla qualità finale del frutto è stato valutato con analisi di correlazione tra i trattamenti a carico differente (alto, medio e basso) in condizioni di anulatura o meno.

I risultati hanno mostrato come gli assi siano fisiologicamente collegati e non indipendenti l'uno dall'altro; inoltre, il carico produttivo del singolo, e la sua distribuzione sull'albero, sembrano definire il livello di questa interdipendenza / interscambio di risorse.

I risultati hanno confermato la presenza di una relazione inversa tra carico e qualità finale del frutto; ciò è sottolineato dal tasso di accrescimento e dalla pezzatura dei frutti solo per gli assi posti su alberi con anulature. Nessuna relazione univoca tra carichi e qualità dei frutti è stata trovata per assi su alberi senza anulature. Quasi tutti i trattamenti hanno portato a una produzione di mele con pezzatura >70 mm, testimoniando l'assenza di una condizione limitante in ogni trattamento. I carichi testati non hanno influenzato il ritorno a fiore e la crescita vegetativa. È stato inoltre possibile estrarre soglie di diradamento preliminari su base singolo asse, per produzioni di alta qualità.

In conclusione, per sistemi ‘multileader’, la gestione del carico fruttifero basata sul singolo asse sembra possibile. Ulteriori studi, non ancora pubblicati, sembrano confermare quanto qui riportato, suggerendo linee guida per i frutticoltori che utilizzeranno tali architetture in futuro.

Parole chiave: diradamento, qualità, frutticoltura di precisione, ‘multileader’, produttività

Effetto del deficit di pressione di vapore sul tasso di crescita di frutti di pesco, mango e arancio

Roberto Massenti*, Alessandro Carella, Tiziano Caruso, Vittorio Farina, Riccardo Lo Bianco
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

* roberto.massenti@unipa.it

I fattori ambientali svolgono un ruolo importante nella crescita dei frutti e il deficit di pressione di vapore (VPD) risulta essere un fattore chiave in tal senso. I tassi di crescita e di traspirazione dei frutti variano notevolmente durante le ore diurne e queste variazioni sono accentuate in condizioni di VPD elevato. L'aumento di VPD coincide con una riduzione significativa del diametro dei frutti, verosimilmente dovuta a riduzioni del loro contenuto idrico. Questa indagine prende in esame l'influenza del VPD sulle dinamiche di crescita dei frutti di pesco (cv Tardivo 2000), mango (cv Keitt) e arancio (cv Valencia) in ambiente mediterraneo. I tassi di crescita orari (in termini assoluti, AGR, e relativi, RGR) dei frutti sono stati determinati nelle diverse fasi di sviluppo mediante l'uso di fruttometri, sensori che monitorano in continuo le variazioni diametrali del frutto. Il VPD è stato calcolato utilizzando dati di temperatura e umidità relativa rilevati in prossimità delle piante. Nel pesco, durante la fase di divisione cellulare è stata rilevata una relazione lineare inversa ($R^2 = 0,67$, $P < 0,001$) tra VPD e RGR. Durante la fase di espansione cellulare, invece, RGR non è stato influenzato dall'aumento del VPD fino al limite di 2 kPa. Superata questa soglia, RGR è cominciato a diminuire all'aumentare di VPD. Nel mango, durante la fase di prevalente divisione cellulare dei frutti, è stata rilevata una relazione lineare inversa tra VPD e RGR fino a valori di 1,6 kPa; superata tale soglia di VPD, si è registrata una inversione di tendenza ($R^2 = 0,51$, $P < 0,001$). Tale aumento di RGR all'aumentare del VPD è coinciso con gli orari pomeridiani, probabilmente dopo il forte accumulo fogliare di fotosintetati nelle ore più calde che hanno poi permesso la crescita del frutto a prescindere dal VPD. Nel periodo di prevalente espansione cellulare e in prossimità della maturazione, sono state osservate relazioni lineari inverse tra RGR e VPD ($R^2 = 0,74$, $P < 0,001$; $R^2 = 0,72$, $P < 0,001$), con una pendenza maggiore nel primo caso, suggerendo che il frutto diventa sempre meno dipendente dal VPD man mano che si avvicina alla maturazione. Nei frutti di arancio Valencia, sia quelli misurati a maggio che a giugno (rispettivamente a 1 e 2 mesi dall'allegagione), sono state evidenziate relazioni lineari tra VPD e RGR con inversione di tendenza (prima positiva, poi negativa). In particolare, a maggio (circa 12 mm di diametro), l'inversione di tendenza si è verificata ad un VPD di 0,52 kPa, mentre a giugno (circa 32 mm di diametro), l'inversione di tendenza si è verificata ad un VPD di 1,23 kPa. L'aumento nel tempo della soglia di VPD per l'inversione di tendenza suggerisce che i frutti di arancio perdano sensibilità nei confronti del VPD con l'avanzamento del loro sviluppo; una tendenza generale, quest'ultima, in comune con i frutti delle altre due specie esaminate e giustificabile con un progressivo isolamento idrico del frutto (in termini di traspirazione e/o di flusso xilematico).

Parole chiave: fruttometri, sviluppo dei frutti, *Prunus persica*, *Citrus sinensis*, *Mangifera indica*

Monitoraggio climatico in serre *low-tech* e valutazione di nuovi genotipi di fragola per il nord-Italia

Silvia Locatelli*, Marina De Bonis, Giampaolo Zanin, Carlo Nicoletto, Paolo Sambo

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente. DAFNAE, Viale dell'Università 16, Legnaro (PD)

* silvia.locatelli@phd.unipd.it

La produzione di fragole in ambiente protetto per il mercato fresco europeo è aumentata negli ultimi anni. Tuttavia, questa tipologia di produzione deve tenere conto dei cambiamenti climatici in atto, che richiedono un adattamento delle tecniche colturali e la selezione di nuovi genotipi più performanti in relazione alle condizioni microclimatiche che si determinano dentro la serra. Per questo motivo, lo studio si è posto l'obiettivo di monitorare le variazioni di temperatura dell'aria e del suolo all'interno di una serra tunnel *low-tech* di 250 m² (50 m x 5 m) con copertura in film plastico e di correlare il microclima con la risposta fenologica e produttiva di: 3 varietà già coltivate nell'Italia nord-orientale (Lycia, Sibilla e Aprica) e 10 possibili nuovi genotipi di fragola (identificati con un numero da 1 a 10). L'esperimento è stato condotto in un'azienda agricola situata a Verona (45°18'N 11°11'E, 26 m s.l.m.), monitorando il ciclo vegetativo autunnale 2021 e primaverile 2022. Le piante sono state trapiantate il 18 agosto 2021. Cinque dei dieci nuovi genotipi (4, 7, 8, 9 e 10) e varietà Aprica hanno mostrato una fioritura (BBCH fase 60) più precoce (-8 giorni) rispetto agli altri genotipi e varietà commerciali che necessitavano in media di 219 giorni dal trapianto. La resa cumulata dei frutti è stata significativamente più alta nella varietà Aprica (4,4 kg m⁻²) rispetto ai genotipi 2, 9 e 10 (2,5 kg m⁻²). Tra i nuovi genotipi testati, il 2 e il 4 sono stati quelli con il peso del singolo frutto più elevato (27,5 g), mentre le varietà commerciali hanno mostrato un peso inferiore (20,8 g). Il contenuto di solidi solubili nei frutti non è risultato significativamente diverso tra i 13 genotipi, con un valore medio di 6,9 °Brix. Il pH, invece, è risultato significativamente più alto nei genotipi 1 e 2 (pH 3,6) rispetto alla varietà Aprica e ai genotipi 4, 6 e 10 (pH 3,4). Un valore intermedio (pH 3,5) è stato monitorato nelle altre varietà e genotipi. Per quanto riguarda la consistenza dei frutti, sono state osservate differenze significative con il valore inferiore per il genotipo 10 (1762 g) e il più alto per i genotipi 4, 5 e 6 (in media 3998 g). Le tre varietà scelte come confronto, Lycia, Sibilla e Aprica, hanno presentato rispettivamente un valore di durezza pari a 2443 g, 3658 g e 3692 g. I risultati ottenuti hanno confermato che la varietà Aprica è la migliore per ottenere un'elevata resa di frutti. Tuttavia, dal confronto sono emerse informazioni utili che suggeriscono il genotipo 3 come il miglior candidato per sviluppare una nuova varietà con caratteristiche simili ad Aprica, ma con un anticipo di fioritura. Se l'obiettivo è invece quello di ottenere frutti più grandi, il genotipo 4 combina allo stesso tempo una buona produttività e un'elevata dimensione e durezza dei frutti, ma presenta un ritardo nella fioritura.

Parole chiave: gradi utili, fenologia, temperatura, umidità, resa, qualità

Ricerche sulla coltivazione di *Tetragonia tetragonioides* (Pallas) O. Kunze per la produzione di *baby-leaf*

Alessandro Esposito*, Alessandra Moncada, Filippo Vetrano, Alessandro Miceli

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Viale delle Scienze 4, 90128, Palermo, Italia

* alessandro.esposito02@unipa.it

Il cambiamento delle abitudini alimentari nella società odierna e la continua ricerca, da parte dei consumatori, di alimenti innovativi caratterizzati da un elevato contenuto in composti bioattivi benefici (sostanze nutraceutiche) spinge all'introduzione di nuovi *convenience food*. Attualmente in Italia la produzione di ortaggi destinati alla IV gamma è un settore in continua crescita e l'Italia è leader europea per la produzione di *baby leaf* come rucola, lattughino, spinacino, valerianella. Tali specie definite "commerciali" sono spesso caratterizzate da un contenuto in composti bioattivi benefici inferiore rispetto ad alcune specie spontanee eduli. La coltivazione di specie ortive innovative potrebbe soddisfare al meglio le esigenze dei consumatori di cibi sani oltre a diversificare le produzioni, ampliare gli areali di coltivazione e valorizzare l'agrobiodiversità. La *Tetragonia tetragonioides* (Pallas) O. Kunze, conosciuta come spinacio della Nuova Zelanda, è una specie originaria della Nuova Zelanda e dell'Australia introdotta in Europa nel XVIII secolo. È una specie diffusa in tutto il Mediterraneo, naturalizzata in areali come Sicilia e Sardegna, dove è nota anche come spinacio estivo. Si consumano le foglie, crude e/o cotte, caratterizzate da una consistenza carnosa, croccantezza e dal sapore salato. La ricerca ha mirato a sviluppare un protocollo agronomico per la coltivazione fuori suolo (sistema *ebb and flow*) della *Tetragonia* per la produzione di piantine da destinare alla IV gamma. È stato adottato uno schema sperimentale fattoriale con 3 densità di coltivazione (364,6 – 497,0 – 615,4 piante/m²) e 3 livelli di fertirrigazione: 0 (controllo), soluzione standard di Hoagland (100% HNS - rapporto NO₃:NH₄ di 4:1) e soluzione di Hoagland ridotta al 50% (50% HNS). Inoltre, la ricerca ha previsto il confezionamento e la conservazione refrigerata a 4°C per la durata di 7 e 14 giorni al fine di valutare la shelf-life del prodotto. La *Tetragonia* si è ben adattata al sistema di coltivazione incrementando significativamente la produzione di piantine per la IV gamma all'aumentare della disponibilità di elementi nutritivi e della densità di coltivazione. L'incremento della densità colturale ha influito negativamente sulla biomassa fresca e sull'area fogliare mentre l'aumento della disponibilità degli elementi nutritivi ha incrementato in modo lineare la biomassa fresca e secca delle piantine il numero di foglie e l'area fogliare, migliorando significativamente le caratteristiche qualitative del prodotto. Le piantine di *Tetragonia* hanno dimostrato di tollerare bene la conservazione refrigerata mantenendo requisiti di commerciabilità per 14 giorni.

Parole chiave: spinacio della Nuova Zelanda, spinacio estivo, IV gamma, *shelf-life*

Effects of different management systems on fruit quality in Mediterranean tree orchards

Angela Pietrafesa^{1*}, Daniela Russo², Luigi Milella², Vitale Nuzzo¹, Alba N. Mininni¹, Giuseppe Carlucci¹, Bartolomeo Dichio¹

¹Department of European and Mediterranean Cultures: Architecture, Environment and Cultural Heritage (DiCEM), University of Basilicata, via Lanera, 20, 75100 Matera, Italy

²Department of Science (DIS), University of Basilicata, Campus di Macchia Romana, Viale dell'Ateneo Lucano, 10 - 85100 Potenza, Italy

* angela.pietrafesa@unibas.it

In recent years, consumer demands changed in favor of healthier foods, paying attention to nutritional properties in addition to attractive qualities, such as color, shape and flavor. Fruits are a source of macro and micronutrients, vitamins, polyphenols and antioxidant compounds, which determine their nutritional value. Different agricultural practices and management systems can influence the fruit quality, improving fruit color and increasing macronutrients, micronutrients, anthocyanins and polyphenols contents. The antioxidant capacity, as well as fruit size, dry matter and Soluble Solid Content (SSC) can be influenced by several fruit orchard managements.

In this study, different management strategies, which were carried out in each experimental field, and their effects on fruit quality were evaluated. Field experiments were conducted in yellow-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis*), apricot (*Prunus armeniaca* L.) and grape (*Vitis vinifera* L. cv. Midnight Beauty) orchards, located in southern Italy, to evaluate the potential benefits of different agronomic practices and orchard management on fruit quality. Nutritional compounds, Soluble Solid Content (SSC), polyphenols and antioxidant activity were measured in fruits. The antioxidant activity was determined through the Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl-DPPH and the Ferric Antioxidant Power-FRAP methods.

Results revealed that the application of different agricultural interventions/agronomic practices and different orchard managements could effectively affect fruit quality traits, ensuring high yields and improving fruit nutritional quality.

Keywords: optimized irrigation strategies, nutrition management, fruit quality, polyphenols, antioxidant capacity

This research was funded the research has been partially funded by PON "RICERCA E INNOVAZIONE" 2014-2020 Project RESO "Sistemi di coltivazione resilienti, valutazione di impatto delle produzioni frutticole", AGRIFOOD CUP B34I200000320005.

Adattabilità di *Arbutus unedo* L. alla frutticoltura specializzata: comparazione di due forme di allevamento e tecniche irrigue

Francesco Ferrini*, Cecilia Brunetti, Cassandra Detti, Francesca Alderotti, Diana Vanacore, Edgardo Giordani, Antonella Gori

Università degli studi di Firenze (Firenze)

* francesco.ferrini@unifi.it

Arbutus unedo L. è una specie sempreverde largamente diffusa nel bacino del Mediterraneo. Questa pianta è considerata un arbusto sottoutilizzato, che ben si adatta a vegetare sui terreni marginali sottoposti a diversi stress ambientali compresa la siccità. I suoi frutti sono generalmente utilizzati per la produzione di bevande alcoliche e marmellate, meno frequentemente consumati come frutta fresca. Tuttavia, possiedono notevoli proprietà nutrizionali e nutraceutiche, quali elevato contenuto di acidi grassi polinsaturi, tocoferoli, vitamina C e polifenoli. Ad oggi, la produzione di frutti del corbezzolo si affida perlopiù a sistemi tradizionali che prevedono la raccolta manuale direttamente da piante spontanee.

Questo studio ha avuto come obiettivo quello di comprendere l'adattabilità di una questa specie alla coltura specializzata e selezionarne la migliore forma di allevamento e tipologia irrigua per incrementare la produttività e la qualità dei frutti. Tale scopo è stato raggiunto tramite una sperimentazione in campo di due anni effettuata in un'azienda agricola dell'alta Maremma grossetana utilizzando piante di *A. unedo* allevate a singolo fusto (monocaula) e a più fusti (policaule) e sottoposte a due trattamenti irrigui (piena irrigazione e irrigazione deficitaria).

Per l'esperimento sono state utilizzate 24 piante di 6 anni, allevate in 8 file con sesto d'impianto 6 x 3 m. Misurazioni di fisiologia (scambi gassosi, relazioni idriche e fluorescenza della clorofilla) e unità di massa specifica fogliare (LMA) sono state eseguite su base stagionale. Inoltre, sono stati esaminati gli indici di clorofilla e flavonoidi nelle foglie, misure degli accrescimenti, resa e qualità dei frutti. L'umidità del suolo è stata monitorata tramite l'utilizzo di sensoristica e *data loggers*.

In generale, non sono state riscontrate grandi differenze nella fisiologia delle piante di corbezzolo sottoposte ai due trattamenti irrigui. Le uniche differenze riscontrate sono state quelle dei valori di fotosintesi netta, potenziale osmotico e RWC rilevati in alcuni momenti dell'anno. Pertanto, il trattamento di irrigazione deficitaria non ha compromesso in maniera sostanziale la vitalità delle piante e la loro capacità fotosintetica, evidenziando una grande plasticità e tolleranza della specie allo stress idrico. Tuttavia, riguardo le forme di allevamento le piante monocaula hanno evidenziato nel lungo periodo un migliore stato idrico e fisiologico rispetto a quelle policaule. Inoltre, il corbezzolo allevato in forma monocaula ha ottenuto una maggior produttività, cioè una maggior resa ad ettaro in frutti, sia con piena irrigazione che con irrigazione deficitaria rispetto alla forma policaule. Tuttavia, la forma policaule ha prodotto frutti di maggior pezzatura e peso specifico. Infine, anche i risultati del colorimetro e del panel test hanno evidenziato delle differenze nelle qualità organolettiche dei frutti provenienti da piante monocaula e policaule, nonché dai diversi regimi irrigui applicati. In particolare, il corbezzolo irrigato ha prodotto frutti con una colorazione più intensa. I frutti prodotti dalle piante irrigate (sia policaule che monocaula) sono anche stati maggiormente graditi in termini di sapore, aroma, attrattività, succosità e giudizio complessivo. I frutti prodotti dalle piante monocaula non irrigate sono risultati più farinosi, meno succosi e meno attrattivi. Alla luce di questi risultati, l'allevamento del corbezzolo nella forma monocaula irrigato risulta essere valida ai fini di una coltivazione intensiva, in quanto ha reso una maggiore quantità e qualità di frutti. Il trattamento di irrigazione deficitaria, pur non alterando eccessivamente la fisiologia del corbezzolo, risulta compromettere la resa dei frutti in termini qualitativi e quantitativi.

Parole chiave: irrigazione deficitaria, scambi gassosi, relazioni idriche, resa e qualità frutti

Coltivazione del nocciolo innestato su portainnesto non pollonifero in alta densità

Chiara Traini¹, Silvia Portarena^{2,3}, Alessandra Vinci¹, Claudia Zadra⁴, Andrea Sforna¹, Daniela Farinelli¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, via Borgo xx Giugno 74, Perugia

² Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Via Marconi 2, 05010 Porano, Italia

³ Centro Nazionale di Biodiversità, 90133 Palermo, Italia

⁴ Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Perugia, via del Giochetto, Perugia

La coltivazione del nocciolo (*Corylus avellana* L.) si concentra principalmente nelle zone temperate dell'emisfero Nord ma, ultimamente, si sta diffondendo anche in altre aree come il Cile, il Sud Africa e l'Australia. Ad oggi, a livello mondiale, vengono coltivati circa 600.000 ha, con una produzione annua di 865.000 t di nocciole, in continua espansione, correlata alla crescente domanda dell'industria dolciaria. Tradizionalmente la densità di piantagione è compresa tra 250 e 550 piante/ha, ma, a causa della necessità di implementare la meccanizzazione e la sostenibilità economica dei corileti, densità più intensive, fino 1200-1400 piante/ha, si stanno diffondendo in diverse aree corilicole, soprattutto in quelli di nuovi areali. Una prova di confronto tra piante innestate, su *Corylus colurna*, della varietà Tonda Franciscana®, coltivate con tre diverse densità di piantagione e in irriguo è stata condotta presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali dell'Università degli Studi di Perugia, (42°58'22.82"N, 12°24'13.02"E). Il nocciolo è stato realizzato nel 2017 con tre sesti d'impianto: 4 m tra le file e 1 m sulla fila, pari a 2500 piante/ha (alta densità); 4 m x 2 m pari a 1250 piante/ha (media densità) e 4 m x 4 m pari a 625 piante/ha (tesi controllo). In questo studio, vengono presentati i dati riferiti solo alla varietà Tonda Franciscana®, in quanto le piante della varietà Tonda Giffoni hanno subito, in due annualità successive (2020-2021), importanti danni da freddo, condizionandone il comportamento vegeto - produttivo. Nello specifico, nel 2022, la tesi con media densità ha mostrato la maggiore produzione per pianta, mentre la tesi con alta densità ha mostrato la maggiore produzione per ettaro. Considerando il triennio 2020-2022, cioè dal 3° al 5° anno di piantagione, la densità 1250 piante ha⁻¹ ha mostrato una produzione cumulata di 4,9 t/ha, mentre la tesi 2500 piante ha⁻¹ ha raggiunto una produzione di 6 t/ha e la tesi controllo di 1,7 t/ha. Al quinto anno di sviluppo, il volume medio delle chiome non è risultato statisticamente differente, nelle diverse tesi, variando da 2,2 a 2,7 m³/pianta. Il volume delle chiome riferite all'ettaro invece, è risultato maggiore nella tesi ad alta densità, seguito da quello delle piante con densità intermedia e bassa densità. Al quinto anno di crescita, inoltre, è stato osservato che la maggiore densità di piantagione ha determinato un maggiore sviluppo in altezza delle piante a favore di una maggiore penetrazione della luce nella chioma.

Influenza del portinnesto di nocciolo Dundee sui tratti fenologici, ecofisiologici e agronomici della cultivar Tonda di Giffoni

Pacchiarelli Alberto¹, Silvestri Cristian¹, Brunori Elena², Cristofori Valerio^{1*}

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE). Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo

²Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF). Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo

* valerio75@unitus.it

Il nocciolo europeo (*Corylus avellana* L.) è una delle specie da frutta secca più importanti nel bacino del Mediterraneo. La pianta presenta una spiccata attitudine alla produzione stagionale di polloni alla base del tronco o della ceppaia che competono per l'acqua e i nutrienti, ostacolando alcune operazioni nella gestione degli impianti. I polloni vengono dunque eliminati ogni anno per lo più manualmente o chimicamente, e tale operazione incide significativamente sui costi stagionali di gestione del corileto quando la spollonatura è eseguita a mano, mentre se eseguita chimicamente tramite irrorazione di erbicidi totali autorizzati somministrati in due-tre interventi stagionali durante la fase vegeto-produttiva della pianta, possono emergere criticità connesse alla sostenibilità ambientale di tale operazione colturale. Una possibile soluzione per superare tale criticità è l'uso di portinnesti non polloniferi, come l'ibrido interspecifico Dundee, ottenuto da libera impollinazione di *C. colurna* x *C. avellana*. Lo scopo di questo lavoro è valutare l'influenza del portinnesto non pollonifero sui tratti morfologici, ecofisiologici e di diagnostica fogliare della cv Tonda di Giffoni innestata su Dundee, a confronto con piante autoradicate rispettivamente della cultivar e del portinnesto. Ogni tipo di materiale vegetale era costituito da 40 piante collocate in vasi forati di 28 cm x 28 cm da 15 litri. Tutte le piante in vaso sono state collocate a una distanza di 70 cm tra loro per evitare reciproci fenomeni di ombreggiamento. Lo studio dei tratti morfologici e biometrici, avviato nel 2021, ha evidenziato una maggiore dimensione delle foglie nelle piante innestate. I nutrienti presenti nelle foglie delle piante innestate presentavano concentrazioni più elevate di potassio, calcio, magnesio, manganese, e boro rispetto alle piante autoradicate evidenziando un possibile effetto positivo nell'assorbimento di tali nutrienti a seguito dell'innesto. La valutazione di caratteri biometrici della pianta, come altezza e diametro del fusto, ha inoltre evidenziato una maggior vigoria nelle piante innestate rispetto a quella registrata in piante di Tonda di Giffoni autoradicate. Le osservazioni fenologiche hanno evidenziato la tendenza del portinnesto Dundee di indurre in Tonda di Giffoni una dormienza delle gemme più prolungata rispetto a quella osservata nelle piante autoradicate della cultivar, determinandone una minore suscettibilità a danni indotti da gelate tardive. La conduttanza stomatica delle piante innestate è risultata inferiore ($196,8 \pm 26,9$ mmol H₂O m⁻² s⁻¹) rispetto a quella rilevata per la cultivar Tonda di Giffoni autoradicata ($352,4 \pm 37,7$ mmol H₂O m⁻² s⁻¹), sottolineando la consistente influenza del portinnesto sulla cultivar per questo carattere fisiologico. È stato inoltre osservato l'effetto del portinnesto sulla fase riproduttiva, dal quale è emerso che le piante innestate presentavano un numero di glomeruli femminili significativamente più elevato, fino a tre volte superiore rispetto a quello registrato in piante autoradicate di Tonda di Giffoni. Questi risultati preliminari ottenuti con piante in vaso, da trasferire in pieno campo nella stagione corrente per osservazioni e rilievi agronomici di lungo periodo, sembrano particolarmente promettenti per consolidare l'impiego del portinnesto non pollonifero in corilicoltura, almeno su base cultivar-specifica.

Parole chiave: *Corylus avellana* L., *Corylus colurna* L., ibrido interspecifico, portinnesto non pollonifero, diagnostica fogliare

Manipolazioni del microambiente: effetti su fisiologia dell'albero e dinamiche di accumulo del calcio nel frutto di kiwi

Elena Baldi*, Alessandro Bonora, Alexandra Boini, Maurizio Quartieri, Brunella Morandi, Moreno Toselli, Luca Corelli Grappadelli

Dipartimento di Scienza e Tecnologia Agro-Alimentari, Università degli Studi di Bologna

* elena.baldi7@unibo.it

Il calcio (Ca) svolge un ruolo fondamentale per l'organizzazione e il funzionamento cellulare essendo, quindi, implicato nel mantenimento delle caratteristiche dei tessuti del frutto in pre e post-raccolta. Questo elemento si muove prevalentemente nello xylema e la sua concentrazione nei tessuti è fortemente influenzata dalla traspirazione stomatica e lenticellare (nel caso del frutto) che dipende dalla esposizione alla radiazione luminosa e dall'umidità relativa, nonché dalla fisiologia di accrescimento del frutto. Gli obiettivi della presente sperimentazione sono stati quelli di manipolare il microambiente del frutteto attraverso: a) teli riflettenti per aumentare la radiazione luminosa (aumento di traspirazione) e b) l'uso di sacchetti per aumentare l'umidità relativa intorno al frutto (condizione sfavorevole alla traspirazione), al fine di incrementare la ripartizione del Ca nel frutto e nella foglia.

La prova è stata condotta in un frutteto commerciale della cultivar Hayward nel quale, secondo uno schema fattoriale a blocchi randomizzati, è stato confrontato l'effetto del telo riflettente (messo in posa a caduta petali e mantenuto fino a raccolta) con un controllo aziendale (senza telo). All'interno di ciascuna parcella (con telo e senza telo) sono stati selezionati dei tralci i cui frutti sono stati racchiusi in sacchetti di plastica forati, ad allegazione avvenuta. Si è mantenuta la chiusura nei primi due mesi (dal 11/05/21 al 13/07/21) periodo in cui, secondo letteratura, il flusso xilematico al frutto rimane attivo. Nel corso della stagione vegetativa è stato misurato l'accrescimento dei frutti e il loro contenuto in Ca; si sono inoltre effettuate misure di scambi gassosi e di conduttanza superficiale dei frutti. Alla raccolta sono state determinate la produzione e le principali caratteristiche qualitative dei frutti (residuo secco rifrattometrico, durezza e sostanza secca). In un campione di frutti posto in cella frigorifera, rilievi qualitativi sono stati ripetuti dopo 3 e 5 mesi di frigoconservazione.

La pezzatura del frutto è aumentata nelle parcelle col telo, mentre la presenza del sacchetto ne ha inibito lo sviluppo nelle prime fasi; dopo la rimozione dei sacchetti, tuttavia, i frutti insacchettati delle parcelle col telo sono accresciuti più rapidamente e, alla raccolta, la differenza rispetto i frutti non insacchettati si è rivelata minima. La qualità dei frutti, sia alla raccolta che in conservazione, è migliorata nelle parcelle con telo. Il contenuto in Ca dei frutti non ha risentito in maniera significativa della presenza dei teli riflettenti nella maggior parte dei rilievi, tranne per il campionamento di agosto, dove è stato osservato un aumento significativo nelle parcelle con telo rispetto al controllo. La presenza del sacchetto ha indotto un minore accumulo di Ca durante la stagione; tale differenza, tuttavia, si è ridotta in corrispondenza della raccolta. I risultati degli scambi gassosi delle piante non hanno evidenziato differenze nette riconducibili al telo riflettente; tuttavia la sua presenza ha indotto un aumento dell'attività fotosintetica. In conclusione, l'utilizzo di teli riflettenti sembra essere una strategia efficace nel migliorare la pezzatura dei frutti e la loro qualità agendo principalmente sull'attività fotosintetica delle piante.

Parole chiave: teli riflettenti, accumulo di Ca, traspirazione, qualità del frutto, scambi gassosi, conduttanza superficiale

Osservazioni sulla variabilità vegetativa e produttiva in piante di *Actinidia chinensis* Planch in funzione della tipologia del tralcio

Dattola A., Vonella V., Barbera S., Cannizzaro A., Branca V. Zappia R., Gullo G*.

Dipartimento di AGRARIA – Università Mediterranea di Reggio Calabria, Loc. Feo di Vito (RC)

*ggullo@unirc.it

Nell'industria del kiwi, così come per qualsiasi altra coltura, l'ottimizzazione della produttività è fondamentale per la redditività del frutteto. Durante le operazioni di potatura secca ci si trova nella necessità di dover selezionare un numero di tralci da rinnovo tale da garantire alla pianta un adeguato carico di gemme. L'obiettivo del presente studio è stato quello di verificare la variazione indotta dal diametro del tralcio, lasciato con la potatura secca, sul ciclo vegeto-produttivo e i riflessi sull'epoca di raccolta e sulla produzione in piante di *Actinidia*. La prova sperimentale è stata condotta, nell'anno 2021, a Polistena (RC), in un impianto di *Actinidia chinensis*, cv Gold 3. È stato impostato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati, dove la pianta ha rappresentato il singolo blocco, con due tesi a confronto [6 blocchi (piante) con 2 tesi (TDH e TDL) e 4 ripetizioni per tesi]. Per ciascuna tesi sono state condotte misure per definire il modello di accrescimento: tralcio di diametro maggiore (TDH, 2 cm) e tralcio di diametro minore (TDL, 1.5 cm) del germoglio e del frutto, la qualità del frutto stesso (° Brix, colore della polpa, durezza, pH, acidità titolabile) e i parametri nutraceutici [Capacità antiossidante totale (CAT), Contenuto Totale in Polifenoli (CPT), Flavonoidi (FD)]. Il diametro del tralcio ha influenzato alcuni parametri vegeto-produttivi. Relativamente all'evoluzione degli stadi fenologici, alle percentuali di germogliamento e di germogli fertili e relativamente agli indici di fertilità non si sono registrate differenze statistiche tra le due tesi, mentre sono emerse variazioni statistiche nello sviluppo dei germogli, che hanno raggiunto una lunghezza superiore nella tesi con il tralcio di maggiore dimensione, unitamente a una maggiore superficie fogliare per germoglio e per tralcio. Anche gli scambi gassosi, in particolare la fotosintesi netta (Pn) e la traspirazione (E), sono stati condizionati dalla maggiore dimensione del tralcio, risultando superiori, rispettivamente, del 35% e del 50%; inoltre, il tralcio della tesi TH è riuscito a dare frutti con pezzatura superiore e che avevano raggiunto i parametri ottimali per la raccolta già a 133 Giorni Dalla Piena Fioritura, con un anticipo di 20 gg di anticipo rispetto alla tesi alternativa. Anche il contenuto in PT, la CAT e i FD, sono stati significativamente superiori nelle tesi TH rispetto alla Tesi TL. Pertanto, al momento della potatura si dovrebbe indirizzare la scelta verso tralci di diametro simile, dando la priorità a quelli di diametro maggiore, che permetterebbero un anticipo della maturazione e un contenimento della variabilità tra i frutti, in termini di caratteristiche carpometriche e qualitative.

Smart Oral Communications 2

Applicazione di un nuovo metodo sostenibile di solarizzazione per il contenimento dei patogeni tellurici delle ortive

Battaglia Valerio^{1*}, Cermola Michele¹, Mormile Pasquale², Petriccione Milena³ e Lahoz Ernesto¹

¹CREA Centro di ricerca Cerealicoltura e le colture industriali (CREA-CI), Via Torrino 3, Caserta

²Green App srls, Contrada Olivola 129/a, 82100 Benevento

³CREA Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via Torrino 3, Caserta

* valerio.battaglia@crea.gov.it

La solarizzazione è una tecnica nota e consolidata cui, da oltre trent'anni, si ricorre per contenere patogeni tellurici a seguito della riduzione dei mezzi tecnici di sintesi (fumiganti). Gli avanzamenti scientifici e tecnologici consentono l'ottimizzazione delle *performances* tecniche: film con elevate proprietà ottiche e termiche, irrigazione a tenuta di campo e chiusura ottimale del telo, serra chiusa e ottimizzazione del tempo di esercizio fra giugno e agosto. Il film solarizzante ha ruolo decisivo per ottenere gli effetti di contenimento dei patogeni; accumulo di energia termica, fino a 40 cm di profondità, che riscalda il suolo con temperature superiori ai 40°C. La solarizzazione non ha trovato il pieno consenso in ragione dei tempi necessari (circa 60 giorni) nella pianificazione dell'ordinamento colturale o per elevata infestazione di patogeni (nematodi e patogeni tellurici). Obiettivo di questo lavoro, svolto grazie all'OP Domitia Felix, è stato l'ottimizzazione e implementazione dell'agrotecnica per la qualificazione dei prodotti primari coltivati nell'area Domizia attraverso metodiche innovative nel rispetto dell'ambiente e della salute umana, superando i limiti della solarizzazione "tradizionale" quali: aumento delle temperature del suolo, riduzione dei tempi di esecuzione, miglioramento dell'efficacia verso i patogeni. L'attività ha visto la collaborazione tecnica con la *startup* Green App srls. Il metodo innovativo (Solin[®]) prevede l'uso di liquido nero biodegradabile da nebulizzare prima della copertura con i film plastici, simulando un pannello solare. Il liquido nero lascia sulla superficie del suolo uno strato sottilissimo che simula un "collettore solare" che cattura il calore e lo trasmette al suolo. Il biennio di prova (2021-2022) presso l'azienda agricola Palmieri Srl di Mondragone (CE), nel primo anno è stato eseguito il monitoraggio e studio dei patogeni edafici; nel secondo anno è stata applicata il Solin[®] in ambiente protetto e confrontato con la "tradizionale". Successivamente, sono stati condotti rilievi sui microrganismi tellurici non target, sui parametri biometrici e produttivi sulla coltura successiva (fagiolino). I risultati dell'attività di ricerca evidenziano che la tecnica Solin[®] è un'alternativa sostenibile rispetto all'applicazione "tradizionale" (per materiale impiegato e durata). I risultati del secondo anno di attività presso l'azienda Palmieri evidenziano un incremento della produzione del fagiolino coltivato su terreno solarizzato con Solin[®], unito alla riduzione di diffusione di malattie della coltura. Le risultanze di questa ricerca sono prontamente applicabili sia dalle aziende dell'OP Domitia Felix, sia nella pratica colturale riducendo la durata (30 giorni) rispetto a quella "tradizionale" (60 giorni) con una maggiore disponibilità di tempo nella rotazione colturale potendo, quindi, inserire colture a ciclo più lungo. Il Solin[®] è realmente una pratica sostenibile nell'accezione più ampia (economica-ambientale-sociale) poiché è stato verificato che riduce l'impatto sulle comunità microbiche presenti nel suolo, compresi i microrganismi utili, che rappresentano un indice di minore disturbo del suolo agrario. Quanto riscontrato è in linea con le tendenze produttive e legislative: la riduzione degli *input* chimici previsto dalla strategia *Farm to Fork* del *Green Deal* europeo. Ulteriori avanzamenti di questa ricerca sono auspicabili mediante integrazione del Solin[®] con implementazione di tecniche e tecnologie già disponibili da introdurre in sistemi colturali orticoli secondo una visione agroecologica, piuttosto che con un approccio semplificato 'one to one': produrre di più con meno.

Parole chiave: solarizzazione innovativa, produzioni ortive, riduzione prodotti fitosanitari, protezione sostenibile, difesa agroecologica

Selezione di compost soppressivi per il controllo della tracheofusariosi della rucola e caratterizzazione multiparametrica

Catello Pane^{1*}, Andrea Pasqualini¹, Alfonso Pentangelo¹, Daniela Napolitano¹, Giovanni Ragosta¹, Roberto Altieri², Angelica Galieni³, Riccardo Spaccini⁴

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Cavalleggeri, 25 84089 Pontecagnano Faiano, Italia

²Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Via della Madonna Alta 128, 06128, Perugia, Italia

³Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Salaria 1, 63077, Monsampolo del Tronto, Italia

⁴Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, via Università 100, 80055 Portici, Italia

* catello.pane@crea.gov.it

La tracheofusariosi causata dal patogeno fungino *soil-borne Fusarium oxysporum f.sp. raphani* limita la produzione di rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia*) da taglio. La patogenesi ha decorso endofitico: il patogeno entra nell'ospite attraverso aperture accidentali e/o naturali a livello radicale, e prosegue per via acropeta nei fasci vascolari causandone l'occlusione. Pertanto, la malattia è difficile da debellare con metodi curativi. Le piante colpite mostrano, fin dal post-emergenza, sintomi a gravità progressiva dalla crescita stentata fino al disseccamento. Il patogeno è spesso associato alla sindrome della 'stanchezza del terreno' essendo favorito dal *recropping* e dal depauperamento del suolo. I compost soppressivi rappresentano una promettente strategia di prevenzione di questa patologia per l'apporto di carbonio organico e la capacità di interferire direttamente e/o indirettamente con la patogenesi. Per questo studio sono stati prodotti su platea in cumuli statici con rivoltamento manuale, 4 compost da diverse matrici selezionate sulla base di un *survey* bibliografico condotto sulle determinanti della soppressività con riferimento all'induzione di resistenza come principale meccanismo d'azione. Inoltre, sono stati aggiunti anche altri 3 compost prodotti in bioreattore a scala di laboratorio per il compostaggio in sistema a "vaso chiuso", da matrici provenienti dalla filiera olivicola. I compost collezionati sono stati caratterizzati per le proprietà soppressive verso la tracheofusariosi della rucola selvatica (cv Tricia) mediante inoculazione artificiale per immersione delle radici ferite nella sospensione conidica. I livelli più alti di soppressività nei saggi *in planta* sono stati raggiunti con il compost prodotto da potature di olivo (51,7%, in termini di peso secco)+residui di insalatine da IV gamma (15%) e di pomodoro (33,3%) e quello ottenuto da residui di olivo (92%)+paglia (4%)+cascami di lana (4%) con influenza della dose e dello stadio di sviluppo della pianta. Al fine di indagare i possibili meccanismi d'azione, i compost collezionati sono stati, inoltre, sottoposti ad analisi microbiologiche, test di contenimento del patogeno *in vitro*, analisi di fitotossicità e caratterizzazione della loro composizione molecolare mediante le analisi spettroscopiche di risonanza magnetica nucleare (¹³C-CPMAS NMR) e di riflettanza nel *range* iperspettrale VIS-NIR-SWIR. Il compostaggio dei residui colturali migliora la circolarità dell'orticoltura, e consente di produrre, da matrici selezionate, compost su misura per la coltivazione sostenibile della rucola.

Parole chiave: agricoltura sostenibile, compostaggio residui verdi, *Diplotaxis tenuifolia*, *Fusarium oxysporum f.sp. raphani*.

L'irrigazione per aspersione come tecnica sostenibile per ridurre l'incidenza delle infezioni primarie di ticchiolatura del melo

Daniele Prodorutti^{1,2*}, Riccardo Bugiani³, Clelia Tosi³, Claudio Rizzi¹, Emanuela Coller¹, Vincent Phillion⁶, Arne Stensvand^{4,5}, Ilaria Pertot^{1,2}

¹Fondazione Edmund Mach, via Mach 1, 38098 San Michele all'Adige, TN, Italy; ²Center Agriculture Food Environment, University of Trento, via Mach 1, 38098 San Michele all'Adige, TN, Italy; ³Servizio Fitosanitario - Plant Protection Service, Regione Emilia-Romagna, Via Andrea da Formigine, 3, 40128 Bologna (Italy), ⁴Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), P.O. Box 115, NO-1431 Ås, Norway, ⁵Norwegian University of Life Sciences, Universitetstunet 3, NO-1433 Ås, Norway, ⁶Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, IRDA, Saint-Bruno-de-Montarville, Quebec, Canada J3V 0G7

* daniele.prodorutti@fmach.it

La ticchiolatura, causata dal fungo ascomicete *Venturia inaequalis*, è tra le più importanti malattie del melo sia in Italia, sia nel mondo e richiede un attento piano di difesa diretta basato sull'applicazione di numerosi trattamenti fungicidi. Per contribuire a ridurre tale carico, in questo studio si è voluto mettere a punto una strategia di irrigazione per ridurre la gravità e l'incidenza delle infezioni primarie di ticchiolatura. Infatti, *V. inaequalis* sverna nelle foglie infette al suolo dove avviene lo sviluppo dei corpi fruttiferi (pseudotecii). In primavera, gli pseudotecii liberano le ascospore, che danno inizio alle infezioni primarie e la pioggia è necessaria per il rilascio delle ascospore. Sebbene *V. inaequalis* sia uno dei patogeni vegetali più studiati, l'effetto delle irrigazioni a pioggia nel tardo inverno e in primavera sul rilascio delle ascospore e sulla maturazione degli pseudotecii non era mai stato quantificato.

Dal 2017 al 2022 sono state effettuate prove sperimentali in condizioni di campo in Emilia-Romagna e in Provincia di Trento. Captaspore volumetriche sono state posizionate sopra lettiera preparata con foglie di melo infette da *V. inaequalis*, per valutare la liberazione delle ascospore nel periodo delle infezioni primarie. In primavera sono state effettuate irrigazioni per aspersione (intensità di 2-4 mm/h) al fine di favorire il rilascio di ascospore e quindi ridurre progressivamente il potenziale di inoculo del patogeno. La lettiera irrigata è stata confrontata con la lettiera non irrigata. Le irrigazioni, della durata di 2 ore nelle ore centrali della giornata ed effettuate 24-48 ore prima di una pioggia prevista, hanno causato un notevole rilascio di ascospore (oltre il 50% delle spore rilasciate durante l'intera stagione primaria), e un numero inferiore di spore è stato rilevato nei giorni di pioggia successivi alle irrigazioni. La maturazione degli pseudotecii ha avuto un andamento simile tra lettiera irrigata e non irrigata, ma con un ritardo generale in quella non irrigata. Inoltre, in entrambe le regioni sono state condotte prove in campo per valutare l'efficacia dell'irrigazione a pioggia sulla ticchiolatura del melo (incidenza della malattia su foglie e frutti), confrontando diverse strategie di difesa in parcelle irrigate e non irrigate. Al termine delle infezioni primarie, la percentuale di foglie e frutti infetti è stata ridotta mediamente di oltre il 50%, sia nelle tesi trattate con fungicida che nei testimoni non trattati.

Parole chiave: *Venturia inaequalis*, ascospore, difesa, sostenibilità

Analisi degli effetti di una copertura anti-pioggia su microclima, bagnatura e qualità del frutto nel ciliegio

Francesco Reyes^{1*}, Giuseppe Manuele¹, Giuseppe Starace², Milena Poledica³, Stefano Lugli¹

¹ *Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Amendola 2, 42122, Reggio Emilia*

² *Dipartimento di Management, Finance and Technology, Università LUM Giuseppe Degennaro, SS. 100 km18 70010, Casamassima (BA)*

³ *Sachim srl, via Mastricale 7, 70017 Putignano (BA)*

* frareyes@unimore.it

L'esposizione degli alberi da frutto a eventi climatici estremi, tra cui gelate, grandinate e siccità ha indotto un numero crescente di agricoltori a usare coperture di protezione. Nel caso del ciliegio, le coperture antipioggia hanno lo scopo particolare di ridurre il cracking del frutto, responsabile di effetti negativi su commerciabilità e conservabilità dei prodotti. Ciò nondimeno, gli effetti microclimatici delle reti antipioggia non sono caratterizzati in modo univoco. Questo studio esamina l'impatto di una copertura antipioggia su microclima e qualità dei frutti di un giovane frutteto di ciliegio dolce (*Prunus avium* L., cv Sweet saretta), situato nella tipica zona di produzione della provincia di Modena. L'appezzamento è stato diviso in i) un blocco scoperto (controllo) e ii) un blocco coperto da una rete antipioggia monoblocco (PROTECTA ULTRA: ombreggiatura del 24%, con rapporto Red/Far red uguale a 1, prodotto da Sachim s.r.l.), contornato lungo il perimetro da una rete anti-insetto, a partire dalla fioritura. Il microclima delle chiome è stato monitorato durante una stagione di crescita con riferimento a precipitazioni, velocità del vento, temperatura e umidità relativa dell'aria, e bagnatura fogliare. In particolare, la variabilità nella bagnatura degli organi aerei è stata monitorata per mezzo di un insieme di sensori di bagnatura fogliare distribuiti lungo le chiome.

Tra i due blocchi si sono evidenziate differenze di temperatura e umidità relativa con un andamento oscillante in funzione dell'ora del giorno e del momento della stagione, e con valori compresi rispettivamente tra ± 2 °C e $\pm 10\%$. La copertura antipioggia ha generalmente ridotto la velocità del vento, deviato la maggior parte delle piogge più intense e la totalità di quelle di moderata entità. Il grado di bagnatura è stato più elevato e maggiormente variabile in campo aperto rispetto a sotto copertura, non solo in conseguenza delle precipitazioni rilevabili, ma durante l'intera stagione. Inoltre la copertura antipioggia è stata associata a frutti con minore spaccatura, più scuri e maturi, e con maggiore massa, compattezza e contenuto di acido malico.

Parole chiave: spaccatura, ciliegio, *Prunus avium*, protezione, reti, eventi climatici estremi

Graphical Abstracts

Coltivazione in floating system di *Lactuca sativa* L. (var. Salanova) con soluzione nutritiva a due concentrazioni

Davide Guffanti*, Giacomo Cocetta, Antonio Ferrante

DISAA, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italia

* davide.guffanti@unimi.it

La qualità e la resa delle colture dipendono da fattori ambientali e dalla disponibilità degli elementi nutritivi. Nelle coltivazioni idroponiche la concentrazione degli elementi nutritivi nella soluzione nutritiva dipende dal fabbisogno delle colture e dalla qualità dell'acqua; laddove la salinità dell'acqua è elevata si deve ridurre la quantità di nutrienti nella soluzione nutritiva. L'obiettivo del lavoro è stato quello di ridurre la concentrazione di macroelementi e valutare la risposta della lattuga in termini di resa e di conservazione post-raccolta. È stato utilizzato un sistema idroponico *floating system*, composto da 20 vasche con un volume di 40 L ciascuna. Sono state coltivate due varietà di *Lactuca sativa* L. (var. Salanova), una verde "Expertise" (EXP) e una rossa "Codex" (COD), particolarmente apprezzate in IV gamma per forma e conservabilità in post-raccolta. Per la nutrizione minerale, è stata preparata una soluzione Hoagland con dosaggio al 100% per 10 vasche (5 per varietà), e al 50% per le restanti (5 per varietà). Sono stati condotti due cicli, sostituendo per il secondo la soluzione nutritiva inizialmente impiegata. In entrambi i casi, a un mese dalla semina si è proceduto al trapianto in alveoli alloggiati in appositi pannelli in polistirene espanso. Come substrato è stata utilizzata lana di roccia per il primo ciclo e perlite espansa per il secondo, con la funzione di ancoraggio delle radici e di volano idrico-nutrizionale. La soluzione nutritiva è stata ossigenata regolarmente per mezzo di un compressore ad aria. Settimanalmente sono state effettuate analisi morfologiche (altezza e diametro della pianta) per monitorare lo sviluppo della coltura, e multiparametriche (pH, EC, % di ossigeno, temperatura) della soluzione nutritiva. Sono stati mantenuti i seguenti parametri: pH 5,5-6,5, ossigeno 50-75%, temperatura 22-26°C ed EC, 1,2-1,6 mS/cm per le vasche al 50%, e 2-2,8 mS/cm per quelle al 100%. Una volta che le piante hanno raggiunto mediamente i 20 cm di altezza, si è proceduto alla raccolta determinando le rese di biomassa fresca per varietà e condizione. Il campionamento e le relative analisi distruttive sono stati effettuati alla raccolta e dopo 6, 10 e 12 giorni di conservazione. Le foglie di lattuga sono state poste in quantità omogenee, 50 g per il primo ciclo e 80 g per il secondo, in confezioni di plastica e conservate in una cella frigorifera a 5 °C. È stato valutato il contenuto di clorofille, carotenoidi, fenoli, antociani, zuccheri totali e nitrati. Non sono state registrate differenze statisticamente significative per i parametri nutraceutici relativi alla qualità, così come per il contenuto di zuccheri (maggiore al 50%), e di nitrati (maggiore al 100%), risultante nettamente inferiore alle soglie di legge sia alla raccolta che durante il processo di conservazione in entrambi i cicli. A 6, 10 e 12 giorni post-raccolta sono state pesate le confezioni per determinare eventuali differenze nell'attività respiratoria fogliare e nel mantenimento dei livelli di zucchero nelle foglie. Non si sono evidenziate differenze significative nella resa in biomassa fresca, osservando nel primo ciclo rese maggiori con soluzione nutritiva al 50% (COD = 551,1 g/m²; EXP = 305,82 g/m²), mentre nel secondo al 100% (COD = 1,73 Kg/m²; EXP = 1,82 Kg/m²) per entrambe le varietà. In conclusione, si è potuto osservare come la qualità nutraceutica del prodotto e la resa finale in biomassa fresca non siano variate significativamente per entrambe le varietà nonostante l'impiego di soluzioni nutritive a differente concentrazione minerale.

Parole chiave: idroponica, serra, post-raccolta, soluzione nutritiva

Tecniche di gestione del suolo a confronto su *Vitis vinifera* L. cv Cannonau e Muristellu: aspetti viticoli ed enologici

Fabio Piras*, Paolo Mulè, Giorgia Damasco, Marco Campus, Gabriele Musa

AGRIS SARDEGNA - Servizio Ricerca nelle filiere olivicolo-olearia e viti-enologica, Villasor (SU)

* fpiras@agrsricerca.it

Il Mandrolisai è una regione storica della Sardegna centrale al cui interno è presente un importante comprensorio viticolo. In questa zona la superficie vitata insiste su terreni di collina con pendenze spesso importanti e per questo sensibilmente esposti a fenomeni erosivi che sono amplificati dalle tradizionali tecniche di gestione rappresentate da lavorazioni meccaniche quali arature, fresature ed erpicature. Per ridurre la perdita di suolo per erosione, come noto, una tecnica efficace è quella dell'inerbimento la cui corretta applicazione, però, richiede conoscenze circa gli effetti sul terreno, sulle piante e sulla produzione. Con l'obiettivo di diffondere e ampliare queste conoscenze, con particolare riferimento al territorio del Mandrolisai, nel 2019 è stata avviata una attività dimostrativa-sperimentale che ha previsto il confronto tra la gestione conservativa del suolo realizzata tramite inerimento controllato e temporaneo e la gestione convenzionale realizzata tramite aratura. Il vigneto che ospita le prove si trova nel territorio di Meana Sardo (NU) a circa 600 m s.l.m., ha una pendenza rilevante-forte, un suolo di natura scistosa ed è condotto in regime biologico. I vitigni presenti nel vigneto e oggetto dello studio sono quelli maggiormente diffusi nel territorio, il Cannonau e il Bovale sardo (Muristellu) che insieme al Monica rappresentano la composizione ampelografica del Vino DOC "Mandrolisai". Le prove delle parcelle "inerbite" sono state avviate sistemando il terreno per renderlo adatto alla trinciatura ed eseguendo una semina autunnale di *Medicago polymorpha* L., (15 Kg di seme/ha), leguminosa annuale auto riseminante che completa il ciclo in circa 7-8 mesi disseccandosi in estate. La copertura erbosa è stata gestita con una trinciatura a fine primavera e una a fine estate, quindi con terreno libero nel periodo estivo. Le parcelle "lavorate" sono state gestite con arature, una in autunno e l'altra a fine inverno. Il vigneto, pur essendo dotato di impianto di irrigazione non è stato irrigato e non è stato apportato fertilizzante. Sono stati rilevati il peso del legno di potatura invernale, la produzione di uva, la composizione chimica del mosto alla vendemmia e, limitatamente al 2022 è stata eseguita la misura del contenuto in clorofilla delle foglie (SPAD). Le uve della vendemmia 2022 sono state micro vinificate al fine di osservare, non appena i vini saranno pronti, gli effetti della gestione del suolo sulle caratteristiche chimiche e sensoriali dei vini. L'analisi statistica dei dati del quadriennio 2019-2022, con riferimento al vitigno Muristellu, ha mostrato una maggiore vigoria e produttività nelle viti su suolo "lavorato" rispetto a quelle su suolo "inerbito". Anche il contenuto in clorofilla fogliare determinato nel 2022 ha evidenziato un migliore stato nutrizionale nelle viti su suolo "lavorato". Nel caso del vitigno Cannonau l'elaborazione dei dati non ha evidenziato alcuna differenza con significatività statistica, ad eccezione del contenuto in clorofilla delle foglie, anche in questo caso superiore nelle viti su suolo "lavorato". I valori assoluti dei dati di vigoria e produttività sono comunque superiori nelle viti su suolo "lavorato". Questo lavoro, confermando quanto visto anche in altri ambienti della Sardegna, evidenzia come l'inerimento, soprattutto nel primo periodo di applicazione, può ridurre sensibilmente la vigoria e la produttività delle viti. Per sfruttare al meglio i vantaggi ambientali e gestionali che l'inerimento può garantire, sarebbe pertanto opportuno intervenire con adeguate integrazioni idriche e nutrizionali.

Parole chiave: gestione suolo, inerimento, Cannonau, Muristellu, Mandrolisai.

Paglia di frumento carbonizzata: un substrato alternativo e low-cost per l'idroponica semplificata nelle zone rurali della Tunisia del Nord

Vito Aurelio Cerasola^{1*}, Federica Viola², Dorra Jamaï², Amel Jmayai², Giuseppina Pennisi¹, Francesco Orsini¹, Giorgio Gianquinto¹, Marco Setti¹

¹*Rescue-AB – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL) – Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Viale Giuseppe Fanin 44, 40127, Bologna*

²*CEFA Onlus, Via delle Lame 118, 40122, Bologna*

* vito.cerasola@unibo.it

Il Nord della Tunisia è un territorio gravemente colpito dagli effetti dei cambiamenti climatici e la sempre più incalzante siccità si mostra come una minaccia per gli agricoltori locali. L'adozione di tecnologie mirate al miglioramento dell'efficienza d'uso dell'acqua rappresenta una strategia percorribile, purché si rispettino i criteri di economicità e circolarità. Varie sperimentazioni negli anni passati hanno sviluppato e validato sistemi idroponici semplificati in diversi paesi in via di sviluppo. Tra questi spicca il *garrafas pet*, che si basa sul recupero e valorizzazione dei materiali localmente disponibili. Il sistema consiste in file di bottiglie tenute insieme e disposte con una pendenza del 25%, riempite di un substrato di crescita, e forate per consentire il trapianto e la crescita delle piantine. La soluzione nutritiva è apporata da un sistema irriguo a goccia che, per gravità, scorre dalla bottiglia in cima verso l'ultima bottiglia in fondo, da dove verrà recuperata grazie ad un sistema di drenaggio, pronta per essere riutilizzata. Nell'ambito del progetto H2020 FoodLAND coordinato dall'Università di Bologna, è stato implementato un sistema *garrafas pet* in una scuola del territorio rurale della provincia di Jendouba (Nord della Tunisia). Il substrato di crescita è stato creato recuperando la paglia dalla coltivazione di frumento, ampiamente presente nel territorio, che è stata precedentemente carbonizzata. Al fine di validare l'efficacia agronomica del substrato per la coltivazione di lattuga, è stato implementato un disegno a blocchi randomizzati replicato tre volte, che ha permesso di valutare questo substrato, a confronto con la perlite. Nessuna differenza significativa è stata osservata nella resa fresca e secca delle piante coltivate nei due substrati, così come lo stato azotato (SPAD) si è dimostrato equivalente fra i due trattamenti. A differenza della paglia carbonizzata, il colore bianco della perlite ha favorito la crescita di alghe all'interno delle bottiglie, rappresentando un potenziale rischio di occlusione dei gocciolatori, in assenza di adeguate soluzioni preventive (ad esempio rivestendo di vernice bianca l'esterno delle bottiglie, o adeguati sistemi di filtraggio). Tuttavia, la paglia carbonizzata ha determinato una riduzione significativa del contenuto percentuale di sostanza secca (-18%), con probabili ripercussioni negative sulla shelf-life del prodotto. Pertanto si conclude che sebbene la paglia carbonizzata sia un substrato efficace per la coltivazione di piante fogliose, la sua adozione dovrebbe essere privilegiata in catene alimentari corte o per l'autoconsumo.

Parole chiave: idroponica semplificata, paglia carbonizzata, economia circolare, Tunisia

This research is part of a project that has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 862802. The information expressed in this abstract reflects the authors' views the European Commission is not liable for the information contained herein

L'illuminazione supplementare LED migliora la crescita e la resa dei pomodori coltivati in condizioni di illuminazione sub-ottimali in una serra sul tetto integrata nell'edificio (i-RTG)

Elisa Appolloni

Alma Mater Studiorum—Università di Bologna, DISTAL—Department of Agricultural and Food Sciences, 48, 40127, Bologna, Italy

* elisa.appolloni3@unibo.it

Il metabolismo di un edificio può essere collegato a una serra sul tetto per scambiare flussi di energia, acqua e CO₂, riducendo così le emissioni e riciclando gli input per la coltivazione. Tuttavia, l'integrazione di una serra sul tetto di un edificio richiede l'applicazione di rigorosi codici di sicurezza (ad es. antincendio, codici antisismici), per rafforzare e proteggere la struttura con elementi di sicurezza come pilastri in acciaio o materiali di copertura ignifughi. Questi elementi possono ombreggiare la vegetazione o ridurre la radiazione solare che entra nella serra sul tetto. Tuttavia, l'applicazione di luce LED supplementare può aiutare a superare questo vincolo. Il presente studio ha valutato l'applicazione supplementare di luce LED in una serra integrata sul tetto (i-RTG) presso l'istituto di ricerca ICTA-UAB, situato a Barcellona (Spagna), per la coltivazione di pomodoro (*Solanum lycopersicum* cv. Siranzo). L'esperimento ha esplorato gli effetti di tre trattamenti LED e un controllo coltivato solo con luce naturale (CK). I trattamenti applicati, aggiunti alla luce solare naturale, sono stati: rosso e blu (RB), rosso e blu + rosso lontano (FR) per l'intera giornata, e rosso e blu + rosso lontano a fine giornata (EOD), ciascuno per 16 h d⁻¹ (8:00-12:00) con un'intensità di 170 μmol m⁻² s⁻¹. I risultati indicano che la luce a LED ha aumentato la resa complessiva del 17% rispetto al CK. In particolare, i pomodori CK erano il 9,3% più leggeri e il 7,2% in meno rispetto ai pomodori coltivati con trattamenti LED. Anche la maturazione dei frutti è stata influenzata, con un aumento del 35% dei frutti prossimali rossi nelle piante trattate con LED. In conclusione, la luce a LED sembra influenzare positivamente lo sviluppo e la crescita del pomodoro in caso di condizioni di luce subottimali come quelle di una serra integrata a un edificio.

Parole chiave: Light Emitting Diode (LED), agricoltura sui tetti, agricoltura integrate a edifici, *Solanum lycopersicum*

Coltivazione invernale del pomodoro in serra: abbinamento di illuminazione supplementare e defogliazione per una migliore resa e precocità

Elisa Appolloni

Alma Mater Studiorum—Università di Bologna, DISTAL—Department of Agricultural and Food Sciences, 48, 40127, Bologna, Italy

* elisa.appolloni3@unibo.it

La radiazione solare che entra in una serra di pomodori coltivati con *high-wire system* è per lo più intercettata dalla parte superiore della chioma, mentre il ruolo delle foglie inferiori diminuisce con l'età, trasformandole in organi di assorbimento piuttosto che in fonti di nutrimento. Di conseguenza, la defogliazione delle foglie basali è una pratica agronomica ampiamente applicata nella gestione delle colture in serra ad alto stelo. Tuttavia, il recente aumento dell'applicazione dell'illuminazione supplementare a LED (*Light Emitting Diode*) per la produzione di pomodori ad alta densità può influenzare il ruolo delle foglie basali, promuovendo il loro ruolo di fonti per lo sviluppo e la crescita dei frutti. La presente ricerca esplora l'applicazione dell'illuminazione supplementare LED su *Solanum lycopersicum* cv. Siranzo in area mediterranea durante la stagione fredda, in combinazione con due regimi di defogliazione basale: rimozione anticipata delle foglie (R) subito sotto il grappolo in via di sviluppo prima della maturazione dei frutti, e una non-rimozione (NR) per l'intero ciclo colturale. Il trattamento luminoso consisteva in luce rossa e blu per 16 h d⁻¹ (h 8-00) con un'intensità di 180 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ (RB), e un controllo coltivato sotto la sola luce naturale (CK). I risultati hanno mostrato un effetto della luce LED supplementare aumentando la resa totale (+118%), favorendo l'allegagione (+46%) e una maturazione più rapida (+60%), indipendentemente dai regimi di defogliazione.

Parole chiave: Light Emitting Diode (LED), serra, defogliazione, *Solanum lycopersicum*

Reti ombreggianti: uno strumento efficace per migliorare la qualità del pomodoro in ambiente mediterraneo

Luigi Formisano*, Michele Ciriello, Christophe El-Nakhel, Youssef Rouphael e Stefania De Pascale

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II – 80055, Portici (NA), Italia

* luigi.formisano3@unina.it

Il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) è uno degli ortaggi più consumati al mondo caratterizzato da un basso apporto calorico ed elevato contenuto di vitamine, fibre e composti fenolici che lo rendono un alimento funzionale di alta qualità. In ambiente mediterraneo, le caratteristiche qualitative delle bacche possono essere influenzate da stress termici e luminosi. In questi climi, le reti ombreggianti possono essere utilizzate durante il periodo estivo per ridurre la radiazione solare incidente e l'insorgenza di decolorazioni sui frutti di pomodoro. La ricerca mirava a valutare l'influenza di due reti ombreggianti (rete bianca al 30% e rete grigio perla al 40% di ombreggiamento) sulla resa e sul profilo fitochimico di bacche di pomodoro da industria coltivato in ambiente mediterraneo. Alla raccolta, sui frutti sono state determinate le concentrazioni di minerali, acidi organici e carotenoidi, il profilo fenolico e le attività antiossidanti DPPH, ABTS e FRAP. La rete ombreggiante grigio perla ha aumentato le concentrazioni di composti fenolici e i valori delle attività antiossidanti senza modificare il colore delle bacche e la resa commerciale. L'utilizzo di reti ombreggianti grigio perla si è rivelato un ottimo strumento agronomico per aumentare la qualità dei frutti di pomodoro durante il periodo estivo in ambiente mediterraneo.

Parole chiave: *Solanum lycopersicum* L., schermi ombreggianti, licopene, acido clorogenico, rutina, attività antiossidanti

Stato della fertilità del suolo in vigneti situati nella zona del Barbera d'Asti

Eligio Malusà^{1*}, Flavio Fornasier², Silvia Barea³, Baptiste Vincens³, Gilberto Bragato², Salvatore Giacoppo⁴, Giorgio Masoero⁵

¹ CREA Centro Viticoltura ed Enologia, Conegliano

² CREA Centro Viticoltura ed Enologia, Gorizia

³ CREA Centro Viticoltura ed Enologia, Asti

⁴ Consorzio Barbera d'Asti e Vini del Monferrato, Costigliole d'Asti

⁵ Accademia di Agricoltura di Torino, Torino

* eligio.malusa@crea.gov.it

Il suolo è una risorsa limitata e non rinnovabile, fondamentale per la produttività delle colture. La sostenibilità dell'agro-ecosistema è strettamente connessa allo svolgimento dei servizi ecosistemici, nei quali i microrganismi del suolo svolgono un ruolo determinante. Infatti, le comunità microbiche svolgono un ruolo determinante nei cicli biogeochimici, interagendo con tutti i fattori ambientali e le piante. Una comprensione di queste complesse relazioni e del loro impatto sulla resilienza delle colture nei confronti di diversi stress necessita di una valutazione delle diverse pratiche agronomiche sulla fertilità del suolo. Nel caso del vigneto, l'apporto ridotto o mancante di sostanza organica e l'eccesso di lavorazioni al terreno hanno contribuito a rendere meno resiliente la produzione viticola nei confronti dei cambiamenti climatici con un impatto negativo sulle potenzialità produttive e sulla qualità delle uve. D'altra parte, viticoltori e tecnici necessitano di strumenti innovativi per valutare il grado di fertilità globale del suolo che vadano oltre le tradizionali analisi chimico-fisiche e permettano di valutare la fertilità biologica del suolo, anche alla luce dell'uso sempre crescente di biostimolanti microbici o organici. A tal fine è stata condotta una indagine su 11 vigneti rappresentativi delle diverse zone di produzione del Barbera d'Asti che vengono utilizzati quale riferimento per le attività di assistenza tecnica condotte per conto del Consorzio del Barbera d'Asti. Il suolo prelevato nel sottofila, in prossimità delle radici di vite, è stato campionato nella primavera del 2022 e sottoposto a determinazione della biomassa microbica e analisi multienzimatica con 14 enzimi coinvolti nei cicli biogeochimici di C, N, P, S, al fine di valutare la fertilità biologica del suolo. I risultati hanno evidenziato una diversa intensità dei cicli biogeochimici nei diversi siti. In corrispondenza dei punti di campionamento sono state inoltre utilizzate bustine di tea per la valutazione del *Tea Bag Index* e verificare anche la possibilità di migliorarlo tramite analisi NIRS utilizzata per determinare il *Litterbag-NIRS Footprint Index*. Entrambi gli indici, direttamente correlati all'attività microbiologica, hanno evidenziato differenze significative tra i vari vigneti. L'utilizzo della NIRS ha fornito un risultato maggiormente discriminante tra i vigneti rispetto al *Tea Bag Index*, indicando la possibilità di un sostanziale miglioramento del metodo ponderale attraverso la spettroscopia NIR. Sulla base delle diverse analisi, lo studio dimostra quindi la possibilità di utilizzare metodi di analisi fruibili dai viticoltori e tecnici per una valutazione complessiva dello stato della fertilità biologica del suolo del vigneto, che integrano efficacemente le classiche analisi chimiche. Questo permette di mettere a punto una strategia di gestione del suolo utile a migliorare la nutrizione della vite e renderla più resiliente agli stress abiotici e biotici.

Parole chiave: indicatori fertilità biologica, microbioma, tea bag index, NIRS

Impatto del compost verde biofortificato su produzione in vaso di rucola selvatica a mazzetti in presenza di *Fusarium oxysporum f.sp. raphani*

Alfonso Pentangelo*, Daniela Napolitano, Giovanni Ragosta, Catello Pane

Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Cavallegeri, 25 84089 Pontecagnano Faiano, Italia.

* alfonso.pentangelo@crea.gov.it

La coltivazione di rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* L.) quale *baby leaf* per la IV gamma può essere condotta sia con semina su aiuola in file continue, sia 'a postarelle', per la produzione della cosiddetta rucola a mazzetti. Le condizioni intensive, le concimazioni spinte e il clima dell'ambiente protetto favoriscono l'attacco di patogeni tellurici come il *Fusarium oxysporum f.sp. raphani*, che può avere gravi ripercussioni sulla produzione. L'impiego di compost teso a favorire lo stato di salute degli apparati radicali, attraverso le proprietà soppressive dettate dalle caratteristiche chimiche e microbiologiche, rappresenta una delle possibili strategie di protezione della rucola selvatica dalla tracheofusariosi, che necessita di essere implementata in condizioni pratico-applicative. In questo lavoro si riportano i risultati di una sperimentazione condotta nel 2022 su rucola selvatica cv. Fastgrow (Maraldi Sementi) coltivata in vaso, con substrato a base di terriccio universale ammendato con compost verde con o senza biofortificazione (*Trichoderma harzianum* ceppo ThRP) (10^4 spore g^{-1}), a diverse dosi di impiego (0, 10, 25 e 50% Vol.). Ciascun vasetto è stato seminato con un grumo costituito da 18-22 semi (il 4/4). Dopo l'emergenza (20/4) metà dei vasetti sono stati inoculati con il patogeno (10^5 spore mL^{-1}). I seguenti fattori sperimentali: biofortificazione, dose di ammendante e presenza di *F. oxysporum f.sp. raphani* (10 unità di osservazione per un totale di 160 vasi) sono stati disposti su bancale con una combinazione fattoriale delle 3 tesi in blocchi randomizzati. La fertirrigazione è stata modulata in funzione dell'intensità luminosa. Alla maturità commerciale è stato effettuato lo sfalcio. In totale sono stati realizzati 5 tagli: 17/05, 10/06, 1 e 22/07, 12/10, a seguito dei quali sono stati eseguiti rilievi sulla biomassa raccolta. I dati rilevati sono stati sottoposti ad ANOVA fattoriale e le medie separate mediante HSD Tukey test. La produzione commerciale totale, pari, in media, a $118 g\ vaso^{-1}$, con i valori più alti registrati nel II e III sfalcio (36 e 25% del totale, rispettivamente), è risultata significativamente influenzata dalla dose di compost utilizzata, in primo luogo, e dalla presenza del patogeno, secondariamente. Gli incrementi produttivi maggiori rispetto al controllo non ammendato sono stati registrati con l'impiego del 25 e 50% di compost (+92% e +154%, rispettivamente). Tali incrementi nelle dosi citate, sono da imputare significativamente alla più bassa mortalità delle piante e al maggior peso medio di quelle sopravvissute. La produzione media per vaso è risultata tendenzialmente sempre più bassa nelle tesi inoculate con il patogeno, raggiungendo valori significativamente più elevati nel II e III sfalcio (-45% e -59%). Inoltre, i decrementi produttivi registrati nelle tesi infette sono stati tendenzialmente contenuti con l'aumentare della dose di compost, indipendentemente dalla biofortificazione con *T. harzianum* ceppo ThRP. I risultati hanno evidenziato la potenzialità dose-dipendente del compost verde di ridurre gli effetti deleteri della malattia da *Fusarium oxysporum* sulla rucola probabilmente attraverso il contenimento delle infezioni e/o inducendo un maggiore sviluppo vegetativo della pianta.

Parole chiave: baby leaf, soppressività, tracheofusariosi, *Trichoderma harzianum*.

Ambiente di coltivazione, scelta varietale e regime irriguo influenzano la dinamica di sviluppo della maculatura ferruginea del tubero negli areali pataticoli italiani

Alfonso Pentangelo^{1*}, Bruno Parisi², Francesco Raimo³, Fausto Govoni⁴, Catello Pane¹

¹ *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Cavallegeri, 25 84089 Pontecagnano Faiano, Italia.*

² *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Via di Corticella, 133, 40128 Bologna, Italia.*

³ *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Via Torrino, 2, 81100 Caserta, Italia.*

⁴ *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di ricerca Difesa e Certificazione, Via di Corticella, 133, 40128 Bologna, Italia.*

* alfonso.pentangelo@crea.gov.it

La maculatura ferruginea della patata è una fisiopatia non parassitaria che si manifesta con screziature di color ruggine nel tubero pregiudicandone la commercializzazione. Tra i fattori scatenanti si ipotizzano: anomalie della traslocazione del calcio per squilibri evapotraspirativi, fluttuazioni dello stato idrico del suolo ed elevate temperature. Allo scopo di rivelare la dinamica di sviluppo di tale alterazione in condizioni di campo, nel 2015 è stata condotta una sperimentazione in due areali pataticoli ad elevata vocazionalità: pianura bolognese e agro vesuviano-stabiese. Il disegno sperimentale prevedeva il confronto tra 3 varietà a diversa sensibilità, Agria (tardiva, non suscettibile), Luminella (medio-precoce, poco suscettibile) e Ricciona di Napoli (molto tardiva, suscettibile), sottoposte a irrigazione localizzata con 2 regimi, normale (agrotecniche standard) e ridotto (raddoppio del turno). A partire dal 50° giorno dopo la “semina”, ogni 20 giorni, sono stati eseguiti 6 rilievi biometrici sulle piante. Sui tuberi, suddivisi per classi di calibro, è stata rilevata la presenza della fisiopatia. Inoltre, per ogni *time point* sono stati determinati il contenuto di calcio nel suolo e nei tuberi. Il tenore di Ca nel suolo è rimasto costante in tutto il periodo con valori medi più alti nel sito campano (10,2 vs 6,4 meq/100 g) a cui è corrisposta una concentrazione media più bassa nei tuberi (124,2 vs 190,5 µg/g). La varietà Luminella, sebbene in maniera discontinua, ha mostrato valori del contenuto dello ione significativamente più bassi. Per tutte le fasi del ciclo ad eccezione che alla raccolta, le tesi irrigate normalmente, hanno mostrato valori di Ca nei tuberi leggermente superiori a quelle condotte in regime ridotto. La fisiopatia è comparsa più gradualmente nell'areale meridionale già a partire dal III rilievo (0,6%, in media), interessando soprattutto la cv Ricciona, fino a raggiungere a fine ciclo il 16,4% di incidenza media nel calibro commerciale (Ø 40-80 mm). Nell'areale nord, invece, la maculatura è esplosa a fine ciclo attestandosi a livelli elevati (23%, in media). Incidenza e severità sono risultati significativamente più elevati nei tuberi della classe di calibro più alta (Ø 60-80 mm). Nessun tubero di Agria ha mostrato sintomi, mentre nelle rimanenti varietà sono stati osservati, in media, valori di incidenza fino al 38% e 24%, rispettivamente nel V rilievo al nord e nel VI rilievo al sud. Non si è evinta, invece, una chiara relazione tra il regime irriguo adottato e i livelli della fisiopatia. Lo studio ha messo in evidenza la complessità dei fattori ritenuti responsabili della fitopatia e la necessità di modularne le interazioni al fine di contenerne lo sviluppo.

Parole chiave: alterazione non parassitaria, fisiopatia, sperimentazione di campo, stress abiotico

Impiego di compost derivante da biomassa residua di cardo per la produzione di piantine di pomodoro in vivaio

Mariarosaria Sicignano, Luisa del Piano, Tommaso Enotrio, Giovanni Scognamiglio, Francesco Raimo*

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, laboratorio di Caserta (CE) - Italia

* francesco.raimo@crea.gov.it

Nel campo dell'ortoflorovivaismo l'utilizzo della torba, che ad oggi è il substrato normalmente utilizzato, presenta importanti criticità in quanto le torbiere sono ecosistemi naturali non rinnovabili. Le torbe sono materiali vegetali fossili la cui estrazione causa un elevato impatto ambientale, ma il loro utilizzo come substrato di coltivazione in vivaio permette di ottenere piantine di alta qualità grazie alle loro caratteristiche fisiche e chimiche. Per questo motivo, la ricerca di materiali organici che possano sostituire totalmente o parzialmente la torba sta rivestendo un'importanza sempre maggiore. In questo studio sono stati valutati tre compost derivanti da biomassa di cardo mescolata in volumi diversi (50, 68 e 33%) con scarti legnosi e/o scarti di frutta, denominati rispettivamente C1, C2 e C3, per la produzione vivaistica di piantine di pomodoro. I compost sono stati testati in combinazione alla torba secondo due rapporti volumetrici (compost:torba v:v, 60/40 e 30/70) utilizzando un substrato commerciale a base di torba (TC) come trattamento di controllo (0/100).

La prova è stata condotta in serra con due tipologie di pomodoro, a sviluppo determinato ('San Marzano nano') e indeterminato ('San Marzano 2'), in contenitori alveolari utilizzando sette substrati (TC, C1-60, C1-30, C2-60, C2-30, C3-60, C3-30) secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con tre repliche. Per ciascuna varietà sono stati effettuati 2 rilievi durante il ciclo colturale e un rilievo a fine ciclo, quando le piantine erano idonee al trapianto. Su 10 piantine per parcella sono state rilevate l'altezza delle piante, il numero di foglie vere e il peso di radici, fusti e foglie.

Alla fine del ciclo, per la varietà 'San Marzano 2', lo sviluppo delle piantine allevate utilizzando i substrati contenenti compost è risultato paragonabile a quello ottenuto su substrato commerciale a base di torba. Per la varietà 'San Marzano nano', solo i substrati contenenti compost C3, ad entrambe le dosi, e C1, alla dose più bassa, hanno consentito di ottenere piantine con sviluppo comparabile alle piantine allevate su substrato commerciale a base di torba. Nell'insieme i risultati indicano una buona possibilità di utilizzo nell'ortoflorovivaismo del compost derivante da biomassa residua della filiera del cardo, previa ottimizzazione delle miscele di compostaggio e del substrato di allevamento, anche in dipendenza della risposta varietale.

Parole chiave: substrati organici, vivaismo orticolo, *Solanum lycopersicon* L.

Questa ricerca è stata finanziata dal Progetto PON R&I 2014 -2020 COMETA "Colture autoctone mediterranee e loro valorizzazione con tecnologie avanzate di chimica verde". Decreto di concessione Miur n. 0001741 del 05 luglio 2018 – PON ARS01_00606.

Utilizzo di compost derivante da biomassa residua di cardo per la produzione ortoflorovivaistica

Tommaso Enotrio, Luisa del Piano, Mariarosaria Sicignano, Giovanni Scognamiglio, Francesco Raimo*

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, laboratorio di Caserta (CE) - Italia

* francesco.raimo@crea.gov.it

Per la produzione di colture ortoflorovivaistiche, la torba è uno dei materiali organici più diffusamente utilizzati, grazie alle sue caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche. Il suo utilizzo nel futuro sarà sempre più limitato a causa di problemi ambientali legati all'estrazione e all'aumento dei costi di produzione, nel contempo si prevede un aumento della richiesta di substrati per la produzione e l'allevamento delle piante in vivaio. Per questo motivo, già da qualche decennio sono aumentate le ricerche per trovare dei substrati alternativi alla torba e, tra questi, sono stati proposti i compost. Nell'anno 2021, presso il CREA di Caserta sono stati provati diversi tipi di compost, ottenuti da biomassa residua di cardo miscelati in diverse percentuali (C1:50%, C2: 68% e C3: 33%) con altri residui vegetali, quali componenti di substrati per l'allevamento in vaso di specie ortoflorovivaistiche. I compost sono stati testati in combinazione alla torba secondo due rapporti volumetrici (compost:torba v:v, 60/40 e 30/70) e posti a confronto con substrato commerciale a base di torba (TC, 0/100) e un compost da FORSU (frazione organica da residui solidi urbani), miscelato con la torba e argilla espansa (v:v:v 55/35/10 e 25/65/10). La prova è stata condotta in serra utilizzando tre specie: rosmarino, lauroceraso e alloro allevate su nove substrati (TC, Fo-55, Fo-25, C1-60, C1-30, C2-60, C2-30, C3-60, C3-30) adottando uno schema sperimentale a blocco randomizzato con 3 ripetizioni. Durante la sperimentazione per ciascuna specie sono stati effettuati rilievi biometrici e ponderali. Per quanto riguarda il rosmarino lo sviluppo delle piante allevate sui substrati a base di compost da FORSU e cardo al 33% (C3) è risultato paragonabile a quello ottenuto su torba. Per il lauroceraso i compost, derivanti da cardo e FORSU, hanno dato risultati comparabili; tra i compost solo C1-30 e C3-60 hanno consentito di ottenere piantine con performance vivaistiche simili a quelle allevate su substrato commerciale a base di torba. Per l'alloro, in generale tutti i substrati a base di compost hanno mostrato un effetto sulla crescita paragonabile al substrato commerciale. I risultati ottenuti hanno evidenziato delle buone potenzialità del compost derivante da biomassa di cardo per l'utilizzo nell'ortoflorovivaismo, in dipendenza sia delle miscele di compostaggio che della specie da allevare.

Parole chiave: vivaismo, compost, substrati, cardo, piante in vaso, *Rosmarinus officinalis* L., *Prunus laurocerasus* L., *Laurus nobilis* L.

Questa ricerca è stata finanziata dal Progetto PON R&I 2014 -2020 COMETA "Colture autoctone mediterranee e loro valorizzazione con tecnologie avanzate di chimica verde". Decreto di concessione Miur n. 0001741 del 05 luglio 2018 – PON ARS01_00606.

Valutazione di materiali e tecniche di pacciamatura organica da applicare alle coltivazioni arboree

Fabio Piras*, Marco Campus, Gianluigi Pili, Emanuele Cauli, Piergiorgio Sedda, Martino Muntoni

AGRIS SARDEGNA - Servizio Ricerca nelle filiere olivicolo-olearia e viti-enologica, Villasor (SU)

* fpiras@agrsricerca.it

Nelle colture arboree la gestione del suolo lungo la fila può avvenire attraverso lavorazioni meccaniche, diserbi chimici o fisici, inerbimenti controllati. Poco utilizzata, a differenza di quanto avviene in orticoltura, è la tecnica della pacciamatura. Infatti, mentre nelle colture ortive a ciclo annuale, il requisito richiesto alla pacciamatura è la permanenza limitata ai pochi mesi di durata del ciclo colturale, nelle coltivazioni arboree, la durata prolungata nel tempo è un aspetto positivo, ma difficile da riscontrare nella gran parte dei materiali pacciamanti attualmente disponibili. I pacciamanti di maggiore durata sono di origine sintetica che però presentano problematiche ambientali, quali il rischio di contaminazione dei suoli e la necessità di uno smaltimento oneroso a fine utilizzo. I pacciamanti organici possono rappresentare una scelta ecosostenibile e tecnicamente valida. Consentono di limitare o eliminare l'uso dei diserbanti chimici, mitigare i fenomeni erosivi, ridurre il consumo di acqua, migliorare le caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche del suolo e, a seconda dell'origine, valorizzare sottoprodotti delle filiere agricole e forestali. Questo lavoro, ha l'obiettivo di valutare l'efficacia di vari materiali pacciamanti (soprattutto organici), e di diverse tecniche di gestione del suolo sulla fila, in termini di contenimento delle infestanti, effetti agronomici e sostenibilità ambientale ed economica. I materiali organici oggetto di valutazione sono: sansa di olive disoleata, vinacce dealcolate, cippato di radici di *Eucalyptus*, un ammendante sabbioso e uno legnoso (ricavati dalla vagliatura del cippato), un bio-compost, cippato di legno di *Eucalyptus*, cippato di legno di *Eucalyptus* impregnato con acque di vegetazione di frantoio oleario, un telo in lana di pecora, un telo in canapa, un telo misto lana di pecora e canapa e un telo in juta e sisal. Come tesi di controllo è stato utilizzato un telo in polipropilene. A fine primavera 2022 nel centro sperimentale dell'Agenzia Agris Sardegna di Villasor (SU), tutti questi materiali, in assenza di coltura, sono stati posati - alcuni anche in combinazione tra loro - in file della lunghezza di circa 25 m e interfilare di 2,5 m. I materiali organici sfusi, sono stati posati per una larghezza di un metro e uno spessore di 0,10 m. Per il confronto sono stati realizzati anche un filare gestito con trinciature e diserbo, un filare gestito con solo diserbo chimico e un filare gestito con sola fresatura. Ogni filare, nel periodo estivo è stato irrigato una volta a settimana con ala gocciolante, distribuendo circa 3.000 mc di acqua per ha. Dai rilievi floristici eseguiti sin ora è emerso come alcuni dei materiali siano in grado di contrastare efficacemente la crescita delle infestanti. Saranno valutati anche gli effetti sulla temperatura, umidità e fertilità del suolo.

Parole chiave: gestione suolo, pacciamatura, ammendanti, sottoprodotti filiere agricole e forestali, cippato, lana di pecora, canapa

Low-cost Computer Vision per ottimizzare la produzione di piantine di *cannabis light*

Giuseppe Carlo Modarelli*, Lucia Vanacore, Antonio Pannico, Luigi Giuseppe Duri, Christophe El-Nakhel, Chiara Cirillo, Youssef Rouphael, Stefania De Pascale

Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici (Napoli)

* giuseppecarlo.modarelli@unina.it

Il settore della cosiddetta canapa leggera, o *cannabis light*, con un contenuto di THC compreso tra lo 0,2% e lo 0,6%, in Italia vale attualmente 150 milioni di euro annui ed è in continua espansione. La *cannabis* è una coltura dai molteplici usi, dalla produzione di infiorescenze per scopo terapeutico, alla produzione di semi per l'estrazione di oli essenziali o per la produzione di biodiesel sino alla produzione di fibra per il settore tessile ed edile. Nel nostro Paese, la *cannabis* (*Cannabis sativa* L.) è stata storicamente coltivata in pieno campo, tuttavia la coltivazione in ambiente controllato, in serre o in *vertical farm*, permette di ottenere rese più elevate e di programmare e standardizzare la produzione, controllando finemente le variabili ambientali (luce, temperatura, concentrazione di CO₂) e la nutrizione minerale. Grande importanza riveste il materiale di propagazione e il ricorso a piantine ottenute per talea in vivai specializzati consente di ottenere produzioni di infiorescenze quanti-qualitativamente più omogenee. Nello scenario attuale dell'agricoltura 4.0, inoltre, grazie ai progressi nelle tecnologie di *Internet of Things* (IoT), *Machine Learning* (ML) e *Computer Vision* (CV) è possibile monitorare in tempo reale la crescita e lo stato nutrizionale delle piante, attraverso parametri biometrici e indici di vegetazione, come il *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), calcolati da sistemi automatici computerizzati. Tuttavia, la maggior parte dei sistemi disponibili in commercio presentano un costo elevato. I micro-computer *low cost* più recenti, come i Raspberry Pi, permettono di implementare modelli di ML e di CV riducendo notevolmente i costi di investimento. L'obiettivo della ricerca era analizzare la crescita e la variazione dell'indice NDVI, durante la produzione di piantine da talea, di tre varietà di canapa leggera (Fibror 79, Earlina 8 FC, Tiborszallasi), utilizzando un sistema di fenotipizzazione *low-cost* realizzato con l'uso di Raspberry Pi Zero W dotato di camere nel visibile (400-700 nm, VIS) e nel visibile + infrarosso (400-800nm, VIS+IR). Le talee erbacee, di 4 nodi, sono state ottenute da piante adulte di 3 mesi, in fase vegetativa, originate da seme. Le talee sono state allevate per 15 giorni in fitotrone sotto lampade LED (Meg science, Milano, Italia) con spettro composto dal 40%Rosso, 40%Blu, 10% Verde + 10% di Rosso Lontano, intensità luminosa di 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperiodo di 18 ore e a temperatura di 23°C e umidità relativa del 60%. L'applicazione di modelli di *K-means clustering* ha permesso per entrambi i range operativi (VIS e VIS+IR) di analizzare correttamente la crescita delle piantine e di caratterizzare i differenti ritmi di crescita delle tre cultivar. L'utilizzo di camere VIS+IR ha fatto registrare le migliori performance, soprattutto per la stima dell'indice NDVI. L'integrazione nel sistema di sensori a ultrasuoni, quali i LiDAR, potrebbe consentire il monitoraggio delle piante anche in fase di crescita avanzata durante il ciclo colturale.

Parole chiave: *Cannabis sativa* L., fenotipizzazione, intelligenza artificiale, *Light-Emitting Diode* (LED), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

I substrati a base di sedimento possono essere idonei per la produzione di specie acidofile? L'esperienza del progetto LIFE SUBSED sul mirtillo gigante

Daniele Bonetti¹, Giacomo Chini², Cristina Macci³, Stefania Nin^{1*}

¹CREA - Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (PT)

²Carbonsink - Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Firenze, Sesto Fiorentino (FI)

³Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Pisa (PI)

* stefania.nin@crea.gov.it

Il progetto europeo LIFE 17 ENV/IT/000347 - SUBSED ha avuto l'obiettivo di riutilizzare il sedimento marino dragato e fitorimediato come componente di un substrato di coltivazione per la produzione fuori suolo di diverse specie vegetali, comprendenti sia piante ornamentali che di uso alimentare. Il sedimento trattato (ST) è una matrice povera di sostanza organica, caratterizzata da un pH basico e da una elevata densità apparente e, pertanto, poco adatta alla coltivazione di specie acidofile, le quali per crescere e svilupparsi necessitano di terreni a reazione acida, privi di calcare, soffici e ricchi di sostanza organica. Tra queste, il mirtillo coltivato (*Vaccinium corymbosum* L.) è un piccolo arbusto nativo del nord America, molto conosciuto e apprezzato per le sue bacche ricche di antocianine e preziosi antiossidanti con effetti benefici sul nostro organismo. La presente ricerca ha avuto lo scopo di valutare l'effetto del sedimento fitorimediato, miscelato in varie proporzioni (0, 50 e 100%) con un substrato standard a base di torba e pomice, sulla crescita in vaso del mirtillo gigante americano. Piante certificate delle cultivar 'Duke' e 'Bluecrop' sono state trapiantate in mastelli di plastica da 30 L contenenti i diversi substrati e coltivati sotto serra nel biennio 2020-2022 con l'applicazione di due differenti regimi idrici (480 cc e 360 cc pianta⁻¹giorno⁻¹). I vari substrati sono stati caratterizzati sotto il profilo fisico e biochimico prima della messa in coltura ed alla fine del secondo anno di coltivazione. I rilievi effettuati sulle piante hanno riguardato parametri morfologici (altezza, numero dei germogli, diametro al colletto, biomassa) e fisiologici (SPAD, colore della lamina fogliare, area fogliare). Sono state inoltre valutate le caratteristiche nutrizionali e la presenza di contaminanti inorganici ed organici nelle diverse strutture vegetali (radici, fusto e foglie) a fine ciclo produttivo. Vengono riportati i risultati relativi allo sviluppo vegetativo delle cultivar di *V. corymbosum* allevate sui substrati a base di sedimento fitorimediato rispetto al substrato di controllo in relazione alle proprietà delle diverse miscele utilizzate. Viene inoltre analizzato il processo di bioaccumulo dei nutrienti, metalli e inquinanti all'interno della pianta: mobilitazione ed assorbimento dal suolo, compartimentazione e sequestro nella radice, trasporto da parte dello xilema, distribuzione nelle parti aeree, sequestro e immagazzinamento nelle cellule delle foglie.

Parole chiave: *Vaccinium corymbosum*, substrati alternativi, economia circolare, fuorisuolo, metalli pesanti

Effetto del rapporto luce rossa - luce blu su *babyleaf* e *microgreen* di senape nera

Lazzizzera C., La Rotonda P., Bonasia A.*, Conversa G., Elia A.

Università di Foggia, Via Napoli 25, 70100 Foggia, Italia

* anna.bonasia@unifg.it

I micro-ortaggi o *microgreen* in inglese (MG) sono piantine erbacee eduli, raccolte allo stadio di ‘foglia cotiledonare’ e abbozzi di prima ‘foglia vera’, dal consumo prevalentemente crudo. Il prodotto coltivato come *babyleaf* (BL) è invece raccolto a completa formazione delle ‘foglie vere’. Gli ortaggi BL e soprattutto i più recenti MG, allevati in ambiente protetto rappresentano una nuova categoria di ortaggi, utile alla valorizzazione della biodiversità orticola locale. La coltivazione *indoor* della tipologia MG è supportata dalla recente introduzione della tecnologia ‘diodo ad emissione luminosa’ (*Light Emitting Diode*, LED), che consente una semplice gestione della modulazione dello spettro di luce, al fine di migliorare la qualità del prodotto. La prova ha avuto l’obiettivo di valutare l’effetto del rapporto di luce rossa (R) e blu (B) (R:B 1:1,5 vs 2,2:1) su un genotipo della biodiversità orticola locale - senape nera, *Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch - fornito dalla azienda sementiera locale Larosa Riccardo Sementi (Andria, BT, Italy), allevato sia nella tipologia MG che BL. La coltivazione è stata realizzata in camera di crescita (RH 70%; fotoperiodo e temperatura giorno-notte 10-14 ore e 22-12 °C; PPF, 250±10 μmol m⁻² s⁻¹) adottando la tecnica di subirrigazione (*ebb and flow*) su bancale. Per la produzione BL sono state utilizzate seminiere di polistirolo (336 fori, torba:perlite, 1:1 v/v). Per la produzione MG sono state utilizzate vaschette in PET (7,5 x 13,0 x 5,0 cm), torba (50 mL) e una densità di semina pari a 50.000 semi m⁻². L’impiego di luci LED (fornite da INDEP s.r.l., Biancade, TV, Italy), in aggiunta all’apparatus luci già in dotazione dei moduli di coltivazione della camera di crescita (lampade a fluorescenza Fluora® 36W, Fluora T8, Ledvance GmbH, Garching, Germany) (R:B 1:1,5; controllo), ha garantito un rapporto R:B pari a 2,2:1 (trattamento). Il PPF e la composizione dello spettro è stata controllata per l’intero ciclo colturale. La raccolta è stata eseguita 34 (BL) e 14 (MG) giorni dopo la semina. Sono state valutate le principali caratteristiche produttive, morfologiche, visive (indice di luminosità, L*; saturazione, C*; angolo della tinta, h°) e qualitative (elementi minerali, vitamina C, fenoli). Evidenti le differenze tra le due tipologie: la senape nera BL è risultata più produttiva, con foglie a maggiore concentrazione di sostanza secca e più verdi rispetto alla tipologia MG (L* minore, h° maggiore). Inoltre, la tipologia BL ha mostrato una maggiore concentrazione di cationi (6,7 vs 4,4 g kg⁻¹ p.f.), in particolare di calcio, potassio, magnesio. La senape nera allevata nella tipologia MG ha mostrato un minor accumulo di nitrato (5,4 vs 7,2 g kg⁻¹ p.f.) e un maggiore accumulo di polifenoli (57,4 vs 50,7 mg a.g.e. 100 g⁻¹ p.f.) rispetto alla tipologia BL. Analizzando i principali risultati della strategia di modulazione della qualità della luce, il R:B 2,2:1, al di là di una leggera variazione di colore delle foglie in entrambe le tipologie commerciali di senape nera, ha comportato i) un migliore profilo di qualità igienico-sanitaria in termini di riduzione del nitrato nella tipologia MG; ii) un miglior profilo nutrizionale in termini di maggiore concentrazione di polifenoli (+4%), indipendentemente dallo stadio di crescita, ed in termine di un maggior accumulo di vitamina C nella tipologia BL (+48%).

Parole chiave: LED, *Brassica nigra* (L.) W.D.J. Koch, colore, polifenoli, nitrato, vitamina C, biodiversità orticola, micro-ortaggi

Ricerca finanziata dal Ministero dell’Università e della Ricerca (MUR), Progetto “Conservabilità, qualità e sicurezza dei prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio - ARS01_00640 – POFACS”, D.D. 1211/2020 e 1104/2021. Studio condotto nell’ambito del Centro Nazionale Agritech, finanziato dall’Unione Europea – NextGenerationEU (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Missione 4 Componente 2, Investimento 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono quelli dell’Unione europea o della Commissione europea. Né l’Unione Europea né la Commissione Europea possono essere ritenute responsabili per essi.

Effetto dello stadio fenologico su produzione e qualità di micro-ortaggi di cicoria

Quitadamo F., Lazzizzera C., La Rotonda P., Bonasia A.*, Conversa G., Elia A.

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli, 25 – Foggia

* anna.bonasia@unifg.it

I micro-ortaggi sono plantule raccolte con le foglie cotiledonari e/o le prime foglie vere, hanno una funzione estetica nella guarnizione gastronomica, e sono fonte di nutrienti e composti bioattivi. La tecnica di coltivazione dei micro-ortaggi, tra cui lo stadio fenologico di raccolta, risulta avere una importanza non trascurabile nella determinazione della qualità visiva, biometrica e nutrizionale di questi prodotti. La prova ha avuto l'obiettivo di valutare la produzione e il profilo qualitativo di micro-ortaggi cicoria (*Cichorium intybus* L. subsp. *intybus*, var. Catalogna), fornita dalla ditta sementiera locale Larosa Emanuele Seeds (Andria, BT, Italia), raccolti a due stadi fenologici.

La coltivazione è stata realizzata in camera di crescita (RH 70%; temperatura giorno-notte 20-18 °C; fotoperiodo di 12 ore; PPFD, $190 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) adottando la tecnica di subirrigazione (*ebb and flow*) su bancale. Sono state utilizzate vaschette in PET (7,5 x 13,0 x 5.0 cm) riempite di torba per un'altezza di 0,5 cm (50 mL), sub-irrigate con soluzione nutritiva Hoagland (1/2 forza), ed una densità di semina pari a 50.000 semi m^{-2} .

La raccolta è stata eseguita alla emissione della prima (FV1) e seconda foglia vera (FV2), a 27 e 39 giorni dalla semina, rispettivamente. L'unità sperimentale è stata rappresentata da 5 vaschette per ciascuno stadio, disposte secondo uno schema a randomizzazione completa, con tre ripetizioni. È stato determinato il peso fresco e secco, i principali parametri del colore (indice di luminosità, L*; saturazione, C*; angolo della tinta, h°) e la concentrazione di nitrato, polifenoli e vitamina C.

La raccolta allo stadio FV1 ha determinato la riduzione del 18% della produzione rispetto alla FV2 (820 g m^{-2}), le foglie hanno presentato un verde più pallido (L* minore, a* meno negativo). La concentrazione della sostanza secca (73,5 vs 63,8 g kg^{-1} p.f.), di polifenoli (13.396 vs 11.274 mg a.g.e. kg^{-1} p.s.) e vitamina C (2,46 vs 0,81 mg kg^{-1} p.s.) è aumentata in micro-ortaggi FV2 rispetto al prodotto raccolto allo stadio più precoce. Il migliore profilo quanti-qualitativo di micro-ortaggi è stato ottenuto laddove la raccolta sia avvenuta ad uno stadio più avanzato (seconda foglia vera) rispetto ad uno stadio più precoce.

Parole chiave: *Cichorium intybus* L. subsp. *intybus*, coltivazione *indoor*, *microgreen*, nitrato, vitamina C, polifenoli

Questa ricerca è stata finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), progetto "Conservabilità, qualità e sicurezza dei prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio - ARS01_00640 – POFACS", D.D. 1211/2020 e 1104/2021.

Applicazione di plasma freddo nella soluzione nutritiva di un sistema fuori suolo a ciclo chiuso per la coltivazione di basilico

Silvia Locatelli*, Marina De Bonis, Paolo Sambo, Giampaolo Zanin, Carlo Nicoletto

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE, Viale dell'Università 16, Legnaro (PD)

* silvia.locatelli@phd.unipd.it

La coltivazione fuori suolo a ciclo chiuso è considerata come la massima espressione del concetto di intensificazione sostenibile. Infatti, in questi sistemi, si produce massimizzando l'efficienza d'uso degli input (acqua e nutrienti), anche grazie al recupero, alla correzione e al re-impiego della soluzione nutritiva. Le metodiche normalmente utilizzate per la disinfezione della soluzione nutritiva da patogeni rilasciano residui chimici o richiedono un elevato dispendio energetico. Con l'applicazione del plasma freddo, è possibile sanificare la soluzione nutritiva e diminuire l'impiego di sostanze chimiche allo stesso tempo. Il plasma freddo (*non thermal plasma* - NTP), infatti, è un gas ionizzato contenente particelle cariche elettricamente che hanno energia sufficiente per avviare le reazioni utili alla disinfezione della soluzione nutritiva. Il presente studio si è posto l'obiettivo di esaminare gli effetti del trattamento con plasma freddo sulla produzione di basilico coltivato in fuori suolo a ciclo chiuso. La prova è stata condotta in ambiente protetto con un sistema di coltivazione *Nutrient Film Technique*, confrontando un sistema a bassa ionizzazione (*Low Ionization*- LI, fase attiva 5 min e disattiva 5 min), uno ad alta ionizzazione (*High Ionization*- HI, fase attiva 10 min e disattiva 5 min) e un sistema non ionizzato (controllo - C). La produzione di NTP è stata realizzata tramite un sistema *Dielectric Barrier Discharge device* (Jonix SRL, Tribano, PD, Italy) in grado di funzionare con un voltaggio pari a 2,85 kV e flusso d'aria pari a 5 L min⁻¹ veicolato all'interno del *tank* di soluzione nutritiva tramite pietra porosa. Al fine di isolare il solo effetto dell'NTP, il testimone non trattato è stato dotato di sistema di ossigenazione tramite pietra porosa impiegando il medesimo flusso di aria e le stesse tempistiche utilizzate per gli altri trattamenti. La prova è stata condotta su due varietà, una a foglia verde e una a foglia viola per due cicli colturali. Nel primo ciclo, l'andamento di crescita in termini di altezza non ha evidenziato variazioni significative, mentre nel secondo ciclo il trattamento LI, a 54 giorni dalla semina, ha presentato un'altezza maggiore del 25.4% rispetto a C e HI. L'indice SPAD è stato maggiore nel basilico viola, (40-45), rispetto al basilico verde (20-35) per entrambi i cicli. Per quanto riguarda la produzione, tra i diversi sistemi non si sono evidenziate differenze significative nel primo ciclo, mentre nel secondo LI ha consentito di ottenere una biomassa aerea pari a 124,2 g pianta⁻¹ rispetto a 89,8 g pianta⁻¹ di C e HI. In entrambi i cicli la varietà verde ha presentato una resa maggiore rispetto a quella viola (+76.5% e +67,8% rispettivamente nel primo e secondo ciclo). Relativamente alle analisi qualitative, solo nel secondo ciclo i succhi cellulari della biomassa aerea hanno presentato maggiore pH nel trattamento LI (6,4) rispetto a C e HI (6,2) ed una maggiore acidità titolabile in C e HI (0,096 - 0,083% ac. citrico equivalenti) rispetto a LI (0,057 % ac. citrico equivalenti). Considerati i risultati preliminari ottenuti, il plasma freddo appare una tecnologia promettente in grado di avere effetti positivi sulla coltura. Tuttavia, i dati acquisiti hanno evidenziato che le elevate intensità di ionizzazione non sono utili nella coltivazione del basilico. Sono in ogni caso necessari ulteriori studi per determinare quali siano i parametri adatti a sfruttare pienamente le potenzialità del NTP e comprendere come agisca a livello metabolico.

Parole chiave: trattamento acqua, qualità, produzione, profilo ionico

Impiego di substrato esausto di *Pleurotus ostreatus* nella concimazione di *baby leaf*

Marina De Bonis*¹, Silvia Locatelli¹, Mariateresa Cardarelli², Giampaolo Zanin¹, Paolo Sambo¹, Carlo Nicoletto¹

¹Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE, Viale dell'Università 16, Legnaro (PD)

²Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali DAFNE, Via San Camillo de Lellis, Viterbo

* marina.debonis@phd.unipd.it

Il substrato spento di fungaia è lo scarto più importante nella produzione di funghi eduli: si calcola che per ogni kg di funghi coltivati siano prodotti circa 5 kg di substrato esausto. Tale materiale, in Italia, è prevalentemente composto da paglia umida parzialmente degradata dagli enzimi extracellulari e ancora largamente colonizzata dal micelio. Questo substrato è ad oggi oggetto di numerosi studi che ne valutano l'utilizzo in molteplici ambiti per favorire l'economia circolare, uno di questi è l'utilizzo in pieno campo come matrice organica per la concimazione.

In collaborazione con l'azienda agricola Mancon, specializzata nelle produzioni di *Pleurotus ostreatus* e *baby leaf*, è stato effettuato uno studio sull'utilizzo di questo substrato per la concimazione di due cicli di *Lactuca sativa* (varietà Doge e Imperiale) con differenti dosi di substrato spento di *Pleurotus* (SSP) per soddisfare il fabbisogno di azoto di ogni ciclo: T100+50 (dose di SSP tale da soddisfare il fabbisogno di azoto della coltura + 50% di concimazione azotata minerale), T200 (dose di SPP con quantitativi capaci di apportare il doppio del fabbisogno di azoto necessario alla coltura), T200+50 (dose di SPP con quantitativi capaci di apportare il doppio del fabbisogno di azoto della coltura + 50% di concimazione azotata minerale), TMIN (fabbisogno di azoto della coltura soddisfatto tramite concime minerale) e T0 (controllo non concimato).

Durante ogni ciclo colturale è stata valutata la copertura vegetale del terreno e l'indice SPAD; alla raccolta sono stati effettuati rilievi morfo-ponderali sulla biomassa aerea e successivamente è stato determinato il contenuto di minerali, anioni, cationi, capacità antiossidante totale e polifenoli totali.

La copertura vegetale è risultata diversa per entrambe le varietà, i trattamenti T100+50, TMIN e T0 hanno evidenziato il 100% di copertura, mentre T200 e T200+50 hanno presentato una copertura inferiore all'80%. L'altezza delle piante è stata condizionata dai trattamenti in entrambe le varietà e in T0 e TMIN sono stati riscontrati valori maggiori rispetto ai trattamenti concimati con SPP; il trattamento T100+50 per entrambe le varietà (Doge e Imperiale) si è statisticamente differenziato con un'altezza inferiore del 15% e 12% rispettivamente nei confronti del trattamento minerale. La biomassa più elevata nel primo ciclo è stata ottenuta in TMIN e T0, il trattamento T100+50 non si è differenziato da questi nonostante la resa sia stata inferiore del 18% rispetto al trattamento minerale per la varietà Imperiale e del 21% per la varietà Doge. Il contenuto di nitrati e le analisi qualitative effettuate sono state influenzate dal diverso trattamento di concimazione. Nonostante il breve periodo di sperimentazione finora considerato, il substrato spento di fungaia da *P. ostreatus* sembra proporsi come valida alternativa alla concimazione minerale se gestito in modo attento in termini di quantitativi distribuiti. L'elevato rapporto C/N rappresenta, infatti, un elemento potenzialmente problematico nelle prime fasi del ciclo colturale in seguito all'immobilizzazione dell'azoto da parte dei microrganismi del terreno. Nel corso dei successivi cicli colturali previsti dal progetto verrà quindi monitorato anche il tempo necessario al terreno per entrare a regime al fine di individuare la migliore combinazione di concimazione.

Parole chiave: concimazione organica, agricoltura circolare, *Lactuca sativa*, nitrati

Effetto della densità di semina su produzione e qualità di micro-ortaggi di rafano

Quitadamo F., Lazzizzera C., La Rotonda P., Bonasia A., Conversa G.*, Elia A.

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli, 25 – Foggia

* giulia.conversa@unifg.it

I micro-ortaggi sono una recente introduzione nel mercato dei prodotti ortofrutticoli freschi e possono rappresentare un'ottima fonte di nutrienti e composti bioattivi. La densità di semina è un aspetto critico della tecnica colturale in quanto può condizionare la redditività della coltura, nonché le caratteristiche nutrizionali del prodotto. La prova ha avuto l'obiettivo di valutare la produzione e il profilo qualitativo di micro-ortaggi di rafano allevato a due densità di semina. La prova è stata realizzata in camera di crescita con sistema senza suolo *ebb and flow*. I micro-ortaggi di rafano (*Raphanus sativus* L. varietà 'Valencia') sono stati coltivati su torba in vaschette PET (7,5x13x5 cm), subirrigati con soluzione nutritiva Hoagland (1/2 forza) e seminati alla densità di 25.000 (D25) e 50.000 (D50) semi m⁻². La temperatura è stata di 20-18 °C (giorno-notte), la densità di flusso di fotoni fotosinteticamente attivi (DFFA) pari a 190±10 μmol m⁻² s⁻¹, il fotoperiodo di 12 ore. La unità sperimentale è stata rappresentata da 5 vaschette per ciascuna densità di semina, disposte secondo uno schema a randomizzazione completa, con tre ripetizioni. I micro-ortaggi D25 e D50 sono stati raccolti alla comparsa della prima foglia vera, dopo 16 e 14 giorni dalla semina, rispettivamente. È stato determinato il peso fresco e secco, i principali parametri del colore e la concentrazione di nitrato, polifenoli totali, glucosinolati e vitamina C.

La produttività è stata maggiore con la densità D50 (3,0 vs 1,4 kg m⁻²), senza differenze per la concentrazione di sostanza secca (64,3 g kg⁻¹ peso fresco), tuttavia il prodotto D50 ha presentato un livello di nitrato (1.435 mg kg⁻¹ peso fresco) più che doppio in confronto alla densità D25. Di contro i micro-ortaggi D50 hanno mostrato un verde più intenso rispetto a quelli allevati con la densità inferiore (L* minore, a* più negativo). La densità di semina più bassa (D25) ha determinato l'aumento della concentrazione dei polifenoli totali rispetto al prodotto D50 (9.413 vs 7.407 mg a.g.e. kg⁻¹ peso secco). Quest'ultimo ha presentato maggiore concentrazione di vitamina C (25,8 vs 13,0 mg kg⁻¹ peso fresco), in media piuttosto bassa per entrambe le densità. Il contenuto totale di glucosinolati non è stato influenzato dalla densità (1.063 mg kg⁻¹), ma quest'ultima ha influenzato il livello di alcuni. I micro-ortaggi di rafano D50 hanno presentato il più alto contenuto di progoidrina (57,9 mg kg⁻¹ peso secco), maggiore del 78% rispetto a D25, invece la glucobrassicina (715,4 mg kg⁻¹ peso secco) è stata più bassa (-41%). In conclusione, sebbene la densità maggiore abbia garantito una produzione e qualità visiva del prodotto soddisfacente, gli aspetti nutrizionali sono suscettibili di miglioramento soprattutto per il livello di nitrati e composti bioattivi.

Parole chiave: *Raphanus sativus* L., coltivazione *indoor*, *microgreen*, nitrato, vitamina C, glucosinolati, polifenoli

Questa ricerca è stata finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR), progetto "Conservabilità, qualità e sicurezza dei prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio - ARS01_00640 – POFACS", D.D. 1211/2020 e 1104/2021

Impiego di substrati privi di torba nella coltivazione di specie succulente

Giampaolo Zanin*, Carmelo Maucieri

Dipartimento di Agronomia Alimento Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia

* paolo.zanin@unipd.it

La torba rappresenta la principale componente nella formulazione dei substrati per l'ortoflorovivai-
smo, in quanto possiede caratteristiche fisico-chimiche ottimali per la coltivazione in contenitore.
L'estrazione della torba comporta una serie di impatti significativi sia di carattere ambientale che eco-
nomico. Per questo motivo negli ultimi decenni si sta diffondendo l'uso di substrati alternativi, tra cui
compost e materiali di scarto dell'attività agroindustriale, con lo scopo di ridurre o anche sostituire la
torba nella formulazione dei substrati. Lo scopo di questa prova è stato appunto quello di valutare l'im-
piego di compost spento di fungaia (CSF) e ammendante compostato verde (ACV) come possibili com-
ponenti di substrati peat-free per la coltivazione di due specie succulente: aloe (*Aloe arborescens* Mill.)
e parodia (*Parodia magnifica* (F.Ritter) F.H.Brandt). Sono stati confrontati tre substrati, uno di control-
lo, costituito da torba e perlite in parti uguali, e due substrati alternativi contenenti CSF, ACV e sabbia
in rapporto percentuale 33:33:33 e 25:25:50 (v:v:v). I substrati utilizzati sono stati caratterizzati median-
te analisi fisico-chimica e le piante sono state valutate dopo uno e sei mesi dall'inizio della prova. I sub-
strati alternativi hanno presentato peso volumico apparente, pH e conducibilità elettrica decisamente
superiori rispetto a quelli di controllo, mentre la porosità totale e quella per l'aria sono risultati inferiori.
La crescita, sia di aloe che di parodia coltivate con i substrati alternativi, è stata inizialmente più stentata
rispetto a quella osservata nel substrato di controllo ma a fine prova si è dimostrata più equilibrata. In
aloe, per esempio, i migliori risultati si sono ottenuti con il substrato contenente il 25% dei due materia-
li, avendo consentito di ottenere valori simili a quelli del testimone per indice di crescita, peso fresco e
secco delle radici e maggiori per altezza, peso fresco totale e intensità del colore verde. In parodia, inve-
ce, sono risultati simili per il peso fresco e secco delle radici e il peso secco totale, mentre sono stati
maggiori nei riguardi dell'altezza, larghezza e indice di crescita, peso fresco della parte aerea e dell'inte-
ra pianta. In definitiva, i risultati ottenuti dimostrano che per le specie succulente impiegate esiste una
concreta possibilità di sostituzione dei substrati torbosi con quelli alternativi come quelli testati in questa
prova e, in particolare, con un substrato contenente il 25% di CSF, il 25% di ACV e il 50% di sabbia.

Parole chiave: aloe, parodia, compost spento di fungaia, ammendante compostato verde

Smart Land Südtirol: come ottimizzare l'irrigazione attraverso sensori smart per la misurazione del potenziale idrico del suolo

Lorenzo Panizzon^{1*}, Andreas Wenter¹, Hansjörg Hafner², Roland Burger³, Martin Thalheimer¹

¹Centro di Sperimentazione Laimburg, Laimburg 6, IT-39040 Ora (Bz), Italia.

²Centro di consulenza per la fruttiviteicoltura, Via Andreas Hofer 9/1, IT-39011 Lana (Bz), Italia.

³Alperia Green Future, Via Dodiciville 8, IT-39100 Bolzano (Bz), Italia.

* lorenzo.panizzon@laimburg.it

L'irrigazione in agricoltura è un fattore essenziale per il mantenimento della produzione, sostenendo la crescita delle colture e lo sviluppo dei frutti, soprattutto durante i periodi di prolungata siccità. I futuri scenari climatici e l'aumentata richiesta verso sistemi agricoli più sostenibili rendono necessario lo sviluppo di sistemi di supporto per la programmazione dell'irrigazione. Spesso, la mancanza di dati precisi sullo stato idrico dei suoli è il principale fattore che limita il miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione. Il progetto *Smart Land* propone di colmare questa lacuna attraverso lo sviluppo di tensiometri in grado di trasferire dati sul potenziale idrico del suolo in tempo reale attraverso una rete LoRaWAN appositamente creata per lo scopo, e di fornirne la visualizzazione su un'applicazione per smartphone. La rete LoRaWAN è ad oggi disponibile in tutte le principali aree di coltivazione nella regione dell'Alto Adige. Durante la fase sperimentale, 120 tensiometri posizionati nei meleti hanno permesso di misurare il potenziale idrico del suolo durante le stagioni vegetative del 2019-2020. I dati trasferiti ai server tramite trasmettitori a bassa potenza adattati all'uso in campo e collocati sui dispositivi di rilevamento hanno mostrato un potenziale di riduzione dell'apporto di acqua di irrigazione senza effetti negativi sulla qualità e sulla quantità dei frutti. Ciò conferma che l'utilizzo della tecnologia sviluppata può supportare le pratiche di irrigazione di precisione per migliorare l'efficienza dell'uso della risorsa idrica in vaste aree. Grazie all'uso di questa nuova tecnologia, il flusso continuo di informazioni sul potenziale idrico del suolo può fornire dati oggettivi per la programmazione ottimale dell'irrigazione per gli agricoltori. Lo sviluppo di tensiometri capaci di trasferire dati tramite LoRaWAN è un primo passo verso una tecnologia semplice e pronta all'uso che permette di visionare un parametro cruciale per il bilancio idrico delle piante. Questa tecnologia consente all'utente di affidarsi alle misurazioni puntuali dei dispositivi di rilevamento, portando a un percorso decisionale sull'attivazione dell'irrigazione più oggettivo. Per sfruttare ulteriormente le potenzialità dell'uso della tecnologia LoRaWAN, attualmente sono in fase di sviluppo degli attuatori comandati a distanza applicati alle valvole di attivazione capaci di comunicare con i tensiometri, con lo scopo di costruire un sistema di irrigazione automatizzato.

Parole chiave: agricoltura smart, irrigazione ottimizzata, suolo, tensiometro digitale, LoRaWAN, Internet of Things (IoT), risorse idriche

Valutazione agronomica di ammendanti compostati per la coltivazione in vaso di arbusti da siepe

Maria Eva Giorgioni*, Federica Grandi

DiSTAL – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna

* mariaeva.giorgioni@unibo.it

Per il settore florovivaistico è sempre più impellente la necessità di disporre di substrati di coltivazione privi, o comunque con una bassa percentuale, di torba, poiché quest'ultima è una materia prima praticamente non rinnovabile e sempre meno reperibile, ha prezzi in continua ascesa soprattutto per l'innalzarsi del costo del trasporto ed il suo uso comporta un'elevata liberazione di CO₂. È ben noto come l'uso della torba non sia sostenibile, contribuisca ai cambiamenti climatici per la cessione di CO₂ e alteri gli ecosistemi direttamente, con la sua estrazione, e indirettamente in seguito al suo utilizzo. L'orientamento europeo di rendere i prodotti florovivaistici sempre più sostenibili, nell'ottica del *Green Deal*, ha portato alla recente revisione dei criteri per l'attribuzione del marchio *EU EcoLabel* per i substrati di coltivazione e per i materiali da pacciamatura; fra i criteri si legge che il prodotto non deve contenere torba aggiunta intenzionalmente. Per contribuire alla transizione verso un'economia più circolare viene invece promosso l'uso di materiali organici e nutrienti riciclati e recuperabili. In quest'ottica, col supporto di un gruppo di aziende impegnate nel compostaggio di biomasse, è stata condotta una prova al fine di formulare mix contenenti ammendanti compostati, pronti all'uso e corredati da specifici piani di fertilizzazione per la coltivazione in vaso di specie ornamentali arbustive di largo consumo quali *Osmanthus fragrans*, *Photinia fraserii* 'Red Robin', *Prunus lusitanica* e *Viburnum tinus*, sia in post radicazione (vaso diametro 18 cm, vol. 3 lt) che durante la coltivazione nel vaso del 24 (vol. 10 lt) per l'ottenimento di esemplari a pronto effetto.

Sono stati confrontati 7 substrati: un substrato commerciale torboso + 20% perlite (TP = controllo) e 6 mix costituiti da TP sostituito per il 25 e 50% da un ammendante compostato da fanghi (ACF), un ammendante compostato misto (ACM), un ammendante compostato verde (ACV) o un gesso di defecazione (GdF). Non sono stati apportati fertilizzanti durante la coltivazione.

I parametri morfo-fisiologici valutati (dimensioni della chioma, superficie fogliare, peso secco dei diversi organi e totali per pianta, contenuto in clorofilla) hanno messo in evidenza un'interazione altamente significativa substrato × specie, ma anche la possibilità di ottenere risultati analoghi a quelli del controllo con tutti i mix. Fa eccezione l'ACM al 25% che su *Osmanthus* ha determinato necrosi fogliari e radicali e una riduzione del peso secco della pianta del 42,7% rispetto al controllo al termine del ciclo nel vaso del 18. ACF è risultato il migliore sostituto della torba; entrambi i mix al 25 e 50% non solo non hanno indotto fisiopatie in nessuna delle 4 specie ma su *Photinia*, *Prunus* e *Viburnum* hanno portato ad un incremento significativo per la maggior parte dei parametri morfologici analizzati. In particolare, con ACF al 25% il peso secco delle piante delle prime due specie è risultato in media del +27.1% mentre nel *Viburnum* è addirittura aumentato del 69.2% rispetto al controllo, sebbene quest'ultimo fosse dotato di concimazione di fondo. La prova di coltivazione nel vaso del 24 non solo ha confermato la possibilità di sostituire fino al 50% di torba con i 4 ammendanti compostati ma ne ha maggiormente messo in evidenza il potere nutrizionale. Ad esempio, in *Photinia*, ACF e GdF, indipendentemente dalla dose, hanno portato a un peso secco della pianta pari a 2.6 volte quello del controllo. È stato confermato il rischio di carenze nutrizionali connesso all'uso di ACV. Tutti i mix hanno dimostrato di possedere buone caratteristiche fisiche ed hanno garantito un buon drenaggio. Per il GdF, nonostante la specifica lavorazione antecedente la miscelazione, permane il problema a livello olfattivo.

Parole chiave: vivaismo, substrati, coltivazione fuori suolo, riduzione impatto ambientale

Valutazione da UAV sulla variabilità vegeto-produttiva di un mandorleto superintensivo

Mauro Lo Cascio^{1-2-3*}, Alessandro Deidda¹⁻³, Costantino Sirca¹⁻²⁻³, Giovanni Nieddu¹⁻³, Donatella Spano¹⁻²⁻³, Pierfrancesco Deiana¹, Filippo Gambella¹⁻³, Luca Mercenaro¹⁻³

¹Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Italia

²CMCC, Fondazione CMCC - Centro Euro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, Sezione IAFES, Sassari, Italia

³Centro (IA) Centro Interdipartimentale Innovative Agriculture (IA)-Loc. Surigheddu, 07041 Alghero (SS) Italia

* mlocascio@uniss.it

La crescente domanda nel mercato delle mandorle sta spingendo sempre di più gli agricoltori a investire sugli impianti superintensivi. Questo sistema di coltivazione è relativamente nuovo per l'area del bacino del Mediterraneo, come evidenzia anche la crescente richiesta di supporto tecnico al fine di ottimizzare il consumo di risorse pur mantenendo produzioni con alti standard quantitativi e qualitativi. Questo studio è stato condotto nel 2022 in un mandorleto superintensivo in agro di Sestu, nel sud della Sardegna, con l'obiettivo di caratterizzare la variabilità spaziale per una pianificazione della gestione agronomica più consapevole ed efficace. Durante la stagione di crescita vegetativa è stato impiegato un drone implementato di camera RGN per l'acquisizione di dataset fotografici. Successivamente, le operazioni di *post processing* hanno permesso la costruzione di mappe di vigore attraverso l'indice vegetazionale normalizzato NDVI, distinguendo aree intra-parcellari associabili ad alta, bassa e media vigoria. In seguito, durante il periodo di riempimento delle drupe, per ciascuna area di vigore è stata eseguita una campagna di monitoraggio delle variabili morfologiche (struttura e dimensionamento della chioma e calcolo indice fogliare) e fisiologiche (potenziale idrico dello stelo, attività fotosintetica e contenuto di clorofilla). Per completare il dataset sono stati valutati anche i principali parametri di resa delle mandorle. L'analisi preliminare dei dati raccolti ha mostrato differenze significative nelle prestazioni fisiologiche, strutturali e produttive tra l'area a basso e alto vigore. Al contrario, non sono state riscontrate differenze significative per il livello di vigore medio. I risultati suggeriscono che le mappe di vigoria basate su NDVI devono essere associate a campagne di monitoraggio sito-specifiche al fine di ottenere informazioni complete sul reale fabbisogno agronomico del sistema.

Parole chiave: mandorleti super-intensivi, NDVI, telerilevamento, vigoria intra-parcellare, agricoltura di precisione

Coltivazione di *microgreens* in *vertical farming*: studio delle fasi di crescita di alcune specie di interesse

Cosimo Matteo Profico^{1,2*}, Andrea Ertani¹, Roberta Bulgari¹, Silvana Nicola¹

¹Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze agrarie, forestali e alimentari, Largo P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italia

²Università degli Studi del Piemonte Orientale, Via Duomo 6, 13100 Vercelli (VE), Italia

* cosimomatteo.profico@unito.it

Negli ultimi anni i consumatori hanno manifestato un maggiore interesse nei confronti di alimenti ricchi di composti bioattivi. La coltivazione degli ortaggi consente di produrre svariate tipologie di prodotto, tra cui *baby leaf* e *microgreens*. I *microgreens* hanno suscitato l'interesse dei consumatori e, in particolare, degli *chef* nei ristoranti. La coltivazione di *microgreens* si può ottenere in ambiente protetto e in *indoor farm*. La coltivazione *indoor* è possibile grazie all'impiego di luce artificiale. Ogni specie coltivata in *indoor farming* cresce con uno spettro di luce, per quanto possibile specifico per le proprie esigenze colturali. Per comprendere come la luce influenzi la coltivazione di *microgreens* ed il loro sviluppo, è stata eseguita una sperimentazione che ha riguardato diciotto specie di diverse famiglie, tra le quali Apiaceae, Asteraceae, Borraginaceae, Brassicaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Lamiaceae e Liliaceae. Le piante sono state coltivate in un modulo di Micro-Vertical Farm (MitTech) in un sistema di coltivazione a tappetino capillare. I due spettri luminosi impiegati differiscono tra loro per il rapporto tra le lunghezze d'onda Blu:Rosso. Durante la prova, sono stati valutati i giorni necessari per l'emissione della radice e dei cotiledoni, i giorni per l'espansione dei cotiledoni e i giorni di emissione della prima foglia vera. Alla raccolta, sono stati valutati i dati biometrici e la resa. I dati raccolti dalle prove preliminari hanno permesso di mettere in evidenza il tempo necessario dalla germinazione alla maturità commerciale dei *microgreens* delle diverse specie impiegate. Il monitoraggio delle tempistiche di crescita consentirebbe di valutare la qualità dei *microgreens* (*visual appearance*) alla raccolta, e saranno impiegate per un confronto con altre composizioni spettrali di luce LED.

Parole chiave: colture fuori suolo, LED, *indoor farm*, luce artificiale

Influenza del contenuto in compost verde e delle forme di concimazione azotata sulla qualità di piantine ornamentali da destinare al trapianto

Giuseppe Cristiano¹, Danilo Loconsole^{1*}, Anna Elisa Sdao¹, Giuseppe N. Mezzapesa², Donato Mondelli² e Barbara De Lucia¹

¹Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Via Amendola 165/A, 70125 Bari.

²CIHEAM, Laboratorio di Chimica agro-ambientale. Via Ceglie, 9, 70010 Valenzano (BA).

* danilo.loconsole@uniba.it

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di verificare la possibilità di sostituire la torba con dosi crescenti di compost di qualità nel substrato concimato alternativamente con azoto (N) in forma organo-minerale, organico e minerale. La prova è stata condotta in serra, da febbraio a luglio 2022, su *Photinia x Fraseri* 'Red Robin' e *Trachelospermum jasminoides*, trapiantando una talea radicata/vaso di 7 cm in diametro. Sono stati formulati cinque miscugli di substrati con presenza di inerte (28%) e compost verde di qualità (CVQ), complementare alla torba, compresa nel range 0-72% (v:v). La dose di N=0,3gL⁻¹ substrato è stata somministrata in forma minerale, organo-minerale e organica. I substrati sono stati caratterizzati dal pdv fisico, chimico ed idrologico.

I primi risultati hanno evidenziato che, in P. 'Red Robin', l'elevata qualità della piantina per caratteri morfo-biologici è stata raggiunta allevandola con 9% di CVQ; viceversa l'accumulo di biomassa più elevato è stato registrato nel substrato *compost free*. La forma di N non ha influenzato la qualità delle giovani piante.

Viceversa, nelle giovani piante di *T. jasminoides*, il substrato più performante è stato quello con 36% di CVQ, mentre nell'accumulo di biomassa secca nelle radici e nei germogli è risultato ottimale il contenuto di CVQ pari al 18%. La concimazione minerale azotata ha avuto un'influenza elevata sulla qualità delle piantine, rispetto alle altre forme.

Parole chiave: coltivazione in contenitore, concimazione minerale, organica, organo-minerale, serra, substrato.

Ottimizzazione della nutrizione azotata del peperoncino: risultati preliminari di un confronto varietale mediante *proximal e remote sensing*

Giacomo Fontanelli¹, Sonia Cacini^{2*}, Gina Rosalinda De Nicola², Daniele Massa³, Silvia Traversari⁴, Lorenza Tuccio¹

¹Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” (IFAC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sesto F.no (Firenze)

²CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (Pistoia)

³CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano (Salerno)

⁴Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Pisa

* sonia.cacini@crea.gov.it

Una delle principali sfide del settore orticolo è la riduzione del massiccio uso di prodotti specifici per la fertilizzazione e la protezione delle piante, sia in sistemi colturali tradizionali che biologici o integrati. Il principale obiettivo del presente studio consiste nella valutazione dell'applicabilità di tecnologie innovative dell'agricoltura di precisione per una gestione sostenibile della nutrizione azotata. In particolare, è presentato un confronto preliminare tra differenti varietà di peperoncino coltivate nel medesimo terreno e fertilizzate in modo uniforme. I test sono stati condotti presso un sito produttivo in località Torre del Lago (Azienda Agricola Marco Carmazzi, Lucca, Toscana), a conduzione biologica, dove vengono allevate diverse cultivars appartenenti al genere *Capsicum*, sia per la produzione di frutti maturi che di prodotti trasformati (i.e., 'Habanero rosso', 'Carolina Reaper', 'Naga Morich', 'Fatalii yellow', 'Aji amarillo', 'Moruga Yellow' ed 'Erotico®').

Sono state effettuate due campagne di misura (agosto e settembre 2022), realizzate entrambe al momento del raccolto, in cui sono stati valutati indici di clorofilla (CHL) e di flavonoidi (FLAV) mediante un sensore di fluorescenza portatile e sono state acquisite immagini multispettrali per il calcolo di indici vegetazionali quali il *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Inoltre, è stato studiato da satellite l'andamento della crescita e degli indici vegetazionali delle piante e sono state misurate differenze nel colore dei frutti tramite metodo CIELab (L^* , a^* , b^*) con colorimetro portatile. Tutti i parametri monitorati a terra hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra le cultivar e il monitoraggio da satellite ha evidenziato la presenza di una variabilità spaziale dell'indice NDVI nel campo esaminato.

Queste prime indicazioni saranno utili allo sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni dei produttori e relative linee guida per una concimazione azotata di precisione che verrà realizzato testando ulteriori metodi e integrando nuovi parametri su piante sottoposte a differenti regimi di fertilizzazione azotata. Le prove successive terranno in considerazione le differenze fisiologiche di base tra le diverse cv. per gli indici ottici prossimali e da satellite monitorati in questo lavoro con un regime di fertilizzazione uniforme. L'obiettivo finale sarà quello di ottenere un modello per la stima della nutrizione azotata che permetta di migliorare aspetti quantitativi della produzione, ad esempio numero di frutti e dimensione, ma anche qualitativi come la concentrazione di capsaicina. L'attività rientra nell'ambito del Progetto MOMA (Metodi Ottici e a Microonde per il monitoraggio dell'Azoto nelle colture ortofloricole), finanziato dalla Regione Toscana (sottomisura 16.2, PSR 2014-2020), coordinato dall'Azienda Agricola Marco Carmazzi, con partner gli istituti CREA Orticoltura e Florovivaismo di Pescia, CNR-IFAC di Sesto Fiorentino e CNR-IRET di Pisa e l'azienda Ortoflorovivaismo Malfatti & Mallegni SS di Torre del Lago.

Parole chiave: agricoltura di precisione, sensori ottici, telerilevamento, fluorescenza, agricoltura biologica

Ottimizzazione di irrigazione e fertilizzazione azotata su colture orticole in ZVN: risultati preliminari dal progetto Demetra-DSS in Puglia

Vito Buono*^{1,2}, Mariadomenica Corsi¹, Gianfranco Favuzzi³, Giovanni Campanile³, Lucia Bonelli⁴, Francesco Serio⁴, Laura Mandrelli⁵, Angelantonio Calabrese⁵

¹AGRIS soc. coop., Bari

²SYSMAN Progetti & Servizi srl, Mesagne (BR)

³Sempreverde soc. agr. srl, Molfetta (BA)

⁴Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari -

⁵Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari.

* buono@sys-man.it

La direttiva europea 91/676/CE ha introdotto l'obbligo di proteggere le acque dall'inquinamento da nitrati di origine agricola. La Regione Puglia ha approvato il proprio Piano di Azione Nitrati (PAN) con i decreti 1788/2013 e 389/2020, provvedendo a delimitare le Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN), stabilendo al contempo restrizioni per la gestione agronomica delle colture e adempimenti amministrativi obbligatori per le aziende agricole. Nell'ambito del progetto DEMETRA-DSS (finanziato dal PSR Puglia 2014-2020, Misura 16.2), nel corso di un biennio è stata svolta un'ampia attività di campionamento di acque e suoli su scala regionale, al fine di valutare alcune nuove metodologie analitiche potenzialmente utili per discriminare le fonti di contaminazione da nitrati nelle falde acquifere (scarichi urbani, effluenti zootecnici o fertilizzanti agricoli). Inoltre, sono state sviluppate applicazioni software (DSS) per l'elaborazione dei dati aziendali e per il supporto decisionale nella gestione dell'irrigazione e della fertilizzazione. Presso alcune aziende ortofrutticole regionali (localizzate in aree designate ZVN), sono state svolte specifiche attività sperimentali al fine di valutare l'efficacia di tecnologie di precisione per il supporto alla programmazione irrigua (stazioni meteo, sensori di umidità del suolo, rilievo di dati satellitari) nonché di tecniche agronomiche per aumentare l'efficienza d'uso dei fertilizzanti azotati, con l'obiettivo di ridurre complessivamente il rischio di lisciviazione dei nitrati. In particolare, presso l'azienda Sempreverde (Molfetta, BA), considerando un ciclo produttivo annuale con due colture orticole in successione (patata, cicoria), sono stati posti a confronto differenti trattamenti di fertilizzazione azotata (in termini di tipologia di concime e modalità di applicazione), valutandone gli effetti sia sui parametri agronomici (biometrici, produttivi e qualitativi) che sulle componenti del bilancio dell'azoto nel terreno. I risultati preliminari ottenuti evidenziano che: i) l'applicazione di DSS e sensori consente di ottimizzare la gestione irrigua, riducendo in modo significativo i volumi irrigui applicati (-10/20%) e la percentuale di drenaggio al di sotto della zona radicale (-40/50%); ii) attraverso idonee tecniche di fertilizzazione (es. applicazione di fertilizzanti organo-minerali a più lento rilascio di azoto e/o frazionamento di concimi minerali azotati in fertirrigazione), è possibile ridurre in modo significativo il contenuto di nitrati dilavati al di sotto della zona radicale (-30/50%) e di conseguenza ridurre il rischio di lisciviazione profonda; iii) l'opportuna combinazione di tecniche agronomiche e tecnologie di precisione consente di aumentare l'efficienza d'uso dell'acqua e dell'azoto, mantenendo elevati livelli produttivi e talora migliorando alcuni parametri merceologici (es. distribuzione delle classi di calibro); iv) in termini qualitativi, sono state osservate significative riduzioni del contenuto di nitrati (oltre a solfati e cloruri) nelle parti eduli degli ortaggi a foglia (-20/30%), mantenendoli in ogni caso inferiori ai limiti legislativi previsti per i cicli di produzione invernale (Reg. UE 1258/2011).

Parole chiave: nitrati, DSS, fertilizzazione azotata, irrigazione di precisione, impatto ambientale

Effetti del portinnesto sulle caratteristiche pomologiche, qualitative e nutraceutiche dei frutti di due varietà di ciliegio dolce

Paolo La Spada^{1*}, Giulia Modica¹, Laura Siracusa², Tonia Strano², Alessandra Gentile¹, Alberto Continella¹

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli studi di Catania, Catania*

²*Istituto di Chimica Biomolecolare del CNR, sede secondaria di Catania, Catania*

* paolo.laspada@phd.unict.it

Il ciliegio dolce (*Prunus avium* L.), appartenente alla famiglia delle Rosaceae, è presente sulle pendici del vulcano Etna almeno sin dal XVII secolo, dove ancora oggi caratterizza il paesaggio di alcuni versanti del massiccio etneo. Il ruolo del portinnesto nel rinnovamento della cerasicoltura etnea è di assoluta rilevanza al fine di rendere economicamente sostenibile i costi di raccolta e di gestione agronomica della coltura, ma poco si è indagato sugli aspetti organolettici e nutraceutici in relazione al soggetto. In questo lavoro si riporta l'effetto di due portinnesti, il franco e il SL64 sulle caratteristiche dei frutti di due varietà largamente coltivate sul Monte Etna, la Bigarreau Burlat C1 e la Mastrantonio, unica varietà presente nel disciplinare della DOP Ciliegia dell'Etna. Sono stati esaminati i parametri carpometrici, organolettici, chimici e di texture. Le analisi sono state effettuate in due anni (2021 e 2022) nell'ambito di un progetto finanziato dal PSR Sicilia, Misura 16.1 dal titolo "Innovazioni sostenibili per il miglioramento della DOP Ciliegia dell'Etna". I parametri carpometrici di maggiore interesse sono il diametro massimo del frutto e il peso: è stata riscontrata una differenza di pezzatura esclusivamente nel caso di Bigarreau Burlat C1, in cui il soggetto clonale ha determinato un aumento del diametro e del peso dei frutti. Tra i parametri chimici il contenuto di solidi solubili totali è aumentato nella combinazione Bigarreau Burlat C1 con il portinnesto SL64, mentre nella Mastrantonio non si sono riscontrate differenze. Sono state effettuate altresì analisi della texture dei frutti; nella Mastrantonio innestata su SL64 si è osservata una maggiore consistenza rispetto ai frutti in combinazione con franco, mentre la Bigarreau Burlat C1 non manifesta cambiamenti significativi. Un'approfondita analisi di TPA (*Texture profile analysis*) ha fatto registrare differenze significative tra le tesi, in particolar modo per la croccantezza, caratteristica peculiare della Mastrantonio. Infine, sono state eseguite le analisi per la caratterizzazione dei polifenoli mediante cromatografia liquida e della capacità antiossidante.

Tale studio approfondisce l'influenza del portinnesto sulle principali caratteristiche del frutto di ciliegia, evidenziandone il ruolo nel modificare alcune peculiarità pomologiche e nutraceutiche.

Parole chiave: *Prunus avium* L., portinnesto , TPA

Il pellet di lana: valutazione agronomica dell'impiego nella fertilizzazione di una rotazione orticola

Matteo Frandoli¹, Maria De Nobili¹, Carlo Nicoletto², Luisa Dalla Costa^{1*}

¹*Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali (Di4A), Via delle Scienze 208, 33100 Udine.*

²*Università di Padova, Dipartimento di Agronomia, Alimenti, Risorse Naturali, Animali e Ambiente (DAFNAE), Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro.*

* luisa.dallacosta@uniud.it

La lana di pecora ha un valore economico pressoché nullo e viene smaltita come un rifiuto, pur contenendo grandi quantità di elementi nutritivi. È un sottoprodotto dell'allevamento animale con buone proprietà di ritenzione idrica coniugate ad una elevata stabilità data dalla resistenza alla degradazione delle cheratine. Queste caratteristiche la rendono un'ottima materia prima per la produzione di fertilizzanti. Il pellet prodotto dalla lana sucida ha un contenuto di azoto che rientra nei limiti previsti dalla vigente normativa sui fertilizzanti ed è privo di microrganismi patogeni. Il pellet analizzato, una volta incorporato nel suolo, si degrada cedendo, in condizioni controllate, meno del 10% dell'azoto in 21 giorni; stimola al contempo la crescita della biomassa microbica, che aumenta del 42%, e viene sostenuta dalla buona degradabilità delle proteine della lana. La lana non pellettata è invece più stabile, rilascia meno del 5% dell'azoto in essa contenuto, ma stimola la crescita microbica più rapidamente e in modo meno duraturo rispetto al pellet. Questo prodotto è stato utilizzato per fertilizzare una rotazione orticola composta da pomodoro – lattuga – spinacio, interrato in dose di 7,8 t ha⁻¹. La prova è stata eseguita in ambiente semi-controllato, in lisimetri di grandi dimensioni (1,20 m x 1,20 m, profondi 0,5 m) su pomodoro da industria cv. Diabolik, concimato con la distribuzione di 145, 130 e 145 unità rispettivamente di N, P₂O₅ e K₂O. È stato osservato un rilascio di azoto prolungato nel tempo, oltre 10 mesi. Gli effetti sulla produzione sono stati limitati e non significativi nel caso del pomodoro, con una maturazione più tardiva e scalare a causa di un eccesso di azoto. L'effetto concimante del pellet è stato invece significativo sia per lattuga che per spinacio, con produzioni rispettivamente sei e due volte maggiori rispetto al controllo non concimato con pellet. L'utilizzo del pellet di lana in lisimetro non ha influito sullo stress idrico delle colture e nemmeno sulla perdita di acqua per percolazione, ma ha incrementato la lisciviazione di nitrati. I risultati suggeriscono che il pellet di lana è un valido fertilizzante, ma saranno necessari ulteriori studi per poter valutare e sfruttare al meglio le proprietà di questa risorsa rinnovabile in termini di resa e miglioramento del suolo, minimizzando al contempo i potenziali impatti negativi come la lisciviazione dei nitrati.

Parole chiave: mineralizzazione, lisciviazione, nitrati, pomodoro, lattuga, spinacio

Il pellet di lana: valutazione agronomica in vaso e impiego per la fertilizzazione di pomodoro

Matteo Frandoli¹, Francesco Morari², Carlo Nicoletto², Luisa Dalla Costa^{1*}

¹Università degli Studi di Udine, Dipart. Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali (Di4A), Via delle Scienze 208, 33100 Udine.

²Università di Padova, Dipart. Agronomia, Alimentazione, Risorse naturali, Animali e Ambiente (DAF-NAE), Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro.

* luisa.dallacosta@uniud.it

Il riutilizzo di sottoprodotti dell'attività agricola, agroalimentare e dell'allevamento accresce la sostenibilità delle produzioni orticole. La fertilizzazione convenzionalmente basata su concimi minerali può essere integrata da fertilizzanti organici sia per l'apporto di nutrienti che per l'effetto ammendante nel suolo. Incrementare il contenuto di sostanza organica permette di migliorare le proprietà fisiche del suolo e, in particolar modo, la porosità e la ritenzione idrica aumentando la produttività delle colture in caso di scarsità di precipitazioni o irrigazioni. La lana di pecora ha un valore economico irrisorio e viene smaltita come rifiuto speciale con costi rilevanti. Contiene grandi quantità di elementi nutritivi, principalmente azoto (circa 10%), ed ha buone proprietà di ritenzione idrica coniugate ad una elevata stabilità data dalla resistenza alla degradazione delle cheratine. Queste caratteristiche la rendono un'ottima materia prima per la produzione di fertilizzanti. Il pellet prodotto dalla lana sucida ha un contenuto di azoto che rientra nei limiti previsti dalla vigente normativa sui fertilizzanti ed è privo di microrganismi patogeni. Una volta incorporato nel suolo, si degrada cedendo, in condizioni controllate, meno del 10% dell'azoto in 21 giorni; stimola al contempo la crescita della biomassa microbica, che aumenta del 42%, e viene sostenuta dalla buona degradabilità delle proteine della lana. La lana non pellettata è invece più stabile, rilascia meno del 5% dell'azoto in essa contenuto, ma stimola la crescita microbica più rapidamente e in modo meno duraturo rispetto al pellet. Lo scopo dello studio è stato valutare la risposta della coltura di pomodoro alla variazione di disponibilità idrica ottenuta dopo incorporazione al terreno di 0, 3, 6, 9 g/kg di pellet di lana della coltura di pomodoro. Per la concimazione sono state seguite le indicazioni del disciplinare dell'Emilia Romagna, con la distribuzione di 145, 130 e 145 unità di N, P₂O₅ e K₂O. Si è condotta la prova su pomodoro da industria, cv. Diabolik, coltivato in vaso da 5 litri, utilizzando una miscela di terreno dell'Az. Servadei dell'Università di Udine e pellet di lana. Il terreno è franco-calcareo. La prova si è svolta sotto tunnel di polietilene, con irrigazione non limitante, distribuita con gocciolatori autocompensanti. Le piante sono state allevate fino all'inizio della fioritura, 42 gg dopo il trapianto. I risultati hanno evidenziato che l'aggiunta del pellet causa una riduzione della disponibilità idrica per le piante e della *bulk density* del suolo, tanto maggiore quanto più alta è la dose applicata, aumentando quindi la suscettibilità allo stress idrico. L'ammendante pellet, inoltre, decomponendosi, rilascia azoto che stimola la crescita delle piante. La determinazione della curva di ritenzione idrica del suolo indica una maggior ritenzione idrica (+14%) per il terreno ammendato con la dose più elevata, e una riduzione della *bulk density* del 5%.

Parole chiave: mineralizzazione, lisciviazione, stress idrico, nitrati, pomodoro

Influenza del portinnesto sulle caratteristiche qualitative di frutti di avocado coltivato in Sicilia

Giulia Modica*, Carlotta Rapisarda, Daria Costantino, Fabio Arcidiacono, Stefano La Malfa, Alberto Continella

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli studi di Catania, Catania

* giulia.modica@unict.it

Negli ultimi anni si è registrato anche nel nostro Paese un consistente aumento della produzione di frutti tropicali, quali mango, avocado, papaya ecc.. Questo aumento avviene in riscontro all'esigenza di diversificazione colturale avvertita in diversi contesti territoriali, soprattutto meridionali, e al crescente interesse da parte del consumatore per gli aspetti organolettici e nutraceutici dei frutti, in particolar modo la presenza di composti bioattivi come polifenoli, vitamine, fibre e acidi grassi. Tra tutti i frutti tropicali, il consumo di avocado (*Persea americana* Mill.) ha fatto registrare un incremento straordinario poiché è considerato un'eccellente risorsa di composti nutraceutici che conferiscono al frutto lo status di "superfood". L'avocado è una pianta arborea sempreverde coltivata prevalentemente nei climi tropicali e subtropicali. Oggi la sua coltivazione è presente in Europa, prevalentemente in Spagna, ma condizioni pedoclimatiche in Italia ne hanno permesso la coltivazione, ormai da alcuni decenni, specialmente nelle aree costiere della Sicilia ionica, dove trova riscontro nelle aree caratterizzate da decorsi delle temperature non particolarmente limitanti, da terreni tendenzialmente sciolti e con ridotto contenuto di calcare, e con adeguate disponibilità di acqua di buona qualità.

Nell'ambito di un progetto finanziato dal PSR Sicilia, Misura 16.2 dal titolo "Avocado biologico siciliano: superfood per la valorizzazione delle aree ionico-tirreniche", sono stati approfonditi gli effetti dell'utilizzo di tre portinnesti (Zutano, Walter Hole e Maoz) su alcuni parametri vegeto-produttivi della pianta e qualitativi dei frutti sulla cv. Hass, varietà di avocado maggiormente coltivata al mondo. Sono stati monitorati i principali parametri carpologici ed organolettici a differenti stadi di maturazione ed è stato riscontrato un diverso accumulo di polifenoli, carotenoidi e acidi grassi nelle diverse combinazioni di innesto. I risultati nel complesso indicano che il portinnesto è in grado di indurre modifiche rilevanti dal punto di vista qualitativo sulla cultivar, in particolare nel contenuto di sostanza secca e nel profilo degli acidi grassi.

Parole chiave: *Persea americana* Mill., portinnesto, polifenoli, carotenoidi, acidi grassi

Utilizzo di sistemi di coltivazione senza suolo per la produzione di *microgreens* calibrati per specifiche esigenze nutrizionali

Massimo D'Aprile¹, Massimiliano D'Imperio^{1*}, Massimiliano Renna², Carlo Mininni³, Francesco Montesano², Angelo Parente¹, Francesco Serio¹

¹ Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISPA-CNR)

² Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari Aldo Moro

³ Ortogourmet Società Agricola Srl

* massimiliano.dimperio@ispa.cnr.it

La consapevolezza dell'importanza di seguire raccomandazioni dietetiche che soddisfino specifici requisiti biologici relativi allo stato di salute di una persona ha fortemente aumentato l'interesse per un'alimentazione personalizzata. La biofortificazione degli ortaggi con tecniche di coltivazioni senza suolo, quale tecnica per aumentare o ridurre il contenuto di micronutrienti essenziali nelle piante, consente oggi di adattare la produzione di alimenti di origine vegetale a specifiche esigenze dietetiche, i cosiddetti *tailored food*, letteralmente "alimenti su misura". In questo modo, è possibile rispondere all'esigenza di persone il cui stato di salute richiede quantitativi di alcuni nutrienti più alti e/o più bassi rispetto ai valori dietetici standard di riferimento. Obiettivo del presente studio, effettuato nell'ambito del progetto SOILLESS-GO, finanziato dal PSR Puglia 2014/2020 – Misura 16.2, è stato quello di produrre *microgreens* arricchiti in iodio (I) o a ridotto contenuto di potassio (K), utilizzando la coltivazione senza suolo. Nel periodo dicembre 2020 – gennaio 2021 sono state condotte, presso l'azienda Ortogourmet, due prove sperimentali utilizzando quattro specie orticole: rucola (*Diplotaxis tenuifolia*), bietola (*Beta vulgaris*), pisello (*Pisum sativum*) e ravanello (*Raphanus sativus*). Come substrato di coltivazione è stato utilizzato un tappetino inerte (*Sure To Grow*) posto in vaschette di plastica con superficie di 130 cm². Le piante sono state alimentate con una soluzione nutritiva (SN) tipo Hoagland ½ forza, completa di macro e micronutrienti, mediante subirrigazione. Nella prima prova sono stati valutati 3 livelli di iodio (0 – controllo, 1,5 e 3 mg/L) somministrato come KIO₃; nella seconda prova, rispetto al controllo, rappresentato dalla dose di 120 mg/L di K nella SN, sono stati valutati 2 livelli di riduzione dello ione: 0 e 60 mg/L di K). Per entrambe le prove è stato utilizzato un disegno sperimentale *split-plot*, con tre repliche: i livelli di I o di K nell'unità principale e le specie nelle sub-parcelle. Alla raccolta è stata calcolata la produzione per unità di superficie e la sostanza secca; sul materiale vegetale è stato determinato il contenuto di I (prima prova), K (seconda prova) e dei principali ioni inorganici. L'arricchimento in I della SN non ha impattato negativamente sulla resa (7,2, 5,6, 3,1 e 1,2 kg/m², rispettivamente per ravanello, pisello, rucola e bietola) e la sostanza secca (mediamente 8,9 mg/kg di PF). Entrambi i livelli testati 1,5 e 3 mg/L di I hanno consentito di incrementare il contenuto di I nella porzione edule (dose dipendente), in misura maggiore con la dose più alta (mediamente di circa 20 volte). La riduzione totale e/o parziale del contenuto di K nella SN ha determinato una lieve riduzione (mediamente <15% rispetto al controllo) della resa in ravanello e pisello, nonché una riduzione, dose dipendente, del contenuto di K, nella parte edule, in tutte le specie, fatta eccezione per il pisello. In ravanello, rucola e bietola la riduzione totale del contenuto di K nella SN (0 mg/L) ha prodotto una riduzione media del 51% del contenuto di tale elemento, mentre nel pisello non si sono registrate variazioni significative del contenuto di K (in media 0,29 g/100 g di peso fresco - PF).

Parole chiave: biofortificazione, nutrizione, iodio, senza suolo, *tailored vegetables*

Applicazione di una tecnologia smart basata su sensori per la gestione razionale della fertirrigazione di fragola coltivata senza suolo

Lucia Bonelli^{1*}, Massimo D'Aprile¹, Maria Gonnella¹, Angela Boari¹, Beniamino Leoni², Francesco F. Montesano², Francesco Serio¹

¹*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, via Amendola 122/O, 70126 Bari*

²*Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), via Amendola 165/A, 70126 Bari*

* lucia.bonelli@ispa.cnr.it

Le coltivazioni senza suolo rappresentano una delle innovazioni più importanti introdotte nel settore delle produzioni in ambiente protetto. La sostenibilità di tali sistemi, però, è strettamente legata alla gestione razionale della fertirrigazione. In ambiente mediterraneo, la strategia di gestione della soluzione nutritiva più diffusa è rappresentata da quella a ciclo aperto, prevedendo elevate frazioni di drenaggio per evitare l'accumulo dei sali nella zona radicale. Questi ultimi, già abbondanti nelle acque irrigue delle zone costiere mediterranee, possono essere particolarmente dannosi per le specie classificate come sensibili alla salinità, tra le quali la fragola. Tale strategia irrigua mette fortemente in discussione la sostenibilità ambientale delle coltivazioni senza suolo, soprattutto se associata ad approcci empirici per la gestione irrigua come l'utilizzo del timer, per via degli elevati volumi di soluzione nutritiva esausta rilasciati nell'ambiente e per lo spreco di risorse. Con l'obiettivo di migliorare la sostenibilità della coltivazione senza suolo a ciclo aperto della fragola, nell'ambito del progetto E-Crops, è stato valutato un approccio per il pilotaggio razionale ed automatico della fertirrigazione (CAs) basato sul monitoraggio in continuo dell'umidità e della conducibilità elettrica del substrato attraverso una rete wireless di sensori dielettrici (Teros 12, Meter Group, Pullman-WA, USA), finalizzato alla conseguente esecuzione automatica degli interventi di fertirrigazione. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti in un sistema di coltivazione a ciclo aperto basato sulla gestione empirica con timer (CA_t), in termini di efficienza dell'uso dell'acqua (WUE), produzione e qualità dei frutti. Il trattamento CAs ha consentito di incrementare la WUE e la produzione in media del 7% rispetto al trattamento CA_t, mentre l'incidenza dello scarto (mediamente pari al 5%) non è stata influenzata dai trattamenti a confronto. Allo stesso tempo, la gestione basata su sensori ha consentito di ottenere frutti con lo stesso profilo qualitativo osservato nel trattamento CA_t. In entrambi i trattamenti è stato registrato mediamente il 9% di sostanza secca, un contenuto di solidi solubili totali di 8°Brix e un valore medio di consistenza del frutto pari a 4 N.

Parole chiave: Tecnologie smart, sostenibilità, efficienza dell'uso dell'acqua, produzione, qualità commerciale

Produzione, efficienza dell'uso dell'acqua e produttività dei nutrienti nella coltivazione di rucola su terreno e senza suolo

Lucia Bonelli¹*, Beniamino Leoni², Francesco Serio¹, Francesco F. Montesano²

¹*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, via Amendola 122/O, 70126 Bari*

²*Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), via Amendola 165/A, 70126 Bari*

* lucia.bonelli@ispa.cnr.it

L'aumento della richiesta di prodotti alimentari, sostenuta dalla continua crescita della popolazione mondiale, sta portando ad un considerevole consumo di acqua e fertilizzanti, con conseguente impatto ambientale e spreco di risorse. Ad oggi, numerosi fattori, tra i quali la preferenza dei consumatori verso l'acquisto di prodotti ottenuti con processi produttivi sostenibili e la pressione normativa diretta a ridurre l'impatto dell'agricoltura sugli ecosistemi naturali, stanno portando sempre di più a promuovere pratiche agricole sostenibili. Spesso sono disponibili informazioni eterogenee agli agricoltori per la formulazione di piani di concimazione efficaci ed efficienti per la produzione di ortaggi ad elevata richiesta di mercato, fra i quali la rucola, sia essa coltivata su terreno che con sistemi senza suolo. Nell'ambito del progetto SUS&LOW (Bando PRIN 2017), sono stati valutati gli effetti di due livelli di input di fertilizzanti (Low-fert, LF e High-fert, HF) in termini di efficienza d'uso dell'acqua, produttività dei nutrienti somministrati, produzione e qualità di rucola coltivata su terreno e senza suolo. La prova è stata condotta presso l'Azienda sperimentale "La Noria" dell'ISPA-CNR di Bari. Per la coltivazione su terreno sono stati apportati mediante fertirrigazione 60 kg/ha di azoto da nitrato di calcio per il trattamento HF e il 50% in meno per il trattamento LF. Questi trattamenti sono stati ripetuti per ogni ciclo di ricaccio e sfalcio. Nella coltivazione senza suolo, le piante sono state fertirrigate con soluzione nutritiva classica tipo Hoagland (HF) in confronto con una SN a più ridotto contenuto dei principali macronutrienti (LF) reperita in letteratura (riduzioni del 27% di N e K, del 15% di Mg e del 36% di Ca). In entrambi i trattamenti la soluzione nutritiva ha avuto una concentrazione di Fe, Mn, Zn, B, Cu e Mo rispettivamente pari a 20, 5, 2, 25, 0.5 e 0.1 μM e di 1 Mm di P. Le piante sono state trapiantate l'11 dicembre 2020 e l'ultimo sfalcio (6 in totale sia su terreno che in senza suolo) è stato effettuato il 10 maggio 2021. Nella coltivazione su terreno il trattamento HF ha fatto registrare un incremento di produzione del 9% rispetto al trattamento LF e 0,4 punti percentuali in più in termini di sostanza secca (3,9 kg/m² e 9,7% rispettivamente). Sebbene sia stata osservata una riduzione dell'efficienza dell'uso dell'acqua del 9% nel trattamento LF, questo ha consentito di aumentare la produttività dell'azoto dell'82% rispetto al trattamento HF. Nel sistema di coltivazione senza suolo il trattamento HF ha fatto registrare un incremento della produzione e della sostanza secca rispettivamente dell'11% e di 0,8 punti percentuali rispetto al trattamento LF (412 g/vaso e 8,7% rispettivamente). Tuttavia, in HF è stato registrato un decremento dell'efficienza dell'uso dell'acqua e della produttività di N, K, P, Ca e Mg rispettivamente del 4, 43, 44, 9, 65 e 26%.

I risultati dello studio forniscono evidenze utili a valutare la validità del piano di concimazione di rucola sia sotto il profilo della prestazione produttiva della coltura che dell'efficienza d'uso delle risorse, aspetti che devono necessariamente essere messi in correlazione nell'ottica di processi produttivi sostenibili in orticoltura.

Parole chiave: efficienza dell'uso dell'acqua, efficienza dell'uso dei nutrienti, ambiente protetto, senza suolo

Osservazioni sul comportamento vegeto-produttivo di piante di vite, cv Cardinal, innestate su due portainnesti

Gullo Gregorio*, Vincenzo Vonella, Tommaso Olivadese, Pullia Francesco Maria, Rocco Zappia, Dattola Antonio

Dipartimento di AGRARIA, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Loc. Feo di Vito, 89124 Reggio Calabria (RC)

* ggullo@unirc.it

L'importanza del portainnesto in frutticoltura, quale sistema radicale della pianta bimembre che assolve la funzione di assorbimento dell'acqua, degli elementi nutritivi e nella sintesi di ormoni è stata in questo lavoro il punto attorno al quale si è sviluppata la prova. È stato utilizzato un vitigno da tavola, la cultivar Cardinal, innestata su due differenti tipologie di portainnesto, il 110 R e l'SO4. Scopo del lavoro è stato quello di analizzare le relazioni idriche che si instaurano nelle due combinazioni di innesto al fine di valutare la combinazione che permette di ottenere le migliori performance vegeto-produttive. La prova sperimentale è stata svolta nel biennio 21-22 nel comune di Curinga, in provincia di Catanzaro, su piante della specie *Vitis vinifera* L., cv. Cardinal, innestate su due diversi portainnesti: SO4 (*V. berlandieri* x *V. riparia*) e 110R (*V. berlandieri* x *V. rupestris*). Sono state condotte misure di scambi gassosi (LiCor 6400_XT), osservazioni tomografiche (PicusTreeTronic ®3), misure di flusso xilematico (Sap Flow HFD (ICT, International)).

Il portainnesto ha condizionato diversi aspetti del ciclo vegetativo e produttivo del vitigno da uva da tavola Cardinal. Si sono registrati interessanti effetti sulla fisiologia della pianta. In particolare, si è riscontrata un'anticipata ripresa post-dormienza della pianta, attestata dalla maggiore quantità di acqua presente nelle aree conduttive, rilevata con il tomografo, già nel mese di marzo, che ha condizionato, anche, l'evoluzione degli stadi fenologici, apparsa più anticipata nella combinazione d'innesto con il 110R che, inoltre, ha confermato le sue migliori performance, in terreni siccitosi, ad estrarre acqua dal suolo con maggiore efficienza rispetto al portainnesto SO4, ricordando che il *V. Riparia*, uno dei due progenitori, è più adatto, invece, a terreni umidi. Inoltre, i rilievi di accrescimento del germoglio principale e la produzione di femminelle, hanno evidenziato come SO4 ha un'attitudine a determinare sulla cv Cardinal, rispetto al portainnesto alternativo, una differente disposizione spaziale delle foglie, come conseguenza della maggiore produzione di femminelle, che ha riempito gli spazi vuoti tra gli internodi del germoglio principale, pur non modificando la superficie fogliare complessiva della pianta, come attestato dalle immagini acquisite sul suolo.

Questa situazione ha migliorato la risposta fotosintetica delle foglie, nelle piante innestate su 110R ($14.04 \mu\text{mol di CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \pm 1.97$) rispetto a SO4 ($10.79 \mu\text{mol di CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \pm 1.13$) come conseguenza di una migliore distribuzione della luce nella parete fogliare orizzontale del tendone.

Dal punto di vista produttivo, invece, non si sono registrate variazioni rilevanti, sia in termini di produzione per pianta, sia in termini di peso e numero di grappoli prodotti. Anche dal punto di vista nutraceutico le uve su 110 R, contrariamente a quanto già riscontrato, non hanno manifestato la maggiore capacità antiossidante e il maggiore contenuto in polifenoli attribuitogli. È emersa, invece, una maggiore percezione della dolcezza dei grappoli della Cardinal su il 110R, conferita da un differente rapporto RSR/AT che porta a confermare, nell'areale in cui è stata condotta la prova, la possibilità di anticipare la raccolta della cultivar Cardinal, già nell'ultima decade di luglio.

Influenza delle reti fotoselettive sul comportamento vegeto-produttivo in piante di *Vitis vinifera* L.

Gullo Gregorio, Dattola Antonio*, Vonella Vincenzo, Pitti Tommaso, Grisafi Julia, Zappia Rocco
Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria (RC)

* antonio.dattola@unirc.it

La coltivazione della vite per vinificazione è tradizionalmente coltivata in asciutto. Negli ambienti del Bacino del Mediterraneo e nell'Italia meridionale, negli ultimi anni, per effetto del riscaldamento globale, i vigneti sono esposti ad alti livelli di radiazione, alte temperature dell'aria e *deficit* idrici del suolo, con ripercussioni negative sia dal punto di vista produttivo che qualitativo del prodotto destinato alla vinificazione. La prova sperimentale è stata condotta nel biennio 21-22 a Curinga (CZ), in un vigneto, di 16 anni di età, su uno dei più importanti vitigni italiani, il Sangiovese (clone TEA 6), innestato su K5BB (clone Doninelli K11). Le piante sono state allevate sotto reti fotoselettive di colore gialla, rossa e nera, e poste a confronto con la tesi controllo. È stato adottato un piano sperimentale a blocchi con 10 piante per blocco e per tesi. Il ciclo vegeto-produttivo della *cultivar* Sangiovese è stato modificato dall'impiego di tali reti, si è, infatti, registrato un diverso svolgimento delle fasi fenologiche che ha portato ad un ritardo dell'invaiaitura soltanto nelle piante allevate sotto rete nera e rossa. Non si sono osservate differenze relativamente alla fertilità reale e al germogliamento, tra i trattamenti posti a confronto. Il sistema fotosintetico, protetto dalle reti, soprattutto quella di colore gialla, ha migliorato le *performances* fotosintetiche della foglia di vite. L'accrescimento dei germogli non si è differenziato in termini di lunghezza complessiva ma in termini di velocità di accrescimento. È stato lineare e più lento sotto le reti nere e rosse, mentre è stato più veloce sotto la rete gialla, anche rispetto al controllo. Questa situazione ha permesso alle piante allevate sotto la rete gialla di instaurare una minore competizione tra grappoli in accrescimento e germogli, i quali avendo rallentato la crescita hanno destinato i loro fotosintetati ai frutti, all'agostamento e alla costituzione di riserve per l'anno successivo. Inoltre, ciò consente alle piante di vite allevate sotto rete gialla, di svolgere il processo di differenziazione dei primordi fiorali in condizioni ottimali (una maggiore disponibilità di carboidrati e di energia), processo che si arresta dopo un mese dall'antesi per riprendere dopo la dormienza invernale. Questo spiega il maggior numero di fiori ottenuto, quest'anno, nei grappoli del trattamento con la rete gialla, ciò è attestato dal maggior numero di acini. Questo risultato ha portato a una maggiore produttività per pianta, con grappoli dal maggior numero di acini, più zuccherini e con un tendenziale aumento in termini di capacità antiossidante e contenuto in polifenoli, pertanto la soluzione dell'impiego della rete, anche per un vitigno destinato alla vinificazione, si è dimostrata valida per uno dei più importanti vitigni italiani, in un'area in passato fortemente dedicata alla vitivinicoltura e caratterizzata da estati sempre più calde e soleggiate.

Effetto dei prodotti schermanti sulla risposta vegeto-produttiva di uve della varietà Nocera coltivate nel territorio della DOC Faro

Dattola Antonio*, Impallomeni Gabriella, Petrovicova Beatrix, Gullo Gregorio, Zappia Rocco

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 89124 Reggio Calabria (RC).

* antonio.dattola@unirc.it

Il settore vitivinicolo, com'è noto, è altamente vulnerabile ai cambiamenti climatici e ai sempre più frequenti eventi climatici estremi, trovandosi costretto a fronteggiare, il più delle volte ad armi impari, sfide che, oltre ad avere un impatto negativo sulla gestione del vigneto e conseguentemente sui livelli di produttività e sul quadro analitico e aromatico dei mosti d'uva e dei vini, fanno aumentare i costi di produzione, senza però che ci sia un corrispondente incremento dei prezzi al produttore. I viticoltori, alla luce di quanto premesso, si trovano costretti a riconsiderare l'applicazione di tecniche colturali sviluppate e affinate nel corso dei decenni, lasciando il passo a strategie di adattamento ai cambiamenti climatici (tecniche di aridocoltura), divenute ormai imprescindibili per la resilienza dei sistemi viticoli e la sostenibilità ambientale della pratica viticola. Gli accorgimenti da adottare per fronteggiare tali problematiche, rendendo le viti meno vulnerabili alle situazioni di criticità appena descritte, possono essere suddivisi in interventi a lungo termine e interventi a breve termine. Tra i primi rientrano, segnatamente, i fattori strutturali che condizionano la richiesta idrica del vigneto quali: la combinazione di innesto, la progettazione del vigneto e quindi le densità di impianto, l'orientamento dei filari e la forma di allevamento. Le strategie a breve termine contemplano strategie di gestione della chioma, tra queste particolare interesse ha l'impiego dei prodotti ad azione schermante. Scopo del lavoro è stato quello di valutare gli effetti di prodotti minerali ad azione schermante quali il silicato di alluminio in forma anidra (caolino calcinato) e un formulato di nuova introduzione, la farina di basalto, aspersi a ridosso delle principali fenofasi, sulla porzione medio-alta della chioma, sulle performance vegeto-produttive del vitigno Nocera, coltivato in Sicilia, nel territorio della DOC Faro. Il piano sperimentale, a blocchi randomizzati, prevedeva tre tesi: Caolino, Farina di Basalto e il controllo non trattato, distribuite su 21 piante per tesi, 7 piante per tesi per blocco. Sulle piante sono state effettuate misure fisiologiche (scambi gassosi, fluorescenza, SPAD) ed è stata valutata, alla raccolta, la produzione, sia in termini quantitativi che qualitativi.

Il trattamento con i prodotti schermanti, sin dalle principali fasi fenologiche, ha favorito una maggiore attività metabolica di base. Nel corso dei rilievi fisiologici, infatti, la tesi trattata con farina di basalto assimilava 7.83 moli di CO₂ e la tesi trattata con caolino calcinato 8.16 moli di CO₂, 2.54 e 2.21 moli di CO₂ in più, rispetto alla gestione ordinaria aziendale, consentendo importanti incrementi produttivi. I due diversi formulati, pertanto, con le loro azioni specifiche, sono risultati efficaci nel contenere drastici cali di resa, consentendo di arrivare alla raccolta con una composizione più equilibrata tra i diversi parametri che concorrono alla qualità finale delle uve da vino. Le analisi condotte tramite HPLC, infatti, hanno restituito un profilo polifenolico, nelle tesi trattate, in cui maggiore è risultato il contenuto in termini di acido fenolico, acido gallico, flavanolo catechina ed epicatechina, rispetto alla tesi non trattata. I risultati di questa indagine evidenziano come, nelle annate con estati calde e siccitose, gli interventi con prodotti schermanti consentono di aumentare sensibilmente la produzione ettariale grazie al mantenimento di una più che sufficiente fisiologia di base, senza modificare le componenti tecnologiche dell'uva, inoltre consentono di migliorare l'efficienza globale del vigneto e di evitare pericolosi fenomeni di *down-regulation*, fotoinibizioni, e foto-danneggiamento.

Uso di fertilizzanti organici a base di digestato per la coltivazione della valerianella in coltura protetta

Annamaria Di Serio¹, Catello Pane², Vincenzo Alfano¹, Raffaele Cavaliere¹, Pietro Di Benedetto³, Enrica De Falco¹, Domenico Ronga^{1*}

¹*Corsi di Agraria, Dipartimento di Farmacia, Università degli Studi di Salerno, Via Giovanni Paolo II n. 132, 84084 Fisciano;*

²*Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, 84098 Pontecagnano Faiano;*

³*A.N.Te.S.I.A., Associazione Nazionale Tecnici Specialisti In Agricoltura, Piazza Farina, 12 - 84091 Battipaglia.*

* dronga@unisa.it

Negli ultimi decenni si è verificata una diminuzione progressiva del contenuto in sostanza organica dei terreni, soprattutto nelle regioni del bacino del Mediterraneo e in particolare in alcuni comprensori dove si è assistito ad un eccessivo sfruttamento della “risorsa terreno”, con conseguente diminuzione degli apporti periodici di sostanza organica. Lo sviluppo delle colture agrarie dipende dalla composizione e dalle proprietà chimico-fisiche del terreno. Per incrementare la produttività e per diminuire l’impatto ambientale dovuto all’utilizzo continuo di fertilizzanti chimici di sintesi, l’agricoltura moderna si sta avviando sempre di più verso un’agricoltura meno impattante tramite l’applicazione di ammendanti organici, di origini e qualità differenti, che permettono di ottenere risultati apprezzabili soprattutto in termini economici e di salvaguardia della sostanza organica nel terreno, importante e principale indice di fertilità soprattutto nell’ambito delle coltivazioni orticole destinate alla quarta gamma, settore sempre più in crescita. I concimi chimici di sintesi stanno subendo una grave crisi a causa del loro elevato prezzo di acquisto. A differenza dei fertilizzanti organici, che rilasciano lentamente i nutrienti nel terreno, i fertilizzanti chimici di sintesi hanno un pronto effetto in un periodo più o meno breve, ciò garantisce alla coltura l’approvvigionamento di nutrienti in corrispondenza delle fasi fenologiche con maggiori richieste nutritive. Nel presente studio è stata investigata la coltivazione della valerianella, destinata alla quarta gamma, coltivata in serra fredda e fertilizzata con due differenti approcci agronomici differenti. È stato valutato l’azione dell’ammendante Re-Organic Enerfarm, ad elevato contenuto di sostanza organica selezionata e umificata ottenuto dalla valorizzazione del digestato (sottoprodotto dalla produzione di energia rinnovabile ottenuta dalla valorizzazione di effluenti zootecnici e biomasse vegetali). In particolare, alcuni tunnel sono stati fertilizzati seguendo il classico protocollo aziendale e somministrando il concime chimico di sintesi YaraMila PARTNER (12:11:18) ed in altri è stato somministrato l’ammendante Re-Organic Enerfarm abbinato al fertilizzante chimico di sintesi. In entrambe le gestioni agronomiche le unità di azoto sono state le stesse. Durante la coltivazione della valerianella sono stati eseguiti rilievi agronomici, fisiologici e qualitativi per valutare l’azione dell’ammendante. I risultati ottenuti hanno riportato interessanti prospettive per quanto riguarda l’impiego dall’ammendante, che è stato in grado di sostituire parzialmente il fertilizzante chimico di sintesi, senza impattare negativamente sulla resa e sulla qualità della valerianella. Questi risultati sono promettenti in quanto l’uso di ammendanti organici, consente di ridurre l’impatto sull’ecosistema suolo, favorendo il mantenimento della capacità produttiva e della fertilità del suolo.

Parole chiave: digestato, qualità del suolo, sostanza organica, quarta gamma

Utilizzo ed effetto di reti fotoselettive su pesche platicarpe var. Platibelle

Samuele Crescenzi*, Veronica Giorgi, Davide Neri.

Università Politecnica delle Marche – Dip.to di Scienze agrarie, alimentari e ambientali

* s.crescenzi@pm.univpm.it

La moderna frutticoltura deve considerare come prioritario non solo il miglioramento della qualità dei frutti e il mantenimento di elevate produzioni ma anche la sostenibilità ambientale. I sistemi di protezione con reti anti-grandine presentano caratteristiche multifunzionali in grado di modificare le condizioni ambientali (temperatura, umidità, velocità del vento ed ombreggio) con esiti diversi a seconda delle caratteristiche della rete. Le reti anti-grandine a partire dai primi anni 2000 si sono evolute in fotoselettive, composte da fili di polipropilene ad alta densità (HDPE) in cui vengono aggiunti pigmenti che permettono di modificare lo spettro e l'intensità del flusso luminoso che li attraversa, e quindi di influenzare la fotosintesi e la risposta fisiologica delle piante. Alcune tipologie di rete possono modificare in modo accentuato anche la luce diretta in luce diffusa. Vista la molteplicità delle caratteristiche che possono assumere le reti è fondamentale scegliere quelle più adatte alle esigenze della coltura in base anche al clima che caratterizza l'ambiente di coltivazione, evitando riduzioni delle rese o peggioramenti della qualità.

Nel 2021 è stato condotto uno studio su pesca platicarpa (*Prunus persica* (L.) Batsch. var. compressa Bean.) cv Platibelle coltivata con sistema di allevamento a Y, sesto di 4 x 2 m, su cui sono state testate reti anti-grandine fotoselettive di diversi colori (rosso, giallo e perla, con maglia 4,8 x 2,4 mm) IRI-DIUM® (Agritech srl, Italia), per valutare la risposta fisiologica e produttiva delle piante.

In questo studio la presenza di reti fotoselettive ha causato un limitato ombreggiamento, maggiore (19%) sotto rete rossa e minore sotto rete gialla (12%), intermedio sotto rete perla (14%). L'irraggiamento è risultato abbastanza omogeneo nelle diverse posizioni intorno alla chioma. Sebbene il lato nord-basso della chioma risulti essere il più ombreggiato, questo fenomeno si manifesta meno con la rete perla che permette una migliore diffusione della luce. Il tasso di traspirazione è risultato leggermente superiore sotto le reti indistintamente rispetto all'aria aperta, mentre il tasso di assimilazione della CO₂ non è stato ridotto in modo significativo da nessuna delle reti colorate, nonostante l'ombreggio. Il migliore stato fisiologico sotto rete ha consentito un peso medio dei frutti più alto sotto rete gialla mentre sotto rete rossa i frutti hanno presentato mediamente un contenuto inferiore di solidi solubili e una maggiore compattezza della polpa. La raccolta dei frutti, pronti per il consumo, è stata eseguita in tre interventi e sotto rete rossa sono stati raccolti più frutti nell'ultima data, mentre sotto rete gialla e perla, la maggioranza di frutti è stata raccolta nella prima data. Pertanto, i frutti hanno mostrato un leggero ritardo nella maturazione sotto rete rossa e un contenuto zuccherino più elevato sotto rete gialla e perla.

Parole chiave: spettro luminoso, fotosintesi, traspirazione, scottature solari, reti antigrandine

Conseguenze di una gelata tardiva in un vigneto di Barbera e analisi delle performance produttive dei germogli originati da sottogemme

Tommaso Frioni*¹, Filippo Del Zozzo¹, Ginevra Canavera¹, Stefano Poni¹, Paolo Sabbatini²

¹*Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza*

²*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Torino*

* tommaso.frioni@unicatt.it

In viticoltura, uno degli effetti del cambiamento climatico è l'anticipo del germogliamento, che comporta un aumento della frequenza dei danni causati dalle gelate primaverili. Nell'aprile 2021, una gelata tardiva ha colpito la viticoltura italiana centro-settentrionale. In un vigneto di Barbera situato nel distretto vitivinicolo dei Colli Piacentini, in seguito all'abbassamento termico sono state monitorate le viti e è stata analizzata la crescita dei germogli principali (PBS) non danneggiati, dei germogli originati dalle sottogemme (SBS) e dei polloni sviluppati in seguito alla gelata (SK), nonché la fertilità del germoglio e la composizione dei frutti, in funzione del tipo di tralcio. Le performance vegeto-produttive del vigneto sono state poi confrontate con quelle dell'anno precedente, quando non si erano verificati eventi di gelo tardivo. L'obiettivo dello studio è stato quello di valutare l'efficacia dei SBS nel ripristinare le perdite di resa dovute alla perdita di PBS e analizzare il rispettivo contributo alla composizione finale dei mosti.

Gli abbassamenti termici post-germogliamento hanno ucciso il 75% dei PBS in via di sviluppo. A fine stagione, sono stati contati 4 PBS sopravvissuti, 6 SBS e 7 SK per vite su un totale di 17 tralci per vite. Il numero di SBS e SK sopravvissuti è risultato direttamente correlato al numero di PBS uccisi. SBS e SK hanno esibito una fertilità del germoglio significativamente inferiore rispetto a PBS (rispettivamente 0,40 e 0,84 infiorescenze per tralcio, rispetto a 1,44 infiorescenze contate su ogni PBS), per una fertilità media di 0,85 infiorescenze/tralcio, molto più bassa rispetto alle 1,76 infiorescenze/tralcio registrate nel 2020. La produttività unitaria si è ridotta del 60% rispetto all'anno precedente, a causa della diminuzione di tutte le componenti della resa (grappoli/ceppo, peso grappolo e peso dell'acino). La produttività unitaria è risultata direttamente correlata al numero di PBS per vite. Alla vendemmia, non è stata riscontrata alcuna differenza nella concentrazione zuccherina delle uve (TSS) tra i diversi tipi di tralci. Tuttavia, l'accumulo degli zuccheri è risultato notevolmente superiore a quello osservato nella stagione precedente (27,8°Brix contro 23,3°Brix nel 2020). Tale accumulo è risultato direttamente correlato all'aumento del rapporto tra superficie fogliare e produzione.

Il lavoro dimostra che in seguito ad eventi di gelo in post-germogliamento, la quota di germogli principali per vite non danneggiati determina la produttività finale del vigneto e la composizione delle uve alla vendemmia, poiché SBS e SK hanno bassa fertilità e non possono ripristinare le uve perse in seguito alla necrotizzazione dei PBS. Qualora si consideri opportuno perseguire la produzione rimanente, occorre tenere presente che la composizione delle uve dipenderà dal nuovo equilibrio vegeto-produttivo che si viene a determinare.

Parole chiave: *Vitis vinifera* L., viticoltura, gelate tardive, sottogemme, equilibrio vegeto-produttivo

Strumenti innovativi per la viticoltura basati sull'integrazione di dati ottenuti da osservazione terrestre e da sensori di prossimità (progetto VITIGEOSS)

Boris Basile^{1*}, Alessandro Mataffo¹, Pasquale Scognamiglio¹, Fabrizio Carteni¹, Josep Pijuan², Marta Otero², Raimon Fabregat², Alex Pujol², Jordi Onrubia², Marina Presas², Ernesto Bastidas³, Jessica Snoek³, Patrick Van Bergen³, Nuria Pérez-Zanón⁴, Nube González-Reviriego⁴, Andria Nicodemou⁴, Federico Oldani⁵, Claudio Rossi⁵, Marta Alves Carvalho⁶, Antonio Dente⁷, Fernando Alves⁸, Joana Valente⁸, Montse Torres⁹, Carlos Ezquerro⁹, Rosa Araujo²

¹ *Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Portici (Napoli), Italy*

² *Eurecat, Centre Tecnològic de Catalunya, Barcelona, Spain*

³ *eLEAF, Wageningen, The Netherlands*

⁴ *Barcelona Supercomputing Center, Barcelona, Spain*

⁵ *LINKS Foundation, Turin, Italy*

⁶ *PricewaterhouseCoopers, Lisbon, Portugal*

⁷ *Mastroberardino, Atripalda (Avellino), Italy*

⁸ *Symington Family Estates, V. N. Gaia, Portugal*

⁹ *Familia Torres, Vilafranca del Penedès, Spain*

* boris.basile@unina.it

Il cambiamento climatico sta avendo un enorme impatto sul settore vitivinicolo. Il riscaldamento globale, in combinazione con la variazione dell'andamento pluviometrico e con l'incremento della frequenza degli eventi meteorologici estremi, sta influenzando in modo significativo la fisiologia delle piante di vite (fenologia, maturazione dell'uva, ecc.) esponendole sempre più a stress di tipo biotico ed abiotico. Questa condizione rappresenta una sfida per i viticoltori che sono chiamati sempre più spesso a prendere decisioni complesse per adattare le tecniche di gestione del vigneto e raggiungere gli obiettivi enologici prestabiliti. Questo spesso si traduce in un indesiderato incremento dell'impiego di concimi e pesticidi, nella perdita di produzione ed in una variazione della composizione dell'uva alla raccolta con un impatto negativo sulla sostenibilità del vigneto. VITIGEOSS è un progetto finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma di ricerca ed innovazione Horizon2020 che ha come obiettivo lo sviluppo di soluzioni innovative di gestione del vigneto in grado di ottimizzare, tramite Sistemi di Supporto alla Decisione (DSS), la sostenibilità dell'azienda vitivinicola. Il progetto ha sviluppato strumenti, disponibili in un'unica piattaforma, che sfruttano l'impiego dei programmi satellitari GEOSS e Copernicus e di sensori di prossimità. La piattaforma VITIGEOSS, che è stata calibrata e validata in tre siti sperimentali (Italia, Portogallo, Spagna), include i seguenti cinque servizi: (i) "Weather and climate forecast", (ii) "Phenological monitoring and prediction/forecasting", (iii) "Crop status", (iv) "Disease management", (v) "Business and sustainability".

Parole chiave: DSS, cambiamento climatico, satelliti, viticoltura di precisione, sostenibilità

Effetti della fertilizzazione organica e minerale su peperone ‘Locale di Senise’

Vincenzo Montesano^{1*}, Yulia Kyriakova¹, Jacopo Liotti¹, Alfredo Ambrico², Rosaria Alessandra Magarelli², Mario Trupo², Vincenzo Candido³, Carmelo Mennone⁴

¹ URT c/o Metapontum Agrobios-ALSIA, Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), S.S. 106 Km 448,000, 75012 Metaponto di Bernalda (MT)

² ENEA CR Trisaia – Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT-BIOAG-PROBIO), S.S. Jonica 106 km 419+500, 75026 Rotondella (MT)

³ Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM), Università degli Studi della Basilicata, Via Lanera, 20, 75100 Matera

⁴ AASD “Pantanello” - ALSIA di Basilicata, S.S. 106 Km 448,000, 75012 Metaponto di Bernalda (MT)

* vincenzo.montesano@ipsp.cnr.it

Nell’ambito delle attività del progetto “Sostenibilità degli ecosistemi ortofrutticoli: fertilità dei suoli e nutrizione” (NUTRI.FE.), finanziato dalla Sottomisura 16.2 del PSR Basilicata 2014-2020, l’ecotipo di peperone dolce ‘Locale di Senise’ è stato coltivato, per due anni consecutivi (2021 e 2022), in pieno campo e sottoposto a tre diverse strategie di fertilizzazione: 1) apporto di concime organico pellettato, 2) apporto di vermicompost e 3) apporto di concime minerale (tesi convenzionale). Inoltre, una settimana prima del trapianto, le piantine sono state trattate in vivaio con due differenti preparati microbiologici (uno commerciale e l’altro sperimentale) costituiti da PGPR con differenti attività e funghi micorrizogeni del genere *Glomus*. I trattamenti sono stati ripetuti, dopo 15 giorni dal trapianto, in fertirrigazione localizzata con 150 ml/pianta di una sospensione microbica contenente 10⁸ CFU/ml. Le tesi trattate sono state confrontate con un controllo costituito da piante non inoculate. È stato adottato lo schema sperimentale a parcelle suddivise con tre ripetizioni considerando nelle parcelle le modalità di fertilizzazione e nelle sub-parcelle (11,5 m²) gli inoculi microbici. Durante i cicli colturali sono stati monitorati la crescita delle piante, rilevandone l’altezza e il peso delle radici, e i parametri produttivi e qualitativi dei frutti alla raccolta. Inoltre, sulla coltura sono state effettuate misure eco-fisiologiche (Dualex, Porometro, Spad). L’altezza delle piante e il peso fresco delle radici si sono progressivamente ridotti, con la concimazione organica, rispetto agli altri trattamenti, e a fine ciclo colturale, tali parametri sono risultati inferiori, rispettivamente, del 23,7 e del 21,8% a confronto con la tesi minerale. La riduzione della crescita osservata con la fertilizzazione organica è risultata direttamente correlata con la concentrazione di nitrati nel terreno (determinato mediante misure con “Nitracheck”) e, alla fine dello studio, la concentrazione di nitrati nella suddetta tesi era quasi nulla. L’effetto sulla crescita, ha determinato differenze significative nella risposta produttiva della coltura in relazione alle strategie di fertilizzazione a confronto. La concimazione minerale ha determinato un aumento dei parametri eco-fisiologici e delle dimensioni delle bacche, mentre lo spessore del pericarpo, la sostanza secca e il contenuto in solidi solubili sono rimasti invariati. Tra le tesi inoculate con i due diversi preparati microbici ed il controllo non sono state osservate significative differenze per la maggior parte dei parametri studiati. Il biennio di ricerche ha consentito di ampliare il livello di conoscenze sulle peculiarità del peperone ‘Locale di Senise’ coltivato in Basilicata e i dati acquisiti confermano le note caratteristiche positive dal punto di vista agronomico e qualitativo. Le produzioni registrate nel 2022 sono risultate sensibilmente inferiori rispetto all’anno precedente e ciò presumibilmente è riconducibile all’anomalo andamento meteorologico, caratterizzato da frequenti picchi termici e da intense precipitazioni registrate a partire dall’inizio delle raccolte, con valori superiori rispetto alle medie pluriennali. Tra le strategie di fertilizzazione a confronto, la tesi minerale ha favorito i caratteri agronomici ed eco-fisiologici della coltura, seguita dalla tesi organica e per ultimo, da quella che prevedeva l’apporto del vermicompost. Resta da approfondire il ruolo degli attivatori/consorzi microbici applicati alle radici, che non hanno sortito alcun effetto.

Parole chiave: Peperone, strategie di concimazione, consorzi microbici, produzione, qualità

Effetto dell'epoca di trapianto e del livello di azoto sulle caratteristiche morfologiche e produttive della cardogna comune (*Scolymus hispanicus* L.)

Sergio L.¹, Cantore V.¹, Boari F.^{1*}, Casella F.¹, Denora M.², Candido V.²

¹ - Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISPA), Via Amendola, 122/O, 70125 Bari, Italia

² - Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM), Università degli studi della Basilicata, Via Lanera, 10, 75100 Matera, Italia

* francesca.boari@ispa.cnr.it

Negli ultimi anni si è manifestato un forte desiderio di recuperare le tradizioni culinarie, di riscoprire antichi sapori, di ampliare la gamma delle preparazioni alimentari e soprattutto di consumare prodotti salutari locali. Tutto ciò ha portato ad una rinnovata attenzione verso le piante spontanee eduli, ingredienti tipici di molte ricette tradizionali, ma talvolta difficili da reperire sul mercato. Nelle regioni dell'Italia meridionale, assume un notevole interesse la cardogna comune o cardoncello (*Scolymus hispanicus* L.), appartenente alla famiglia delle Asteraceae ed originaria della regione mediterranea. La si può trovare negli incolti e lungo i bordi delle strade. La specie è apprezzata non solo come ingrediente di numerose ricette tradizionali consumate durante le festività natalizie e pasquali, ma anche per le sue proprietà salutistiche. Presenta proprietà antibatteriche, antinfiammatorie ed antitumorali ed è inoltre fonte di calcio, potassio e magnesio. La crescente domanda da parte dei consumatori e la difficoltà di reperire il materiale allo stato spontaneo hanno stimolato la sua messa a coltura. Tuttavia, la letteratura manca di riscontri sperimentali relativi allo studio delle tecniche di coltivazione di questa specie. Nell'ambito del progetto di ricerca Bo.Bio.Ga., finanziato dal PSR della Regione Puglia, è stata realizzata una ricerca volta a studiare le caratteristiche morfologiche e produttive della cardogna comune trapiantata in due epoche (novembre e febbraio) e sottoposta a 3 livelli di azoto (0, 100 e 200 kg N ha⁻¹, indicati rispettivamente N₀, N₁₀₀ e N₂₀₀). I semi di cardogna sono stati reperiti in aree incolte in prossimità del bosco "Difesa grande" di Gravina in Puglia, e seminati in contenitori alveolati per la preparazione delle piantine. Le prove di campo sperimentali sono state realizzate in agro di Gravina in Puglia presso l'azienda agricola "Ditaranto", con un disegno sperimentale a parcelle suddivise con tre ripetizioni. Nel corso dei diversi cicli colturali sono stati rilevati i ritmi di accrescimento, le fasi fenologiche, l'indice SPAD e l'eventuale presenza di parassiti o malattie. I risultati hanno evidenziato che con il ritardo dell'epoca di impianto la produzione si dimezza. Infatti, la produzione commerciabile, in media, è stata pari a 1,67 e 0,85 kg m⁻², rispettivamente per la prima e seconda epoca, mentre la produzione commerciabile di prodotto toelettato è stata pari, rispettivamente, a 0,75 e 0,36 kg m⁻². La resa in prodotto toelettato è stata pari a circa il 44% per la prima epoca e 41% per la seconda. Le differenze di produzione sono state determinate dal diverso peso medio delle piante a sua volta influenzato sia dal numero di foglie per pianta che dalle loro dimensioni (lunghezza e larghezza). La cardogna, inoltre, mostra una bassa risposta alla concimazione azotata. Infatti, tra il testimone non concimato (N₀) e N₁₀₀ si è registrato un incremento produttivo limitato (circa il 6 e 15% alla prima epoca, e 15 e 12% alla seconda epoca, rispettivamente di prodotto commerciabile e prodotto toelettato commerciabile), mentre con la dose massima (N₂₀₀) non sono stati ottenuti ulteriori incrementi di produzione. L'*optimum* di disponibilità di N raggiunto con la dose intermedia di concimazione è confermato dai dati di SPAD che indicano il contenuto di clorofilla delle foglie che, notoriamente, è strettamente correlato alla disponibilità di azoto. Infatti, in entrambe le epoche, i valori più bassi sono stati registrati per N₀, mentre in N₂₀₀ non sono stati osservati incrementi ulteriori rispetto a N₁₀₀. Quelli ottenuti in questa ricerca sono risultati preliminari che possono essere utili agli operatori del settore per la messa a coltura della cardogna comune. Ulteriori studi sono necessari per valutare la risposta ad altre pratiche agronomiche.

Parole chiave: cardogna, epoca di impianto, concimazione azotata, morfologia, clorofilla, produzione

Sviluppo di un protocollo integrato per la concimazione azotata della rucola destinata alla IV gamma

M. Sodini¹, S. Cacini¹, C. Cinelli², F. Scotto Di Covella³, L. Tuccio⁴, A. Venezia³, D. Massa^{3*}

¹CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, (Pescia, PT)

²Centro di Ricerca in Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, (San Giliano Terme, PI)

³CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, (Pontecagnano-Faiano, SA)

⁴IFAC Istituto di Fisica Applicata 'Nello Carrara', CNR, (Sesto Fiorentino, FI)

* daniele.massa@crea.gov.it

La rucola (*Diplotaxis tenuifolia* L.) è una specie molto sensibile alla concimazione azotata e una gestione errata di questo nutriente si ripercuote negativamente su produzione e qualità. La rucola è una specie ortiva da foglia e l'Italia è produttore leader in ambito internazionale. In particolare, la Piana del Sele (Campania) è la più importante zona di produzione della rucola in Italia dove questa coltura, praticata per lo più in serra-tunnel, è stata recentemente inserita nel registro delle Indicazioni Geografiche Protette (IGP). Nell'ambito del progetto POFACS (Conservabilità, qualità e sicurezza dei prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio) è in atto lo sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni (DSS) per la concimazione azotata della rucola facendo particolare riferimento a questo areale di coltivazione. Il DSS si basa su un approccio integrato che prevede tre principali fasi, ogni fase segue un diverso criterio di monitoraggio della coltura. La Fase 1 prevede il monitoraggio della zona radicale: l'utilizzatore effettua una analisi rapida della zona radicale attraverso il metodo degli estratti acquosi 1:2 v/v (Sonneveld and Voogt, 2009). L'analisi viene quindi inserita nel software (Greenfert) il quale restituisce un consiglio sull'adeguatezza del livello di azoto minerale nella zona radicale e su come correggerlo prima della semina. Nella Fase 2 viene simulata l'asportazione di azoto: una volta iniziata la coltivazione, un modello di simulazione prevede la crescita e sviluppo della pianta e le asportazioni di azoto. In serra, l'assorbimento di azoto da parte della coltura è una delle variabili più importanti che guidano la distribuzione dei fertilizzanti, se viene applicata una corretta gestione dell'irrigazione per prevenire la lisciviazione dell'azoto. In questo lavoro abbiamo quindi calibrato e convalidato un modello basato sulla fotosintesi per simulare la crescita delle piante e infine l'assorbimento di azoto in funzione della biomassa secca e della concentrazione "ottimale" di azoto nei tessuti vegetali determinata sperimentalmente. La Fase 3 infine prevede il monitoraggio della pianta: un sensore ottico verifica lo stato azotato della pianta attraverso indici vegetazionali di fluorescenza (principalmente l'indice NBI, *nitrogen balanced index*) in grado di stabilire se la pianta si trova al di sopra o al di sotto di una concentrazione ottimale di azoto nei tessuti. I dati sperimentali sono stati raccolti su rucola coltivata in contenitori (con 5 livelli di azoto) per la determinazione della concentrazione ottimale di azoto nei tessuti vegetali e in condizioni operative (serra commerciale) per la validazione del modello e per la raccolta dei dati su suolo. Le piante sono state seminate nella stagione 2021-2022 e durante i vari sfalci sono stati analizzati i dati sulla biomassa e sul suolo. Ad ogni sfalcio, la biomassa fresca e secca è stata raccolta in triplicato e l'azoto nitrico e totale è stato analizzato nella parte edule. Contemporaneamente sono stati prelevati campioni di suolo per le analisi di nitrati nell'estratto acquoso, secondo la metodica ufficiale UNI-EN. La temperatura e la radiazione dell'aria sono state utilizzate come principali variabili guida del modello. I dati sperimentali raccolti hanno permesso di stabilire un valore soglia di azoto nei tessuti della pianta usato per il calcolo delle asportazioni e per la diagnosi precoce di carenze tramite indice NBI. In particolare, l'analisi lineare dei dati simulati rispetto a quelli misurati ha mostrato un'elevata capacità del modello di prevedere la crescita delle piante e il fabbisogno di azoto, mostrando coefficienti di determinazione superiori all'85% a seconda dei parametri simulati. Inoltre, è stato possibile determinare una significativa correlazione tra l'indice NBI, rilevato tramite fluorimetro Multiplex®, e la concentrazione di azoto nei tessuti della pianta.

Parole chiave: estratto acquoso, fluorimetro, nitrati, *nitrogen balanced index* NBI, ortaggi da foglia

Uso di prodotti a base di Caolino per prevenire il danno da *sunburn* sui frutti di mango coltivati in Sicilia

Dario Scuderi*, Alessandro Ruggeri, Federico Priola, Vittorio Farina

Dipartimento Scienze Agrarie Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Italia

* dario.scuderi@unipa.it

La coltivazione di fruttiferi tropicali in ambiente mediterraneo è soggetta al rischio dell'insorgenza di danni di origine principalmente abiotica, dal momento che le specie incontrano condizioni ambientali diverse da quelle dei loro areali di origine, nei quali si sono evolute. Uno dei problemi più diffusi sui frutti di mango ottenuti in ambiente mediterraneo è la scottatura o *sunburn* di parti dell'epicarpo, che causa deprezzamenti o invendibilità del prodotto. Questa si verifica perché il frutto del mango nel mediterraneo si sviluppa durante una stagione estiva calda e secca, con elevate radiazioni solari, mentre ai tropici il periodo di crescita si localizza nella stagione delle piogge, calda e umida, con cieli sovente coperti. Tra i metodi che possono essere utilizzati per limitare tale problema, vi è l'utilizzo di polveri a base di prodotti bentonitici come il caolino, che possono essere utilizzati in maniera localizzata e sono compatibili con l'agricoltura biologica. Per condurre il nostro studio, abbiamo innanzi tutto sviluppato una scala di intensità del danno da *sunburn* sui frutti di mango. In seguito, abbiamo testato l'applicazione in forma polverulenta o acquosa di un prodotto a base di caolino su tre varietà di mango – Keitt, Glenn, Maya – coltivate nella costa nord-orientale siciliana, e valutato gli effetti sulla insorgenza del *sunburn* e sulla qualità chimico-fisica dei frutti stessi, monitorando le variabili climatiche lungo tutto il periodo di crescita e maturazione del frutto. Tutti i frutti trattati hanno ottenuto un grado di insorgenza e di intensità media della malattia minore rispetto al controllo, e raggiunto caratteristiche chimico-fisiche equivalenti ai frutti sani non trattati. Ricerca finanziata nell'ambito del progetto *Tecnologie innovative di processo e di prodotto standardizzate e certificate per la filiera dei frutti tropicali TINFRUT - PSR Sicilia 2014/2020* sottomisura 16.1.

Parole chiave: mango, stress abiotici, scottatura dei frutti, caolino, radiazione solare

Effetti di diversi sistemi di ossigenazione della soluzione sulle caratteristiche quali/quantitative della lattuga in *floating system*

Leonardo Fiore*, Francesco Sordi, José Carlos Laban Lliuya, Antonio El Chami, Mariateresa Cardarelli, Giuseppe Colla

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo, Italia

* l.fiore@unitus.it

In Italia cresce l'interesse per la produzione di specie orticole e aromatiche in *floating system*, un sistema di coltivazione senza suolo basato sull'impiego di vasche di coltivazione riempite con soluzione nutritiva su cui galleggiano contenitori alveolati di supporto per le piante. Il notevole interesse per questo sistema di coltivazione è legato alla possibilità di ottenere un prodotto di ottima qualità, anche adatto a alla IV gamma, in quanto esso consente di controllare tutti i parametri riguardanti la semina/trapianto, la coltivazione e la raccolta in un ambiente costantemente monitorato ed indipendente dalle condizioni pedoclimatiche. L'ossigenazione è un aspetto importante per evitare fenomeni di ipossia e per ostacolare la formazione di microflora anaerobica potenzialmente patogena. Presso l'Azienda Didattico-Sperimentale dell'Università della Tuscia è stata effettuata una prova sperimentale in *floating system* su lattuga da taglio (*Lactuca sativa* L. - cultivar Salad bowl) mettendo a confronto due diversi sistemi di ossigenazione della soluzione nutritiva: un sistema tradizionale con tubo Venturi e un sistema in cui al Venturi è stato abbinato uno strumento sperimentale in grado generare nanobolle con un diametro compreso tra 0,1 nm e 0,1 μ m. Un aspetto interessante delle nanobolle è che rimangono sospese nella soluzione nutritiva più a lungo rispetto alle bolle normali aumentando quindi la disponibilità di ossigeno per l'apparato radicale. E' stato inoltre inserito un controllo senza ossigenazione. I risultati hanno evidenziato valori costanti di ossigeno pari a 7,48 mg/L con il sistema Venturi e 7,64 mg/L con il sistema Venturi modificato, rispetto al controllo in cui si è verificata una riduzione da 7,75 mg/L a 2,98 mg/L durante il ciclo colturale. La produzione è stata influenzata dai trattamenti con valori più elevati per entrambi i sistemi di ossigenazione rispetto al controllo, ma senza differenze tra i due sistemi, mentre la copertura fogliare è risultata maggiore nel Venturi modificato (93,47 %) rispetto al Venturi (91,3 %) e al controllo (88,95 %). Il rapporto Fv/Fm (efficienza massima del fotosistema II) ha mostrato valori più elevati per entrambi i sistemi di ossigenazione rispetto al controllo, ma senza differenze tra i due sistemi. Le determinazioni non distruttive di clorofilla e antociani hanno evidenziato valori più elevati in entrambi i sistemi di ossigenazione (con indice adimensionale di 0,224 per la clorofilla e di 0,237 per gli antociani, misurati con *Multi Pigment Meter MPM-100*) rispetto al controllo (0,178 per la clorofilla e 0,137 per gli antociani). Il contenuto di nitrati si è ridotto nei trattamenti con l'ossigenazione, soprattutto con il sistema Venturi. Il secondo taglio ha confermato la superiorità produttiva dei sistemi di ossigenazione rispetto al controllo.

Parole chiave: IV gamma, sistema Venturi, nanobolle, fuori suolo, nitrati

Misura dei parametri biometrici del nocciolo tramite Lidar a terra e Iphone

Gessica Altieri^{1*}, Dario Gioia², Amodio Antonio Minervino², Daniele Curcio¹, Eléna Grobler¹, Angela Maffia³, Giuseppe Celano¹

¹ Università degli Studi di Salerno – Dipartimento di Farmacia - 84084 Fisciano (SA)

² Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - 85050 Tito Scalco (PZ)

³ Università Mediterranea di Reggio Calabria – 89124 Reggio Calabria

* galtieri@unisa.it

La misura della volumetria, della struttura permanente legnosa e copertura del suolo delle colture arboree assume un ruolo fondamentale in arboricoltura di precisione in quanto i parametri sono strettamente correlati alle performance produttive e ambientali degli alberi. Inoltre, è presente la necessità di definire efficienti e affidabili metodiche per la valutazione del sequestro di carbonio ai fini della certificazione di sostenibilità e dei crediti. A tal fine sono state condotte campagne di misura con Trimble X7, LIDAR (Light Detection and Ranging) a terra, e iPhone 13 Pro in nocciuleti di 5 e 15 anni di età, situati in Campania e Basilicata. Le acquisizioni con LIDAR a terra hanno esaminato diversi domini spaziali. Il dispositivo è stato spostato in diverse posizioni nelle diverse interfila a distanza di 40 m circa. L'iPhone, grazie a indicazioni fornite da prove preliminari, è stato utilizzato alla distanza di 2 m dalla pianta ed in modalità foto. Per ciascuna pianta (5), ruotando intorno a essa, sono state scattate 20 foto. Il piano di misura ha consentito quindi di confrontare piante ed aree interessate dai diversi dispositivi. I dati acquisiti con TRIMBLE X7 e iPhone sono stati elaborati con i software *Polycam*, *Cloud Compare*, e *Metashape*.

La ricerca ha evidenziato le attese differenze in termini di risoluzione dei differenti strumenti ma indica la possibilità di una correzione sistematica dei risultati ottenuti con i diversi metodi, sia in termini di volumetria sia di copertura del suolo della canopy. I risultati preliminari indicano, inoltre, una regressione statisticamente significativa dei valori di volume e di copertura del suolo stimati con iPhone sugli stessi, valutati con i metodi metrici convenzionali.

La ricerca apre prospettive importanti per la messa a punto di metodi di valutazione dei parametri biometrici delle colture arboree con sistemi a basso costo fondati sull'uso di smartphone opportunamente equipaggiati.

Le acquisizioni condotte con LIDAR a terra su piante mature per l'individuazione della struttura legnosa dell'albero rivestono al momento carattere qualitativo. La stima dei valori di sequestro di carbonio è stata ottenuta, al momento, utilizzando le stime allometriche classiche applicando misure metriche da LIDAR.

Parole chiave: laser scanner, iPhone, nocciolo, volume pianta, biomassa, sequestro carbonio

Sessione One Health

Orali

***Microgreens* di canapa come alimento funzionale innovativo: composizione in minerali, acidi organici, aminoacidi, polifenoli e fitocannabinoidi di sei cultivar di canapa industriale**

Antonio Pannico, Christophe El-Nakhel, Youssef Roupael, Stefania De Pascale*

Università degli Studi di Napoli "Federico II", Dipartimento di Agraria, Via Università, 100, 80055 Portici (NA), Italy.

* depascal@unina.it

La crescente attenzione alla salute umana spinge sempre più il mondo scientifico e produttivo alla ricerca di nuovi "functional food" che aggiungano agli aspetti nutrizionali e di sicurezza alimentare, un valore nutraceutico e salutistico. I *microgreens*, ovvero giovani e tenere piantine raccolte alla comparsa della prima coppia di foglie vere, sono una categoria commerciale sempre più popolare. Essi possono essere prodotti tutto l'anno con bassi input e in limitati spazi di crescita, rendendo possibile la loro coltivazione anche in ambiente urbano e domestico. Una caratteristica distintiva dei *microgreens* è il loro maggiore contenuto di fitonutrienti e metaboliti secondari rispetto alle controparti mature. La loro coltivazione non è limitata soltanto alle specie agrarie, ma anche a specie vegetali selvatiche, neglette o sottoutilizzate. La canapa (*Cannabis sativa* L.) è una coltura multifunzionale coltivata per la produzione di fibre, semi o per l'estrazione di sostanze fitochimiche. Attualmente, l'impiego degli organi vegetativi della canapa come alimento risulta un argomento in gran parte inesplorato. In questo studio, per la prima volta, sono stati valutati gli aspetti agronomici, il contenuto minerale e i profili metabolici di aminoacidi, polifenoli, acidi organici e fitocannabinoidi di *microgreens* di sei diverse cultivar di canapa leggera (*Cannabis light*). L'analisi dei *microgreens* ottenuti ha evidenziato che i livelli di ossalato nei *microgreens* di canapa sono inferiori alla media dei tradizionali ortaggi e che i contenuti di proteine e di aminoacidi essenziali rappresentano un attributo nutrizionale di grande interesse. Inoltre, è stato rilevato che il CBDA, la forma acida del CBD, è il principale fitocannabinoido presente, mentre le concentrazioni di THC sono estremamente basse e rendono il prodotto potenzialmente commerciabile senza restrizioni. Nel confronto tra i genotipi è emerso che alcune cultivar sono ricche in antinfiammatori naturali quali cannaflavina A e B, mentre altre rappresentano una interessante fonte di aminoacidi totali ed essenziali mostrando, contemporaneamente, bassi livelli di fitocannabinoidi. Il presente lavoro apre nuovi orizzonti per la canapa industriale come innovativo prodotto alimentare sicuro, salutistico e di grande appeal per i consumatori più attenti. I risultati di questa ricerca potranno essere utili affinché l'Europa, attraverso l'EFSA, possa valutare di introdurre i *microgreens* di canapa industriale tra i Novel Food con CBD. Il processo normativo per questi nuovi prodotti, infatti, richiede che la ricerca scientifica assicuri che i consumatori non rischino di essere esposti a sostanze psicoattive quali, ad esempio, il THC.

Parole chiave: Novel Food, metaboliti secondari, ossalato, CBD, THC, cannaflavina.

Effetto della biofortificazione con molibdeno su basilico ‘Gervaso’ coltivato a diverse dosi di azoto in ambiente protetto

Beppe Benedetto Consentino^{1,2*}, Lorena Vultaggio¹, Salvatore La Bella¹, Leo Sabatino¹

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali-Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo, Italia

²Consorzio di Ricerca per lo Sviluppo di Sistemi Innovativi Agroambientali, Via Libertà 203 – 90133 Palermo, Italia

* beppebenedetto.consentino@unipa.it

Il basilico (*Ocimum basilicum* L.) appartiene alla famiglia delle *Lamiaceae* e per le proprietà intrinseche che lo contraddistinguono è un elemento unico per i piatti italiani, come ad esempio il pesto. La pianta viene utilizzata anche nel settore farmaceutico per la biosintesi di composti organici a basso peso molecolare che conferiscono il caratteristico aroma. L'alto valore funzionale del basilico è principalmente legato ad un elevato profilo fenolico che - come l'aroma - è fortemente influenzato dall'interazione genotipo × ambiente. Contemporaneamente alla necessità di massimizzare la resa delle colture orticole, vi è una crescente richiesta di ortaggi caratterizzati da un elevato valore nutrizionale e funzionale. Ciò è dovuto alla maggiore attenzione dei consumatori verso gli ortaggi contenenti elevate quantità di composti nutrizionali e biofunzionali. Inoltre, l'arricchimento degli ortaggi con micronutrienti (biofortificazione agronomica) è uno strumento essenziale per superare la malnutrizione minerale nell'uomo. Il molibdeno (Mo) è un elemento traccia prezioso e indispensabile per evitare numerose disfunzioni, per lo più legate al sistema nervoso centrale e al cancro esofageo. Inoltre, il Mo - tramite i suoi cofattori (Moco) - partecipa al sito attivo della nitrato reductasi, che modula l'assorbimento dei nitrati. L'azoto (N) influenza i tratti morfo-fisiologici della pianta, che a loro volta influiscono sulle caratteristiche di commerciabilità e sulla qualità visiva della produzione. Tuttavia le eccessive concimazioni azotate, frequentemente praticate dagli agricoltori, comportano un aumento dell'accumulo di nitrati nei tessuti vegetali e fenomeni di lisciviazione dell'N, innescando un impatto dannoso sulla salute umana e sull'agroecosistema. Pertanto, lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'effetto interattivo di livelli diversi di Mo (0, 0,5, 1,5 e 3 $\mu\text{mol L}^{-1}$) e di N (0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1}) sugli aspetti produttivi, nutrizionali e funzionali del basilico ‘Gervaso’ F_1 coltivato in serra. I risultati hanno mostrato che l'N ed il Mo possono incrementare la produttività del basilico. Il Mo, anche quando somministrato alla dose più elevata (3 $\mu\text{mol L}^{-1}$), ha incrementato il contenuto totale di clorofilla, polifenoli ed acido ascorbico. Inoltre, mentre all'aumentare della dose di N il contenuto di nitrati è aumentato, un trend opposto è stato registrato per il Mo. Per quanto riguarda l'effetto diretto della biofortificazione con Mo (concentrazione di Mo nei tessuti vegetali), è stato registrato un trend positivo all'aumentare della dose di Mo somministrata. I risultati, pertanto, dimostrano che la biofortificazione con Mo, fino alla dose di 3 $\mu\text{mol L}^{-1}$, ha effetti benefici sulla produttività e sugli aspetti nutrizionali e funzionali del basilico coltivato in ambiente protetto.

Parole chiave: *Ocimum basilicum* L., resa, qualità, nutrizione minerale, serra

Stress salino e biofortificazione con selenio: effetti su alcune piante aromatiche

Cosimo Matteo Profico^{1,2*}, Masoud Hassnpour³, Saeid Hazrati³, Andrea Ertani¹, Silvana Nicola¹

¹Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze agrarie, forestali e alimentari, Largo P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italia

²Università degli Studi del Piemonte Orientale Via Duomo 6, 13100 Vercelli (VE), Italia

³Azərbaycan Şahid Mədani University, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, , Tabriz, 53714-161, Iran

* cosimomatteo.profico@unito.it

Il selenio è un micronutriente essenziale che si trova naturalmente nel suolo e nelle piante. Le piante assorbono il selenio dal terreno attraverso le radici e lo accumulano nei tessuti vegetali. In particolare, le piante della famiglia delle Brassicacee sono note per contenere elevate concentrazioni di selenio. Tuttavia, la disponibilità di selenio nel terreno può variare notevolmente in base alla regione geografica e alle pratiche agricole, portando a differenze nella quantità di selenio presente nelle piante. La carenza di selenio negli animali può essere causata da una dieta carente di selenio, ma anche da fattori come il clima e la presenza di composti anti nutrizionali che possono interferire con l'assorbimento del selenio. La carenza di selenio negli animali può portare a una serie di problemi di salute, tra cui danni al sistema immunitario, malattie cardiache e muscolari, problemi di fertilità e sviluppo fetale anomalo. L'incremento della concentrazione di Se nelle piante può essere ottenuto tramite la tecnica della biofortificazione. Al fine di comprendere come incrementare il contenuto di Se nelle piante, è stata eseguita una sperimentazione che ha riguardato *Anethum graveolens* L. e *Ocimum basilicum* L. Le piante sono state addizionate con selenato di sodio (1 mg L^{-1}) e/o cloruro di sodio, (10 mmol L^{-1}) per valutare l'effetto di uno stress sull'assorbimento di selenio. La coltivazione è stata svolta in ambiente protetto su pannelli galleggianti (*Floating System*). I parametri considerati sono stati: i dati biometrici, la resa, la concentrazione di micro-macroelementi, il contenuto totale di fenoli e clorofille e le attività degli enzimi catalasi (EC 1.11.1.6), ascorbato perossidasi (EC 1.11.1.11) e guaiacolo perossidasi (EC 1.11.1.7). Dai risultati è stato osservato un maggiore assorbimento di Se (ca. 30 mg kg^{-1} s.s.) rispetto al controllo (0.5 mg kg^{-1} s.s.). Le piante cresciute con la contemporanea presenza di cloruro di sodio e selenio hanno assorbito il 25% di Se in più rispetto alle piante con solo selenio. Per quanto riguarda le attività enzimatiche e la resa, non sono risultate significativamente diverse dal controllo. L'attuale situazione climatico-ambientale influisce sulla riduzione dei volumi d'acqua potabile e sull'incremento di acqua salina nei fiumi e nelle falde. Questo studio, accompagnato da futuri studi, potrebbe includere nella produzione di alimenti freschi, arricchiti in Se. La commercializzazione di alimenti freschi biofortificati con Se incrementerebbero il numero di input presenti sul mercato per ridurre l'insorgenza di malattie croniche legate alle deficienze di Selenio.

Parole chiave: eustress, piante officinali, colture fuori suolo, *floating system*

Composizione chimica e attività antimicrobica della buccia di melograno (*Punica granatum* L.) in funzione della varietà e del periodo di raccolta

Pierfrancesco Deiana^{a*}, Amira Salim^a, Francesco Fancello^a, Luca Mercenaro^a, Giovanni Nieddu^a, Maria Giovanna Molinu^b, Severino Zara^a, Mario Santona^a

^aDipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Sassari 07100

^bConsiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Sassari 07100

* pideiana@uniss.it

Il melograno (*Punica granatum* L.), specie arborea adattata a diversi tipi di clima, è largamente diffusa nelle aree tropicali e subtropicali del mondo. Il frutto e i suoi prodotti derivati, succhi, marmellate e prodotti funzionali, destano interesse per via delle loro molteplici proprietà salutistiche, tra cui si annoverano attività antiossidanti, antinfiammatorie e antimicrobiche. In particolare, la buccia (esocarpo e mesocarpo) è ricca di composti fenolici bioattivi quali ellagitannini, antociani e flavonoidi. Di conseguenza, questa parte del frutto, solitamente considerata prodotto di scarto, può rappresentare un'importante risorsa di fitocomposti utilizzabili nell'industria alimentare, cosmetica e farmaceutica. Nonostante il crescente interesse verso le proprietà nutraceutiche degli scarti di lavorazione del melograno, l'influenza del fattore varietale e dell'epoca di raccolta sulla composizione fenolica della buccia sono attualmente ancora poco investigati.

Nel presente lavoro è stata analizzata la composizione chimica e l'attività antiossidante della buccia di frutti di melograno coltivati, nelle stesse condizioni agronomiche e pedoclimatiche, presso l'azienda sperimentale "A. Milella" (Oristano, 39°58'53", 8°37'02", 15 m s.l.m.). I frutti di sette varietà: Wonderful (WE), Mollar de Elche (ME), Primosole (PS), Sassari 1 (SS1), Sassari 2 (SS2), Sassari 3 (SS3), e Arbara Druci (AD), sono stati raccolti a ottobre 2020 a maturazione ottimale. Inoltre, è stato valutato l'effetto dell'epoca di raccolta sulle varietà PS, SS2 e SS3, raccolte a cadenza quindicinale a partire dal 4 ottobre fino al 2 novembre 2022. Tramite l'utilizzo di tecniche cromatografiche e spettrofotometriche, è stata analizzata la concentrazione di fenoli polari, flavonoidi, tannini condensati, antociani e attività antiossidante (DPPH e ABTS) degli estratti acquosi della buccia liofilizzata. L'attività antimicrobica è stata testata in vitro su diversi ceppi batterici GRAM+ e GRAM-, tra cui *Listeria monocytogenes*. I risultati hanno evidenziato un'elevata variabilità legata al fattore varietale, dal quale è dipesa strettamente anche l'attività antimicrobica. I composti fenolici maggiormente rappresentativi sono stati gli isomeri di punicalagina (18 – 259 mg/g), punicalina (3 – 41 mg/g) e l'acido ellagico (10 – 31 mg/g). Gli estratti di AD, SS1, SS3, si sono distinti per un generale basso contenuto di fenoli, tannini e flavonoidi. WE ha mostrato il maggiore contenuto di antocianine, acido ellagico e punicaline. Assenza di antocianine è stata osservata invece in SS2 ed ME, che, per contro, hanno mostrato un elevato contenuto di flavonoidi e acidi fenolici. ME e PS si sono distinte per la maggior concentrazione di punicalagine. PS ha inoltre mostrato elevata capacità antiossidante, legata in particolare al contenuto di epicatechina, rutina, acidi caffeico e clorogenico. Gli estratti acquosi della buccia di ME, PS, e SS3 si sono mostrati i più efficaci dal punto di vista antimicrobico. L'attività antimicrobica sembra essere positivamente correlata dalla presenza di punicalagina, flavonoidi e acido clorogenico negli estratti.

Infine, l'avanzare dell'epoca di raccolta ha influenzato in maniera simile il contenuto fenolico negli estratti delle tre cultivar analizzate. Un decremento lineare è stato osservato sia per i fenoli polari che per i flavonoidi. Le maggiori differenze varietali sono state osservate al primo campionamento.

Parole chiave: fattore varietale, flavonoidi, antocianine, tannini condensati, ellagitannini, DPPH

Il nocciolo a foglia rossa: identificazione della componente antocianica come possibile fonte di molecole bioattive

Michela Lupo^{1*}, Alberto Pacchiarelli¹, Elena Brunori², Gianmarco Alfieri², Valerio Cristofori¹, Cristian Silvestri¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università della Tuscia, Via San Camillo De Lellis, s.n.c., 01100 – Viterbo*

² *Dipartimento per l'innovazione nei sistemi biologici, agroalimentare e forestali (DIBAF), Università della Tuscia, Via San Camillo De Lellis, s.n.c., 01100 – Viterbo*

* michela.lupo@unitus.it

L'interesse per le piante e le sostanze naturali come fonti di molecole bioattive è aumentato in modo significativo tanto che il loro impiego per finalità alimentari, farmacologiche e cosmetiche è sempre più frequente. Il nocciolo europeo (*Corylus avellana* L.) è una specie arborea ad elevato interesse agronomico, e merita una valorizzazione anche dal punto di vista chimico, visto che le nocciole e i sottoprodotti di questa pianta sono fonte di acidi fenolici, flavonoidi, tannini e proantocianine, diarilleptanoidi e lignali. La specie è anche segnalata tra le poche in grado di sintetizzare tassani, un gruppo di molecole comprendente il Paclitaxel, registrato come TaxolTM e noto per essere un farmaco impiegato nella cura di alcune tipologie di tumore.

In questo lavoro è stata studiata la fenologia di un'accessione di nocciolo a foglia rossa, con un focus particolare sul viraggio dal rosso al verde dei suoi tessuti vegetali, che avviene dopo alcune settimane dalla ripresa vegetativa. Sono stati inoltre determinati alcuni parametri ecofisiologici quali antocianine totali, flavanoli totali, clorofille totali e indice di bilancio azotato.

Mediante tecnica HPLC-DAD sono state individuate e quantificate le antocianine presenti nelle foglie di nocciolo durante la stagione in analisi, a confronto con foglie di nocciolo della cv Tonda Gentile Romana. Tra le molecole più rappresentative, in grado di differenziare i due genotipi, sono state identificate la cianidina-3-O-glucoside, la cianidina 3-rutinoside e la delphinidina 3-O-glucoside. Questi composti sono presentati in naturale come molecole antiossidanti e con varie attività biologiche. La famiglia delle antocianine è risultata non rilevabile mediante HPLC-DAD nel nocciolo a foglia verde (cv Tonda Gentile Romana) utilizzato come controllo, a differenza delle quercetine, presenti in entrambe le accessioni.

Sono inoltre stati analizzati il contenuto polifenolico totale, il contenuto di flavonoidi totali e l'attività antiossidante mediante test FRAP.

Al fine di testare l'eventuale potenziale bioattivo degli estratti polifenolici delle foglie rosse di nocciolo, sono in corso indagini preliminari per valutare il loro effetto su alcune linee cellulari sane e tumorali afferenti a diversi tipi di cancro.

Questo lavoro orienta verso future indagini sull'idoneità di impiego dei sottoprodotti della coltivazione del nocciolo per applicazioni industriali e/o farmacologiche.

Parole chiave: *Corylus avellana* L., fenologia, metaboliti secondari, antociani, molecole bioattive

L'evoluzione durante la maturazione dei metaboliti primari e secondari nel frutto di arancia rossa dipende dal portinnesto

Giulia Modica^{1*}, Laura Siracusa², Giuseppe Ruberto², Carmelo Drago², Tonia Strano², Stefano La Malfa¹, Alessandra Gentile¹, Alberto Continella¹

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli studi di Catania, via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia

²Istituto di Chimica Biomolecolare del CNR, sede secondaria di Catania, Via P. Gaifami, 18, 95126, Catania, Italy

* giulia.modica@unict.it

Gli agrumi sono particolarmente apprezzati in tutto il mondo per l'elevata qualità dei frutti, per le proprietà organolettiche e per la presenza di composti biochimici, principalmente composti fenolici, che conferiscono agli agrumi un elevato valore nutraceutico. L'arancio dolce [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] si distingue in cultivar a polpa bionda, utilizzate per il consumo fresco e per la produzione di succhi, e in varietà pigmentate coltivate in poche aree nel mondo, dove le condizioni ambientali favoriscono l'accumulo dei polifenoli che conferiscono valore nutraceutico e proprietà antiossidanti superiori alle cultivar bionde. particolare, le varietà pigmentate si caratterizzano per la presenza di antocianine responsabili della pigmentazione della buccia e della polpa. Il contenuto di polifenoli e la pigmentazione del frutto, oltre a dipendere dalla cultivar, sono influenzati da fattori ambientali e da scelte agronomiche, tra cui l'epoca di raccolta ed il portinnesto utilizzato. Quest'ultimo, oltre a determinare tolleranza ai diversi fattori biotici e abiotici, influisce in modo rilevante sui parametri produttivi e qualitativi della varietà coltivata.

Nel presente lavoro si è eseguito uno studio sul ruolo del portinnesto nella biosintesi e accumulo di diversi metaboliti primari e secondari nel succo di arancio dolce cv. Tarocco Sciré a diversi stadi di maturazione, da novembre a marzo. I portinnesti utilizzati sono stati: C35 citrange [*C. sinensis* (L.) Osb. cv. Ruby x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], citrange Carrizo [*C. sinensis* (L.) Osb. cv. Washington navel x *P. trifoliata* (L.) Raf.], citrandarin Bitters e Furr [*C. sunki* Hort. ex Tan. x *P. trifoliata* (L.) Raf.]. Il profilo dei flavonoidi (antocianine, flavanoni, flavoni), degli acidi idrossicinnamici, degli zuccheri e degli acidi organici è stato analizzato mediante cromatografia liquida (HPLC).

I risultati ottenuti hanno evidenziato un ruolo determinante del portinnesto nell'influenzare l'accumulo dei diversi composti bioattivi. In dettaglio, è stato osservato un diverso accumulo dei metaboliti primari e secondari, osservando un anticipo di oltre un mese della maturazione dei frutti di Tarocco Sciré, nel caso in cui è stato impiegato il portinnesto Bitters, a seguito di un precoce aumento del contenuto zuccherino. Inoltre, sono stati identificati e quantificati 9 antociani, 6 flavanoni e 12 acidi idrossicinnamici. Complessivamente, i risultati ottenuti hanno sottolineato che il portinnesto ha influito anche sull'accumulo dei singoli composti bioattivi e sul contenuto totale dei polifenoli. Nello specifico, i portinnesti Bitters e C35 hanno determinato un anticipo ed un maggior accumulo di antocianine nel succo d'arancia.

Parole chiave: portinnesti, zuccheri, polifenoli, antocianine, arancia pigmentata

Smart Oral Communications

La transizione ecologica e la sostenibilità ambientale delle filiere dei prodotti ortofrutticoli di qualità ad Indicazione Geografica (DOP e IGP)

Luigi Servadei

CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e per l'analisi dell'economia agraria (Roma)

* l.servadei@masaf.gov.it

La transizione verso sistemi alimentari sostenibili rappresenta una grande sfida per l'intero settore agroalimentare ma, al tempo stesso, anche una grande opportunità economica. In tale contesto un ruolo particolarmente importante viene assunto dalle filiere agroalimentari dei prodotti di qualità a Denominazione di Origine Protetta (DOP) e ad Indicazione Geografica Protetta (IGP) del settore ortofrutticolo.

La sostenibilità delle produzioni ortofrutticole di qualità DOP e IGP rappresenta una sfida cruciale per garantire la continuità e lo sviluppo del settore. Per rafforzare la sostenibilità delle filiere dei prodotti DOP e IGP è necessario intraprendere un percorso di cambiamento, finalizzato a ridurre l'impatto ambientale dei processi di produzione e ad incentivare l'utilizzo di pratiche agronomiche sostenibili a ridotto apporto di prodotti fitosanitari e fertilizzanti di sintesi.

La riduzione dell'impatto ambientale dell'intera filiera si può conseguire investendo in tecnologie per ottimizzare i processi di produzione, distribuzione e trasporto, riducendo il consumo di risorse naturali e migliorando l'efficienza energetica. Inoltre, promuovendo all'interno delle filiere l'economia circolare e la bioeconomia, si può contribuire anche alla diminuzione della quantità di rifiuti prodotti, all'utilizzo di materiali riciclati, ad esempio per gli imballaggi, e alla riduzione dello spreco alimentare.

Il miglioramento delle performance ambientali rappresenta una priorità per il settore delle produzioni ortofrutticole DOP e IGP, anche alla luce della proposta della Commissione Europea di un regolamento comunitario volto a modificare il sistema delle Indicazioni Geografiche per i prodotti agroalimentari, che prevede la possibilità di includere, all'interno dei disciplinari di produzione, specifici "impegni di sostenibilità", che consistono nel rispetto di norme e standard ambientali più rigorosi rispetto a quelli prescritti dalla legislazione comunitaria e nazionale.

Per promuovere la sostenibilità delle filiere ortofrutticole DOP e IGP è necessario incoraggiare l'adozione di standard di qualità e di certificazioni ambientali più elevati, rafforzare la sicurezza alimentare e la tracciabilità lungo la filiera, sostenere gli investimenti nei settori agricolo e agroalimentare, promuovere la ricerca e l'innovazione e adottare nuove tecnologie e processi più sostenibili.

Le sfide legate alla transizione ecologica delle filiere ortofrutticole DOP e IGP sono ancora molte e devono essere affrontate avendo a disposizione risorse sufficienti per assicurare la qualità dei prodotti e la sostenibilità dei sistemi di produzione.

Parole chiave: filiere, sostenibilità, qualità, prodotti DOP IGP, ambiente

Produzione e qualità di fragola sottoposta a biofortificazione in silicio

Annalisa Somma¹, Lucia Bonelli^{2*}, Massimiliano D’Imperio², Maria Gonnella², Francesco Fabiano Montesano¹, Francesco Serio²

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia.

² Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Amendola, 122/O 70126 Bari, Italia.

* lucia.bonelli@ispa.cnr.it

Il silicio (Si) è considerato un elemento non essenziale per uomo e organismi vegetali. Tuttavia, per entrambi sono noti effetti benefici su tessuti strutturali e, indirettamente, su varie condizioni di alterazione dello stato di salute. Nel corpo umano il Si viene introdotto attraverso la nutrizione e può contribuire in particolare alla mineralizzazione del tessuto osseo, oltre che alla salute di tessuti neuronali, connettivi e del sistema immunitario. Nelle specie accumulatrici, si infiltra nelle pareti cellulari (silicizzazione), rafforzandole meccanicamente; ne conseguono effetti diretti e indiretti di mitigazione di stress biotici e abiotici. Infatti, l’arricchimento in Si di specie di interesse alimentare attraverso la gestione della nutrizione vegetale (biofortificazione agronomica) può rappresentare una strategia vantaggiosa per migliorare sia la risposta delle piante alle condizioni di coltivazione sia la qualità del prodotto finale. I sistemi di coltivazione senza suolo agevolano questo approccio, in quanto consentono una efficace e oculata modulazione della composizione della soluzione nutritiva. Di conseguenza, diverse specie orticole accumulatrici dell’elemento rappresentano un ottimo target per la biofortificazione in Si, soprattutto quelle idonee alla coltivazione senza suolo e già rilevanti nella dieta per il loro contributo nutrizionale. Con queste premesse, nell’ambito del progetto PON E-Crops, è stata sperimentata la biofortificazione agronomica della fragola (*Fragaria x ananassa* cv ‘Sabrosa’) in Si somministrato per via radicale, con allevamento in sacchi di perlite:cocco (50:50 v/v) in serra fredda, in ciclo autunno-primaverile in ambiente mediterraneo. Sono stati studiati gli effetti di 50 e 100 mg/L di Si somministrati in forma di metasilicato di potassio con una soluzione nutritiva (SN) completa di macro e micronutrienti in confronto al controllo senza aggiunta di Si (2 mg/L presenti nella soluzione nutritiva di partenza), in un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni. Oltre alla produzione e alla qualità commerciale del prodotto edule (falsi frutti di seguito definiti “frutti”), sono stati studiati gli effetti dei trattamenti a confronto sull’arricchimento in Si dei frutti e sulla compartimentazione del minerale negli organi della pianta. Dall’analisi del contenuto di Si nelle diverse parti della pianta, è stato confermato che radici e foglie sono i maggiori *sink* dell’elemento, seguiti dai frutti (senza calice e peduncolo) e in ultimo dagli steli con parti fiorali e stoloni. Il Si contenuto nei frutti di piante biofortificate è risultato essere circa cinque volte maggiore rispetto alle piante controllo in corrispondenza della raccolta finale (37 vs 216 mg/kg di peso secco, rispettivamente, nel controllo e, in media, con 50 e 100 mg/L di Si). La produzione complessiva di frutti commerciabili delle piante allevate con SN arricchita con Si è risultata ridotta in media del 15% rispetto al controllo. Tuttavia, le caratteristiche morfologiche e commerciali delle fragole arricchite in Si non sono risultate influenzate dai trattamenti. I dati raccolti evidenziano la possibilità di ottenere piante e frutti di fragola arricchiti in Si, a fronte di un lieve calo della produzione commerciabile rispetto a quella di piante non sottoposte a biofortificazione, senza riduzione della qualità commerciale del prodotto.

Parole chiave: arricchimento, *Fragaria x ananassa*, compartimentazione, qualità, elemento benefico, senza suolo

Basilico genovese in idroponica: effetti sul metabolismo primario e secondario della biofortificazione con zinco

Michele Ciriello*, Christophe El-Nakhel, Luigi Formisano, Youssef Rouphael, Stefania De Pascale

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II – 80055, Portici (NA), Italia

* michele.ciriello@unina.it

Il basilico (*Ocimum basilicum* L.) è una pianta aromatica ricca di metaboliti secondari benefici per la salute umana e molto apprezzata dall'industria agroalimentare in particolare per la produzione di pesto. Incrementare la concentrazione di microelementi mediante specifici programmi di biofortificazione potrebbe aumentare l'interesse dei consumatori verso il basilico e i suoi derivati. La nostra ricerca ha valutato gli effetti della biofortificazione attraverso l'utilizzo di soluzioni nutritive con concentrazioni crescenti di Zn (12,5, 25,0, 37,5 e 50 μ M) su produzione, indici fisiologici (tasso di assimilazione netta di CO₂, traspirazione, conduttanza stomatica e clorofilla), qualità e concentrazione di Zn in due cultivar di basilico 'Aroma 2' ed 'Eleonora' coltivate in *floating raft system*. Alla raccolta, inoltre, nei tessuti vegetali sono state determinate le concentrazioni di acidi fenolici mediante spettrometria di massa (Q Extractive Orbitrap LC-MS/MS) e la concentrazione di Zn con spettrometria di massa al plasma. La significativa correlazione positiva tra lo Zn nella soluzione nutritiva e lo Zn nei tessuti delle piante conferma la riuscita del programma di biofortificazione. L'uso della dose massima di Zn (50 μ M) ha aumentato, rispetto al controllo, la concentrazione di carotenoidi, polifenoli e l'attività antiossidante in media del 19,8, 14,6 e 33,7%, rispettivamente. Tuttavia, l'aumento della concentrazione di Zn nella soluzione nutritiva ha ridotto significativamente la produzione, sebbene la riduzione sia risultata meno evidente in 'Aroma 2'.

Parole chiave: *Ocimum basilicum* L., *floating raft system*, microelementi, attività antiossidante, acido ciorico

Biofortificazione in ferro di lattuga coltivata in idroponica: effetti su produzione e qualità nutrizionale

Maria Giordano^{1*}, Christophe El-Nakhel², Youssef Rouphael², Stefania De Pascale²

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania (Catania)

²Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici (NA)

* maria.giordano@unict.it

La biofortificazione consente di aumentare il contenuto di micronutrienti utili per la salute umana negli alimenti vegetali attraverso diversi approcci: tecniche di ingegneria genetica, sistemi di miglioramento genetico delle piante “convenzionali”, fertilizzazione. In relazione alla fertilizzazione, notevole interesse suscitano i sistemi di coltivazione senza suolo in quanto permettono di gestire in modo mirato e preciso la nutrizione delle piante, aumentando l’accumulo di microelementi. La biofortificazione di ortaggi a foglia, con micronutrienti essenziali per la salute umana come il ferro, può rappresentare un mezzo efficace per ridurre i problemi di carenza di questo elemento. In questa ricerca, due cultivar di *Lactuca sativa* L. var. *capitata* (Salanova verde e rossa), sono state coltivate in camera di crescita con il sistema idroponico Nutrient Film Technique, applicando quattro diverse concentrazioni molari di chelato di ferro 6% EDDHA (acido etilendiamino-di-idrossifenil acetico) in una soluzione nutritiva completa: 0,015 mM (controllo); 0,5 mM; 1 mM e 2 mM. I trattamenti 0,5 mM, 1 mM e 2 mM hanno determinato una riduzione del peso dei cespi rispetto al controllo, senza differenze tra le cultivar in media del 5,7%, 13,5% e 25,3% rispettivamente. I trattamenti 1 mM e 2 mM, hanno incrementato la concentrazione di ferro del 20,5% e 53,7%, rispettivamente (media delle due cultivar). La biofortificazione in ferro non ha prodotto effetti significativi sul contenuto di acidi fenolici e carotenoidi in Salanova verde. In Salanova rossa, il trattamento 0,5 mM ha incrementato rispetto al controllo il contenuto di acido clorogenico e fenoli totali del 110,1% e 29,1%, rispettivamente, mentre il trattamento 1 mM ha prodotto un incremento dell’acido fenolico caffeoil mesotartarico del 31,4% rispetto al controllo. Inoltre, in Salanova rossa, il trattamento 2 mM ha prodotto un incremento dei carotenoidi violaxantina, neoxantina e β -carotene del 37% in media, rispetto al controllo. Gli acidi fenolici e i carotenoidi sono due differenti classi di metaboliti secondari delle piante considerati, per il loro elevato potere antiossidante, in grado di contrastare stati infiammatori cronici nell’uomo, quali il diabete e malattie cardiovascolari. Nelle piante la concentrazione di composti antiossidanti può aumentare in risposta a stress abiotici, come uno stress nutrizionale indotto da eccesso di ferro. L’accumulo di questi composti, tuttavia, rappresenta un costo energetico per le piante ed è generalmente associato a una riduzione della produzione. Il trattamento ottimale di biofortificazione, pertanto, deve essere individuato identificando per ciascun binomio “genotipo-microelemento” il *trade-off* tra riduzione quantitativa della produzione e incremento della qualità nutraceutica del prodotto. In questo lavoro, il trattamento 1 mM di ferro chelato, si è dimostrato quello più efficace in quanto ha incrementato il contenuto di ferro del 20,5% con una riduzione accettabile del peso del cespo del 13,5% rispetto al controllo in entrambe le cultivar di lattuga.

Parole chiave: *Lactuca sativa* L. var. *capitata*, Nutrient Film Technique, soluzione nutritiva, acidi fenolici, carotenoidi, ioni minerali

Profilo metabolico e attività antiossidante di lattuga fuori suolo fertilizzata con derivati di urina umana

Rosalinda Nicastro^{1§*}, Christophe El-Nakhel^{2§}, Giovanna Marta Fusco¹, Danny Geelen³, Youssef Rouphael², Stefania De Pascale², Petronia Carillo¹

¹*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche - Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta (CE)*

²*Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici (NA)*

³*Dipartimento di Piante e Colture, Horticell Lab - Università di Ghent, 9000 Ghent, Belgio*

[§]*Autori che hanno contribuito egualmente al lavoro*

* rosalinda.nicastro@unicampania.it

L'orticoltura in serra comporta il maggior utilizzo di sostanze chimiche, in particolare azoto (N), per unità di superficie rispetto a qualsiasi altro sistema agricolo, causando costi elevati e forte impatto ambientale. È necessario quindi adottare nuove pratiche di fertilizzazione più rispettose dell'ambiente per mantenere e/o aumentare in modo sostenibile la produttività agricola, riducendo sia i costi che gli effetti negativi dei fertilizzanti N sull'ambiente e sulla salute umana. A tale scopo, sono stati studiati gli effetti dell'uso di derivati delle urine umane (liquidi e precipitati) e di fertilizzanti commerciali su produzione, profilo metabolico e attività antiossidante di lattuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Grand Rapids coltivata fuori suolo. I trattamenti sono stati confrontati in termini di parametri biometrici, contenuto di carboidrati, proteine e amminoacidi, inclusi amminoacidi essenziali, antociani e polifenoli, perossido di idrogeno, malondialdeide e attività degli enzimi antiossidanti. Due derivati urinari solidi (K-struvite e precipitato urinario-CaO) e un derivato liquido (concentrato ED) hanno determinato una resa simile al fertilizzante commerciale. Tuttavia, l'urina idrolizzata ha determinato le più alte concentrazioni di amminoacidi totali ed essenziali. L'urina stabilizzata a basso pH ha favorito la maggiore sintesi di perossido di idrogeno e di antocianine, con una riduzione dei parametri di crescita. L'uso di urina ha favorito l'incremento di prolina, alanina e serina e l'attività degli enzimi antiossidanti catalasi e glutatione riduttasi e ridotto la resa, evidenziando l'azione di uno stress abiotico, probabilmente salino, in atto. Da questi dati preliminari, l'uso di derivati dell'urina per la fertilizzazione azotata appare promettente; tuttavia, sono necessarie ulteriori ricerche per ridurre la presenza di Na e Cl in questi derivati, a causa dei loro effetti deleteri sulla crescita e resa delle colture orticole coltivate in sistemi fuori suolo.

Parole chiave: fertilizzazione sostenibile, recupero di nutrienti, economia circolare, precipitati di urina

Utilizzo di acque reflue trattate in un impianto di fitodepurazione: effetto sulle caratteristiche agronomiche di pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) e lattuga (*Lactuca sativa* L.) coltivati in pien'aria

Giulio Flavio Rizzo^{1*}, Luca Ciccarello¹, Michele Davide Felis¹, Donata Arena¹, Giuseppe Luigi Cirelli¹, Mirco Milani¹ e Ferdinando Branca¹

¹UNICT-Di3A, Università degli Studi di Catania - Dipartimento di Agricoltura Alimentazione e Ambiente, Via Valdisavoia 5, 95131 Catania, Italia

* giulio.rizzo@phd.unict.it

Il riscaldamento globale in atto sta causando una sempre maggiore scarsità di risorse idriche. Il fenomeno danneggia in particolar modo il settore agricolo, che tra le attività antropiche è quella che richiede il maggior consumo di acqua e, nello specifico, la filiera orticola è tra quelle che richiede il maggior utilizzo di risorse idriche. Il problema è particolarmente sentito nelle aree agricole che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, rendendo necessaria l'ottimizzazione delle risorse idriche da un lato e la ricerca di nuove fonti irrigue dall'altro. Nell'ambito del progetto "WATER4AGRIFOOD - Miglioramento delle produzioni agroalimentari mediterranee in condizioni di carenza di risorse idriche" - è stata condotta, durante la stagione primaverile-estiva 2022, una prova sperimentale presso un agriturismo sito nella Sicilia orientale dotato di un impianto di fitodepurazione per il trattamento terziario delle acque reflue, le cui acque sono state utilizzate per irrigare due colture ortive. È stato adottato uno schema sperimentale a parcelle suddivise, dove il fattore principale in studio è stato rappresentato dalla tipologia delle acque irrigue (acque reflue fitodepurate di tipo domestico, acque fitodepurate trattate ulteriormente con raggi UV e acque di falda) sulle caratteristiche agronomiche di pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) e lattuga (*Lactuca sativa* L.). Fattore secondario è stato rappresentato da tre tipologie di ali gocciolanti fornite dalla ditta Irritech S.p.A.: due tipologie presentavano diversi composti antimicrobici inibenti la formazione di biofilm in prossimità degli irrigatori mentre la terza tipologia di ali gocciolanti, priva di trattamenti, è stata utilizzata come controllo. Il terzo fattore sperimentale è stato rappresentato dalle cultivar utilizzate: Big Rio e SV8840MT per il pomodoro, mentre per la lattuga sono state coltivate le varietà Gretta erre e Gardenia. Per entrambe le colture sono state osservate differenze in termini di produzione areica e di caratteristiche morfo biometriche. Per quanto riguarda il peso dei cespi di lattuga, è stato osservato un valore più elevato in termini di peso fresco nelle parcelle irrigate con acqua fitodepurata; inoltre sono state osservate differenze significative in rapporto alla tipologia di ala gocciolante utilizzata. Per quanto riguarda il pomodoro, la produzione più elevata è stata osservata nelle parcelle irrigate con acqua fitodepurata e acqua fitodepurata trattata con UV rispetto a quelle irrigate con acqua di falda. Differenze significative sono state osservate inoltre in rapporto alla tipologia di ala gocciolante adottata. Dai dati produttivi e dagli altri parametri morfo biometrici rilevati, si può affermare che le acque reflue trattate con il processo di fitodepurazione possono essere impiegate con profitto per usi agricoli.

Parole chiave: ortaggi, sostenibilità, fitodepuratore, agroecologia, produzione, economia circolare

Valutazione della qualità sensoriale e nutrizionale di frutti di fragola (*Fragaria x ananassa* Duch.) ottenuti da piante sottoposte a stress idrico

Davide Raffaelli*, Franco Capocasa, Giammarco Giovanetti, Bruno Mezzetti

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona

* d.raffaelli@pm.univpm.it

La siccità rappresenta uno dei rischi più ingenti nel settore agricolo, compromettendo ogni anno il corretto approvvigionamento alimentare. Difatti, una delle sfide più importanti della moderna agricoltura, è quella di soddisfare il fabbisogno alimentare della popolazione umana, garantendo la salvaguardia dell'ambiente. In tal senso, una valida opportunità per contrastare la limitata disponibilità di acqua è rappresentata oggi giorno dai sistemi di coltivazione in fuori-suolo. La seguente sperimentazione si prefigge di studiare la produzione, la qualità sensoriale e nutrizionale dei frutti di piante di fragola (*Fragaria x ananassa* Duch.), coltivate su vaso in condizioni di stress idrico. Un secondo obiettivo della seguente prova è identificare un corretto modello di coltivazione, in modo da fornire agli agricoltori degli strumenti metodologici da attuare in impianti di fragola in fuori-suolo, ottimizzando l'utilizzo di risorse come l'acqua. La seguente sperimentazione si è incentrata sulla coltivazione di tre genotipi di fragola sviluppati dal programma di miglioramento genetico dell'Università Politecnica delle Marche: 'Francesca', 'Lauretta' e 'AN15,07,53'. La prova è stata suddivisa in tre blocchi randomizzati da 27 piante cadauno, trattati con tre differenti apporti idrici: controllo (tra pF 1 e pF 1,7 della capacità di ritenzione idrica del substrato), primo stress idrico (80% del controllo) e secondo stress idrico (60% del controllo). I risultati riscontrati hanno fornito un'interessante panoramica sulla relazione positiva tra la carenza idrica e la concentrazione delle molecole antiossidanti studiate: vitamina C, vitamina B9, acidi fenolici, antociani, polifenoli e capacità antiossidante.

Parole chiave: fuori-suolo, stress idrico, qualità nutrizionale

Contaminants of emerging concern (CECs) in olive plant irrigated with wastewater: uptake and distribution into plant tissues

Alba N. Mininni^{1*}, Angela Pietrafesa¹, Maria Calabritto¹, Francesco De Mastro², Bartolomeo Dichio¹

¹*Department of European and Mediterranean Cultures: Architecture, Environment and Cultural Heritage (DiCEM), University of Basilicata, via Lanera, 20, 75100 Matera, Italy*

²*Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, University of Bari, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italy*

* alba.mininni@unibas.it

The ever-increasing demand for water and the limited availability of freshwater exacerbated by ongoing climate change, especially in arid and semi-arid climates, bring attention back to the potential use of wastewater. The use of reclaimed wastewater for irrigation purposes is a globally adopted and increasingly common agricultural practice, providing an alternative water source for the agricultural sector. Wastewater reuse could have potential environmental and health risks associated with the presence of contaminants of emerging concern (CECs), including pharmaceuticals and personal care products, which are introduced into the agroecosystem through irrigation. CECs, once in the soil, can be taken up by the roots and translocated into several plant tissues, entering the food chain and becoming a major global food safety issue. The present study aimed to evaluate CECs uptake and accumulation dynamics in potted olive trees (*Olea europaea L.*) irrigated with treated municipal wastewater. Plants were exposed to 10 CECs, belonging to the main classes of contaminants such as anti-epileptics, antibiotics and anti-inflammatories. Plants were irrigated with fresh water (Control) and with treated municipal wastewater spiked with selected CECs at a concentration of 200 µg/L (1X) and 600 µg/L (3X) during the 2021 irrigation season. Extraction of CECs from soil and plant organs was performed with the QuEChERS method and CECs concentrations accumulated in the samples were determined by the high resolution mass spectrometry coupled with liquid chromatography (LC-HRMS/MS). Results showed that the highest frequency of CECs detection was observed in soil and root samples, maintaining the accumulation in other plant organs below the limit of quantitation (LOQ) due to several fate-determining processes or degradation pathways. Only two compounds (i.e., carbamazepine and fluconazole) were detected at significantly higher concentrations in plant tissues, accumulating mainly in the leaves, where CECs concentration was higher than that in the roots. These preliminary results reveal that some CECs can be taken up by plants and accumulated in several plant organs when introduced in the agroecosystem through irrigation with treated wastewater. The fate of CECs in the soil-plant system is a future research topic to be investigated in order to choose and adopt wastewater irrigation management strategies aimed at limiting CECs accumulation in plant tissues, to achieve safe food productions and environmental health.

This research was funded by the national research programme PRIN (Research Projects of Significant National Interest) in the frame of the project PRIN2017 “Emerging contaminants and reuse of treated wastewater in agriculture: fate in soil and plant system, ecophysiological response, soil microbiota and antibiotic resistance” Prot. 2017C5CLFB.

Keywords: wastewater irrigation management, plant uptake, carbamazepine, fluconazole, environmental pollution

Risposta alle variabili pedoclimatiche delle caratteristiche del frutto dell'olivo e dell'olio extra vergine di oliva (cv. Bosana)

Mario Santona^{1*}, Pierfrancesco Deiana¹, Sandro Dettori¹, Marcello Cillara¹, Luca Mercenaro¹, Giovanni Nieddu¹, Barbara Alfei², Andrea Motroni³, Nicola Culeddu⁴

¹ *Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Sassari*

² *Agenzia per l'innovazione nel settore agroalimentare e della pesca, Osimo*

³ *Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna, Sassari*

⁴ *Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Chimica Biomolecolare, Sassari*

* msantona@uniss.it

L'espansione della coltura in nuovi areali di coltivazione e i crescenti effetti dei cambiamenti climatici, evidenti nei paesi circum-mediterranei, pongono l'olivicoltura di fronte a condizioni di stress sempre più severe, sia in termini di temperature che di aridità, con importanti ripercussioni sulla produttività e la qualità degli oli vergini di oliva extra (EVO). Al contempo si registra un costante aumento nella domanda di prodotti di elevata qualità e tipicità, derivanti da specifiche aree di coltivazione e con elevato valore organolettico e nutraceutico. In questo quadro, e al fine di poter perseguire elevati standard qualitativi, è necessaria una profonda conoscenza dell'interazione tra le varietà e l'ambiente.

Quindici oliveti tradizionali in asciutto (cv Bosana), situati in cinque tipiche aree di coltivazione del centro nord Sardegna, sono stati oggetto di uno studio triennale con l'obiettivo di indagare l'influenza dei diversi fattori pedoclimatici sulle caratteristiche delle olive e del relativo olio. Sono stati analizzati alla raccolta i parametri fisico chimici delle drupe (caratteri morfometrici, consistenza, pH, acidità titolabile, grado zuccherino, umidità e resa in olio) e degli oli (profilo degli acidi grassi e analisi sensoriale). I dati sono stati, poi, messi in relazione ai valori termo pluviometrici mensili dell'intero periodo di sviluppo dei frutti e alla composizione del suolo dei diversi oliveti in prova.

Le temperature massime mensili sono state le variabili più rilevanti. Tuttavia, il ruolo di ciascuna variabile meteorologica è specifico in relazione ai diversi parametri di drupe e olio, e fortemente condizionato dal momento in cui si procede al campionamento. Ad esempio, le temperature massime durante i mesi estivi hanno ridotto la resa in olio ma migliorato la concentrazione di acido oleico, mentre nei mesi successivi hanno esercitato un effetto opposto. Ciò indica l'esistenza di una soglia di temperatura massima nei processi di lipogenesi oltre la quale la stessa rallenta. Le condizioni meteorologiche durante la maturazione sono anche le principali responsabili del profilo sensoriale dell'EVO: precipitazioni elevate e limitata escursione termica hanno favorito una superiore intensità degli attributi di fruttato erbaceo e di piccante.

Parole chiave: terroir, accrescimento frutto, acidi grassi, qualità dell'olio, analisi sensoriale

Scarti di filiera del noce ‘Sorrento’: una varietà autoctona per l’innovazione territoriale nel settore nutraceutico

Elvira Ferrara^{1,2*}, Severina Pacifico¹, Simona Piccolella¹, Danilo Cice², Assunta Esposito¹, Milena Petriccione²

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli” Via Vivaldi, 43 81100 Caserta

² CREA-Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via Torrino, 3 81100 Caserta

* elvira.ferrara@unicampania.it

Il noce comune, *Juglans regia* L., è originario della Persia e appartiene all’ordine Fagales ed alla famiglia della *Juglandaceae*. Il noce è sempre stato considerato una delle specie arboree più utili all’uomo per i suoi molteplici prodotti. Oltre ai tradizionali semi e legno anche le foglie, la corteccia e i mali rappresentano una fonte preziosa di sostanze fenoliche utilizzate per i settori farmaceutico e

cosmetico, oltre che per l’industria dei colori e quella conciaria. L’Italia costituisce il secondo maggior importatore al mondo di noci, con una domanda in larga prevalenza orientata verso il prodotto a guscio. Nelle zone montane e collinari, la nocicoltura è un caposaldo della tradizione culturale italiana. In Italia la superficie investita è pari a 6.256 ha, con una produzione di circa 222.271 quintali (ISTAT 2022). In Campania la superficie coltivata a noce è di 1.845 ettari, con una produzione totale di 84.245 quintali. La cultivar di noce tradizionalmente coltivata è la Sorrento, originaria della Penisola Sorrentina, che con il tempo ha prodotto una vasta gamma di biotipi con pregevoli caratteristiche organolettiche. Il frutto del noce è una drupa composta da esocarpo e mesocarpo di consistenza carnosa e di colore verde (mallo) ed un endocarpo legnoso contenente il seme (gheriglio). Il mallo imbrunisce quando libera l’endocarpo che è considerato impropriamente la “noce vera”. L’utilizzo dei frutti per la produzione dei trasformati genera in Italia una grande quantità di scarti da parte delle industrie agricole e alimentari che rappresentano una preziosa fonte di molecole bioattive. I sottoprodotti della lavorazione delle noci includono: i) il mallo, una ricca fonte di composti bioattivi con proprietà antiossidanti, antinfiammatorie e antibatteriche; ii) l’endocarpo legnoso costituito prevalentemente cellulosa, emicellulosa e lignina. L’obiettivo del presente lavoro è stato quello di analizzare il profilo fitochimico e la “bioattività” degli estratti dei sottoprodotti di lavorazione delle noci della cv. Sorrento, mallo ed endocarpo. A tale scopo gli estratti delle matrici vegetali sono stati ottenuti previa frantumazione differenziata delle parti legnose e successiva messa a punto e ottimizzata una metodica di estrazione “green” con etanolo al 96%. Gli estratti ottenuti sono stati investigati in termini di valutazione del contenuto fenolico totale, flavonoidi, tannini condensati, capacità antiradicalica e potere riducente. Tutti i campioni hanno mostrato un’efficacia radical scavenging e riducente. L’uso di setacci atti alla riduzione della matrice a polvere fine ed il relativo incremento dell’area superficiale specifica appaiono essere garanzia per un efficace diffusione del solvente all’interno della matrice e un maggior trasferimento di massa. Le analisi quali-quantitative della composizione chimica di tutti gli estratti condotta in UHPLC-HRMS/MS, hanno confermato la necessità del trattamento preventivo di frazionamento per il recupero di composti bioattivi.

Parole chiave: *Juglans regia* L., economia circolare, scarti, estrazione green, nutraceutica, composti bioattivi

Valorizzazione del territorio di Pecetto Torinese attraverso il reimpiego dei *by-products* in ottica *green*

Federica Alchera*, Alice Varaldo, Giovanna Giacalone

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – DISAFA, Università degli studi di Torino, Largo Paolo Braccini, 2 Grugliasco (TO)

* federica.alchera@unito.it

Il comparto cerasicolo è gravato da elevate perdite, che secondo i dati Istat del 2022 sono state pari, solo in campo, al 6%. Tali perdite sono causate da fattori biotici e abiotici, primo fra tutti il cracking che pregiudica irrimediabilmente le caratteristiche commerciali del prodotto. A ciò si aggiungono gli scarti di magazzino per le ciliegie non idonee al mercato.

Tradizionalmente la coltivazione delle ciliegie in Piemonte è legata ad alcune aree collinari, fra cui Pecetto T.se è sicuramente la più nota e rappresentativa. L'areale oggi è una realtà di nicchia, che, tuttavia, immette sul mercato prodotti con caratteristiche qualitative elevate. Gli impianti sono spesso caratterizzati da una gestione semplificata con ridotti input esterni il che determina forte riduzione nelle produzioni ed elevati scarti. Molte aziende inoltre destinano i frutti alla trasformazione generando scarti di produzione.

Da queste considerazioni, sia per valorizzare il territorio, sia per ridurre lo scarto in un'ottica di economia circolare, sono emerse ipotesi di riutilizzo. Il materiale di risulta in tutti i punti della filiera (frutti sotto calibro, ciliegie affette da cracking, invenduto, residui di lavorazioni), presenta infatti tutte le caratteristiche qualitative tipiche del frutto. In particolare, i prodotti di scarto, anche quelli derivanti da processi di trasformazione, contengono alte quantità di polifenoli caratterizzati da proprietà antiossidanti e antimicrobiche.

Obiettivo dello studio è stato, in un'ottica di green chemistry, mettere a punto un metodo estrattivo al fine di recuperare le componenti fenoliche con l'utilizzo di solventi naturali. Sono stati valutati i NADES (Natural Deep Eutectic Solvent): solventi composti da due o più componenti naturali quali acidi organici, amminoacidi o zuccheri. Al fine di migliorare la resa estrattiva si è utilizzata la tecnica di estrazione assistita da microonde (MAE).

Durante la fase di sperimentazioni sono state comparate le rese estrattive ottenute con tre differenti NADES. Il primo, a base di cloruro di colina, già utilizzato in studi precedenti, è stato confrontato con due solventi a base zuccherina e con un solvente organico (metanolo acidificato con HCl) generalmente impiegato in questo tipo di estrazioni. Analizzando i risultati ottenuti, emerge che i solventi in esame risultano più efficienti rispetto al solvente organico, inoltre, il prodotto finale è ecosostenibile, pronto all'uso e ottenuto con tempi di estrazioni minori rispetto alle estrazioni tradizionali. L'estratto potrebbe trovare differenti ambiti applicativi sia in campo cosmetico sia in campo alimentare come integratori, alimenti funzionali e packaging attivi.

Parole chiave: cerasicoltura collinare, recupero degli scarti, estrazione green, componenti bioattive

Graphical Abstracts

Contenuto di composti fenolici nei frutti di mirto (*Myrtus communis* L.) e proprietà antiossidanti dei tessuti

Miriam Catzeddu*, Silvia Medda, Maurizio Mulas

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39a, 07100 Sassari, Italia.

* mcatzeddu@uniss.it

Il mirto (*Myrtus communis* L.) è un arbusto sempreverde tipico della macchia mediterranea che negli ultimi decenni ha attirato l'attenzione del mondo scientifico grazie alla presenza nei suoi tessuti di numerosi composti, in particolare composti polifenolici, con effetto benefico sulla salute dell'uomo per via del loro potere antiossidante.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare il contenuto totale di polifenoli, tannini e antociani in quattro diverse cultivar di mirto, due a bacca pigmentata ('Giovanna' e 'Maria Antonietta') e due a bacca non pigmentata ('Luana' e 'Caterina'), provenienti dal campo sperimentale del Dipartimento di Agraria dell'Università di Sassari, presente a Fenosu (OR). Il materiale vegetale, comprendente foglie e frutti, è stato prelevato durante diversi stadi di maturazione della pianta compresi tra la fioritura e la piena maturazione delle bacche. Inoltre, è stato eseguito anche un saggio sull'attività antiossidante degli estratti etanolici con due diverse metodologie (FRAP e ABTS+).

I risultati delle analisi hanno evidenziato che le bacche con maggiore contenuto di polifenoli sono quelle delle varietà pigmentate che hanno assunto i valori più elevati nei mesi di novembre e dicembre. Per quanto riguarda le foglie, il valore più elevato si è avuto nella cultivar 'Giovanna' con 84,04 mg GAE/g FW nel mese di ottobre. Anche per quanto riguarda il contenuto di tannini le bacche delle varietà pigmentate hanno mostrato un contenuto maggiore rispetto alle non pigmentate. Queste ultime all'avanzare della maturazione hanno avuto un contenuto sempre minore in tannini con valore minimo a dicembre (2,28 mg CE/g FW in 'Luana' e 2,20 mg CE/g FW in 'Caterina'). Dalle analisi, le foglie con contenuto più elevato di tannini sono state quelle della cultivar non pigmentata 'Caterina', con valori più elevati rispetto alle altre in tutti i campionamenti. Il contenuto di antociani delle bacche non pigmentate e delle foglie non è stato rilevante mentre nelle varietà pigmentate le varietà 'Maria Antonietta' e 'Giovanna' sono passate da un contenuto di 3,36 mg C3G/g FW e 2,68 mg C3G/g FW nel mese di novembre a un contenuto di 17,57 mg C3G/g FW e 10,68 mg C3G/g FW rispettivamente. L'attività antiossidante degli estratti delle bacche rilevata con metodo FRAP ha mostrato i risultati più elevati nella cultivar 'Giovanna' nei campionamenti di luglio e ottobre, mentre, l'attività rilevata col metodo ABTS+ ha raggiunto i valori più elevati nella cultivar 'Giovanna' nel campionamento di luglio e nella cultivar 'Maria Antonietta' nel campionamento di ottobre. Per quanto riguarda l'attività antiossidante degli estratti delle foglie, con entrambi i metodi si sono avuti dei risultati simili in tutte le cultivar.

Parole chiave: *Myrtus communis*, frutti, foglie, composti fenolici, attività antiossidante

Caratterizzazione aromatica e nutraceutica di sei genotipi di basilico coltivati in idroponica

Michele Ciriello*, Luigi Formisano, Christophe El-Nakhel, Youssef Rouphael, Stefania De Pascale

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II – 80055, Portici (NA), Italia

* michele.ciriello@unina.it

L'obiettivo della ricerca è stato quello di analizzare le caratteristiche aromatiche e nutraceutiche di sei genotipi di basilico, rappresentanti importanti classi morfologiche e commerciali. I sei genotipi ('Anice', 'Cannella', 'Dark Opal', 'Italiano Classico', 'Purple Ruffle') appartenenti alla specie *Ocimum basilicum* L. e Lemon alla specie *Ocimum × citriodorum* Vis.) sono stati coltivati in *floating system*. L'analisi cromatografica liquida ad altissima pressione (UHPLC) accoppiata alla spettrometria di massa Orbitrap ad alta risoluzione (HRMS) ha consentito di identificare e quantificare 13 composti fenolici. Nonostante le differenze significative tra i diversi genotipi, l'acido cicorico è risultato essere il composto fenolico più abbondante (277,912 mg kg⁻¹ p.f. come media dei genotipi). 'Anice' e 'Purple Ruffle' erano caratterizzati da un contenuto totale di acidi fenolici più elevato e 'Purple Ruffle' ha fatto registrare anche valori più elevati di attività antiossidante (DPPH, ABTS e FRAP). L'analisi gerarchica dei cluster dei composti aromatici, analizzati mediante gascromatografia accoppiata a spettrometro di massa (GC/MS), ha evidenziato differenze dei profili aromatici dei sei genotipi. Nello specifico, 'Italiano Classico' e 'Dark Opal' erano caratterizzati da un maggiore contenuto di linalolo, mentre 'Anice', 'Cannella' e 'Purple Ruffle' dall'estragolo, infine, 'Lemon' presentava un profilo aromatico caratterizzato da una presenza dominante di α -citrale e β -citrale.

Parole chiave: acido cicorico, composti fenolici, *floating system*, *Ocimum basilicum* L., *Ocimum × citriodorum* Vis., profilo aromatico, UHPLC

Quantificazione dei composti fenolici e valutazione dell'attività antiossidante in frutti di *Opuntia* spp.

Silvia Medda*, Miriam Catzeddu, Maurizio Mulas

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari (SS)

* smedda@uniss.it

Le specie del genere *Opuntia* sono arbusti succulenti appartenenti alla famiglia delle Cactaceae e ben adattati ai climi aridi e semiaridi. I frutti di molte di queste specie possono essere utilizzati come integratore alimentare grazie ai loro benefici per la salute umana e animale. Numerosi studi hanno riportato gli effetti antiossidanti, analgesici, antinfiammatori e antimicrobici degli estratti ottenuti da questi frutti. La maggior parte di queste proprietà biologiche è stata associata all'elevato contenuto di composti fenolici, come flavonoidi e betalaine. Le betalaine, che possono essere classificate in betacianine (pigmenti di colore viola) e indicaxantine (pigmenti di colore giallo), sono utilizzate come coloranti naturali nell'industria alimentare e con un'elevata attività antiossidante contro l'ossidazione dei lipidi.

Lo scopo di questo studio è stato quello di determinare il contenuto di fenoli totali, betacianine totali, flavonoidi totali e l'attività antiossidante (utilizzando i saggi FRAP e ABTS) di estratti acquosi-metanolici di buccia e polpa di sette specie di *Opuntia*. In particolare, le specie studiate sono state: *O. rastera* Weber, *O. basilaris* Engelm. & Bigel, *O. littoralis* (Engelm.) Cockerell, *O. polyacantha* Haw, *O. soehrensii* Britton & Rose, *O. lindheimeri* Englem e *O. dillenii* (Ker-Gawl). Le piante sono state campionate presso il campo sperimentale dell'Università di Sassari (39° 54012" N, 8° 37019" E). Il campionamento dei frutti è stato effettuato nel novembre 2020, quando erano presenti contemporaneamente frutti verdi (stadio 1), colorati (stadio 2) e maturi (stadio 3), a causa della maturazione scalare dei frutti. Non tutti gli stadi erano presenti per le sette specie di *Opuntia*, a causa dell'elevata variabilità tra le specie.

Nel tessuto esterno (buccia), l'attività antiossidante rilevata con ABTS è risultata essere maggiormente correlata dalle betacianine ($r = 0,661$, $p < 0,01$) rispetto al contenuto di fenoli totali ($r = 0,343$, $p < 0,01$) e di flavonoidi ($r = 0,309$, $p < 0,05$), mentre l'attività rilevata con il saggio FRAP è risultata essere non correlata al contenuto totale di betacianine, ma a quello dei fenoli totali ($r = 0,572$, $p < 0,01$).

Per quanto riguarda il tessuto interno (polpa), l'attività antiossidante ha mostrato due diverse tendenze a seconda del saggio utilizzato. Il potere riducente degli estratti rilevato con il FRAP era correlato negativamente alle betacianine ($r = -0,579$, $p < 0,01$) e ai flavonoidi ($r = -0,930$, $p < 0,01$) e positivamente al contenuto di fenoli totali ($r = 0,641$, $p < 0,01$). L'attività antiossidante rilevata con l'ABTS+, invece, è stata positivamente correlata alle betacianine ($r = 0,421$, $p < 0,01$) e ai flavonoidi ($r = 0,948$, $p < 0,01$) e negativamente al contenuto di fenoli totali ($r = -0,719$, $p < 0,01$).

Parole chiave: *Opuntia*, estratti di frutti, composti fenolici, flavonoidi, betacianine, attività antiossidante

Influenza della cultivar, stagione e località di coltivazione sulla composizione minerale delle foglie di mirto (*Myrtus communis* L.)

Silvia Medda*, Miriam Catzeddu, Maurizio Mulas

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari (SS)

* smedda@uniss.it

La biomassa fogliare del mirto (*Myrtus communis* L.) ha numerosi utilizzi alimentari, condimentari, medicinali e come base per l'estrazione di numerose sostanze. Il lavoro di ricerca svolto è stato finalizzato alla definizione di alcuni parametri qualitativi fondamentali di tale biomassa. In particolare sono stati indagati gli aspetti relativi all'influenza del sito di coltivazione, della cultivar e della stagione sulla composizione minerale delle foglie.

Lo studio ha interessato cinque cultivar ('Nadia', 'Marta', 'Daniela', 'Tonina' e 'Grazia'), coltivate in due ambienti diversi (Alghero e Oristano). La raccolta di foglie giovani mature da piante coltivate di Mirto si è svolta nel mese di giugno del 2021, in corrispondenza del periodo balsamico, e nel mese di dicembre dello stesso anno, in corrispondenza dell'epoca di maturazione delle bacche.

L'analisi della composizione minerale delle foglie di mirto mostra, nel complesso, una grande influenza della variabilità varietale, della località e della stagione. In particolare la quantità di N presente nelle foglie è risultata influenzata da tutte le variabili: cultivar, stagione e località. Il contenuto di P, invece è risultato influenzato solamente dalla stagione e dalla località di coltivazione. Il contenuto di Na è stato influenzato solamente dalla stagione e non è stata riscontrata influenza relativa alla località e alla cultivar. Il contenuto di K è stato influenzato solamente dalla stagione. Una marcata influenza è stata rilevata nel contenuto in Ca, relativamente alla variabilità genetica e alla località. La cultivar ha influenzato marcatamente il contenuto di Mg. La variabile stagionale ha influenzato fortemente il contenuto di: Cu, Zn, Fe e Mg. Solamente il contenuto in Fe è stato influenzato dalla cultivar.

La quantità di N contenuta nelle foglie variava dall'1,24% del peso secco per la cultivar 'Daniela' all'1,97% per 'Nadia'. Il contenuto in P era compreso tra lo 0,5% per 'Grazia' e lo 0,63% per la cultivar 'Marta'. La percentuale di Na era compresa tra lo 0,09% per 'Grazia' e lo 0,1% per 'Tonina'. Il K variava da un minimo dello 0,42% in 'Daniela' ad un massimo di 0,8% in 'Nadia'. Il Ca era compreso tra il valore minimo dello 0,83% per la cultivar 'Grazia' ad un massimo dell'1,12% per la cultivar 'Nadia'. Il contenuto di Mg era compreso tra un minimo di 0,2% per la cultivar 'Marta' ed un massimo di 0,37% per la cultivar 'Nadia'.

La percentuale di Cu era compresa tra 5,83 ppm per la cultivar 'Grazia' e 14,17 ppm per la cultivar 'Marta'. La quantità di Zn variava da un minimo del 14,17 ppm per la cultivar 'Marta' ad un massimo di 38,33 ppm per la cultivar 'Nadia'. Il Fe era presente in quantità minore nelle foglie di 'Daniela' con il 29,17 ppm, mentre i valori più elevati si sono riscontrati nella cultivar 'Nadia' con 140,83 ppm. Il Mn è stato riscontrato in minima quantità in 'Grazia' con 30,83 ppm e in maggiore quantità nella cultivar 'Marta' con 110,83 ppm.

Parole chiave: mirto, foglie, qualità, composizione, minerali

Valutazione di metodi indiretti per lo studio della bioattività nel suolo e dell'attività nelle piante

Giorgio Masoero^{1,2*}, Nicola Staffolani², Mariasilvia Stuardi², Alberto Cugnetto¹, Silvia Guidoni^{1,2*}

¹ Accademia di Agricoltura di Torino, Torino

² Dipartimento Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari, UniTO, Grugliasco (To)

* giorgioxmasoero@gmail.com; silvia.guidoni@unito.it

La bioattività del suolo può essere indagata con metodi che prevedono analisi enzimatiche, metagenomiche, biologiche, microbiologiche, ma anche con metodi indiretti. Fra questi il metodo “Tea-Bags Index” (TBI), proposto in ambito naturalistico, prevede di sotterrare una coppia di sonde (una bustina di tè rosso e una di tè verde) di contenuto standard e peso noto, e di valutarne semplicemente la variazione in peso dopo 90 giorni; il metodo “Litterbag-NIRS”, proposto in ambito agricolo sperimentale specialmente per valutare l'efficienza di fertilizzanti microbici, prevede di sotterrare una sonda di fieno macinato di composizione nota, e di rilevarne lo spettro NIR dopo 60 giorni. Questi metodi possono stimare la funzionalità del suolo in quanto forniscono parametri correlabili a meccanismi biochimici che inducono variazioni quanti/qualitative nelle sonde organiche sotterrate. In questo lavoro viene considerata una evoluzione del TBI al quale viene aggiunta l'analisi degli spettri NIR misurati sui residui organici degradati delle bustine al fine di considerarne la variazione qualitativa. Le misure di spettro, ripetute tre volte, sono state effettuate con uno “*smart-NIR*” (SCiO™, Tel Aviv, Israel) che opera nel range 740-1070 nm fornendo la riflettanza di 331 punti. I metodi adottati per lo studio (Litterbag-NIRS, TB-Index, e i nuovi TB-NIRS_{rosso}, TB-NIRS_{verde} misurati sulla coppia di bustine di tè) sono stati confrontati analizzando le matrici di classificazione ottenute da quattro esperimenti (3 su vite e 1 su insalata) che includevano in tutto 21 casi. L'analisi discriminante lineare (XLSTAT) si è basata sulle stime Partial Least Squares Predictor (PLSP) ottenute con analisi PLS (software WinISI-III) e ha fornito le percentuali di correttezza della classificazione in gruppi dopo validazione incrociata (%Correct). Questa percentuale rappresenta la tipicità di ciascun gruppo rispetto agli altri ed è stata usata per confrontare la sensibilità e/o la specificità dei metodi applicati a ciascun esperimento e al totale (MedcALC). Inoltre, l'ANOVA sui migliori indicatori PLSP (Best PLSP, BPLSP) ha consentito una caratterizzazione quantitativa della variabilità spettrale riscontrata nelle sonde. Per verificare l'utilità di metodi rapidi per la misura dell'attività delle piante e discriminare gli effetti sperimentali, sono stati rilevati anche il pH del picciolo e lo spettro NIR del lembo fogliare e, sulle due prove in vigneti adulti, lo spettro NIR dei vinaccioli e l'analisi della loro componente polifenolica. Alle misure spettrali sono state applicate le stesse elaborazioni discriminanti mono o multivariate sopra indicate. Infine, per verificare l'associazione fra bioattività nel suolo e risposta delle piante si è calcolata la predicibilità delle misure di produzione e composizione ottenute dalle prove, a partire dagli spettri NIR delle sonde utilizzate. L'elaborazione delle 2831 osservazioni ottenute dai 21 gruppi sperimentali dei 4 esperimenti ha evidenziato che il TBI (31%), il pH delle foglie (36%) e il NIRS del lembo fogliare (41%) raggiungevano un %Correct analogo, che il metodo Litterbag-NIRS consentiva una classificazione migliore (55%), ma che il valore maggiore era ottenibile con il metodo TB-NIRS (91% con il tè rosso e 82% con il verde) e con il NIRS dei vinaccioli (90%). La predicibilità delle produzioni è apparsa significativa e non differente per i tre metodi (R^2 cross-validato = 0,44 per litterbag, 0,59 per tè rosso e 0,54 per tè verde) così come quella dei polifenoli dei vinaccioli (R^2 medio = 0,38). In conclusione: i) gli indici TB-NIRS sono stati notevolmente più efficaci del TBI nel descrivere e comprendere i risultati di una prova sperimentale; ii) lo spettro NIR delle sonde organiche ha mostrato di contenere informazioni sulla risposta produttiva e qualitativa delle piante. iii) in prospettiva, l'applicazione del metodo TB-NIRS potrà essere utile in agricoltura sia a scopo sperimentale sia applicativo ma sarà più efficace quando saranno accertati i collegamenti con parametri biochimici e nutrizionali del suolo utili per la gestione culturale.

Parole chiave: indicatori fertilità biologica, suolo, Tea-Bag, Litterbag, NIRS, pH fogliare, polifenoli vinaccioli

Micro-ortaggi: composizione nutritiva e fitochimica di erbe aromatiche appartenenti alla famiglia delle *Apiaceae*

Christophe El-Nakhel*, Maria Giordano, Antonio Pannico, Luigi Formisano, Michele Ciriello, Stefania De Pascale, Youssef Rouphael

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II-80055, Portici (NA), Italia

* christophe.elnakhel@unina.it

I micro-ortaggi rappresentano una nuova generazione di prodotti alimentari, comunemente usati per guarnire i piatti culinari, e recentemente associati a un crescente interesse per la loro nutraceutica e profili fitochimici. Quattro specie di *Apiaceae*: *Pimpinella anisum* L. (anice), *Anthriscus cerefolium* L. (cerfoglio), *Carum carvi* L. (cumino) e *Anethum graveolens* L. (aneto) sono stati valutati per la resa fresca, il contenuto di macro e microelementi, clorofilla, acido ascorbico totale, carotenoidi, polifenoli e attività antiossidante. L'anice è stata la specie che ha prodotto di più ($2,53 \text{ kg m}^{-2}$) e ha fatto registrare il maggiore contenuto di luteina ($18,4 \mu\text{g g}^{-1}$ peso secco - ps). Cerfoglio e aneto sono caratterizzati dal più alto contenuto di acido ascorbico ($\sim 151 \text{ mg AA g}^{-1}$ peso fresco - pf). Il profilo fenolico ha evidenziato la presenza di cinque derivati flavonoidi e 12 derivati dell'acido fenolico, con i derivati dell'acido chinico risultati i fenoli più abbondanti. Inoltre, anice, cumino e aneto sono stati rilevati essere notevolmente ricchi di polifenoli totali ($\sim 11056 \mu\text{g g}^{-1}$ ps). Cumino e aneto sono stati caratterizzati dalla più alta attività antiossidante misurata con i metodi DPPH e ABTS, confermata per il cumino anche con il metodo FRAP. Tali risultati evidenziano il potenziale delle specie appartenenti alla famiglia delle *Apiaceae* come valida alternativa a quelle comunemente utilizzate per la produzione di micro-ortaggi.

Parole chiave: ambiente controllato, cibo funzionale, *microgreens*, ICP-OES, UHPLC-Q Orbitrap HRMS, composti fenolici, attività antiossidante

Uso del biochar come ammendante in vigneto: effetti sull'emissione di gas ad effetto serra dal suolo e sulle condizioni fisiologiche-produttive della vite

Maurizio Ventura¹, Claudio Mondini², Flavio Fornasier² e Carlo Andreotti^{*}

¹Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano (BZ)

²CREA - Centro Ricerca Viticoltura ed Enologia - sede di Gorizia (GO)

* carlo.andreotti@unibz.it

Il biochar è generalmente ottenuto tramite un processo di pirolisi ad elevate temperature di materiale vegetale (ad esempio scarti del legno provenienti da segherie, residui di potatura) e si contraddistingue per un elevato contenuto in carbonio. Quando incorporato nel suolo, il carbonio contenuto nel biochar è destinato a permanere inalterato per lungo tempo. Proprio per questa caratteristica, l'applicazione del biochar al terreno rappresenta un'interessante tecnica di mitigazione ambientale che si esplicita tramite una stabile sottrazione di carbonio dall'atmosfera (processo di fissazione della CO₂ atmosferica nel materiale vegetale oggetto di pirolisi) e suo stoccaggio nel suolo. Contestualmente, diverse ricerche hanno evidenziato come il biochar impiegato come ammendante possa contribuire nel breve termine al mantenimento della fertilità dei terreni (riducendo le perdite di elementi minerali per lisciviazione), nonché a migliorare le capacità di ritenzione idrica del suolo. Meno numerose sono invece le evidenze in merito agli effetti nel medio-lungo periodo dell'apporto di biochar al terreno. L'obiettivo del presente studio è focalizzato dunque ad estendere le conoscenze relative all'impiego del biochar in vigneto, coprendo un arco temporale sufficientemente lungo (fino a 8 anni) e consentendone quindi una valutazione completa almeno nel medio periodo. Le applicazioni di biochar sono state eseguite nella primavera del 2017 nell'ambito dell'attività di ricerca previste dal progetto FESR WOOD-UP (2017-2020). Il piano sperimentale ha previsto l'apporto di due quantitativi di biochar al terreno (25 e 50 ton/ha) in combinazione o meno con compost (45 ton/ha). A partire dal 2017 sono stati condotti rilievi volti a valutare l'impatto del biochar sulle caratteristiche del terreno, sull'emissione di gas ad effetto serra (CO₂, N₂O, CH₄), sulla disponibilità idrica del terreno, sugli scambi gassosi fogliari (fotosintesi netta, traspirazione, conduttanza stomatica), sullo stato idrico delle piante di vite, nonché sulla loro produttività. Per quanto riguarda l'emissione di gas ad effetto serra nel 2022, alla quinta stagione vegetativa successiva agli apporti di biochar, i flussi di CO₂ dal terreno sono stati significativamente ridotti in presenza di biochar (dose di 50 ton/ha). In particolare, le emissioni sono risultate di circa il 12% inferiori rispetto al controllo non ammendato. Questo indica non soltanto la stabilità del biochar nei confronti della decomposizione, ma anche il suo effetto sul rallentamento della mineralizzazione della sostanza organica del suolo. Non sono invece emerse differenze significative rispetto al controllo non ammendato per quanto attiene gli scambi di N₂O e CH₄. Il periodo particolarmente caldo e secco esteso per circa 20 giorni a fine luglio-inizio agosto 2022 ha permesso di verificare l'effetto del biochar sullo stato idrico del suolo. In particolare, l'applicazione di biochar a 50 ton/ha ha consentito il mantenimento di valori di potenziale idrico del suolo (misurati a 10 cm di profondità) meno negativi rispetto agli altri trattamenti, indicando quindi una migliore disponibilità idrica, seppure nell'ambito di valori bassi, indicativi di uno stato di carenza idrica (-1500 kPa). Confermando quanto rilevato nelle passate stagioni, anche nel 2022 l'apporto di biochar al terreno non ha influenzato lo stato idrico, le performance fisiologiche e i principali parametri produttivi (numero e peso dei grappoli, resa per pianta) delle piante di vite. Questa sostanziale mancanza di aspetti sfavorevoli relativi al comportamento delle piante di vite cinque anni dopo l'applicazione di biochar nel vigneto è da considerarsi positivamente permanendo infatti la funzione di mitigazione svolta dal biochar nei confronti dell'aumento della concentrazione della CO₂ nell'atmosfera.

Parole chiave: stoccaggio carbonio, CO₂, N₂O, CH₄, fotosintesi netta, potenziale idrico

Accumulo di silicio somministrato per via radicale in genotipi di melone locale e di pomodoro da industria

Annalisa Somma¹, Onofrio Davide Palmitessa^{1*}, Massimiliano D'Imperio², Francesco Serio²

¹ Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia.

² Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via Amendola, 122/O 70126 Bari, Italia.

* onofrio.palmitessa@uniba.it

Il silicio (Si) è un minerale abbondantemente diffuso ma che, secondo le attuali conoscenze, svolge un'azione favorevole nelle piante e nell'uomo. Per la pianta, l'infiltrazione di Si a livello di parete cellulare, consente l'irrobustimento dei tessuti e influenza indirettamente molti altri processi fisici e metabolici. Nell'uomo invece è stato dimostrato che il Si assunto attraverso l'alimentazione svolge un'azione benefica a livello di tessuti osseo, connettivo e anche neuronale. In base alla capacità ed alla modalità di assorbimento e quindi di accumulo dell'elemento, le specie vegetali possono essere classificate in: altamente o scarsamente accumulatrici e accumulatrici intermedie; inoltre, la letteratura riporta risposte diverse anche a livello varietale. Queste conoscenze sono propedeutiche sia alla valutazione di protocolli di biofortificazione agronomica, sia all'arricchimento dei tessuti in Si come approccio complementare al miglioramento della tolleranza a condizioni di stress in fase di allevamento. Allo scopo di approfondire questi aspetti, con la presente sperimentazione nell'ambito del progetto SOILLESS-GO è stato condotto un confronto tra due genotipi commerciali di pomodoro da industria (*Solanum lycopersicum* L., ibridi Versus - TV e Alpha200 - TA), notoriamente scarsamente accumulatrice di Si, e uno di carosello mezzo lungo di Polignano (melone immaturo, *Cucumis melo* L. - C), specie considerata accumulatrice di Si. Le piante sono state allevate in *floating system*. Il Si è stato somministrato per via radicale attraverso la soluzione nutritiva base, a cui sono stati aggiunti 50 o 100 mg/L di Si, oltre al controllo (2 mg/L di Si), fino allo stadio di piantine idonee per il trapianto. Dopo cinque settimane, sono stati effettuati rilievi biometrici sulle piantine ed è stato analizzato per via spettrofotometrica il contenuto in Si di radici, steli e foglie. La somministrazione di Si non ha avuto effetti significativi sui parametri biometrici dei genotipi a confronto, né sull'accumulo di sostanza secca (s.s.) in pomodoro (mediamente pari all'9,4%). Nel carosello è stato riscontrato un incremento della percentuale di s.s. nelle foglie (da 7,0% a 8,9%) e una riduzione nelle radici rispetto alle piante del controllo (da 5,4% a 86,2%). L'entità dell'accumulo di Si nei genotipi a confronto è stata maggiore di un ordine di grandezza in foglie e stelo in C rispetto alle radici di C e rispetto a foglie e stelo di TA e TV. In TA e TV, la quantità maggiore è stata rilevata in radici, seguite da foglie e steli; a livello fogliare, TV ha accumulato più Si di TA; a livello di stelo, è stato rilevato il contrario. In conclusione, il carosello è un accumulatore di Si e il pomodoro è un debole accumulatore di Si, con leggere differenze intraspecifiche. Inoltre, l'accumulo non ha modificato i principali parametri biometrici delle piantine da destinare al trapianto.

Parole chiave: *Solanum lycopersicum*, *Cucumis melo*, carosello, compartimentazione, senza suolo, floating system

Strategie per incrementare il profilo nutraceutico dei fiori eduli

Stefania Toscano^{1*}, Giovanni La Fornara², Luca Leotta², Daniela Romano²

¹Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina, Polo Universitario dell'Annunziata sn, 98168 Messina

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

* stefania.toscano@unime.it

I fiori eduli sono stati ampiamente utilizzati in cucina per centinaia di anni, ma recentemente si è registrato un crescente interesse nel loro uso per l'elevato contenuto di composti chimici benefici e per le relative proprietà nutraceutiche. I fiori edibili, infatti, sono fonte di un'ampia varietà di composti bioattivi, quali composti fenolici, carotenoidi, betalaine e alcaloidi. Essi stanno diventando sempre più popolari a livello mondiale, come evidenzia la loro diffusione nella gastronomia, la pubblicazione di volumi divulgativi sul loro impiego, i numerosi siti e pagine web ad essi dedicati. Il crescente utilizzo dei fiori edibili nell'alimentazione umana pone l'attenzione sulle migliori pratiche agronomiche sostenibili per garantire sia la resa produttiva, in termini di dimensione e numero dei fiori, sia elevate proprietà nutraceutiche. Tra le diverse pratiche adottate, vi è l'utilizzo di composti biostimolanti. Fra le possibili sostanze che possono essere impiegate, crescente interesse stanno suscitando quelli derivati dagli estratti di diverse specie vegetali (*plant-derived biostimulants*, PDBs), quali aloe, aglio, borrago, *Lawsonia inermis*, *Moringa oleifera* ecc.), utilizzati sia come trattamenti alle radici che come spray fogliari. La prova effettuata ha avuto l'obiettivo di indagare l'influenza dell'estratto di moringa (LME) a diverse concentrazioni (1:10, 1:20, 1:30, 1:40; 1:50) sulle caratteristiche morfologiche delle piante e sulla produzione e caratteristiche nutraceutiche dei fiori di petunia (*Petunia hybrida* E.Vilm.) 'GO!Tunia® Neon Pink'. Le piante, coltivate in vaso (Ø 16), sono state trattate ogni 15 giorni con estratto di foglie di moringa (MLE), mentre le piante di controllo (C) con acqua distillata. I rilievi hanno riguardato i parametri morfo-biometrici della pianta (peso fresco e secco delle diverse porzioni organografiche, numero di foglie e fiori, area fogliare), il contenuto in clorofilla e pigmenti carotenoidi, l'attività antiossidante (DPPH), il contenuto totale di zuccheri, polifenoli totali (TPC) e nitrati nelle foglie e nei fiori. Il trattamento con MLE ha modificato significativamente i parametri morfo-biometrici delle piante in particolare modo alla dose 1:20 con un incremento del 20% nel numero di foglie e l'area fogliare. I trattamenti hanno modificato il contenuto in acido ascorbico dei fiori a tutte le concentrazioni; in particolare, alla dose 1:10 si è avuto un incremento del 53% rispetto al controllo. Effetto positivo è stato registrato anche per i TPC dei fiori con un incremento del 41, 23, 41% rispettivamente alle dosi 1:20, 1:30 e 1:40. Il contenuto in zuccheri totali non è stato influenzato significativamente dai trattamenti. I risultati, considerati nel loro complesso, attestano l'effetto positivo della somministrazione di LME sia per le rese che per il profilo nutraceutico dei prodotti. Anche se occorre indagare meglio l'influenza della dose e della modalità di somministrazione, i risultati appaiono sin d'ora promettenti per la definizione di protocolli sostenibili di coltivazione, che appaiono particolarmente utili in considerazione delle peculiari modalità di utilizzazione di questi prodotti.

Parole chiave: *Moringa oleifera* Lam., caratteristiche morfo-biometriche, polifenoli totali, acido ascorbico, zuccheri

Fiori eduli essiccati: cambiamenti nelle caratteristiche sensoriali e nel profilo fitochimico in relazione al metodo di essiccazione

Nicole Mélanie Falla*, Matteo Caser, Sonia Demasi, Valentina Scariot

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO)

* nicolemelanie.falla@unito.it

In questi ultimi anni l'interesse per i fiori eduli è in crescita, grazie ai recenti studi sulle loro proprietà nutraceutiche e all'aumentata consapevolezza da parte dei consumatori delle loro proprietà. Tali fiori sono ricchi di sostanze fitochimiche, come vitamine, carotenoidi o fenoli, con proprietà antiossidanti benefiche per la salute umana, e possono trovare impiego, ad esempio, in alimenti e bevande funzionali (bevande energetiche, bevande sportive, acque funzionali, infusi di erbe ecc.), la cui domanda è in forte crescita. Diventa necessaria quindi la messa a punto di strategie di post-raccolta e di prima trasformazione, atte a prolungare la shelf life dei fiori eduli ed estenderne l'impiego, preservandone le caratteristiche organolettiche e nutraceutiche. Questo studio si è focalizzato sulle strategie di essiccazione, valutando i cambiamenti che si verificano nei fiori a livello estetico (colore e forma) e fitochimico (contenuto in antociani, flavonoli, acidi benzoici, acidi cinnamici e flavanoli, e attività antiossidante), a seguito di due metodi: uno tradizionale, in stufa a 50°C, e uno innovativo, in essiccatore a freddo a 22°C. A tale scopo sono state impiegate 8 specie rappresentative: *Bellis perennis* L., *Centaurea cyanus* L., *Dianthus carthusianorum* L., *Lavandula angustifolia* Mill., *Primula vulgaris* Huds., *Rosa canina* L., *Rosa pendulina* L., e *Viola odorata* L.

I risultati hanno evidenziato come il metodo di essiccazione a basse temperature abbia garantito un miglior mantenimento delle caratteristiche estetiche dei fiori, che hanno mostrato colori più vividi e forme più integre, rispetto alla tradizionale essiccazione a caldo. Similmente, gli estratti dei fiori essiccati a freddo hanno mostrato concentrazioni di molecole bioattive più elevate. In dettaglio, i decotti di *C. cyanus*, *D. carthusianorum*, *R. pendulina* e *V. odorata* hanno evidenziato un maggior contenuto di antociani (134.85, 175.41, 740.9 e 677.1 mg C3G/100 g DW rispettivamente) mentre quelli di *R. canina* e *R. pendulina* un maggior contenuto di polifenoli (9034.9 e 6325.47 mg GAE/100 g DW rispettivamente). L'attività antiossidante maggiore è stata riscontrata nei decotti di *R. canina*, *R. pendulina*, e *P. vulgaris*.

I fiori eduli essiccati a basse temperature potrebbero quindi contribuire alla realizzazione di alimenti e bevande funzionali. Tra le specie saggiate, le più promettenti, per l'elevato contenuto in molecole bioattive, risultano essere le rose.

Parole chiave: essiccazione a freddo, polifenoli, alimenti e bevande funzionali, decotti, attività antiossidante

Da pianta infestante a risorsa: impiego di *Lemna minor* L. come concime organico per la coltivazione della lattuga

Ada Baldi, Lorenzo Piacenti, Leonardo Verdi, Anna Lenzi*

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze

* anna.lenzi@unifi.it

La lenticchia d'acqua (*Lemna minor* L. e specie affini) rappresenta una problematica rilevante per le aziende agricole data la sua rapida diffusione negli ambienti acquosi (fossi e scoline), e particolarmente critica può risultare la sua presenza quando si utilizzano i sistemi di coltivazione idroponici. Nel caso del *floating system*, la pianta prolifera con estrema facilità sulla superficie della soluzione, esercitando un'azione competitiva nei confronti della coltura per l'utilizzazione dei nutrienti. Questo porta ad una riduzione dell'efficienza d'uso dei concimi, oltre a rendere necessarie operazioni di pulizia delle vasche di coltivazione. D'altra parte, la pianta può essere utilizzata per diversi scopi. Fino ad oggi l'impiego prevalente è stato nella fitodepurazione delle acque reflue, tuttavia la composizione chimica, il rapido sviluppo e la rilevante capacità di asportazione dei nutrienti rendono interessante la sua utilizzazione anche in altri settori, come quello zootecnico (uso come componente dei mangimi), quello energetico (uso come biomassa per la produzione di biogas), e quello delle produzioni vegetali (uso come concime organico). Quest'ultima alternativa, in aziende con tecnica di coltivazione mista (fuori suolo e su suolo) si può concretizzare nella distribuzione al terreno della biomassa sviluppata in idroponica, con recupero dei nutrienti in essa accumulati. Quello che per l'azienda rappresenta un rifiuto può quindi divenire una risorsa, in un'ottica di economia circolare. In questo lavoro, la lemna raccolta in vasche di produzione di basilico in *floating system* è stata utilizzata a diverse concentrazioni per la concimazione della lattuga coltivata su suolo, a confronto con urea e con un concime organico commerciale.

Parole chiave: lenticchia d'acqua, concimazione organica, azoto, orticoltura, economia circolare

Coltivazione di microgreens di *Anethum graveolens* L. trattati con selenio

Roberta Bulgari^{1*}, Hossein Sheikhi², Andrea Ertani¹, Mojtaba Delshad², Silvana Nicola¹

¹Università di Torino, Dipartimento di Scienze agrarie, forestali e alimentari, Largo P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italia

²Horticultural Sciences Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

* roberta.bulgari@unito.it

La qualità dei prodotti vegetali è un aspetto sempre più importante e richiesto dal mercato, in particolare se ci si riferisce al contenuto di metaboliti secondari o composti bioattivi specifici. La concentrazione di tali molecole può essere aumentata e standardizzata attraverso tecniche di coltivazione fuori suolo, anche in presenza di illuminazione a LED. Negli ultimi anni, inoltre, stiamo assistendo ad una crescente domanda di alimenti *tailor-made* ed arricchiti con microelementi utili per la salute umana. Lo scopo del presente studio è stato quello di indagare gli aspetti quantitativi e qualitativi nella coltivazione di *microgreens* di aneto (*Anethum graveolens* L.) in condizioni *indoor*, all'interno di un modulo commerciale modello Radix dotato di luci LED, adattabile per diversi sistemi di crescita idroponica ("MitTech"), e in coltura protetta in una serra a vetri. I semi di aneto sono stati biofortificati con trattamenti *nutri-priming* a base di selenio (Na_2SeO_4), a diverse concentrazioni, prima di essere messi in coltivazione. Alla raccolta dei *microgreens*, 25 giorni dopo la semina, sono stati valutati la resa e aspetti biometrici quali l'altezza, il peso fresco e il peso secco della parte aerea. Successivamente, è stata determinata la concentrazione di elementi minerali (Se, Mg, K) e di alcuni composti di interesse come clorofille e carotenoidi. Dai risultati preliminari ottenuti, la produzione di *microgreens* a partire da semi arricchiti con selenio sembra essere una tecnica promettente per ottenere un prodotto dall'alto valore nutrizionale. La biofortificazione ha influenzato il contenuto di minerali alimentari (Se) e altri parametri analizzati.

Parole chiave: aneto, coltivazione fuori suolo, biofortificazione, LED, qualità

Progetto PEI 2022-2024: SMS Green - bioeconomia circolare, sostenibilità melo-suolo

Raffaella Morelli, Daniela Bona, Andrea Cristoforetti, Sara Zanoni*, Daniela Bertoldi, Massimo Pindo, Roberto Zanzotti, Silvia Silvestri

Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

* sara.zanoni@fmach.it

Il seguente studio, co-finanziato dal PSR 2014-2022 della Provincia Autonoma di Trento per l'Operazione 16.1.1 "Gruppi Operativi nell'ambito del Partenariato Europeo dell'Innovazione", si inserisce all'interno del progetto triennale "SMS Green - Bioeconomia circolare: sostenibilità melo-suolo", avente come scopo la chiusura della filiera frutticola mediante il recupero e la valorizzazione di sottoprodotti e materiali di scarto per la produzione di energia e ammendanti di qualità, da restituire al suolo per il ripristino della fertilità e il mantenimento della biodiversità. Il progetto è coordinato dal Consorzio Difesa Produttori Agricoli, i partner sono la Fondazione Mach come referente tecnico-scientifico, il consorzio Melinda come referente organizzativo e Agriduemila Hub Innovation come referente della divulgazione. Obiettivi del progetto sono lo studio dei processi di valorizzazione di diverse tipologie di scarto derivante dall'industria di trasformazione delle mele e la successiva valutazione agronomica ed ambientale degli ammendanti prodotti. Gli ammendanti che saranno testati sono: la frazione solida del digestato, un compost, un hydrochar ottenuto dalla carbonizzazione idrotermica dei sottoprodotti ed un co-compost ottenuto dal co-compostaggio dell'hydrochar.

La valutazione agronomica prevede l'allestimento di mesocosmi di suolo addizionati con i quattro ammendanti in prova ed un controllo non ammendato, incubati al buio in condizioni controllate di temperatura (25°C) e umidità (50% della capacità di campo). Nel corso di un anno saranno monitorate nel tempo: le dinamiche dei nutrienti [azoto totale (metodo Dumas) e minerale (N-ammoniacale e nitrico quantificati per via colorimetrica dopo estrazione con K_2SO_4), fosforo assimilabile (metodo Olsen), magnesio e potassio scambiabili (quantificazione ICP-OES dopo estrazione in ammonio acetato a pH 7); il contenuto di carbonio organico totale e delle sue frazioni a diverso grado di stabilità termica (secondo DIN19539); l'attività microbica mediante misura della respirazione basale del suolo (valutazione della CO_2 evoluta in 24 ore a 25°C); la composizione e la biodiversità della comunità microbica mediante analisi metagenomica (sequenziamento con Illumina® MiSeq PE300 delle regioni ITS1 e 16S V4 rispettivamente per le comunità fungina e batterica)].

Lo studio permetterà di individuare i prodotti più promettenti nel migliorare la fertilità complessiva del suolo, in termini di apporto e stoccaggio a medio e lungo termine di carbonio organico e nutrienti e di funzionalità e biodiversità del suolo. Consentirà, inoltre, di efficientare l'utilizzo in campo di diverse tipologie di ammendanti in relazione allo stato di salute dei suoli e permetterà, nell'ottica dell'economia circolare e in linea con gli obiettivi del Green Deal europeo, di valorizzare gli scarti della filiera agroalimentare frutticola e ridurre la produzione dei rifiuti.

Parole chiave: economia circolare, ammendanti, fertilità del suolo, scarti di lavorazione delle mele

Regolite marziana e compost come substrati per la coltivazione di fava nello Spazio

Nafiou Arouna, Antonio G. Caporale, Roberta Paradiso*, Stefania De Pascale, Paola Adamo

Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli Federico II - Via Università, 100 – 80055, Portici (Napoli)

* rparadis@unina.it

Le principali agenzie spaziali si sono poste come obiettivo per il futuro prossimo di raggiungere la Luna o altri pianeti del sistema solare, in particolare Marte. Questo traguardo, tuttavia, dipenderà dallo sviluppo di ecosistemi artificiali, noti come sistemi biorigenerativi di supporto alla vita (*Bioregenerative Life Support Systems*, BLSSs), per superare l'attuale dipendenza dal rifornimento dalla terra, e imporrà l'utilizzo anche di risorse disponibili *in situ*. Nei BLSSs, le piante svolgeranno ruoli fondamentali quali la rigenerazione dell'aria, la purificazione dell'acqua, la riutilizzazione degli scarti organici dell'equipaggio e la produzione di cibo fresco.

La superficie di Marte è ricoperta da regolite, un insieme eterogeneo di materiale incoerente, consistente di pietre e polvere, creato dall'azione congiunta di frantumazione da impatto di meteoriti e micrometeoriti, erosione eolica, lava e agenti chimici atmosferici. La regolite marziana è potenzialmente idonea a supportare meccanicamente la crescita delle piante e contiene discrete quantità di minerali che potrebbero fornire alcuni macro e micro nutrienti, ma è carente di elementi fondamentali quali l'azoto e il fosforo, come conseguenza dell'assenza di materia organica. Con riferimento alla fertilità chimica, è ipotizzabile che la carenza di azoto possa essere parzialmente superata grazie alla coltivazione di leguminose, inoculate con specifici simbionti radicali in grado di fissare l'N atmosferico (i.e. batteri del genere *Rhizobium*).

Obiettivo di questo esperimento era valutare l'adattabilità di piante di fava (*Vicia faba* L., famiglia Fabaceae), inoculate e non inoculate con *Rhizobium leguminosarum*, alla coltivazione in serra fredda in vaso su diversi substrati: il simulante di regolite Mojave Mars Simulant MMS-1, puro e in miscela con compost verde (rapporto 70:30 in vol.), una sabbia fluviale, con o senza compost allo stesso rapporto, e due suoli terrestri, uno rosso argilloso e uno vulcanico franco-sabbioso.

I rilievi hanno interessato i parametri biometrici e fisiologici della pianta, l'efficienza di nodulazione e di N-fissazione del rizobio, e la resa e la qualità dei semi.

I risultati di questo studio forniranno indicazioni utili per la creazione di substrati di coltivazione fertili basati su regolite marziana e rifiuti organici disponibili *in situ* e sull'utilizzo di microrganismi benefici, per la pianificazione di future missioni su Marte, nonché informazioni sul comportamento di questa coltura nelle specifiche condizioni di crescita.

Parole chiave: *Vicia faba* L., Mojave Mars Simulant (MMS-1), suolo marziano, esplorazione spaziale

Farina di avocado: un nuovo prodotto ottenibile dai frutti di scarto

Ilenia Tinebra¹, Roberta Passafiume¹, Alessandra Culmone¹, Pasquale Roppolo¹, Alessandro Ruggeri¹, Raimondo Gaglio¹, Nicola Francesca¹, Eristanna Palazzolo¹, Vita Di Stefano², Vittorio Farina¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali – Università degli Studi di Palermo a
²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche - Università degli Studi di Palermo

* ilenia.tinebra@unipa.it

L'avocado (*Persea americana* Mill.) viene considerato come il quarto frutto più importante tra quelli tropicali per la sua crescente presenza sul mercato europeo. La fama di questo frutto è determinata dalle sue caratteristiche gustative che lo vedono sempre più presente sulle nostre tavole come frutto gastronomico e dalle proprietà nutraceutiche che permettono di caratterizzarlo come *functional food*. Negli ultimi anni la produzione di avocado in Italia e nel Mediterraneo è cresciuta vertiginosamente comportando un inevitabile sovrapprovvisionamento di prodotto anche dai paesi tropicali, con un conseguente aumento di frutti considerati di “seconda scelta” a causa del loro aspetto esteriore non conforme alle direttive europee che vanno ad incrementare la già elevata quota di *food waste*. Obiettivo principale di questa ricerca è quello di individuare metodi alternativi di utilizzo di questi frutti creando prodotti innovativi che vadano a ridurre la quantità di scarto alimentare. La metodologia utilizzata è stata quella dell'essiccazione in corrente di aria calda, economica e semplice nell'attuazione, al fine di ridurre l'attività dell'acqua e il contenuto di umidità dei frutti evitando così il veloce deterioramento e la possibile contaminazione durante la conservazione. Anche se l'avocado disidratato, essendo un frutto ricco di acidi grassi, poco si presta all'utilizzo alimentare tal quale, un'ulteriore trasformazione ha permesso di ottenere una farina più o meno grossolana. In questo lavoro abbiamo valutato l'uso del processo di essiccazione convettiva, individuando il più corretto binomio tempo-temperatura in grado di preservare la qualità chimico-fisica della polpa, e la successiva tecnica di trasformazione in farina partendo da frutti di avocado delle varietà *Hass* e *Fuerte* coltivati in Sicilia. Sono stati valutati due diversi stadi di maturazione dei frutti, *ripe* e *overripe*, e prima dell'applicazione dei diversi trattamenti sono stati lavati e sanificati, privati dei semi e tagliati a metà longitudinalmente. I trattamenti applicati, in particolare, hanno previsto frutti con e senza buccia e con e senza *dipping* in soluzione antiossidante. I frutti sono stati, quindi, disidratati con tempi differenti a seconda della varietà e dello stadio di maturazione. In particolare, i frutti della varietà *Hass*, sia *ripe* che *overripe*, sono stati disidratati alla temperatura di 75°C per 28 ore, mentre i frutti della varietà *Fuerte* sono stati disidratati alla temperatura di 75°C per 48 ore. Successivamente, dalle polpe disidratate (con buccia e senza) sono state ottenute le farine per macinazione delle stesse. Lo studio ha permesso di mettere a punto una tecnica di disidratazione e di successiva macinazione in grado di ottenere, da un frutto di scarto naturalmente ricco di acidi grassi, un prodotto che può essere utilizzato come ingrediente in nuove preparazioni alimentari.

Parole chiave: *Persea americana*, disidratazione, scarto alimentare, frutti non conformi, *super food*, nuovi alimenti

Ricerca finanziata nell'ambito del progetto *Tecnologie innovative di processo e di prodotto standardizzate e certificate per la filiera dei frutti tropicali TINFRUT* - PSR Sicilia 2014/2020 sottomisura 16.1.

Elementi biofilici nell'ambiente indoor: effetti benefici sulla qualità dell'aria e il benessere psico-fisico dell'uomo

Hilary Serra^{1*}, Claudio Zavattaro¹, Elio Padoan², Andrea Firbus², Federica Larcher², Marco Eid³, Marco Borlo³, Raffaella Ricci¹, Valentina Scariot², Luisella Celi²

¹*Dipartimento di Psicologia, Università di Torino - via Verdi 10, 10124, Torino, Italia*

²*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino - Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO), Italia*

³*Blue Engineering srl, via Albenga 98, 10098 Rivoli (TO)*

* hilary.serra@edu.unito.it

L'introduzione di elementi naturali negli ambienti interni, o Indoor Nature, è una prerogativa del Biophilic Design, una nuova frontiera nel campo del design sostenibile, il cui scopo è quello di incentivare la connessione e la vicinanza tra uomo e natura. I benefici apportati dall'Indoor Nature sono riscontrabili su più livelli. Recenti studi hanno mostrato il ruolo positivo delle piante nel miglioramento della qualità dell'aria indoor, riscontrabile soprattutto nella riduzione delle concentrazioni di particolato atmosferico, composti volatili, diossido di carbonio e ossidi di azoto. La presenza di piante indoor può inoltre ottimizzare le condizioni di temperatura e umidità e contribuire all'abbattimento del rumore. L'influenza positiva di piante o elementi biofilici è stata osservata anche in ambito psicologico, cognitivo, e fisiologico. Nello specifico, soggetti volontari esposti ad ambienti interni biofilici hanno riportato: i) un maggior senso di benessere, un aumento di emozioni positive, di produttività e performance lavorativa; ii) un miglioramento delle funzioni cognitive, come attenzione, memoria, capacità decisionale; iii) una diminuzione nei livelli di parametri fisiologici che riflettono la risposta allo stress, come pressione sanguigna, frequenza cardiaca e conduttanza cutanea.

Sulla base di questi elementi, il presente studio ha indagato gli effetti benefici di un living-wall costituito da moduli autoportanti vegetati, co-progettato dall'Università di Torino e dall'azienda Blue Engineering, analizzandone le performance agronomico-colturali, gli effetti sulla qualità dell'aria e sul benessere psico-fisico dell'uomo. Tale attività è propedeutica ad una futura applicazione del living wall su mezzi di trasporto.

Parole chiave: *Indoor nature*, inquinanti dell'aria, living wall, piante d'appartamento, benessere psico-fisico

Produzione di fertilizzanti ecosostenibili derivanti da scarti agro-industriali per il miglioramento della qualità del suolo e delle colture

Angela Maffia*, Federica Marra, Francesco Canino, Adele Muscolo

Università Mediterranea di Reggio Calabria – Dipartimento di Agraria- 89124 Reggio Calabria

* angela.maffia@unirc.it

L'agricoltura è il settore che genera circa un quinto delle emissioni di gas serra in tutto il mondo ma, allo stesso tempo, produce una grande quantità di biomassa. Riutilizzare quest'ultima può ridurre la dipendenza dai combustibili fossili e, di conseguenza, mitigare i danni dovuti dalle emissioni di gas serra.

La normativa nazionale ed europea, come si può notare dal PSR 2014/2020, dalla strategia *Farm to Fork*, ha focalizzato sempre più l'attenzione sulla riduzione dei residui chimici e sull'ottenimento di prodotti più salubri, incentivando la riduzione degli scarti produttivi e il loro riutilizzo, valorizzando gli stessi con l'utilizzo di tecnologie innovative, per ridurre al minimo la produzione del rifiuto da discarica.

Nell'Agenda 2030, l'Europa, grazie ad un documento programmatico ambizioso, mira a proporre una nuova strategia di crescita che trasformi l'UE in un'economia efficiente sotto il profilo delle risorse: il *Green Deal* Europeo. Il *Green Deal* punta a promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare, ripristinando la biodiversità e riducendo l'inquinamento dell'ambiente, promuovendo quella che viene definita "transizione", trasformando le problematiche climatiche e le sfide ambientali in opportunità in tutti i settori.

In linea con gli obiettivi proposti dalla normativa europea e italiana si colloca la presente ricerca che mira a riutilizzare diverse tipologie di sottoprodotti agroindustriali (residui di lavorazione degli agrumi e zolfo come residuo industriale) con un duplice obiettivo: migliorare la qualità e fertilità dei suoli e incrementare la produttività e qualità delle colture in modo sostenibile. Lo zolfo, in quanto residuo della bioraffineria e il pastazzo residuo della lavorazione delle arance, sono stati complessati con bentonite permessa in agricoltura biologica che ha la funzione di substrato inerte e veicolante. Il biofertilizzante ottenuto è stato testato in comparazione con un fertilizzante di sintesi (NPK) e uno organico commerciale (stallatico) in cella climatica. La fertilizzazione è stata effettuata in *pots* su piante ortive su due suoli con diversa tessitura e con pH alcalino. Dai primi risultati è emerso che il fertilizzante prodotto, appartenente alla categoria dei correttivi, grazie alla sua formulazione in pastiglie che ne consente la facile distribuzione e disgregazione nel terreno, ha mostrato una rapida correzione del pH del terreno stesso. L'abbassamento del valore del pH nella zona di sviluppo radicale facilita la mobilità e l'assorbimento di nutrienti che risultano poco mobili a pH alcalino e facilita anche l'*uptake* di macronutrienti come azoto, fosforo e potassio. In conclusione, dai primi risultati ottenuti, si può già affermare che l'uso di un fertilizzante sostenibile prodotto con i residui di bioraffinerie e di lavorazione delle arance, migliora la qualità del suolo in termini di funzionalità e nello stesso tempo la produttività e la qualità delle colture.

Parole chiave: Gestione dei rifiuti, biofertilizzanti, qualità del suolo, qualità colture, sostenibilità

Sviluppo di protocolli per la propagazione di specie vegetali endemiche del Madagascar ad alto valore fitochimico

Annachiara Fioccardi^{*}, Dario Donno¹, Zoarilala Rinah Razafindrakoto², Giovanni Gamba¹, Matteo Caser¹, Valentina Scariot¹, Gabriele Loris Beccaro¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino

²IMRA, Institut Malgache de Recherches Appliquées, BP 3833, Antananarivo, Madagascar

* annachiara.fioccardi@unito.it

I Paesi tropicali e subtropicali come il Madagascar sono ricchi di specie vegetali che rivestono un ruolo importante per l'ecosistema e la sopravvivenza umana. Le specie vegetali tropicali sono spesso esposte a molteplici minacce, come la deforestazione, il cambiamento climatico e la raccolta eccessiva di materiali vegetali per scopi commerciali. Di conseguenza, la loro sopravvivenza a lungo termine richiede interventi di conservazione mirati, che includano lo sviluppo di efficaci metodi di propagazione. Inoltre, la conoscenza dei protocolli di moltiplicazione di queste specie è importante perché sono spesso una fonte essenziale di molecole bioattive per le comunità locali.

Per queste ragioni, presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari dell'Università di Torino, in collaborazione con l'*Institut Malgache de Recherches Appliquées* (IMRA), è in corso una ricerca che mira allo studio e all'applicazione di differenti metodi di propagazione *in vivo* e *in vitro* con lo scopo di conservare alcune specie tropicali a rischio di erosione genetica ed importanti per il loro utilizzo a scopo medicinale da parte delle popolazioni locali. In particolare, in questo studio, ne sono state selezionate quattro, per importanza in etnobotanica e criticità di conservazione, endemiche del Madagascar: *Brachylaena ramiflora* Humbert, *Uapaca thouarsii* Baill., *Canarium madagascariense* Engl. e *Drosera madagascariensis* DC. Queste piante sono state caratterizzate per la loro composizione fitochimica e capacità antiossidante. Sono stati analizzati infusi e decotti di *B. ramiflora*, poiché questa viene così utilizzata dalle popolazioni locali; nei primi i principali composti identificati sono stati acido chinico ($334,55 \pm 0,99$ mg/100 gFW), acido clorogenico ($208,27 \pm 7,74$ mg/100 gFW) e γ -terpinene ($144,19 \pm 1,00$ mg/100 gFW), mentre i componenti principali nei decotti sono stati castalagina ($2002,64 \pm 13,96$ mg/100 gFW), acido citrico ($1171,81 \pm 1,05$ mg/100 gFW) e acido clorogenico ($646,44 \pm 2,31$ mg/100 gFW). Per quanto riguarda la *U. thouarsii*, i principali componenti determinati negli infusi sono stati acido citrico ($53,42 \pm 3,9$ mg/100 gFW), catechine ($74,19 \pm 26,54$ mg/100 g DW), acido ascorbico ($16,68 \pm 2,18$ mg/100 g DW) e acido ellagico ($33,5 \pm 7,19$ mg/100 g DW). I risultati hanno evidenziato che gli infusi utilizzati come bevande medicinali dalla popolazione locale possono essere, in generale, una fonte di nutrienti e molecole bioattive con proprietà antiossidanti e attività anti-infiammatoria, che sono coerenti con gli utilizzi fatti delle piante da parte delle popolazioni locali. Tuttavia, l'eccessivo utilizzo di queste piante nella medicina tradizionale rappresenta una minaccia per la biodiversità, a causa del loro sfruttamento intensivo. Pertanto, diventa essenziale approfondire lo studio dei principali metodi di moltiplicazione di queste specie al fine di creare modelli colturali *ad hoc*, finalizzati alla produzione di materiali vegetali da utilizzare da parte delle popolazioni locali e preservare tali risorse nel loro ambiente naturale.

Parole chiave: agrobiodiversità, endemismo, composti bioattivi, attività antiossidante

Effetto di dosi crescenti di luce far-red sulla radicazione di talee di *Rosa* ‘Bonica 82’ in un sistema aeroponico

Alessandro Pistillo, Andrea D’Aprile*, Maria Eva Giorgioni, Francesco Orsini, Giuseppina Pennisi

Dipartimento di scienze e tecnologie agro-alimentari (Distal) - Università di Bologna

* andrea.daprile3@unibo.it

La *Rosa* ‘Bonica 82’ è stata selezionata in Francia da Marie-Louise Meilland nel 1982. Questa cultivar presenta un habitus arbustivo, è rifiorente e produce fiori di colori che vanno dal rosa chiaro al bianco, in base alla temperatura ambientale. Nel presente lavoro è stata valutata l’influenza della luce appartenente allo spettro del rosso lontano (Far Red, FR) sulla radicazione di talee di rosa. Queste sono state poste in un sistema aeroponico destinato al *vertical farming*, all’interno di una camera di crescita con parametri ambientali controllati, quali temperatura di 24/21°C e umidità relativa di 65%/75% (giorno/notte). Per tutta la prova, la concentrazione di CO₂ è stata mantenuta a 850 ppm. Non sono stati impiegati ormoni radicanti durante la prova, così da poter valutare il solo effetto della luce sul processo di radicazione. Tutte le talee sono state sottoposte a stesse condizioni fotoperiodiche (16 ore di giorno) e medesimo flusso di fotoni fotosintetizzanti (PPFD) pari a 100 μmol m⁻²s⁻¹. Sono stati impiegati quattro trattamenti luminosi, tra cui un trattamento controllo, composto da luce rossa e blu (con rapporto RB=3), e tre trattamenti in cui venivano aggiunte dosi crescenti di luce FR, in misura di 30, 50 e 70 μmol m⁻²s⁻¹. Le piante trattate con luce FR hanno presentato un significativo aumento nella capacità di produzione del callo radicale tra i 10 e i 15 giorni dal trapianto, rispetto al non trattato. L’effetto della luce FR viene pertanto analizzato sia con riferimento alla produzione di calli, sia rispetto all’effettiva radicazione delle talee.

Parole chiave: vivaismo, floricoltura, vertical farming, LED, spettri luminosi, rosa

I microgreens come componente di supporto alla vita nello spazio: effetti di diversi substrati di coltivazione e tecniche di gestione della soluzione nutritiva su resa e qualità di *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* e *Brassica oleracea* var. *sabauda*

Youssef Roupael^{1,*}, Michele Ciriello¹, Luigi Formisano¹, Christophe El-Nakhel¹, Marta del Bianco², Gabriele Paglialunga³, Alberto Battistelli³, Stefania De Pascale¹

¹ *Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II – 80055, Portici (NA), Italia*

² *Agenzia Spaziale Italiana (ASI), Direzione, Scienza e Ricerca – 00133, Roma, Italia*

³ *Research Institute on Terrestrial Ecosystems (IRET), National Research Council of Italy (CNR), Porano (Terni) 05010, Italy.*

* youssef.rouphael@unina.it

Il successo delle missioni spaziali e del mantenimento dei veicoli orbitanti dipenderà dalla capacità di garantire un'alimentazione adeguata agli astronauti. Una dieta bilanciata è fondamentale per garantire il benessere psico-fisico e, pertanto, la messa a punto di un sistema di coltivazione per la produzione di cibo fresco, con caratteristiche organolettiche e fitochimiche premium, potrebbe essere la soluzione al problema. Nel presente studio sono stati valutati differenti metodi di coltivazione di microgreens di *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* e *Brassica oleracea* var. *sabauda* su substrati coerenti in fibra di cocco e spugna cellulosica. Inoltre, sono state confrontate due diverse tecniche di fertirrigazione: 1) soluzione nutritiva di Hoagland a un quarto di concentrazione (per l'intero ciclo colturale come controllo; 2) soluzione nutritiva di Hoagland con concentrazione dimezzata per la prima metà del ciclo colturale e acqua nella restante parte (*R. raphanistrum* ha garantito una migliore resa fresca per metro quadro e una più alta concentrazione di antociani mentre *B. oleracea* ha avuto una più alta concentrazione di carotenoidi (luteina e β -carotene) e una più bassa di nitrati. La coltivazione in fibra di cocco ha aumentato la resa dei microgreens ma anche la concentrazione di nitrati rispetto alla spugna cellulosica. Il trattamento di fertirrigazione , rispetto al controllo (ha aumentato la concentrazione di glucosio, fruttosio e saccarosio ma ha ridotto la resa fresca. I risultati di questo studio saranno utili per ottimizzare la gestione della produzione in ambiente controllato con il fine ultimo di aumentare la resa e il contenuto bioattivo dei microgreens freschi prodotti nello spazio.

Parole chiave: Brassicaceae, β -carotene, fibra di cocco, luteina, spugna cellulosica

I fiori commestibili come nuova realtà alimentare

Andrea Copetta¹, Ilaria Marchioni^{1,2}, Laura Pistelli^{2,3}, Michela Montone², Paolo Mussano¹, Marco Savona¹, Carlo Mascarello¹ e Barbara Ruffoni^{1*}

¹CREA - Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo (Imperia)

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-alimentari, Università di Pisa, (Pisa)

³Centro Interdipartimentale di Ricerca “Nutraceutica e Alimentazione per la Salute” (NUTRAFOOD), Università di Pisa (Pisa)

* barbara.ruffoni@crea.gov.it

Negli ultimi anni molte piccole e medie imprese hanno focalizzato la loro attenzione sulla produzione di fiori per il mercato alimentare. Nella maggior parte dei casi, i fiori commestibili sono usati per guarnire i piatti, tuttavia, oltre ad un valore decorativo, alcuni fiori hanno un gusto caratteristico o sorprendente e gli chef più fantasiosi e innovativi li utilizzano come ingredienti dei piatti e nella realizzazione di preparazioni alimentari. La riscoperta dei fiori commestibili e il crescente interesse per essi è dovuto anche al loro contenuto di composti nutraceutici e antiossidanti importanti nelle diete vegane e vegetariane. Oltre alle loro caratteristiche chimiche e organolettiche, molti di questi fiori possono essere utilizzati come coloranti alimentari naturali. Tra le specie studiate e coltivabili come fiori commestibili vi sono: *Acmella oleracea* (gusto elettrico); varie varietà di *Agastache* spp. con aromi diversi come anice (*A. mexicana* ‘Sangria’), limone (*A. aurantiaca* ‘Sunset Yellow’), liquirizia (*A. foeniculum* ‘Blue Boa’), menta (*A. hybrida* ‘Arcado’); *Begonia cucullata* (sapore acido); *Crocus sativus*; *Dahlia* spp.; *Fuchsia regia*; *Hemerocallis* spp.; *Hibiscus sabdariffa*, *Mertensia maritima* (gusto di ostrica); *Monarda didyma* ‘Fire Ball’ (gusto origano); *Nepeta x faassenii*; varie varietà di *Ocimum basilicum* con diversi gusti: cannella (*O. basilicum* ‘Canella’), limone (*O. basilicum* ‘Citriodorum’), un mix di spezie (*O. basilicum* ‘Spice’); *Pelargonium odoratum* ‘Lemon’; *Polianthes tuberosa*; *Rosa* spp.; diverse specie del genere *Salvia* tra cui *S. discolor* (gusto di ribes e pinoli), *S. dorisiana* (gusto di pesca e albicocca), *S. elegans* (gusto di ananas), *S. greggii*, *S. jamensis*; *Tagetes lemmonii* (gusto limone); *Tropaeolum majus* (ravanello piccante); *Tulbaghia cominsii* (sapore di burro agliato); *T. simmlerii* (gusto di asparagi all’aglio); *Tulbaghia violacea* (gusto d’aglio); *Verbena bonariensis* e molte specie del genere *Viola*. Per queste specie sono state studiate le problematiche relative alla loro coltivazione, raccolta, sicurezza di uso e conservazione. Visto l’uso alimentare del prodotto, la coltivazione richiede l’applicazione di metodi biologici o che garantiscano un prodotto a residuo zero. Per molte specie è stata valutata la *shelf life* del fiore che è uno degli aspetti più importanti per la loro commercializzazione. Spesso i fiori commestibili vengono venduti in vaschette trasparenti in plastica o materiale biodegradabile che sono una soluzione di imballaggio adeguata per aumentare la loro conservazione seguendo una corretta catena del freddo.

I risultati, prodotti nell’ambito di diversi progetti nazionali ed internazionali come BIOFIORI (PSR Liguria M16.2) e ALCOTRA INTERREG ANTES, permettono di aggiornare i produttori ed informare i consumatori.

Parole chiave: filiere emergenti, fiori eduli, sicurezza d’uso, coltivazione biologica

Sessione Resilienza

Orali

La risposta delle piante e dei frutti allo stress idrico in *Prunus cerasus*: un caso studio in Italia

Melissa Venturi*, Andrea Giovannini, Brunella Morandi

DISTAL, Università di Bologna, V. le Fanin 46, 40127 Bologna, Italia.

* melissa.venturi@unibo.it

Le ricerche degli ultimi anni hanno dimostrato come il consumo di frutti di amarena (*Prunus cerasus* L.) abbia ricadute positive sulla salute umana. Tuttavia, i cambiamenti climatici in atto stanno mettendo a rischio la produzione frutticola, specialmente nelle zone caratterizzate da forti caldi estivi e siccità, poiché le piante necessitano di un apporto irriguo per compensare l'acqua evapo-traspirata durante il giorno. Bisogna però ricordare che l'acqua è una risorsa limitata e contesa tra i diversi settori produttivi, quindi non sempre disponibile per uso agricolo. In questo contesto diventa importante conoscere le risposte fisiologiche delle piante alla scarsità d'acqua, e le ripercussioni sulla qualità dei frutti. Questo studio è stato condotto durante le stagioni 2020, 2021 e 2022 con l'obiettivo di valutare gli effetti fisiologici indotti dall'assenza di irrigazione nelle ultime settimane prima della raccolta. A partire da 59 (2020), 55 (2021) e 54 (2022) giorni dopo la piena fioritura (GDPF), 6 alberi sono stati sottoposti a carenza idrica, mentre altri 6 alberi sono stati utilizzati come controllo ed irrigati sulla base del tasso di evapotraspirazione giornaliero. Le piante sono state divise in quattro blocchi randomizzati, due per ogni trattamento. Durante ogni stagione vegetativa sono stati monitorati: i) i potenziali idrici del fusto e delle foglie; ii) gli scambi gassosi fogliari; iii) la crescita dei frutti e dei germogli; iv) la qualità dei frutti alla raccolta (2021 e 2022); v) il contenuto in polifenoli totali dei frutti alla raccolta (2020 e 2021). I dati non hanno mostrato differenze nell'andamento stagionale dei potenziali idrici del fusto e delle foglie a mezzogiorno tra i trattamenti. L'andamento stagionale degli scambi gassosi fogliari a mezzogiorno non è stato influenzato in nessuno degli anni considerati; tuttavia, la traspirazione ha mostrato valori più bassi ($p < 0,05$) alle 15.00 a 65 GDPF (2020) e 76 GDPF (2021). I frutti stressati hanno presentato un peso inferiore per tutta la stagione nel 2020, mentre nel 2021 questa differenza è stata osservata solo alla raccolta; nel 2022 non sono state osservate differenze nel peso dei frutti. La crescita dei germogli è stata significativamente inferiore nelle piante stressate solamente nel 2020. I tratti qualitativi alla raccolta hanno mostrato valori simili, tranne il rapporto zucchero/acidità che è risultato significativamente più alto nei frutti delle piante stressate in entrambi gli anni. I frutti sottoposti a stress idrico hanno mostrato un accumulo maggiore ($p < 0,05$) nel contenuto di polifenoli totali nella polpa nel 2020. In conclusione, le piante hanno mostrato un calo delle prestazioni durante il primo anno, mentre in quelli successivi le loro prestazioni sono state pari a quelle degli alberi completamente irrigati, ipotizzando la presenza di una "memoria dello stress".

Parole chiave: amarena, fisiologia, stress idrico, qualità del frutto, polifenoli totali

Difesa da stress multipli estivi in *Vitis vinifera* L. attraverso l'uso del caolino

Lucia Giordano^{1*}, Tommaso Frioni², Sergio Tombesi², Alberto Palliotti¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia

²Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense 84, 29122 Piacenza

* lucia.giordano1@studenti.unipg.it

In molte regioni viticole si verificano con sempre maggiore frequenza e gravità fenomeni di stress ambientali, legati al costante aumento delle temperature dell'aria spesso associati ad elevati livelli radiativi e carenza idrica. L'insieme di questi eventi compromette la fisiologia di base causando drastiche riduzioni nell'efficienza fotochimica cui seguono fenomeni di foto-danneggiamento con clorosi, necrosi e talvolta anche la morte delle viti.

Nel presente studio, condotto nel 2018, è stato dimostrato che l'impiego del caolino (silicato di alluminio) sulle chiome è in grado di mitigare gli effetti negativi della siccità intensa e/o prolungata sulla fisiologia della vite per mezzo della sua elevata capacità di aumentare la riflessione della luce e di raffreddare i tessuti fogliari. Alcuni effetti indiretti riguardano invece la protezione della funzionalità della chioma e un più rapido recupero dallo stress grazie alla regolazione dell'acido abscissico (ABA).

Nello specifico è emerso che nelle foglie di vite trattate con caolino al 3% (polvere di roccia) vi è stato un aumento della riflessione della luce con riduzione della temperatura fogliare (fino a 5-6 °C), mentre i potenziali idrici non sono stati influenzati. Riguardo gli scambi gassosi, nelle foglie imbiancate dal caolino, rispetto al controllo, è stata manifestata una riduzione della traspirazione fogliare e un aumento della fotosintesi netta, di conseguenza l'efficienza dell'uso dell'acqua sotto stress è risultata significativamente maggiore. Anche la quantità di carotenoidi totali, ovvero violaxantina + anteraxantina + zeaxantina (VAZ), è risultata quasi raddoppiata rispetto al controllo e i contenuti in violaxantina e zeaxantina sono aumentati, mentre sono state riscontrate riduzioni a carico di neoxantina e ABA. È stato quindi evidenziato che il caolino, in condizioni di stress termico/radiativo e di deficit idrico, è in grado di prevenire la biosintesi di ABA evitando deviazioni del ciclo VAZ (de-epossidazione/epossidazione) nonché la formazione dei precursori dell'ABA, ovvero la neoxantina. La protezione attiva esercitata dal ciclo VAZ e dalla traspirazione, attraverso un aumento della dissipazione dell'energia e degli elettroni in eccesso, contribuisce a mantenere alta l'efficienza nelle foglie imbiancate dal caolino, nonché a contenere sia le temute fotoinibizioni sia i fenomeni di senescenza anticipata.

Parole chiave: vite, stress abiotici, caolino, siccità, ciclo VAZ, acido abscissico

Indagine sulla fenologia della cultivar Cannonau (*Vitis vinifera* L.) in risposta al cambiamento climatico nella zona “classica” di coltivazione della DOC Cannonau di Sardegna

Franco Fronteddu¹, Luca Mercenaro^{2*}, Mario Santona², Pierfrancesco Deiana², Marcello Cillara², Michele Fiori³, Paolo Capece³, Giovanni Nieddu²

¹ Agenzia Laore Sardegna, Servizio Sviluppo e Sostenibilità delle Attività Agricole, Cagliari 09123

² Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Sassari 07100

³ Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna, Dip. Meteorologico, Sassari 07100

* mercenaro@uniss.it

Il presente lavoro ha voluto indagare gli effetti della temperatura sulle fasi fenologiche del principale vitigno a bacca rossa coltivato in Sardegna, il Cannonau. Nello specifico, l'obiettivo dello studio è stato quello di meglio precisare l'impatto dei cambiamenti climatici in atto sul susseguirsi delle fenofasi della varietà in osservazione. A tal fine sono state analizzate le informazioni provenienti da due vigneti siti rispettivamente in agro di Siniscola e Dorgali, entrambi situati sulla costa est dell'Isola, dove per 20 anni continuativi, a partire rispettivamente dal 1998 e dal 2002, sono state annotate le date di germogliamento, fioritura, invaiatura e maturazione. Sugli stessi vigneti, per il medesimo arco temporale, sono state raccolte informazioni sulle variabili produttive inerenti la produttività e la composizione chimica dell'uva.

L'indagine agroclimatica, oltre a permettere il confronto dei dati termo-pluviometrici dei siti di studio con il trentennio di riferimento 1971-2000 elaborato dal Dipartimento Meteorologico ARPAS Sardegna, ha consentito la determinazione del fabbisogno di tempo termico (ore normali di caldo NHH) durante i vari stadi fenologici delle serie analizzate. Tali fabbisogni, riportati al trentennio di riferimento, hanno rappresentato la base di calcolo per il confronto con i valori previsionali di ore normali di caldo, ipotizzando e applicando alcuni scenari di cambiamento climatico ICPP (Intergovernmental Panel on Climate Change) al 2050, nello specifico i modelli HE e GS messi a punto rispettivamente dal Goddard Institute for Space Studies (GISS) della NASA e dall'Hadley Center dell'Ufficio Meteorologico del Regno Unito.

I risultati ottenuti prospettano l'anticipo fenologico di tutte le fenofasi indagate che, sulla cultivar oggetto di osservazione, si potrebbe riscontrare nel 2050, consentendo di valutare il comportamento del vitigno rispetto ai due diversi scenari. Le informazioni acquisite confermano il ruolo sempre più centrale della fenologia quale indicatore del cambiamento climatico e possono rappresentare il fondamento per predisporre azioni di lungo periodo di mitigazione e di governance del territorio.

Parole chiave: ore normali di caldo, maturazione dell'uva, temperatura, stress biotici, viticoltura resiliente.

Evoluzione della cascola delle gemme a fiore in rami di pistacchio con diversa carica produttiva

Valeria Imperiale*, Tiziano Caruso, Annalisa Marchese, Enrico Viola, Francesco Paolo Marra

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Viale delle Scienze Ed. 4, 90128 Palermo, Italia.

* valeria.imperiale@unipa.it

L'alternanza di produzione è un meccanismo di regolazione interno della carica produttiva che caratterizza molte specie arboree da frutto. Solitamente è la mancata differenziazione delle gemme a fiore durante l'anno di carica a provocare una riduzione o una totale assenza della produttività nell'anno successivo. Nel pistacchio (*Pistacia vera* L.), invece, tale meccanismo si presenta con una modalità peculiare; la variazione ciclica, infatti, è causata dalla precoce abscissione delle gemme a fiore formatesi nell'anno di carica. Recentemente diversi autori hanno suggerito un coinvolgimento dei fattori nutrizionali (carboidrati, sostanze azotate ed elementi minerali) mediato, probabilmente, da segnali ormonali. Si tratta di un fenomeno estremamente complesso di cui, ancora oggi, sono molte le interazioni non del tutto approfondite. L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di stimare, attraverso un modello di simulazione, la dinamica di ripartizione del carbonio (C) su rami a diversa carica produttiva e contestualmente individuare la finestra temporale in cui il segnale di cascola delle gemme a fiore viene attivato. In un pistacchieto di trent'anni di età, sono state scelte 3 piante cariche e selezionati 5 rami con diversa carica produttiva: un ramo non produttivo (T0), un ramo con una (T1), due (T2), tre (T3) e quattro (T4) infruttescenze. Il numero di frutti per ramo, numero di frutti per infruttescenza, numero di foglie e delle gemme ascellari è stato monitorato settimanalmente per l'intera stagione vegeto-produttiva (maggio-settembre). I frutti allegati per infruttescenza sono risultati inversamente correlati con il numero totale di frutti per ramo. La superficie fogliare per ramo è risultata significativamente differente tra le tesi, con valori di 2127 ± 28 cm² nei rami scarichi (T0) e mediamente di 1291 ± 320 cm² nei rami con i frutti (T1; T2; T3; T4). Come atteso, la percentuale di cascola finale di gemme a fiore è stata direttamente correlata alla carica per ramo; con una cascola di appena il $32 \pm 6\%$ nella tesi T0 e mediamente del $73 \pm 24\%$ nelle tesi T1, T2, T3 e T4. Infine, tutti i dati sono stati implementati in un modello di simulazione del budget del carbonio, dal quale è stato possibile prevedere il momento in cui i processi endogeni si attivano, portando alla morte programmata e all'autofagia delle cellule alla base del fenomeno di cascola (Benny *et al.*, 2020). Confrontando i dati rilevati in campo con le simulazioni fornite dal modello, è risultato evidente un elevato deficit di C nelle tesi più produttive. Per concludere, sebbene la cascola delle gemme a fiore registrata nei rami scarichi sia risultata relativamente bassa, la presenza di frutti nelle branche adiacenti ha confermato l'ipotesi della semi-autonomia dei rami, riportata anche da altri autori.

Parole chiave: *Pistacia vera* L., alternanza di produzione, ripartizione del carbonio, modello di simulazione

Confronto del comportamento vegeto-produttivo di diverse cultivar di olivo per valutare la loro adattabilità alla coltivazione in alta densità

Nicola Cinosi*, Mona Mazeh, Damiano Marchionni, Daniela Farinelli, Franco Famiani
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Università degli Studi di Perugia

* nicola.cinosi@studenti.unipg.it

Per il rilancio del settore olivicolo-oleario italiano è importante incrementare la produzione nazionale di olive e di olio extravergine di oliva, sia migliorando la produttività degli oliveti esistenti, sia rinnovando parte degli impianti e ampliando le superfici coltivate con olivo, anche mediante l'introduzione di nuovi sistemi di coltivazione. A quest'ultimo riguardo, negli ultimi anni, sono stati proposti dei nuovi modelli ad alta e altissima densità, per i quali è necessario che le cultivar utilizzate abbiano un limitato vigore. Al momento, le cultivar che sembrano meglio adattarsi alla coltivazione in altissima densità sono l'Arbequina, l'Arbosana e la Koroneiki, cui si stanno aggiungendo altre, soprattutto derivanti da programmi di miglioramento genetico. Lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'adattabilità alla coltivazione in alta densità di cultivar italiane, scelte tra quelle che dalle informazioni disponibili potrebbero meglio adattarsi a tale sistema di coltivazione (considerando anche quelle minori). La sperimentazione è stata condotta in centro Italia, in un oliveto impiantato nel 2015 in località Pozzo, nel comune di Gualdo Cattaneo, costituito da piante, poste alla distanza di $m 5 \times 2$, di diverse cultivar, quali Borgiona, Don Carlo, FS17, Gentile di Anghiari, Gentile di Montone, Giulia, Leccio del Corno, Maurino, Moraiolo, Pendolino, Piantone di Falerone e Piantone di Mogliano, scelte per il loro basso vigore e habitus vegetativo compatto e/o per la loro elevata attitudine produttiva. A queste sono state aggiunte le cultivar Arbequina e Arbosana, che sono state utilizzate come termine di paragone. A partire dal 2020 è stato valutato il loro comportamento vegeto-produttivo. Tutte le varietà italiane utilizzate, con l'eccezione della Borgiona e della Gentile di Montone, hanno evidenziato una maggiore crescita vegetativa, valutata mediante la misura della crescita del diametro del fusto, delle cultivar di riferimento (Arbequina e Arbosana). La gran parte delle cultivar considerate (Leccio del Corno, Maurino, Piantone di Mogliano, Piantone di Falerone, Gentile di Anghiari, FS17 e Don Carlo) hanno presentato una produzione cumulata (2020-22) di olive e di olio (Kg/pianta) simile o superiore a quella dell'Arbequina e dell'Arbosana. Il contenuto in olio dei frutti è risultato simile per la gran parte delle cultivar, con l'eccezione della FS17 e della Gentile di Anghiari, che hanno presentato i valori più alti e della Borgiona che ha evidenziato il valore più basso. Il confronto delle diverse varietà in termini di efficienza produttiva ha dato risultati diversi a seconda che sia stata calcolata sulla base della produzione di olive o su quella di olio e diverse cultivar hanno presentato valori simili a quelli dell'Arbequina e dell'Arbosana. Nel complesso, i risultati hanno evidenziato che diverse cultivar sono promettenti, avendo mostrato un comportamento produttivo simile a quello delle cultivar di riferimento. Ulteriori dati per una valutazione di lungo periodo sono necessari per una definitiva valutazione delle cultivar considerate.

Parole chiave: alta densità di piantagione, cultivar, efficienza produttiva, *Olea europaea* L., vigore vegetativo

Stima della traspirazione e dello stato idrico dell'olivo mediante misurazioni gravimetriche in continuo e dendrometri del tronco

Giovanni Caruso*, Giacomo Palai, Letizia Tozzini, Riccardo Gucci

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Italia

* giovanni.caruso@unipi.it

Le fluttuazioni giornaliere del diametro del tronco, misurabili mediante l'uso di dendrometri, sono comunemente associate a modificazioni dello stato idrico degli alberi. Tuttavia, la variabilità nelle misure indotta da caratteristiche geometriche e fisiologiche della pianta e/o dalle condizioni ambientali hanno limitato l'utilizzo dei dendrometri per la gestione dell'irrigazione delle specie arboree da frutto.

È stato condotto un esperimento volto a valutare la risposta di olivi sottoposti a cicli di stress idrico in termini di traspirazione dell'albero, fluttuazioni giornaliere del diametro del fusto e potenziale idrico del fusto. Cinque olivi (cv. Leccino) di quattro anni sono stati sottoposti a tre cicli di stress idrico (metà giugno, fine luglio, metà settembre) mentre altri cinque alberi sono stati mantenuti pienamente irrigati durante tutto il periodo sperimentale. Tutti gli alberi utilizzati nell'esperimento sono stati coltivati in vaso, in condizioni di pieno campo, e posizionati su piattaforme di pesatura in continuo per monitorare la traspirazione dell'albero. La superficie superiore dei vasi è stata ricoperta con un film plastico per evitare l'evaporazione dell'acqua dalla superficie del terreno e la traspirazione giornaliera è stata calcolata come differenza tra il peso del vaso misurato alle 4 del mattino di due giorni consecutivi. Gli alberi sono stati inoltre dotati di dendrometri del tronco (un dendrometro per albero) al fine di valutare la variazione del diametro ad alta risoluzione temporale, derivando il massimo restringimento giornaliero (MDS) dall'andamento giornaliero della fluttuazione del tronco. Lo stato idrico dell'albero è stato monitorato misurando il potenziale idrico del fusto a mezzogiorno (Ψ_{stem}) mediante camera a pressione.

Il potenziale idrico del fusto durante i tre cicli di stress è stato compreso tra -1.3 e -2.0 MPa negli alberi completamente irrigati e tra -2.4 e -4.7 MPa in quelli sottoposti a deficit idrico. Queste condizioni di stress idrico hanno indotto una riduzione della traspirazione giornaliera negli alberi irrigati in deficit del 65% rispetto a quelli pienamente irrigati. La traspirazione dell'albero e l'ampiezza dell'oscillazione massima giornaliera delle piante pienamente irrigate sono risultate essere linearmente correlate con il deficit di pressione di vapore (VPD). La relazione tra MDS e Ψ_{stem} è cambiata a seconda della domanda idrica atmosferica, espressa come VPD. Una regressione lineare o curvilinea è stata misurata rispettivamente per valori di VPD inferiori o superiori a 3 kPa. In quest'ultimo caso, i valori di MDS sono aumentati fino a valori di Ψ_{stem} di circa -2.5 MPa e poi sono diminuiti a livelli più elevati di stress idrico.

Parole chiave: *Olea europaea*; potenziale idrico del fusto; oscillazioni diametrali del fusto.

Physiological responses of yellow-fleshed kiwifruit under progressive soil water depletion

Maria Calabritto*, Roberto Di Biase, Alba N. Mininni, Bartolomeo Dichio

Department of European and Mediterranean Cultures: Architecture, Environment and Cultural Heritage (DiCEM), University of Basilicata, via Lanera, 20, 75100 Matera, Italy

* maria.calabritto@unibas.it

In recent years, the spread of yellow-fleshed kiwifruit varieties and the increase in cultivated area have affected several Italian regions. Kiwifruit is known to be extremely sensitive to changes in soil water availability, as small variations could elicit a response in plant behavior affecting its physiological performance. Several studies concerning water-relations of kiwifruit and its behavior to water stress, morphological and physiological traits, and irrigation management focused on *Actinidia deliciosa*, while less is known about yellow-fleshed varieties (*Actinidia chinensis*). The present study analyzed at field scale the vine physiological responses of a yellow-fleshed variety under optimal irrigation management, controlled deficit irrigation and during re-watering periods, contributing to increase knowledge about vine water requirements and optimal irrigation scheduling, increasingly needed, especially in Mediterranean environments characterized by high environmental water demand and water shortage. A field experiment was conducted in a commercial and mature kiwifruit orchard (*Actinidia chinensis*, Zesy 002) located in Metaponto (South Italy) under restricted water supply with irrigation reduced by 30%, adjusted considering natural rainfall inputs, in order to achieve different levels of soil water content depletion, compared to control irrigation managed to ensure an optimal soil water content between the field capacity (FC) and the readily available water (RAW) threshold. The recovery phase began by supplying optimal irrigation (according to vine water requirement and soil water content monitoring) to vines that were subjected to the previous reduced irrigation treatment with the aim of evaluating the time needed for kiwifruit to recover from the different water stress levels achieved during the experiment. Soil water content was continuously monitored in the first 35 cm depth through soil moisture probes to follow the progressive soil water depletion and how this affected plant-water status and physiological behavior, defining water available reduction thresholds which could effectively compromise plant performances. Plant-water relations and recovery dynamics were assessed at different depletion levels through the measurement of stem water potential (Ψ) and physiological parameters, such as stomatal conductance (gsw), leaf transpiration (E) and photosynthesis (A). Results showed that Ψ decreased with increasing soil water depletion in the first soil layers, mainly interested by root uptake, reaching a minimum midday value of approx. -1.8 MPa when the soil water content was reduced by about 45% in the first 35 cm depth compared to control. Stomatal conductance, leaf transpiration and photosynthesis decreased with lowering of midday Ψ and declined to about 40, 45 and 60 % of the control values respectively when midday Ψ reached -1.1 MPa. Stomatal conductance was sharply diminished with Ψ lowering, furthermore, stomata behavior was sensitive to changes in soil water content, showing a gradual decrease with increasing soil water depletion. Among the monitored parameters, stem water potential recovered immediately, restoring values similar to those of well-watered control vines within 24 hours, while stomatal conductance and photosynthesis showed a slow rate of recovery. The quick response of Ψ to fluctuations of the soil water status in the upper layers confirms a high sensitivity to water deficits, as found in other yellow-fleshed cultivars. Ψ , known as primary indicator of plant water status, should be considered critical in managing precision irrigation strategies when it reaches values of approx. -1.0 MPa at midday, as they affect plant physiological performances.

Keywords: soil water content monitoring, plant water status, stomatal conductance, leaf transpiration, irrigation management

This research has been partially funded by PON "RICERCA E INNOVAZIONE" 2014-2020 Project RESO "Sistemi di coltivazione resilienti, valutazione di impatto delle produzioni frutticole", AGRIFOOD CUP B34I200000320005.

Kiwifruit physiological decline: irrigation and soil management strategy to recover from waterlogging

Roberto Di Biase¹, Alba N. Mininni¹, Angelo Tuzio¹, Domenico Laterza¹, Marco Mastroleo², Evangelos Xylogiannis², Bartolomeo Dichio^{1*}

¹*Department of European and Mediterranean Cultures: Architecture, Environment and Cultural Heritage (DiCEM), University of Basilicata, via Lanera, 20, 75100 Matera, Italy*

²*Zespri Fresh Produce Italy Srl. Via delle Margherite 121, 04011 Aprilia (LT)*

* bartolomeo.dichio@unibas.it

Kiwifruit is a very important fruit crop in several countries, including Italy, characterized by a low resilience and a high production potential, which could be fully expressed in balanced orchard conditions and management practices. Optimized irrigation management is a key factor considering the high susceptibility of kiwifruit to both water excess and shortage conditions, which can occur during the irrigation season, as a result of irrigation management errors.

In recent years, ‘*Kiwifruit vine decline syndrome*’ (KVDS) affected more than 25% of the area under kiwifruit cultivation in Italy. The accumulation of water along the soil profile, the alteration of its physico-hydrological, chemical and biological properties and the establishment of anoxic conditions represent factors closely related to the increasingly widespread of kiwifruit physiological decline. The aim of the present study was to investigate the conditions predisposing the syndrome and to evaluate the effects of optimized irrigation and innovative orchard management practices on symptoms occurrence. A three-year experimental trial was carried out in a yellow-fleshed commercial and mature kiwifruit orchard (*A. chinensis*, cv. Zesy 002) located in Latina (Italy). Two different plots were identified in the field: control plot (CTRL), where vines were not affected by the syndrome and KVDS plot (KVDS), where vines were affected by the syndrome, showing different degree of symptoms severity. Sustainable soil management (i.e., compost application and cover crops), innovative orchard management (root and canopy pruning), optimized irrigation strategies and the installation of a drainage system were carried out to reduce water stagnation, soil compaction and root asphyxia, promoting the oxygenation of the soil layers interested by root deepening, and balance the root/canopy growth. Soil macroporosity, hydrological properties, water table level and root observation were performed. At the beginning of the trial, a very high level of the water table was observed in the KVDS plot, influenced by rainfall and erroneous irrigation water inputs, which was related to a high reduction in soil macroporosity affecting root system development. An optimized irrigation management was adopted through the adjustment of irrigation volumes, calculated with the simplified water balance method, and adjusted considering soil water content values continuously monitored by probes installed at different soil depths. Results showed a reduction of irrigation volumes of approx. 30%, compared to the average irrigation volume conventionally applied in kiwifruit orchards in the Latina area. Water table level in the KVDS plot was reduced by more than 50% compared to the previous irrigation season, due to the application of innovative irrigation strategy. Plant symptoms severity decreased over the years, indicating the importance of the interventions carried out in reducing syndrome severity and counteracting its emergence.

This research was funded by Zespri Gi21020 Project “Water and soil management of Gold3 in Italy”.

Utilizzo di *biochar* come ammendante per mitigare gli effetti di stress salino su friariello napoletano

Matteo Lentini^{1*}, Antonio Pannico¹, Youssef Rouphael¹, Francesco Primo Vaccari², Stefania De Pascale¹

¹Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II – 80055, Portici (NA), Italia

²CNR- Istituto per la bioeconomia – 50019, Sesto Fiorentino (FI), Italia

* matteo.lentini@unina.it

I cambiamenti climatici rappresentano una seria minaccia per la futura sicurezza alimentare, in quanto aumentano la frequenza, l'incidenza e la gravità di stress abiotici e i loro effetti negativi sulle piante. L'agricoltura è quindi chiamata ad adottare strategie efficienti ed ecosostenibili per migliorare la tolleranza delle piante e mitigare gli effetti di condizioni avverse sulle colture. Il *biochar* è un prodotto carbonioso ottenuto per degradazione termica in assenza o presenza minima di ossigeno (pirolisi) di diversi tipi di biomassa vegetale. In agricoltura, il *biochar* può essere utilizzato come ammendante in quanto migliora le proprietà chimiche, fisiche e biologiche del suolo. In particolare, la sua elevata porosità determina un aumento della capacità di ritenzione idrica e della capacità di scambio cationico dei suoli. Per tali motivi, l'applicazione al suolo di *biochar* potrebbe essere considerata una strategia per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici con i quali il mondo intero sta facendo i conti. L'utilizzo del *biochar* come ammendante, infatti, potrebbe svolgere molteplici funzioni atte a contrastare gli effetti negativi di stress idrici e salini sulle piante. Scopo del presente lavoro è stato valutare gli effetti dell'aggiunta di *biochar* prodotto da biomassa di pioppo a un suolo limo-sabbioso [0 %, 1 % e 2 % (V/V)] sulla risposta produttiva quanti-qualitativa di cima di rapa Novantina (*Brassica rapa* subsp. *Sylvestris* var. *esculenta*) cv. Riccia di Sarno, sottoposta irrigazione con acqua salina (0 mM, 30 mM, 60 mM e 120 mM NaCl). Durante il ciclo colturale sono state effettuate misure fisiologiche (fotosintesi, fluorescenza, SPAD) ed è stata valutata la crescita delle piante. Alla raccolta è stata valutata la biomassa prodotta e sono state effettuate analisi per determinare il contenuto di minerali nelle foglie e la qualità del prodotto. Infine, su campioni di suolo prelevati all'inizio e alla fine del ciclo colturale sono state effettuate analisi delle principali caratteristiche fisico-chimiche. I risultati ottenuti confermano che il *biochar* può mitigare gli effetti dello stress salino sulle colture attraverso un miglioramento delle caratteristiche del suolo.

Parole chiave: *Brassica rapa* subsp. *Sylvestris* var. *esculenta*, cima di rapa Novantina, irrigazione con acqua salina

Smart Oral Communications

Effetti di pannelli fotovoltaici in vigneto: risultati preliminari per una viticoltura in ambienti caldi

Andrea Magarelli*, Andrea Mazzeo, Giuseppe Ferrara

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (DiSSPA) – Università degli Studi di Bari ‘Aldo Moro’

* andrea.magarelli@uniba.it

A livello dell’Unione Europea l’obiettivo vincolante è raggiungere, entro il 2030, una quota di energia rinnovabile pari al 32% del consumo finale lordo di energia. Ai fini di questo risultato, è necessario investire su sistemi ibridi che, condividendo l’utilizzo del suolo per produzioni agricole ed energetiche, contribuiscano alla sostenibilità ambientale dell’agroecosistema. Di particolare interesse sperimentale ed applicativo risulta la collocazione di pannelli fotovoltaici su specie arboree da frutto in determinati areali produttivi. Sulla base di queste premesse, è stata condotta una prova sperimentale in Puglia, agro di Gioia del Colle (Ba), per valutare le risposte microclimatiche, ecofisiologiche, produttive e qualitative dell’ombreggiamento sulle viti del vitigno Primitivo rispetto a viti allevate in pieno sole.

I risultati ottenuti hanno permesso di mostrare l’efficacia dei pannelli fotovoltaici nel mitigare gli eccessi termici estivi tipici degli areali meridionali con differenze anche di 2-3 °C nelle giornate con elevata radiazione solare. Ciò ha determinato un beneficio per la pianta con un miglioramento del microclima e nel contempo una riduzione del consumo idrico delle piante per minori flussi evapotraspirativi e quindi minori perdite dal sistema suolo-pianta nelle ore più calde della giornata.

Anche il potenziale idrico fogliare, che rappresenta un indicatore molto sensibile del livello di stress raggiunto nei mesi estivi di rilevamento, ha mostrato valori significativamente più bassi nelle viti poste sotto i pannelli. Le viti di controllo hanno infatti mostrato valori del potenziale di circa il 40% superiore alle viti sotto i pannelli fotovoltaici. I valori di conduttanza stomatica delle viti ombreggiate sono risultati significativamente minori rispetto al controllo.

Con un livello di ombreggiamento medio del 50%, è stato poi possibile osservare dal punto di vista morfologico, adattamenti rilevanti della superficie fogliare, probabilmente legati al comportamento definito come “Shade Avoidance Syndrome” (SAS). Il minore rapporto R/FR sotto copertura ha fatto incrementare la superficie fotosinteticamente attiva esposta alla luce, come anche confermato

dai valori di SPAD e di superficie fogliare registrati. Abbastanza positivo anche il riscontro alla vendemmia, dove seppur con una maturazione più lenta, la raccolta è avvenuta raggiungendo la gradazione zuccherina sufficiente per garantire il livello alcolometrico minimo di vinificazione. I valori sostenuti di pH e acidità totale registrati (superiore a 7 g/L) assicurano poi un’adeguata stabilità microbiologica e chimica del vino prevenendo perdite di freschezza, sapidità e aromi varietali. Altrettanto marcate le differenze sui parametri produttivi, tutti superiori nelle viti poste sotto i pannelli.

Parole chiave:

Strategie colturali per la gestione degli stress abiotici: monitoraggio della risposta fisiologica della vite

Elena Brunori*, Andrea Rengo, Federico Valerio Moresi, Mauro Maesano, Rita Biasi, Giuseppe Scarascia Mugnozza

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF). Università degli Studi della Tuscia - Viterbo

* brunori@unitus.it

Nelle zone climatiche di tipo Mediterraneo la *Vitis vinifera* L. è sempre più spesso esposta a condizioni ambientali estreme durante gran parte della stagione vegeto-produttiva, che compromettono la vocazionalità anche di aree tradizionalmente viticole. Attualmente si conoscono diverse strategie colturali in grado di promuovere nel breve termine l'adattabilità di *Vitis vinifera* L. alle attuali emergenze ambientali, che tuttavia determinano una risposta fisiologica genotipo-dipende e hanno una efficacia in relazione ai fattori ambientali sito-specifici. Nell'ambito del progetto LIFE WINEgROVER tra le strategie selezionate per ridurre l'impatto degli stress abiotici, e la resistenza a quelli biotici si è applicata nella stagione 2022 una sospensione di Farina di Basalto® (3%) alla cv Chardonnay coltivata in un'area viticola di eccellenza, la DOP ORVIETO, ma sensibile per eventi idrici e termici estremi. Il monitoraggio della risposta fisiologica della vite ha riguardato gli scambi gassosi (conduttanza stomatica), gli stress fotochimici (cinetica veloce della fluorescenza) e lo stato di salute della pianta (firme spettrali e indici di vegetazione). Anche il microclima della chioma e della fascia produttiva è stato monitorato mediante centraline multisensori posti in vigneto per tutta la durata della sperimentazione. I risultati evidenziano come la Farina di Basalto® sia in grado di proteggere la pianta mediante il suo effetto idrorepellente mantenendo elevata la funzionalità stomatica anche in estreme condizioni di stress idrico come la stagione 2022, concorre a preservare al tempo stesso anche l'efficienza fotosintetica, ritardando la senescenza fogliare e favorendo la pigmentazione fogliare del complesso antenna. Le firme spettrali evidenziano differenze nella regione dello spettro di riflettanza della clorofilla, del complesso antenna, e dei caratteri morfo-anatomici fogliari che determinano lo stato di idratazione della foglia. L'applicazione fogliare di Farina di Basalto® può modulare la misura con cui la vite promuove risposte agli stress multipli derivanti da associazione tra stress idrico e termico facilitandone l'acclimatazione e quindi la resilienza e la sostenibilità.

Parole chiave: adattamento, eventi estremi, microclima, resilienza, viticoltura sito-specifica

The impact of heatwaves on carbon dioxide and water fluxes of a grassed vineyard

Torben Oliver Callesen^{1*}, Dolores Asensio¹, Michaela Schwarz², Fadwa Benyahia¹, Albin Hammerle², Ahmed Ben Abdelkader¹, Flavio Bastos Campos¹, Carlo Andreotti¹, Leonardo Montagnani¹, Massimo Tagliavini¹, Georg Wohlfahrt², Damiano Zanotelli¹

¹*Department of Science and Technology, Free University of Bozen-Bolzano, Italy*

²*Department of Ecology, University of Innsbruck, Austria*

* tcallesen@unibz.it

Heat waves have increased in frequency and average intensity over the past two decades, endangering agroecosystems' productivity, including vineyards. In this work, we analyzed the effects of the extraordinarily long and intense heat wave (HW) occurring in July 2022 on the ecophysiological performance of a vineyard located in northern Italy (Caldaro, Province of Bolzano). The vineyard hosts two white grape cultivars (Sauvignon Blanc and Chardonnay on SO4 rootstock) with an average planting density of 6,500 vines ha⁻¹ and is equipped with a drip irrigation system supplying water to the bases of the vines. The interrow alleys are covered by grasses or cover crops. Temperature conditions during summer 2022 showed a continuous daily increase of the temperature from the second week of July and peaked in a heat wave lasting 8 days (DOYs 196-203) with maximal T_{max} = 38°C and average T_{max} = 36°C. The HW period was then interrupted by summer storms and rain. The methodology included continuous monitoring from July 1 to August 11 of net ecosystem exchange (NEE), ecosystem respiration (Reco), gross primary production (GPP), and evapotranspiration (ET) by the eddy covariance method. At the plant scale, active chlorophyll fluorescence and sap-flow rates were measured. This was complemented with periodic measurements of leaf water potential and gas exchange. In July there was a slightly decreasing general trend of GPP as the air temperature increased, reaching the minimum values during the HW (< 10 g C m⁻²d⁻¹). Leaf photosynthesis also slightly decreased during the HW in both varieties, down to 6-7 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹. Interestingly, even during the HW, GPP always markedly increased the day after irrigation water was supplied (5 irrigation events performed in July with a total of approximately 45 L/vine). Vineyard ET and vine transpiration did not show a clear response to the HW, while they both increased each time vines were irrigated through the drippers, suggesting that most ET in that period derived from vine transpiration and not from the vineyard alleys, since irrigation was supplied to the vine rows only. This is supported by the fact that vineyard ET did not increase after the end of the HW, despite the increased soil moisture occurring also in the alleys. In conclusion, despite the exceptional (for the cultivation area) intensity of the 2022 heat wave, the vines showed good tolerance to the heat stress, and we speculate that the irrigation played an important role in mitigating damage to the vines' performance. However, the carbon sink capacity of the vineyard decreased during the HW, with the system becoming a net source of atmospheric CO₂ due to a burst of Reco triggered by recovering soil moisture levels.

Parole chiave: Heat wave, carbon cycle, evapotranspiration, eddy covariance, *Vitis vinifera*

This study was carried out within the Agritech National Research Center and received funding from the European Union Next-GenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 – D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022).

Variazione fenotipica per interruzione di ecodormienza in *Vitis vinifera* monitorata tramite misure di fluorescenza della clorofilla in sezioni di gemme

Michele Faralli^{1,2*}, Massimo Bertamini^{1,2}

¹ Centro Agricoltura Alimenti Ambiente (C3A), Università di Trento, Via Mach 1, 38098, San Michele all'Adige (TN)

² Centro di Ricerca ed Innovazione (CRI), Fondazione Edmund Mach, via Mach 1, 38098, San Michele all'Adige (TN)

* michele.faralli@unitn.it

Il germogliamento in vite è governato da due segnali termici distinti: le basse temperature invernali che determinano la rottura della endodormienza della gemma ed il progressivo accumulo di gradi giorno pre-primaverili che rimuovono l'ecodormienza ed innescano il germogliamento. Negli ultimi anni le condizioni ambientali, imposte dai cambiamenti climatici, hanno indotto evidenti anticipi nella fenologia associati a germogliamenti precoci, una maggiore probabilità di danni da gelate tardive ed una generale riduzione nella estensione degli intervalli temporali tra stadi fenologici. In questo articolato contesto di interazioni tra diversi segnali ambientali ed endogeni, comprendere la variabilità presente in un panel di varietà di vite per caratteri relativi all'uscita dall'ecodormienza risulta essere chiave per adattare la viticoltura alle dinamiche ambientali imposte dal cambiamento climatico. Questo lavoro racchiude un monitoraggio biennale (2020-21 e 2021-22) in un panel di 21 varietà di *Vitis vinifera* allevate a Guyot all'interno del campus sperimentale della Fondazione Edmund Mach. Scoring visivi associati all'utilizzo della fluorescenza della clorofilla in sezioni di gemme hanno permesso di valutare settimanalmente la progressione della ripresa di attività nei tessuti della gemma. I dati ambientali sono stati raccolti attraverso stazioni meteo. Ulteriori esperimenti di applicazione controllata di gelata tardiva su gemme campionate in campo sono stati eseguiti nella stagione 2021-22. I risultati mostrano come le varietà presentano un ranking di uscita dalla ecodormienza conservato nelle due annualità. Tra le varietà testate, Marzemino e Nosiola risultavano essere i più precoci mentre Incrocio Manzoni, Rebo e Merlot mostravano germogliamento tardivo. In media, il raggiungimento dello stadio BBCH07 (inizio dell'apertura delle gemme) richiedeva da 115 (Marzemino) a 236 (Rebo) gradi giorno su base 6 (GDD6). Lo studio delle relazioni tra resa quantica del PSII (F_v/F_m) e GDD6/BBCH mostrava associazioni principalmente lineari, nonostante le pendenze delle relazioni risultavano essere vitigno-dipendenti con e.g. Cabernet Franc e Teroldego caratterizzati da contrastanti valori iniziali (BBCH0) di F_v/F_m (0.4 e 0.6 rispettivamente) e quindi da specifiche dinamiche temporali nella formazione dei tessuti (e pertanto di sensibilità alle basse temperature) ancor prima di evidenti mutamenti fenologici (e.g. ingrossamento della gemma). Esperimenti controllati nel 2022 e la presenza di una gelata in marzo 2021 hanno mostrato una linearità corrispondente tra stadio fenologico e vitalità della gemma/germoglio con varietà precoci caratterizzate da maggiori sensibilità ai ritorni di freddo. Ciononostante, alcuni genotipi risultavano contraddistinti da fenologia avanzata e parziale mantenimento della vitalità della gemma suggerendo la presenza di potenziali meccanismi preferenziali di protezione del germoglio alle basse temperature. Questo lavoro 1) fornisce evidenze relative alla variabilità fenotipica presente in vite per epoca di uscita dalla ecodormienza e germogliamento, 2) ne caratterizza quantitativamente le dinamiche termiche su base GDD6 e 3) distingue alcune varietà che si discostano dalla relazione fenologico-dipendente della tolleranza a gelate tardive suggerendo l'esistenza di preferibili meccanismi protettivi in fase di germogliamento.

Parole chiave: germogliamento, gelata tardiva, cambiamento climatico, fenologia, fluorescenza della clorofilla, BBCH, *Vitis vinifera*

Pratiche agronomiche carbon e *water friendly* per la gestione sostenibile del mandorleto: risultati preliminari

Gaeta Liliana^{1*}, Leogrande Rita¹, Vitti Carolina¹, Mastrangelo Marcello¹, Losciale Pasquale².

¹CREA-AA – Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Bari

²Università degli Studi di Bari “Aldo MORO” - Di.S.S.P.A - Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta e degli Alimenti, Bari

* liliana.gaeta@crea.gov.it

La scarsità d'acqua e l'aumento delle temperature dovute al cambiamento climatico influiscono sul suolo e sulla sua rigenerazione, ricadendo sulle produzioni frutticole in generale. L'utilizzo della pacciamatura come pratica sostenibile per l'utilizzo razionale della risorsa suolo e per l'incremento della fertilità sta destando interesse nella comunità scientifica e tra gli operatori del settore. L'obiettivo di questo studio riguarda il miglioramento della fertilità del suolo attraverso l'uso del mallo come pacciamante naturale, che per la mandorlicoltura rappresenta generalmente uno scarto. Nel 2021 presso un'azienda mandorlicola (cv Filippo Ceo) allevata in regime biologico e in asciutta sita in Puglia (Toritto, BA) sono state valutate tre gestioni del suolo: 1) completamente lavorato (pratica aziendale); 2) pacciamatura con mallo sulla fila e sfalcio nell'interfila; 3) sfalcio su fila e interfila. I parametri rilevati sono stati i seguenti: accrescimento di frutto e germoglio, stato idrico del suolo e della pianta, produzione in guscio per pianta. L'accrescimento dei frutti e dei germogli si è evoluto in maniera diversa tra i trattamenti; in particolare, è stato osservato un volume finale del frutto più ridotto nello sfalcio rispetto al controllo e al pacciamato. La maggiore lunghezza del germoglio raggiunta dal pacciamato potrebbe tradursi in una maggiore produzione di gemme per l'anno successivo ed una migliore allocazione dei fotosintetati disponibili per il supporto alla differenziazione a fiore ed alla crescita del frutto nell'anno successivo. Il contenuto idrico del suolo ha mostrato sempre delle differenze tra i trattamenti lungo tutta la stagione di crescita. Il pacciamato ha fatto rilevare un'umidità del terreno più elevata rispetto al completamente lavorato da un massimo di +85% al 4 giugno (155 giorno dell'anno, DOY) ad un minimo di +27% al 5 luglio (186, DOY) rispetto al lavorato. Lo stato idrico della pianta, invece, è stato significativamente diverso tra i trattamenti solo nella parte iniziale e finale dei rilievi. Le differenze nello stato idrico della pianta si sono appiattite da fine giugno ad agosto, probabilmente a causa delle elevate temperature e della maggiore domanda evapotraspirativa dell'aria, registrate in quei mesi. In termini produttivi non ci sono state differenze tra i trattamenti lavorato e pacciamato. La pacciamatura con mallo sembra essere promettente per migliorare la riserva idrica del suolo con una migliore risposta della parte vegetativa della pianta e del suo stato idrico. Ulteriori approfondimenti sono necessari per comprendere meglio come variano le relazioni suolo-pianta-atmosfera in funzione delle tre diverse pratiche agronomiche utilizzate.

Parole chiave: *Prunus dulcis*, gestione del suolo, pacciamatura organica, stato idrico della pianta

Agricoltura salina: effetti della salinità su produzione e qualità di piante di *Atriplex hortensis* L. coltivate in idroponica

Martina Puccinelli^{1*}, Davide Galati¹, Giulia Carmassi¹, Luca Botrini¹, Alberto Pardossi¹, Luca Incrocci¹

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Via del Borghetto 80, 56124 Pisa, Italia*

* martina.puccinelli@agr.unipi.it

Le alofite stanno riscuotendo un nuovo interesse come potenziali colture in ambienti salini, a seguito della crescente salinizzazione sia dei suoli che delle risorse idriche. Infatti, le alofite sono in grado di sopravvivere in terreni altamente salini e sfruttare risorse idriche con salinità da moderata ad alta. L'*Atriplex hortensis* L., o atriplice degli orti, è un'alofta facoltativa appartenente alla famiglia delle *Amaranthaceae*, le cui giovani foglie sono consumate crude o cotte, e che soprattutto nel caso delle varietà a foglie rosse appare particolarmente interessante per la produzione di baby-leaf e microgreens.

Lo scopo del lavoro è stato quello di studiare la risposta dell'*A. hortensis* alla coltivazione idroponica (floating system) in serra con diversi livelli di salinità della soluzione nutritiva ottenuti variando la concentrazione di NaCl. Un primo esperimento è stato condotto nell'inverno del 2021 confrontando quattro diverse concentrazioni NaCl: 0 (controllo), 8, 16 e 24 g L⁻¹. In un secondo esperimento, condotto nella primavera del 2022, sono state coltivate due diverse varietà (una a foglia verde e l'altra a foglia rossa) con due livelli di salinità: 0 e 24 g NaCl L⁻¹. Le colture sperimentali sono durate 23 e 14 giorni, rispettivamente in inverno e in primavera

Nel primo esperimento, la crescita delle piante è stata influenzata significativamente dalla salinità. In particolare, l'aggiunta di NaCl in soluzione alla concentrazione di 8 g L⁻¹ ha determinato un aumento della produzione di biomassa fresca delle foglie. L'aggiunta di NaCl alla soluzione nutritiva ha ridotto significativamente la concentrazione fogliare, espressa sia su peso secco sia su peso fresco di nitrati, potassio, magnesio, manganese e zinco, e ha aumentato quella di sodio con effetti dipendenti dal livello di salinità. Ai livelli più alti (16 e 24 g L⁻¹) si è osservato anche una riduzione della capacità antiossidante (indice FRAP) e del contenuto di clorofille, carotenoidi e fenoli. Il contenuto di betalaine, i pigmenti tipici delle *Amaranthaceae*, non è invece stato influenzato dalla salinità.

Nel secondo esperimento, la varietà a foglia verde (0.838 kg m⁻²) ha mostrato una maggiore produttività rispetto a quella a foglia rossa (0.637 kg m⁻²). In relazione al controllo, la soluzione nutritiva salina ha ridotto significativamente la produzione di foglie fresche e il loro contenuto di fenoli totali, acido ascorbico e, nella varietà a foglie rosse, anche quello di clorofille e carotenoidi e l'indice FRAP. In entrambi i trattamenti, la varietà rossa ha mostrato un contenuto più alto di tutti i pigmenti analizzati, dei flavonoidi e dell'acido ascorbico, e anche una maggiore capacità antiossidante.

In conclusione, la coltivazione in floating system di *A. hortensis* è possibile anche con alte concentrazioni di NaCl nella soluzione nutritiva, con un effetto sulla crescita e sul contenuto di pigmenti e alcuni composti antiossidanti dipendente sia dalla varietà sia dalla stagione di coltivazione.

Parole chiave: alofite, atriplice degli orti, NaCl, floating system, antiossidanti

Modificazioni anatomiche e distribuzione degli ioni in piante di fico irrigate con acque saline

Gucci Riccardo^{1*}, Sebastiani Luca², Francini Alessandra², Minnocci Antonio², Tozzini Letizia^{1,2}, Palai Giacomo¹, Quartacci Mike Frank¹, Caruso Giovanni¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Via del Borghetto 80, Pisa, I-56124

²Crop Science Research Center, Scuola Superiore Sant'Anna, Via Alamanni 22, San Giuliano Terme, I-56017

* riccardo.gucci@unipi.it

Per chiarire i principali meccanismi che conferiscono al fico (*Ficus carica* L.) una media resistenza alla salinità, le caratteristiche anatomiche e la distribuzione degli ioni nella radice e nella foglia sono stati determinati in piante della cv. Dottato coltivate in vaso, durante un periodo di 7-8 settimane di esposizione all'irrigazione con acqua salina per due stagioni di crescita. La microscopia elettronica a scansione criogenica, unita alla microanalisi a raggi X a dispersione di energia, è stata utilizzata per analizzare le cellule idratate di foglie e radici congelate per l'indagine anatomica e la localizzazione degli ioni. Le foglie sottoposte ai trattamenti con NaCl sono risultate più sottili di quelle delle piante di controllo. La maggiore diminuzione di spessore è stata misurata per il mesofillo spugnoso e per l'epidermide (lato adassiale). I trattamenti con sale hanno influenzato il diametro della radice, l'area della radice e lo strato di cellule della corteccia in piante esposte a 100 o 200 mM NaCl, mentre il rapporto radice/stele è diminuito solo quando le piante sono state esposte alla concentrazione salina più alta (200 mM NaCl). Le differenze nell'accumulo di ioni sono state più evidenti nelle foglie che nel fusto e nelle radici. Alla fine dell'esperimento il Na risultava aumentato significativamente nelle foglie, negli steli e nelle radici in maniera proporzionale alla concentrazione di NaCl nell'acqua di irrigazione. Elevati contenuti di K, simili a quelli delle piante di controllo, sono stati misurati nella foglia e nel fusto di tutte le tesi saline, mentre il contenuto nella radice è stato significativamente inferiore a quella delle piante di controllo. Il contenuto di Ca in piante controllo e in piante esposte alla salinità è risultato simile, mentre quello di Mg ha mostrato una correlazione negativa con la concentrazione di NaCl nell'acqua irrigua. Il contenuto di Cl è aumentato marcatamente in tutti gli organi della pianta con l'aumentare della concentrazione salina, quello di NO₃ è aumentato nella foglia, ma non è variato nella radice. Nel fico la resistenza alla salinità si basa su una elevata capacità di esclusione del Na dalle foglie, che appare maggiore di quella per il Cl, e sul mantenimento di elevati contenuti di K anche ad elevate concentrazioni di NaCl.

Parole chiave: crio-SEM, calcio, magnesio, cloro, nitrato, solfato

Sensori *Sap flow*: uno strumento promettente per la stima della traspirazione nelle specie ortofloricole

Alejandra Navarro^{1*}, Fabio Scotto di Covella¹, Nicola Nicastro¹, Carlo di Cesare¹ Accursio Venezia¹, Daniele Massa²

¹CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, Via Cavallegeri 25, 84098, Pontecagnano Faiano (SA), Italia,

²CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, Via dei Fiori 8, 51017, Pescia (PT), Italia

* alejandra.navarrogarcia@crea.gov.it

Nell'orticoltura moderna c'è il bisogno di rendere la gestione della fertirrigazione sempre più efficiente, evitando sprechi ed utilizzando al meglio anche le acque di scarsa qualità (ad esempio le acque saline). L'utilizzo di sistemi di supporto alle decisioni (DSS) per la stima dei fabbisogni irrigui, basati sui modelli di evapotraspirazione colturale effettiva (ET_c) in funzione di parametri del suolo, della pianta e sulle previsioni climatiche, possono essere di notevole aiuto per gli agricoltori. In questo scenario, l'utilizzo dei sensori "*sap flow*" (SF) per la stima della traspirazione delle piante, finora utilizzati principalmente in colture arboree, può diventare uno strumento efficace e promettente per alcune delle colture più redditizie nel settore orticolo (come pomodoro, peperone, melanzana) e floricolo (come rosa, peonia). Nei sensori SF che usano il principio del bilancio termico, l'elemento principale è una fascia di riscaldamento che avvolge l'organo conduttivo (fusto/stelo) e attraverso una serie di termocoppie, rileva i dati che, opportunamente inseriti in algoritmi di calcolo, forniscono una stima della traspirazione determinata dal flusso di massa attraverso lo xilema. Tale flusso può essere quindi correlato ai fabbisogni idrici della pianta. In questo lavoro, viene mostrato un esempio della loro utilità, misurando la traspirazione del pomodoro durante due cicli di coltivazione (autunno-inverno (AI) e primavera-estate (PE)), in una serra fredda situata in Campania (Pontecagnano, SA). In entrambi i cicli, sono state coltivate piante di pomodoro tipologia ciliegino (cv. 'Mozia' F1 in AI e 'Axtar' F1 in PE) in un sistema a ciclo chiuso, con subirrigazione in canaletta, utilizzando lastre di fibra di cocco come substrato. Le piante sono state fertirrigate con tre livelli di salinità ottenuti tramite l'aggiunta di NaCl: i) controllo (C; 10 mM), salinità media (SM; 40mM), e salinità alta (SA; 70 mM), che corrispondono ad una conducibilità elettrica (EC) rispettivamente di circa: 3.5, 6.5 e 9.0 dS m⁻¹. I trattamenti sono stati effettuati in 3 repliche (canalette), con 24 piante per canaletta. Il trapianto è stato effettuato a inizio agosto 2021 e inizio di marzo 2022 per il ciclo AI e per il PE, rispettivamente. Gli esperimenti hanno avuto una durata di circa 4 mesi in entrambi i cicli di coltivazione. I sensori SF sono stati installati ad un'altezza di 30 cm dal colletto, su 3 piante per trattamento, per stimare e monitorare in continuo la traspirazione colturale. Il consumo reale di soluzione nutritiva è stato registrato attraverso contaltri posizionati prima delle elettrovalvole utilizzate per il rabbocco dei serbatoi del sistema a ciclo chiuso. Il clima all'interno della serra è stato monitorato e registrato durante entrambi i cicli di coltivazione attraverso una stazione climatica. I risultati ottenuti mostrano una significativa correlazione tra la traspirazione della pianta stimata tramite i sensori SF ed i consumi idrici misurati con i contaltri, per i differenti livelli di salinità, in entrambe le stagioni di coltivazione. La risposta immediata della traspirazione della pianta misurata con i sensori SF alle condizioni ambientali, principalmente alla radiazione solare, è stata maggiore durante il ciclo AI che durante il PE.

Keywords: irrigazione di precisione, pomodoro ciliegino, clima Mediterraneo, subirrigazione in canaletta, acque saline

Graphical Abstracts

Approcci allo studio degli effetti del cambiamento climatico sulle alcune colture legnose da frutto: revisione della bibliografia recente

Silvia Medda, Miriam Catzeddu, Maurizio Mulas*

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari (SS)

* mmulas@uniss.it

I cambiamenti climatici hanno un notevole impatto sulle colture da frutto poliennali, influenzando di conseguenza sulla disponibilità mondiale di alimenti considerati fondamentali nell'ottica di una nutrizione sana ed equilibrata. La variabilità dei fattori meteorologici, infatti, influisce in modo determinante sulla biologia delle piante condizionando l'espressione delle fasi fenologiche, l'evoluzione dei fenomeni metabolici, l'interazione con parassiti e patogeni e i rendimenti produttivi in termini quantitativi e qualitativi. Le piante legnose mostrano meccanismi di adattamento implementando alcune strategie di difesa rispetto ad avversità biotiche e abiotiche, modificando l'evoluzione della fenologia, elaborando adattamenti fisiologici agli stress termici e idrici, incrementando la capacità di fissazione del carbonio e la biosintesi di alcuni metaboliti. Le specie originarie dei climi temperati sono sicuramente più studiate rispetto a quelle di origine tropicale ed equatoriale e gli effetti dei cambiamenti relativi ai regimi termici sono molto più considerati rispetto a quelli relativi alla disponibilità di radiazione, distribuzione delle precipitazioni e regime dei venti.

La revisione della letteratura scientifica recente, con l'esame di 325 pubblicazioni, principalmente dell'ultimo ventennio, propone molti contributi di carattere generale tendenti alla sistematizzazione degli andamenti delle variabili agrometeorologiche e alle possibili modellizzazioni previsionali. Su queste basi molti tentativi di studio degli impatti, degli adattamenti e delle forme di resilienza sono riservati alle colture di natura erbacea in cui le possibilità di scelta di specie e cultivar alternative risultano sicuramente più dinamiche.

Nell'ambito delle colture legnose da frutto è risultato utile separare il modello delle specie caducifoglie da quello delle sempreverdi, selezionando una serie di casi studio di grande interesse per l'areale mediterraneo. In particolare, per le caducifoglie, sono stati ricercati gli approfondimenti per vite, melo, pero, ciliegio, albicocco, mandorlo, pesco, actinidia, fico e kaki, mentre per le sempreverdi, agrumi, olivo e nespole del Giappone sono le specie oggetto di approfondimento. Per ciascuna specie sono state elaborate delle tabelle di riferimento in cui vengono analizzati i principali effetti sulle diverse colture.

La bassa flessibilità organizzativa dei sistemi colturali frutticoli legnosi, destinati normalmente a cicli di investimento poliennale discretamente longevi, è sicuramente bilanciata da diversi fattori di resilienza e adattamento nel corso del tempo. Molti esempi di modifiche dell'espressione fenologica sono stati riportati, così come osservazioni sperimentali di elasticità nelle risposte fisiologiche agli stress e circa la possibilità di attenuare gli effetti tramite modifiche e aggiustamenti delle pratiche colturali.

Alcune interessanti osservazioni riguardano gli apparati radicali delle specie legnose, che sembrano poter esercitare un ruolo di resilienza ecologica fondamentale.

Parole chiave: cambiamento climatico, colture legnose, caducifoglie, sempreverdi

Esperienze sull'uso di acque reflue depurate su pomodoro e finocchio

Michele Rinaldi^{1*}, Angelo Pio De Santis¹, Marcella Michela Giuliani², Anna Gagliardi², Federica Carucci², Luigi Nardella³, Alessandro Soldo³, Matteo Gammino³, Nicoletta Noviello³, Vito Buono⁴, Erminio Riezzo⁴, Giuseppe De Mastro⁵, Giuseppe Gatta²

¹ *Consiglio per la ricerca e l'analisi dell'economica agraria – Centro di ricerca Cerealcoltura e colture industriali, Foggia;*

² *Dipartimento SAFE, Università di Foggia;*

³ *Consorzio per la Bonifica della Capitanata, Foggia;*

⁴ *SYSMAN Progetti e servizi S.r.l.;*

⁵ *Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università di Bari, Bari*

* michele.rinaldi@crea.gov.it

La crescente necessità di acqua per l'irrigazione delle colture, la carenza di acqua dolce dovuta ad un aumento della sua utilizzazione e ai cambiamenti climatici in atto, sono questioni cruciali che rendono improcrastinabile il trattamento delle acque reflue e il loro utilizzo a scopi irrigui.

Nell'ambito del progetto PSR Puglia Misura 16.2 "RIUSIAMO", coordinato dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia e con la responsabilità scientifica del prof. Gatta (UNIFG), è stata valutata la possibilità di utilizzare acque reflue trattate, per irrigare colture orticole di pieno campo in un distretto irriguo del Sud Italia.

Il Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia gestisce un vasto comprensorio di circa 163.000 ha, con un impianto irriguo in pressione e a richiesta. In Capitanata, alcuni impianti di trattamento terziario (gestiti da Acquedotto Pugliese, AQP) delle acque reflue urbane consentono di ottenere una media di 6 milioni di m³ per anno, già utilizzabili per scopi agricoli.

L'esperimento, condotto nel 2022 in agro di Trinitapoli (FG) in prossimità di un impianto di trattamento terziario gestito da AQP, ha avuto come obiettivo quello di valutare gli effetti dell'utilizzo di acque reflue per l'irrigazione rispetto all'utilizzo di acque "convenzionali", sulla resa e sulla qualità del pomodoro da industria e sul finocchio.

Sono stati condotti rilievi sull'acqua irrigua, sulle piante e sul suolo; un sistema di supporto alle decisioni è stato implementato per fornire indicazioni all'agricoltore sulle principali variabili irrigue.

Anche se derivati da un solo anno di sperimentazione, si possono evidenziare alcuni aspetti che sono emersi.

i) Gli effetti positivi sulla crescita e sulla produttività del pomodoro da industria, probabilmente dovuti alle quantità di macronutrienti (N-P-K) rilasciati con le acque trattate e ad una loro più graduale disponibilità; non si sono evidenziate, invece, differenze per il finocchio, avendo ricevuto questa coltura dei ridotti apporti irrigui, in virtù del suo ciclo autunnale.

ii) La sostanziale uniformità della qualità microbiologica dei prodotti commerciabili di pomodoro e finocchio, rispetto ai due trattamenti di irrigazione confrontati (acque reflue e acque convenzionali).

Parole chiave: acque reflue depurate, parametri qualitativi, irrigazione, sistema di supporto alle decisioni, pomodoro da industria, finocchio

Irrigazione deficitaria su pomodoro da industria

Michele Rinaldi^{*}, Angelo Pio De Santis¹, Francesco Ciavarella¹, Leonardo Morcone¹, Anna Tedeschi², Paul Di Tommasi³, Maria Riccardi³, Francesca De Lorenzi³

¹ Consiglio per la ricerca e l'analisi dell'economica agraria – Centro di ricerca Cerealcoltura e colture industriali, Foggia;

² Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Bioscienze e Biorisorse, Portici (NA);

³ Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Portici (NA)

* michele.rinaldi@crea.gov.it

La maggior parte delle superfici coltivate ad ortive è localizzata in ambienti caldo-aridi, dove la ridotta disponibilità di acqua ne limita fortemente la produttività. L'impiego di strategie basate sulla riduzione degli apporti idrici (*deficit irrigation*) permette di contenere i consumi di acqua e di incrementare la qualità del prodotto senza causare necessariamente un calo significativo della produzione.

Nell'ambito del progetto PRIMA 2019 “SMARTIES”, sono stati confrontati regimi irrigui deficitari su pomodoro da industria, nella piana di Capitanata (Foggia). Sono state utilizzate ali gocciolanti caratterizzate da differenti portate dei gocciolatori, in modo da consentire una riduzione del volume irriguo (trattamenti “Rid”), lasciando invariati i turni irrigui (mediamente da 1 a 2 giorni) e le durate degli interventi (circa 6 ore). Il pomodoro a bacca allungata, ibrido Taylor, è stato trapiantato il 5 giugno e l'11 maggio, raccolto il 13 settembre e il 17 agosto, rispettivamente nel 2021 e 2022. Nel primo anno la prova è stata allestita in un campo mai coltivato a pomodoro; nel secondo in un campo in cui il pomodoro ritornava ogni 3 anni.

Sono stati condotti rilievi sulla dinamica di accrescimento delle piante e, alla raccolta, misurate le diverse componenti della produzione e alcuni caratteri qualitativi delle bacche; è stato inoltre effettuato il monitoraggio delle variabili climatiche, dei volumi irrigui erogati e del contenuto idrico del suolo.

I volumi irrigui stagionali sono risultati di 539 mm (AZ, gestione ordinaria dell'azienda) e 431 mm (Rid-20%) nel 2021; di 751 mm (AZ), 540 mm (Rid-30%) e 452 mm (Rid-40%) nel 2022. La maggiore piovosità nel 2022 rispetto al 2021 (157 vs 66 mm) e il diverso grado di fertilità dei terreni nei due anni, hanno influenzato i livelli produttivi (maggiori nel primo rispetto al secondo anno) e l'efficienza d'uso dell'acqua nel produrre biomassa secca totale e frutti freschi (con indici migliori nel primo anno).

Confrontando i regimi irrigui deficitari rispetto al regime aziendale, nel primo anno le differenze produttive sono risultate significative, ma non le efficienze d'uso dell'acqua. Nel secondo anno, invece, i livelli produttivi sono risultati sostanzialmente uguali nei tre regimi, mentre si sono differenziate le efficienze d'uso dell'acqua (maggiori per Rid-40%, intermedie per Rid-30% ed inferiori nel regime AZ) e il contenuto percentuale in sostanza secca dei frutti alla raccolta.

La produttività della coltura è stata proporzionale ai volumi irrigui stagionali nel 2021, a causa della maggiore fertilità del suolo; nel 2022, un terreno meno fertile e più elevati apporti irrigui e meteorici, hanno appiattito le risposte produttive dei 3 regimi irrigui.

In situazioni di suoli più poveri, anche sulla base di precedenti ricerche, una possibile riduzione della quantità di acqua irrigua dell'ordine del 20-25% potrebbe essere considerata, specie nelle prime e nelle ultime fasi del ciclo colturale.

Parole chiave: irrigazione deficitaria, parametri qualitativi, irrigazione a goccia, pomodoro da industria, efficienza d'uso dell'acqua

Deficit idrico programmato per l'incremento della Water Productivity e della qualità tecnologica e funzionale del pomodoro da industria in Sud Italia

Burato Andrea^{1*}, Fusco Giovanna Marta², Pentangelo Alfonso¹, Di Cesare Carlo¹, Modugno Anna Francesca³, Vitale Francesco¹, Carillo Petronia², Campi Pasquale³, Parisi Mario²

¹ CREA-OF Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pontecagnano Faiano (SA)

² Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche, Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta (CE)

³ CREA-AA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Sede di Bari (BA)

* andrea.burato@crea.gov.it

Il pomodoro da industria (*Solanum lycopersicum* L.) è una coltura ad elevate esigenze idriche che vengono soddisfatte principalmente con l'irrigazione. Tuttavia, il cambiamento climatico impone un nuovo paradigma di gestione della risorsa idrica per far fronte ad una sempre minore disponibilità di risorse idriche. Pertanto, il presente studio ha indagato l'applicabilità di una tecnica di efficientamento irriguo in due importanti comprensori del Sud Italia, Foggia (Capitanata) e Marigliano (Agro Acerrano-Nolano). La sperimentazione, condotta tra il 2020 e il 2021 su un ibrido a bacca tondo/squadrata (H1534), ha confrontato l'ordinaria gestione irrigua aziendale (IRR) con una strategia deficitaria innovativa (DEF), che prevedeva la riduzione al 50% del volume irriguo IRR in fase di ingrossamento dei frutti, corrispondente a 700 gradi giorno (GDD) cumulati nel 2020 e 900 GDD nel 2021. Nel biennio, per entrambe le tesi, gli insufficienti volumi irrigui somministrati a Marigliano (in media, 3.446 m³/ha per IRR) hanno determinato una contrazione della produzione totale (-21,4%) e commerciale (-27,8%) rispetto all'ambiente foggiano (4.097 m³/ha). A conferma di ciò, un'alta concentrazione di metaboliti azotati coinvolti nell'osmoregolazione (133,9 µmol/g di amminoacidi totali, compresi acido γ-amminobutirrico, glutammina e asparagina), nella protezione dallo stress ossidativo (1,8 µmol/g di amminoacidi a catena ramificata, o BCAA) e nella rigenerazione delle membrane danneggiate (0,4 µmol/g di monoetanolammina, o MEA) è stata riscontrata nei frutti raccolti nel 2020 a Marigliano; mentre in quelli raccolti nel 2021 sono stati rilevati elevati livelli di zuccheri solubili (24,8 µg/g e, in particolare, saccarosio) che possono fungere da osmoliti compatibili, in particolare in carenza di azoto. L'analisi dell'interazione tra tesi irrigua e annata fornisce importanti indicazioni in merito alla soglia ottimale di GDD per l'avvio dell'irrigazione deficitaria (DEF). Nel 2020, DEF non ha indotto alcuna variazione della *Water Productivity* (WP = resa commerciale/acqua somministrata); al contrario, nel 2021 DEF ha incrementato significativamente la WP (+40,2%). Nel secondo anno, inoltre, il regime DEF ha mantenuto invariate le rese totale e commerciale rispetto a IRR in media in entrambi i campi e ha aumentato il contenuto di amminoacidi essenziali (EAA) (+40,7%), BCAA (+58,1%) e MEA (+21,7%) nei frutti, metaboliti che conferiscono una maggiore tolleranza della pianta allo stress idrico. Considerando l'effetto medio della tesi irrigua nel biennio, DEF rispetto a IRR ha determinato un miglioramento della idoneità alla trasformazione industriale del prodotto (+0,39 °Brix di residuo ottico e +0,42 g% di residuo secco) e un aumento significativo della WP (+21,3%), garantendo un risparmio medio annuo di 1.200 m³/ha di acqua somministrata in entrambi gli ambienti. Il presente lavoro fornisce utili indicazioni sull'applicabilità di una tecnica innovativa di deficit idrico, grazie alla quale è possibile ridurre considerevolmente gli apporti idrici alla coltura di pomodoro da industria e aumentare la qualità tecnologica dei frutti. Inoltre, per la varietà in esame, è stata individuata in 900 GDD la soglia ottimale di avvio del regime deficitario, in grado di: 1) mantenere invariate le rese, 2) aumentare la WP (parametro di grande rilievo nella valutazione della sostenibilità della coltivazione) e 3) la concentrazione dei metaboliti azotati nei frutti (EAA, BCAA e MEA).

Parole chiave: irrigazione deficitaria, produzione, °Brix, GABA, residuo secco

Studio degli effetti della gestione dell'interfila sul bilancio idrico dell'ecosistema vigneto

Ammoniaci Marco¹, Andrenelli Maria Costanza², Storchi Paolo¹, Vignozzi Nadia², Pellegrini Sergio,² Becagli Claudia ², Perria Rita^{1*}

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia - Arezzo

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente – Firenze

* rita.perria@crea.gov.it

Nonostante la viticoltura in Italia sia un'attività antica e consolidata, dedicata ad ottenere il massimo rendimento di produzione e di qualità, il recente cambiamento climatico richiede studi approfonditi per cercare di mitigare anche parzialmente gli effetti sulla produzione della vite tramite l'utilizzo di tecniche agronomiche. Al contempo la ricerca della miglior gestione dell'interfilare del vigneto per contrastare gli effetti del clima non ha portato negli anni ad una risposta universale, visto le possibili variazioni del risultato in relazione alla posizione geografica e alle condizioni oro-climatiche, alla tipologia del terreno, alle caratteristiche del vitigno e del portinnesto, e non ultime le necessità aziendali. Un corretto utilizzo dell'interfilare e della sua gestione ha un peso importante sia sulle proprietà chimico-fisiche del suolo, sia sulla disponibilità idrica, per un equilibrio fra la vigoria e la qualità delle uve, per la conservazione della biodiversità e la gestione dello strato erboso. L'obiettivo di questo studio è capire quale pratica gestionale dell'interfilare, fra l'inerbimento, il sovescio o la lavorazione del suolo, sia più favorevole nei confronti della relazione tra vite e disponibilità idrica del suolo. È stato valutato il rischio potenziale di stress idrico nelle diverse gestioni del suolo attraverso il calcolo del bilancio idrico a scala mensile secondo Thornthwaite-Mather modificato. Per modellare diverse gestioni è stato introdotto un doppio coefficiente colturale (Kc della vite e Kcc della cover crop), e per stabilire il livello di stress mensile, i valori del potenziale idrico del suolo sono stati confrontati con le soglie di tolleranza della vite allo stress idrico, variabili in funzione della fase fenologica. La combinazione dei singoli stress mensili fornisce l'output del modello che esprime il rischio complessivo di stress idrico codificato in 4 classi. Le attività sono state svolte per 3 anni consecutivi (2020-2022) in un vigneto del Chianti Classico. La risposta vegeto produttiva della vite è stata influenzata dalle differenze delle pratiche colturali attuate, dagli andamenti climatici e dalla tipologia di suolo su cui giace il vigneto. I risultati dello studio, chiarendo le relazioni suolo-pianta della zona pedo-climatica studiata, hanno fornito indicazioni per le migliori scelte di gestione del suolo nelle condizioni in esame.

Parole chiave: gestione del vigneto, viticoltura sostenibile, Sangiovese, stress idrico.

Lo stress salino in *Solanum* spp.: messa a punto di un sistema di screening in vitro

Susanna Cialli ^{1*}, Alice Trivellini ², Luca Incrocci ³, Anna Mensuali ¹

¹ Crop Science Research Center, Scuola Superiore Sant'Anna. Pz. Martiri della Libertà 33, Pisa

² Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania, Catania

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

*susanna.cialli@santannapisa.it

Le principali cause della perdita di produzione agricola su scala globale sono dovute a stress abiotici, i quali oltre a influenzare negativamente la resa possono rappresentare un rischio per la sostenibilità delle pratiche agricole. Tra questi, lo stress salino è considerato uno dei più preoccupanti per l'agricoltura ed avrà un ruolo sempre più importante in termini di sicurezza alimentare e accesso al cibo, poiché i cambiamenti climatici e la crescente richiesta di cibo, porteranno a un maggiore utilizzo di terreni marginali e di acqua di scarsa qualità.

Il pomodoro è una coltura moderatamente sensibile alla salinità, che trova largo impiego in presenza di acqua irrigua di scarsa qualità (con CE compresa tra 2-4 mS cm⁻¹ a seconda della cultivar) senza manifestare riduzione di resa. Tuttavia, malgrado la sua moderata tolleranza alla salinità, un eccessivo accumulo di sali causa una riduzione dell'efficienza fotosintetica, squilibrio nell'assimilazione dei nutrienti, riduzione della crescita e infine una scarsa qualità del prodotto.

Questo studio è stato intrapreso per esplorare la variabilità genetica esistente in ecotipi selvatici di pomodoro, e individuare risorse genetiche in grado di rispondere adeguatamente ai cambiamenti climatici nell'area Mediterranea contraddistinta da un crescente aumento della salinità. Per caratterizzare tratti morfologici e fisiologici funzionali alla tolleranza/resistenza allo stress salino, è stato sviluppato un metodo di screening *in vitro* impiegando accessioni di semenzali di pomodoro selvatico allevate su piastre con mezzo di coltura agarizzato senza saccarosio, contenenti concentrazioni crescenti di sale (0-600mM).

La crescita dei semenzali in condizioni di autotrofia, consente di avere una risposta del tutto simile a quello che sarebbe il comportamento della pianta in vivo. Lo screening *in vitro* risulta utile in termini di risparmio di tempo e di spazio, rendendo possibile l'analisi contemporanea di numerose accessioni nello spazio ristretto di una camera di crescita.

Questa pipeline ha permesso di

(i) valutare l'accrescimento dell'apparato radicale e dei germogli in cultivar e/o ecotipi selvatici di pomodoro allevati impiegando dosi crescenti di sale;

(ii) ampliare le conoscenze sui tratti biometrici rilevanti per l'adattamento a condizioni ambientali avverse (salinità);

(iii) definire metodologie innovative di fenotipizzazione per selezionare genotipi selvatici di pomodoro con tratti funzionali adattativi nei confronti della salinità.

Parole chiave: stress salino, *Solanum* spp., in vitro, screening, germoplasma

Studio condotto nell'ambito del Centro Nazionale Agritech, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 - D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022).

Accumulo di antociani in foglie di viti malate di esca e black dead arm in Cabernet Sauvignon e Touriga Nacional

Chiara Ingrà^{1*}, Giovanni Del Frari², Ricardo Boavida Ferreira², Alessandra Ferrandino^{1*}

¹DISAFA, Università degli Studi di Torino, Largo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO).

²Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food (LEAF), Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

* chiara.ingra@unito.it; alessandra.ferrandino@unito.it

Le malattie del legno della vite influenzano la produttività e la sopravvivenza della pianta nella maggior parte delle aree viticole del mondo. I patogeni responsabili delle malattie del legno non sono mai stati trovati nelle foglie ed il meccanismo che porta all'apparizione improvvisa e discontinua della colorazione fogliare non è ancora noto. I sintomi sulle foglie si presentano con aree internodali clorotiche ed arrossamenti, seguiti spesso da necrosi. La foglia può mostrare diversi pattern nella colorazione a seconda della sindrome: le foglie con sintomi da black dead arm (BDA) presentano porzioni rosso-viola scuro sulle lamine fino ai margini senza interessamento delle nervature; i sintomi di esca si presentano con aree rosse, spesso delineate da striature gialle, lungo i lembi, con le nervature che rimangono verdi. In questo studio abbiamo valutato la concentrazione (mg/kg di peso secco) ed il profilo degli antociani in foglie di Cabernet Sauvignon e Touriga Nacional sintomatiche di esca e BDA e asintomatiche. Le foglie erano state raccolte nelle annate 2020 e 2021 da viti coltivate nel vigneto sperimentale dell'Instituto Superior de Agronomia di Lisbona. Le foglie asintomatiche di entrambe le cultivar non accumulavano antociani, in accordo con l'assenza di arrossamenti visibili. Al contrario, abbiamo riscontrato l'accumulo di antociani nelle foglie sintomatiche di entrambe le sindromi ed in entrambe le cultivar. La concentrazione totale degli antociani, a prescindere dalla malattia e dall'anno, era sempre più elevata in Cabernet Sauvignon, con concentrazioni fino a 724 mg/kg di peso secco ma con differenze statisticamente non significative tra le due malattie. Il Touriga Nacional ha mostrato un minor accumulo di antociani rispetto a Cabernet Sauvignon in entrambe le annate ed in risposta ad entrambe le malattie. Nei due anni di studio il Touriga Nacional raggiungeva concentrazioni significativamente più elevate (213 mg/kg, $P \geq 0.001$), quando le foglie presentavano i sintomi tipici dell'esca rispetto a BDA. Dall'analisi del profilo sono emerse differenze tra i due genotipi: il Cabernet Sauvignon accumulava, nell'ordine ed a prescindere dall'anno e dalla malattia, antociani di-idrossilati (69 % con prevalenza di peonidina 3-O-glucoside), tri-idrossilati (9 % con prevalenza di malvidina 3-O-glucoside) e antociani acil-derivati (22 %). Al contrario, il Touriga Nacional, accumulava antociani di-idrossilati (75 %), tri-idrossilati (18 %) e acil-derivati (7 %) solo quando mostrava sintomi riconducibili all'esca mentre quando affetto da BDA accumulava quasi esclusivamente antociani di-idrossilati. Lo studio ha evidenziato una netta risposta in termini di accumulo degli antociani a seguito della manifestazione dei sintomi sulle foglie, come atteso. Le differenze delle concentrazioni e dei profili degli antociani sono imputabili sia al genotipo sia alla malattia. Inoltre, sono emersi, da una parte un meccanismo univoco di manifestazione di risposta della vite allo stato di infezione da esca e BDA che si manifesta attraverso l'accumulo di antociani e dall'altra una variabilità, se si considerano la concentrazione assoluta ed il profilo che sono dipendenti dal genotipo. L'accumulo di antociani fogliari potrebbe rappresentare sia una risposta sistemica difensiva, ammettendo un ruolo diretto degli antociani contro i patogeni, sia una conseguenza dell'occlusione delle nervature fogliari, soprattutto periferiche, indotta dalla presenza fisica dei funghi all'interno dei vasi xylematici del legno.

Parole chiave: *Vitis vinifera*, profilo antocianico fogliare

Effetti del NaCl priming sull'aumento della tolleranza allo stress salino in olivo

Luca Regni^{1*}, Daniele Del Buono¹, Luciana Baldoni², Soraya Mousavi², Emidio Albertini¹, Marika Bocchini¹, Nicola Cinosi¹, Milagros Torrus Castillo³, Primo Proietti^{1*}

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italia

²Istituto di Bioscienze e Biorisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Madonna Alta 130, 06128 Perugia, Italia

³ Department of Animal Biology, Plant Biology and Ecology, University of Jaén, CEACTEMA and INUO, Campus Las Lagunillas s/n, 23071 Jaén, Spain

* luca.regni@unipg.it; primo.proietti@unipg.it

Il cambiamento climatico sta aumentando l'incidenza e la gravità di diversi stress sulle piante, con conseguente riduzione dell'attività vegetativa e produttiva che nell'olivo può arrivare, in casi estremi, anche fino al 70%.

Gli stress abiotici che maggiormente interessano l'olivo sono quelli connessi a estremi termici e, soprattutto, alla carenza idrica prolungata e alla salinità elevata del suolo. Lo stress salino, in particolare, va progressivamente incrementando la sua frequenza e intensità per il progressivo accumulo di sali negli strati superficiali dei terreni. Un'attenzione crescente è quindi rivolta alla ricerca di strategie volte ad aumentare la tolleranza delle piante alla salinità.

In questo contesto, lo scopo principale del presente lavoro è la verifica della possibilità di aumentare la tolleranza dell'olivo allo stress salino intenso mediante la pre-esposizione (*priming*) delle piante a moderate concentrazioni saline. Per la prova 60 piante di olivo (cv. Arbequina) allevate in idroponica sono state sottoposte a quattro diversi trattamenti, in due trattamenti le piante sono state inizialmente stressate con concentrazioni saline moderate, 50 mM e 100 mM NaCl, aggiunte alla soluzione nutritiva, per poi passare per entrambi ad una concentrazione elevata (200 mM); nel terzo trattamento le piante non pre-stressate con NaCl sono state sottoposte direttamente a stress salino intenso (200 mM). Nel trattamento controllo, invece, le piante sono state allevate con soluzione nutritiva senza alcuna aggiunta di sale.

Periodicamente sono stati rilevati: mortalità delle piante, contenuto in clorofilla e fotosintesi netta delle foglie, lunghezza dei germogli e numero di foglie. I risultati hanno evidenziato che le piante pre-esposte a stress salino moderato hanno mostrato riduzione della mortalità e mantenimento di buoni livelli fotosintetici rispetto a quelle non pre-trattate. Non sono state osservate differenze fra i due pre-trattamenti a 50 e 100 mM. In conclusione, è possibile affermare che uno stress salino anche di modesta intensità (50 mM) è in grado di indurre un efficace effetto *priming*, mostrando efficacia nell'aumentare la tolleranza nei confronti di stress salini intensi.

Parole chiave: *Olea europaea* L., stress abiotici, salinità, *priming effect*

Valutazione di sensori fogliari per il monitoraggio dello stato idrico di *Vitis vinifera*

Rita Perria*, Francesca Margheri, Paolo Valentini, Marco Ammoniacci, Alessandra Zombardo
CREA – Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia Arezzo (AR)

* rita.perria@crea.gov.it

Negli ultimi anni la viticoltura ha subito un'evoluzione tecnologica per far fronte alle problematiche dovute ai cambiamenti climatici. In un quadro dove, le temperature aumentano e le risorse idriche diminuiscono, spesso si ha la necessità di interventi irrigui per assicurare le rese e la qualità. Di conseguenza, è importante una migliore conoscenza del fabbisogno idrico delle piante per poter stimare dei mirati interventi nella pratica aziendale.

Alla luce di questa evoluzione climatica e alla disponibilità di nuove tecnologie, ci siamo proposti di valutare strumentazioni di monitoraggio prossimale su piante di *Vitis vinifera* in vaso, sottoposte a diversi regimi idrici in condizioni controllate. La sperimentazione ha avuto luogo presso il Centro di ricerca di Viticoltura ed Enologia (AR) del CREA durante la stagione estiva dell'anno 2022, su piante di Sangiovese allevate ad alberello, sottoposte a diverse modalità irrigue: irrigazione a piena e a minima capacità idrica. Durante la prova sono stati utilizzati sensori non-distruttivi consistenti in due sonde applicate su ogni superficie fogliare, che hanno monitorato la pressione di turgore. Parallelamente, sono stati monitorati i parametri fisiologici e i parametri ambientali tramite stazione meteorologica. L'interfaccia di raccolta dati ha permesso di creare un database sui cui è stata eseguita l'analisi. L'utilizzo congiunto dei dati dei sensori fogliari, del monitoraggio ambientale e fisiologico, ha consentito di individuare le condizioni in cui le piante sono effettivamente entrate in stress idrico.

È importante sottolineare l'aspetto pratico di queste tecnologie che permettono di fornire dati intuitivi e segnali di stress immediati per consentire al tecnico di campo una valutazione mirata e interventi tempestivi nella pratica aziendale.

Parole chiave: stress idrico, irrigazione, sensori prossimali, cambiamento climatico

Consociazione fragola-erbe aromatiche/officinali: uno studio di 2 anni per una diversificazione sostenibile delle produzioni agricole

Soppelsa Sebastian ^{1*}, **Gasser Michael** ¹, **Zago Massimo** ¹, **Pramsohler Manuel** ², **Castellan Alessia** ², **Matteazzi Aldo** ³, **Kelderer Markus** ⁴

¹ Gruppo Piccoli Frutti e Drupacee, Centro di Sperimentazione Laimburg, 39040 Ora-Auer, Bolzano-Bozen, Italia

² Gruppo Colture Arative e Piante Aromatiche, Centro di Sperimentazione Laimburg, 39040 Ora Auer, Bolzano-Bozen, Italia

³ Laboratorio per Analisi Terreni e Organi Vegetali, Centro di Sperimentazione Laimburg, 39040 Ora-Auer, Bolzano-Bozen, Italia

⁴ Gruppo Agricoltura Biologica, Centro di Sperimentazione Laimburg, 39040 Ora-Auer, Bolzano Bozen, Italia

* sebastian.soppelsa@laimburg.it

La consociazione è considerata una pratica promotrice della biodiversità che consiste nel coltivare assieme diverse colture. La prova è stata svolta presso il campo sperimentale in Val Martello (1.312 m s.l.m.), una valle dell'Alto Adige dal tipico clima montano-alpino, specializzata nella coltivazione delle fragole. Il protocollo sperimentale adottato per la coltivazione in consociazione ha previsto il trapianto di piante frigoconservate di fragola (cv. Elsanta) all'interno di un tunnel con terreno sistemato in prode baulate (file binate a piante sfalsate). Le colture complementari/secondarie rappresentate da erbe aromatiche ed officinali (erba cipollina, menta, lavanda, melissa, santoreggia) sono state piantate all'interno della doppia fila (fragola-erba, rapporto di 2:1).

La resa commerciale di fragole, il contenuto di elementi minerali fogliari e l'incidenza del *Tetranychus urticae* sono stati valutati per 2 anni consecutivi. Il Land Equivalent Ratio (LER) è stato calcolato per stabilire l'efficienza d'uso del suolo nei diversi sistemi di consociazione. I nostri risultati indicano che la resa commerciale delle piante di fragola non è stata significativamente influenzata dalla consociazione di lavanda, melissa e menta rispetto alla fragola in monocoltura. Tuttavia, le varie combinazioni mostrano un indice LER superiore a 1. Ad esempio, la consociazione fragola-menta ha raggiunto un LER di 1,58, il che significa che sarebbe necessario il 58% in più di terra per produrre la stessa resa da queste due colture coltivate in monocoltura. Un notevole vantaggio della consociazione potrebbe derivare da un migliore utilizzo delle risorse come i nutrienti minerali. Infatti, i livelli di concentrazione di nutrienti (ad esempio B, Fe e Mn) nelle foglie di fragola sono stati significativamente influenzati dalla consociazione con le erbe. In generale, le combinazioni fragola erba hanno ridotto le popolazioni di acari (fino al 70%) rispetto alle piante di fragola coltivate da sole. In conclusione, questi risultati suggeriscono che la consociazione inserita in un sistema di agricoltura biologica potrebbe offrire diversi vantaggi come: - aumentare la biodiversità e aiutare la coltura principale a far fronte agli stress, - fornire una nuova fonte di reddito agli agricoltori (dalla vendita delle colture complementari) e - contribuire ad un'ulteriore valorizzazione territoriale.

Il Centro di Sperimentazione Laimburg continuerà le sue attività di ricerca verso una fragolicoltura più sostenibile.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa*, intercropping, land equivalent ratio (LER), acari, ambiente montano-alpino, sostenibilità

Un sistema informatico per la mappatura microclimatica nelle colture protette

Elia Brentarolli*, Davide Quaglia, Riccardo Muradore

Dipartimento di Informatica, Università di Verona

* elia.brentarolli@univr.it

Il monitoraggio delle condizioni climatiche è un problema ben noto in agricoltura, poiché i loro cambiamenti hanno un forte impatto sulla salute e sulla crescita delle piante, portando anche a danni irreversibili se lasciati incontrollati. I sensori elettronici sono di uso ormai consolidato ma, sebbene sia noto che il microclima di una serra non sia uniforme, il loro numero viene limitato per chiari motivi economici. La letteratura ha già mostrato come sia possibile costruire modelli statistici che permettono di stimare i più importanti parametri climatici in molti punti di interesse all'interno della serra dove non è possibile o non è conveniente installare dei sensori. Tuttavia la letteratura scientifica si è sempre focalizzata sulle metodologie di stima senza presentare strumenti che le incorporassero e che fossero alla portata dei potenziali utilizzatori.

Il nostro contributo in questo contesto vuole mostrare:

- un approccio basato su regressione lineare e interpolazione che permette di ottenere una mappatura 2D dei parametri climatici di interesse e che è stato validato in due aziende agricole nell'ambito di un progetto della Regione del Veneto;
- un sistema informatico che incorpora la metodologia proposta e la rende disponibile a personale agrotecnico con conoscenze informatiche di base permettendogli di “allenare” il modello predittivo con i dati di una specifica azienda e di “programmare” delle condizioni di allerta basate su regole presenti nella letteratura agronomica;
- un “cruscotto” web fruibile anche su tablet e smartphone per mostrare all'agricoltore la mappatura microclimatica della serra, l'andamento nel tempo dei parametri di interesse e avvisi relativi alle condizioni di allerta definite.

Parole chiave: sensori virtuali, mappe termiche 2D, intelligenza artificiale, modello predittivo, applicazione web, cruscotto web, machine learning

Caratterizzazione fenotipica di popolazioni di incrocio per lo studio di caratteri di resilienza e qualità organolettica dei frutti di fragola

Giammarco Giovanetti^{1*}, Michele Montanari², Davide Raffaelli¹, Lucilla Danesi², Franco Capocasa¹, Bruno Mezzetti¹

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia*

²*Geoplant Vivai s.r.l., Savarna (RA), Italia*

* g.giovanetti@pm.univpm.it

Nei programmi di breeding gli obiettivi primari devono essere definiti in funzione delle attuali e future esigenze del mercato; quindi, nell'implementazione di un nuovo programma di incroci è importante lo studio e il raggruppamento dei tratti fenotipici ricercati, uniti alla capacità di introgredire questi all'interno delle progenie derivanti da incrocio controllato.

Nel presente lavoro l'obiettivo è stato quello di studiare 6 popolazioni di semenzali (A, B, D, F, G, H) di fragola (*Fragaria x ananassa*), derivanti dal programma di incroci del D3A-UNIVPM, in collaborazione con la Geoplant Vivai s.r.l., per studiarne la segregazione di tratti fenotipici di interesse agronomico e qualitativo. Le combinazioni selezionate erano state programmate per diversi obiettivi specifici e i parentali utilizzati erano selezioni avanzate e/o varietà di interesse per il mercato di riferimento.

Complessivamente sono stati caratterizzati 70 genotipi per popolazione, trapiantati l'8 agosto 2022 presso il campo sperimentale dell'az. Geoplant s.r.l., sito a Borgo Masotti (RA), altitudine di 1 *m s.l.m.*, latitudine di 44°28' Nord.

Le popolazioni sono state valutate durante la stagione produttiva 2022 mediante l'ausilio di schede di caratterizzazione fenotipica UPOV, rilevando i seguenti caratteri: habitus, vigore, densità delle foglie, suscettibilità ai patogeni, colore della superficie, forma e consistenza dei frutti. Inoltre, sono stati registrati parametri oggettivi, quali il contenuto di solidi solubili e il peso medio del frutto. L'analisi dei dati ottenuti è stata svolta andando a suddividere gli individui per classi di appartenenza per i diversi caratteri fenotipici e da questi si è valutata la percentuale di distribuzione dei genotipi all'interno dei diversi cluster.

Dall'analisi dei primi dati raccolti risultano delle correlazioni tra la distribuzione degli individui all'interno dei diversi cluster e il fenotipo dei parentali utilizzati negli incroci. Questi risultati saranno confermati attraverso una nuova valutazione soggettiva/oggettiva sui medesimi genotipi propagati per la stagione 2023.

Parole chiave: Breeding fragola, popolazione di incrocio, valutazione fenotipica, fragola, segregazione fenotipica

Nuovo programma di breeding del lampone (*Rubus ideaus* L.) per l'ottenimento di nuove cultivar resilienti e di alta qualità

Valeria Pergolotti¹*, Alice Patella², Davide Raffaelli¹, Giuliano Dradi ², Franco Capocasa¹, Bruno Mezzetti¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia*

² *Vivai Piante Battistini - Società Agricola S.S Cesena (FC) Italia*

* v.pergolotti@pm.univpm.it

Il lampone rosso (*Rubus ideaus* L.) è coltivato in tutto il mondo e la sua produzione è in continuo aumento. L'interesse dei consumatori e la domanda di mercato per il lampone sono in crescita anche in Italia. Per espandere ulteriormente la coltivazione del lampone c'è bisogno di nuove cultivar resistenti a diverse condizioni climatiche, adattabili ai sistemi di coltivazione e con frutti di alta qualità. Un nuovo programma di breeding, avviato nel 2019 a Cesena (FC) dalla collaborazione tra l'UNIVPM e l'azienda Battistini Vivai, ha l'obiettivo di individuare nuove cultivar adatte a crescere in terreni sub-alcalini e con clima temperato- caldo umido, e che presentino caratteristiche desiderabili, quali rifiorenza, precocità di maturazione dei frutti, assenza di spine, resistenza alle malattie e buon aspetto dei frutti per lucentezza, forma, colore e sapore. Da questo programma di selezione è stata avviata la valutazione di 4351 piantine originate da 29 combinazioni di incroci. La valutazione è stata effettuata in campo aperto e in coltura in suolo. Le valutazioni soggettive eseguite durante la prima stagione di crescita (2021) hanno permesso di analizzare la variabilità fenotipica della pianta e del frutto generata dalle diverse combinazioni di incroci e di selezionare i semenzali più interessanti. Nella seconda stagione di crescita (2022), tutte le progenie sono state nuovamente valutate soggettivamente e i semenzali che confermavano tratti superiori sono stati selezionati e analizzati in modo più approfondito misurando il loro potenziale produttivo e il peso e la qualità dei frutti (°Brix e acidità totale in percentuale di acido citrico). Come risultato preliminare dei due cicli di valutazione, sono state identificate circa 150 selezioni per la loro migliore combinazione di caratteristiche della pianta e del frutto. Tutte queste nuove selezioni saranno valutate per un terzo anno per identificare e avviare la propagazione dei nuovi genotipi più promettenti.

Parole chiave: *Breeding* lampone, valutazione fenotipica, rifiorenza

Effetto delle tecniche di irrigazione deficitaria e dell'uso di acque reflue sulle caratteristiche produttive e qualitative in olivo

Francesco Scollo^{1*}, Paolo La Spada¹, Carmen Montemagno¹, Giulia Modica¹, Laura Siracusa², Tonia Strano², Mirco Milani¹, Daniela Vanella¹, Salvatore Barbagallo¹, Alessandra Gentile¹, Alberto Continella¹

¹*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli studi di Catania, via Valdisavoia 5, 95123, Catania, Italia*

²*Istituto di Chimica Biomolecolare del CNR, sede secondaria di Catania, Via P. Gaifami, 18, 95126, Catania, Italy*

* francesco.scollo@unict.it

Il cambiamento climatico in corso comporta l'esigenza di modificare anche i metodi di produzione e le buone prassi agricole in diverse colture; in particolare, l'olivicoltura del bacino del Mediterraneo si sta adeguando mediante l'utilizzo di tecniche di irrigazione deficitaria al fine di ottenere un risparmio idrico e produzioni con elevate qualità organolettiche e nutraceutiche. Numerosi studi sono stati svolti per valutare gli effetti del deficit idrico controllato sulla produttività delle piante, sul tasso di crescita dei frutti, sulla fenologia di maturazione, sull'accumulo di lipidi nei vacuoli e sulle caratteristiche qualitative degli oli.

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di valutare la risposta quali-quantitativa di piante adulte di olivo di due varietà autoctone siciliane (Nocellara Etnea e San Benedetto) e di valutare l'effetto di livelli di irrigazione deficitaria anche con l'utilizzo di acque reflue.

L'attività sperimentale è stata condotta nell'oliveto dell'azienda agrituristica Valle dei Margi, Grammichele (CT), in due anni consecutivi 2020 e 2021. L'azienda è dotata di un impianto di fitodepurazione delle acque nere provenienti dalle attività di pernottamento e di ristorazione.

Nel 2020 sono state confrontate tre tesi, T1 con restituzione del 100% di evapotraspirazione colturale (ETc), T2 con restituzione dell'80% dell'ETc e T3 con irrigazione alternata settimanalmente al 100 ed al 50% dell'ETc con acque chiare, mentre nel 2021 sono state aggiunte altre tre tesi in cui si è utilizzata l'acqua reflua ottenuta dalla fitodepurazione.

Durante le due stagioni vegetative sono stati rilevati alcuni parametri morfologici della pianta e dei frutti; il livello di stress idrico delle piante è stato analizzato mediante potenziale idrico fogliare, la risposta delle piante agli input irrigui è stata misurata tramite rilevazione degli scambi gassosi. Inoltre, è stata quantificata la produzione per pianta e la resa in olio. Infine, sono state effettuate analisi dell'olio delle diverse tesi mediante gas-cromatografia per valutare la composizione acidica in funzione delle diverse tecniche di irrigazione utilizzate.

I risultati hanno evidenziato che riduzioni del fabbisogno irriguo colturale pari al 20% non hanno determinato effetti negativi sui parametri vegeto-produttivi e qualitativi dei frutti.

Radial pattern of sap flux velocity in apple trees and consequences for the whole tree transpiration assessment

Damiano Zanotelli*, Nicola Giuliani, Ahmed Ben Abdelkader

Libera Università di Bolzano-Bozen – Facoltà di Scienze e Tecnologie, Bolzano-Bozen

* damiano.zanotelli@unibz.it

Sap flow measurements are used worldwide to estimate both qualitatively and quantitatively the dynamics of water uptake by woody species. However, trees present a challenge in scaling single point measurements to whole-stem sap flow because of the presence of a large radial variability in sap flux velocity at increasing distances from the cambium. A better knowledge of the radial sap flux profile is therefore necessary to obtain more reliable estimates of whole tree transpiration. For this purpose, in winter 2022 four mature apple trees (15 years old, cv. Nicoter® Kanzi, M9 rootstock) were transplanted in 50 L pots filled with an agricultural soil. After the end of the vegetative growth, trees were brought in a greenhouse, where tree transpiration was gravimetrically assessed through high-precision load cells. Trees were equipped with soil (Tero 21, Meter Group) and stem water potential sensors (Florapulse®), and with sap-flow meters (SFM1, ICT international), with 2 measuring points at 12.5 (the outer) and 27.5 mm (the inner). To measure the sap velocity at different distances from the cambium, the needles of the sap flow sensors were initially fully inserted and then extracted by 2 mm at a time every 2/3 days, for 6 times. A total of 12 different depths from the cambium were measured (10, 8, 6, 4, 2, 0 and 25, 23, 21, 19, 17, 15 mm from the cambium with the outer and inner measuring point, respectively). The trees were kept under optimal and constant growing conditions in terms of light, temperature, relative humidity, and soil water availability, using data of stem water potential and gravimetric water loss to validate that assumption.

The sap velocity radial profile showed a well-defined Weibull distribution pattern, peaking at a distance between 2 to 4 mm from the cambium. The highest sap velocities (10.6 to 11.6 cm/h) were recorded from 10am to 4pm at 4 mm below the cambium, while in early morning and in the evening the peak was shifted toward the 2 mm position. The flux reached nearly zero values at 21-23 mm from the cambium, corresponding to the centre of the trunk. These results show that in apple trunks a significant and consistent change in the sap flux velocity occurs within small intervals of distances from the cambium. A better modelling of the radial flux velocity profile could thus help to improve the upscaling of point measurements via sap-flow sensors to whole tree transpiration, overcoming problems of under or over-estimation often reported in literature.

Parole chiave: sap-flux velocity, radial profile, apple tree, transpiration, sap flow sensors, stem water potential

Utilizzo di *cover crops* in impianti di uva da tavola per il controllo della flora spontanea e il miglioramento della fertilità dei suoli

Filippo Ferlito^{1*}, Giuseppina Las Casas¹, Biagio Torrìsi¹, Alessio Giuffrida¹, Gaetano Distefano², Francesco Scollo², Antonino Azzaro³, Carmelo Franza³, Nunzio Busacca³, Elisabetta Nicolosi²

¹*Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA), Acireale (CT)*

²*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, Catania*

³*Organizzazione Produttori Agricoli Siciliani (OPAS), Mazzarrone (CT)*

* filippo.ferlito@crea.gov.it

In Sicilia gli impianti di uva da tavola presenti nel comprensorio di Mazzarrone, nelle provincie di Catania e Ragusa, si caratterizzano per un livello di specializzazione molto elevato e per sistemi produttivi altamente intensivi. La gestione agronomica prevede elevati apporti irrigui e di fertilizzanti di origine minerale che, non solo hanno fatto sì che il comparto venisse identificato come eccessivamente impattante sull'ambiente ma hanno, altresì, determinato diffusi fenomeni di stanchezza del suolo, perdita della fertilità con evidenti cali produttivi e aumento di fisiopatie. Nei casi più gravi è compromessa la possibilità di reimpiantare i vigneti. Al fine di ridurre gli input energetici immessi in questi sistemi colturali sono stati realizzati interventi di inerbimento controllato mediante l'utilizzo di colture di servizio agro-ecologico, funzionali al controllo della flora spontanea, all'incorporazione di biomassa nei suoli ed al miglioramento della fertilità generale del terreno. La prova sperimentale, condotta nell'ambito delle attività previste dal progetto INNOVITIS finanziato a valere della Misura 16.1 PSR-Sicilia 2014-2020, è stata effettuata nelle stagioni 2020-21 e 2021-22 in due aziende del territorio caratterizzate da suolo di medio impasto, rispettivamente con alto e basso contenuto di calcare attivo. La varietà coltivata è l'«Italia» allevata con il sistema a tendone. Nel mese di dicembre sono state seminate le seguenti essenze in purezza e in miscuglio: favino, orzo, orzo (60%) + veccia (40%), orzo (40%) + veccia (30%) + rafano (30%). La terminazione di ciascuna tesi e della flora spontanea (tesi controllo) è stata realizzata in modo diversificato attraverso il sovescio e l'interramento delle biomasse, ovvero, attraverso la trinciatura ed il mantenimento in superficie dei residui con funzione pacciamante. Per ciascun anno, dopo 60 e 90 giorni dalla semina, su aree di saggio, sono state quantificate le biomasse prodotte da ciascuna tesi e l'incidenza di queste ultime rispetto alla flora spontanea nonché il contenuto di azoto minerale in esse contenuto. Alla maturazione commerciale sono stati rilevati i principali caratteri quanti-qualitativi dell'uva prodotta. Ciascuna essenza, sia in purezza che in miscuglio, ha determinato un potere rinettante prossimo al 100% nei confronti della flora spontanea. Il favino, soprattutto nel terreno calcareo, ha raggiunto dei tassi di crescita e di biomassa significativamente più elevati rispetto alle altre tesi e, sebbene l'incremento dopo 90 giorni sia stato inferiore rispetto alle altre tesi, ha mantenuto i valori più elevati. La flora spontanea nei due suoli ha fornito i livelli più bassi di biomassa in ciascun intervallo. In termini di azoto i valori più elevati sono stati garantiti dal favino e dai miscugli contenenti almeno una leguminosa. Il contenuto di azoto derivante dalla flora spontanea diminuisce passando da 60 a 90 giorni. Le tecniche utilizzate non hanno determinato modifiche nelle caratteristiche quanti-qualitative della produzione e appaiono funzionali al miglioramento del contenuto di sostanza organica nel suolo, nonché, alla possibilità di controllare, con basso input energetico, la flora spontanea.

Parole chiave: Mazzarrone, agroecologia, sovescio, biomassa, stanchezza del suolo, conservazione del suolo

Regenerative agricultural practices and their impact on soil health and carbon sequestration in fruit tree orchards in Mediterranean area: the case study of FARMS4CLIMATE project

Alba N. Mininni^{1*}, Maria Calabritto¹, Teodoro Berloco², Cipriano Loiudice², Giuseppe Carlucci²

¹ *Department of European and Mediterranean Cultures: Architecture, Environment and Cultural Heritage (DiCEM), University of Basilicata, via Lanera, 20, 75100 Matera, Italy*

² *Agreenment srl Via A. M. di Francia, 75100 Matera, Italy*

* alba.mininni@unibas.it

The dominant farming systems widely spread over the past years, relying on synthetic inputs and mismanagement of agricultural practices, led to a decrease in soil organic carbon (SOC) and contributed to the degradation process of agricultural land, that also threatened the semi-arid Mediterranean regions. At the same time, a growing global human population, which is expected to increase in the next years, is demanding more food, exerting a significant pressure on soils to increase their productivity. Changing the agricultural system is essential to make agriculture no more a cause of decline, but an activity that can improve ecosystems health and quality, such as by creating carbon stocks in the soil, performing functions and providing services with the aim of achieving a condition of long-term sustainability.

In the present on-farm study, different experimental orchard sites (apricot, peach and yellow-fleshed kiwifruit) were identified in the Mediterranean area (South Italy) and chosen to evaluate the effects of regenerative agricultural practices on SOC and agroecosystem health. Each experimental field was characterized prior to the adoption of carbon farming practices for soil properties (total (SOC) and particulate soil organic C (POC) contents, bulk density, soil hydraulic conductivity, soil respiration, litter carbon storage), plant biomass partitioning and biometric parameters. A set of sustainable orchard management practices (i.e. no-tillage or minimum tillage of the soil, cover crop, mulching of pruning residues and application of organic amendments) was adopted and its potential benefits and related functions involving the enhancement of greenhouse gases relationships, through carbon storage, the increase of soil fertility, microbial community and biodiversity, water holding capacity and consequent water reservoir in soil, crop resiliency, plant biomass and productivity were assessed. In the experimental orchard sites fertilization management was based on plant demand and periodical monitoring of soil nitrate content and other macro- and micro-nutrients availability in the soil allowing to reduce mineral fertilizers inputs and consequent environmental pollution, enhancing nutrient use efficiency (NUE). Optimized irrigation strategy supported by continuous monitoring of environmental parameters and soil moisture by tools and sensors was developed to satisfy actual plant water requirements, reducing water losses and increasing water use efficiency (WUE). The analysis focus the attention on both the pivotal role of soil carbon stock on soil structure, water storage capacity, nutrient availability and on carbon sequestration potentials of fruit tree orchards increased by sustainable agronomic practices. Promoting the adoption of increasing SOC management practices in fruit tree orchards to the Living Lab funded in South Italy could enhance the provision of ecosystem services (ES) and support the development of environmentally friendly actions aimed at the conservation and improvement of soil capital resources. The FARMS4CLIMATE project aims to demonstrate that the transition towards a sustainable agriculture, which ensures an appropriate land management, can effectively increase the mean annual carbon stocks and maintain the capacity of soils to sustain steady quali-quantitative yield productions over the years for the present and future generations, ensuring global food and climate security.

Keywords: ecosystem services, carbon farming, SOC, climate change mitigation, soil fertility

This research was co-funded by the European Union in the frame of PRIMA program under Grant Agreement n. 211 FARMS4CLIMATE project.

Utilizzo di indicatori fisiologici per la stima dello stato idrico di quattro cultivar di olivo

Valeria Imperiale^{1*}, Alessandro Carella¹, Tiziano Caruso¹, Antonio Giovino², Antonino Ioppolo¹, Francesco Paolo Marra¹

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Viale delle Scienze— Ed. 4, 90128 Palermo, Italia;

²Consiglio per la ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca Difesa e Certificazione sede di Bagheria (CREA-DC)

* valeria.imperiale@unipa.it

Nonostante in olivo (*Olea europaea* L.) l'elevata resistenza ai deficit idrici consenta la coltivazione in asciutto, in letteratura è ampiamente documentato l'effetto positivo dell'irrigazione sulla produttività, tanto da renderla una pratica necessaria nei nuovi impianti intensivi e superintensivi. La specie è tradizionalmente coltivata in aree spesso interessate da eventi climatici avversi quali scarsità d'acqua, ondate di calore ed elevato irraggiamento. Tali fattori, che da sempre caratterizzano il bacino del Mediterraneo, negli ultimi anni stanno diventando sempre più estremi a causa degli effetti del cambiamento climatico. Il riscaldamento globale, di fatto, mette a rischio la sua coltivazione anche in territori considerati vocati. Per questi motivi, individuare cultivar che meglio si adattino a tali cambiamenti risulta fondamentale per affrontare le future sfide dell'olivicoltura italiana.

Nel monitoraggio dello stato idrico della maggior parte delle specie arboree da frutto, il potenziale idrico risulta l'indicatore di riferimento più affidabile nella programmazione dell'irrigazione. Tuttavia, la misura del potenziale è di tipo distruttivo, discontinuo, richiede tempo ed operatori specializzati e potrebbe risultare sensibile a meccanismi fisiologici quali l'aggiustamento osmotico.

Considerato che in letteratura sono molteplici gli indicatori fisiologici utilizzati per la stima dello stato idrico delle piante, il presente studio ha avuto lo scopo di: valutare la risposta allo stress idrico di 4 cultivar di olivo (Biancolilla, Calatina, Nocellara del Belice e Koroneiki) a diverso vigore, e studiare l'attendibilità e l'accuratezza di diversi indicatori rispetto al potenziale idrico (Ψ_{fogliare}), utilizzato come standard di riferimento. La prova è stata eseguita su piante allevate in vaso sottoposte a 3 livelli irrigui: restituzione del 100% (T1), restituzione e mantenimento del 50% (T2) e del 20% (T3) del traspirato. A cadenza bisettimanale sono stati effettuati i seguenti rilievi: Ψ_{fogliare} , contenuto idrico fogliare relativo (*Relative Water Content*, RWC), temperatura fogliare (termografia), scambi gassosi. Al termine della prova sono state eseguite misure biometriche e di ripartizione della biomassa nei diversi organi della pianta. Dall'analisi della varianza sui valori di Ψ_{fogliare} sono risultate differenze statisticamente significative tra le tesi irrigue, nessuna differenza è stata invece osservata tra le cultivar. Le relazioni degli indicatori in studio (RWC, *Crop Water Stress Index*, conduttanza stomatica) con il Ψ_{fogliare} e la loro interpretazione verrà discussa in dettaglio.

Parole chiave: *Olea europaea* L., cambiamento climatico, potenziale idrico, scambi gassosi, stress idrico.

Irrigazione del castagno: definizione dei parametri ottimali

Annachiara Fioccardi^{1,2*}, Maria Gabriella Mellano^{1,2}, Dario Donno^{1,2}, Giovanni Gamba^{1,2}, Gabriele Loris Beccaro^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino

²Centro Regionale di Castanicoltura del Piemonte

* annachiara.fioccardi@unito.it

La resilienza del castagno alla siccità è debole specialmente nei primi anni di vita o se l'albero non è radicato in un terreno profondo con elevata capacità di ritenzione idrica. Questo, unito alla tendenza degli ultimi anni verso stagioni estive sempre più lunghe e secche, rende l'irrigazione in castanicoltura un tema di assoluta attualità. I risultati dei pochi studi a disposizione sull'irrigazione del castagno variano in relazione a specie, cultivar, portainnesto, età degli alberi e condizioni pedoclimatiche. Inoltre, pur essendo nota la sensibilità del castagno ai carbonati, non sono disponibili studi relativi alla definizione dei parametri chimico-fisici dell'acqua ottimali per l'irrigazione di *Castanea* spp.

È molto importante valutare la durezza di un'acqua destinata all'irrigazione di una specie, come il castagno, così sensibile alla presenza di carbonati. Questo parametro indica, in particolare, il contenuto di ioni calcio e magnesio disciolti nell'acqua (soprattutto come carbonati e bicarbonati, ma anche solfati, cloruri e nitrati). La prova svolta presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari dell'Università degli Studi di Torino ed il Centro Regionale di Castanicoltura del Piemonte considera 75 barbatelle di *Castanea sativa* x *Castanea crenata* (cultivar 'Marsol' CA07), suddivise in 5 tesi e irrigate con acqua a livelli di durezza differenti: demineralizzata (0°F), a 10, 18, 36 e 50°F, quest'ultima ottenuta con aggiunta di carbonato di calcio nella quantità di 0.15 g/L. Per la valutazione degli effetti dell'acqua di irrigazione sulle talee sono stati raccolti periodicamente dati su crescita diametrica, altezza del fusto, conducibilità elettrica del substrato di crescita, contenuto in clorofilla e fluorescenza fogliare. Questa prova potrà contribuire a fornire nuove informazioni sulla qualità delle acque di irrigazione evidenziando gli effetti di un diverso livello di durezza su *Castanea* spp.

Parole chiave: vivaismo, talee, deficit idrico, fertilizzazione, fluorescenza fogliare

Precision farming in castagneto nell'ambito del progetto VALTIFRU 4.0: il rilievo delle piante stressate e la previsione della produzione

Lorenzo Rosso^{1,2,3*}, Giovanni Gamba^{1,2}, Isidoro Riondato^{1,2}, Gabriele Beccaro^{1,2}, Daniela Torello Marinoni^{1,2}, Lorenzo Comba¹, Alessandro Biglia¹, Alessandro Sopegno¹, Roberto Botta^{1,2}

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari—DISAFA, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco, 10095 Torino*

² *Centro Regionale di Castanicoltura del Piemonte*

³ *IUSS Scuola Universitaria Superiore Pavia*

* lorenzo.rosso@unito.it

Grazie ai passi avanti nel campo del precision farming, ad oggi esistono strumenti per il monitoraggio delle colture che possono contribuire a migliorare l'efficienza delle risorse impiegate rendendo l'agricoltura più sostenibile. Uno degli obiettivi del progetto VALTIFRU 4.0 è di portare queste nuove tecnologie anche nell'ambito della castanicoltura, che solo ultimamente si sta affacciando al precision farming. In particolare si propone di sviluppare metodologie sia nell'ambito del remote che proximal sensing per il monitoraggio della salute delle piante e della previsione della produzione annuale, adatte ai castagneti tradizionali del sud Italia.

L'estensione tipica delle chiome nei castagneti tradizionali rende difficile monitorare lo stato morfo-funzionale della pianta con metodi tradizionali. Per tale motivo è in corso lo sviluppo di nuove metodologie per valutare l'insorgenza di eventuali problematiche tramite immagini aeree. Nel 2021 si è cominciato a lavorare in Piemonte in un castagneto intensivo e omogeneo per mettere a punto la metodologia in condizioni controllate. In particolare, alcune piante sono state indotte in stress idrico-nutrizionale effettuando incisioni anulari. Lo stato delle piante, trattate e testimoni, è stato monitorato in più fasi fenologiche tramite rilievi sull'apparato fotosintetico. Contestualmente, grazie all'ausilio di droni aerei sono state acquisite immagini RGB e multispettrali nel range del visibile e infrarosso. Le acquisizioni sono utilizzate per valutare la rilevabilità delle piante stressate durante la stagione vegetativa. Inoltre, grazie a rilievi effettuati sulla produzione, le immagini acquisite durante la maturazione sono utilizzate anche per valutare la predicibilità della produzione.

Nel 2022, invece, si è lavorato su castagneti estensivi in Calabria monitorando a giugno e a settembre lo stato di salute dell'apparato fotosintetico sia con rilievi da terra che tramite drone. Inoltre, è stata quantificata la produzione di castagne di alcuni alberi sempre in ottica di sviluppare metodologie per la previsione della produzione dell'anno.

I dati raccolti sono attualmente in elaborazione, ma già i primi risultati sono incoraggianti. È stato possibile sviluppare metodologie per individuare automaticamente i ricci presenti sulla chioma della pianta a partire dalle immagini aeree. Mentre per quanto riguarda i dati rilevati da terra si possono evidenziare correlazioni interessanti tra quantità di clorofilla fogliare (rilevata come valori SPAD), conduttanza stomatica, e alcuni parametri delle analisi condotte sulla fluorescenza della clorofilla.

Parole chiave: castagno, agricoltura di precisione, telerilevamento, stress delle piante, produzione

Lavoro realizzato nell'ambito del progetto "VALTIFRU 4.0: Valorizzazione delle filiere di frutta a guscio e fresca trasformata ad alto valore aggiunto", progetto PNR 2015-2020 – VALTIFRU 4.0-ARS01_01060

Sessione Agrobiodiversità

Orali

Il regime delle varietà da conservazione a tutela delle varietà locali ortive in Italia ed Europa

Adriano Didonna*, Massimiliano Renna, Pietro Santamaria

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti – Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia

* adriano.didonna@uniba.it

Il termine “varietà da conservazione” è stato introdotto in Europa il 14 dicembre 1998 con la Direttiva 98/95/CE del Consiglio Europeo, la quale definiva in tal modo quelle specie e varietà: a) «adatte alle condizioni naturali locali e regionali, nonché minacciate da erosione genetica» (art. 6, n. 17, co. 2) e b) «coltivate in modo tradizionale in luoghi particolari [...]» (art. 6, n. 37, co. 2). Per tale categoria di colture è stato previsto, già dalla sua introduzione, un regime semplificato di iscrizione al Catalogo Comune Europeo delle varietà delle specie di ortaggi, che si basasse anche su valutazioni non ufficiali, viste le specifiche caratteristiche ed esigenze qualitative delle varietà iscritte e la necessità di preservarle dall’erosione genetica.

Dal 1998 ad oggi, il regime giuridico delle varietà da conservazione ha subito ulteriori implementazioni e modifiche, culminate in Italia nel Decreto Legislativo n. 20 del 2 febbraio 2021, il quale disciplina e raccoglie in un testo unico le norme per la produzione a scopo di commercializzazione e la commercializzazione di prodotti sementieri. Nella disciplina vigente, si prevedono dunque numerose deroghe per tale categoria di colture, per facilitare la conservazione *in situ* e la commercializzazione. Ad esempio, per le varietà da conservazione è prevista deroga in termini di purezza varietale minima richiesta per la commercializzazione rispetto alle categorie di sementi “*standard*” (art. 58) e di sementi “*certificate*” (art. 61); inoltre, è riconosciuto agli agricoltori produttori di varietà da conservazione il diritto alla vendita diretta e in ambito locale di sementi o materiale da propagazione, nonché il diritto al libero scambio all’interno della “Rete nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare”, istituita dalla L. 194/2015.

Con riguardo alle specie ortive, in Europa nel 2023 risultano essere registrate 189 varietà da conservazione; la specie più rappresentata tra le varietà registrate è il *Phaseolus vulgaris* L., con 36 varietà iscritte, seguita da *Solanum lycopersicum* L. (35) e *Capsicum annuum* L. (27). In Italia si contano 43 varietà da conservazione registrate, coltivate per lo più in Toscana (22), Piemonte (8) e Veneto (5); anche in questo caso la specie più rappresentativa è il *Phaseolus vulgaris* L. (18), seguito da *Allium cepa* L. (5) e *Solanum lycopersicum* L. (4). Se si considera che in Europa ad oggi si stimano migliaia di varietà coltivate, molte delle quali varietà locali per la cui tutela e valorizzazione è stato istituito il regime delle varietà da conservazione, lo scarso numero di varietà ortive ad oggi registrate sembra essere un’opportunità sprecata per l’agricoltura europea. È dunque necessario individuare i motivi per i quali tale strumento normativo non sia stato, ad oggi, pienamente valorizzato in Europa e in Italia; è altresì importante riconoscere, documentare e divulgare il ruolo delle varietà locali per l’istituzione di un sistema agricolo di qualità, nonché valorizzare l’impegno dei cosiddetti “Agricoltori custodi” facenti parte della Rete Nazionale della Biodiversità, istituita dalla L. 194/2015.

Parole chiave: conservazione, varietà locali, agrobiodiversità, normativa sementiera, varietà da conservazione, agricoltori custodi

Il contributo delle NUS (*Neglected and Underutilized Species*) all'innovazione per il florovivaismo

Daniela Romano^{1*}, Giovanni La Fornara¹, Luca Leotta¹, Antonino Currò¹, Stefania Toscano²

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania)

²Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina, Polo Universitario dell'Annunziata sn, 98168 Messina

* dromano@unict.it

Il florovivaismo sta attraversando un periodo di profonde modifiche sia tecniche che biologiche. I consumatori, sempre più sensibili a temi ambientali ed etici, stanno mostrando un interesse crescente nei confronti di specie e cultivar, rare o poco conosciute, coltivate localmente, secondo metodi a basso impatto e che favoriscano sostenibilità sociale e ambientale della filiera. A livello istituzionale, l'uso sostenibile e la conservazione delle risorse genetiche vegetali sottoutilizzate e a rischio di estinzione, disciplinati e sostenuti da accordi internazionali (es. FAO, 2001, CBD, 2010), cominciano a riguardare anche il florovivaismo. Allo stesso tempo, cresce la consapevolezza dei consumatori rispetto all'opportunità di acquistare fiori e piante che valorizzano l'uso di specie e varietà dimenticate o sottoutilizzate e al contributo che questi prodotti possono dare, in termini etici, estetici, di salute, a modelli di consumo sostenibili e orientati al futuro. Queste tendenze e la loro prospettiva di lungo periodo stanno sostenendo e possono continuare a sostenere una diversificazione delle produzioni floricole europee, incentivando anche la riscoperta e l'uso di varietà sottoutilizzate o dimenticate e l'innovazione di prodotto. Sulle orme dei principi e delle linee di azione di *Slow Food*, anche il movimento *SlowFlowers* sta muovendo i primi passi verso lo sviluppo di una floricoltura e di un florovivaismo basati sul valore aggiunto della prossimità, della cultura, del rispetto dell'ambiente e della cooperazione equa e solidale. In quest'ambito le piante ornamentali presenti in alcuni contesti, soprattutto se datati e marginali (giardini storici e/o tradizionali e anche contesti minimali, quali cortili, balconi, terrazze) meritano attenzione, anche perché spesso, a causa delle difficili condizioni ambientali e della discontinuità di manutenzione, esprimono una elevata resilienza ai fattori ambientali avversi. Di frequente, inoltre, i genotipi si sono conservati e diffusi anche perché ammettono una facile propagazione, diventando protagonisti del giardinaggio amatoriale e dello scambio di materiali fra gli hobbisti. In Sicilia, in particolare, le condizioni climatiche, socio economiche, storiche e forse etnoantropologiche hanno contribuito a determinare un'articolata configurazione biologica. In questo quadro, nell'ambito del progetto "Caratterizzazione e valorizzazione di germoplasma di specie erbacee, ortive e floricole di interesse agrario a rischio di erosione genetica nel territorio della Regione siciliana", finanziato con la misura 10.2/A "Sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura – Conservazione delle risorse genetiche vegetali in agricoltura del P.S.R. 2014-2022", è stata portata avanti l'attività di individuazione, descrizione e caratterizzazione di specie ornamentali tradizionali rinvenute nel territorio, soprattutto nella Sicilia orientale, negli spazi a verde tradizionali e/o marginali. Finora sono stati raccolti oltre 90 genotipi che sono oggetto di una collezione *ex situ* per lo studio più approfondito delle loro caratteristiche.

Parole chiave: piante ornamentali, varietà tradizionali, verde storico, germoplasma, *SlowFlower*

L'albicocco: dalla genetica al tavolo dei consumatori

Irina Baccichet*, Remo Chiozzotto, Alessandro Giulio Tagliabue, Cassia Da Silva Linge, Debora Tura, Daniele Bassi e Marco Cirilli

Università degli Studi di Milano – DiSAA (Milano)

* irina.baccichet@unimi.it

L'albicocco (*Prunus armeniaca* L.) in Italia è un'importante filiera produttiva che, tuttavia, sta sperimentando una riduzione delle superfici coltivate (-9.5% ha nel 2011-2021, FAOSTAT) a causa della competizione con altri paesi del Mediterraneo, in primis la Turchia. Una maggiore vocazionalità colturale della specie si è ottenuta mediante la selezione di accessioni resistenti a Sharka, auto-compatibili e con un più ampio calendario di maturazione; ciononostante, l'aumento del consumo fresco di albicocche sembra essere ostacolato dalla ridotta qualità del frutto *in toto*. Benché i parametri merceologici del frutto (colore, pezzatura, assenza di difetti *etc.*) siano i primi a favorire il successo sul mercato fresco, la poliedrica componente organolettica garantisce l'affezione del consumatore perpetuando l'acquisto. Il desiderio del consumatore di portare sulla propria tavola delle albicocche gustose stimola l'avanzamento della ricerca per una superiore qualità del frutto. Inoltre, la chiara consapevolezza dello scarso potenziale organolettico espresso dalle attuali *cultivars* spinge l'obiettivo futuro verso il *breeding* assistito dalla conoscenza genomica al fine di supportare – senza scavalcare – la selezione di nuovi idiotipi di albicocco con un alto valore merceologico. Il presente contributo riassume i risultati della selezione condotta nell'ambito del programma di miglioramento varietale 'MASPes' per la qualità intrinseca del frutto di albicocco. Un particolare interesse è stato rivolto all'impatto sensoriale delle diverse classi di metaboliti, alla loro variabilità fenotipica nel germoplasma di albicocco e alla loro base genetica. La tendenza a commercializzare frutti con una ridotta o eccessiva acidità totale (TA) sbilancia fortemente il rapporto (indice *BrimA*) con il contenuto di solidi solubili (SSC) e ciò non aggrada pienamente il consumatore dei paesi Europei. Valori di TA, compresi nel *range* di 10-15 g L⁻¹ e supportati da un SSC superiore a 15 °Brix, sembrano esaltare gli aromi tipici del frutto come riscontrato nella sel. 'Emma' (MASPes) e nella cv. 'LadyCot' (COT International, Francia). Tuttavia, TA oscilla ampiamente nel germoplasma con valori compresi tra i 5 ed i 30 g L⁻¹, laddove la media è circa pari a 13 g L⁻¹ sia nella buccia sia nella polpa. L'acidità del frutto è fortemente correlata al profilo e alla quantità degli acidi organici presenti: chinato, cis-aconitato, citrato, fumarato, galatturonato, malato, ossalato, succinato, shikimato e tartarato variano in modo considerevole nel germoplasma di albicocco. Come supportato dai panel sensoriali eseguiti, la percezione di TA sembra essere esaltata dalla presenza del citrato e del chinato e mitigata da quella del malato e del succinato. L'acido malico e il citrico sono i due più abbondanti acidi organici tra quelli rilevati nei frutti a piena maturazione fisiologica mostrando un rapporto estremamente stabile in ogni accessione. L'acido malico e il citrico raggiungono concentrazioni finanche di 29 g L⁻¹ nella collezione di germoplasma, diversamente dall'acido succinico e dal chinico che sfiorano appena i 2 g L⁻¹ nella polpa ed i 3 g L⁻¹ nella buccia. L'acido malico appare positivamente correlato all'epoca di maturazione mentre il citrico sembra il maggiore responsabile della percezione acida, indipendentemente dalla concentrazione assoluta di TA nella drupa. La relazione tra TA e rapporto 'malico/citrico' nella buccia e nella polpa risulta scarsamente influenzato dalla gestione agronomica e dagli effetti stagionali suggerendo una solida base genetica. Le scarse conoscenze genetiche sui caratteri legati alla qualità del frutto di albicocco hanno a lungo limitato l'introduzione di approcci di selezione assistita da marcatori (MAS) e/o dalla genomica (*Genomic prediction-based selection*, GS). Il recente sequenziamento del genoma di albicocco ha fatto luce sulla grande variabilità genetica della specie consentendo l'implementazione di strumenti per la genotipizzazione ad alta densità come la *Single primer enrichment technology* (SPET). Sicuramente, la dissezione genetica a livello di germoplasma e delle progenie da incroci bi-parentali contribuirà a gettare le basi per lo sviluppo di marcatori affidabili di alcuni caratteri d'interesse come la TA, il profilo di acidi organici, il SSC e l'epoca di maturazione. In conclusione, si evince come la specie albicocco sembri porre stimolanti sfide e interessanti prospettive per un approfondito rinnovamento varietale con grandi benefici per la sua coltivazione in Italia.

Parole chiave: *Prunus armeniaca* L., qualità del frutto, acidità del frutto, acidi organici, miglioramento varietale, MAS

Caratterizzazione dei profili aromatici e dei principali aspetti qualitativi in una popolazione segregante di vite da mensa

Luca Leonardo^{1*}, Farneti Brian², Khomenko Iulia², Di Guardo Mario¹, Scollo Francesco¹, Nicolosi Elisabetta¹, Ferlito Filippo³, Troggio Michela², Bianco Luca², La Malfa Stefano¹, Biasioli Franco², Distefano Gaetano¹

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia

² Centro di Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, Via Edmund Mach 1, 38098 San Michele all' Adige, Trento, Italia

³ CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italia

* leonardo.luca@phd.unict.it

Nell'ambito della costituzione di nuovi ibridi di vite da mensa, capaci di rispondere alle crescenti esigenze di un mercato in continua espansione, la selezione assistita da marcatori molecolari (MAS) rappresenta una delle strategie più diffuse ed applicate per il miglioramento genetico. Ad oggi, importanti traguardi sono stati raggiunti soprattutto nella ricerca di marcatori molecolari utili nei piani di piramidazione di Quantitative Trait Loci (QTL) di resistenza, portando all'immissione nel mercato vivaistico di nuove varietà con caratteristiche agronomiche di pregio. In questo contesto, la scarsa disponibilità di marcatori molecolari correlati a caratteri qualitativi dei frutti rappresenta un fattore limitante per lo svolgimento di un piano di miglioramento varietale. Lo studio si prefigge l'analisi fenotipica di una popolazione segregante di 160 individui generati dall'incrocio delle varietà 'Italia' e 'Crimson Seedless', primo passo verso lo sviluppo di marcatori molecolari correlati a tratti qualitativi dei frutti. La popolazione è stata messa a dimora nel 2018 su portainnesto '140 Ruggeri' e nel 2022 sono stati rilevati diversi caratteri qualitativi dei frutti. L'origine ibrida degli individui è stata accertata tramite analisi HRM (High Resolution Melting) prendendo in esame due marcatori SNP. I frutti della popolazione sono stati raccolti a maturità commerciale. Sono stati rilevati diversi caratteri fenotipici, tra cui texture e dati colorimetrici delle bacche, e sono stati adottati diversi descrittori OIV (223, 225, 227, 232, 235, 238, 240). Infine, il profilo aromatico dei frutti è stato analizzato attraverso il PTR-Tof-MS (Proton Transfer Reaction-Time Of Flight-Mass Spectrometer), al fine di ottenere una precisa caratterizzazione quali/quantitativa dei diversi composti organici volatili (VOCs) prodotti. I risultati hanno mostrato grande variabilità all'interno della popolazione con una distribuzione normale, in particolare per i caratteri dell'apirenia (numero di semi su 10 acini) e metabolici. Alcuni caratteri carpometrici e colorimetrici hanno invece mostrato una distribuzione gaussiana inversa. L'acquisizione dei dati genotipici attraverso l'utilizzo di un 20K SNP-array è in corso e permetterà, grazie ai dati fenotipici raccolti, l'identificazione di QTL relativi ai caratteri in esame. I risultati del presente lavoro permetteranno di esplorare i meccanismi di regolazione genetica dei caratteri qualitativi dei frutti e di sviluppare marcatori molecolari utilizzabili nei nuovi piani di incroci per lo sviluppo di nuove varietà di vite da mensa.

Parole chiave: *Vitis vinifera*, uva da mensa, fenotipizzazione, genotipizzazione, HRM, QTL, SNP, VOCs, PTR-Tof-MS

Recupero, conservazione, caratterizzazione e valorizzazione della biodiversità frutticola: il caso mela Bianca di Grottolella

Maria Tommasina Pecoraro^{1*}, Agata Lizzio², Margherita Amenta², Flavia Valeria Romeo², Angelina Nunziata¹, Pietro Rega¹, Giuseppe Capriolo¹, Milena Petriccione¹

¹CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura – Via Torrino, 3 81100 Caserta

²CREA Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura - Corso Savoia, 190 - 95024 Acireale (CT)

* mariatommasina.pecoraro@unicampania.it

L'influenza delle tecniche colturali sui parametri nutraceutici ed alimentari in termini di composizione biochimica dei frutti e altri indici qualitativi sono elementi di notevole interesse soprattutto laddove si vogliono valorizzare antiche varietà. In particolare, oltre alle caratteristiche bio-agronomiche e a parametri come pH, °Brix ed acidità, ad essere influenzati sono particolari metaboliti secondari quali i polifenoli. Il presente studio condotto nell'ambito del progetto "Implementazione e studio del metodo nobile in frutticoltura - NOBILFRUTTA" prende in considerazione due antiche cultivar autoctone, una di melo e una di fico, che caratterizzano il territorio Irpino. La cultivar di melo 'Bianca di Grottolella' si è diffusa fin dal '700 per le pregevoli caratteristiche organolettiche e la serbevolezza del prodotto, influenzate dalle favorevoli condizioni pedoclimatiche. Essa viene ancora coltivata su piccole superfici nel territorio compreso tra i comuni di Grottolella, Altavilla Irpina, Montefredane e Capriglia Irpina in provincia di Avellino. Il frutto di questa varietà è di pezzatura media ed è leggermente appiattito con peduncolo breve e spesso, buccia di colore giallo talvolta sfaccettata di rosso chiaro con piccole lenticelle. La polpa è bianca, tenera e aromatica alla maturazione. La raccolta avviene tra la seconda e la terza decade di ottobre. Lo studio è stato condotto su due meleti ubicati nel comune di Grottolella (AV) impiantati rispettivamente nel 2010 e 2013 su portinnesto M26, allevati a palmetta libera e confrontati con una vecchia pianta, non potata, di Bianca di Grottolella innestata su franco. La gestione del frutteto avviene secondo le tecniche tradizionali del posto e, in aggiunta, è stata adottata la tecnica del diradamento manuale dei frutti per migliorarne pezzatura e qualità. Le mele raccolte nelle diverse tesi sperimentali sono state valutate per le caratteristiche pomologiche e qualitative. La tecnica del diradamento influenza il peso medio dei frutti nelle tesi, con un incremento pari al 11,4 % e 19,4% rispettivamente nel meleto impiantato nel 2010 e nel meleto impiantato nel 2013. Tale tecnica migliora anche il contenuto medio di polifenoli espressi come equivalenti di acido gallico/100 g frutto con un incremento pari a 13,5% e di acido ascorbico del 25,3% nel meleto impiantato nel 2010. Inoltre, sono state valutate le caratteristiche qualitative, nutraceutiche e della componente volatile del distillato ottenuto dopo la fermentazione delle mele mediante spettrometria di massa accoppiata a Gas cromatografia; è stata inoltre effettuata la determinazione quali-quantitativa dei composti organici volatili (COV) presenti nel distillato di mela.

Parole chiave: sostenibilità, rivalorizzazione, nutraceutica, miglioramento qualità, innovazione, varietà locali

Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Implementazione e studio del metodo nobile in frutticoltura. Caso studio su melo e fico-NOBILFRUTTA" CUP H52C19000150009 GAL Irpinia Sannio CILSI PSR 2014-2020 Tipologia di intervento16.1.1

Studio della variabilità genetica e fenotipica su germoplasma di arancio dolce

Sebastiano Seminara^{1*}, Stefania Bennici¹, Mario Di Guardo¹, Francesco Scollo¹, Alessio Giuffrida², Marco Caruso², Filippo Ferlito², Giuseppina Las Casas², Elisabetta Nicolosi¹, Stefano La Malfa¹, Alessandra Gentile¹, Gaetano Distefano¹

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

² CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT)

* sebastiano.seminara@phd.unict.it

L'arancio dolce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] è la prima specie in ordine di importanza economica tra quelle appartenenti al genere *Citrus*, costituendo circa il 50% dell'intera produzione mondiale di agrumi. L'Italia figura tra i primi dieci Paesi produttori mondiali, con un crescente trend di volumi produttivi determinato dalla spinta al rinnovamento degli impianti seguita al diffondersi del 'virus della tristezza' (*Citrus Tristeza Virus*). La produzione nazionale, attestatosi lo scorso anno a 1.987.682 t (Istat 2022), consta per il 52% di arance appartenenti al gruppo Navel, per il 36% di arance rosse e per il 12% di bionde comuni. Le recenti informazioni ottenute dal sequenziamento dei genomi delle specie vere e derivate degli agrumi hanno chiarito come l'arancio dolce derivi, attraverso complessi cicli di ibridazione e backcross, dall'incrocio tra pummelo [*C. maxima* (Burm.) Merr.] e mandarino (*C. reticulata* Blanco). Nonostante l'ampia variabilità fenotipica oggi disponibile sotto forma di centinaia di diverse accessioni, selezionate e propagate per via agamica durante secoli di coltivazione e differenti per epoca di maturazione ed importanti aspetti qualitativi dei frutti, l'attuale panorama varietale è costituito unicamente da cultivar/accessioni originatesi per eventi di mutazione somatica. Al fine di associare la variabilità genotipica ai principali caratteri fenotipici di interesse, oltre 100 genotipi appartenenti alla collezione di germoplasma di arancio dolce del CREA-OFA ed alcuni campioni commerciali forniti dall'azienda AAT Oranfresh spa, sono in corso di caratterizzazione al fine di determinare il profilo genetico molecolare parallelamente ai principali tratti qualitativi dei frutti.

Nello specifico, su campioni di frutti di 117 accessioni incluse nello studio, sono stati analizzati per quattro differenti epoche di campionamento (dicembre, gennaio, febbraio, marzo), i principali parametri pomologici e chimici, con particolare attenzione rivolta alla variabilità del contenuto in antociani, composti bioattivi di comprovate proprietà salutistiche. I dati fenotipici ottenuti sono stati integrati tramite un approccio di studio di associazione genomica (GWAS) a quelli ottenuti dal risequenziamento delle rispettive accessioni, effettuato utilizzando la piattaforma Illumina con un coverage di 40X. I risultati hanno permesso l'individuazione di tratti genomici associati ai principali aspetti qualitativi analizzati, oltre all'individuazione di singoli polimorfismi (SNP) discriminanti per singola accessione.

Tramite il presente lavoro si è ottenuta l'identificazione di nuovi marcatori molecolari associati ad importanti caratteri qualitativi del frutto, utili per essere impiegati nella selezione precoce (MAS) di nuovi genotipi di agrumi. Inoltre, la determinazione di marcatori univoci SNP potrà costituire per tutta la filiera agrumicola uno strumento innovativo e facilmente accessibile ai fini della tracciabilità di piante, frutti e prodotti derivati. Allo stato attuale, attraverso l'analisi HRM (*High Resolution Melting*) è stato possibile discriminare singoli genotipi dagli altri inclusi nello studio, previo il disegno di primer specifici. L'effettiva affidabilità degli strumenti ottenuti è in corso di validazione tramite l'utilizzo di DNA genomico estratto da foglie, nonché da altre matrici (in particolare frutti e succhi derivati).

Parole chiave: *Citrus sinensis*, composti bioattivi, GWAS, SNP, MAS, tracciabilità

Valorizzazione del territorio di collina attraverso la caratterizzazione del suo prodotto: la ‘Ciliegia di Pecetto’

Alice Varaldo*, Federica Alchera , Giovanna Giacalone

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – DISAFA, Università degli studi di Torino. Largo Paolo Braccini, 2 Grugliasco (TO)

* alice.varaldo@unito.it

La frutticoltura piemontese è caratterizzata da due scenari produttivi: nelle zone pianeggianti si è sviluppata una realtà all'avanguardia con frutteti altamente specializzati e tecniche di precisione, ma al contempo esiste ancora un'agricoltura collinare tradizionale legata ad aziende la cui produzione frutticola è solo una parte dell'attività complessiva. Caso emblematico è la cerasicoltura di Pecetto Torinese dove, l'intensificazione delle produzioni degli ultimi anni non ha avuto un impatto significativo a causa della giacitura sfavorevole del territorio e della scarsa disponibilità di risorsa idrica. Tuttavia la coltivazione del ciliegio sulla collina di Torino, ha comunque subito dei mutamenti, ma ha mantenuto accanto all'introduzione di cultivar commerciali anche quelle appartenenti al germoplasma locale. In questa situazione la frutticoltura viene gestita con limitati interventi di difesa fitosanitaria, senza la presenza di coperture per la protezione da avversità biotiche e abiotiche e normalmente in assenza di apporti idrici. L'obiettivo di questa realtà frutticola, che si discosta di gran lunga dai sistemi adottati in pianura, punta su un mercato circoscritto al quale si propone un prodotto valido, ma meno standardizzato. Nonostante l'elevata competizione con i sistemi produttivi moderni, la 'Ciliegia di Pecetto' continua a caratterizzare l'economia locale del territorio mantenendo dei caratteri di qualità riconosciuti ed apprezzati dal consumatore. Al fine di valorizzare il territorio e la sua produzione di nicchia, è stata compiuta una caratterizzazione delle *cultivar* predominanti nell'areale di Pecetto T.se. Inoltre, con l'obiettivo di studiare l'influenza del clima collinare sulle risposte ritmiche delle colture, è stato compiuto un monitoraggio delle fasi fenologiche. L'indagine è stata eseguita per mettere a confronto l'areale di produzione collinare con quello di pianura, attraverso la comparazione dei cicli stagionali e periodici del ciliegio e l'acquisizione dei dati meteorologici giornalieri dei siti di interesse.

I risultati ottenuti hanno confermato che l'areale di collina permette di coltivare un prodotto competitivo sul mercato. Infatti le ciliegie hanno presentato caratteri qualitativi comparabili ai prodotti ottenuti da coltivazioni altamente specializzate. L'areale oggetto di studio influenza in modo determinate le peculiarità qualitative e produttive della ciliegia. Se da un lato sono risultate

caratterizzate da una maggiore concentrazione di componenti bioattive, dall'altra le produzioni nette riscontrate sono state inferiori rispetto alle coltivazioni di pianura. La situazione è per di più aggravata dagli ingenti scarti dovuti alle ridotte operazioni di difesa eseguite. Alla luce delle valutazioni effettuate emerge la necessità di ipotizzare un uso alternativo che valorizzi il prodotto invenduto o di scarto per incrementare il reddito delle aziende collinari e mantenere il legame con il territorio.

Parole chiave: cerasicoltura collinare, qualità organolettica, valorizzazione territorio, componenti bioattive

Smart Oral Communications

Conservazione, caratterizzazione e valorizzazione di specie aromatiche multifunzionali

Andrea Copetta*, Andrea Volante, Elena Balzani, Marco Savona, Claudio Cervelli, Barbara Ruffoni

CREA - Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo (Imperia)

* andrea.copetta@crea.gov.it

Il recupero e la conservazione della biodiversità sono attività prioritarie a livello mondiale per la salvaguardia di specie di interesse agrario dal rischio di erosione genetica e saranno attività strategiche in un futuro condizionato da sensibili cambiamenti climatici ed ambientali. La valorizzazione del patrimonio biologico, culturale ed economico, che prende il nome di agrobiodiversità, può rappresentare un valore aggiunto delle produzioni e delle attività agricole locali. Il Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo di Sanremo si occupa da anni dello studio di piante aromatiche sia del bacino del Mediterraneo sia di altre parti del mondo (in particolare Africa e Americhe) e ha costituito collezioni di rosmarino, salvie ed elicriso mettendo in risalto il loro aspetto multifunzionale: ornamentale, alimentare ed industriale (estratti per usi cosmetici e/o farmaceutici o antiparassitari). Nel corso degli ultimi anni, sono state mantenute e rinnovate le specie, le varietà e le accessioni delle piante presenti nelle collezioni; introdotte nuove accessioni e utilizzati dei descrittori specifici per la caratterizzazione morfologica grazie ai quali sono state preparate schede descrittive di molte delle accessioni di rosmarino (*Salvia rosmarinus*), *Salvia officinalis* e *Helichrysum italicum*. In collaborazione con altri enti ed istituti di ricerca, è stata effettuata la caratterizzazione fitochimica di accessioni di rosmarino e di varie salvie ed elicrisi: per molte delle specie e accessioni presenti in collezione sono stati caratterizzati i composti volatili e gli oli essenziali presenti nelle foglie, la loro capacità antiossidante e proprietà antimicrobiche per un uso alimentare. Nell'ambito di vari progetti di ricerca, è stato valutato anche l'aspetto nutrizionale legato al consumo dei fiori commestibili di varie specie e varietà del genere *Salvia* perché sempre più ristoranti propongono questi prodotti come guarnizione dei piatti o come ingredienti in preparazioni dolci e salate. A questo scopo, per specie selezionate è stato analizzato il contenuto di sostanze antiossidanti (polifenoli, antociani, flavonoidi), vitamine e zuccheri presenti nei fiori coltivati applicando il metodo di coltivazione biologica. I risultati ottenuti, hanno evidenziato che all'interno delle collezioni di rosmarino, salvie ed elicrisi sono presenti specie, accessioni e selezioni varietali con caratteristiche multifunzionali, cioè utilizzabili non solo per scopi ornamentali, ma anche estrattivo o come piante adatte alla coltivazione per la produzione di fiori commestibili. Molte delle accessioni considerate sono ben adattate a climi soleggiati, aridi, con escursioni termiche importanti e, avendo scarse esigenze nutrizionali e idriche, la loro coltivazione può essere considerata a basso impatto ambientale.

Parole chiave: conservazione, caratterizzazione, valorizzazione, *Salvia* spp., *Helichrysum* spp., agrobiodiversità

Farm to Fork strategies: indagine su sostenibilità colturale e plus nutrizionali del melo nei Monti Dauni

Antoniciello A.¹, Trombetta N.G.¹, Limosani P.¹, Novello V.², de Palma L.^{1*}

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122, Foggia, Italia*

²*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali ed Alimentari (DISAFA), Università di Torino, Largo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO), Italia*

* laura.depalma@unifg.it

La frutticoltura delle aree interne ha tradizioni locali basate sull'uso sostenibile delle risorse naturali e sull'impiego di genotipi caratterizzati da rusticità, bassa richiesta d'interventi colturali e da prodotti dotati di tipicità, salubrità e, spesso, da pregi nutrizionali. In aree interne e marginali della Daunia si svolgono ricerche sulla coltivazione sostenibile, sul valore nutrizionale e sull'uso multifunzionale di genotipi di melo, con il supporto dei progetti di ricerca VALMELA (PSR Regione Puglia 2014/2020, S.M. 16.2, DDS 94250037358) e AGRITECH (MUR, CN_00000041) e con borsa di studio per "Dottorati comunali" del XXXVIII CICLO. L'ambiente colturale ricade prevalentemente nella fascia collinare appenninica, è contraddistinto da inverni lunghi, freddi e relativamente piovosi, da estati brevi ma soleggiate, calde e asciutte, da terreni argillosi e generalmente ben provvisti di elementi nutritivi. Tra i genotipi di melo emerge la 'Limoncella', dotata di frutto piccolo, con buccia gialla, polpa bianca consistente e aromatica, sapida, serbevole; il frutto è incluso nell'elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali della Regione Puglia ("Mela Limoncella dei Monti Dauni meridionali").

Negli anni 2020 e 2021, in un'area dei Monti Dauni (Panni, FG), è stato stimato il fabbisogno idrico del meleto in base a dati meteorologici e, in giornate tipo dei mesi estivi più critici, ovvero luglio e agosto, presso un impianto a bassa densità di piantagione (278 piante/ha), coltivato in asciutto, con metodi biologici e conduzione familiare, è stato valutato lo stato idrico di alberi di 'Limoncella' innestati sui soggetti M26 (medio vigore) e MM111 (vigoroso). Nel 2021 sono stati valutati anche gli scambi gassosi per unità di superficie fogliare. Alla raccolta (inizio 2^a decade di ottobre), sono stati analizzati i principali parametri fisici e chimici del frutto, confrontandoli con quelli di Golden Delicious coltivata nello stesso meleto e considerata come cultivar di riferimento.

Dai risultati è emerso che, in luglio, gli alberi mantengono un buon livello di idratazione (potenziale idrico del fusto nelle ore centrali $\geq -1,50$ MPa) e, secondo quanto osservato nel 2021, anche di scambi gassosi (es. assimilazione carbonica netta 16-17 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ in foglie esposte a luce saturante tra le ore 10 e 12). In agosto, il potenziale idrico del fusto è rimasto al di sopra di -1,50 MPa nei meli innestati su MM111, mentre ha raggiunto e superato la soglia di -1,75 MPa, considerata indicativa di deficit idrico severo, nei meli innestati su M26; gli scambi gassosi fogliari si sono ridotti d'intensità, riducendosi del 45÷50% in termini di fotosintesi netta. Il portinnesto più vigoroso ha migliorato tutti i parametri considerati: la differenza è apparsa tendenziale in luglio e sempre significativa in agosto. In questo sistema colturale, il frutto concentra nel succo elevati livelli di metaboliti. Tra i principali parametri analizzati, è risultato particolarmente ricco in acido ascorbico (sino al 30-40% in più rispetto a Golden Delicious) e in polifenoli totali (+ 25-55%) e ha mostrato alta attività antiossidante (+ 25-40%). Inoltre, a fronte di un'elevata concentrazione di solidi solubili totali (circa 16-17 °Bx) il rapporto glucosio:fruttosio è risultato $\geq 1:7$, esaltando il valore salutistico del frutto. Nel primo anno, su campioni di frutti frigo-conservati l'indice di polifenoli è stato analizzato in dicembre e in gennaio. Al primo rilievo è risultato molto elevato nella buccia ed elevato nella polpa. Al secondo rilievo è risultato ridursi per effetto della conservazione. L'attività antiossidante della polpa, anch'essa analizzata in dicembre e in gennaio, non è variata nel tempo.

Parole chiave: stato idrico, scambi gassosi fogliari, proprietà del frutto

Recupero e valorizzazione del germoplasma antico di melo e pero della Lombardia

Gabriella De Lorenzis^{1*}, Beatrice Cavenago¹, Massimo Fronte Maranzano¹, Giovanna Soffritti², Guido Calvi³, Piero Frangi⁴, Virginia Ughini², Matteo Busconi², Anna Spinardi¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Milano

² Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Piacenza

³ Comunità Montana di Valle Camonica-Servizio Parco dell'Adamello, Brescia

⁴ Fondazione Minoprio, Vertemate, Como

* gabriella.delorenzis@unimi.it

Negli ultimi anni, l'agricoltura è chiamata ad adattarsi alle mutevoli condizioni climatiche e ambientali. Il breeding e quindi le risorse genetiche renderanno possibile questo adattamento. Da qui nasce la necessità di recuperare e valorizzare le risorse genetiche. L'interesse alla tutela della biodiversità vegetale in generale e delle varietà locali e tradizionali di fruttiferi presenti sul territorio lombardo ha contribuito alla nascita del progetto POMALL (POMacee Antiche Locali Lombarde a rischio di estinzione) i cui obiettivi principali riguardano la fenotipizzazione e genotipizzazione di cultivar locali di melo e pero della Lombardia. Il progetto ha previsto il recupero e la valorizzazione di accessioni di melo e pero presenti sia in campi collezione per la conservazione *ex situ* delle risorse genetiche vegetali, sia *in situ* ed on-farm. Le collezioni *ex situ* sono cinque e presenti presso l'azienda vitivinicola ERSAF di Riccagioia (PV), la Fondazione Minoprio a Vertemate (CO), l'Azienda didattica sperimentale F. Dotti dell'Università degli Studi di Milano ad Arcagna (LO), la Comunità Montana di Valle Camonica a Sonico (BS), Azienda Agricola Gaetano Besana – Oasi Galbusera Bianca a Sirtori (LC). Mentre, le accessioni *in situ* ed on-farm sono state recuperate in tutte le regioni lombarde. Nell'ambito del progetto sono stati censiti 175 individui di melo e 75 individui di pero. In questo lavoro saranno esposti i risultati della caratterizzazione genetica del germoplasma antico di melo e pero della Lombardia. Le analisi genetiche sono state effettuate in due step. Dapprima sono stati utilizzati i marcatori di tipo SSR (Simple Sequence Repeat), 10 per melo e 10 per pero, per l'identificazione del true-to-type, di sinonimie ed omonimie. Successivamente, i genotipi unici sono stati analizzati con i chip-array contenenti marcatori di tipo SNP (Single Nucleotide Polymorphism), AxiomTMApple50K per melo e AxiomTMPear70K per pero, per determinarne la variabilità genetica, la struttura genetica e per ricostruire il pedigree delle risorse genetiche censite. I profili genetici ottenuti sono stati confrontati con dati presenti in letteratura ed in banche dati per valutarne la diversità genetica. Inoltre, sulla base dei profili SNP è stata costruita una *core collection* al fine di identificare quei genotipi che prenderanno parte ai futuri programmi di breeding.

Parole chiave: biodiversità, SSR, SNP, true-to-type, sinonimie, omonimie, variabilità genetica, *core collection*

Caratterizzazione di varietà autoctone di olivo della provincia di Caserta

Laura Alberico^{1*}, Giovanna M. Fusco¹, Rosalinda Nicastro¹, Petronia Carillo¹, Alessandro Manna², Giuseppe Santoro³, Loredana F. Ciarmiello¹, Pasqualina Woodrow¹

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche. Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli" Caserta

²Slow Food Caserta, Caserta

³Agricola San Teodoro di Santoro Giuseppe, San Prisco (CE)

* laura.alberico@unicampania.it

I prodotti agroalimentari campani costituiscono uno straordinario patrimonio sia dal punto di vista economico che culturale da promuovere e tutelare. Nell'ultimo decennio, il settore della ricerca e gli enti e istituzioni locali hanno messo in atto numerosi programmi di recupero, caratterizzazione e valorizzazione di varietà ed ecotipi locali. In Campania la coltivazione dell'olivo (*Olea europaea sativa* L.) è ampiamente diffusa, occupando circa 70.000 ettari (ISTAT 2022), interessando oltre 114.000 aziende. Molti olivicoltori campani mostrano, con orgoglio, piante secolari, spesso chiamate con nomi collegati alle tradizioni locali, che rappresentano un patrimonio culturale e storico. Le piante di olivo locali si sono ben adattate allo specifico habitat del territorio permettendo di conservare accessioni aventi notevole resistenza a stress biotici e abiotici, nonché eccellenti caratteristiche organolettiche. Il presente lavoro nasce in collaborazione con Slow Food Caserta con la finalità di valorizzazione cultivar locali di olivo, in particolare l'oliva Tifatina, detta anche Aitana, selezionata da anni nel territorio casertano. L'oliva Tifatina nel Marzo 2019 è entrata ufficialmente nell'elenco regionale dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali, caratteristici del territorio e legati alle produzioni tradizionali locali. Dallo scorso anno è stata segnalata da Slow Food Caserta, alla Fondazione per la Biodiversità Onlus per l'inserimento tra i prodotti dell'Arca del Gusto. Valorizzare prodotti tipici attraverso l'attribuzione di marchi di qualità costituisce un'efficace difesa dell'economia locale. In particolare, cinque varietà di olivo (Caiazzana, Aitana, Cornaiola, Spennarola e Ascolana) del Comune di San Prisco, sono state genotipizzate utilizzando marcatori molecolari AFLP. Inoltre, per ogni varietà è stato analizzato il profilo nutrizionale (zuccheri solubili e amido, amminoacidi essenziali, polifenoli, proteine e lipidi totali) dei frutti di olivo. I risultati delle analisi molecolari e di profilo metabolico hanno mostrato differenze significative, altamente riproducibili tra le cinque varietà di olivo, e verificate tramite la ripetizione delle analisi su piante coltivate in appezzamenti diversi dello stesso sito. Per ogni varietà sono state testate 12 combinazioni di primer, identificando 170 bande con una taglia molecolare compresa tra le 180 e le 640 coppie di basi. La percentuale di bande comuni è del 40%, mentre le bande polimorfiche ammontano al 60%. Di queste ultime, alcune sono presenti in più varietà, altre sono genotipo-specifiche. Per quanto riguarda il profilo metabolico, l'Ascolana presenta il maggior contenuto di amminoacidi totali (+530) e zuccheri solubili (+600%); mentre l'Ascolana e l'Aitana mostrano un contenuto di amminoacidi essenziali maggiore (in media + 250%). Le varietà Aitana, Caiazzana e Spennarola presentano, inoltre, un contenuto di lipidi medio del 250% più elevato rispetto alle altre varietà.

Parole chiave: marcatori molecolari, profilo nutrizionale, prodotti agroalimentari tradizionali, olivo, valorizzazione delle cultivar locali

Graphical Abstracts

Descrizione di ‘Surigheddu’ cultivar di Pompia (*Citrus monstrosa*)

Silvia Medda, Miriam Catzeddu, Maurizio Mulas*

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari (SS)

* mmulas@uniss.it

La Pompia è un agrume caratteristico della Sardegna, probabile ibrido naturale di cedro e arancio amaro, molto affine al limone. Il frutto della Pompia viene utilizzato nella preparazione di dolci tipici e tradizionali del territorio. La specie è coltivata sporadicamente a livello familiare e non risultano descritte selezioni varietali della specie, ma semplici accessioni. La presente ricerca è stata finalizzata alla caratterizzazione dal punto di vista morfologico e chimico dei frutti e delle foglie di una selezione di Pompia coltivata presso il Centro di biodiversità di “Surigheddu” (SS) dell’Università degli Studi di Sassari. In particolare, è stata analizzata la composizione degli oli essenziali estratti dalle foglie e dal flavedo dei frutti mediante idrodistillazione. Inoltre è stata verificata la presenza della poliembrionia dei semi e in generale la percentuale di germinazione degli stessi in condizioni di temperatura e umidità controllata.

I frutti della selezione denominata ‘Surigheddu’ presentavano una forma obovoidale, appiattita ai poli con un’altezza media di 7 cm ($\pm 0,3$) e larghezza media di 9,4 cm ($\pm 0,7$). Il colore dei frutti era giallo/arancio. La base dei frutti è risultata incavata e solcata, tuttavia nei frutti con epicarpo liscio la base si presenta concava. L’apice è risultato piano e leggermente incavato. Il peso medio del frutto era di 267 g (± 35). Il flavedo è risultato molto sottile (0,28 cm $\pm 0,05$), al contrario l’albedo era molto spesso (0,98 cm $\pm 0,16$). I frutti presentano mediamente un numero di 23 semi ($\pm 7,3$) e di 12 segmenti ($\pm 0,7$). Per quanto riguarda la resa in succo, questa è risultata molto bassa (29,7% $\pm 2,8$). Il succo presentava un contenuto di Solidi Solubili Totali molto basso (7,6 °Brix $\pm 0,2$), un pH di 2,5 ($\pm 0,02$) e un’acidità totale molto elevata (5,9 % $\pm 0,16$).

Le foglie della selezione ‘Surigheddu’ sono risultate caratterizzate da una forma ovoidale e da un colore verde chiaro. La base fogliare era ovata e il margine fogliare inciso. Le foglie presentavano una lunghezza media di 9 cm ($\pm 0,6$) e una larghezza media di 6 cm ($\pm 0,4$).

La percentuale di germinazione aumentava progressivamente, passando da due a quattro settimane. Dopo due settimane si registravano solo il 10% di semi germinati. Alla quarta settimana il numero di semi germinati è aumentato all’80%. La maggior parte delle plantule emesse erano in numero di una o due per seme, mentre tre e quattro plantule per seme erano più rare.

La resa in olio essenziale era dello 0,4% dal flavedo e di 0,25% dalle foglie. Il composto più abbondante risultava essere il limonene, con il 90,18% nel flavedo rugoso, l’80,32% in quello liscio e il 12,14% nelle foglie. Relativamente alle foglie il composto più abbondante era il geraniolo, con il 26,96 %, seguiva il nerale con il 15,07%. Altri composti relativamente abbondanti nelle foglie erano l’acetato di geraniolo, con il 7,91%, l’acetato di nerale, con il 3,69%, e il geraniolo, con il 2,99%.

Parole chiave: Pompia, cultivar, descrizione pomologica, composizione chimica dei frutti

La cultivar di mirto ornamentale ‘Ana’

Miriam Catzeddu*, Silvia Medda, Maurizio Mulas

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Viale Italia 39a, 07100 Sassari, Italia.

* mcatzeddu@uniss.it

Il bacino del Mediterraneo è ricco di biodiversità vegetale e tra gli arbusti una delle specie maggiormente presenti è sicuramente il *Myrtus communis* L. La specie è caratterizzata dall’aver una elevata variabilità morfologica che porta le diverse varietà a diverse potenzialità di utilizzo. Il mirto viene coltivato nei vivai per ottenere piante in vaso (ad esempio bonsai), piante da giardino o piante da siepe. Per gli impieghi ornamentali, caratteri molto importanti sono sicuramente l’abbondante fioritura estiva, il portamento assurgente della pianta e il colore verde intenso delle foglie. Inoltre, grazie alla capacità della specie di accestire e alle caratteristiche della chioma, quali il profumo e il colore, il mirto può essere utilizzato anche come fronda verde da recidere.

Le principali caratteristiche morfologiche, fenologiche e di attitudine alla radicazione della cultivar ‘Ana’ la rendono un buon candidato come cultivar ad utilizzo ornamentale. La cultivar ‘Ana’ (selezione TEL2) appartiene alla flora spontanea della Sardegna, in particolare è stata selezionata nel comune di Telti ed è presente nel campo collezione dell’Università di Sassari a Fenosu (OR).

La pianta si presenta con un vigore medio-elevato e un portamento assurgente. L’architettura delle piante è molto interessante in quanto sviluppa branchette lunghe e pochissimo ramificate, con un portamento ad alberello fastigiato. L’attività vegetativa è molto ampia nel corso dell’anno. Le prime avvisaglie di ripresa si hanno già da gennaio, con una piccola stasi che va tra febbraio e marzo ed una grossa ripresa da fine aprile, protraendosi fino a novembre. La fioritura ha inizio a giugno, con scarsi fenomeni di rifioritura che talvolta possono avvenire fino al mese di gennaio. La comparsa dei primi frutti avviene a luglio, con una produzione media e un’epoca di maturazione intermedia e scalare che può portare ad avere frutti sulla pianta fino a marzo. Le bacche hanno una forma rotonda con colore dell’epicarpo blu scuro. Gli eventi di filloptosi concentrati risultano poco presenti, si riscontrano talvolta nei mesi invernali tra dicembre e febbraio.

Dalle prove di radicazione delle talee semi-legnose è risultato che la cultivar ha una buona attitudine alla propagazione agamica, che è la tecnica più utilizzata nei vivai per la produzione di nuove piante destinate alla formazione di siepi o per scopi ornamentali.

Lo studio mostra che la cultivar è sicuramente utilizzabile per la produzione di piante in vaso, siepi di altezza fino a 3 m e fronde recise.

Parole chiave: mirto, cultivar ornamentale, caratteristiche morfologiche

Il progetto POMALL per la tutela e valorizzazione di antiche varietà di Pomacee del territorio lombardo

Anna Spinardi^{1*}, Filippo Geuna¹, Beatrice Cavenago¹, Massimo Fronte Maranzano¹, Giovanna Soffritti², Guido Calvi³, Piero Frangi⁴, Virginia Ughini², Matteo Busconi², Gabriella De Lorenzis¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Milano

² Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Piacenza

³ Comunità Montana di Valle Camonica-Servizio Parco dell'Adamello, Brescia

⁴ Fondazione Minoprio, Vertemate, Como

* anna.spinardi@unimi.it

La regione Lombardia vanta un elevato numero di cultivar di melo e pero autoctone. Alcune di queste varietà sono conservate *ex situ*, in campi collezione, ed altre *in situ/on farm*. Tuttavia, le informazioni di carattere fenotipo, fenologico e genetico riguardanti queste risorse genetiche risultano molto frammentarie, incomplete e per questo poco sfruttate. L'obiettivo generale di POMALL è di caratterizzare dal punto di vista morfologico, fenologico e genetico le risorse frutticole di Pomacee (melo e pero) locali della Lombardia sottoposte ad erosione genetica e a rischio di estinzione, presenti in campi collezione *ex situ* ed *in situ/on farm*, al fine di identificare casi di omonimia o sinonimia e favorire la loro conservazione, valorizzazione e inclusione all'Anagrafe Nazionale della Biodiversità di interesse agricolo e alimentare. Le accessioni di melo e pero al termine della fase di censimento *ex situ*, *in situ/on farm* sono state fenotipizzate in differenti fasi fenologiche nel corso di 2 stagioni vegetative, utilizzando le schede descrittive messe a punto dal Gruppo di lavoro per la Biodiversità in Agricoltura, e genotipizzate, mediante marcatori molecolari (microsatelliti). I genotipi unici identificati con i microsatelliti saranno genotipizzati con marcatori di tipo SNP (Single Nucleotide Polymorphisms), 50K per il melo e 70K per il pero, per determinare la struttura genetica del germoplasma lombardo, in termini di identificazione di popolazioni ancestrali e popolazioni admixed, e costruire una core collection al fine di identificare le corrette strategie di miglioramento genetico, ed accertare e/o ricostruire il pedigree delle risorse genetiche censite. Le informazioni riguardanti le caratteristiche morfologiche, agronomiche e pomologiche di tutte le cultivar studiate saranno organizzate in forma schedare comprensiva di testo ed iconografica, in modo da renderle fruibili al vasto pubblico di stakeholders. Tutti i risultati ottenuti sia sotto forma di schede morfologiche, come pure di profili genetici (microsatelliti e SNP), sono progressivamente inseriti in un database implementato nell'arco del progetto. Il progetto assicura la conservazione, caratterizzazione e valorizzazione di genotipi locali con tratti d'interesse per la rivalutazione del germoplasma studiato ai fini della coltivazione agricola, dello sfruttamento della componente nutraceutica, della definizione degli usi tradizionali e di usi innovativi nell'ingredientistica, nonché la loro coltivazione in aree marginali, potenziando in queste aree lo sviluppo di filiere corte e di un turismo gastronomico.

Parole chiave: Pomacee, varietà antiche, germoplasma locale, conservazione *ex situ* ed *in situ/on farm*, fenotipizzazione, microsatelliti, SNP

Varietà a polpa rossa di kiwi: sviluppo di tetraploidi in vitro

Gloria De Mori*, Guido Cipriani

Dipartimento di Scienze Agroalimentari, ambientali e animali (Di4A), Università di Udine, via delle Scienze 206, 33100, Udine, Italia

* gloria.demori@uniud.it

Il kiwi è una bacca commestibile, prodotta da numerose specie di liane rampicanti del genere *Actinidia*, famiglia *Actinidiaceae*. Tra le specie ad uso commerciale, ‘Hayward’ è diventata, a partire dagli anni 70, la cultivar dominante sul mercato grazie all’attraente polpa verde smeraldo, al sapore raffinato e alle buone prestazioni post-raccolta. Tuttavia, il genere *Actinidia* racchiude un numero considerevole di cultivar e selezioni con forme, dimensioni, tomentosità, attributi sensoriali e nutrizionali molto diversi fra loro.

Dopo un quarantennio di produzione pressoché mono-varietale, oggi il mercato ricerca nuove tipologie di frutto per espandersi e fornire diversità al consumatore. Le caratteristiche ad oggi richieste sono focalizzate sul sapore (alto contenuto di sostanza secca, bassa acidità e nuove componenti volatili), sul colore, sulle caratteristiche nutrizionali (alto contenuto di vitamina C, acido chinico ed acido folico) e sulla convenienza (lunga conservazione, bucce commestibili o pelabili). Recentemente, l’interesse del consumatore si è orientato soprattutto verso frutti con polpa di diverso colore, ad esempio gialla o bicolore (giallo-rosso e verde-rosso). Questi ultimi in particolare, grazie al caratteristico colore e sapore contraddistinto da note tropicali sono diventati la novità dei mercati ortofrutticoli. Tra le cultivar di kiwi a polpa rossa commercializzate troviamo ‘Hongyang’ e ‘Chuhong’ (*Actinidia chinensis* Planch. var. *rufopulpa*).

Dagli inizi degli anni 2000 in poi, tuttavia, le colture del kiwi sono state interessate dal “cancro batterico”, una patologia causata dal batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA) che ha provocato gravi perdite economiche in paesi come Italia e Nuova Zelanda.

Diversi studi hanno rivelato che il diverso grado di ploidia del kiwi è collegato con una maggiore o minore suscettibilità a questa malattia. In particolare si è osservato che varietà diploidi, come quelle a polpa rossa sono più suscettibili all’infezione e mostrano anche maggiore severità dei sintomi. Con il fine di preparare del materiale di *pre-breeding* per lo sviluppo di varietà con frutto a polpa rossa meno sensibili alla PSA, due diversi genotipi diploidi a polpa rossa sono stati sottoposti a duplicazione cromosomica. Le piante tetraploidi sono state ottenute trattando in vitro segmenti di picciolo fogliare, incubati in un terreno di iniziazione per quattro settimane e successivamente tratti con una soluzione di colchicina allo 0,05%. Le piante rigenerate sono state analizzate per verificare la ploidia e le linee tetraploidi sono state ambientate e poste in coltivazione in pieno campo per le successive analisi fenotipiche.

Parole chiave: kiwi, tetraploidi, colchicina, manipolazione ploidia, rigenerazione, resistenza, suscettibilità

Caratterizzazione, conservazione e valorizzazione delle varietà locali di carciofo “Spinoso sardo”

M. Muntoni, L. Baghino, D. Sanna, A. Repetto, R. Pilia e A.B. Pisanu*
 AGRIS SARDEGNA (Agenzia per la Ricerca in Agricoltura) Cagliari Italy

* abpisanu@agrisricerca.it

Nel 2012 con il progetto Genomica e Metabolomica del carciofo Spinoso sardo - Legge Regionale 7 agosto 2007, n. 7 è stata ampliata la collezione di ecotipi di carciofo “Spinoso sardo” già esistente presso l’Azienda Palloni di Oristano dell’agenzia Agris Sardegna. Ai 97 cloni della prima collezione se ne sono aggiunti una ventina e tutti sono stati caratterizzati adottando i parametri morfo-fenologici previsti dalle Linee guida del MiPAF. Con questo progetto sono stati selezionati due nuovi cloni particolarmente interessanti: Agris 4 e Agris 5.

Il clone Agris 4 deriva dall’attività vivaistica svolta presso l’azienda di un agricoltore di Villasor (CA) e, posto a confronto con i primi tre cloni di “Spinoso sardo” selezionati da Agris Sardegna (Agris 1, Agris 2 e Agris 3), si è rivelato significativamente meno sensibile all’atrofia del capolino. Questa fisiopatia compromette seriamente le produzioni precoci delle carciofaie sottoposte alla tecnica della forzatura con trapianti estivi.

Il clone Agris 5, selezionato da alcuni coltivatori del nord Sardegna, è stato risanato e inserito nel progetto di avvio della filiera vivaistica. Si distingue dagli altri cloni Agris per la maggiore dimensione dei capolini laterali.

L’attività finalizzata all’ottenimento di materiale di propagazione selezionato e controllato sotto il profilo fitosanitario è stata realizzata dall’Agenzia Agris Sardegna nel laboratorio di micropropagazione, in cui è stata messa a punto da trenta anni la tecnica di moltiplicazione *in vitro* del carciofo delle piante selezionate di “Spinoso sardo”. Successivamente sono state individuate le aziende interessate alla coltivazione delle piante madri di questi cloni di carciofo allo scopo di produrre materiale di propagazione di qualità per le proprie esigenze e successivamente per le altre aziende interessate.

I cloni Agris 4 e Agris 5 sono stati caratterizzati e iscritti al Repertorio Regionale delle Risorse genetiche di interesse per l’agricoltura e l’alimentazione istituito dalla Regione Sardegna con la Legge Regionale 8 agosto del 2014 n°16 e, insieme ai tre cloni Agris 1, Agris 2 e Agris 3 per i quali era stata in passato già avviata l’attività di moltiplicazione, rappresentano il materiale di partenza per l’avvio di una filiera vivaistica, garantendo la disponibilità di materiale di propagazione selezionato e risanato attraverso la micropropagazione.

Parole chiave: vivaismo, produzioni *in vitro*, cloni, selezione, materiale di propagazione

Caratterizzazione della facussa (*Cucumis melo* L.) e della lenticchia nera (*Ervilia monanthos* (L.) Opiz)

Martino Muntoni*, Anna Barbara Pisanu, Lucia Mameli, Antonella Sirigu, Daniela Spano
Agris, Sardegna agenzia regionale per la ricerca in agricoltura

* mrmuntoni@agrisricerca.it

La facussa è un ortaggio coltivato in Sardegna, molto diffuso e conosciuto tra gli abitanti di Carloforte (isola di San Pietro), apprezzato anche nell'isola di Sant'Antioco e nel Sulcis Iglesiente. Il nome "facussa", derivante dall'arabo "faguss", significa cetriolo. Questo ortaggio, originario dell'isola di Tabarca in Tunisia, venne da qui importato nell'isola di San Pietro intorno al 1738, anno di fondazione della comunità di Carloforte ad opera di una popolazione di origine ligure emigrata nell'isola tunisina a metà del Cinquecento.

Anche la lenticchia nera è un ortaggio la cui coltivazione è stata tramandata fino a oggi da alcune famiglie di origine ligure provenienti dall'isola di Tabarca. Queste, nel 1770, chiesero a Carlo Alberto, Re di Sardegna, il permesso di colonizzare parte dell'isola, dando origine alla comunità di Calasetta. Da qui la lenticchia prese appunto il nome, in dialetto tabarchino, "lentiggia naigra de Cadesedda", nome tuttora usato dai Calasettani per identificarla.

Dal punto di vista botanico la facussa è una varietà di melone (*Cucumis melo* L.), appartenente alla famiglia delle Cucurbitaceae, normalmente consumato immaturo. Si tratta di un ortaggio molto dissetante e di sapore delicato e dolce. Un piatto tipico della cultura tabarchina è la "cappunadda" dove la facussa tagliata a pezzi viene unita al tonno nelle sue varianti, alle gallette, al pomodoro e ad altri ingredienti come uova sode, fagioli, olive, capperi e cipolla. La cappunadda costituisce il piatto tipico del pescatore Carlofortino.

La lenticchia nera, essendo dal punto di vista botanico una vecchia, aveva il duplice scopo di fertilizzare il terreno sabbioso dei vigneti e al contempo produrre un alimento integrativo per l'alimentazione umana. La coltivazione veniva realizzata principalmente da famiglie umili, che la utilizzavano come fonte proteica alternativa non potendo accedere alla carne; la lenticchia veniva usata inoltre dai contadini come merce di scambio con i prodotti della pesca.

L'Amministrazione Comunale di Carloforte e la Comunità di tutela della biodiversità lenticchia nera di Calasetta hanno chiesto all'Agenzia Agris Sardegna la collaborazione scientifica per la caratterizzazione morfofenologica della facussa e della lenticchia nera per completare il dossier documentale necessario alla presentazione della richiesta di iscrizione al Repertorio Regionale delle risorse genetiche di interesse per l'agricoltura e l'alimentazione istituito dalla Regione Sardegna con la Legge Regionale 8 agosto del 2014 n°16.

Per la caratterizzazione della facussa sono state oggetto di studio le piante ottenute dal seme messo a disposizione da quattro produttori locali, uno dei quali molto anziano, che con passione hanno conservato questa coltivazione tradizionale nei loro orti familiari. Sono stati utilizzati i descrittori previsti dalle Linee Guida Nazionali per la caratterizzazione delle varietà di melone, adattandoli in taluni casi alla necessità di descrivere il frutto immaturo della facussa, che ha forma allungata ma è caratterizzato in taluni casi da una curvatura più o meno pronunciata.

Per la caratterizzazione della lenticchia nera sono state oggetto di studio le piante ottenute dal seme messo a disposizione da un'azienda agrituristica che ancora la coltiva a Calasetta. Sono stati utilizzati i descrittori previsti per la caratterizzazione della vecchia comune adattandoli in alcuni casi alle esigenze specifiche di questa risorsa genetica.

Tracciabilità genetica delle varietà di *Castanea sativa* nella Montagna Pistoiese (Toscana, Italia)

Lorenzo Bini^{1*}, Roberto Natale², Stefania Nin³, Stefano Biricolli¹, Edgardo Giordani¹, Massimo Gori^{1,2}

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI) - Università degli Studi di Firenze, Viale delle Idee 30, 500019 Sesto Fiorentino (FI), Italia

² Centro Interdipartimentale per le Biotecnologie di Interesse Agrario, Chimico, Industriale (CIBIACI) - Università degli Studi di Firenze, Via Romana, 21, 50125 Firenze, Italia

³ Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Via dei Fiori 8, 51017 Pescia (PT), Italia

* lorenzo.bini@unifi.it

Il castagno (*Castanea sativa* Mill.) è una specie diffusa dal Caucaso al Portogallo grazie alle condizioni climatiche favorevoli. In Italia, i castagneti rappresentano il 7,5% delle superfici forestali, distribuiti da nord a sud della penisola a quote variabili. La coltivazione del castagno è sempre stata focalizzata nella produzione del frutto e di derivati, in particolare la farina, in quanto è stato un elemento fondamentale per la dieta delle popolazioni delle località rurali e montane fino al dopoguerra. A causa della flessione della richiesta di farina di castagne dovuta al boom industriale, la coltivazione è crollata con l'abbandono dei territori montani. Dagli anni '80 la castanicoltura è entrata nelle politiche di salvaguardia del territorio con piani di finanziamento volti anche a preservare la variabilità genetica ottenuta in secoli di coltivazione da parte degli agricoltori locali. La castagna, da costituente importante della base alimentare, è vista oggi come prodotto di nicchia e una eccellenza di zone particolarmente vocate per una produzione ristretta dove la tipicità diventa una caratteristica fondamentale per la sostenibilità della filiera. Le varietà diffuse nel territorio nazionale sono frutto di secoli di selezione massale e sono caratterizzate e denominate sulla base dei tratti morfologici dell'albero, del frutto e del luogo di produzione, senza alcuna evidenza su base genetica. In questo contesto la regione Toscana detiene il maggior numero di varietà registrate, pari al 26,9% di quelle presenti nel territorio italiano. Uno dei problemi inerenti alla certificazione di filiera e di prodotto, riguarda l'identità varietale: non mancano nel castagno casi di sinonimie ed omonimie, similmente a quanto avviene per le varietà locali di altri fruttiferi. L'identificazione varietale diventa quindi utile per la selezione e la conservazione del germoplasma nonché per la certificazione di prodotto e di filiera. Un approccio basato sull'utilizzo di marcatori molecolari stabili e ripetibili come i microsatelliti (Simple Sequence Repeats) è quindi auspicabile per risolvere il complesso quadro varietale. Questo lavoro ha riguardato la caratterizzazione genetica di 51 accessioni di castagno situate in differenti località della Montagna Pistoiese (Monte Pidocchina, Cutigliano, Pian di Meo, Torre di Popiglio, Selvapiana e Frascineta) attraverso l'utilizzo di 21 marcatori microsatelliti (SSR). I campioni vegetali sono stati raccolti dai castanicoltori della zona come appartenenti alle seguenti varietà: Carpinese, Pastinese, Rossola e Nerattino principalmente diffuse nella montagna Pistoiese. I risultati ottenuti dall'analisi delle 51 accessioni con i 21 marcatori SSR, mostrano una separazione in gruppi abbastanza netta tale da differenziare le 4 varietà in modo congruente con le indicazioni fornite dai castanicoltori. Questo lavoro conferma la validità dell'analisi genetica basata sui marcatori molecolari SSR in *Castanea sativa* quale strumento per la caratterizzazione di genotipi a livello interspecifico e intraspecifico; quindi, essenziali per fare la distinzione delle varietà conservate e coltivate, per i programmi di selezione e miglioramento genetico e per la certificazione di filiera per prodotti DOP o IGP.

Parole chiave: caratterizzazione, selezione, certificazione varietale, microsatelliti, SSR, marcatori molecolari.

Conservazione e valorizzazione di varietà tipiche della floricoltura del Ponente ligure

Andrea Copetta^{1*}, Marco Savona¹, Manuela Pamato¹, Gianluca Vinci², Pasquale Restuccia³

¹CREA - Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo (Imperia); ²Florcoop Sanremo sca, Taggia (Imperia); ³C.I.P.A.T. Centro per l'istruzione professionale e l'assistenza tecnica, Imperia (Imperia)

* andrea.copetta@crea.gov.it

Nel corso del XX secolo la produzione floricola del Ponente ligure diventò talmente significativa da determinare cambiamenti nella toponomastica delle località: Sanremo diventò nota come “la Città dei fiori” e la costa imperiese come “la Riviera dei fiori”. La nascita della floricoltura sanremese risale alla fine dell'Ottocento con la produzione di fiori recisi di campo e di alcune fronde verdi. Le condizioni climatiche favorevoli permisero di introdurre nuove specie e di ottenere una importante produzione floricola soprattutto invernale con caratteristiche ornamentali (dimensione e il colore dei fiori) e commerciali (durata post-raccolta e l'epoca di fioritura). Tra le specie ancor oggi coltivate nel Ponente ligure, il Papavero d'Islanda (*Papaver nudicaule*), la Ginestra bianca (*Genista monosperma*) e il Viburno ‘Palla di Neve’ (*Viburnum opulus*) rappresentano tre colture storicamente legate al territorio.

Il papavero è stato introdotto come coltivazione da fiore reciso a partire dai primi anni '80 e da allora, le aziende che lo coltivano, provvedono ogni anno a fare i propri piani di incrocio al fine di ottenere fiori di elevata dimensione, più robusti e varietà monocromatiche, in modo da soddisfare le richieste di mercato. Parte di questa attività di selezione, con successiva propagazione, viene fatta anche da vivai locali che si approvvigionano di semi.

La ginestra caratterizza le tipiche terrazze affacciate sul mare del paesaggio ligure e, nonostante abbia origini orientali, si è diffusa allo stato selvatico lungo le coste del Mediterraneo, diventandone caratteristica della flora spontanea del territorio. La ginestra bianca, in particolare, è una specie eliofila e termofila e si contraddistingue per il colore bianco del fiore. Le tre principali varietà hanno fronda fiorita compatta, fiori di dimensioni omogenee e garantiscono la produzione durante tutto il periodo invernale (‘Gabriella’ - fioritura ottobre-novembre; ‘Sanbiagina’ - fioritura novembre-dicembre; ‘Seborghina’ - fioritura febbraio-marzo).

Il Viburno ‘Palla di Neve’ è apparso nei primi anni '90 quando è iniziata la diffusione della coltivazione di fronde e le due varietà più significative, ‘Roseum’ e ‘Sterile’, sono utilizzate in coltivazione per fronda fiorita ma difficili da distinguere tra loro se non in prossimità della fioritura (presenza di striature rosate al di sotto dei fiori sterili nella varietà ‘Roseum’).

L'obiettivo del Progetto CONVAFLOR Misura 10.2 del PSR della Regione Liguria è la conservazione del materiale genetico di queste varietà locali coltivate da anni nel Ponente ligure. Per le diverse varietà saranno determinate le esigenze nutrizionali, le *performance* agronomiche anche in post-raccolta, al fine di caratterizzarle e di avviare le procedure per l'iscrizione all'Anagrafe Nazionale della biodiversità di interesse agricolo e alimentare.

Parole chiave: *Papaver nudicaule*, *Genista monosperma*, *Viburnum opulus*, paesaggio

Caratterizzazione dei parametri carpologici, produttivi e nutrizionali di nuove accessioni di mandorlo

Gaeta Liliana¹, Leogrande Rita¹, Vitti Carolina¹, Mastrangelo Marcello¹, Losciale Pasquale².

¹CREA-AA – Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, Bari

²Università degli Studi di Bari “Aldo MORO” - Di.S.S.P.A - Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta e degli Alimenti, Bari

Negli ultimi anni, il mandorlo (*Prunus dulcis*, Mill. D.A. Webb) è stato protagonista di un rinnovato interesse grazie al progressivo aumento della domanda mondiale della frutta in guscio legato, a sua volta, a una crescente attenzione del consumatore all'aspetto salutistico degli alimenti. La variabilità del contenuto in olio, della composizione dei macro e micronutrienti, e il contenuto di tocoferolo è stato dimostrato dipendere principalmente dal genotipo. Tale conoscenza, oltre a essere utile nel caratterizzare e valorizzare il germoplasma mandorlicolo sotto l'aspetto qualitativo, potrebbe suggerire le potenzialità d'uso delle diverse accessioni. Nel 2021, presso il campo di germoplasma di mandorlo del CREA-AA sito a Bitetto, sono state valutate e caratterizzate 10 nuove accessioni: SAS 2 ('Filippo Ceo' x 'Rachele'), SAS 3 (da seme x 'Catalini'), SAS 6 ('Filippo Ceo' x 'Rachele'), SAS 7 (da seme x 'Catalini'), SAS 11 ('Mollese' x 'Filippo Ceo'), SAS 17 ('Filippo Ceo' x 'Rachele'), SAS 23 ('Filippo Ceo' x albicocco), SAS 33 ('Rana' x pescio), SAS 60 ('Mollese' x 'Filippo Ceo'), SAS 97 ('Mollese' x 'Triana'). Le nuove accessioni sono state confrontate con la cultivar Filippo Ceo, considerata come cultivar di riferimento per l'importanza che riveste a livello locale; risulta, infatti, inserita con apposito decreto del MIPAAF nell'elenco nazionale dei PAT (Prodotti agroalimentari tradizionali pugliesi). I parametri considerati, oltre la produzione per pianta (in guscio e in sgusciato), hanno riguardato: il peso del singolo seme e della mandorla, la resa in sgusciato, la percentuale di mandorle abortite, la percentuale di semi doppi, il contenuto in olio e il contenuto in α -tocoferolo. Dall'analisi multivariata è emersa una correlazione inversa tra i parametri produttivi e il contenuto in tocoferolo. Inoltre, è stata riscontrata una netta separazione tra la cultivar di riferimento e le nuove accessioni, sebbene la Filippo Ceo risulta essere la cultivar parentale della maggior parte delle accessioni considerate. Dal punto di vista qualitativo-nutrizionale, non sono state riscontrate differenze del contenuto in olio, al contrario del contenuto in α -tocoferolo variabile da 200 mg/kg per la SAS 97 a 120 mg/kg per la cultivar Filippo Ceo. Pertanto, se pur le accessioni considerate non raggiungono i livelli produttivi della cultivar di riferimento sembrano interessanti dal punto di vista nutraceutico, relativamente al contenuto di α -tocoferolo. Le accessioni studiate, potrebbero rappresentare un utile materiale da utilizzare nei futuri programmi di breeding per la selezione di genotipi ad alto contenuto in vitamina E.

Parole chiave: *Prunus dulcis*, germoplasma, produttività, qualità delle mandorle, tocoferolo.

La coltivazione dello zafferano dalla tradizione all'innovazione

Carla Benelli^{1*}, Cicco Nunzia², Vincenzo Candido³, Waed Tarraf¹, Tolga Izgu¹, Mohammed Amine Serghini⁴, Soumaya El merzougui⁴

¹ IBE-CNR, Istituto per la BioEconomia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino (FI)

² IMAA-CNR, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Tito scalo (PZ)

³ Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo - DiCEM, Università degli Studi della Basilicata, Matera

⁴ Laboratoire de Biotechnologies et Valorisation des Ressources Naturelles, Faculté Des Sciences D'Agadir, Université Ibn Zohr (Marocco)

* carla.benelli@ibe.cnr.it

La coltivazione dello zafferano (*Crocus sativus* L.) è diffusa in diverse parti del mondo, compresa l'area del Mediterraneo con alcune regioni italiane tra cui, storicamente, l'Abruzzo e la Sardegna. Le tecniche colturali dello zafferano richiedendo un intenso lavoro manuale, dalla fase di impianto al diserbo, alla raccolta dei fiori fino alla raccolta degli stigmi, contribuiscono notevolmente all'elevato prezzo di questa spezia, denominata 'oro rosso'. Tradizionalmente in Italia, i cormi vengono impiantati in pieno campo su apposite baulature per evitare i ristagni idrici; in media, circa il 90% della biomassa totale rappresenta lo scarto di produzione. In questo studio, al fine di superare alcune difficoltà che si verificano durante l'intero ciclo colturale (attacchi di patogeni, parassiti ed erbe infestanti, ecc.), nonché per facilitare e aumentare il recupero del bioresiduo florale, vengono investigate modalità di impianto e propagazione, alternative alla coltura tradizionale, quali la coltivazione in grandi vasi e la possibilità di propagare *in vitro* questa importante specie. A tale scopo, cormi di due diverse provenienze (Abruzzo e Sardegna) di 3,0–3,5 cm di diametro sono stati utilizzati sia per la coltivazione in vaso sia per le prove di micropropagazione.

Riguardo la coltura in vaso (Ø 86 cm, h 68 cm), l'effetto di questa nuova condizione colturale è stato valutato su alcuni tratti morfologici della pianta, sulla resa e qualità della spezia, nonché sulla produzione e sulle dimensioni dei cormi figli. Tra gli aspetti positivi della coltivazione in vaso si sottolinea la possibilità di assicurare una postura più corretta agli operatori durante le fasi di impianto, diserbo e raccolta dei fiori, nonché quella di preservare l'integrità dei fiori durante la raccolta. Quest'ultima peculiarità ha permesso di ottenere fiori essiccati nella loro forma tridimensionale originale (3D) ed ottenere anche un brevetto su tale caratteristica. L'analisi qualitativa della spezia ottenuta da cormi allevati in vaso, eseguita secondo la normativa ISO 3632-2/1:2010/2011, ha classificato tutti i campioni di zafferano saggiati nella prima categoria qualitativa.

La propagazione vegetativa legata alla stagionalità e le malattie sono fattori limitanti la produzione e la diffusione della coltivazione dello zafferano. La coltura "in vitro" può essere un metodo efficace per superare questi limiti, consentendo una rapida moltiplicazione di materiale sano selezionato e migliorando la quantità e la qualità dei cormi da destinare all'impianto. In tal senso diversi esperimenti sono stati condotti. La sterilizzazione dei cormi per la stabilizzazione *in vitro* dello zafferano è risultata la fase più difficoltosa del protocollo. Successivamente, prelevando gemme apicali e laterali da cormi sterili sono stati ottenuti nuovi germogli e microcormi in un substrato agarizzato Murashige e Skoog (MS) addizionato con differenti rapporti tra citochinine e auxine. Inoltre, un innovativo sistema su coltura liquida in bioreattore (TIS) sarà applicato su microcormi derivati da vitro.

Parole chiave: *Crocus sativus* L., micropropagazione, sistema ad immersione temporanea, coltivazione in vaso, qualità, brevetto.

Valutazione di differenti varietà locali siciliane di cavolfiore violetto (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) per i tratti morfometrici e biochimici

Donata Arena, Giulio Flavio Rizzo*, Luca Ciccarello, Riccardo Cali, Michele Davide Felis, Simone Treccarichi, Ferdinando Branca

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, 95131 Catania, Italia.

* giulio.rizzo@phd.unict.it

La richiesta di genotipi precoci e uniformi da parte della grande distribuzione ha favorito l'adozione da parte degli agricoltori di ibridi F1 di cavolfiore, penalizzando le varietà locali, caratterizzate da tratti organolettici e nutraceutici tipici apprezzati dai consumatori locali che cominciano ad essere apprezzati dal mercato nazionale. I tratti di interesse organolettico e nutraceutico sono la conseguenza non solo del genotipo utilizzato ma anche delle condizioni pedoclimatiche dell'ambiente di origine. Varietà locali siciliane di cavolfiore "Violetto" conservate presso la banca del germoplasma della sezione di Ortofloricoltura del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell'Università di Catania e fornite da agricoltori siciliani, sono state confrontate con la selezione DOFATA UNICT commercializzata da SAIS Sementi, al fine di valutare ed evidenziare le differenze agronomiche e qualitative tra i genotipi in relazione alle diverse condizioni ambientali di coltivazione. Le piante sono state trapiantate nel mese di maggio 2021 presso due aziende agricole biologiche situati intorno alle pendici dell'Etna (Sicilia), nei comuni di Adrano e Mojo Alcantara, caratterizzati da differenti tipologie di suolo e condizioni climatiche. Le piante, al momento della raccolta, sono state caratterizzate per i principali tratti morfometrici della pianta, quali il peso fresco e secco, l'altezza della pianta, il diametro del fusto, la lunghezza e la larghezza delle radici, e per i tratti qualitativi del corimbo, il peso fresco e secco, il diametro longitudinale e trasversale, la grana, i parametri cromatici (L^* , a^* , b^*) e il contenuto in solidi solubili ($^{\circ}$ Brix). I corimbi sono stati posti a -80°C , liofilizzati e utilizzati successivamente per analisi biochimiche, quali profilo e contenuto di glucosinolati (GLSs), determinato mediante HPLC. Interazioni significative sono state evidenziate sia tra l'ambiente di coltivazione e il genotipo, e sia in relazione ai tratti morfometrici determinati e al profilo biochimico della pianta e del corimbo. I dati acquisiti forniscono un contributo ulteriore delle varietà locali trascurate e sottoutilizzate nell'ultimo decennio. Il germoplasma mondiale potrebbe supportare e diversificare i prodotti orticoli biologici, fornendo prodotti con valore aggiunto per le filiere alimentari.

Parole chiave: Brassica crops; varietà locali; antiossidanti; glucosinolati; organic farming.

Utilizzo di piante officinali spontanee nella tradizione

Grazia Maria Scarpa^{1*}, Maria Laura Pinna²

¹*Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Sassari (SS)*

²*Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna.*

* grazia@uniss.it

Pur presentando alcune caratteristiche climatiche generali e caratterizzanti, influenzate e determinate dall'insularità, la Sardegna presenta un'elevata eterogeneità ambientale. Questo ha portato alla differenziazione di un importante numero di endemismi, alcuni esclusivi dell'Isola, altri in comune con altre aree del Mediterraneo. Si ritiene che circa il 10 % della flora autoctona dell'Isola sia di carattere endemico (Rau e Satta, 1998). Ricca ed eterogenea è la componente ascrivibile alle piante officinali, molte delle quali di notevole pregio e di potenziale interesse funzionale, per aspetti farmacologici o legati ad esperienze erboristiche tradizionali (Atzei et al, 2004).

Con l'intento di approfondire le conoscenze sulle tradizioni erboristiche della nostra regione, con focus sull'utilizzo delle specie spontanee medicinali, è stato effettuato un rilevamento nell'area della Sardegna centro occidentale, in prossimità del lago Omodeo.

Per evitare di contaminare le informazioni tradizionali con nuove pratiche di importazione (New age, Reiki, etc.), solitamente più diffuse tra le fasce più giovani, si è preferito circoscrivere le interviste a persone preferibilmente oltre i 70 anni di età.

Durante le interviste è stato, inoltre, richiesto, quale persona avesse tramandato l'utilizzo della pianta. I dati rilevati sono stati trascritti su schede sintetiche.

La maggior parte degli intervistati ha indicato la pianta con il nome tradizionale della zona di rilievo. Le piante spontanee sono state raccolte e catalogate in erbario per una corretta identificazione.

Le specie indicate dagli informatori sono in tutto 57. Di queste 40 sono spontanee in Sardegna, 17 introdotte in tempi non recenti e tuttora coltivate. Le specie indicate vengono usate per trattare patologie moderate, come malattie della pelle e del sistema respiratorio superiore, e per uso veterinario. Sono stati riportati anche utilizzi storici per patologie più importanti come la malaria. L'uso avviene senza confronto con il medico, al quale gli intervistati ricorrono per problemi diversi, non per quelli di cui conoscono una pianta che possa essere utilizzata autonomamente

Parole chiave: Biodiversity, medicinal plants, traditional medicine, wild plants, endemism

Studio sulla correlazione tra vitalità pollinica e contenuto di carboidrati in polline di varietà italiane di *Corylus avellana* L.

Brandoli C.^{1*}, Siniscalco C.², Cristofori V.³, Todeschini C.⁴, Sgarbi E.^{1,5}

¹Centro BIOGEST-SITEIA, Università di Modena e Reggio Emilia, Piazzale Europa 1, 42124, Reggio Emilia, Italia. ²Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino, Viale Mattioli, 25, 10125 Torino, Italia. ³Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università della Tuscia, Via S. Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo, Italia. ⁴Hazelnut Company Division, Ferrero Trading Luxembourg, Rue de Trèves, L-2632 Findel, Luxembourg. ⁵Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Giovanni Amendola, 2, 42122, Reggio Emilia, Italia

* claudio.brandoli@unimore.it

L'esito positivo di un evento di impollinazione è correlato alla formazione di un granulo pollinico maturo in grado di affrontare la fase di dispersione e mantenere un buon livello di germinabilità anche dopo lunghi periodi. Questo è particolarmente vero per le specie a impollinazione anemofila e caratterizzate da proterandria. Inoltre, la disponibilità di nutrienti sia durante lo sviluppo del microgametofito che al momento dell'antesi sono essenziali per garantire il mantenimento di vitalità e germinabilità del polline. Studi condotti in campo hanno evidenziato come uno scarso contenuto di carboidrati, anche riconducibile a pratiche colturali non idonee, possa causare un'aumentata incidenza di sterilità pollinica. La comprensione del metabolismo degli zuccheri nel polline, in termini di concorrenza per l'assunzione di nutrienti, risulta essere quindi essenziale nelle pratiche colturali odierne.

In questo lavoro sono stati confrontati il contenuto stagionale di carboidrati e lo stato di vitalità del polline di nocciolo selvatico con quelli di tre cultivar italiane, Camponica, Tonda Gentile e Tonda Romana. I campioni provengono dal campo varietale "Le Cese" situato nella regione Lazio, Italia e sono stati analizzati durante le stagioni di fioritura 2021-2022 e 2022-2023.

Ci si è inizialmente basati sul riconoscimento di granuli di polline vitale, anomalo (sterile) e non vitale utilizzando il citometro a flusso di impedenza Amphasys. Questa analisi ci ha permesso di iniziare ad evidenziare eventuali fluttuazioni stagionali correlabili a fattori climatici.

Differenti livelli di vitalità sono stati accompagnati da abbondanti livelli di polline anomalo in tutte e tre le cultivar rispetto al selvatico. La presenza di polline non vitale si è verificata per lo più verso la fine della fase di fioritura: complessivamente questo parametro è risultato inferiore nelle cultivar Tonda Gentile e Camponica rispetto sia al selvatico che a Tonda Romana; in questi ultimi le percentuali di polline vitale e non vitale erano molto simili. Le analisi del contenuto in carboidrati, ottenute da campioni di polline di ciascun genotipo, ma senza distinzione tra le diverse fasi di dispersione, hanno evidenziato valori variabili di glucosio, fruttosio e saccarosio nelle tre cultivar e nel genotipo selvatico. La varietà Camponica si differenzia per livelli relativamente alti di saccarosio e fruttosio mentre nelle altre due cultivar e nel nocciolo selvatico è il glucosio che mostra le concentrazioni maggiori. Al momento i dati ottenuti non consentono di stabilire una chiara correlazione tra vitalità e contenuto di questi metaboliti; la determinazione delle concentrazioni di carboidrati mantenendo-distinte le fasi di fioritura, potrebbe rivelare tuttavia correlazioni interessanti.

Lo studio della fenologia ha rivelato differenze nel tempo e nella durata della fioritura. Tutte le cultivar hanno anticipato il periodo di dispersione da una a tre settimane durante la stagione 2022/23 rispetto alla precedente, 2021/22, evidenziando una forte influenza delle condizioni climatiche stagionali sulla fase riproduttiva del nocciolo.

Parole chiave: nocciolo, citometro a impedenza, dispersione del polline, sterilità del polline, fenologia.

Biodiversità in orticoltura e tutela delle Risorse Genetiche Vegetali autoctone: i nuovi progetti BiodiverSO

Adriano Didonna, Massimiliano Renna, Angelo Signore, Annalisa Somma, Beniamino Leoni, Pietro Santamaria*

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti – Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola 165/A, 70126 Bari, Italia

* pietro.santamaria@uniba.it

Con il termine varietà locale si definisce «[...] una popolazione variabile, comunque ben identificabile e che usualmente ha un nome locale. Non è stata oggetto di un programma organizzato di miglioramento genetico, è caratterizzata da un adattamento specifico alle condizioni ambientali e di coltivazione di una determinata area ed è strettamente associata con gli usi, le conoscenze, le abitudini, i dialetti e le ricorrenze della popolazione umana che l'ha sviluppata e/o continua la sua coltivazione». Tale definizione deriva dalle “Linee guida per la conservazione e la caratterizzazione della biodiversità vegetale di interesse per l'agricoltura”, pubblicate nel 2013 dal Ministero delle Politiche Agricole, Ambientali e Forestali, a seguito della redazione del Piano Nazionale sulla Biodiversità di interesse Agricolo (PNBA) da parte dello stesso Ministero. Tali linee guida rappresentano uno strumento unico e ambizioso in Europa, il quale consente una definizione unica e condivisa di termini, metodi e strumenti per una corretta individuazione, caratterizzazione e conservazione *in situ* ed *ex situ* delle Risorse Genetiche Vegetali (RGV) locali.

Sulla base di tale documento, le Regioni e le Pubbliche Amministrazioni, tenuto conto anche della Legge 194/2015 e del Regolamento (UE) 807/2014, hanno sviluppato appositi programmi a sostegno di conservazione, uso e sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura. Un esempio virtuoso è offerto dal Progetto regionale “Biodiversità delle specie orticole della Puglia – BiodiverSO” (PSR Puglia 2007-2013 - Misura 214/4 sub-azione “Progetti integrati per la biodiversità) che ha permesso di individuare 240 varietà locali di ortaggi.

Con il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2014-2020, la Regione Puglia ha finanziato nel 2022 due nuovi progetti integrati, “Biodiversità delle specie orticole pugliesi da frutto – BiodiverSO Karpos” e “Biodiversità delle specie orticole pugliesi non da frutto – BiodiverSO Veg”, i quali prevedono, in continuità con quanto fatto in precedenza nell'ambito del progetto BiodiverSO, azioni di recupero, caratterizzazione, conservazione, registrazione e, in questo caso, anche di valorizzazione delle varietà locali pugliesi.

Parole chiave: Agrobiodiversità; Risorse Genetiche Vegetali; Puglia; BiodiverSO, varietà locali, recupero; caratterizzazione; conservazione; valorizzazione.

I recenti risultati del miglioramento genetico fragola (*Fragaria x ananassa* Duch.) ottenuti presso l'Università Politecnica delle Marche

Franco Capocasa*, Giammarco Giovanetti, Davide Raffaelli, Luca Mazzone, Bruno Mezzetti

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

* f.capocasa@staff.univpm.it

Diversi sono i programmi di miglioramento genetico della fragola (*Fragaria x ananassa* Duch.) in Italia sia pubblici che privati tra cui quello del Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università Politecnica delle Marche (D3A-UNIVPM) attivo dal 1994. Gli obiettivi principali oltre all'adattabilità, elevata produttività e pezzatura del frutto, sono quelli di migliorare le caratteristiche qualitative sensoriali del frutto, in particolare all'aumento del contenuto di zuccheri solubili, combinato ad una riduzione dell'acidità, a buone componenti aromatiche ed anche nutrizionali e nutraceutiche.

L'obiettivo che ci si pone è quindi quello di giungere all'identificazione di varietà sostenibili per l'agricoltore (rustiche e produttive) e apprezzabili dal consumatore per le caratteristiche qualitative sensoriali e nutrizionali.

Il programma prevede ogni anno l'ottenimento di circa 50 combinazioni d'incrocio e la valutazione di circa 6.000 semenzali con una percentuale media di selezione del 3 - 5 %. Tutto il materiale viene valutato in condizioni di terreni pesanti e calcarei, nessuna geodisinfezione del suolo, rotazione di campo breve (3 anni) e coltivazione in pieno campo. Queste condizioni di selezione garantiscono l'identificazione di piante con elevata rusticità e resistenza alle malattie del suolo.

I risultati di questo programma di breeding hanno portato al rilascio nel 2003 delle cultivar unifere "Adria" e "Sveva" e nel 2011 delle cultivar 'Romina' e 'Cristina' adatte a climi temperato-freddi.

Nel 2019 sono state rilasciate le cultivar 'Francesca', 'Lauretta' e 'Silvia' per gli ambienti di coltivazione della fragola temperato-freddi, con frutti a maturazione molto precoce ('Francesca'), medio-precoce (Lauraetta) e tardiva ('Silvia').

'Dina' è un'altra nuova cultivar unifera adatta a climi temperato-caldi e subtropicali (selezionata in Marocco e Spagna), con raccolta molto precoce.

Tutte le nuove cultivar sono caratterizzate da elevata resilienza ed elevata qualità dei frutti.

Parole chiave: Breeding, nuove varietà, qualità, adattabilità

Nuove selezioni di uva da tavola costituite dal Gruppo Operativo SicilGrape

Elisabetta Nicolosi^{1*}, Filippo Ferlito², Gaetano Distefano¹, Stefania Bennici¹, Francesco Scollo¹, Sebastiano Seminara¹, Stefano La Malfa¹, Antonino Azzaro³, Carmelo Franza³, Nunzio Busacca³, Alessandra Gentile¹

¹ *Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania*

² *CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT)*

³ *Organizzazione Produttori Agricoli Siciliani (OPAS), Via Botteghelle 65, 95040 Mazzarrone (CT)*

* elisabetta.nicolosi@unict.it

Nel territorio siciliano la viticoltura da tavola, sebbene all'avanguardia per quel che concerne i sistemi produttivi, a livello varietale si basa, ancora oggi, su numerose cultivar con semi e poche apirene, allorché le recenti tendenze di mercato impongono un profondo rinnovamento e, segnatamente, l'adozione di cultivar apirene con caratteristiche agronomiche, tecnologiche e qualitative di pregio. Da diversi anni l'Università di Catania è impegnata in programmi di miglioramento genetico anche in collaborazione con l'Organizzazione Produttori Agricoli Siciliani (OPAS) di Mazzarrone, distretto produttivo di eccellenza, con l'obiettivo di ottenere nuove cultivar rispondenti ai predetti canoni e idonee agli ambienti di coltivazione del sud Italia. Per l'ottenimento di nuove varietà è stata utilizzata la tecnica dell'incrocio classico selezionando come parentali cultivar con semi e cultivar apirene in diverse combinazioni d'incrocio adottando, laddove necessario, la tecnica dell'*embryo rescue*. Il materiale genetico costituito è stato sottoposto a selezione assistita da marcatori per l'individuazione precoce degli incroci apireni. Dal programma di breeding sono scaturiti e sono in osservazione, in un campo di valutazione appositamente allestito nel territorio di Mazzarrone, un migliaio di genotipi. Molti di loro, apireni e con seme, hanno già manifestato diverse caratteristiche agronomiche e organolettiche di pregio. Un primo gruppo di 6 selezioni, tre a bacca bianca, due a bacca nera e una a bacca rossa, è stato avviato all'iter di registrazione presso la *Community Plant Variety Office* (CPVO). I nuovi incroci sono stati selezionati dopo tre anni di osservazioni in campo di valutazione, sulla base delle principali caratteristiche bio-agronomiche (fertilità delle gemme, fenologia), sulle caratteristiche morfologiche del grappolo e dell'acino e per i caratteri organolettici. I 6 incroci già avviati al processo di registrazione vengono di seguito riportati: G17-29 a bacca bianca, con apirenia completa e maturazione medio-precoce; J17-13 a bacca bianca, con apirenia completa e maturazione precoce; M17-13 a bacca bianca, con apirenia completa e maturazione medio-precoce; C17-34 a bacca nera, con apirenia completa e maturazione precoce; B17-2 a bacca nera, a maturazione extra precoce, con seme, selezionata per i diversi caratteri di pregio riscontrati; O18-138 a bacca rossa, con apirenia completa e maturazione medio-precoce. Altri genotipi (una ventina circa) sono in fase di ulteriore valutazione all'interno di 4 campi di confronto varietale allestiti in diversi contesti pedoclimatici del territorio di Mazzarrone, nelle provincie di Catania e Ragusa, gestiti sia in pieno campo sia sotto copertura con film plastico. Inoltre, sono sottoposti ad ulteriore valutazione per l'attitudine alla coltivazione in fuori suolo. Tali attività di valutazione rientrano tra gli obiettivi perseguiti dal progetto INNOVITIS finanziato a valere della Misura 16.1 PSR-Sicilia 2014-2020. Al termine del periodo di valutazione gli incroci più interessanti saranno nella disponibilità dell'associazione di produttori, promotrice di questo programma di miglioramento genetico, e potranno rappresentare un valido mezzo per la crescita ed il potenziamento della competitività del comparto produttivo in ambito nazionale e internazionale.

Parole chiave: rinnovamento varietale, breeding, apirenia, valutazione

Caratterizzazione quali-quantitativa dei profili aromatici in germoplasma di vite dell'area siciliana orientale (Val Demone e Val di Noto)

Luca Leonardo^{1*}, Farneti Brian², Khomenko Iulia², Di Guardo Mario¹, Ereddia Valeria¹, Nicolosi Elisabetta¹, Ferlito Filippo³, Marletta Andrea⁴, Troggio Michela², Bianco Luca², Gentile Alessandra¹, Biasioli Franco², Distefano Gaetano¹

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania, Italia

² Centro di Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, Via Edmund Mach 1, 38098 San Michele all'Adige, Trento, Italia

³ CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale, Italia

⁴ Freelance

* leonardo.luca@phd.unict.it

Il territorio siciliano, ed in particolare quello etneo, vanta un'antica storia vitivinicola, risalente al V secolo a.C., e negli ultimi decenni il panorama enologico regionale ha riscosso grande successo sia a livello nazionale che internazionale. Protagoniste di questo ritrovato patrimonio e *terroir* regionale sono tutte quelle varietà di vite (*Vitis vinifera* L.) caratterizzate da una lunga storia di adattamento ai diversi ed unici ecosistemi territoriali siciliani. Obiettivo di tale lavoro è esplorare la diversità genetica e fenotipica che intercorre tra le varietà di vite oggetto di studio ed in particolare indagare i determinismi genetici di caratteri fenotipici di interesse enologico. A tal fine, sono state campionate 120 accessioni rappresentative del panorama vitivinicolo siciliano, tra le quali troviamo varietà come “Nero d'Avola”, “Nerello Cappuccio”, “Nerello Mascalese”, “Cataratto”, “Carricante”, “Inzolia”, “Grillo” ed altre varietà neglette e non più diffuse sul territorio ma che rappresentano un'importante risorsa genetica: “Terribile”, “Madama Nera”, “Madama Bianca”, “Virdisi”, “Barbarossa Etna”, “Bianchetta”, “Moscatella Nera”, “Vispara dell'Etna”. I caratteri fenotipici sono stati rilevati nel 2021 e 2022, su frutti raccolti a maturità fenologica ed utilizzati per una caratterizzazione quanti/qualitativa dei profili aromatici (VOCs) mediante analisi PTR-Tof-MS (Proton Transfer Reaction-Time Of Flight-Mass Spectrometer) ed inoltre è stata quantificata l'acidità totale, il pH, i solidi solubili totali ed i polifenoli totali. In corso sono le analisi genotipiche mediante l'uso di un 20k SNP-array che permetterà, tramite un approccio GWAS (Genome Wide Association Study), di (i) indagare i determinismi genetici dei caratteri analizzati, (ii) sviluppare marcatori molecolari utili ad eventuali futuri piani di incrocio per il miglioramento genetico della vite e (iii) fornire nuovi marcatori utili per l'identificazione molecolare delle varietà del territorio siciliano.

Parole chiave: GWAS, VOCs, composti aromatici, *Vitis vinifera*, 20k-SNP-array, PTR-Tof-MS

Il progetto MetAMPhyTHa – Automated and metagenomic approaches in monitoring *Phytoptus avellanae* to protect hazelnut orchards

Silvia Turco¹, Cristian Silvestri^{1*}, Milos Petrovic², Federico Brugneti¹, Mario Contarini¹, Luca Rossini^{1,3}

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italy*

²*Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia*

³*Service d'Automatique et d'Analyse des Systèmes, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium*

* silvestri.c@unitus.it

L'Italia gioca un ruolo fondamentale a livello mondiale nella coltivazione del nocciolo, pianta storicamente nota per la sua resistenza alle avversità. Tuttavia, negli ultimi anni si sta osservando un incremento dell'incidenza di parassiti, molti dei quali di nuova introduzione nel territorio, che stanno causando perdite di produzione consistenti. Tra i vari agenti fitofagi e patogeni coinvolti, uno in particolare merita attenzione per via della biologia ed azione poco esplorata dalla comunità scientifica: l'eriofide galligeno del nocciolo, *Phytoptus avellanae*. L'eriofide è responsabile dell'infestazione delle gemme, dalle quali poi si formano galle facilmente visibili ad occhio nudo durante il periodo invernale. Le informazioni presenti in letteratura sono ancora abbastanza frammentate, mentre la presenza dell'eriofide, in molte aree italiane interessate dalla corilicoltura, è in forte aumento. Con il progetto MetAMPhyTHa, finanziato dall'Università degli Studi della Tuscia nell'ambito del programma “Young Independent Research Groups”, si intende colmare alcune delle lacune che ad oggi interessano molti aspetti della biologia e dell'ecologia dell'acaro. Attraverso approcci di metagenomica, infatti, si vuole fare chiarezza sugli organismi presenti all'interno delle galle, così come sulle specie di eriofidi coinvolte nella loro formazione. Altre attività del progetto riguardano uno studio approfondito della suscettibilità che presentano le varietà più comuni e della relazione che intercorre tra la fenologia della pianta e la diffusione in campo delle specie di eriofidi coinvolte. Nel complesso, i risultati attesi intendono fare chiarezza su alcuni degli aspetti di fondamentale importanza per una gestione sostenibile della coltura, brevemente riassumibili come: *i*) individuazione di varietà più tolleranti all'azione dell'eriofide, *ii*) conoscenza del microbioma presente all'interno delle galle e come questo influisce sullo sviluppo della galla, *iii*) individuazione delle specie di eriofidi coinvolte, *iv*) definizione di un quadro completo del ciclo biologico ed annuale e *v*) messa a punto di tecniche di monitoraggio innovative per una stima più precisa, al variare del tempo, delle popolazioni.

Parole chiave: biodiversità, olobioma, eriofide del nocciolo, metagenomica, monitoraggio

Prospettive di domesticazione del panace comune (*Heracleum sphondylium* L.) come nuova coltura orticola

Eleonora Matarrese¹, Massimiliano Renna^{2*},

¹ Pikniq, Azienda Agricola & Home Food, Brovello-Carpugnino (VB)

² Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari Aldo Moro

* massimiliano.renna@uniba.it

Il panace (*Heracleum sphondylium* L.) è una pianta erbacea, afferente alla famiglia delle Apiaceae, diffusa nei prati e nei boschi, specialmente nelle zone montane fino a 2.500 m, ma anche nelle zone costiere, lungo gli argini fluviali e i bordi stradali, e nei terreni incolti; è una pianta indicatrice dei terreni ricchi di azoto. Questa specie edule spontanea è utilizzata sia come ingrediente in alcune preparazioni della cucina tradizionale, sia nella medicina popolare. Diversi studi, inoltre, hanno evidenziato la presenza di numerosi composti con diversa attività biologica. Il presente lavoro di rassegna ha avuto come obiettivo la disamina delle attuali conoscenze sul panace al fine di pervenire ad una visione complessiva inerente alle sue potenzialità di domesticazione. Pertanto, è stata condotta sia un'analisi sistematica delle informazioni presenti in bibliografia, sia un'analisi SWOT per valutare punti di forza e debolezza, nonché minacce ed opportunità inerenti alla valutazione del panace come potenziale nuova specie orticola con concreta possibilità di affermazione. Vengono, inoltre, proposti alcuni innovativi utilizzi gastronomici.

I risultati del presente lavoro suggeriscono che *H. sphondylium* mostra un buon potenziale come nuova coltura orticola, essendo un alimento con interessanti caratteristiche organolettiche, nonché un'interessante fonte di composti bioattivi valorizzabili dall'industria farmaceutica e agroalimentare. Inoltre, il panace potrebbe rappresentare una coltura orticola da valorizzare mediante l'utilizzo di sistemi di coltivazione senza suolo, nonché una coltura alternativa per suoli in aree marginali. D'altra parte, le interessanti caratteristiche del panace e i suoi molteplici usi sono, ad oggi, molto poco conosciuti. Pertanto, sarebbe auspicabile un approccio multidisciplinare e progetti integrati finalizzati alla valorizzazione e commercializzazione di questa potenziale nuova coltura orticola. Tuttavia, dai risultati del presente lavoro emerge la necessità di una mirata attività di ricerca finalizzata ad esaminare diversi aspetti colturali, indispensabili prima di ipotizzare una completa domesticazione di questa specie edule spontanea, espressione di biodiversità.

Parole chiave: Apiaceae, aree marginali, biodiversità, etnobotanica, specie eduli spontanee, valorizzazione

Architettura e topografia radicale in un pereto intensivo

Veronica Giorgi^{1*}, Federico De Angelis^{1*}, Elga Monaci¹, Monica Guizzardi², Stefano Anconelli³, Gioele Chiari³, Davide Dradi⁴, Andrea Torelli⁴, Davide Neri¹

¹Università Politecnica delle Marche – D3A (Ancona)

²Apoconerpo (Bologna)

³Consorzio CER – Canale Emiliano-Romagnolo

⁴Astra - Agenzia per la sperimentazione tecnologica e la ricerca agro ambientale

* v.giorgi@staff.univpm.it

La produzione mondiale di pere è basata su poche varietà (Conference, Abate Fétel, Williams, Rocha nell'UE) ma, nonostante il basso livello di innovazione nello sviluppo delle varietà, un'ampia gamma di sistemi di impianto dei frutteti, dalla bassa densità all'altissima densità, sono ampiamente diffusi in tutto il mondo. Negli ultimi anni si è assistito ad una graduale intensificazione dovuta all'utilizzo di accessioni di cotogno caratterizzate da vigoria limitata. L'intensificazione della coltivazione si accompagna a una riduzione dello spazio disponibile per la crescita delle piante, a partire dall'apparato radicale. La funzionalità delle radici ha implicazioni sia fisiologico-produttive che fitosanitarie per il pero in frutteti ad alta densità. L'equilibrio dinamico che esiste tra l'apparato radicale e l'apparato fuori terra è noto: la funzionalità di una parte è condizionata dalla salute dell'altra. Non a caso molte delle operazioni agronomiche svolte in campo (come irrigazione, concimazione, lavorazione del terreno, diserbo) mirano a creare un ambiente adatto alla crescita e all'assorbimento delle radici. Nelle zone di produzione più avanzate della regione Emilia Romagna si osserva sempre più frequentemente una degenerazione delle piante di pero con una crescente mortalità e un generale deterioramento, non collegabili alla presenza di particolari patogeni. In diverse aziende agricole dell'Emilia Romagna (Italia) con casi di degenerazione del pero è stato condotto uno studio sull'impatto di diversi fattori agronomici e ambientali sull'apparato radicale: diversi portainnesti di pero (cloni di pero e cotogno) innestati con Abate Fétel, diverse età di impianto, diverso andamento delle temperature dell'aria e del suolo. I campioni di terreno sono stati raccolti nel 2022 a due diverse distanze dal tronco lungo la fila e nell'interfilare, quindi 4 posizioni, in ciascuna posizione sono stati prelevati due campioni, ad una profondità di 0-20 e 20-40 cm. Sono state effettuate l'analisi dell'architettura delle radici (densità radicale e diametro medio delle radici), l'analisi della biomassa microbica e della respirazione (valutazione dello stato di fertilità del suolo). È stata osservata un'interazione tra l'origine del campione, l'attività microbica e l'architettura delle radici con possibili conseguenze nella risposta delle piante di pero a tendenze stagionali anomale (temperature estive superiori al normale e precipitazioni ridotte). Gli apparati radicali superficiali sono infatti molto sensibili alle alte temperature del suolo e all'asfissia temporanea indotta da irrigazioni localizzate e attività microbiche anomale.

Parole chiave: densità, lunghezza radicale, distribuzione delle radici, contenuto e attività biomassa microbica, fertilità del suolo, temperatura dell'aria e del suolo.

Valutazione ampelografica e bio-agronomica di 5 cloni di Nerello mascalese (*Vitis vinifera* L.) selezionati sul monte Etna

Elisabetta Nicolosi^{1*}, Filippo Ferlito², Leonardo Luca¹, Lorenzo Rapisarda¹, Gaetano Distefano¹, Giuseppina Las Casas², Alessio Giuffrida², Stefano La Malfa¹, Alessandra Gentile¹

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania, Catania

²Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA), Acireale (CT)

* elisabetta.nicolosi@unict.it

La vitivinicoltura post-fillosserica praticata sui fianchi del vulcano Etna risente, ancora oggi, delle esigenze relative alla scelta del materiale genetico, proprie dei modelli colturali dell'epoca. Il Nerello mascalese, vitigno autoctono d'elezione a bacca nera, era sottoposto a selezioni che privilegiavano gli aspetti quantitativi della produzione, tralasciando quei cloni che producevano grappoli spargoli con acini piccoli, non tenendo nella dovuta considerazione l'intensità e l'uniformità della colorazione della bacca. Le attuali produzioni enologiche impongono, al contrario, l'utilizzo di cloni non eccessivamente produttivi e con caratteristiche tecnologiche in grado di conferire ai vini caratteri di pregio quali buona colorazione, adeguato grado alcolico, tannicità non eccessiva, ricchezza di aromi. Al fine di incrementare le possibilità di scelta del materiale genetico nell'ambito di questo vitigno, circa 15 anni addietro, è stata realizzata, dai ricercatori dell'Università di Catania, una selezione clonale mirata alla ricerca di ceppi con le caratteristiche menzionate. La ricerca è stata condotta all'interno di antichi vigneti ubicati nei 3 versanti vitati dell'Etna. Sono stati selezionati 5 presunti cloni (SC1, SC2, SC3, DB1, DB2) che sono stati sottoposti ad analisi ampelografica e molecolare (AFLP) in confronto al clone di Nerello mascalese 'NF8' di riferimento, già iscritto al registro nazionale delle varietà di vite. I cloni sono stati moltiplicati e messi a dimora in un campo collezione dell'Azienda Agraria Sperimentale dell'Università di Catania e, a maturità produttiva, sono stati ulteriormente sottoposti ad analisi ampelografiche, utilizzando i descrittori OIV, carpometriche e bio-agronomiche. Le analisi ampelografiche e carpometriche hanno definitivamente chiarito le peculiarità dei diversi organi studiati ai fini di una futura registrazione. Dal punto di vista bio-agronomico i cloni hanno manifestato attitudini produttive in termini quantitativi e qualitativi mostrando degli indici di maturazione ottimali ai fini dell'ottenimento di vini con le caratteristiche alcoliche oggi ricercate. In particolare, tutti e cinque i cloni selezionati hanno presentato un contenuto di polifenoli totali e una colorazione antocianica delle uve maggiore rispetto al clone NF8 di riferimento.

Parole chiave: Etna, selezione clonale, ampelografia, qualità, antocianine

La selezione di cloni in varietà di vite identitarie del territorio (Trentino)

Umberto Malossini*, Maurizio Bottura, Tomas Roman

F.E.M. – Centro Trasferimento Tecnologico, San Michele all'Adige (Trento)

* umberto.malossini@fmach.it

In un contesto di cambiamenti climatici, di progressi tecnici e tecnologici, di vincoli normativi e di emergenze fitosanitarie più o meno recentemente individuate, con questa breve nota si riportano alcune informazioni e aggiornamenti sul programma di selezione clonale sanitaria della vite, avviato e condotto dall'ente ora F.E.M. (Fondazione Edmund Mach) a San Michele a/A fin dal 1967/'68 sulle principali varietà di vite coltivate in regione Trentino Alto-Adige. Presso la nostra istituzione già fin dagli anni '40/'50 lo sperimentatore Rebo Rigotti effettuò una propria "selezione individuale di cloni" di "Schiavone" ("Schiava grossa"); tali esperienze si aggiungevano alle ben note attività di incrocio che hanno consentito all'ente di iscrivere 4 varietà di vite in Catalogo nazionale (nel 1976 e 2002). La selezione clonale è attività internazionalmente riconosciuta a certificare i materiali vivaistici, ottenibili per moltiplicazione agamica (talee o innesti) da vigneti appositamente dedicati, e tale da garantire il mantenimento delle caratteristiche delle piante prescelte a seguito di riscontri "genetici" (agronomici ed enologici, per le uve da vino) e "sanitari" (rispetto in primis a virus e virus-like, ma anche a batteri e funghi). Alcune tabelle e grafici riferiscono sui risultati applicativi del programma condotto su oltre 30 cultivar di interesse locale ed internazionale, selezionate nel corso del tempo pure grazie a progetti finalizzati nazionali o provinciali. Questo ha garantito all'ente ora F.E.M. il riconoscimento quale costituente di 55 cloni di *V. vinifera* L., riferendo a livello nazionale anche quale Laboratorio autorizzato alla diagnosi fitosanitaria ed alle analisi enochimiche. Riconoscimenti che hanno consentito di conservare nel tempo la "capacità certificativa" dell'ente, assieme alla capacità di caratterizzare, coltivare e conservare, con il fattivo contributo di numerose aziende vitienologiche o vivaistiche del territorio, diverse centinaia di biotipi originali e conformi ai singoli ceppi selezionati in oltre 50 anni. Se l'obiettivo, condiviso dai produttori e dall'ente pubblico, è la salvaguardia della variabilità (biodiversità) selezionata nel tempo all'interno delle principali cultivar di vite "europea" o da incrocio in libera moltiplicazione (varietà non soggette a privative vegetali) l'interesse pubblico e collettivo è riferito alla disponibilità dei materiali vivaistici per il rinnovo dei vigneti. E se la selezione sanitaria dei materiali vivaistici certificati è alla base delle azioni di "contenimento" delle malattie infettive o di altre azioni proposte a livello internazionale-nazionale-locale, ma a carattere "obbligatorio" quali sono quelle definite per le malattie da quarantena (es. giallumi della vite), riteniamo che il contributo F.E.M. qui tratteggiato rientri a pieno titolo nella definizione di interesse "istituzionale" nazionale e sicuramente "sostenibile" anche a livello locale.

Parole chiave: selezione e conservazione, vivaismo, qualità genetica, controllo fitosanitario

Qualità degli oli e caratterizzazione morfo-fenologica di nuove accessioni di olivo derivanti da incrocio controllato e da libera impollinazione

Gianluigi Pili*, Fabio Piras, Marco Campus, Emanuele Cauli, Piergiorgio Sedda, Martino Muntoni, Giorgia Damasco

AGRIS SARDEGNA - Servizio Ricerca nelle filiere olivicolo-olearia e viti-enologica, Villasor (SU)

* gpili@agrisricerca.it

L'olivicoltura sarda, sia essa da olio che da tavola, si fonda su appena sei cultivar autoctone principali e loro sinonimi (Bosana, Semidana, Nera di Villacidro, Tonda di Cagliari, Nera di Gonnos, Pitzu de Carroga). Le stesse risultano essere ben adattate ai diversi ambienti dove forniscono produzioni di alto valore quanti-qualitativo, manifestando talora limiti che possono influenzarne la redditività (sensibilità a fattori biotici/abiotici, propensione all'alternanza, basse rese in olio, contemporaneità di maturazione ecc.). L'Agenzia AGRIS Sardegna ha avviato, a partire dal 2016, una ricerca tesa a individuare all'interno del vasto patrimonio di biodiversità presente nella regione, nuovi genotipi da avviare a selezione di nuove varietà. La ricerca si è concentrata in particolare nella verifica e nell'analisi di circa 180 nuove selezioni derivanti sia da incrocio controllato intervarietale o da autoimpollinazione che da selezioni originatesi spontaneamente e di cui non si conoscono i parentali. Queste accessioni sono state moltiplicate attraverso innesto su olivastro e poste a dimora con un sesto pari a 6 x 4 m, in numero minimo di sei soggetti presso il centro di ricerca Agris di Villasor (SU). La forma di allevamento adottata è riconducibile al vaso policonico libero mentre la superficie viene gestita attraverso inerbimento permanente dell'interfila e diserbo sulla fila. Le selezioni sono attualmente oggetto di monitoraggio morfo-fenologico secondo i parametri contemplati nelle schede UPOV opportunamente implementate. A partire dalla raccolta 2022, le olive prodotte da ciascuna accessione sono state raccolte e molite, allo stadio di semi-invaiaatura, mediante l'utilizzo del frantoio da laboratorio "Abencor®" della ditta MC2 e, dove la quantità di campione lo consentiva, nel mini frantoio OLIOMIO prodotto dalla ditta MORI-TEM. Tutti gli oli sono stati sottoposti ad analisi sensoriale (QDA), ad analisi chimico-merceologiche (acidità, perossidi, indici spettrofotometrici), profilo acidico (GC-FID) e ad analisi dei composti volatili (SPME-GC-MS). Il lavoro presentato mette a confronto gli oli derivanti da 5 piante madri di circa 30 anni di età ottenute tramite incrocio controllato con le produzioni delle piante "figlie" ottenute dalla moltiplicazione tramite innesto e messe a dimora nella tarda primavera del 2018. Le produzioni a confronto sono state lavorate con i due sistemi estrattivi sopra menzionati. Vengono altresì messi a confronto anche qui con entrambe le tipologie di lavorazione, gli oli derivanti da piante originatesi da libera impollinazione propagate attraverso innesto in coltivazione dalla primavera del 2020, presso il medesimo centro di ricerca. I primi risultati relativi al profilo qualitativo e sensoriale degli oli ottenuti appaiono promettenti ed evidenziano in particolare caratteristiche sensoriali peculiari degli oli estratti che si discostano dalle produzioni tipiche regionali e che potenzialmente risultano essere molto interessanti per lo sviluppo di nuovi prodotti oleari. La ricerca in atto prosegue nella caratterizzazione morfo-fenotipica e genetica del nuovo materiale col fine di inquadrare nuove varietà da proporre alla olivicoltura isolana.

Parole chiave: biodiversità, varietà autoctone, incrocio, Abencor®, profilo acidico

Recupero e valorizzazione della biodiversità: micropropagazione e conservazione di accessioni di sorbo domestico

Michela Lupo*, Cristian Silvestri, Valerio Cristofori

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università della Tuscia, Via San Camillo De Lellis, s.n.c., 01100 – Viterbo

* michela.lupo@unitus.it

Il recupero della biodiversità, la sua conservazione e valorizzazione rappresentano una delle grandi sfide per lo sfruttamento delle risorse genetiche e dei relativi servizi ecosistemici, necessari per affrontare le sfide legate ai cambiamenti climatici.

La biodiversità frutticola è inoltre fonte di sostanze ad elevato potenziale bioattivo, molte ancora da esplorare analiticamente, che suscitano un interesse sempre maggiore da parte dell'industria farmaceutica e nutrizionale.

Presso l'Azienda Didattico-Sperimentale dell'Università della Tuscia è presente una collezione di accessioni di sorbo domestico, reperite in differenti areali dell'Italia centrale, oggetto di caratterizzazione *ex situ* per i tratti fenologici e agronomici.

Inoltre, le accessioni presenti in collezione sono state allestite in coltura *in vitro*, impiegando segmenti uninodali prelevati dalle piante adulte. Gli espianti sono stati colturiati su substrato MS aggiunto di 1,5% di saccarosio, 0,5 mg/L di BAP, 0,02 mg/L di IBA. Il materiale così moltiplicato è stato impiegato per condurre prove di radicazione *in vitro* ed *ex vitro*.

La coltura *in vitro* delle accessioni di sorbo domestico offre una ulteriore possibilità di conservazione *ex situ* della biodiversità reperita, tanto che le accessioni moltiplicate sono state mantenute in frigo-conservazione a +4°C per 4, 8 e 12 e 24 settimane, al fine di determinare la sopravvivenza degli espianti e sviluppare un protocollo ottimizzato di conservazione *in vitro*.

Parole chiave: *Sorbus domestica* L., biodiversità, conservazione *ex situ*, micropropagazione, conservazione *in vitro*

Nuovi protocolli di rigenerazione *in vitro* di limone per lo sviluppo di programmi di miglioramento genetico

Fabrizio Salonia*, Stefania Bennici, Chiara Catalano, Lara Poles, Valeria Ereddia, Giuliana Licciardello, Sebastiano Seminara, Gaetano Distefano, Stefano La Malfa, Alessandra Gentile

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) - Università degli Studi di Catania, Catania

* fabrizio.salonia@gmail.com

Il limone è una delle colture da frutto più diffuse e importanti dell'agrumicoltura italiana. Tuttavia, la coltivazione del limone nell'areale siciliano, è fortemente ostacolata dalla diffusione del fungo *Plenodomus tracheiphilus*, agente del malsecco, ed è minacciata anche dall'huanglongbing (HLB), malattia causata dall'agente *Candidatus Liberibacter*, per la quale sono già stati rinvenuti, nella penisola iberica, gli insetti vettori del patogeno. Il miglioramento genetico risulta essere lo strumento più efficace per l'ottenimento di nuovi genotipi resistenti alle malattie, soprattutto grazie ai recenti avanzamenti nelle tecnologie di evoluzione assistita (TEA), tra cui la cisgenesi e il *genome editing*. L'applicazione delle TEA è vincolata allo sviluppo delle tecniche di rigenerazione *in vitro*, che permettono di ottenere, a partire da una singola cellula, un'intera pianta. A questo si aggiungono le tecnologie di sequenziamento del genoma, che permettono di identificare i geni che controllano il carattere d'interesse, tra cui la resistenza/suscettibilità ad una determinata malattia. In questo studio, sono stati sviluppati efficienti protocolli di rigenerazione di limone 'Femminello', il gruppo varietale più diffuso in Italia, a partire da materiale adulto utilizzando diverse tipologie di espianto e di organi. Essendo l'efficienza di rigenerazione dipendente dal genotipo così come dal tipo di espianto e dalle specifiche condizioni di coltura, sono stati utilizzati internodi e fettine di internodi (*slice*) prelevati da materiale adulto e protoplasti isolati da callo embriogenico. I risultati hanno consentito l'ottenimento di rigeneranti dalla coltura *in vitro* da internodi, *slice* e protoplasti, con una più elevata efficienza di rigenerazione (circa 20%) per quel che riguarda le *slice*. La disponibilità di protocolli di rigenerazione di limone, unita al recente sequenziamento del genoma della cv 'Femminello Siracusano', favorirà la selezione di geni legati a caratteri di interesse agronomico, tra cui la suscettibilità/resistenza a stress biotici, per l'ottenimento di nuove cultivar nei programmi di miglioramento genetico. Inoltre, lo sviluppo di un protocollo di rigenerazione da protoplasti, costituisce un importante supporto per l'utilizzo delle TEA, in particolare del *genome editing*, in quanto permetterebbe di adottare protocolli di trasformazione senza l'inserimento di DNA estraneo e, conseguentemente, piante editate non transgeniche evitando la rigenerazione di piante chimeriche.

Parole chiave: colture *in vitro*, 'Femminello', TEA, caratteri di interesse agronomico, Mal secco, HLB, *breeding*

Genome editing in agrumi per il ripristino della reazione di autoincompatibilità

Lara Poles*, Stefania Bennici, Valeria Ereddia, Fabrizio Salonia, Giuliana Licciardello, Concetta Licciardello, Gaetano Distefano, Stefano La Malfa, Alessandra Gentile

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) - Università degli Studi di Catania, Catania

* lara.poles@gmail.com

Nell'ambito del progetto CITRUS-Biotech, il Di3A dell'Università di Catania ha collaborato con il CREA-OFA di Acireale (CT) per la caratterizzazione di geni candidati per la sterilità in agrumi e la loro validazione funzionale mediante l'uso delle Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA). Lo studio ha interessato i meccanismi genetici che regolano l'autoincompatibilità, processo che, in presenza di partenocarpia, porta alla formazione di frutti apireni. Tra i geni candidati individuati, è stato scelto il gene codificante una S-RNasi, il determinante femminile del *locus S*, una classe di ribonucleasi presenti nel pistillo dei fiori, implicate nell'inibizione della crescita del tubetto pollinico. In particolare è stato preso in considerazione come gene target per gli esperimenti di *genome editing* (una delle TEA), l'allele S mutato (S_m-RNasi) associato alla perdita di autoincompatibilità in diversi genotipi di agrumi. Al fine di ripristinare la funzionalità dell'allele, è stato predisposto un vettore (denominato F007) contenente la guida, la cassetta di espressione per la Cas9, quella per il marcatore di selezione (la resistenza all'antibiotico kanamicina) e in aggiunta una cassetta per l'espressione del gene FT di *C. unshiu* che consente di ridurre il periodo di giovanilità, ovvero il tempo di attesa per l'ottenimento dei fiori e dei frutti nelle piante trasformate. Il vettore è stato inserito nel ceppo EHA105 di *Agrobacterium tumefaciens* e sono stati svolti alcuni cicli di trasformazione di arancio cv. 'Doppio Sanguino'. Quest'ultima viene considerata una varietà modello in quanto si rigenera facilmente in vitro, è autocompatibile e dà pertanto origine a frutti con seme. Tra le diverse piante rigenerate e propagate, la maggior parte ha confermato la corretta inserzione dei geni contenuti nel vettore F007 mediante amplificazione PCR e visualizzazione su gel di agarosio. La verifica della tipologia di mutazioni indotte a seguito dell'utilizzo del genome editing è in corso di svolgimento mediante sequenziamento e analisi puntuale del gene target. Attualmente le piante ottenute sono state innestate e acclimatate alle condizioni di *ex vitro*, in attesa di ulteriori verifiche e delle analisi dell'apparato florale.

Parole chiave: S-RNase, trasformazione, geni FT, agrumi, TEA

Prime analisi sulla tipizzazione degli oli provenienti dal Montiferru (Sardegna – Italy)

Emanuele Cauli*, Fabio Piras, Marco Campus, Gianluigi Pili, Martino Muntoni, Piergiorgio Sedda, Giorgia Damasco.

AGRIS SARDEGNA - Servizio Ricerca nelle filiere olivicolo-olearia e viti-enologica, Villasor (SU)

* ecauli@agrsrcerca.it

Il presente lavoro di ricerca è finalizzato alla caratterizzazione delle produzioni olivicolo-olearie del Montiferru, uno storico areale di grande valenza agricola e paesaggistico-ambientale della Sardegna centro-occidentale, interessato dal passaggio di un grave incendio avvenuto nel luglio del 2021.

Lo studio proposto intende raccogliere una base di dati a supporto di un programma di sostegno più complesso, messo in atto dalla Regione Sardegna, che consenta di indirizzare politiche di rilancio del settore, orientate al recupero delle produzioni provenienti dal germoplasma olivicolo locale.

L'indagine interesserà tre annate produttive e sarà in grado di mettere in luce sia le criticità, sia i punti di forza, che sono in grado di connotare e marcare le produzioni normalmente ottenute nel territorio, nonché quelle potenzialmente ottenibili.

A partire dal mese di ottobre 2022 sono stati effettuati circa 60 campionamenti di olive, prelevate direttamente in campo da una o più piante vicine tra loro, in differenti contesti di coltivazione (1^a linea di campionamento).

I punti di campionamento sono stati georeferenziati e, su un'apposita scheda, sono state raccolte le informazioni riguardanti l'età delle piante, lo stato di maturazione, la varietà, lo stato fitosanitario, il livello di carica produttiva, il tipo di gestione agronomica. Nei medesimi siti sono stati prelevati campioni di suolo da sottoporre ad analisi chimico fisica. A corredo di questi dati verrà poi effettuata l'analisi climatica e l'analisi sulle caratteristiche pedologiche dei suoli.

Parallelamente ai campionamenti di olive, si sono raccolti altrettanti campioni di olio monovarietali appositamente selezionati da circa 8 frantoi che operano nella zona (2^a linea di campionamento). Gli oli forniti dai frantoi sono riconducibili a specifiche partite di cui si conoscono i proprietari e le informazioni produttive.

Sempre agli operatori dei frantoi e ai principali produttori della zona è stato chiesto di fornire un altrettanto numero di campioni che siano in grado di rappresentare oli prodotti localmente e comunemente diffusi nel territorio (3^a linea di campionamento).

I campioni di olive raccolte (monovarietali, circa 3 kg/punto di campionamento) sono stati lavorati per l'estrazione dell'olio mediante l'utilizzo del frantoio da laboratorio "Abencor®".

Tutti gli oli appartenenti alle tre linee di campionamento sono stati sottoposti ad analisi sensoriale (QDA), ad analisi chimico-merceologiche (acidità, perossidi, indici spettrofotometrici), profilo acidico (GC-FID) e ad analisi dei composti volatili (SPME-GC-MS).

Le analisi sulle caratteristiche qualitative degli oli ottenuti, sino a qui effettuate, hanno messo in evidenza la variabilità fenotipica presente nelle produzioni locali, legata alle interazioni varietà-ambiente di coltivazione, confermando l'importanza strategica per il territorio di riferimento di ricostituire, ampliare e valorizzare il patrimonio olivicolo autoctono.

Parole chiave: oli monovarietali, Montiferru, germoplasma locale, Abencor®

Italian sunflower phyllochron in Brazil

Regina Tomiozzo^{1*}, Nereu Augusto Streck¹, Lilian Osmari Uhlmann¹, Luana Gabriele Oliveira da Silva¹, Andrea Mansuino², Beatrice Nesi³

¹*Federal University of Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 97105-900, Brazil*

²*Azienda Mansuino, Strada Villetta, 42, 18038 Sanremo (IM), Italia;*

³*CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via dei Fiori, 8, 51014 Pescia (PT), Italia;*

* tomiozzo@live.com

Sunflower is a worldwide popular cut flower with an annual developmental cycle. The duration of the cycle is related to the air temperature, mostly in the vegetative phase. An important process during this phase is the leaf appearance rate, which is often represented by the phyllochron, defined as the interval between appearance of two successive leaves (time/leaf). In August/2022 we tested in Southern Brazil in an on-farm field trial, eleven Italian sunflower cultivars: AG-01, AO-02, ST-08, VT-11, MP-06, LT-05, DD-03, FA-04, VP-10, SP-07 and VO-09. In addition, we tested the main sunflower cultivar used in Brazil, VC-12. The leaf number was counted twice a week. The air temperature data was collected from an automatic meteorological station of Meteorological Nacional Institute (INMET). The accumulated thermal time was calculated from the transplanting date to the final leaf number, considering the sunflower cardinal temperatures ($T_b = 4^{\circ}\text{C}$, $T_{opt} = 28^{\circ}\text{C}$ and $T_B = 40^{\circ}\text{C}$). The phyllochron for each cultivar was estimated by $1/b$, where b is the slope of coefficient of the linear regression between the leaf number and the accumulated thermal time. As unifactorial, the phyllochron difference between cultivar was tested by ANOVA. The regression equations had a coefficient of determination (R^2) values higher than 0.97, confirming the linearity between the leaf number appearance and the accumulated thermal time. This demonstrates that temperature is the main ecological factor that influences the leaf number appearance in sunflower cut flower cultivars. The phyllochron values had a low variation between cultivars. The cultivar VP-10 had the higher phyllochron ($25.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}\cdot\text{leaf}^{-1}$) and the cultivar VO-09 the lower, with $21.4^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}\cdot\text{leaf}^{-1}$. However, according to ANOVA the phyllochron between cultivars is not statically different ($p = 0.07$). This result is important to represent the good performance of Italian cultivars against the climate conditions in Southern Brazil, responding similarly to the VC-12 genotype ($22.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{day}\cdot\text{leaf}^{-1}$), which is cultivated in all countries.

Parole chiavi: *Helianthus annuus*, development, phenology, leaf appearance, thermal time.

Sessione Biostimolanti

Orali 1

L'uso dei biostimolanti per contrastare gli stress abiotici: ERANTHIS® e la mitigazione dello stress idrico in pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.)

Cristina Campobenedetto

Greenhas Group, Canale (CN)

* c.campobenedetto@greenhasgroup.com

Gli stress ambientali ed in particolare la siccità rappresentano uno dei principali problemi per gli agricoltori di oggi. I biostimolanti costituiscono una realtà sempre più solida, utile ad incrementare la tolleranza delle colture e mitigare gli effetti negativi sulla produttività. ERANTHIS®, prodotto a base di estratti d'alghe (*Ascophyllum nodosum* e *Laminaria digitata*) ed estratto di lievito, è stato testato su piante di pomodoro (*Solanum lycopersicum*) cresciute in condizioni di carenza idrica. Il potenziale effetto di mitigazione dello stress è stato valutato attraverso misurazioni morfometriche (peso fresco e contenuto di sostanza secca), fisiologiche (potenziale idrico del fusto) e biochimiche (attività di enzimi ROS scavenger e quantificazione di prolina, malondialdeide, acido abscissico, perossido di idrogeno e pigmenti fotosintetici) nelle fasi di fioritura ed allegagione. In generale, le piante cresciute in condizioni di stress idrico e trattate con il biostimolante mostrano un quantitativo inferiore di acido abscissico, malondialdeide e prolina, correlato ad un'attività inferiore degli enzimi ROS scavenger, rispetto alle piante non trattate. Questi dati, insieme ad un potenziale idrico del fusto meno negativo e ad un maggior quantitativo di pigmenti fotosintetici nelle piante stressate trattate, evidenziano il ruolo di ERANTHIS® nel mitigare lo stress idrico in pomodoro. È stato inoltre valutato l'effetto sulla produttività delle piante e la qualità dei frutti tramite la valutazione di aspetti agronomici (N° e peso frutti), biochimici (quantificazione del licopene) e molecolari (Real Time PCR su geni target per lo sviluppo del frutto). Le piante stressate e trattate con ERANTHIS® hanno prodotto un maggior quantitativo di frutti con caratteristiche qualitative migliori rispetto ai non trattati, supportando ulteriormente i dati ottenuti nella fase vegetativa della pianta.

Parole chiave: biostimolanti, stress idrico, mitigazione, estratti d'alghe, estratto di lievito

Valutazione dell'effetto biostimolante di un idrolizzato proteico di origine vegetale e le sue frazioni a diversi pesi molecolari applicato su lattuga coltivata in serra sotto stress abiotico

Christophe El-Nakhel*, Francesco Cristofano, Giuseppe Colla, Youry Pii, Luigi Lucini, Youssef Rouphael

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II-80055, Portici (NA), Italia

* christophe.elnakhel@unina.it

Tra i biostimolanti gli idrolizzati proteici di natura vegetale, sono opzioni rispettose dell'ambiente, utilizzati per la riduzione di apporto di azoto alle colture, ma i loro meccanismi di promozione della crescita delle piante non sono ancora stati completamente svelati. Per valutare la frazione peptidica più attiva di un idrolizzato proteico in condizioni di carenza di azoto, è stato effettuato un esperimento in serra utilizzando la lattuga (*Lactuca sativa* L.) come coltura modello, irrigata con una soluzione nutritiva contenente un basso livello di NO_3 (1 mM) a confronto con un livello ottimale (8 mM) e trattata separatamente con il prodotto intero Vegamin® : PH, e con una delle tre frazioni a differente peso molecolare (frazione PH1 (>10 kDa), PH2 (1–10 kDa) e PH3 (<10 kDa)). PH1 e PH3 hanno aumentato significativamente la resa fresca (+8%) in condizioni ottimali, ma non in condizioni di NO_3 basse. Acido ascorbico, luteina e β -carotene sono aumentati con l'applicazione di PH3, mentre disinapoylgentobiose e kaempferol-3-hydroxyferuloyl-sophorosie-7-glucoside sono aumentati con i trattamenti PH e le 3 frazioni peptidiche in entrambi le condizioni di NO_3 , ugualmente per i fenoli totale con il trattamento PH2. L'idrolizzato completo e le frazioni peptidiche analizzate hanno effetti biostimolatori differenziali, migliorando la crescita in condizioni di assenza di stress forte, e la qualità nutrizionale della lattuga in entrambi livelli di azoto.

Parole chiave: azoto basso; acido ascorbico; peso fresco; peptidi; metabolismo secondario; polifenoli; acido clorogenico; UHPLC; Orbitrap LC-MS/MS

L'uso della fenotipizzazione ad alta processività e della metabolomica per caratterizzare l'effetto biostimolante e di biocontrollo di funghi endofiti in basilico

Marzia Leporino¹, Francesco Sordi¹, Guido Bernabei², Mariateresa Cardarelli¹, Valentina Tolaini³, Paolo Bonini⁴, Giuseppe Colla^{1,5}

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo

²Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti, Università degli Studi del Molise, 86100 Campobasso

³ENEA, Centro Ricerche Casaccia, 00123 Roma

⁴oloBion S.L., 08028 Barcellona, Spagna

⁵ARCADIA Srl, 37010 Rivoli Veronese (VR)

* marzia.leporino@unitus.it

Il basilico (*Ocimum basilicum* L.) è una delle piante aromatiche più coltivate nel bacino Mediterraneo e in Italia riveste un ruolo particolarmente importante perché ampiamente utilizzato in ambito alimentare, farmaceutico e cosmetico. L'applicazione di funghi benefici ad azione biostimolante come *Trichoderma* spp. può migliorare le *performance* produttive delle colture, sia in condizioni ambientali favorevoli sia in presenza di stress biotici (es. patogeni) e/o abiotici (salinità).

Nel mese di giugno 2021 sono state eseguite due prove sperimentali presso la serra dell'Azienda Didattico-Sperimentale dell'Università degli Studi della Tuscia per valutare l'effetto biostimolante di un prodotto commerciale contenente un inoculo di funghi micorrizici ad alto contenuto di *Trichoderma atroviride* AT10 in condizioni nutrizionali standard (Prova 1) e per osservare la sua azione di biocontrollo nei confronti di *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici* inoculato su piante di basilico coltivate in vaso su terreno salino (Prova 2). Nella prima prova era previsto un controllo non trattato ed un trattamento con piantine inoculate con i funghi endofiti; nella seconda prova, le piante inoculate con i funghi endofiti e *Fusarium oxysporum* f. sp. *basilici* sono state confrontate con un controllo non trattato e con piante inoculate unicamente con il fungo patogeno. Lo sviluppo vegetativo è stato monitorato giornalmente attraverso l'utilizzo di una piattaforma di fenotipizzazione ad alto rendimento dello spin-off Arcadia in grado di rilevare l'immagine tridimensionale delle piante. La piattaforma, oltre a parametri morfologici (biomassa digitale, area fogliare, altezza), ha registrato dati relativi a indici legati allo stato di salute della pianta (indici di clorofilla e senescenza, NDVI). Inoltre, sono state monitorate le piante morte durante la prova. Per entrambe le prove durante il ciclo colturale sono stati effettuati due campionamenti delle foglie a metà e fine ciclo per approfondimenti sul metabolismo attraverso analisi metabolomiche presso il laboratorio oloBion. Nella prima prova i risultati della fenotipizzazione hanno evidenziato un effetto positivo dell'inoculo microbico sull'indice di clorofilla e di senescenza, registrando un aumento di produzione del pigmento rispetto al controllo non trattato. Nella seconda prova è stato osservato un aumento significativo dell'area fogliare, della biomassa e dell'altezza nelle piante trattate con il consorzio microbico rispetto a piante inoculate con solo *Fusarium* spp. L'indice di clorofilla e senescenza avevano valori significativamente più alti nelle piante infette da patogeno rispetto al controllo e al trattamento con funghi endofiti, evidenziando un minore contenuto di clorofilla nei tessuti fogliari. In entrambi gli esperimenti l'analisi metabolomica ha permesso di individuare i metaboliti coinvolti nel miglioramento delle *performance* vegetative del basilico in condizioni di assenza e presenza del patogeno.

Parole chiave: Basilico, *Trichoderma atroviride* AT10, funghi micorrizici, biostimolante, biocontrollo, *Fusarium*

Effetti sulla crescita e sul metaboloma floreale di piante di *Calendula officinalis* L. trattate con un biostimolante vegetale

Stefano Dall'Acqua ^{1*}, Clizia Franceschi ³, Irene Ferrarese ¹, Stefania Sut ¹, Gregorio Peron ^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze del Farmaco, Università degli Studi di Padova Via Marzolo 5, 35131 Padova

²Dipartimento di Medicina Molecolare e Traslazionale, Università di Brescia, Viale Europa 11, 25121 Brescia

³Fomet SpA, Via Vialarga 25, 37050 San Pietro di Morubio, Verona

* stefano.dallacqua@unipd.it

Gli idrolizzati proteici rappresentano attualmente i biostimolanti più studiati e più utilizzati in agricoltura, ma sono ancora scarse le informazioni relative al loro utilizzo nella coltivazione di specie medicinali e officinali.

Questo studio ha preso in considerazione piante di *Calendula officinalis* L., che sono state trattate con un idrolizzato di proteine della soia (SPH) a diversi dosaggi, ovvero 1, 2, 5, 5 e 10 g/L, per 21 giorni, in serra, al fine di verificarne l'effetto biostimolante. Inoltre, per ogni dosaggio, sono stati testati diversi metodi di applicazione, sia radicale (SPH-S) sia fogliare (SPH-F), e sono stati verificati gli effetti dei trattamenti sul numero e peso dei fiori, e sulle biomasse delle piante intere.

In particolare, gli effetti sul metaboloma floreale sono stati valutati anche utilizzando un approccio metabolomico *untargeted*, e quantificando il contenuto di carotenoidi.

I risultati indicano che il trattamento SPH-S può indurre un aumento della biomassa, sia dei fiori sia dell'intera pianta, mentre non sono stati osservati effetti significativi per SPH-F. L'effetto sulla biomassa vegetale è risultato dose-dipendente, mentre l'effetto maggiore sulla biomassa floreale è stato osservato con l'applicazione dei dosaggi più bassi (1 e 2,5 g/L) di SPH-S.

L'applicazione di SPH-S a 1 g/L risulta il trattamento migliore per indurre il numero medio di fiori per pianta (14,30 per SPH-S 1 g/L e 8,00 per il controllo). Al contrario, non sono stati osservati effetti significativi per SPH-F. Entrambi i trattamenti SPH-S e SPH-F hanno però indotto cambiamenti del metaboloma dei fiori: sono state indotte le lisofosfatidiletanolammine (16:0) e (18:2), note come regolatori della crescita delle piante, insieme a dipeptidi, digliceridi e saponine, mentre la quantità di diversi flavonoidi è diminuita. È importante sottolineare che questi effetti si sono dimostrati reversibili, poiché il metaboloma floreale era assimilabile a quello delle piante non trattate, dopo la sospensione dell'applicazione di SPH. I carotenoidi sono stati significativamente indotti solo da 10 g/L di SPH nei fiori raccolti 7 giorni dopo la sospensione del trattamento.

Nel complesso, è il primo lavoro che dimostra l'efficacia di SPH nell'indurre la crescita di piante di calendula, indicando che questi prodotti ecosostenibili possono essere utilizzati in modo efficiente per migliorare le prestazioni delle specie vegetali medicinali e legate all'alimentazione. Inoltre, i dati di metabolomica rivelano, almeno in parte, i meccanismi molecolari alla base dei cambi fenotipici indotti da SPH. Questi dati possono trovare utilità nel programmare dei trattamenti biostimolanti mirati ad indurre l'espressione di specifici metaboliti di interesse.

Parole chiave: biostimolazione, idrolizzati proteici, metabolomica, carotenoidi, *Calendula officinalis*

Bio-inoculi: una pratica sostenibile per migliorare la produzione fuori suolo di *Crocus sativus* L.

Stelluti Stefania^{1*}, Grasso Gianluca², Nebauer G. Sergio³, Alonso L. Gonzalo⁴, Caser Matteo⁵, Demasi Sonia¹, Lumini Erica², Molina V. Rosa³, Bianciotto Valeria², Scariot Valentina¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino. Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO), Italia;*

² *Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Consiglio Nazionale delle Ricerche, c/o Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi – Università di Torino. Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italia;*

³ *Departamento de Producción Vegetal, Universitat Politècnica de València, Camino de vera s.n., 46022 Valencia, Spain;*

⁴ *Catedra de Química Agrícola, E.T.S.I. Agronomos y de Montes, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario, 02071 Albacete, Spain.*

* stefania.stelluti@unito.it

Lo zafferano, *Crocus sativus* L., è una geofita a cormo della famiglia *Iridaceae*. Probabilmente originario dell'antica Grecia, è coltivato principalmente nelle regioni del Medio Oriente e del Mediterraneo. Durante la breve fioritura autunnale avviene la raccolta manuale dei fiori e l'essiccazione degli stimmi da cui deriva la preziosa spezia, anche detta "oro rosso". Tradizionalmente utilizzato come condimento, colorante naturale e nella medicina popolare, il profilo sensoriale dello zafferano e le proprietà nutraceutiche sono principalmente attribuiti agli apocarotenoidi crocine (capacità colorante), picrocrocina (gusto) e safranale (aroma). La coltivazione in ambiente controllato con l'adozione di pratiche sostenibili potrebbe aumentare la redditività dello zafferano, migliorandone resa e qualità. Nel presente lavoro cormi di zafferano sono stati coltivati in un sistema fuori suolo in serra con inoculi di rizobatteri promotori della crescita delle piante (PGPR), ovvero *Bacillus megaterium* CB97032 (capace di solubilizzare il fosfato) e *Paenibacillus durus* CB1806 (azoto-fissatore), non ancora testati sullo zafferano, e del fungo micorrizico arbuscolare (AMF) *Rhizophagus intraradices*, da soli o in miscela. L'influenza esercitata sull'andamento della fioritura, sulla resa di fiori e spezie, sui metaboliti secondari, sui tratti eco-fisiologici e sulla produzione dei cormi è stata investigata con l'ipotesi che la sinergia microbica avrebbe potuto influenzare positivamente la coltura. Nel complesso, i microorganismi benefici hanno migliorato la concentrazione di crocine, safranale e dei composti fenolici dello zafferano e hanno aumentato la resa dei cormi, dando risultati migliori soprattutto quando applicati in formulazioni miste. Infine, le risposte della pianta al bio-inoculo fungino sono state ulteriormente approfondite investigando l'espressione dei geni responsabili della via biosintetica degli apocarotenoidi e il contenuto dei nutrienti minerali nei cormi in fioritura.

Parole chiave: Zafferano, Bio-inoculi, PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), AMF (Arbuscular Mycorrhizal Fungi), Apocarotenoidi, Contenuto Fenolico Totale, Sistema fotosintetico

Effetto dei trattamenti fogliari con biostimolanti sulla resa e sul contenuto di olio essenziale in origano

Davide Farruggia^{1*}, Nicolò Iacuzzi¹, Simona Aprile², Nicoletta Lala¹, Teresa Tuttolomondo¹

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

²CREA Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA DC, Bagheria (PA))

* davide.farruggia@unipa.it

L'origano è una pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle *Lamiaceae*. La specie è ampiamente diffusa in tutta l'Europa e nel Nord-Africa sia come pianta spontanea che coltivata. L'origano ha effetti benefici per la salute umana grazie alle proprietà antiossidanti, antimicrobiche e antimicotiche. Sia in coltivazione che raccolto da piante spontanee, nell'origano si osservano differenze nella resa in biomassa e nel contenuto in olio essenziale a causa dell'influenza di fattori biotici e abiotici. Risulta interessante, pertanto, individuare mezzi tecnici in grado di rendere più performante la risposta agronomica in termini di qualità e di quantità delle produzioni. Nell'ottica di un'agricoltura sostenibile e soprattutto per le aziende che operano in regime di agricoltura biologica, un ruolo sempre più importante può essere svolto dai biostimolanti. Questi ultimi sono dei mezzi tecnici di nuova generazione che applicati alle colture incrementano e migliorano l'efficienza di assorbimento dei nutrienti e dell'acqua, innalzandone la loro tolleranza agli stress.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la risposta produttiva di un'accessione di *O. vulgare* ssp. *hirtum* (sin.: *O. heracleoticum* L.) sottoposto a trattamenti fogliari con diverse tipologie di biostimolanti, somministrati in due differenti intervalli.

In particolare, oltre al controllo che prevedeva la somministrazione di sola acqua (B0), sono stati impiegati 4 diversi formulati commerciali, a base di: *Eklonia maxima* (B1), *Ascophyllum nodosum* (B2), acidi fulvici e acidi umici (B3) e peptidi (B4). Ogni trattamento è stato effettuato a partire dalla prima settimana di aprile con cadenza settimanale (F1) per un totale di sei applicazioni e con cadenza bisettimanale (F2) con 3 applicazioni totali.

Al momento della raccolta è stata rilevata la resa in biomassa fresca. Dopo essiccazione all'aria e in ambiente ventilato ed in ombra è stata determinata la resa in biomassa secca. Successivamente, campioni di foglie e fiori sono stati sottoposti ad idro-distillazione in corrente di vapore al fine di determinare il contenuto percentuale di olio essenziale e la resa di olio essenziale per unità di superficie.

Le piante trattate con acidi umici e fulvici (B3) e con peptidi (B4) hanno fatto rilevare i valori più elevati di resa fresca e secca totale, di contenuto e resa in EO rispetto al controllo (B0) e a quelle trattate con i due estratti a base di alga (B1 e B2). La frequenza di applicazione F2 ha comportato un aumento di resa fresca e secca totale e di resa e contenuto in olio essenziale rispetto alla frequenza F1.

Parole chiave: Origano, Biostimolanti, Produzione, Oli essenziali

Orali 2

Trattamenti al seme con microrganismi benefici: presentazione di alcuni casi studio in orticoltura

Federico Di Loreto^{1*}, Francesca Luziatelli², Giuseppe Colla¹, Maurizio Ruzzi², Paolo Bonini³, Valentina Ceccarelli¹, Mariateresa Cardarelli¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo, Italia

²Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo, Italia

³oloBion S.L., 08028 Barcellona, Spagna

* federico.diloreto@unitus.it

I microrganismi possono essere utilizzati in agricoltura per sostenere la produzione e per fronteggiare le sfide legate alle modificazioni che i cambiamenti climatici determinano sull'ambiente di coltivazione. I microrganismi sono generalmente applicati in vivaio e/o durante il ciclo colturale ma è di crescente interesse la possibilità di inoculare il seme, sia con trattamenti di *film coating* che di *priming*. I trattamenti al seme possono infatti modificare la germinabilità e la crescita delle plantule, con ripercussioni positive sullo sviluppo delle radici e, quindi, sulla capacità di esplorazione del suolo e di assorbimento di elementi nutritivi ed acqua. Sono state condotte prove sperimentali su specie ortive differenti utilizzando batteri gram-positivi sporigeni (*Bacillus megaterium*) e non sporigeni (*Leucobacter iarius*). Tutti i batteri sono stati precedentemente caratterizzati per la produzione di auxina o siderofori e per la solubilizzazione del fosfato assimilabile dalle piante. Semi di finocchio (*Foeniculum vulgare* Mill.) e peperone (*Capsicum annuum* L.) sono stati immersi in un mezzo contenente cellule ed esometaboliti da *L. iarius*. Sono state utilizzate soluzioni a dosi crescenti di cellule batteriche (10^2 , 10^4 e 10^6 UFC/mL) ed è stato introdotto un trattamento di *hydropriming*, oltre al controllo non trattato. I rilievi hanno riguardato la germinazione, il vigore delle plantule, lo sviluppo della biomassa epigea e delle radici. Nelle piantine di finocchio, il trattamento con sospensioni a densità cellulare di 10^2 e 10^4 UFC/mL ha influenzato positivamente lo sviluppo dell'apparato radicale, ma non la germinazione e gli altri parametri considerati. In peperone, con tutti i trattamenti di *priming* utilizzati, sono aumentati sia la percentuale di germinazione che il vigore delle plantule e lo sviluppo delle radici. Su semi di cetriolo (*Cucumis sativus* L.) è stato invece effettuato un trattamento di *film coating* con spore di *B. megaterium* (ceppi B24 e B27) alla densità di 1×10^4 spore per seme, o con acqua, come controllo trattato. Le spore di entrambi i ceppi hanno determinato un incremento dell'area fogliare e, nel caso del ceppo B24, anche un maggior accumulo di biomassa aerea e radicale. Attraverso la fenotipizzazione delle radici e con indagini biochimiche sulle plantule è stato possibile approfondire l'effetto sui semi dei trattamenti effettuati con i diversi microrganismi.

Parole chiave: indice di vigore, germinazione, *Leucobacter*, *Trichoderma*, *Bacillus megaterium*, architettura radicale

This study was carried out within the Agritech National Research Center and received funding from the European Union Next-GenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 – D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). This manuscript reflects only the authors' views and opinions, neither the European Union nor the European Commission can be considered responsible for them.

Applicazione di biostimolanti in vivaio per la produzione di piantine di lattuga

Giulia Franzoni^{1*}, Stefano Farris², Francesca Mapelli², Lorenzo Vergani², Sara Borin², Antonio Ferrante¹

¹ *Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Via Celoria 2, 20133 Milano - Italia;*

² *Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente, Via Celoria 2, 20133 Milano - Italia;*

* giulia.franzoni@unimi.it

Per migliorare la sostenibilità dei sistemi produttivi, nel settore dell'orto florovivaismo si studiano strategie per ridurre l'uso dei fertilizzanti e della plastica. I contenitori plastici, come ad esempio i pannelli di polistirene espanso, sono particolarmente impiegati nelle fasi di semina e produzione delle piantine, con funzione di supporto, favorendo inoltre il trasporto delle piantine dal vivaio alle aziende. Dopo il trapianto questi materiali devono essere opportunamente smaltiti come rifiuto plastico contaminato da sostanze organiche, senza la possibilità di riciclo. Il lavoro svolto rientra nelle attività del progetto “*Circular Agri-Food systems: development of biodegradable and biostimulant plant multiplication plugs from fruit and vegetable wastes (BBPlug)*” con l'obiettivo di valorizzare gli scarti delle industrie agroalimentari per ridurre l'uso della plastica e dei fertilizzanti in ortoflorovivaismo, contrastando al contempo lo spreco alimentare. In particolare, alcuni scarti vegetali derivati dalle industrie di quarta gamma sono stati utilizzati per produrre un estratto con possibile azione biostimolante che è stato incorporato in un film biodegradabile a base di polimeri ottenuti anch'essi da scarti vegetali, successivamente utilizzato per il rivestimento interno di vasetti biodegradabili. La prova ha incluso anche l'applicazione di tre ceppi batterici, precedentemente isolati dai tessuti radicali di diverse specie vegetali e selezionati per la potenziale capacità di promuovere la crescita (GR12, LR01, VR04), applicati al suolo al momento della semina di piantine di lattuga (*Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*). L'effetto dei trattamenti sulla coltura è stato valutato misurando la percentuale di germinazione, la fluorescenza della clorofilla *a*, l'altezza e il peso delle piantine al momento del trapianto, il contenuto di pigmenti, di zuccheri e nitrati nelle foglie. La percentuale di germinazione nei vasi trattati con i ceppi batterici GR12 e VR04 è risultata paragonabile o superiore al controllo, mentre l'applicazione del film con l'aggiunta del biostimolante ha portato ad una leggera diminuzione del valore. Il ceppo GR12 ha determinato un incremento del contenuto di clorofilla nelle foglie, un migliore indice del contenuto di azoto (NFI) che rappresenta sia lo stato nutrizionale delle piantine sia un eventuale stress fisiologico in atto. Tutti e tre i ceppi batterici hanno indotto un maggiore accumulo di nitrato a livello fogliare. Questo potrebbe favorire un attecchimento più rapido in fase di post trapianto.

Parole chiave: *Lactuca sativa* L., batteri, estratti vegetali, vivaismo

Effetto di sostanze biostimolanti sulla proliferazione *in vitro* di luppolo

Maurizio Micheli^{1*}, Luca Regni¹, Nicola Cinosi¹, Simona Lucia Facchin¹, Filippo Giusti¹, Leandra Leto², Benedetta Chiancone²

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italia

²Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, Università di Parma, viale delle Scienze 27/A, 43124 Parma, Italia

* maurizio.micheli@unipg.it

Nello scenario attuale, fenomeni come il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità e le diverse problematiche ambientali influiscono negativamente sulle produzioni agricole. Una agricoltura che si possa definire moderna dovrebbe proteggersi da tali dinamiche e, a sua volta, adottare nuove strategie per ridurre al minimo il proprio impatto sugli ecosistemi. A questo proposito, l'impiego di sostanze biostimolanti sembrerebbe rappresentare una soluzione praticabile per migliorare la quantità e la qualità delle produzioni delle colture agrarie e l'efficienza d'uso dei fertilizzanti e dell'acqua, incrementando la resistenza delle piante a stress biotici e abiotici. Gli studi su questi temi sono stati avviati da tempo, sia analizzando il comportamento in pieno campo dei vegetali trattati che raccogliendo utili informazioni preliminari anche con procedure di laboratorio, più veloci e meno condizionate dalla possibile interferenza di fattori soggetti a variabilità. Lo scopo di questo lavoro è stato la valutazione degli effetti di alcune sostanze biostimolanti sulla proliferazione *in vitro* della varietà di luppolo "Cascade". La scelta di tale specie coltivata non è casuale: considerando, infatti, l'incremento della domanda e del prezzo di mercato dei coni e la possibilità di diversificazione reddituale dovuta alla multifunzionalità del prodotto, il luppolo rappresenta una coltura ad elevato potenziale economico. Per di più, a causa della mancanza di un settore vivaistico specializzato sul territorio nazionale, la domanda di mercato di materiale vegetale per nuovi impianti non è ancora totalmente soddisfatta; un valido supporto al settore vivaistico può essere dato dalle colture *in vitro* che contribuirebbero ad aumentare il numero di piante prodotte, limitando, in questo modo, il commercio di piante non certificate e di basso valore agronomico. A tal fine, anche sulla scorta di esperienze preliminari condotte su altre specie, sono stati impiegate tre differenti sostanze: Sinergon Bio-Cifo (prodotto commerciale a base di idrolizzati proteici), olio di neem (ottenuto dai semi di *Azadirachta indica*) ed estratto di alga spirulina (*Arthrospira platensis*). I risultati hanno mostrato che i trattamenti studiati hanno stimolato la crescita delle masse proliferate di luppolo, facendo rilevare, per i parametri osservati, valori superiori al controllo, con particolare riferimento alla sostanza secca delle masse neoformate. I risultati ottenuti in questa sperimentazione sono un'ottima base di partenza per studi futuri, in quanto confermano, anche su luppolo coltivato *in vitro*, quanto già rilevato in altre specie con l'impiego dell'olio di neem e Spirulina e rappresentano la prima evidenza scientifica sull'uso di Sinergon Bio in coltura a setta.

Parole chiave: micropropagazione, *Humulus lupulus* L., olio di neem, Sinergon Bio, spirulina.

Influenza dell'*Azospirillum baldaniorum* SP245 nella propagazione per talea dell'ulivo

Livia Pappalettere^{1*}, Annita Toffanin², Susanna Bartolini¹

¹ Centro di Ricerca Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

² Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

* livia.pappalettere@santannapisa.it

Trovare agenti radicanti alternativi a quelli di natura ormonale, come le soluzioni sintetiche di acido indolbutirrico (IBA), è una esigenza attuale del comparto delle produzioni vivaistiche biologiche. In questi ultimi anni si stanno sperimentando vari microrganismi come funghi micorrizici arbuscolari e batteri diazotrofici. L'*Azospirillum baldaniorum* Sp245 (AZO) è un batterio diazotrofico che, su diverse specie erbacee e legnose, ha dimostrato di influire favorevolmente sullo sviluppo e morfologia delle radici. Lo scopo della ricerca è stato quello di i) testare la potenziale efficacia di AZO nello stimolare i processi di induzione e differenziazione delle radici avventizie in talee semilegnose in cultivar con diversa attitudine rizogena e ii) sviluppare un protocollo per la quantificazione precoce degli eventi istologici associati alla formazione delle radici avventizie. Le talee (5-6cm, 2 foglie), ottenute dalle cultivar Leccino (facile radicazione) e Santa Caterina (difficile radicazione) sono state sottoposte ai seguenti trattamenti i) sospensione acquosa di cellule batteriche di AZO in alla concentrazione di 10^7 CFU/mL; ii) IBA a 3000 ppm, in soluzione idroalcolica al 40%; iii) acqua (controllo). Le talee sono state poi poste su substrati di perlite e panetti di torba in moduli di propagazione realizzati in plexiglass, dotati di riscaldamento basale e sistema di nebulizzazione. Per ottenere risposte rapide circa l'attitudine a sviluppare radici avventizie, nei primi 20 giorni dai trattamenti con AZO e IBA sono state effettuate analisi istologiche per individuare le modificazioni cellulari associate alle diverse fasi che portano alla formazione dei primordi radicali. I risultati migliori circa il tasso di radicazione sono stati ottenuti sulla cv Santa Caterina quando le talee sono state trattate con la sospensione batterica. Infatti, è stato registrato un aumento del numero di radici avventizie e della lunghezza media delle radici rispetto ai trattamenti con IBA. Le analisi istologiche hanno permesso di stabilire che le modificazioni cellulari coinvolte nella formazione delle radici avventizie, si sono significativamente verificate con entrambi i trattamenti, senza alcuna differenza statistica tra AZO e IBA. Al contrario, i substrati di radicazione utilizzati hanno avuto una diversa influenza. I risultati finora ottenuti si configurano innovativi e promettenti: i) *A. baldaniorum* Sp245 ha dimostrato di agire positivamente sui processi di radicazione e potrebbe quindi sostituire l'IBA come agente radicante nel vivaismo biologico; ii) la messa a punto di un protocollo per la diagnosi precoce dell'attitudine alla rizogenesi potrebbe ampliare il raggio della ricerca nel testare l'efficacia di altri altri/nuovi inculi polimicrobici costituiti da microrganismi promotori della crescita delle piante, con comprovata capacità di favorire lo sviluppo radicale, quali *Bacillus* spp. e *Azospirillum* spp.

Parole chiave: propagazione agamica, talea semilegnosa, PGPR, istologia, radicazione

Risposta agronomica e qualitativa di due cultivar di pomodoro ‘cherry’ all’applicazione di un biostimolante di origine vegetale

Miriam Distefano, Federico Basile*, Claudio Cannata, Rosario Paolo Mauro, Cherubino Leonardi

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia, 5 – 95123 Catania

* federico.basile@phd.unict.it

Negli ultimi anni l’orticoltura intensiva ha fatto registrare un significativo incremento nell’utilizzo di biostimolanti, anche con l’obiettivo di rispondere ad istanze crescenti in tema di sostenibilità ambientale e qualità delle produzioni. In Sicilia, il pomodoro da mensa (*Solanum lycopersicum* L.) coltivato su di una superficie di circa 12.600 ha, di cui poco più di 3.000 in coltura protetta, rappresenta una delle colture di maggiore rilevanza commerciale. Tale ortaggio, inoltre, offre un contributo funzionale insostituibile alla dieta mediterranea, in quanto ricca fonte alimentare di carotenoidi, fenoli e sali minerali. Pertanto, nell’ottica di rispondere alle crescenti esigenze dei consumatori in tema di alimenti ad elevato valore salutistico, esistono fondate motivazioni per la messa a punto di protocolli agronomici finalizzati al miglioramento degli standard qualitativi del prodotto. L’applicazione di formulati biostimolanti può offrire un significativo contributo in tal senso; tuttavia, l’ampia diversificazione e il dinamismo cultivariale della pomodoricoltura siciliana impongono continue acquisizioni sull’argomento per poter meglio delineare potenzialità e limiti nell’utilizzo degli attuali formulati biostimolanti disponibili sul mercato. Per quanto premesso, nel presente lavoro è stato studiato l’effetto dell’applicazione di un biostimolante di origine vegetale (Bioup® TF) sulle caratteristiche produttive e qualitative di 2 cultivar di pomodoro “cherry” (‘Caravaggio’ e ‘Creativo’), ampiamente diffuse nei principali areali produttivi regionali. L’applicazione del biostimolante ha prodotto un incremento della produzione areica (+15%), così come del peso unitario (+13%), del contenuto in sostanza secca (+19%) e della consistenza dei frutti (+10%). Significativi incrementi sono stati registrati anche in rapporto al contenuto in fenoli e carotenoidi totali dei frutti (rispettivamente +19% e +47%) e della loro attività antiossidante ai saggi DPPH (+17%) e FRAP (+13%). Per quanto concerne la composizione minerale dei frutti, è emersa l’azione positiva del formulato in rapporto al contenuto di 4 macroelementi (K, Mg, Ca e Na), 3 microelementi (Zn, Fe, Mn e Cu) e 3 elementi traccia (Mo, Li e V), mentre il più alto contenuto di Ni è stato riscontrato nei frutti raccolti da piante testimone (non trattate). Tra le cultivar studiate, ‘Caravaggio’ ha mostrato, nella quasi totalità dei casi, una migliore risposta qualitativa al trattamento, mentre ‘Creativo’ ha fatto registrare i maggiori incrementi produttivi in conseguenza del trattamento biostimolante. Complessivamente, i risultati qui riportati provano l’efficacia del biostimolante studiato nel migliorare la capacità produttiva e le caratteristiche funzionali del pomodoro da mensa ottenuto in coltura protetta. Tuttavia, per molte delle variabili osservate, è emersa una significativa interazione ‘cultivar × trattamento’, da cui può derivare, in rapporto alla cultivar utilizzata, il raggiungimento solo parziale di taluni specifici obiettivi produttivi, sia sotto l’aspetto quantitativo che qualitativo.

Parole chiave: pomodoro da mensa, innovazione varietale, qualità, carotenoidi, composti fenolici.

Effetto dell'applicazione di un consorzio microbico sulla produzione di lattuga coltivata su "suoli" Lunari e Marziani

Luigi Giuseppe Duri*, Antonio Pannico, Ida Romano, Antonio Giandonato Caporale, Paola Adamo, Olimpia Pepe, Youssef Rouphael, Stefania De Pascale

Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria, Via Università, 100, 80055 Portici (NA)

* luigigiuseppe.duri@unina.it

La possibilità di creare avamposti sulla Luna e su Marte è subordinata alla capacità di realizzare sistemi biorigenerativi di supporto alla vita (BLSS) in grado di rendere autosufficiente l'equipaggio dal punto di vista delle risorse essenziali per la sopravvivenza (acqua, ossigeno e cibo). Questi sistemi rappresentano dei veri e propri ecosistemi chiusi in cui interagiscono organismi produttori, decompositori e consumatori. Le piante sono considerate tra i produttori più promettenti in quanto sono in grado di svolgere le seguenti funzioni: rigenerare l'aria grazie alla fotosintesi, purificare l'acqua attraverso la traspirazione, produrre alimenti e riciclare i rifiuti organici come nutrienti per la crescita. Nell'esplorazione planetaria, l'utilizzo di risorse planetarie disponibili in situ è una delle principali strategie prese in considerazione dalle maggiori agenzie spaziali (ASI, ESA, NASA). In quest'ottica, i suoli planetari (regoliti lunari e marziani) potrebbero essere utilizzati come substrato e i rifiuti della missione (residui di coltivazione, feci e urine) come ammendanti, fertilizzanti o biostimolanti per renderli idonei alla coltivazione di piante. Obiettivo di questa ricerca era valutare l'effetto dell'applicazione di un consorzio di batteri promotori della crescita vegetale (*Plant Growth-Promoting Bacteria*, PGPB), su piante di lattuga (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* cv. Grand Rapids) coltivate su un simulante di regolite Lunare (LHS-1) e un simulante di regolite Marziana (MMS-1), miscelati con compost di matrice vegetale in rapporto: 100:0 e 80:20 simulante: compost (vol:vol). Le piante sono state coltivate in ambiente protetto per 45 giorni fornendo solo acqua trattata con impianto di osmosi inversa. Durante il ciclo colturale sono stati rilevati alcuni parametri fisiologici come la fluorescenza della clorofilla *a* mentre alla raccolta è stata determinata la resa e sono state effettuate analisi del contenuto minerale delle foglie. I risultati hanno evidenziato come l'applicazione di batteri promotori della crescita vegetale abbia mitigato gli effetti negativi dovuti alla scarsa qualità fisico-chimica e idrologica dei simulanti, permettendo di migliorarne la fertilità, aumentando la biodisponibilità di elementi nutritivi nel suolo da parte delle piante (fissazione biologica dell'azoto, solubilizzazione dei fosfati ed effetto complessante e chelante sui micronutrienti). In generale il simulante marziano ha fatto registrare rese più elevate rispetto al simulante lunare indipendentemente dal trattamento con PGPB. La resa maggiore è stata ottenuta su simulante marziano in miscela 80:20 con i PGPB. L'efficienza del fotosistema II, misurata attraverso la fluorescenza della clorofilla *a*, non ha invece evidenziato differenze significative tra i trattamenti.

In conclusione, l'applicazione di PGPB ha permesso di ridurre gli effetti negativi dovuti alla scarsa idoneità dei suoli lunari e marziani, sebbene le produzioni ottenute abbiano presentato rese molto inferiori a quelle ottenibili in normali suoli agricoli.

Parole chiave: Agricoltura spaziale, BLSS, Simulanti di Regolite Marziana e Lunare, PGPB

Smart Oral Communications

I biostimolanti come approccio sostenibile per migliorare resa e qualità dei prodotti orticoli

Petronia Carillo^{1*}, Michele Ciriello², Youssef Rouphael²

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche - Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta (CE)

²Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici (NA)

* petronia.carillo@unicampania.it

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e, più recentemente, la consultazione aperta sull'Agenda strategica del partenariato europeo di ricerca e innovazione "Agriculture of Data", stanno sollecitando la transizione verso modelli di produzione agricola più sostenibili dal punto di vista ambientale, sociale ed economico. È palese che il grave impatto ambientale conseguente alla rivoluzione verde precluda la scelta dell'intensificazione colturale, con un elevato utilizzo del suolo e input in spazi concentrati, come percorso chiave per soddisfare la crescente domanda alimentare. Pertanto, la ricerca dovrebbe essere riorientata su sistemi di produzione agricola in grado di raggiungere obiettivi di produttività sostenibili, quindi a basso impatto ambientale. Inoltre, nonostante la preoccupazione che la produzione alimentare non intensiva possa non soddisfare le crescenti esigenze alimentari globali, mettendo a repentaglio la sicurezza alimentare, esiste una quota di mercato crescente e molto redditizia per prodotti vegetali di alta qualità (*premium*). Infatti, sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo, l'aumento del reddito pro-capite e del benessere, almeno per alcune fasce della popolazione, sta suscitando un interesse senza precedenti da parte di alcuni consumatori verso ortaggi biofortificati, ad alto contenuto nutrizionale e qualità funzionale. Una strategia promettente che potrebbe facilitare il passaggio da un'agricoltura ad alta intensità di input ad un approccio produttivo sostenibile e/o migliorare la qualità funzionale dei prodotti vegetali, propone l'uso integrato di biostimolanti vegetali nei sistemi di coltivazione. I risultati presenti in letteratura mostrano che i biostimolanti sono in grado di modificare i processi fisiologici (endogeni) delle piante potenziandone l'efficienza di utilizzo delle risorse, la resa e la qualità nutrizionale, anche e soprattutto in condizioni sub-ottimali. Capire come regolare questi processi è essenziale per poter fornire pratiche di gestione innovative prontamente applicabili in campo che consentano agli agricoltori di essere più produttivi e competitivi mentre affrontano nuovi e più severi vincoli ambientali.

Parole chiave: efficienza d'uso delle risorse, metabolismo, profilo nutrizionale, qualità funzionale, prodotti premium

Applicazione di microrganismi e sostanze naturali su pomodoro ciliegino coltivato in fuori suolo

Nicolò Iacuzzi^{1*}, Leo Sabatino¹, Gaetano Giuseppe La Placa¹, Salvatore La Bella¹, Youssef Roupheal², Mariateresa Cardarelli³, Giuseppe Colla³

¹ Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 13, Edificio 4, 90128 Palermo, Italia.

² Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II, 80055 Portici, Italia.

³ Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, 01100 Viterbo, Italia.

* nicolo.iacuzzi@unipa.it

Il pomodoro ciliegino rappresenta la tipologia di pomodoro più coltivata nel Sud Italia, dove viene coltivato anche in serre fredde durante il periodo invernale. In queste condizioni si assiste non solo ad una riduzione della resa produttiva, ma anche ad un decadimento qualitativo dovuto all'abbassamento della temperatura media e della radiazione solare. Nell'ultimo decennio, l'applicazione dei biostimolanti microbici e non sta cercando di affrontare delle sfide sia riguardo l'aumento delle rese di prodotto commerciabile che il miglioramento qualitativo dei prodotti specialmente in quelle colture dove i parametri di crescita non risultano ottimali (Roupheal e Colla, 2018; Del Buono, 2021).

Il presente lavoro riporta i risultati della risposta di due genotipi di pomodoro ciliegino (Creativo F1; ecotipo locale) alle applicazioni radicali di un inoculo di funghi micorrizici e *Trichoderma atroviride* e alle applicazioni fogliari di un idrolizzato proteico a base di peptidi vegetali e di un biostimolante estratto da piante tropicali e la loro miscela, in serra fredda, in termini di resa e attributi di qualità.

I due genotipi si sono comportati in maniera differente in termini sia di caratteristiche morfo-fisiologiche che dal punto di vista qualitativo delle produzioni. Il genotipo F1 si è contraddistinto per una maggiore altezza, contenuto in clorofilla, resa commerciale, consistenza e colore delle bacche, polifenoli totali e capacità antiossidante rispetto all'ecotipo locale in cui si evidenzia una maggiore produzione di scarto, °Brix e acidità titolabile. Riguardo l'applicazione dei biostimolanti, l'estratto vegetale si è caratterizzato per un valore più elevato di acidità titolabile, maggiore contenuto di acido ascorbico e capacità antiossidante, mentre l'idrolizzato proteico per il contenuto di polifenoli e licopene. Infine, l'applicazione radicale di funghi endofiti ha comportato un'altezza maggiore delle piante, un colore migliore delle bacche, maggiore acidità titolabile, acido ascorbico e licopene.

Di particolare rilievo risulta il miglioramento sia della produzione commerciale che di tutti i parametri qualitativi esaminati quando i biostimolanti interagivano con i funghi endofiti.

I biostimolanti microbici e non si sono dimostrati uno strumento sostenibile ed efficace per migliorare la resa dei frutti di pomodoro e la loro qualità funzionale.

Parole chiave: Pomodoro, Biostimolanti, Estratto vegetale, Idrolizzato proteico, *Trichoderma atroviride*, Licopene

Effetto sinergico tra l'applicazione di batteri promotori della crescita e l'impiego di diverse dosi di azoto sulla produzione e la qualità del finocchio coltivato in pien'aria

Lorena Vultaggio^{1*}, Beppe Benedetto Consentino^{1,2}, Salvatore La Bella¹, Leo Sabatino¹

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali-Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo, Italia

²Consorzio di Ricerca per lo Sviluppo di Sistemi Innovativi Agroambientali, Via Libertà 203 – 90133 Palermo, Italia

* lorena.vultaggio@unipa.it

Il finocchio [*Foeniculum vulgare* Miller var. *azoricum* (Mill.) Thell.], pianta erbacea a ciclo biennale tipicamente mediterranea, appartiene alla famiglia delle *Apiaceae*. Le foglie, ispessite alla base e involucrate a formare un grumolo compatto, hanno proprietà diuretiche, mentre le radici sono considerate purganti. I frutti sono ritenuti utili nel trattamento delle malattie del torace, della milza e dei reni. La fertilizzazione con azoto (N) è una pratica agricola convenzionale per aumentare i tratti produttivi degli ortaggi. Tuttavia, i fertilizzanti azotati di sintesi, comunemente adottati dagli agricoltori, hanno diversi effetti negativi sull'ambiente e sull'uomo. In tale scenario ed in linea con le *European Green Deal strategies*, i biostimolanti, inclusi i batteri promotori di crescita (PGPB), sono considerati strumenti eco-compatibili per incrementare la crescita, lo sviluppo e la qualità delle colture orticole. Sulla base delle precedenti considerazioni, lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'effetto interattivo di quattro diversi livelli di N (0, 45, 90 e 180 kg ha⁻¹) e tre PGPB (*Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Streptomyces violaceoruber*) sulle performance quanti-qualitative del finocchio 'Leonardo' F₁ coltivato in pieno campo. I risultati hanno evidenziato che livelli sub-ottimali di N in combinazione con i PGPB hanno migliorato i tratti di crescita (altezza della pianta, diametro del grumolo e numero di foglie) e la produzione delle piante. All'aumentare della dose di N somministrato è corrisposto un trend positivo della concentrazione di N nei tessuti vegetali, tuttavia, l'impiego dei PGPB, in particolar modo quello dell'*Azospirillum brasilense*, ha consentito una riduzione della concentrazione di N nei grumoli rispetto alle piante non inoculate. Inoltre, l'impiego dei PGPB ha significativamente incrementato il contenuto di zuccheri, nonché quello dei composti funzionali come l'acido ascorbico ed i polifenoli. I nostri risultati suggeriscono che i PGPB testati possono essere considerati uno strumento eco-compatibile per migliorare la produttività e la qualità del finocchio, in particolare se associato a dosi di N sub-ottimali (45 o 90 kg ha⁻¹).

Parole chiave: *Foeniculum vulgare* Miller, biostimolanti, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces violaceoruber*

Uso di biostimolanti microbici in agricoltura

Giovanna Marta Fusco^{1*}, Rosalinda Nicastro¹, Youssef Rouphael² and Petronia Carillo¹

¹ *Department of Environmental, Biological and Pharmaceutical Sciences and Technologies, University of Campania “Luigi Vanvitelli”, 81100, Caserta, Italy;*

² *Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, 80055 Portici, Italy;*

* giovannamarta.fusco@unicampania.it

L’uso di biostimolanti microbici come i batteri promotori della crescita delle piante, i funghi micorrizici arbuscolari, da soli o in combinazione con microrganismi benefici quali i funghi del genere *Trichoderma*, si sta affermando negli ultimi anni come approccio ecosostenibile per aumentare la resa e la qualità delle specie orticole. Il nostro studio si è focalizzato sugli effetti qualitativi e quantitativi del trattamento con biostimolanti microbici consentiti dal Regolamento (UE) 2019/1009 su diverse specie orticole. Attraverso una meta-analisi basata sul metodo Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA), che fino ad oggi è stato per lo più applicato a studi di interesse medico, è stato possibile identificare, selezionare e valutare tutti gli studi di letteratura rilevanti dal 2010 al 2022, con lo scopo di fornire una valutazione critica dei risultati più recenti relativi ai biostimolanti microbici e ai loro effetti benefici sulle colture orticole. Tra i lavori presi in esame, anche i nostri studi effettuati su diverse varietà di pomodoro trattate con biostimolanti a diversa composizione microbica, sulle quali abbiamo eseguito analisi morfologiche e del profilo metabolico. Il trattamento con i biostimolanti ha determinato effetti positivi su resa, numero di frutti, contenuto di amminoacidi essenziali, acido γ -amminobutirrico (GABA), monoetanolamina (MEA), e metaboliti secondari ad azione antiossidante quali polifenoli e licopene. Questi risultati dimostrano che i biostimolanti microbici potrebbero rappresentare una valida strategia ecosostenibile, essendo in grado di influenzare i meccanismi fisiologici delle piante aumentandone la resa e/o la qualità. Inoltre, capire il loro meccanismo d’azione è fondamentale per poter progettare biostimolanti più efficienti e che siano in grado di ridurre l’impatto ambientale causato dall’utilizzo eccessivo dei soli fertilizzanti chimici in agricoltura.

Parole chiave: Funghi micorrizici arbuscolari; batteri promotori di crescita delle piante; *Trichoderma*; profilo metabolico; metodo PRISMA.

Valutazione preliminare dell'utilizzo di frass di *Hermetia illucens* L. e *Tenebrio molitor* L. come fertilizzante organico nella coltivazione di pomodoro regina e cima di rapa

Massimiliano D'Imperio^{1*}, Maria Gonnella¹, Francesco Fabiano Montesano², Francesco Gai¹, Angelo Parente¹

¹*Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISPA-CNR)*

²*Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti – Università degli Studi di Bari Aldo Moro (DiSSPA – UNIBA)*

* massimiliano.dimperio@ispa.cnr.it

Il termine *insect frass* identifica un materiale costituito da escrementi, larve e substrato alimentare (regolamento UE n. 142/2011), derivante dall'allevamento di insetti utilizzati allo stato larvale per la produzione di proteine trasformate per il consumo animale e umano. Nel prossimo futuro, si prevede un rapido incremento della produzione di insetti che darà origine a quantità significative di residui a base di *frass*. Tali residui, in un'ottica di economia circolare e sostenibilità dei processi agricoli, possono essere utilizzati come fertilizzanti organici in sostituzione dei concimi minerali, anche in considerazione della capacità biostimolante che presentano. In particolare, nel caso della produzione di ortaggi l'impiego di *frass* può avere un'utile applicazione stimolando la crescita delle piante, incrementando la produzione e migliorando il profilo qualitativo dei prodotti eduli. L'obiettivo del presente studio, condotto nell'ambito del progetto Advagromed (*ADVanced AGROecological approaches based on the integration of insect farming with local field practices in MEDiterranean countries*; Prima section 2, 2021), è stato quello di valutare l'impiego di *frass* di *Hermetia illucens* L. (H) e *Tenebrio molitor* L. (T) come fertilizzante organico, in sostituzione parziale dei prodotti di origine minerale, nella coltivazione di cima di rapa (*Brassica rapa* L.) e pomodoro (*Solanum lycopersicum* L. var. Regina). La prova è stata condotta in una camera di crescita *walk-in* dotata di un sistema di controllo dei parametri ambientali (luce, temperatura e umidità relativa). In entrambe le prove agronomiche la semina è stata effettuata in pannelli alveolati da 160 alveoli riempiti con torba. Il trapianto è stato effettuato con piantine allo stadio di 2-3[^] foglia vera. Le piante sono state coltivate in vasi da 0,5 litri (una pianta per vaso) riempiti con un miscuglio di perlite e frass di (T) e (H) a differenti dosi (corrispondenti a 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t/ha), disposti secondo un disegno sperimentale completamente randomizzato con tre ripetizioni. I parametri ambientali impostati sono stati: fotoperiodo di 14 ore di luce e 10 ore di buio; temperatura media dell'aria 18/14 °C e umidità relativa 65/55% (rispettivamente, giorno/notte). Subito dopo il trapianto è stata distribuita soluzione nutritiva (SN) tipo Hoagland nel controllo e nei trattamenti in cui era presente il *frass*, rispettivamente ad una concentrazione pari a ½ e ¼ della piena forza. Il rilievo distruttivo, effettuato alla completa fioritura (69 giorni dalla semina) e al completo sviluppo dell'infiorescenza nella cima di rapa (47 giorni dalla semina), sono stati valutati i seguenti parametri: peso fresco della pianta, sostanza secca, area fogliare, contenuto dei principali ioni inorganici. I *frass* di H alle dosi di 20 e 25 t/ha, nel pomodoro, e 10 e 15 t/ha nella cima di rapa, hanno consentito di ottenere prestazioni agronomiche, in termini di peso fresco della pianta, simili al controllo con SN ½ forza. Mentre il frass di T, solo in cima di rapa, alla dose di 5 t/ha non ha alterato il peso fresco delle piante, e negli altri casi ha determinato una lieve riduzione del peso fresco della pianta. Da evidenziare che in entrambe le specie la dose più elevata (25 t/ha) di frass di T è risultata fitotossica. L'applicazione di specifiche dosi frass di H e T consente di ridurre l'utilizzo di fertilizzanti minerali, garantendo un aumento della sostenibilità della produzione di pomodoro e cima di rapa.

Parole chiave: frass, *Hermetia illucens*, *Tenebrio molitor*, sostenibilità, fertilizzante organico

Efficacia e modalità d'azione di un idrolizzato proteico e della sua frazione a basso peso molecolare in talee di pomodoro

Antonio El Chami*¹, Mariateresa Cardarelli¹, Angela Valentina Ceccarelli¹, Luigi Lucini², Youry Pii³, Marzia Leporino¹, Youssef Rouphael⁴, Giuseppe Colla¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

²Dipartimento di Scienze e tecnologie alimentari per una filiera agro-alimentare sostenibile, Università Cattolica del sacro Cuore, Piacenza

³Facoltà di Scienze e Tecnologie, Libera Università di Bolzano, Bolzano

⁴Dipartimento di Agraria, Università di Napoli 'Federico II', Portici, Napoli

* antonio.elchami@unitus.it

In aderenza con il processo di transizione verso un “*green deal*”, i biostimolanti si sono affermati come strumenti agronomici, *environmental-friendly*, efficaci ed innovativi. Tra questi vi sono gli idrolizzati proteici (IP) - miscele di polipeptidi, oligopeptidi ed amminoacidi ottenuti a partire da diverse fonti proteiche – ai quali sono stati ricondotti effetti significativi sulle colture orticole, ma per i quali non si è ancora giunti all’esaustiva comprensione della loro modalità d’azione. È ormai noto che i peptidi agiscono da molecole segnale nella comunicazione *cell-to-cell*, esercitando un’azione ormono-simile capace di modulare specifici *pathway* metabolici. In aggiunta, in ragione delle loro proprietà strutturali (e.g. il peso molecolare) i peptidi bioattivi sono in grado di regolare diversi processi fisiologici delle piante inducendo risposte morfo-fisiologiche specifiche. Da queste premesse, è stato perseguito l’obiettivo di indagare le modalità d’azione di un IP di matrice vegetale (fam. *Malvaceae*) e di una sua frazione a basso peso molecolare (<1 kDa) attraverso un approccio multidisciplinare integrato (metabolomica e trascrittomica). Il biosaggio di radicazione delle talee di pomodoro è stato selezionato per la valutazione dell’attività auxino-simile dell’IP e della sua frazione. L’IP e la frazione sono stati applicati mediante trattamenti fogliari alle concentrazioni di 4 ed 8 g l⁻¹, assumendo come controllo negativo l’acqua e come controllo positivo l’acido indol-3-acetico (IAA) alla concentrazioni di 0,001 g l⁻¹. Lo studio dello sviluppo degli apparati radicali è stato integrato con l’analisi metabolomica *untargeted* per la definizione dei profili metabolici e con l’analisi trascrittomica in riferimento ai geni *SIIAA2* ed *SIIAA9*, coinvolti nell’IAA *signaling pathway*, e ai geni *SIPAL6* e *SIPAL9* che codificano per due isoforme della fenilalanina ammonio liasi, il primo enzima della via biosintetica dei fenilpropanoidi. Sia l’IP che la sua frazione hanno evidenziato un effetto positivo a tutti i livelli di indagine condotti. La frazione dell’IP, alla più bassa concentrazione testata (4 g l⁻¹), ha determinato il maggior aumento del numero e della lunghezza delle radici avventizie (rispettivamente +86,0% e +39,0% rispetto al controllo negativo), risultando anche maggiore di quello riscontrato in presenza dall’ormone auxinico (+48% e +18%, rispettivamente). Anche l’IP intero ha promosso l’allungamento delle radici quando applicato alla dose di 4 g l⁻¹ rispetto sia al controllo negativo (+25%) che al positivo (+5,8%). Il gene *SIIAA2* è stato significativamente indotto dal trattamento con l’IP intero alla dose più elevata (8 g l⁻¹) e dalla sua frazione alla concentrazione di 4 g l⁻¹, con livelli relativi di mRNA paragonabili a quelli ottenuti dall’analisi delle piante di pomodoro trattate con IAA 0,001 g l⁻¹. È inoltre emersa una rimodulazione per effetto dei trattamenti a base dell’IP, intero e frazionato, della sintesi dei metaboliti secondari, con particolare riferimento ai terpeni ed ai fenilpropanoidi congiuntamente all’*upregulation* del gene *SIPAL6*.

I risultati forniscono nuove evidenze circa l’efficacia di un IP vegetale in funzione del peso molecolare dei peptidi che lo compongono, rimodulando positivamente lo sviluppo delle radici ed il metabolismo secondario.

Parole chiave: biostimolanti, frazionamento, biosaggio di radicazione, attività auxino-simile, metabolismo secondario.

Effetto interattivo di biostimolanti non microbici e di diverse intensità di stress idrico sulla produttività e la qualità del basilico 'Gervaso' coltivato in ambiente protetto

Beppe Benedetto Consentino^{1,2}, Lorena Vultaggio¹, Salvatore La Bella¹, Leo Sabatino^{1*}

¹*Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali-Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, ed. 5, 90128 Palermo, Italia*

²*Consorzio di Ricerca per lo Sviluppo di Sistemi Innovativi Agroambientali, Via Libertà 203 – 90133 Palermo, Italia*

* leo.sabatino@unipa.it

I cambiamenti climatici e altre circostanze ecologiche estreme uniti all'interesse dei consumatori per ortaggi di elevata qualità hanno indirizzato gli operatori del settore verso schemi di coltivazione alternativi. In tale contesto, la carenza idrica - generata dai cambiamenti climatici e da azioni antropogeniche - rappresenta uno stress abiotico cruciale per il settore orticolo in quanto influisce negativamente sulla disponibilità alimentare mondiale. Pertanto, la corretta gestione dell'irrigazione svolge un ruolo strategico nei sistemi orticoli intensivi. L'effetto della limitata disponibilità idrica sulle piante dipende dalla sua intensità, dalla durata ed è estremamente connesso allo stadio fenologico della pianta. Lo stress idrico influisce negativamente sulle relazioni idriche delle piante, sull'efficienza d'uso dell'acqua, sulla fotosintesi, sull'assorbimento di acqua e nutrienti, nonché sulla crescita e produttività delle piante e sulla qualità delle produzioni. Pertanto, in tale scenario e in accordo con le linee guida emanate dall'Unione Europea, i biostimolanti sono considerati mezzi promettenti e sostenibili per migliorare le performance complessive delle piante in ambienti di crescita ottimali, sub-ottimali o sfavorevoli. A tal riguardo, è stato condotto uno studio per valutare l'azione biostimolante dell'estratto d'alga Kelpstar® e dell'idrolizzato proteico Tyson® su basilico 'Gervaso' F₁ sottoposto a tre diverse intensità di stress idrico [100%, 80% e 60% della capacità di campo (CC)] in ambiente protetto. La presente ricerca riporta i risultati interattivi dei trattamenti sulla produttività e sulle caratteristiche fisiologiche e funzionali. Lo stress idrico ha ridotto la produttività nelle parcelle irrigate all'80% e al 60% CC rispetto a quelle irrigate in modo ottimale (100% CC). Inoltre, l'intensità dello stress idrico ha diminuito linearmente l'area fogliare totale, la conduttanza stomatica e l'efficienza d'uso dell'azoto (NUE). L'estratto d'alga ha incrementato la produzione, la conduttanza stomatica, l'efficienza d'uso dell'acqua (WUE), la clorofilla totale, i nitrati, i fenoli e l'acido ascorbico. L'idrolizzato proteico ha determinato un aumento della produzione, della conduttanza stomatica, della WUE, della clorofilla totale, dei fenoli e dell'acido ascorbico. L'aumento produttivo e qualitativo, nonché l'ottimizzazione dei tratti fisiologici delle piante sottoposte a stress idrico e trattate con i biostimolanti hanno dimostrato l'effetto positivo dei trattamenti sulla resilienza del basilico allevato in ambiente protetto. Pertanto, l'applicazione fogliare dell'estratto d'alga e/o dell'idrolizzato proteico può rappresentare una valida strategia per migliorare la performance quantitativa delle piante in condizioni non ottimali di crescita e, allo stesso tempo, aumentare l'efficienza d'uso delle risorse.

Parole chiave: *Ocimum basilicum* L., estratto d'alga, idrolizzato proteico, tratti nutrizionali, tratti funzionali, efficienza d'uso delle risorse

“From waste to taste”: strategie circolari per la produzione di nuovi prodotti biostimolanti da impiegare in orticoltura

Alice Petrini^{1*}, Lorenzo Mollo², Alessandra Norici², Giacomo Cocetta¹, Antonio Ferrante¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italia;

²Laboratorio Fisiologia delle Alghe e delle Piante, Dipartimento di Scienze della Vita e dell’Ambiente, Università politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona

* alice.petrini@unimi.it

Lo sviluppo di sistemi agricoli sostenibili mira all’aumento della produttività e della qualità dei prodotti attraverso un utilizzo razionale delle risorse disponibili tra cui suolo, fertilizzanti e riserve idriche, mantenendo un approccio olistico che tenga in considerazione l’intera filiera agricola. L’impiego di microalghe per la depurazione di sostanze organiche e inquinanti presenti all’interno di acque reflue e sottoprodotti dell’industria agro-alimentare permette il riutilizzo degli scarti, riducendo l’impatto ambientale dei processi agricoli. Questi microorganismi unicellulari fotosintetici sono altamente versatili e adottando un metabolismo mixotrofo degradano la materia organica presente nello scarto convertendola in biomassa algale ricca in metaboliti bioattivi. Microalghe come *Chlamydomonas reinhardtii* possono essere utilizzate per la fitodepurazione di digestato, l’acqua reflua di digestori anaerobici alimentati con scarti agro-alimentari per produrre biogas. Al termine del processo depurativo, la biomassa algale può essere quindi estratta e valorizzata come biostimolante. L’obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare gli estratti di questa microalga come potenziale biostimolante.

Le cellule di *C. reinhardtii* cresciute in mezzo di coltura standard BG11 sono state raccolte e la loro composizione è stata successivamente caratterizzata in termini di macromolecole, pigmenti, microelementi e contenuto in carbonio e azoto. L’intera biomassa è stata estratta meccanicamente in acqua e gli estratti ottenuti sono stati utilizzati su piante di rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* L.) coltivata in serra. È stato effettuato un trattamento in applicazione fogliare alla dose di 1 ml/L di estratto, dopo 34 giorni dalla semina, al pieno sviluppo delle foglie. I parametri fisiologici correlati alla fluorescenza della clorofilla *a* sono stati misurati per i tre giorni successivi al trattamento (24, 48 e 72 ore), mentre i campionamenti per le analisi di tipo distruttivo (contenuto in clorofilla, carotenoidi, fenoli, antociani, zuccheri totali e nitrati) sono stati effettuati a 48 e 72 ore dal trattamento. A 24 ore dal trattamento, le piante trattate con l’estratto di *C. reinhardtii* presentavano valori di efficienza quantica massima del fotosistema II ottimali, maggiori rispetto ai controlli che invece mostravano segni di sofferenza. Anche le performance fotosintetiche sono risultate migliori a 24 ore dal trattamento. Il contenuto in antociani risultava significativamente più alto a 72 ore dal trattamento, mentre il contenuto in zuccheri riducenti a 48 ore e saccarosio a 72 ore era inferiore rispetto alle piante trattate. Tale variazione potrebbe suggerire un processo di riallocazione e utilizzo alternativo dei prodotti della fotosintesi in seguito alla biostimolazione, in quanto il contenuto in zuccheri totali non ha mostrato significative variazioni rispetto al controllo. Questo studio suggerisce un effetto biostimolante della microalga *C. reinhardtii* su piante di rucola, in particolare è molto interessante l’effetto positivo sulla capacità fotosintetica e sull’accumulo di composti antiossidanti come gli antociani, rendendo interessante la prospettiva di impiego di questa microalga in situazioni di stress abiotico. La produzione di biomassa algale da scarti agro-alimentari ed un suo successivo impiego in agricoltura rientra pienamente in un’ottica di economia circolare e sostenibilità ambientale e i primi risultati sull’utilizzo come biostimolante sono promettenti.

Parole chiave: microalghe; economia circolare; agricoltura sostenibile; *Chlamydomonas reinhardtii*; *Diplotaxis tenuifolia* L.; fitodepurazione.

Graphical Abstracts

Effetti dell'applicazione del caolino sulla produzione dell'olivo e sui parametri bioattivi delle drupe e dell'olio

Aurora Cirillo ^{1*}, **Giulia Graziani** ², **Lucia De Luca** ¹, **Marco Cepparulo** ¹, **Alberto Ritieni** ², **Raffaele Romano** ¹ and **Claudio Di Vaio** ¹

¹ *Department of Agricultural Sciences, University of Naples Federico II, Via Università 100, 80055 Portici, Italy*

² *Department of Pharmacy, University of Naples Federico II, Via Domenico Montesano 49, 80131 Naples, Italy*

* aurora.cirillo@unina.it

Il bacino del Mediterraneo è un'area in cui gli effetti dei cambiamenti climatici sono più evidenti, proiezioni future suggeriscono significativi aumenti di temperature e siccità, e ciò rappresenta un serio problema per gli olivicoltori. Tra le varie soluzioni adoperate in agricoltura per cercare di ridurre i danni provocati da condizioni ambientali estreme vi è l'utilizzo di prodotti antitranspiranti. Il caolino viene usato in olivicoltura non solo per il suo effetto contro la mosca dell'olivo ma anche per proteggere le colture da stress termici ed idrici, formando una patina bianca con effetto climatizzante ed antitranspirante. Il presente studio si propone di valutare gli effetti del caolino sui parametri produttivi e qualitativi delle drupe e dell'olio di una cultivar minore campana "Racioppella", in uno scenario di cambiamento climatico sempre più attuale.

La prova è stata condotta in un oliveto in piena produzione (sesto 6.00 x 5.00 m), sito a Castelvenere (BN), durante la stagione vegetativa da maggio ad ottobre 2021. Sono state condotte analisi inerenti i parametri produttivi delle piante e delle componenti bioattive sia delle drupe che dell'olio. Su 9 piante per trattamento, con uno schema sperimentale a blocchi randomizzati (3 blocchi di 3 piante ciascuno), è stata rilevata la produzione\pianta, mentre sulle drupe è stato determinato l'indice di maturazione (indice di Jaen), il contenuto in olio (%), contenuto di antociani, di carotenoidi, di clorofilla totale e di polifenoli, mediante l'UHPLC-Q-Orbitrap HRMS, e l'attività antiossidante mediante i saggi FRAP, ABTS e DPPH. Sugli oli ottenuti sono state effettuate analisi degli indici di qualità (acidità, perossidi, indici spettrofotometrici e panel test), determinazione della composizione degli acidi grassi e profilo polifenolico. L'applicazione del prodotto a base di caolino non ha riportato differenze statisticamente significative in termini di produzione\pianta, ma ha aumentato in maniera significativa il contenuto in olio delle drupe, il contenuto di antociani (+24%) e il contenuto di polifenoli totali (+60%) e dell'attività antiossidante con tutti e tre i saggi utilizzati. In particolare, è stato registrato un incremento del 42.6% nei saggi ABTS e DPPH. Inoltre, si è registrato un aumento degli acidi grassi monoinsaturi, oleico e linoleico e si conferma, come mostrato anche sulle drupe, un aumento dei polifenoli totali (+11%). Da fonti bibliografiche è possibile affermare che il caolino è una soluzione sostenibile in grado di svolgere molteplici funzioni sia come antiparassitario che schermante delle radiazioni solari, mentre sulla base dei nostri risultati è risultato migliorare il contenuto dei parametri bioattivi delle drupe e dell'olio.

Parole chiave: *Olea europaea* L., prodotti anti-traspiranti, polifenoli totali, attività antiossidante

Risposta trascrizionale di piante di peperone all'applicazione di prodotti biostimolanti

Giulia Franzoni^{1*}, Viviana Cavallaro¹, Giacomo Scatolino², Marta Guarise², Daniel Velasco³, Antonio Ferrante¹

¹ *Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Via Celoria 2, 20133 Milano - Italia;*

² *Agricola 2000 S.C.P.A., Via Trieste 9, 20067 Tribiano (MI) - Italia;*

³ *PROMISOL, S.A. and Plant Physiology Department, University of Granada – Spain.*

* giulia.franzoni@unimi.it

I prodotti biostimolanti rappresentano uno strumento utile per incrementare la resa e la qualità delle colture agricole, migliorando l'efficienza d'uso dei nutrienti e la resistenza agli stress abiotici. Lo studio condotto dall'Università degli studi di Milano, Agricola 2000 e l'azienda Promisol ha avuto come obiettivo lo studio della risposta genica delle piante di peperone (*Capsicum annuum* L. cv Dolce italiano) all'applicazione di diversi prodotti biostimolanti (Cytolan Stress, Cytolan Stroma, Cytolan Inducer, Cytolan O, Cytolan Redox Forte, Cytolan Tigger) e individuare le principali vie metaboliche che sono state influenzate. I prodotti sono stati applicati come spray fogliare due mesi dopo la germinazione, alla concentrazione di 3 mL/L e distribuiti fino a gocciolamento. Ventiquattro ore dopo l'applicazione dei prodotti è stato eseguito il campionamento per l'estrazione dell'RNA e successiva analisi del trascrittoma. Le misure non distruttive della clorofilla e della fluorescenza della clorofilla *a* sono state effettuate lo stesso giorno e tre giorni dopo il trattamento, utilizzando rispettivamente un misuratore di pigmenti (MPM-100, ADC Bioscientific, UK) e un fluorimetro portatile (Handy Pea, Hansatech Instrument, UK). Il contenuto di clorofilla è stato significativamente influenzato dai prodotti biostimolanti. In particolare, è diminuito in risposta all'applicazione di Cytolan Inducer, Cytolan Stress e Cytolan Stroma, se confrontato con il controllo. L'efficienza quantica massima del fotosistema II (Fv/Fm) è risultata significativamente inferiore al controllo in risposta all'applicazione di Cytolan Redox Forte. Dall'analisi dei geni differenzialmente espressi (DEGs), i prodotti Cytolan O, Cytolan Tigger e Cytolan Redox Forte hanno indotto un'elevata attivazione genica nelle piante di peperone. Le funzioni più comuni identificate dall'analisi di arricchimento dei geni riportati nel database KEGG sono state: (1) biosintesi dei fenilpropanoidi (Cytolan Stress, Cytolan Stroma, Cytolan Inducer, Cytolan O e Cytolan Tigger); (2) biosintesi degli acidi grassi Cytolan Stress, Cytolan Stroma, Cytolan O, Cytolan Tigger); (3) via di segnalazione MAPK – pianta (Cytolan Stress, Cytolan Inducer, Cytolan Tigger); (4) biosintesi dei flavonoidi (Cytolan Stroma, Cytolan Inducer, Cytolan Tigger). Secondo la classificazione di Gene Ontology, il maggior numero di DEGs comprende la categoria delle funzioni molecolari come attività catalitiche e di legame. Il secondo gruppo più rappresentativo include processi biologici, metabolici e cellulari. L'attivazione dei geni suggerisce quindi una possibile applicazione di questi prodotti biostimolanti per contrastare alcuni stress abiotici, come stress idrico e salino.

Parole chiave: *Capsicum annuum* L., trascrittoma, regolazione genica

Risposta di Tagete e Agerato alla fertilizzazione organica e all'inoculo di microrganismi biostimolanti

Alessandro Esposito*, Alessandra Moncada, Filippo Vetrano, Alessandro Miceli

Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università di Palermo, Viale delle Scienze 4, 90128, Palermo, Italia

*e-mail: alessandro.esposito02@unipa.it

La floricoltura è un settore agricolo che richiede standard qualitativi molto elevati e riguarda beni considerati voluttuari e destinati ad un mercato dove l'aspetto estetico e la perfezione sono richiesti al massimo livello. Per avviare questo settore verso la transizione ecologica è fondamentale individuare, da un punto di vista scientifico, soluzioni e tecniche sostenibili nel contempo in grado di garantire elevati standard qualitativi. In questo ambito, sarebbe necessario trovare soluzioni alternative ai fertilizzanti chimici valutando l'efficacia di alternative come i fertilizzanti organici già in uso in agricoltura biologica. Per migliorare l'efficienza d'uso di quest'ultimi può essere utile l'impiego di biostimolanti microbici in grado di colonizzare la rizosfera e migliorare la crescita delle piante attraverso la solubilizzazione e mobilizzazione degli elementi nutritivi, l'aumento della tolleranza agli stress biotici e abiotici. La ricerca ha indagato gli effetti di un consorzio microbico sulla crescita di piante di Tagete e Agerato sottoposte a vari livelli di fertilizzazione minerale e/o organica. *Bedding plant* di *Ageratum houstonianum* e *Tagetes patula* L. sono state coltivate in vasi di PE riempiti con un substrato a base di torba e alimentati con un sistema *ebb and flow*. È stato adottato uno schema sperimentale fattoriale in cui piante inoculate (+M) o non inoculate (-M) con il biostimolante microbico (Flortis Micorrize contenente 30% of *Glomus* spp., 1.24×10^8 CFU g⁻¹ of *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces* spp. and 3×10^5 CFU g⁻¹ of *Thricoderma* spp.) sono state fertirrigate con 6 soluzioni nutritive con diversa concentrazione di elementi da fonti minerali o organiche: controllo (solo acqua senza fertilizzanti), 100% M (concimazione minerale), 50% M (concimazione minerale), 100% O (concimazione organica), 50% O (concimazione organica), 50% M + 50% O. Per la concimazione organica è stato utilizzato un concime commerciale liquido ammesso in agricoltura biologica con titolo NPK 3-2-5,5 con 3% di azoto organico totale. In entrambe le specie, da un punto di vista morfologico (diametro dello stelo, numero di foglie, di germogli), i migliori risultati sono stati ottenuti con 100% M ma apprezzabili anche le piante fertilizzate con 50% M+50% O. L'impiego del biostimolante microbico ha migliorato il diametro dello stelo in entrambe le specie ed il numero di foglie nell'Agerato. Il consorzio microbico in combinazione con i diversi trattamenti fertilizzanti pur non incrementando le caratteristiche estetiche delle piantine ha migliorato l'efficienza d'uso dell'acqua (PWU e WUE) soprattutto al diminuire della quota di concime minerale.

Parole chiave: bedding plants, ebb and flow, concimazione organica, biostimolanti microbici, *Ageratum houstonianum*, *Tagetes patula*

Esplorazione del microbiota del suolo di vigneti e sue relazioni con la pianta

Nicola Staffolani¹, Mariasilvia Stuardi¹, Giorgio Masoero², Silvia Guidoni^{1,2*}

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari, UniTO, Grugliasco (To); ²Accademia di Agricoltura di Torino, Torino

* silvia.guidoni@unito.it

Il biota del suolo è l'insieme degli organismi che vivono in associazione con il suolo; il microbiota include batteri, *Archaea* e funghi la cui presenza ed abbondanza influenza la funzionalità dei suoli sia naturali sia agrari. E' noto, altresì, che la biodiversità dei suoli può essere influenzata dalle condizioni ambientali e dalle pratiche colturali che, quindi, hanno un ruolo sulla sua conservazione; la biodiversità può quindi essere un indicatore di qualità dei suoli e dell'impatto colturale. L'obiettivo di questo studio, svolto nel 2021 in 3 vigneti commerciali delle Langhe (CN), è stato quello di esplorare la componente microbica dei suoli e di valutare le possibili relazioni tra questa e aspetti fisiologici delle piante. L'analisi del microbioma del suolo ha seguito il protocollo BeCrop® (Bioma Makers, San Francisco, CA) e ha previsto il triplice campionamento di aliquote di suolo in ogni vigneto e il sequenziamento e la caratterizzazione del gene 16SrRNA di batteri, funghi e *Archaea*; il report dei risultati includeva la lista dei taxa e la loro presenza espressa in percentuale sul totale dei taxa identificati. Le specie di batteri, funghi e *Archaea* sono state contate suddividendole per *phylum* di appartenenza. Per ogni ripetizione è stato calcolato un indice di diversità microbica (ID) per batteri, funghi e *Archaea*, rapportando il numero di specie presenti nella ripetizione al numero totale di specie campionate nell'area. Inoltre, nel corso della stagione di indagine sono state eseguite misure ripetute di superficie fogliare delle piante, diametro degli acini, indice di clorofilla, temperatura delle foglie e pH del picciolo fogliare e, alla raccolta, sono stati rilevati i parametri produttivi; attraverso l'analisi delle correlazioni si sono indagate le relazioni tra gli indici di diversità microbica e i parametri vegeto-produttivi.

Nell'ambiente indagato sono state identificate 717 specie di funghi appartenenti a 9 *phyla*; il 99% di esse apparteneva a 5 *phyla*: *Ascomycota*, *Basidiomycota*, *Mortierellomycota*, *Glomeromycota* e *Mucoromycota*. Erano presenti 24 *phyla* con 562 specie batteriche, 8 *phyla* includevano il 94% del totale delle specie campionate (*Proteobacteria*, *Actinobacteriota*, *Firmicutes*, *Bacteroidota*, *Planctomycetota*, *Chloroflexi*, *Verrucomicrobiota* e *Myxococcota*) e 4 *phyla* con 6 specie di *Archaea*. Solo 79 specie di funghi, 214 di batteri e 2 di *Archaea* erano presenti in tutte le 9 ripetizioni (specie ubiquitarie). Per ogni *phylum* la percentuale di specie batteriche ubiquitarie (38%) era maggiore di quelle fungine (11%). Le specie sporadiche, cioè presenti in uno solo dei tre vigneti, erano 116 specie batteriche e 270 specie fungine; solo alcune di esse, come *Nitrospira*, *Polymyxa graminis* e *Glutamicibacter arilaitensis*, erano presenti in tutte e tre le repliche di un solo vigneto (specie esclusive). Le elaborazioni numeriche hanno identificato un microbioma comune descrivibile come quello dell'ambiente considerato e uno più specifico del singolo vigneto caratterizzato dalla presenza di specie esclusive di quel vigneto e che potrebbe dipendere dalla conduzione colturale o da peculiarità di natura ambientale (pedoclimatica, ad esempio). Alcune delle specie, e tra queste alcune di quelle esclusive, rivestono importanti ruoli funzionali nel suolo e/o fungono da promotori della crescita delle piante. Sono poi emerse correlazioni tra gli indici di diversità microbica e i parametri vegeto-produttivi; a nostra conoscenza, queste relazioni sono individuate su vite per la prima volta.

Esplorare più approfonditamente le ragioni e le conseguenze di tali relazioni e dei comportamenti osservati, sarà quindi di interesse non solo per la comunità scientifica ma anche per gli aspetti applicativi che da queste informazioni potrebbero derivare.

Parole chiave: Biota, batteri, funghi, *Archaea*, microbiota, pH delle foglie.

Primi risultati nella rizogenesi dell'applicazione di acido indol-3-butirrico ed estratti di alghe in *Photinia xfraseri* Dress 'Red Robin'

Danilo Loconsole*, Anna Elisa Sdao, Giuseppe Cristiano, Barbara De Lucia

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Via Amendola 165/A, 70125 Bari, Italy

* danilo.loconsole@uniba.it

La fotinia 'Red Robin' (*Photinia xfraseri* Dress, famiglia delle *Rosaceae*) è un'importante specie ornamentale paesaggistica con ottime funzioni di siepe e bassa manutenzione, ma è di difficile radicazione quando propagata per talea, sebbene vengano utilizzate alte concentrazioni di auxine per promuoverne la rizogenesi. È stato condotto un esperimento (4 marzo – 30 ottobre 2021) volto a valutare gli effetti dell'applicazione dell'acido indolo-3-butirrico (IBA) e di prodotti commerciali a base di estratti d'alghe sulla qualità della talea di fotinia 'Red Robin', valutando percentuale di radicazione e caratteristiche qualitative agronomiche delle radici e della parte aerea. I trattamenti applicati erano: C0: acqua distillata; Rizopon AA: 1% IBA (R1); Kelpak[®]: 2 ml L⁻¹ (K2); Kelpak[®]: 3 mL L⁻¹ (K3); Goteo[®]: 2 ml L⁻¹ (G2); Goteo[®]: 3 ml L⁻¹ (G3). I primi risultati hanno mostrato che a 70 giorni dal taleaggio gli estratti di alghe hanno stimolato la produzione di oltre l'80% di talee con callo e che a 240 gg., la percentuale di talee radicate trattate con R1 era la più alta= 34,3%; i risultati peggiori sono stati ottenuti con entrambi i trattamenti biostimolanti alle dosi più elevate: K3 = 21,3% e G3 = 20,7%. Inoltre, R1 ha prodotto 3,07 radici per talea, il 50% in più rispetto alla media di tutti gli altri trattamenti. Le applicazioni dei biostimolanti Kelpak[®] e Goteo[®], ad entrambe le concentrazioni, hanno determinato un'inibizione dell'allungamento delle radici, con valori di lunghezza inferiori rispetto al controllo non trattato. Nelle condizioni sperimentali in cui si è operato la qualità complessiva delle talee, nel trattamento con 1% di IBA, è stata la migliore tra i trattamenti a confronto. Ulteriori ricerche sull'applicazione di biostimolanti nella rizogenesi devono essere condotte sulla fotinia per anche per chiarire i meccanismi biochimici e molecolari di azione di questi estratti d'alghe.

Parole chiave: *Ascophyllum nodosum*, biostimolanti, talea, *Ecklonia maxima*, propagazione ornamentale, qualità complessiva, architettura radicale.

Studi sugli effetti dell'olio di semi di *Azadirachta indica* sulla fase di moltiplicazione *in vitro* di kiwi

Luca Regni^{1*}, Simona Lucia Facchin¹, Nicolò Luchetta¹, Daniel Fernandes da Silva², Maurizio Micheli^{1*}

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX Giugno 74, 06121 Perugia, Italia

²Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba, Paraná, Brazil

* luca.regni@unipg.it; maurizio.micheli@unipg.it

Le colture *in vitro* sono utilizzate per diverse applicazioni: dalla rigenerazione massale di varietà e portinnesti, all'ottenimento di ibridi interspecifici, dalla conservazione del germoplasma alla produzione di metaboliti secondari. Tra le tecniche di coltura *in vitro* la micropropagazione è quella più diffusa: essa viene, infatti, utilizzata per la propagazione di numerose specie vegetali di interesse agrario, ornamentale, forestale e paesaggistico. Nel presente lavoro sono stati studiati due genotipi di *Actinidia deliciosa*: una cultivar commerciale ('Hayward') e un impollinatore ('Tomuri'). Lo scopo è stato quello di valutare l'effetto dell'olio estratto dai semi dell'albero del neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) come sostanza ad azione biostimolante addizionata al substrato nutritivo impiegato nella fase di moltiplicazione. L'esperimento ha consentito di valutare tre diverse concentrazioni di olio di neem: 0 ml l⁻¹ (controllo), 0,1 ml l⁻¹ e 0,5 ml l⁻¹. I risultati hanno mostrato come l'olio di neem alla concentrazione superiore (0,5 ml l⁻¹) abbia favorito l'aumento del numero di germogli moltiplicati, sia in 'Hayward' che in 'Tomuri' rispetto al controllo. I germogli neoformati sono risultati più vigorosi e ben strutturati rispetto a quelli proliferati in assenza di olio di neem. Inoltre, l'effetto della sostanza biostimolante ha consentito una importante riduzione della callogenese nella parte basale dei germogli rispetto al controllo. Analizzando, infine, l'entità della sostanza secca, l'aggiunta di olio di neem (0,5 ml l⁻¹) sembra aver contribuito a stimolare una significativa produzione di biomassa durante la proliferazione in entrambi i genotipi. I risultati ottenuti hanno confermato nell'insieme quanto studiato in precedenza su un'altra specie (l'olivo), in merito alla possibilità di incrementare le *performances* di materiale vegetale micropropagato in presenza di olio di neem, da utilizzare come "integratore" della componente nutritiva del substrato di crescita. Allo stato attuale, data la eterogeneità delle molecole che lo compongono, questo olio si può definire come "complex mixture", ma per ottimizzarne le modalità di impiego sarà necessario approfondire in futuro gli studi sulla sua effettiva e puntuale composizione, cercando di individuare il composto o i composti specifici che, in particolare, agiscono attivamente sulla morfogenesi *in vitro*.

Parole chiave: micropropagazione, 'Hayward', 'Tomuri', neem, biostimolanti

Effetto di dosi crescenti di estratto fogliare di moringa per esaltare le componenti nutraceutiche di *baby leaf*

Stefania Toscano^{1*}, Giovanni La Fornara², Luca Leotta², Daniela Romano²

¹*Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina, Polo Universitario dell'Annunziata sn, 98168 Messina*

²*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania*

* stefania.toscano@unime.it

Gli ortaggi rappresentano un prodotto essenziale per la salute e la nutrizione umana poiché sono un'importante fonte di nutrienti essenziali, come fibre, vitamine, minerali (macro e microelementi), e fitonutrienti, come antociani, carotenoidi e composti fenolici. Tra i prodotti *ready to eat*, il mercato delle *baby leaf* negli ultimi anni è in forte crescita e offre prodotti convenienti, sani e attraenti per i consumatori e che, in particolare, contengono numerosi composti bioattivi utili. Al fine di incrementare il profilo salutistico dei prodotti e la resa, negli ultimi anni sempre maggiore è l'impiego di prodotti biostimolanti che possono aumentare la sostenibilità dei processi produttivi, migliorando l'efficienza d'uso dei nutrienti e talvolta il profilo salutistico dei prodotti. Fra i prodotti biostimolanti naturali di origine vegetale (*plant-derived biostimulants*, PDBs), crescente interesse sta rivestendo la moringa (*Moringa oleifera* Lam.), un albero di origine indiana che, per le particolari caratteristiche, soprattutto delle foglie, è stata inserita tra i prodotti biostimolanti. Gli estratti fogliari di questa specie (MLE), infatti, presentano elevate proprietà antiossidanti e sono ricchi di ormoni della crescita, vitamine e sostanze minerali. Al fine di comprendere il ruolo di dosi crescenti di MLE sulla resa e le caratteristiche qualitative di *baby leaf* è stata effettuata una prova in serra nel mese di giugno 2022 e ha riguardato due cultivar, una standard di broccolo ('Green Belt' F1) e un genotipo locale di cavolo rapa ('Trunzu di Aci'). Le giovani piante, coltivate in contenitori alveolati, dopo 15, 30 e 40 giorni dalla semina, sono state trattate con estratto di foglie di moringa (MLE) a diverse concentrazioni (1:10, 1:20, 1:30, 1:40; 1:50), mentre le piante di controllo (C) con acqua distillata. I rilievi hanno riguardato i parametri di crescita, la fluorescenza della clorofilla, il contenuto in clorofilla e pigmenti carotenoidi, l'attività antiossidante (DPPH), il contenuto totale di zuccheri, fenoli, polifenoli totali (TPC) e nitrati. Il trattamento con MLE ha incrementato significativamente il contenuto in acido ascorbico in cavolo rapa a tutte le concentrazioni e, in particolare, alle dosi 1:30 e 1:40 in corrispondenza delle quali si è avuto un incremento del 50% rispetto al controllo. Effetto positivo è stato registrato anche per i TPC in broccolo con un incremento del 26% alle dosi 1:20 e 1:30. Il contenuto in zuccheri totali è stato negativamente influenzato dai trattamenti in entrambi i genotipi. Il trattamento con MLE ha abbassato il contenuto in nitrati a tutte le concentrazioni in cavolo rapa e lo ha mantenuto sempre al di sotto delle soglie prefissate dal regolamento europeo in broccolo. I risultati hanno dimostrato come la somministrazione di moringa sia in grado di migliorare il profilo nutraceutico dei prodotti e che la risposta sembri essere, oltre che specie-specifica, dose-dipendente.

Parole chiave: *Moringa oleifera* Lam., attività antiossidante, acido ascorbico, zuccheri, nitrati, polifenoli totali

Efficacia di un idrolizzato proteico e suoi derivati su crescita e qualità della lattuga

Letizia Scarabattoli^{2*}, Giulia Franzoni¹, Giovanna Speranza², Stefania Lupinelli³, Antonio Ferrante¹

¹Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Via Celoria 2, 20133 Milano - Italia;

²Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Chimica, Via Golgi 19, 20133 Milano – Italia;

³ILSA S.p.A., Via Quinta Strada 28, 36071 Arzignano (VI) - Italia

* letizia.scarabattoli@unimi.it

L'industria agro-alimentare negli ultimi decenni sta affrontando contemporaneamente due sfide apparentemente contrastanti: aumentare la produttività per nutrire la crescente popolazione mondiale, e diminuire l'impatto ambientale su ecosistemi e salute umana. Il raggiungimento di questi due obiettivi rappresenta una grande sfida di sostenibilità per la ricerca scientifica e il settore agricolo. Negli ultimi decenni la comunità scientifica, anche in collaborazione con aziende private, ha proposto alcune innovazioni tecnologiche per migliorare la qualità dei prodotti agricoli e rendere l'agricoltura più sostenibile, portando a una significativa riduzione dell'uso dei fertilizzanti. Fra le varie proposte, i biostimolanti rappresentano una promettente innovazione nel settore dell'agricoltura.

Gli idrolizzati proteici sono una categoria di biostimolanti ottenuti attraverso idrolisi di biomassa ad elevato contenuto proteico. L'idrolisi enzimatica basata sull'uso di proteasi, eventualmente in combinazione con carboidrasi, rappresenta una valida alternativa all'idrolisi chimica perché può essere effettuata in condizioni blande (le reazioni collaterali sono praticamente assenti) e consente di preparare in modo altamente riproducibile idrolizzati con definite caratteristiche chimiche e tecnologiche. Numerosi studi mostrano i benefici dell'applicazione dei biostimolanti sulla crescita delle piante, la resa e la qualità del prodotto, l'efficienza nell'uso delle risorse e la tolleranza agli stress abiotici. Tuttavia, sono necessarie ulteriori ricerche per comprendere il meccanismo di azione degli idrolizzati proteici in relazione alla loro composizione che è fortemente variabile in funzione della biomassa utilizzata, del tipo di proteasi e delle condizioni di idrolisi.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di testare diverse frazioni di idrolizzato proteico ottenuto da scarti di biomassa su piante di lattuga (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) per valutare l'effetto sulla resa, sulla qualità e sulla risposta fisiologica a livello del contenuto di zuccheri, di nitrati, di pigmenti attraverso misure distruttive e non distruttive. Le frazioni di idrolizzato proteico sono state ottenute utilizzando diverse tecniche, tra cui l'ultrafiltrazione, la quale permette di separare diverse frazioni di idrolizzato proteico secondo differenti range di pesi molecolari, tramite membrane con cut-off compreso tra 10 e 1 kDa. I trattamenti non hanno messo in evidenza delle differenze significative in termini di pigmenti fogliari, rese e fluorescenza della clorofilla a. Alcuni trattamenti hanno indotto un accumulo di metaboliti secondari, tra cui gli antociani. Questi risultati suggeriscono una possibile applicazione di questi prodotti nell'aumentare la tolleranza ad alcuni stress abiotici.

Parole chiave: biostimolanti, biomassa ricca in proteine, idrolisi enzimatica, proteasi, ultrafiltrazione

This study was carried out within the Agritech National Research Center and received funding from the European Union Next-GenerationEU (PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 4 COMPONENTE 2, INVESTIMENTO 1.4 – D.D. 1032 17/06/2022, CN00000022). This manuscript reflects only the authors' views and opinions, neither the European Union nor the European Commission can be considered responsible for them.

Idrolizzati proteici da matrice ittica: effetti sul metabolismo secondario di colture orticole, aromatiche e floricole

Matteo Caser^{1*}, Simona Gervasio², Carlo Bertelli², Valentina Scariot¹, Andrea Ertani¹

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO).*

²*Charta srl Services and systems for the territory and environmental history, Dipendenze del palazzo Doria, vc. alla Chiesa della Maddalena 9/2, 16124, Genova, Italia;*

* matteo.caser@unito.it

Il regolamento UE 2019/1009 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 disciplina l'idoneità dei sottoprodotti all'uso sia come fertilizzanti sia come biostimolanti. In seguito ad idrolisi mediante proteasi, gli idrolizzati proteici ottenuti dagli scarti del mercato ittico risultano ricchi di proteine, grassi e amminoacidi, caratteristiche che li rendono ottimi candidati come biostimolanti. In questo studio, diversi prototipi di idrolizzato proteico (nominati FiSH), sviluppati nell'ambito del progetto FiSH (<https://test.progettofish.cf/>), sono stati applicati nella coltivazione fuori suolo del pomodoro (*Solanum lycopersicum* L. 'Saint Pierre'), basilico (*Ocimum basilicum* L. 'Superbo') e ranuncolo (*Ranunculus asiaticus* L. 'Fuxia – abcamene' e 'Felicidade'). Le piante di pomodoro e basilico sono state coltivate in cella climatica (21-25 °C; U.R 50%) sotto luci miste LED e HPS (500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), le prime in soluzione nutritiva e le seconde in substrato di coltivazione. Le piante di ranuncolo invece sono state coltivate in vasi contenenti perlite e torba (70:30 v:v) in ambiente protetto. In ogni prova, settimanalmente sono stati saggiati 11 differenti idrolizzati proteici che differivano per processo produttivo: FiSH n.7 (idrolizzato e fermentato), FiSH n.13 ID (idrolizzato), FiSH n.13 IDB (idrolizzato e basificato), FiSH n.13 IDF (idrolizzato e fermentato), FiSH n.13 IDFB (idrolizzato, fermentato e basificato), FiSH n.15 ID, FiSH n.15 IDB, FiSH n.15 IDFB e FiSH n.15 IDF. Su pomodoro sono stati applicati FiSH n.15 ID, FiSH n.15 IDB, FiSH n.15 IDFB, FiSH n.15 IDF e FiSH n.7 nella soluzione nutritiva alla concentrazione di 6,7, 10,2, 5,6, 4,6 e 3 mL/L, rispettivamente. Su basilico invece sono stati saggiati direttamente sul substrato i prodotti FiSH n.7 e FiSH n.13 alla concentrazione di 4,0 mL/L. Mentre le piante di ranuncolo sono state trattate tramite nebulizzazione sulle foglie con FiSH n.7, FiSH n.13 ID, FiSH n.13 IDB, FiSH n.13 IDF e FiSH n.13 IDFB alla concentrazione di 3, 3,8, 4,9, 4,9 e 5,6 mL/L, rispettivamente. Allo scopo di valutare l'effetto degli idrolizzati sul metabolismo secondario, è stato quantificato il contenuto in fenoli totali ed è stata determinata l'attività degli enzimi guaiacolo perossidasi e ascorbato perossidasi. Sul pomodoro è emerso che solo il trattamento con FiSH n.15 IDB ha indotto un aumento nel contenuto di fenoli totali ma non sono state osservate differenze significative nell'attività di entrambi gli enzimi saggiati. Su basilico tutti i trattamenti hanno incrementato sia il contenuto di fenoli totali che l'attività degli enzimi. Infine, i trattamenti hanno aumentato il contenuto di fenoli totali anche in ranuncolo ma non si sono osservate differenze sull'attività degli enzimi. In conclusione, è stato notato un effetto dei prodotti FiSH dipendente dal tipo di coltura e dalla formulazione. Saranno però necessari ulteriori approfondimenti al fine di standardizzare il prodotto e ottimizzare i trattamenti.

Parole chiave: biostimolanti, basilico, pomodoro, ranuncolo, fenoli

Microbioma del suolo per la produzione di barbatelle micorrizate

Alessandra Bernardini*, Elena Brunori, Alessia Catalani, Gabriele Chilosi, Rita Biasi

Università della Tuscia, – Dipartimento per la innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali, Via San Camillo de Lellis snc 01100, Viterbo

* alessandrabernardini@unitus.it

I cambiamenti climatici impattano sempre più consistentemente sugli agrosistemi determinando condizioni di stress multipli biotici e abiotici. In viticoltura l'innalzamento delle temperature, le variazioni nel regime delle precipitazioni ed eventi metereologici estremi come ad esempio gelate, ondate di calore, tempeste, ecc., si ripercuotono sulla produttività degli impianti e i servizi ecosistemici che questi sono in grado di garantire. Aumentare la funzione di stoccaggio di carbonio nel suolo e nelle strutture permanenti delle piante legnose attraverso una migliore relazione pianta-ambiente, rappresenta una strategia di adattamento ai cambiamenti climatici, che coinvolge anche la componente biotica del terreno. La comprensione delle interazioni interspecifiche e del co-adattamento tra specie vegetali e microrganismi presenti nel suolo è una condizione necessaria a definire la strategia di gestione sostenibile degli impianti. La presente ricerca si inserisce nelle attività previste da MICOVIT (Biotech applicate alla micorrizzazione della vite in vivaio e sistemi di rilevamento della performance di piante micorrizate in vigneto su base geomatica), progetto di ricerca applicata per lo sviluppo di un'innovazione di prodotto, in particolare per la produzione di barbatelle di vite migliorate nella loro qualità vivaistica, attraverso un'innovazione del processo di propagazione in grado di garantire la micorrizzazione basandosi sull'impiego del microbiota locale.

Al fine di indurre la micorrizzazione in vaso di barbatelle di vite e al fine di valutarne gli effetti sulla vegetazione, sono state esaminate barbatelle di vite (innesto-talea) e franche di piede della cultivar Aleatico (AL) e talee di portinnesto (*Berlandieri x Riparia- 420A*), mantenute in vaso presso l'Azienda agraria Didattico-Sperimentale "Nello Lupori" (Università degli Studi della Tuscia). Al fine dell'induzione della micorrizzazione si è utilizzato come substrato di radicazione e crescita del terriccio universale (C) tal quale o addizionato con aliquote diverse (1:100 (sub A) e 1:1000 (sub B) di suolo prelevato da un vigneto (Alto Lazio, Gradoli -VT) caratterizzato da un alto potenziale di micorrizzazione. Periodicamente si è valutata la concentrazione delle micorrize e il comportamento fisiologico delle barbatelle di vite e delle talee di portinnesto con misure non distruttive del contenuto di clorofilla, della *performance* fotosintetica e dello stato di idratazione mediante la determinazione delle firme spettrali e indici derivati da misure spettro-radiometriche. La crescita e la risposta fisiologica delle barbatelle e talee di vite è risultata influenzata dalla tipologia di materiale vivaistico, dal substrato e dalla loro interazione. In particolare, l'indice vegetazione PRI, legato all'efficienza fotosintetica, è risultato maggiormente influenzato dal substrato di radicazione e dall'interazione del materiale vegetale - substrato, mostrando valori ottimali in assenza di innesto. Inoltre, la crescita in substrati micorrizzati alle due concentrazioni di innesco (sub A e B) è sempre risultata migliore, rispetto al terriccio sterile.

Parole chiave: efficienza fotosintetica, innovazione tecnologica, micorrize autoctone, stress abiotici, vivaismo viticolo

Influenza di un biostimolante a base di funghi micorrizici arbuscolari sulla produzione e qualità di ciclamino

Conversa G.*, Lazzizzera C., Bonasia A., La Rotonda P., Elia A

Università degli Studi di Foggia, Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria (DAFNE), via Napoli, 25 – Foggia

* giulia.conversa@unifg.it

In sistemi colturali ortofloricoli intensivi è crescente l'interesse verso l'impiego di biostimolanti a base microbica, tra cui quelli contenenti inoculo di funghi micorrizici arbuscolari (FAM). Questi funghi sono capaci di instaurare una simbiosi con una specie ospite con potenziali effetti positivi, diretti ed indiretti sulla coltura, tuttavia la relazione funzionale pianta-fungo è specie-specifica. Pertanto, è stata condotta una prova di produzione di ciclamino (*Cyclamen persicum* L. var. Halios Ecarlate) per valutare l'efficacia di un biostimolante a base di *Rhizoglonus irregulare*, *Funneliformis mosseae* e batteri della rizosfera ('Aegis' microgranuli - Italtollina). Le piantine sono state trapiantate allo stadio di 4^a foglia vera in vaso su torba di sfagno in miscela con perlite (10%). Durante la preparazione del miscuglio torba:perlite, una quantità pari a 0, 8 e 12 kg m⁻³ di biostimolante sono state distribuite per ottenere rispettivamente i trattamenti M0, M1 e M2. Questi sono stati disposti a randomizzazione completa (10 vasi per unità elementare), con 5 ripetizioni.

A partire dal trapianto, ogni 30 giorni circa sono stati eseguiti 7 rilievi su 5 piante per ripetizione per determinare: numero di foglie e fiori, altezza e larghezza della pianta; all'ultimo rilievo (197 giorni dopo il trapianto -GDT), sono stati determinati area fogliare e contenuto di clorofilla, principali parametri del colore (indice di brillantezza-L*, angolo della tinta-h°, indice di saturazione-C*) di foglie e fiori. La colonizzazione radicale è stata valutata a 116 GDT, in termini di indici di micorrizzazione, calcolati con l'ausilio del software MycoCalc (www2.dijon.inra.fr/mychintec/MycoCalc-prg/download.html): F, frequenza di micorrizzazione (%), M, intensità di micorrizzazione (%) del sistema radicale.

La crescita delle piante di ciclamino è stata stimolata dalla inoculazione con FAM, con differenze tra le dosi. In particolare, le piante M1 hanno mostrato già a partire da 120 GDT una più abbondante produzione di foglie rispetto a M1 e M0. Soltanto dopo altri 2 mesi (197 GDT) è stato evidente l'aumento della produzione di foglie di M2 rispetto a M0, con valori pari a 64 (M1), 59 (M2) e 54 (M0). A partire da 90 GDT, l'emissione dei fiori è stata più abbondante con M1, a 197 GDT le piante hanno presentato 28 (M1), 24,5 (M2) e 22,2 (M0) fiori. La frequenza (F) e la intensità (M) di colonizzazione radicale è stata più elevata con M2 (90,3 e 1,5%, rispettivamente) in confronto al trattamento M1 (71,5 e 0,1%) e M0 (49,0 e 0,01%), e questo potrebbe aver rallentato la crescita delle piante M2 in confronto a M1. L'altezza (14 cm) ed il diametro della chioma (29 cm) e l'area fogliare (1.943 cm²) non sono state influenzate dai trattamenti. Sebbene il contenuto di clorofilla sia invariato, in confronto alle piante inoculate con FMA, le foglie e petali di piante M0 hanno presentato colore più chiaro e più opaco (maggior L* e C*).

Parole chiave: micorrize, *Cyclamen persicum* L., fiori, crescita, colore

Uso di biostimolanti per migliorare la crescita di giovani piante di olivo in vaso

Mona Mazeh*, Nicola Cinosi, Damiano Marchionni, Daniela Farinelli, Franco Famiani

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Università degli Studi di Perugia

* mona.mazeh@studenti.unipg.it

Nel 2022 è stata condotta una sperimentazione per valutare gli effetti sulla crescita di giovani piante di olivo dell'impiego di due biostimolanti, uno a base microbica (ritenuto in grado di dare luogo alla formazione di micorrize) e uno a base di acidi umici e fulvici. Ciò è stato fatto con l'obiettivo di ridurre il tempo necessario per ottenere piante adatte al trapianto o per avere, a parità di tempo, piante più grandi e di maggiore qualità. Inoltre, per estensione, le informazioni ottenute potrebbero essere utili anche per accelerare la crescita di giovani piante in campo. Per la sperimentazione sono state utilizzate piante in vaso alte 35-40 cm della cultivar Leccino. All'inizio della prova, in primavera, le piante sono state trapiantate in vasi più grandi e, durante tale operazione, sono state trattate con i biostimolanti considerati, che sono stati posti a contatto con il pane di terra delle giovani piante. In aggiunta, sono state concimate con 100% della dose stabilita o con il 50% della stessa. I trattamenti sono stati applicati in tutte le possibili combinazioni, secondo uno schema fattoriale (8 combinazioni di trattamenti). Gli effetti dei trattamenti applicati sono stati valutati mediante misure della crescita delle piante e valutazioni dell'efficienza fotosintetica e dello stato nutrizionale delle foglie. Il biostimolante microbico ha determinato una maggiore crescita diametrica del fusto e in altezza delle piante. Inoltre, ha determinato un maggiore sviluppo di ramificazioni laterali. Il biostimolante a base di acidi umici e fulvici ha determinato effetti positivi sulla crescita solo quando associato alla concimazione alla dose del 100%. Analisi ed elaborazioni sono in corso per determinare gli effetti sull'attività e sullo stato nutrizionale delle foglie, sulla biomassa prodotta (determinata mediante dissezione delle piante), sulla formazione di micorrize e su eventuali effetti di interazione tra i fattori considerati (biostimolante microbico, biostimolante a base di acidi umici e fulvici e livello di concimazione).

Parole chiave: acidi umici e fulvici, biostimolanti, crescita vegetativa, *Glomus* spp., micorrize, *Olea europaea* L.

The newest advances in biofertilization - improving quality of horticultural crops

Lidia Sas-Paszt*, Paweł Trzciniński, Anna Lisek, Krzysztof Górnik, Beata Sumorok, Edyta Derkowska, Sławomir Głuszek, Mateusz Frać, Ewa Solarska, Magdalena Frać, Michał Przybył

The National Institute of Horticultural Research, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice, Poland, Sas Paszt L. tel. +48 46 8345235

* lidia.sas@inhort.pl

To obtain high yields in intensive horticultural and agricultural production, high levels of mineral fertilization combined with the application of chemical plant protection products are commonly used. This results in a loss of the biological potential and erosion of soils, which leads to deterioration in the quality and fertility of cultivated soils. An alternative to such production is the use of microbially-enriched biofertilizers, biostimulators, plant protection products and composts, useful also in soilless productions. The aim of the study was to evaluate the effects of the applied microbial bioproducts on the growth and yield of horticultural crops, mainly strawberry and raspberry, and to develop innovative technologies for improving fertility of soils and the health of soilless media. We have developed innovative consortia of beneficial microorganisms on the basis of the resources collected in SYMBIO BANK of the Department of Microbiology and Rhizosphere, of the National Institute of Horticultural Research in Skierniewice. The results of the experiments demonstrated a positive influence of the organic method of cultivating fruit crops with the use of beneficial microorganisms and humic acids on the vegetative growth and yielding of plants and the occurrence of beneficial groups of microorganisms in the rhizosphere of those plants. As a result of the application of beneficial microorganisms in organic cultivation significantly higher yields of the tested fruit species were achieved, with better storage and processing qualities, compared to conventional production. The presented strains of bacteria tested on strawberry and raspberry plants in growing stoneware vases or in field conditions stimulated the yielding of irrigated plants and plants growing in water scarcity conditions. Consortia of beneficial microorganisms also increased colonization of roots of raspberry plants 'Polana' and 'Poemat' and strawberry plants 'Honeoye' and 'Rumba' by arbuscular mycorrhizal fungi and provided protection against plant fungal pathogens. The conducted DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) analysis allowed to determine the presence of the applied bacterial strains in the soil. The use of beneficial microorganisms in organic cultivation of horticultural plants will multiply their positive impact on the yield of horticultural plants, plant protection properties and improve the quality of soils/media. Our study showed that the tested inocula is a promising alternative as a bio-fertilizer for small fruit production in sustainable and organic agricultural systems. Widespread use of the innovative bioproducts in organic cultivation of fruit crops will help to improve the quality of soils and increase the profitability of horticultural farms by reducing production costs.

This research was supported by The National Centre for Research and Development within the framework of the project BIOSTRATEG, grant number BIOSTRATEG3/344433/16/NCBR/2018.

Sessione Postraccolta

Orali

Riduzione del danno da freddo durante la lunga conservazione di frutti di melograno ‘Wonderful’

Danial Fatchurrahman¹, Maria Lucia Valeria De Chiara¹, Rosalinda Surico², Maria Luisa Amodio¹, Giancarlo Colelli^{1*}

¹*Dipartimento di Scienze Agrari, Alimenti, Risorse Naturali, e Ingegneria, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy*

²*Masseria Fruttirossi Srl, Contrada Terzo Dieci, snc 74011 Castellaneta (TA), Italy*

* giancarlo.colelli@unifg.it

Obiettivo di questo lavoro è stato quello di verificare la possibilità di estendere la conservabilità di frutti di melograno, conservati a temperature subottimali per la lunga conservazione, attraverso l'uso di atmosfere controllate (CA) e modificate (MAP). La sensibilità ai danni da freddo di questi frutti, limitando l'uso delle basse temperature per periodi lunghi, ne limita di fatto la conservabilità, che non va oltre i 60 giorni, se conservati a 10-12 °C. Frutti di melograno (*Punica granatum* L.), varietà ‘Wonderful’ coltivati da “Masseria Fruttirossi srl” a Castellaneta (TA) sono stati conservati a 4 e 8 °C in tre differenti condizioni: atmosfera controllata (CA 4°C, CA 8°C corrispondenti al 3 kPa O₂ + 10 kPa CO₂ e 95% RH); atmosfera modificata passiva in imballaggio (MAP 4°C, MAP 8°C utilizzando un sacco commerciale Xtend® StePac L.A. Ltd) e controllo in aria umidificata (CTRL 4°C, CTRL 8°C). Inizialmente e ad ogni prelievo (effettuati a 33, 69, 97, 125 e 140 giorni di conservazione), dopo la valutazione qualitativa dei frutti interi, sono stati estratti gli arilli e conservati in MAP attiva in vaschette di PP/EVOH/PP termosaldate con film PP/EVOH/PP con atmosfera iniziale 10 kPa O₂ + 10 kPa CO₂) per 5 giorni. I sintomi da danno da freddo sono stati significativamente ridotti con l'uso dell'atmosfera controllata, che ha anche ridotto l'insorgenza di marciumi a 8 °C. I frutti del controllo in aria conservati a 8°C erano completamente ammuffiti dopo 4 mesi di conservazione mentre quando conservati a 4 °C presentavano un'incidenza di frutti ammuffiti pari al 60%, probabilmente a causa della maggiore suscettibilità ai patogeni dovuta al danno da freddo i cui sintomi sono stati osservati sull'80% dopo 125 giorni di conservazione. I frutti conservati in MAP hanno mostrato una suscettibilità intermedia anche a seguito dello scarso accumulo di CO₂ all'interno delle buste. Da un punto di vista composizionale l'atmosfera controllata ha sensibilmente ridotto il contenuto di vitamina C dei frutti, di per sé non altissimo, rispetto al controllo in aria, senza particolari differenze tra le temperature. Sugli arilli dopo 5 giorni di conservazione in MAP non si osservano grandi differenze. In conclusione l'atmosfera controllata con 3 kPa O₂ + 10 kPa CO₂ ha consentito una notevole estensione della vita commerciale dei frutti fino a oltre 4 mesi di conservazione, permettendo così la disponibilità degli stessi per la trasformazione di quarta gamma senza perdite qualitative sul prodotto finale.

Parole chiave: atmosfera controllata, atmosfera modificata, quarta gamma

Effetto del rivestimento edibile a base di chitosano e gomma di xantano sulle caratteristiche fisico-chimiche e biochimiche della pera ‘Coscia’ di IV gamma in frigoconservazione

Anna Magri^{1,2,*}, Pietro Rega², Giuseppe Capriolo², Milena Petriccione²

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche (DiSTABiF), Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Via Vivaldi 43, 81100 Caserta

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca per la Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via Torrino 3, 81100 Caserta

* anna.magri@unicampania.it

Il pero (*Pyrus communis* L.) è la quinta specie frutticola più coltivata al mondo, possiede un alto valore nutrizionale con notevoli quantità di zuccheri, minerali, amminoacidi, composti fenolici e fibre. La recente crescita della domanda da parte dei consumatori moderni di cibi preparati, naturali, freschi, sani e nutrienti ha stimolato una rapida espansione del mercato della frutta e della verdura tagliata e pronta al consumo. La frutta pronta al consumo è più deperibile di quella intera a causa dello stress indotto dalle operazioni di taglio e cubettatura che rimuove la compartimentazione cellulare, causando l'avvio di diverse reazioni enzimatiche. L'azione della polifenolossidasi sui composti fenolici, generati durante il processo di taglio, provoca l'imbrunimento enzimatico delle pere in IV gamma, rendendole inadatte alla commercializzazione. Per ridurre l'imbrunimento enzimatico e il rammollimento dei tessuti dopo il taglio, è possibile adottare diverse strategie di conservazione. I rivestimenti attivi edibili rappresentano dei validi strumenti per mantenere la qualità dei prodotti agricoli freschi e aumentarne la conservabilità. L'uso di un rivestimento edibile nei frutti freschi riduce la senescenza, controlla la perdita di umidità e lo scambio di gas tra l'alimento e l'ambiente, agendo così in modo simile al confezionamento in atmosfera modificata. È anche possibile modificare la formulazione del rivestimento, a seconda degli obiettivi applicativi e del tipo di frutta. Negli ultimi anni, i rivestimenti a base di polisaccaridi sono sempre più utilizzati grazie alla loro biodisponibilità, a basso costo, alla non tossicità o allergenicità e alla capacità di non aggiungere sapori estranei alla frutta trasformata. Inoltre, grazie al loro potenziale di trasportare principi attivi come agenti anti-imbrunimento, antimicrobici o antiossidanti, la durata di conservazione può essere significativamente estesa.

In questo studio è stata valutata l'efficacia di un rivestimento edibile composto da chitosano e gomma di xantano sui parametri chimico-fisici e biochimici della pera ‘Coscia’ di IV gamma durante 12 giorni di frigoconservazione a 3 ± 0.5 °C. Nei campioni trattati si osserva un rallentamento del decadimento qualitativo, un aumento della produzione di composti bioattivi e dell'attività degli enzimi antiossidanti. Inoltre, è stata osservata una significativa riduzione dell'imbrunimento superficiale e delle attività di enzimi come la lipossigenasi e la polifenolossidasi, nonché nel contenuto di malondialdeide, rispetto al controllo. Il rivestimento presentato in questo studio, quindi, risulta essere un valido strumento per l'allungamento della shelf-life della pera di IV gamma e la riduzione dello spreco alimentare.

Parole chiave: rivestimento edibile, pera IV gamma, polifenoli, chitosano, gomma di xantano

Mango di IV gamma: come valorizzarne la shelf life utilizzando un rivestimento commestibile a base di olio essenziale estratto dalle foglie del Neem

Roberta Passafiume*, Ilenia Tinebra, Raimondo Gaglio, Luca Settanni, Giuseppe Sortino, Eristanna Palazzolo, Alessio Allegra, Paolo Inglese e Vittorio Farina

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali – Università degli Studi di Palermo-

* roberta.passafiume@unipa.it

Il mango (*Mangifera indica* L.) è il frutto tropicale più coltivato al mondo, per le sue caratteristiche qualitative e nutraceutiche, ed oggi largamente diffuso sul mercato europeo sia fresco che trasformato. Pur prestandosi bene alla trasformazione in IV gamma presenta una serie di problematiche che ne influenzano negativamente la conservazione. Tra le varie tecniche studiate negli anni dai ricercatori, l'applicazione di rivestimenti commestibili (Edible coating- EC) sembra essere una delle più efficaci per ridurre lo sviluppo di colonie batteriche sui frutti in IV gamma e per mantenerne inalterate più a lungo le caratteristiche organolettiche. Tra i vari rivestimenti commestibili realizzati e studiati negli anni, quelli formulati con prodotti del tutto naturali destano, oggi, maggior interesse. Obiettivo di questo lavoro è stato quello di sviluppare un EC a base di olio essenziale di *Azadirachta indica*, meglio conosciuto come 'pianta di neem'. Sono stati analizzati gli effetti dell'olio essenziale di neem su mango di IV gamma conservato per 9 giorni a $3\pm 1^\circ\text{C}$ e, in particolare, sono state testate due formulazioni, una a base di idrossipropil-metilcellulosa e cloruro di Calcio (EC1) e l'altra composta da idrossipropil-metilcellulosa, cloruro di Calcio e olio di neem (EC2) e confrontate con un campione non trattato. I campioni sono stati sottoposti, con cadenza di due giorni, ad analisi fisico-chimiche, microbiologiche, sensoriali e dei composti prossimali. In entrambe le formulazioni, gli agenti gelificanti idrossipropil-metilcellulosa e cloruro di calcio hanno ridotto i normali processi di degradazione cellulare in termini di perdita di peso e di contenuto in solidi solubili totali, probabilmente grazie alla formazione di una barriera naturale che limita gli scambi gassosi con l'ambiente esterno, e limitato la perdita dei composti prossimali. La presenza dell'olio di neem, invece, ha avuto una influenza positiva sui parametri di consistenza e colore durante tutto il periodo di conservazione, oltre che aver inibito in modo significativo lo sviluppo dei principali batteri che causano il deterioramento cellulare.

Parole chiave: *edible coating*; film edibili; polisaccaridi funzionali; *Mangifera indica* L.; *Azadirachta indica*

Suscettibilità al cracking dei frutti di uva da tavola: analisi delle caratteristiche morfometriche della cuticola e delle cellule dell'epicarpo

Paolo La Spada^{1*}, Eva Dominguez Carmona², Antonio Heredia Bayona³, Francesco Scollo¹, Desiree Porrello¹, Mario Rapisarda¹, Elisabetta Nicolosi¹, Alessandra Gentile¹, Alberto Continella¹

¹ Dipartimento Agricoltura Alimentazione e Ambiente (Di3A) - Università degli Studi di Catania, Catania

² Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea La Mayora, Universidad de Málaga - Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Departamento de Mejora Genética y Biotecnología, Estación Experimental La Mayora, Algarrobo-Costa, Málaga, (Spagna)

³ Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea La Mayora, Universidad de Málaga - Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga, Málaga (Spagna)

* paolo.laspada@phd.unict.it

Il cambiamento climatico ha determinato un aumento di eventi meteorologici estremi con maggiore frequenza di intense precipitazioni e di sbalzi termici improvvisi e prolungati. Questi eventi estremi possono compromettere la frutticoltura mediterranea anche aumentando i danni causati dagli agenti abiotici.

L'uva da tavola (*Vitis vinifera* L.) è una delle colture maggiormente coltivate nel bacino del mediterraneo, il cui prodotto spesso è deprezzato a causa di patologie e fisiopatie. Tra queste il cracking dei frutti, particolarmente grave in alcune annate, rappresenta una fisiopatia determinata da diversi fattori (genetici, biochimici, anatomici ed ambientali) i cui meccanismi di azione non sono del tutto chiari.

A tal fine, lo studio della membrana cuticolare dei frutti, dello strato più superficiale delle cellule dell'epicarpo e dell'interazione tra la membrana cuticolare e l'ambiente rappresenta uno strumento per comprendere il diverso livello di sensibilità alla spaccatura di diversi genotipi.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di analizzare lo spessore e le caratteristiche della cuticola, nonché le caratteristiche morfometriche della polpa dei frutti di alcuni nuovi ibridi di uva da tavola e della varietà Italia, dall'allegagione (BCCH71) allo stadio di frutto maturo (BCCH89), in un campo di valutazione varietale nel territorio di Mazzarrone (CT). Sono state effettuate delle indagini istologiche mediante sezioni di frutto incluse in resina e colorate con Sudan IV per evidenziare la cuticola. Le osservazioni al microscopio ottico hanno fatto emergere differenze morfologiche tra le varietà esaminate.

Dalle analisi preliminari delle sezioni dei frutti completamente maturi (BCCH89) si è evidenziato che la presenza di cellule aventi forma allungata, a diretto contatto con la cuticola, sembrano favorire la suscettibilità al cracking dei frutti, unitamente ad un minore spessore della cuticola stessa. Diversamente, gli ibridi che hanno avuto la migliore resistenza al cracking in campo presentano cellule di maggiore dimensione e con forma rotondeggiante, proprietà che sembrano favorire una maggiore resistenza alla rottura del frutto.

La caratterizzazione morfometrica, basata sulla fenotipizzazione della cuticola e delle cellule dell'epicarpo che possono conferire maggiore resistenza strutturale al frutto, è uno strumento utile sia per la scelta di parentali da utilizzare nei programmi di miglioramento genetico che per la valutazione di nuovi genotipi.

Parole chiave: *Vitis vinifera*, cracking, spaccatura, istologia

Effetto della fertilizzazione azotata sulle cinetiche di degradazione degli attributi di qualità della rucola durante la conservazione

Aysha Saleem¹, Maria Luisa Amodio^{1,*}, Danial Fatchurrahman¹, Maria Gonnella², Lucia Bonelli², Giancarlo Colelli¹

¹ *Dipartimento di Scienze Agrari, Alimenti, Risorse Naturali, e Ingegneria, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy*

² *Institute of Sciences of Food Production, CNR-National Research Council of Italy, Via G. Amendola, 122/O, 70126 Bari, Italy*

* marialuisa.amodio@unifg.it

Il presente studio si è concentrato sull'effetto della fertilizzazione azotata sulla qualità post-raccolta di foglie di rucola (*Diplomatix tenuifolia* L.). Sono stati applicati sei livelli di azoto (70N, 98N, 126N, 154N, 182N e 210N corrispondenti a ppm di N nella soluzione nutritiva), con frazione crescente di NH₄-N (7.1, 19.4, 25.4, 29.9, 32.4, 34.8% di N totali forniti) in coltura fuori suolo in serra non riscaldata, seguendo un disegno a blocchi randomizzati con 3 repliche. Per ogni raccolta, le singole repliche sono state conservate in *clamshell* in condizioni controllate (5 °C di temperatura, 99% di umidità relativa) per monitorare i cambiamenti di qualità durante il periodo di conservazione. Durante la conservazione sono stati monitorati contenuto di vitamina C (acido ascorbico e acido deidroascorbico), sostanza secca, consistenza, TSS, pH, acidità titolabile, crescita microbica (conta mesofila totale, lieviti e muffe) e valutazione sensoriale. Per ogni attributo qualitativo e livello di N, sono state modellate le curve di degradazione. Le cinetiche di degradazione sono state per lo più descritte da reazioni di primo ordine. Il trattamento N98 ha mostrato il minor grado di degradazione per quanto riguarda l'accettabilità complessiva, mantenendo buoni tratti visivi per tutta la durata di conservazione di 18 giorni. Livelli di azoto più elevati hanno mostrato un tasso di degradazione più alto per vitamina C, AA (N182) e DHAA (N210) con valori di k rispettivamente di 0,076, 0,073 e 0,099. Il limite di commerciabilità è stato correlato alla conta microbica e alla perdita di vitamina C e i modelli di previsione della durata di conservazione sono stati convalidati entro valori di errore statistici soddisfacenti. Un adeguato apporto di N è un fattore critico per garantire la sostenibilità della produzione e allo stesso tempo alti standard qualitativi. Sebbene l'effetto dei fattori di crescita sulla qualità al momento della raccolta sia ben noto, sono necessari ulteriori studi per comprendere il loro effetto sul tasso di degradazione post-raccolta.

Parole chiave: sostenibilità, azoto, cinetiche, shelf-life, vitamina C

Applicazioni fogliari di fosfato monopotassico per il miglioramento della qualità e del profilo aromatico in pomodori “cherry” sottoposti a frigoconservazione

Rosario Paolo Mauro^{1,*}, Miriam Distefano¹, Fabrizio Cincotta², Francesco Giuffrida¹, Concetta Conduro², Antonella Verzera², Cherubino Leonardi¹,

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia, 5 – 95123 Catania, Italia

² Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina, Polo Universitario dell'Annunziata, Viale G. Palatucci, 98168 Messina, Italia

* rosario.mauro@unict.it

Durante le fasi di postraccolta, il pomodoro da consumo fresco è spesso soggetto a temperature di conservazione subottimali, condizione che ne può alterare più o meno profondamente il metabolismo primario e secondario. Ciò può influire negativamente sulle caratteristiche di qualità dei frutti, inclusa la concentrazione di composti aromatici (volatili organici, VOC), con effetti negativi sull'accettabilità del prodotto da parte dei consumatori. D'altro canto, la nutrizione minerale riveste un ruolo fondamentale nel modulare la qualità dei prodotti orticoli ed il loro comportamento in postraccolta, e ciò anche in rapporto al ruolo fondamentale che macroelementi quali fosforo (P) e potassio (K) giocano nel modificare risposta fisiologica delle strutture carpiche (es. maggiore tolleranza agli stress termici). Date queste premesse, nel presente studio sono stati esaminati, in rapporto alle principali caratteristiche qualitative ed al volatiloma dei frutti, gli effetti di applicazioni fogliari preraccolta di fosfato monopotassico (KH_2PO_4 , alla concentrazione di 20 mmol L⁻¹), in 3 cultivar di pomodoro “cherry” (Caravaggio, Sugarland e Top Stellina), alla raccolta (S₀) e 14 giorni (S₁₄) di conservazione a 8,0 °C (90% U.R.). Il trattamento con KH_2PO_4 ha migliorato la consistenza dei frutti, la loro concentrazione totale di composti fenolici (+8%) e carotenoidi (+11%), nonché l'attività antiossidante degli stessi ai saggi di DPPH (+10%) e FRAP (+9%). Al termine del periodo di frigoconservazione, i frutti provenienti da piante trattate hanno mostrato le minori riduzioni in termini di rapporto tra solidi solubili totali e acidità titolabile, carotenoidi totali ed attività antiossidante (al saggio FRAP). Per quanto riguarda i VOC, 16 dei 32 composti identificati hanno mostrato una maggiore concentrazione in risposta all'applicazione di KH_2PO_4 , e ciò specialmente in rapporto alle aldeidi esanale, (E)-2-esenale e (Z)-3-esenale e agli apocarotenoidi (E)- β -ionone, geranilacetone e 6-metil-5-epten-2-one. Ad S₁₄, la concentrazione di molteplici VOC è diminuita in maniera più marcata nei frutti provenienti da piante controllo (non trattate) (con punte dell'84% per il linalolo e del 63% per il (E,E)-2,4-decadienale), mentre nei frutti raccolti da piante trattate sono state riscontrate le maggiori concentrazioni di aldeidi totali, D-limonene, linalolo e 6-metil-5-epten-2-one. La cv. Top Stellina ha mostrato, da un lato, una maggiore riduzione di composti apocarotenoidi al termine della frigoconservazione, dall'altro una migliore risposta ai trattamenti fogliari preraccolta (principalmente in rapporto alle concentrazioni di β -ciclocitrato, terpeni e terpenoidi totali), evidenziando così il ruolo centrale del genotipo nella modulazione della risposta agli altri trattamenti sperimentali. Tali risultati evidenziano come, ancorché con effetti genotipo-dipendenti, l'applicazione preraccolta di KH_2PO_4 possa contribuire a preservare specifiche caratteristiche nutrizionali e qualitative dei frutti di pomodoro “cherry” sottoposti a frigoconservazione.

Parole chiave: pomodoro da mensa, qualità, composti organici volatili, carotenoidi, composti fenolici, attività antiossidante

Smart Oral Communications

Valutazione di un rivestimento edibile multistrato sulle caratteristiche qualitative e sul sistema antiossidante di mele in IV gamma durante la frigoconservazione

Danilo Cice^{1*}, Pietro Rega¹, Elvira Ferrara^{1,2}, Milena Petriccione¹

¹CREA-Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Via Torrino, 3 81100 Caserta

²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche (DiSTABiF), Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Via Vivaldi 43, 81100 Caserta

* danilo.cice@crea.gov.it

La frutta in IV gamma confezionata e pronta al consumo rappresenta un segmento importante e ampio nel mercato globale a elevato contenuto di servizi. Negli ultimi anni, lo stile di vita dei consumatori è cambiato e la frutta pronta è sempre più presente tra i beni di consumo. La frutta in IV gamma ha acquisito una notevole importanza per i consumatori che cercano sempre più alternative alimentari sane, convenienti, prive di additivi e con un buon valore nutrizionale. Questa tipologia di prodotto, però, ha una breve shelf-life a causa dell'impatto nella linea di lavorazione che altera l'integrità del prodotto iniziale, con danni a livello tissutale e conseguente imbrunimento enzimatico e non enzimatico. Negli ultimi anni sono state messe a punto diverse strategie per prolungare la shelf-life della frutta in IV gamma al fine di mantenere elevati livelli qualitativi accompagnati da elevati standard microbiologici che hanno un impatto positivo sulla sicurezza alimentare e la salute pubblica.

In questo studio è stata valutata l'efficacia di un rivestimento edibile a doppio strato ottenuto con la tecnica dell'elettrodeposizione utilizzando mucillagine estratta da cladodi di fico d'India e chitosano per migliorare la qualità della mela 'Royal Gala' in IV gamma durante la frigoconservazione.

Il confronto è stato effettuato con campioni di mela della stessa cultivar con un rivestimento edibile monostrato e in assenza di rivestimento. Tutti i campioni sono stati conservati per 12 giorni a 4 °C e sottoposti, ogni tre giorni, alle principali analisi di qualità (chimico, fisiche, enzimatiche e nutraceutiche). Dai risultati ottenuti si è potuto osservare che il rivestimento edibile a doppio strato ha permesso di estendere la shelf-life dei frutti, riducendo la perdita di peso rispetto a campioni rivestiti con monostrato e a quelli non trattati. Per quanto riguarda i parametri fisico-chimici, nel doppio strato la consistenza della polpa è risultata statisticamente maggiore mentre il residuo secco rifrattometrico e l'acidità titolabile hanno mostrato valori significativamente inferiori rispetto al monostrato e al non trattato. Il sistema antiossidante, non-enzimatico ed enzimatico risulta influenzato dal rivestimento edibile a doppio strato, infatti, il prodotto trattato al 12° giorno di conservazione mostra un contenuto di polifenoli, flavonoidi, antociani e acido ascorbico, superiore rispetto a quello rivestito con monostrato e al non trattato. L'utilizzo del rivestimento edibile a doppio strato ha influito positivamente sull'attività di enzimi quali superossido dismutasi, catalasi e ascorbato perossidasi; inoltre, è stata osservata anche una riduzione dell'attività della polifenolossidasi e della lipossigenasi, nonché del contenuto di malonildialdeide correlati al fenomeno dell'imbrunimento e dei danni alle membrane cellulari nel corso della frigoconservazione. I risultati ottenuti mostrano che il rivestimento edibile a doppio strato può rappresentare un valido strumento per prolungare la shelf-life di frutti di melo in IV gamma.

Parole chiave: IV gamma, coating, economia circolare, sostenibilità

Lavoro svolto nell'ambito del Progetto "Conservabilità, qualità sicurezza dei prodotti ortofrutticoli ad alto contenuto di servizio –POFACS" CUP:B84E20000250005

Impiego della manna (*Fraxinus angustifolia*) come trattamento antiossidante su frutti di mela della cv. Story in IV gamma (*Malus domestica* L.), coltivate in regime biologico

Eugenia Guccione^{1*}, Alessio Allegra¹, Paolo Inglese¹, Alessandra Gallotta², Aldo Todaro¹, Giuseppe Sortino¹

¹Università degli Studi di Palermo – Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali

²Università degli Studi di Bari Aldo Moro – Dipartimento del Suolo, delle Piante e degli Alimenti

* eugenia.guccione@unipa.it

I frutti di melo (*Malus domestica* L.) durante la trasformazione in IV gamma vanno incontro ad una significativa riduzione della *shelf-life* dovuta principalmente all'imbrunimento. L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare l'effetto del trattamento a base di Manna estratta da *Fraxinus angustifolia* applicata su frutti di melo (cv Story) in IV gamma coltivati in Sicilia. È stato selezionato un campione omogeneo di 200 frutti dello stesso grado di maturazione che dopo la trasformazione in IV gamma, sono stati sottoposti a diversi trattamenti: 1) acqua distillata + manna al 15% (MAN); 2) acqua distillata + ascorbato di calcio al 2% (AC); 3) acqua distillata come controllo (CTR). Le mele minimamente processate sono quindi state confezionate in contenitori di acido polilattico (PLA), sigillate con un film composito (PP-PET) e conservate a 5 ± 0.5 °C con UR 90% per 10 giorni. Durante il periodo di frigoconservazione (3, 5, 7 e 10 giorni) sono stati valutati la consistenza, l'indice di imbrunimento, il contenuto totale di solidi solubili (TSS), polifenoli totali (TPC), la capacità antiossidante (DPPH) e il contenuto di CO₂ e O₂. I risultati hanno mostrato che i frutti trattati con la Manna hanno mantenuto i valori di commerciabilità fino a 7 giorni di frigoconservazione rispetto al controllo. Tuttavia, dopo 7 giorni di conservazione, i campioni con il trattamento AC, hanno mostrato valori significativamente più bassi in termini di imbrunimento della polpa, rispetto agli altri trattamenti. I risultati ottenuti non fanno escludere che la manna possa essere impiegata come composto antiossidante naturale, in combinazione con atmosfere modificate.

Parole chiave: *Malus domestica*, trattamenti antiossidanti, postraccolta, shelf-life, acido ascorbico

Effetti della disidratazione in corrente di aria calda e dell'atmosfera modificata sulla qualità di frutti di mango

Ilenia Tinebra^{1*}, Roberta Passafiume¹, Alessandra Culmone¹, Pasquale Roppolo¹, Alessandro Ruggeri¹, Rimondo Gaglio¹, Antonino Pirrone¹, Eristanna Palazzolo¹, Cristina Besada², Vittorio Farina¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali – Università degli Studi di Palermo

²Centro de Tecnología Postcosecha, Valencian Institute for Agricultural Research (IVIA), Moncada, Spain

* ilenia.tinebra@unipa.it

Negli ultimi anni, l'evoluzione dei gusti dei consumatori europei ed italiani ha portato ad un notevole incremento della richiesta di frutti tropicali. Esempio è il caso del mango (*Mangifera indica* L.) passato dall'essere quasi sconosciuto alle famiglie italiane al far parte del paniere ISTAT. Il mango siciliano, in particolare, è oggetto di una forte richiesta da parte dei mercati italiani ed europei. Esso offre ai consumatori, rispetto alla controparte proveniente dai paesi tropicali, il valore aggiunto di una raccolta ad un grado di maturazione vicino a quello fisiologico, che si traduce in un frutto colorato, aromatico e dolce, e quello della sostenibilità della filiera di trasporto. La durata di conservazione del frutto fresco però, essendo un frutto climaterico, è limitata a causa dell'alto tasso di respirazione, della elevata produzione di etilene e delle patologie che provocano la perdita post-raccolta di nutrienti preziosi e il declino del valore di mercato. Tra le diverse trasformazioni in grado di ottenere un prodotto più longevo in termini di conservazione e facilità di commercializzazione, la disidratazione è uno dei più antichi ma, oggi, anche oggetto di nuove frontiere tecnologiche. Tale tecnica si basa sempre sulla privazione totale o parziale dell'acqua dal frutto generalmente mediante evaporazione. Il successivo incremento della *shelf-life* è conseguente alla diminuzione del contenuto di acqua, che comporta un rallentamento delle reazioni metaboliche e della proliferazione dei microrganismi. Obiettivo del presente lavoro è stato quello di sviluppare un processo tecnologico semplice nella sua applicazione ma in grado di ottenere un mango essiccato con le caratteristiche di naturalità legate al colore, all'aroma e al gusto in grado di ricordare il frutto fresco. Un ulteriore obiettivo, dopo la determinazione del più corretto binomio tempo-temperatura, è stato quello di garantire il mantenimento delle caratteristiche chimico-fisiche del prodotto mediante applicazione della tecnica di *modified atmosphere packaging* (MAP) in grado di preservare anche la qualità gustativa e nutrizionale. Al fine di limitare lo scarto alimentare, sono stati utilizzati frutti commercialmente definibili come 'non conformi' o 'scarto' della varietà Tommy Atkins ai due differenti gradi di maturazione *Green* e *Mature*, disidratati in corrente di aria calda e conservati in atmosfera modificata con una miscela contenente N₂ al 100%. Per la determinazione del corretto binomio tempo/temperatura sono state effettuate diverse prove preliminari utilizzando due diverse temperature, 50°C e 70°C, e dai risultati ottenuti la migliore formula per ottenere un prodotto di qualità è stata quella di utilizzare il binomio 12 ore alla temperatura di 70°C. Preliminarmente, frutti sono stati lavati, privati della buccia, tagliati in cubetti di 3 cm di spessore, trattati con una soluzione antiossidante e, infine, disidratati e conservati a temperatura ambiente per 30 giorni. Le analisi qualitative (*Drying efficiency*, colore, consistenza e diametro), nutrizionali (contenuto vitaminico e minerale), sensoriali (test CATA in combinazione con il Prodotto ideale) e microbiologiche (microrganismi mesofili totali, microrganismi psicotrofi totali, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Listeria spp.* e *Listeria monocytogenes*, lieviti e muffe) sono state effettuate ad intervalli di dieci giorni. Il prodotto ottenuto è caratterizzato da una struttura e da un colore gradevoli, da un alto contenuto di minerali e fibre, dal sapore e dall'aroma intensi tipicamente di mango, e sani dal punto di vista microbiologico confermando la validità della metodologia di trasformazione sperimentata. L'applicazione dell'atmosfera modificata, inoltre, ha permesso di mantenere a lungo le caratteristiche osservate dopo la disidratazione.

Parola chiave: *Mangifera indica*; postraccolta; frutta essiccata; MAP; analisi sensoriale; scarto alimentare

Ricerca finanziata nell'ambito del progetto *Innovazioni genetiche, colturali e post-raccolta per la filiera del mango in Sicilia* INNO.M.A.M. - PSR Sicilia 2014/2020 sottomisura 16.1

Tempi di conservazione delle olive per mantenere ai massimi livelli la qualità dell'olio: giorni o ore?

Damiano Marchionni*, Stefania Urbani, Nicola Cinosi, Daniela Farinelli, Maurizio Servili, Franco Famiani

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali - Università degli Studi di Perugia

* damiano.marchionni@unipg.it

La durata della conservazione delle olive influenza la qualità dell'olio estratto dalle stesse. Diversi studi hanno caratterizzato l'andamento di diversi parametri qualitativi dell'olio estratto da olive conservate per diversi tempi misurati in giorni, mentre non ci sono informazioni sulle variazioni qualitative che avvengono nel breve periodo misurato in ore. Tali conoscenze sono necessarie dato che il perseguimento di alti livelli qualitativi dell'olio è un obiettivo di fondamentale importanza per l'olivicoltura italiana. Pertanto, nel 2019, in centro Italia, utilizzando olive delle cultivar Arbequina e FS17, raccolte con macchina scavallatrice da oliveti ad alta densità, è stato condotto uno studio per valutare le variazioni delle principali caratteristiche dei frutti (peso, contenuto in acqua e olio e durezza della polpa) e dei principali parametri qualitativi degli oli estratti dopo 0, 8, 12, 18, 24, 36 e 48 ore di conservazione delle olive prima della molitura. Per entrambe le cultivar, i parametri merceologici (acidità libera, numero di perossidi e costanti spettrofotometriche) sono risultati sempre al di sotto dei limiti da non superare per la classificazione degli oli come extravergini. Tuttavia, hanno presentato un graduale aumento per tutto il periodo di conservazione considerato, soprattutto tra 24 e 48 ore di conservazione. Il contenuto di sostanze fenoliche totali al tempo 0 è risultato più alto negli oli della cultivar FS17 rispetto a quelli della cultivar Arbequina. In entrambe le varietà, i composti fenolici più abbondanti sono risultati il 3,4-DHPEA-EDA e il 3,4-DHPEA-EA. Durante la conservazione si è avuta una riduzione molto limitata e non significativa nelle prime 12 ore di conservazione, dopodiché per entrambe le cultivar si è avuta una significativa e progressiva riduzione del contenuto di sostanze fenoliche totale dovuta, principalmente, alla diminuzione dei composti più abbondanti (3,4-DHPEA-EDA e il 3,4-DHPEA-EA). Negli oli di entrambe le varietà, il gruppo di sostanze volatili quantitativamente più importante rilevato negli oli è stato quello delle aldeidi a 5 e 6 atomi di carbonio, con la trans-2-esenale che è risultata la sostanza più abbondante. Altri importanti composti volatili rilevati sono quelli del gruppo degli esteri. Durante la conservazione, le sostanze volatili (aldeidi a 5 e 6 atomi di carbonio ed esteri) hanno mostrato valori relativamente stabili nelle prime 10-12 ore per poi diminuire progressivamente fino a valori significativamente più bassi. Negli oli è stata rilevata la presenza di etanolo e acido acetico, che sono sostanze che derivano da processi di fermentazione. Tali sostanze, pur mantenendosi a livelli molto bassi, sono aumentate con il prolungarsi della conservazione delle olive.

Parole chiave: caratteristiche dei frutti, conservazione delle olive, *Olea europaea* L., qualità sensoriale dell'olio extra vergine di oliva, raccolta delle olive, sostanze fenoliche, sostanze volatili

Modellizzazione della riflettanza spettrale del pomodoro da industria per la stima della biomassa

Vito Aurelio Cerasola^{1*}, Alessandro Di Marco¹, Giuseppina Pennisi¹, Francesco Orsini¹, Stefano Bona², Giorgio Gianquinto¹

¹*Rescue-AB – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL) – Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Viale Giuseppe Fanin 44, 40127, Bologna*

²*Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE) – Università di Padova, Viale dell'Università 16, 35020, Legnaro (PD)*

* vito.cerasola@unibo.it

Il monitoraggio non distruttivo della biomassa può rivestire importanza notevole per le colture orticole, specialmente nell'ambito dell'agricoltura di precisione. È infatti ben nota la curva di diluizione critica dell'azoto, che, mettendo in relazione il livello di biomassa raggiunto dalla coltura con la sua concentrazione ottimale di azoto, si presenta come un modello adeguato al monitoraggio e alla gestione precisa della nutrizione azotata. I sensori di riflettanza multispettrali sono oggi ampiamente diffusi per il monitoraggio non distruttivo di diversi parametri biomorfologici colturali, ma la stima della biomassa del pomodoro da industria è stata poco studiata. Nell'estate 2022 è stato implementato un esperimento nell'azienda agraria dell'Università di Bologna finalizzato a stimare la biomassa di pomodoro da industria mediante l'uso di un sensore di riflettanza multispettrale (Spectrosense 2+, Skye). Due cultivar di pomodoro da industria sono state fattorialmente combinate con quattro dosi di azoto in uno split plot replicato tre volte. La riflettanza spettrale della canopy è stata monitorata in cinque fasi fenologiche, finalizzata al calcolo di diversi indici vegetazionali (NIR/Green, NIR/Red, NIR/Red Edge, G-NDVI, NDVI, NDRE). In ogni fase fenologica, le piante monitorate sono state campionate per la determinazione della biomassa fresca. L'analisi di regressione lineare semplice ha rivelato che tutti gli indici sono correlati in modo significativo alla biomassa in quasi tutte le fasi fenologiche. Tuttavia, le performance dei modelli lineari variano a seconda dell'indice vegetazionale e della fase considerata. L' R^2 è risultato soddisfacente soltanto per l'NDRE (Normalized Difference in Red Edge) e per il NIR/Red Edge monitorati nella seconda fase fenologica ($R^2=0,81$), mentre nelle altre fasi le correlazioni tra biomassa e i diversi indici vegetazionali si sono mostrate più deboli (R^2 tra 0,20 e 0,45). Inoltre, essendo i modelli lineari calibrati per una specifica fase fenologica, il monitoraggio della biomassa nelle fasi fenologiche intermedie è limitato. Per migliorare la stima della biomassa, viene proposto un nuovo indice basato sul calcolo integrale cumulato dell'indice vegetazionale, ora chiamato Integral Vegetation Index (I-VI). Essendo l'I-VI l'area sottesa alla curva dell'indice vegetazionale in relazione ai Gradi Giorno, spiega che la biomassa è determinata dal simultaneo effetto dell'età della pianta e dal suo stato azotato. La relazione tra I-VI e biomassa segue una funzione di Gompertz che non solo è capace di migliorare notevolmente le performance di stima della biomassa ($R^2 = 0,90$), ma ne permette la stima in qualsiasi momento del ciclo colturale. Tuttavia, il Partial-F test conferma il permanere dell'effetto del genotipo, rendendo necessario lo sviluppo di modelli cultivar-specifici.

Parole chiave: agricoltura di precisione, azoto, riflettanza, gestione dinamica dell'azoto, indici vegetazionali

Graphical Abstracts

Ottimizzazione della conservazione post-raccolta di fiori recisi di peonia

Viviana Cavallaro*, Davide Guffanti, Giulia Franzoni, Carla Colombani, Antonio Ferrante

Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Via G. Celoria 2, 20133 Milano

* viviana.cavallaro@unimi.it

La qualità dei fiori recisi è definita principalmente dall'aspetto estetico e dalla durata post-raccolta che dipende da diversi fattori (genotipo della specie, fattori preraccolta, condizioni di conservazione ecc.). Nell'ambito del progetto PSR finanziato dalla Regione Liguria «Ottiprogram» sono state studiate possibili strategie per migliorare la conservazione di diversi fiori rilevanti per il settore economico, tra cui la peonia (*Paeonia lactiflora* L.), la cui maturità delle gemme, con le loro riserve di zuccheri alla raccolta, condiziona notevolmente la durata e qualità post-raccolta.

Sono state effettuate prove di conservazione di lunga durata in cui, oltre alle basse temperature, sono stati testati diversi trattamenti post-raccolta con il fine soprattutto di aumentare il periodo di disponibilità di questo fiore sul mercato. In particolare, dopo aver valutato le caratteristiche quanti-qualitative iniziali con analisi *in vivo* (fluorescenza della clorofilla a, livelli di clorofilla e azoto fogliare) e distruttive (dosaggio di clorofilla a + b, carotenoidi, zuccheri totali, nitrati, fenoli e antociani a livello fogliare), dodici fiori per tesi sono trattati per 24 ore a 4 °C con acqua (controllo), tidiazuron 10 µM (TDZ 10 µM), 1-metilcicloproene 500 ppb (1-MCP), glicerolo 10 mM (Gly 10 mM) e TDZ 10 µM + Gly 10 mM + 1-MCP. Alla fine del trattamento gli steli sono stati conservati a 4 °C in acqua. Dopo quindici giorni, un primo gruppo di fiori è stato conservato in acqua a 20 °C e valutato per le caratteristiche quanti-qualitative a diversi tempi (0, 4, 12 e 14 giorni). Lo stesso procedimento è stato svolto per un secondo gruppo di fiori ad un mese dai trattamenti. Per quanto riguarda la conservazione a 15 giorni, tutti i fiori mostravano leggeri segni di senescenza a partire dal decimo giorno dall'uscita dalla cella refrigerata. I trattamenti con Gly 10 mM e la combinazione dei tre diversi trattamenti (TDZ 10 µM + Gly 10 mM + 1-MCP) hanno permesso di notare potenziali benefici in fase di post-raccolta, mantenendo una migliore qualità del fiore: il 66% e 33% dei fiori, rispettivamente, erano ancora vitali dopo 12 e 14 giorni e negli stessi trattamenti si è registrata anche una minore perdita di peso fresco. Le analisi *in vivo* e i livelli di clorofilla su peonie conservate per 30 giorni, hanno mostrato che tutti i fiori mostravano segni di senescenza a partire dal settimo giorno, solo nei fiori trattati con Gly 10 mM si è riusciti ad ottenere una maggiore conservazione del fiore fino al dodicesimo giorno, in cui il 50% dei fiori trattati aveva ancora una qualità apprezzabile. Tuttavia, un'importante differenza tra la conservazione a 15 giorni e quella a 30 è rappresentata dalla misurazione del diametro dell'infiorescenza: infatti, sebbene i diversi trattamenti non abbiano influito su questo parametro, l'apertura del fiore, e quindi il suo completo sviluppo, era fortemente inibita dopo 30 giorni di conservazione a 4 °C. Questo potrebbe rappresentare un ulteriore importante risultato nella scelta dei tempi di conservazione della peonia.

Parole chiave: *Paeonia lactiflora* L., 1-MCP, qualità, glicerolo, senescenza, tidiazuron

Profilo metabolico nei petali di *Hibiscus rosa-sinensis* L. durante la senescenza

Alice Trivellini¹, Antonio Ferrante^{2*}, Daniela Romano¹, Anna Mensuali³

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania

²Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano

³Centro di Ricerca in Produzioni Vegetali, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa

* antonio.ferrante@unimi.it

La senescenza è l'ultimo stadio di sviluppo che porta alla morte una cellula, un tessuto, un organo e/o l'intero organismo. Nonostante sia considerata un processo distinto, in realtà è di fatto parte di un continuum del normale sviluppo degli organi vegetali. Nel caso dei fiori, il processo di senescenza è irreversibile, finemente programmato e regolato da segnali endogeni. L'impatto principale dei vari cambiamenti fisiologici e metabolici risultanti dai programmi di senescenza del fiore è la modulazione delle relazioni *source-sink* tra i suoi tessuti in seguito all'impollinazione, che porta a un graduale riarrangiamento metabolico in questo organo riproduttivo.

Nonostante i progressi ottenuti negli ultimi decenni nella comprensione generale della regolazione trascrizionale della senescenza fiorale, lo studio del metabolismo dei fiori durante il loro sviluppo, invecchiamento e morte (e.g. promozione dell'interazione pianta-impollinatore, ordinata rimobilizzazione delle risorse metaboliche verso organi in attiva crescita, ecc.) risulta ancora poco studiato.

In questa indagine, è stata utilizzata un'importante specie ornamentale (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), i cui fiori rappresentano un ottimo modello per studi di senescenza fiorale; questo processo, infatti, è rapido e prevedibile, e facilmente identificabile con l'avvolgimento dei petali su sé stessi e il loro successivo appassimento. Per approfondire le basi metaboliche che regolano questo processo è stato eseguito un approccio metabolomico *untargeted* mediante "Ultrahigh Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectroscopy" (UPLC-MS/MS) e la piattaforma Metabolon HD4 presso i laboratori della società Metabolon di Potsdam (Germania), impiegando petali di fiori aperti e fiori senescenti di *H. rosa-sinensis*.

La composizione del profilo metabolico del fiore ha rivelato un totale di 370 composti di identità nota, appartenenti a diverse categorie funzionali secondo le classificazioni KEGG, PubChem e PMN. L'analisi del profilo metabolico ha consentito di individuare un totale di 285 metaboliti differenzialmente espressi tra gli stadi di sviluppo considerati (petali senescenti vs petali maturi), tra i quali 172 sono risultati sovra-regolati mentre 113 sotto-regolati. In dettaglio, la senescenza nei petali di ibisco ha evidenziato livelli significativamente elevati di molti lipidi, comprese diverse classi di molecole segnale, nonché molti intermedi di carboidrati che potrebbero derivare dalla degradazione della parete cellulare. Tra i metaboliti secondari, anche diversi flavonoidi agliconi e benzenoidi hanno mostrato contenuti significativamente maggiori nel tessuto senescente.

In conclusione, i risultati ottenuti hanno consentito di caratterizzare la risposta metabolica tessuto-specifica del fiore individuando i metaboliti differenzialmente regolati nei petali senescenti e maturi di *H. rosa-sinensis* e al contempo delucidare il "network" metabolico alla base del processo di senescenza.

Parole chiave: senescenza, fiore, metaboliti, relazioni 'source-sink', UPLC-MS/MS

Prove sperimentali di lunga conservazione in atmosfera controllata in alta CO₂ di uva da tavola “Autumn Crisp” biologica

Maria Luisa Amodio, Maria Lucia Valeria De Chiara, Danial Fatchurrahman, Giancarlo Colelli*
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali, e Ingegneria, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy

* giancarlo.colelli@unifg.it

I maggiori problemi in fase di lunga conservazione dell’uva da tavola sono legati all’imbrunimento del rachide per fenomeni di senescenza e/o di disidratazione, ed all’insorgenza di muffe e marciumi ad opera di agenti fungini. Nel caso del prodotto ottenuto da tecnica di coltivazione convenzionale si può intervenire efficacemente attraverso l’uso di anidride solforosa che, pur risultando molto efficace, tuttavia comporta la presenza di residui che, anche a livelli inferiori ai termini di legge, possono arrecare fenomeni allergici ai consumatori sensibili. Nel caso dell’uva da tavola biologica, l’uso di anidride solforosa in fase postraccolta non è autorizzato per cui la lunga conservazione appare problematica. Obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare l’effetto di diversi trattamenti con alte concentrazioni di CO₂ sulla qualità organolettica e sensoriale di uva da tavola biologica della varietà “Autumn crisp” per un periodo di conservazione di 60 giorni a 0 ± 0.5 °C. Alcuni trattamenti hanno previsto l’applicazione di miscele gassose al 40 % di CO₂ in aria per 24 ore prima della conservazione in continuo in miscele di aria arricchite con il 10 ed il 30 % di CO₂. Il prodotto sottoposto ai diversi trattamenti è stato confrontato nel corso della conservazione (dopo 0, 20, 40 e 60 giorni) con un campione di controllo non sottoposto al pretrattamento (conservazione in flusso continuo di aria umidificata). Ogni trattamento è stato replicato 3 volte. Ad ogni prelievo sono stati analizzati 6 grappoli per trattamento, sui quali è stato monitorato il colore degli acini, l’aspetto esteriore del grappolo, degli acini, e del rachide, la presenza di muffe e/o marciumi, la forza di distacco degli acini, isolidi solubili, l’acidità titolabile, ed il pH. Alla luce dei risultati ottenuti i trattamenti migliori sono risultati quelli con miscele arricchite al 10 % di anidride carbonica in quanto permettono di mantenere meglio le proprietà qualitative dell’uva e ne permettono la conservazione fino a 2 mesi, limitando in maniera significativa l’insorgenza di muffe e marciumi. Il pretrattamento di 24 ore con 40 % di CO₂ non aggiunge ulteriori effetti benefici sulle caratteristiche organolettiche del prodotto e risulta quindi essere superfluo. Trattamenti con concentrazioni di CO₂ uguali al 30 % provocano invece un peggioramento dell’aspetto esteriore soprattutto in termini di imbrunimento dei rachidi. E’ possibile concludere che la conservazione con miscele al 10 % di CO₂ rappresenta una valida alternativa all’uso dell’anidride solforosa per uva ‘Autumn Crisp’ biologica, ma anche una valida strategia per la lunga conservazione anche del prodotto convenzionale.

Parole chiave: frigoconservazione, anidride carbonica, atmosfera controllata, pre-trattamenti ad alta CO₂, marciumi

Impatto del grado di affilatura dell'organo di taglio sulla qualità e sulla microstruttura di mele tagliate per IV gamma

Alessia Incardona, Antonio Derossi, Maria Luisa Amodio, Giancarlo Colelli*

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali, e Ingegneria, Università di Foggia, Via Napoli 25, 71122 Foggia, Italy

* giancarlo.colelli@unifg.it

I danni meccanici influenzano in modo significativo la qualità e la durata dei prodotti di IV gamma per cui è molto importante conoscere e ridurre tali effetti al fine di avere prodotti di alta qualità, sensoriale e nutrizionale, allo scopo di soddisfare le esigenze dei consumatori. A tal fine, è stato studiato l'impatto dell'entità di danno meccanico procurato dall'utensile di taglio, sulle proprietà fisiche e chimiche di mele "Golden Delicious" anche alla luce dell'analisi della microstruttura dei tessuti adiacenti alla superficie di taglio effettuata con un microtomografo computerizzato a raggi X (microTC). Le mele sono state tagliate a fette utilizzando coltelli da cucina a 4 livelli di affilatura (DoS), definiti come DoS1, DoS2, DoS3 e DoS4 (con grado di affilatura decrescente). L'analisi dei parametri di colore su un periodo di conservazione di 15 giorni a 5 °C ha indicato che le mele affettate con DoS1 presentavano il minor grado di imbrunimento caratterizzato da un valore L^* più elevato unitamente a minori variazioni del valore a^* . Il maggior grado di imbrunimento è stato invece osservato nel caso delle fette tagliate con coltello con DoS4, con il valore L^* significativamente più basso e la più alta variazione dei valori della componente rossa (valore a^*). La micro-TC ha rivelato che nel caso di taglio con utensile a DoS1 solo i pochi strati vicini alla effettiva superficie di taglio hanno dimostrato danni (anche se con porosità inferiore al 20%), mentre per i campioni tagliati con coltello a DoS4, tutti gli strati osservati, anche lontani dalla superficie effettiva di taglio, hanno mostrato danni. Gli altri trattamenti hanno mostrato un comportamento intermedio. Dallo studio si può concludere che la qualità del prodotto di IV gamma è legata al grado di danneggiamento della sua microstruttura interna come confermato dall'analisi al micro-TC, suggerendo che la profondità degli strati di cellule interessate al danno sia il principale fattore che influenza la qualità, specialmente quando viene utilizzato un organo di taglio poco affilato.

Parole chiave: taglio, affilatura, danni meccanici, microtomografia a raggi X, qualità, imbrunimento

Proprietà ottiche e qualità di pere ‘Abate Fetel’ in conservazione

Maristella Vanoli^{1*}, Marina Buccheri¹, Giovanna Cortellino¹, Rosita Caramanico¹, Fabio Lovati¹, Pietro Levoni², Lorenzo Spinelli³, Alessandro Torricelli^{2,3}

¹CREA Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Milano

²Politecnico di Milano, Dipartimento di Fisica, Milano

³Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, CNR-IFN, Milano

* maristella.vanoli@crea.gov.it

Le proprietà ottiche (assorbimento e diffusione) possono essere utilizzate per la valutazione non distruttiva della qualità dei prodotti ortofrutticoli. L'utilizzo di misure spettroscopiche alla raccolta consente di creare batch di frutti omogenei per grado di maturazione indirizzando in modo più appropriato la vendita del prodotto e modulando le condizioni di conservazione (durata, atmosfera, temperatura) in modo da limitare al massimo gli scarti. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di studiare le proprietà ottiche di pere ‘Abate Fetel’ IGP del Mantovano in relazione alle caratteristiche qualitative durante la conservazione. 720 pere raccolte a maturazione commerciale presso la cooperativa mantovana OP CORMA, sono state misurate con TRS (spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo) per il coefficiente di assorbimento a 670 nm ($\mu_a 670$), classificate in base al $\mu_a 670$ decrescente in poco, medio e molto mature, randomizzate in 12 campioni che sono stati trattati con 1-MCP. Le pere sono state conservate a -1°C in aria (AN) e in atmosfera controllata (AC: 8-12%O₂+1%CO₂). Dopo 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mesi di conservazione+ 7 giorni di shelf life a 20°C, i frutti sono stati misurati con il TRS a 670, 780 e 940 nm ottenendo i rispettivi coefficienti di assorbimento (μ_a) e di diffusione (μ'_s), e sono stati analizzati per la texture (durezza, gradiente, energia di penetrazione), il colore della buccia (indice I_{AD}), le proprietà organolettiche (solidi solubili, acidità) e gli spazi intercellulari (RISV). L'analisi PCA sui dati TRS e sui dati qualitativi ha permesso di estrarre quattro componenti principali (PC) che spiegano l'81,4% della varianza totale. La PC1 raggruppa $\mu_a 940$ e RISV in opposizione a I_{AD} , texture e acidità (TA); i suoi valori aumentano con la durata della conservazione poiché i frutti inteneriscono, diventano meno acidi e la loro buccia ingiallisce. I valori della PC1 sono più elevati nei frutti conservati in AN e in quelli classificati molto maturi. La PC2 è legata essenzialmente ai coefficienti di diffusione ($\mu'_s 670$, $\mu'_s 780$, $\mu'_s 940$), aumenta fino a 7 mesi di conservazione per diminuire successivamente, e mostra i valori più bassi nei frutti poco maturi. La PC3 contrappone il contenuto in solidi solubili (RSR) ai coefficienti di assorbimento e all' I_{AD} . Assume i valori più alti nei frutti molto maturi e in quelli conservati in AN che mostrano valori di I_{AD} , $\mu_a 670$, $\mu_a 780$ e $\mu_a 940$ più bassi e contenuto in RSR più elevato. La PC4 raggruppa RSR, RISV, $\mu_a 940$ e $\mu_a 780$ in opposizione a I_{AD} , $\mu'_s 670$ e $\mu'_s 780$ e presenta i valori più elevati nei frutti conservati da 6 mesi in poi e in quelli più maturi. I risultati di questo lavoro mostrano che le proprietà ottiche delle pere ‘Abate Fetel’ cambiano in relazione alle condizioni di conservazione rispecchiando le variazioni delle caratteristiche qualitative. Inoltre, il grado di maturazione misurato alla raccolta attraverso il $\mu_a 670$ influisce sulle caratteristiche qualitative dei frutti anche dopo una lunga conservazione.

Parole chiave: spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS), qualità, *Pyrus communis*, maturazione, conservazione, 1-MCP

Analisi della forma delle cellule della polpa in frutti di pero e di melo di varietà siciliane, ai fini della qualità per la IV gamma

Alessio Giuffrida^{1*}, Filippo Ferlito¹, Giuseppina Las Casas¹, Fabio Arcidiacono¹, Daria Costantino¹, Biagio Torrisi¹, Gaetano Distefano², Elisabetta Nicolosi²

¹CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT)

²Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università di Catania, via Valdisavoia 5 95123 Catania

* alessio020594@live.it

Anche nel comparto frutticolo negli ultimi anni, i prodotti di IV gamma, ovvero prodotti confezionati che abbiano subito processi minimi di trasformazione, suscitano particolare interesse da parte del consumatore per il facile e pronto utilizzo. Tali prodotti devono soddisfare requisiti di elevata qualità che riguardano aspetto, gusto, freschezza, proprietà nutrizionali e salubrità. Nell'ambito del germoplasma locale siciliano di pero e melo, si ritiene che si possano individuare delle cultivar i cui caratteri pomologici le rendano particolarmente adatte a tale destinazione. Pertanto, sono state raccolte e analizzate varietà locali etnee di pero e di melo e sono state sottoposte ad analisi pomologiche per descriverne i caratteri qualitativi d'interesse. Per 10 varietà di pero e 4 di melo, alla valutazione delle caratteristiche organolettiche tradizionali (gradi brix, acidità e consistenza), è stata affiancata anche un'analisi istologica che, in funzione della forma e della dimensione delle cellule della polpa, dia indicazioni su un carattere fondamentale per i prodotti di IV gamma ovvero il mantenimento della succosità del frutto durante la conservazione. Le cellule della polpa sono state estratte in maniera non distruttiva ed osservate al microscopio ottico senza l'utilizzo di particolari coloranti, raccogliendo delle immagini da sottoporre a successive analisi. L'utilizzo del software Leica Application Suite (LAS) ha consentito di analizzare le immagini ottenute calcolando l'area ed il perimetro delle singole cellule e, attraverso il rapporto tra le misure di altezza e larghezza, assegnare un indice di rotondità. Precedenti studi condotti su mela, infatti indicano come vi sia una forte correlazione fra resa in succo e frequenza relativa di cellule rotonde, poiché le cellule di forma allungata durante la masticazione tendono a scivolare longitudinalmente senza rompersi e ciò determina un minor rilascio di succo e minore croccantezza al morso. La ricerca ha quindi consentito di investigare un carattere fondamentale per la qualità di un prodotto di IV gamma che potrebbe essere utile per valorizzare genotipi di nicchia di perine estive e di mele dell'Etna, caratterizzate da qualità organolettiche di pregio, destinandole al consumo "ready to use".

Parole chiave: *Pyrus communis*, *Malus domestica*, microscopia, succosità, estrazione cellulare, frutticoltura etnea

Strategie biologiche innovative per la gestione post-raccolta dei frutti di actinidia

Francesco Spinelli*, Fateme Sadeghian, Andrea Strano.

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna – Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL) – Dipartimento di Colture Arboree, Viale Luigi Fanin, 46, 40127 Bologna

* francesco.spinelli3@unibo.it

Actinidia chinensis è una coltura frutticola di relativamente recente introduzione all'interno del panorama agronomico nazionale ed il frutto da essa prodotto, il kiwi, è ad oggi commercializzato con grande successo in tutto il Globo, riscontrando un elevato grado di apprezzamento da parte dei consumatori. Un aspetto di grande criticità è, tuttavia, rappresentato dalla difficile gestione in post raccolta dei frutti, dovuta principalmente a fenomeni deterioranti quali l'eccessivo rammollimento della polpa (*softening*) e a danni da freddo causati dalla prolungata conservazione in ambienti di conservazione refrigerati (*chilling injury*). Tali fattori, nel loro insieme, contribuiscono alla determinazione del fenomeno dello "Storage Breakdown Disorder" (SBD), considerato ad oggi uno dei principali difetti qualitativi riscontrabili nei frutti di actinidia. Al fine di limitare il più possibile le perdite di prodotto causate dal fenomeno sopracitato, e senza ricorrere a trattamenti di natura chimica, spesso onerosi e di difficile impiego, si ritiene possibile far ricorso a trattamenti biologici per ritardare la maturazione dei frutti. A verifica di tale ipotesi, una serie di prove sperimentali sono state messe in atto, al fine di isolare le popolazioni fungine e batteriche naturalmente presenti negli ambienti di coltivazione, nonché studiarne le dinamiche di popolazione all'interno degli spazi preposti alla frigoconservazione della frutta. Tali studi consentiranno di disporre di nuove informazioni, relativamente al comportamento delle popolazioni microbiche, impiegabili per la formulazione di strategie innovative di conservazione della frutta in ottica di post raccolta. Nello specifico, tale attività di ricerca si propone di testare otto differenti ceppi batterici, isolati, coltivati ed in seguito inoculati nei frutti sottoposti a frigoconservazione, e di valutarne il comportamento a diversi intervalli temporali, al fine di valutarne le dinamiche di popolazione e gli eventuali effetti diretti sulla serbevolezza dei frutti di actinidia. I risultati finora ottenuti mostrano come le popolazioni batteriche impiegate siano in grado di alterare il profilo qualitativo della frutta, ciononostante, solo ulteriori indagini, in particolar modo relative all'analisi del metaboloma, saranno in grado di fornire un profilo più dettagliato delle dinamiche biochimiche che partecipano a tale processo.

Parole chiave: *Actinidia chinensis*, *Storage Breakdown Disorder*, SBD, qualità, controllo microbiologico, batteri, innovazione.

Uso della spettroscopia NIR per il rilevamento non distruttivo della vitrescenza in frutti di melo

Marina Buccheri^{1*}, Rosita Caramanico¹, Virginia Ughini², Maristella Vanoli¹

¹CREA - Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, Via Venezian 26, 20133 Milano

²Già Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili-Facoltà di Scienze Agrarie Alimentari ed Ambientali-Università Cattolica S.C., Piacenza

* marina.buccheri@crea.gov.it

La vitrescenza è una fisiopatia che colpisce i frutti di diverse cultivar di melo ed è caratterizzata dalla presenza nella polpa di aree traslucide che possono interessare l'area centrale o anche l'intero frutto. Le mele affette da questa fisiopatia sono difficilmente commerciabili e sono spesso soggette ad imbrunimento interno durante la conservazione. Il rilevamento rapido e non distruttivo della vitrescenza potrebbe, quindi, giocare un ruolo importante per incrementare la qualità e ridurre le perdite post-raccolta. In questo lavoro è stato utilizzato un sistema di spettroscopia NIR portatile (nel range spettrale 900-1680 nm) per la valutazione non distruttiva della vitrescenza, sia alla raccolta che dopo conservazione. Un totale di 550 frutti della cultivar 'Pomella Genovese', provenienti da 3 frutteti della valle Staffora (Pavia) e raccolti in tre differenti epoche sono stati misurati sia alla raccolta che dopo un periodo di conservazione di 5 mesi a 1°C (90% RH) +1 giorno a 20°C. Dopo le misure spettroscopiche i frutti sono stati tagliati per valutare la presenza o meno della fisiopatia. Dopo opportuno pretrattamento (Standard Normal Variate+derivata 1^a Savitzky-Golay), i dati NIR sono stati sottoposti all'analisi delle componenti principali (PCA), estraendo due PC che spiegavano in totale il 99,75% della varianza. I campioni sani hanno presentato valori più elevati lungo la PC1 e valori negativi lungo la PC2 mentre il contrario è stato osservato per i frutti vitrescenti; la separazione fra i campioni non era però completa e vi erano delle aree di sovrapposizione fra le due tesi. E' stata quindi effettuata una classificazione mediante analisi PLS-DA (Partial least squares-discriminant analysis) ottenendo una buona discriminazione fra frutti sani e vitrescenti sia alla raccolta che dopo conservazione. Il CCR (Correct classification rate) del modello era del 91,5% in cross-validazione (CV) con RMSE-CV (root-mean-square error) di 0,3 mentre in predizione il modello ha avuto un CCR del 90% con RMSE-P di 0,3. La spettroscopia NIR e il modello di classificazione PLS-DA utilizzato si sono quindi rivelati un buon sistema di screening per individuare i frutti vitrescenti in modo non distruttivo.

Parole chiave: *Malus domestica* Borkh, conservazione, PLS-DA, PCA

Trattamenti luminosi LED in post-raccolta per migliorare la qualità delle fragole

Farneti, B.², Paucek, I.¹, Khomenko, I.², Frasnetti, E.¹, Pistillo, A.¹, Pennisi, G.¹, Crepaldi, A.³, Giongo, L.², Biasioli, F.², Gianquinto, G.¹, Orsini, F.¹, Spinelli, F.^{1*}

¹ Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, DISTAL – Department of Agricultural and Food Sciences, Bologna, Italy

² Foundation Edmund Mach - Research and Innovation Centre, Via Mach 1, 38010 San Michele all'Adige, Italy.

³ Flytech srl, Via dell'Artigianato, 65, 32016 Alpago, Belluno, Italy

* francesco.spinelli3@unibo.it

Recenti ricerche hanno dimostrato come i trattamenti luminosi applicati tramite lampade LED siano efficaci nel prolungare la conservazione dei prodotti ortofrutticoli, e, allo stesso tempo, nel migliorarne la qualità sensoriale e nutraceutica. La fragola è un frutto non climaterico e pertanto deve essere raccolta quasi completamente matura rendendo complessa la gestione della fase post-raccolta. La presente ricerca ha avuto lo scopo di valutare l'effetto di i trattamenti luminosi, sui cambiamenti fisiologici e qualitativi nelle fragole in maturazione (*Fragaria x ananassa* 'Elsanta'). I frutti sono stati sottoposti, all'inizio della frigoconservazione, ad illuminazione a LED (blu:470 nm, rosso:665 nm, far-red:730 nm con 80 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e UV-A:315-400 nm con 30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Inoltre, i diversi trattamenti sono stati effettuati con irradiazione continua per 48 ore e, intermittente per due giorni (12 ore al giorno). Le fragole conservate al buio sono state utilizzate come controllo. La variazione di peso, il contenuto in zuccheri (SSC), l'acidità titolabile (TA), il colore e concentrazione di antocianine, e l'aroma sono stati monitorati durante la conservazione a $5\pm 1^\circ\text{C}$ per 7 giorni. L'irradiazione intermittente di luci blu e far-red ha influenzato positivamente il rapporto SSC/TA e il contenuto di sostanza secca, mentre l'irradiazione continua con le diverse le illuminazioni a LED ha aumentato di quasi il 20% il contenuto totale di antociani. Inoltre, l'irradiazione continua, soprattutto con LED blu e rossi, ha modificato notevolmente il profilo aromatico della frutta, esaltando la concentrazione dei principali esteri responsabili dell'aroma fruttato della fragola. Visti i risultati promettenti, ricerche future mireranno ad approfondire l'effetto dei trattamenti LED anche sui disordini di post-raccolta e sull'ottimizzazione dei parametri di illuminazione per l'applicazione nel settore ortofrutticolo.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa*, post-harvest, conservazione, antocianine, shelf-life

***Edible coating* a base di idrolato e di olio essenziale di origano per ridurre il decadimento postraccolta in frutti di papaya**

Alessandra Culmone^{1*}, Giulia Mirabile¹, Ilenia Tinebra¹, Marco Michelozzi³, Alessandra Carrubba¹, Maria Grazia Bellardi², Vittorio Farina¹, Gianfranco Romanazzi⁴, Livio Torta¹.

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali – Università degli Studi di Palermo

²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari – Alma Mater Studiorum, Università di Bologna

³Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, CNR, Sesto Fiorentino (FI)

⁴Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali - Università Politecnica delle Marche, Ancona

* alessandra.culmone@unipa.it

È ormai risaputo come le perdite alimentari nel settore del postraccolta, causate dalla presenza e dallo sviluppo di agenti patogeni fungini, possano incidere in maniera prepotente sulle rese economiche dei prodotti frutticoli. Al contempo, risulta sempre più impellente l'esigenza di prendere decisioni sostenibili e consapevoli nei confronti di un Pianeta sempre più minacciato dall'uso indiscriminato di prodotti fitosanitari di sintesi chimica, responsabili di inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo, e di indurre fenomeni di farmaco-resistenza da parte di agenti patogeni infettivi. In questo lavoro abbiamo focalizzato la nostra attenzione sugli effetti dell'utilizzo di *edible coating* a base di prodotti naturali quali l'idrolato e l'olio essenziale di *Origanum vulgare* L. subsp. *viridulum*, per la difesa da infezioni ad eziologia fungina di frutti frigo-conservati di papaya (*Carica papaya* L.), una specie di sempre più ampia diffusione in Sicilia e molto richiesta dai mercati Europei, il cui frutto presenta una elevata suscettibilità ad agenti patogeni in postraccolta. Per la sperimentazione sono stati utilizzati frutti della cultivar *Solo* allo stadio di maturazione commerciale MS3, a cui sono stati applicati due diversi rivestimenti commestibili (EC): il primo a base di *Aloe arborescens* e olio essenziale di *Origanum vulgare* (EC1) e il secondo a base di Idrolato di *O. vulgare* siciliano (EC2). Entrambi i campioni sono stati confrontati con una tesi controllo. Sono stati, inoltre, valutati due metodi differenti per l'applicazione dell'*edible coating*: *spraying* e *brushing*. I frutti sono stati frigoconservati a $5\pm 1^\circ\text{C}$ per 25 giorni mentre i rilievi analitici di laboratorio sono avvenuti giornalmente per verificare l'insorgenza di eventuali infezioni ad eziologia fungina. Alla fine del periodo di osservazione sono state eseguite le analisi chimico-fisiche e l'analisi sensoriale. Dai risultati è emerso che i frutti trattati con EC2 hanno presentato un basso indice di deterioramento in quanto le lesioni ed i segni formati sull'epicarpo sono rimasti, dall'inizio della contaminazione sino al termine della prova stessa, ben circoscritti. Questo lavoro dimostra che per la sua attività antimicotica e antimicrobica, l'idrolato di *O. vulgare* subsp. *Viridulum*, considerato un prodotto di scarto del processo di distillazione, può essere valutato come un'alternativa naturale a prodotti di sintesi per prolungarne la *shelf-life* dei frutti di papaya in post-raccolta.

Parole chiave: *Carica papaya*; *Origanum vulgare*; *edible coating*; film edibili; sostanze naturali

Effetti della disidratazione convettiva e successiva conservazione in atmosfera modificata su frutti di arancia rossa di Sicilia

Pasquale Roppolo*, Roberta Passafiume, Ilenia Tinebra, Vincenzo Guarino, Alessandro Ruggeri, Antonino Pirrone, Raimondo Gaglio, Eristanna Palazzolo, Paolo Inglese, Vittorio Farina.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali – Università degli Studi di Palermo

* pasquale.roppolo@unipa.it

In Italia, la Sicilia è il principale produttore di arance rosse, frutti molto apprezzati non solo per la loro succosità, aromaticità e gusto ma, soprattutto, perché sono una buona fonte di antociani, vitamina C, flavanoni e acidi idrossicinnamici. Le arance sono consumate principalmente come frutto fresco o come trasformati quali succhi, nettari e marmellate. Tra le varie tecniche di lavorazione anche per gli agrumi, ultimamente, si sta diffondendo la disidratazione e, in particolare, quella convettiva ad aria calda. Questa non è vista solo come una tecnica per prolungare la durata di conservazione degli alimenti ma anche come un mezzo per aumentare il valore. La frutta disidratata, infatti, ha una densità energetica totale, di fibre e di nutrienti molto elevata, come risultato della perdita di umidità e aumento di concentrazione degli stessi ed è richiesta nell'alimentazione moderna. Inoltre, gli alimenti disidratati possono essere consumati tutto l'anno e il loro basso contenuto di umidità consente, con l'applicazione delle giuste tecnologie di confezionamento, di conservarli più a lungo rispetto agli alimenti freschi. Obiettivo di questo lavoro è stato quello di studiare gli effetti dell'essiccazione convettiva sulle proprietà fisico-chimiche (perdita di peso, consistenza, colore, *browning index*, *citrus color index*), microbiologiche (batteri mesofili totali, batteri psicotrofi, lieviti, muffe, *Enterobacteriaceae*, *Listeria* spp., *Listeria monocytogenes*), nutraceutiche (composizione minerale e vitaminica), e sensoriali (*consumer test*) di frutti di arancia rossa e della successiva conservazione in *Modified Atmosphere Packaging* (MAP). A tal fine, sono state prese in esame arance rosse delle varietà *Moro*, *Tarocco* e *Sanguinello* coltivate in Sicilia, private del flavedo e dell'albedo, tagliate trasversalmente a fette dello spessore di 0.5 cm, sottoposte ad una temperatura di 70°C per 12 ore e successivamente conservate in MAP al 100% di N₂ per tre mesi. I campioni sono stati sottoposti ai rilievi analitici e sensoriali a cadenza di quindici giorni. I risultati hanno evidenziato una buona propensione dei frutti alla disidratazione in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche, sensoriali e microbiologiche con l'ottenimento di un prodotto innovativo da consumare tal quale o come base per altre preparazioni alimentari.

Parole chiave: arance pigmentate, qualità, essiccazione in corrente di aria calda, MAP, nutraceutica.

Ruolo dell' UVB per la gestione sostenibile post raccolta del mirtillo gigante americano

N. Giuggioli*, A. Varaldo, G. Giacalone, C. Peano

Department of Agricultural, Food and Forest Sciences, University of Turin, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco, Italy

* nicole.giuggioli@unito.it

Il mantenimento delle caratteristiche qualitative ed organolettiche a cui una generica tecnica post raccolta doveva rispondere in passato, oggi è superata da un nuovo approccio, espressione delle potenzialità di alcune tecnologie, come quella che sfrutta la radiazione dei raggi UV. L'innovazione dell'applicazione nei range 280–315 nm per UV-B e 315–400 nm per UV-A, è relativa al fatto che questi trattamenti irradianti versatili, non termici, non chimici, ma *green* promuoverebbero il quantitativo di composti nutraceutici in alcuni frutti. Nel caso del mirtillo gigante americano (*Vaccinium corymbosum* L.), esperienze di utilizzo delle radiazioni UVB sono limitate a recenti sperimentazioni in fase pre raccolta; tuttavia, ci sono studi che dimostrano l'accumulo di antociani anche nelle fasi di conservazione. Obiettivo di questo lavoro è stato in particolare, quello di valutare l'effetto stimolante nei confronti di composti polifenolici di trattamenti UV-B, attraverso un prototipo box a lampade LED su frutti di mirtillo cv. Cargo, allevato in vaso. Il fine ultimo applicativo a livello di filiera è quello di ottenere frutti che non solo presentino caratteristiche organolettiche superiori, ma che siano anche uniformi visivamente. La risposta dell'incremento polifenolico è stato valutato su bacche con epicarpo virato al viola al 100% e 75%, al fine di simulare la raccolta dei mirtilli che può avvenire quando l'epicarpo non è ancora definitivamente viola, e rappresenta una condizione di limitata serbevolezza per i frutti che sono più suscettibili al decadimento qualitativo. I frutti sottoposti ad un irraggiamento pari a 310 nm e 18.58 W/m² con tempi variabili (range da 2 a 30 minuti), sono stati conservati fino ad un massimo di 48 ore a +20°C per poi essere conservati, insieme a campioni testimone (non irraggiati) fino a 6 giorni a +2°C. Alla luce dei risultati preliminari ottenuti si può affermare che le perdite di peso e di consistenza, non risultano essere parametri altamente influenzati dai tempi di trattamento, ma da quelli di adattamento a 20°C. Tempi di irraggiamento tra i 10 e i 15 minuti hanno stimolato positivamente l'accumulo di polifenoli ed antociani totali, responsabili di un viraggio delle bacche al blu più intenso per questi campioni.

Parole chiave: *Vaccinium corymbosum*, UV B, *shelf life*, metaboliti secondari, contenimento microbiologico

Sessione Biotecnologie

Orali

Induzione e caratterizzazione di genotipi tetraploidi di oleandro

Giuseppe Vaia*, Michela Lupo, Valerio Cristofori, Cristian Silvestri

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università della Tuscia, Via San Camillo De Lellis, s.n.c., 01100 – Viterbo

* giuseppe.vaia@unitus.it

L'oleandro (*Nerium oleander* L.) è un arbusto sempreverde termofilo ed eliofilo, con caratteri xerofitici dovuti alla modificazione degli stomi, che conferiscono alla pianta resistenza a lunghi periodi di siccità. Grazie alla sua rusticità è ampiamente utilizzato per scopi ornamentali, e recentemente è ampiamente studiato a scopo farmaceutico.

La poliploidizzazione rappresenta un utile strumento ai fini del miglioramento genetico delle specie vegetali, incluse le piante ornamentali, in quanto spesso gli individui poliploidi, rispetto ai diploidi da cui hanno avuto origine, sono più vigorosi, manifestano fenotipi alterati con fenomeni di gigantismo e, più in generale, ampia variabilità fenotipica, molto ricercata dai breeders.

In questo studio, al fine di creare variabilità fenotipica, sono state condotte prove finalizzate all'induzione della poliploidia in oleandro, trattando i semi con diverse concentrazioni di colchicina (0,05, 0,1 e 0,2 %) per 24 o 48 ore. Dopo il trattamento, i semi sono stati posti a germinare, e sono stati osservati alcuni parametri relativi alla loro germinabilità e alle caratteristiche morfologiche delle piante ottenute. Alcuni individui, selezionati per la diversa morfologia rispetto ai controlli diploidi non trattati, sono stati ulteriormente sottoposti ad indagini per l'accertamento della poliploidizzazione tramite impiego di citometria a flusso, osservazioni sull'anatomia delle foglie e degli stomi, e misurazione di parametri morfologici.

Tali piante hanno mostrato significative differenze rispetto alle piante diploidi, confermando che la poliploidizzazione costituisce un metodo rapido ed efficiente per generare nuova variabilità genetica a scopo ornamentale.

Parole chiave: *Nerium oleander* L., poliploidia, colchicina, orizalina, microscopia elettronica a scansione

Espressione stabile in pianta di dsRNA per resistenza a patogeni fungini mediante organogenesi secondaria da espunti derivanti da embrioni somatici di cultivar di *Vitis vinifera*

Luca Capriotti^{1*}, Angela Ricci¹, Barbara Molesini², Bruno Mezzetti¹, Tiziana Pandolfini², Irene Piunti¹, Silvia Sabbadini¹

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia*

²*Dipartimento di Biotecnologie, Università degli Studi di Verona, Verona, Italia*

* l.capriotti@staff.univpm.it

Attraverso il meccanismo dell'RNA interference (RNAi) comune a tutti gli organismi eucarioti, le molecole di RNA a doppio filamento (dsRNA) innescano la degradazione di mRNA complementari o la repressione traslazionale, causando una sotto-regolazione dell'espressione genica. La tecnologia dell'espressione stabile in pianta di sequenze codificanti per dsRNA consente di facilitare i programmi di miglioramento genetico mirati ad aumentare la tolleranza delle piante alle malattie e agli stress abiotici. L'applicazione di questa tecnica necessita di efficienti protocolli di rigenerazione e trasformazione genetica non sempre disponibili per le diverse varietà di vite. Attualmente, la rigenerazione per embriogenesi somatica risulta il processo morfogenico più applicato per la modificazione genetica della vite, non di facile applicazione a tutte le cultivar e basata sulla richiesta di una produzione continua di nuovi calli embriogenici. In questo studio, per la prima volta, si è dimostrata l'elevata efficienza rigenerativa (caulogenesi) di cotiledoni e ipocotili derivanti da embrioni somatici indotti da tessuti fiorali delle cultivar di *Vitis vinifera* 'Ancellotta' e 'Lambrusco Salamino', a confronto con 'Thompson Seedless', considerata come la cultivar di riferimento. La capacità di rigenerare germogli avventizi è risultata più elevata nei cotiledoni che negli ipocotili quando questi espunti sono stati coltivati su due substrati di coltura a base di MS, uno con una combinazione di 4,4 μM di BAP e 0,49 di μM IBA, e l'altro avente 13,2 μM di BAP. Questa efficiente strategia di rigenerazione, che propone una perfetta combinazione di embriogenesi somatica ed organogenesi, è stata applicata con successo per ottenere linee esperimenti costrutti RNAi per il controllo della botrite di diverse varietà di vite. Risultati preliminari hanno confermato la mobilità delle sequenze RNAi *in planta* e la loro efficacia nel controllo della malattia.

Parole chiave: vite, rigenerazione *in vitro*, embriogenesi somatica, organogenesi, trasformazione genetica

Sviluppo di un protocollo di rigenerazione in castagno a supporto del breeding per un rilancio della castanicoltura italiana

Marco Defrancesco*, Paola Negri, Sara Alessandri, Cecilia Domenichini, Leonardo Ferrari, Lorenzo Bergonzoni, Luca Dondini

Department of Agriculture and Food Science, Bologna University, Viale Fanin 44, 40127 Bologna

*e-mail: marco.defrancesco3@studio.unibo.it

Nel contesto italiano *Castanea sativa* Mill. è una specie di elevato interesse economico, riconosciuto nel valore e nella qualità della produzione di frutti e di legname. La domanda di castagne e marroni destinate al consumo fresco e alla trasformazione negli ultimi anni è in crescita, mentre la competitività delle produzioni italiane è in calo. Le ragioni sono da ricercarsi nella stagnazione del livello di innovazione tecnologica ed alla suscettibilità di questa specie a malattie che ne hanno ridotto l'areale di propagazione. Alla luce di queste osservazioni, l'ottimizzazione di un protocollo per la rigenerazione, attraverso la coltura in vitro, permetterebbe l'applicazione in questa specie delle nuove Tecniche di evoluzione assistita (TEA). Tale innovazione, consentirebbe di ridurre i tempi necessari per ottenere cultivar geneticamente migliorate. Con il presente lavoro si intende proporre un protocollo per la rigenerazione di *C. sativa* varietà 'Marrone di Zocca'. Gli espianti fogliari sono stati prelevati da germogli in propagazione in vitro e posti su un terreno idoneo alla rigenerazione. Per la prima volta in *C. sativa* è stata osservata la capacità di rigenerazione da tessuto somatico.

Le rigenerazioni ottenute sono state trasferite su un substrato idoneo alla propagazione dove è stata osservata la crescita ottimale della maggior parte di esse.

Parole chiave: *Castanea sativa*, competitività, propagazione, innovazione, coltura *in vitro*.

Approcci genomici e trascrittomici per lo studio dell'autoincompatibilità in clementine

Bennici Stefania^{1*}, Poles Lara¹, Di Guardo Mario¹, Percival-Alwyn Lawrence³, Licciardello Concetta², Distefano Gaetano, Salonia Fabrizio, Caccamo Mario³, Gentile Alessandra¹, La Malfa Stefano¹

¹Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) - Università di Catania, Catania

²Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA), Acireale (CT)

³NIAB, Cambridge (UK)

* stefania.bennici@unict.it

L'apirenia è uno dei caratteri che maggiormente influenza il valore economico dei mandarini e mandarino-simili. Il clementine (*Citrus x clementina* Hort. ex Tan) è rappresentato, per lo più, da un gruppo di varietà autoincompatibili, questo carattere, in combinazione con la partenocarpia, porta allo sviluppo di frutti apireni, specialmente nei casi in cui la presenza di polline sessualmente compatibile è ostacolata dalla realizzazione di impianti in blocchi isolati.

Lo studio si prefigge la caratterizzazione genomica e trascrittomica del clementine 'Comune' (autoincompatibile) e del suo mutante naturale 'Monreal' (autocompatibile). Al fine di caratterizzare le differenze genetiche fra i due campioni in analisi, il genoma di 'Monreal' è stato assemblato combinando le sequenze ottenute con piattaforma Illumina PE-150 (100X) e Oxford Nanopore Technology (ONT, 30X). Il genoma, il primo diploide di clementine, è lungo 380 Mb, le analisi Busco hanno evidenziato l'elevata qualità dell'assembly (geni completi: 98.1%). La disponibilità delle sequenze degli alleli S in altre specie di agrumi, ha consentito il disegno di primer sulla seconda e terza regione conservata degli alleli S. Il sequenziamento degli ampliconi ed il successivo allineamento sul genoma di 'Monreal' ha permesso di definire il genotipo S (allele S₇ e allele S₁₁).

Studi precedenti hanno messo in evidenza come la regolazione del meccanismo di autoincompatibilità in clementine, sia a carico dell'organo riproduttivo femminile. Alla luce di ciò, l'RNA totale dei pistilli dei fiori vergini (24 ore post-antesi) è stato estratto e utilizzato per un'analisi RNAseq volta all'identificazione di geni differenzialmente espressi (DEG) tra le due varietà.

Confrontando i dati di espressione delle S-RNasi è possibile rilevare come non ci siano differenze nell'espressione dell'allele S₁₁. Al contrario, l'espressione dell'allele S₇ non è stata osservata in 'Monreal' e ciò è probabilmente alla base della perdita del carattere di autoincompatibilità, così come riscontrato in altre specie di agrumi.

L'allineamento delle reads ottenute dall'RNAseq sul genoma annotato di clementine 'Comune' ha portato all'identificazione di 7.781 geni caratterizzati dalla presenza di almeno un polimorfismo; molte delle mutazioni identificate si localizzano nello scaffold 7 (contenente il locus S), suggerendo il loro coinvolgimento nella regolazione dei pathway specifici legati all'autoincompatibilità.

L'integrazione di diverse tecniche omiche ha consentito di porre solide basi nella comprensione del meccanismo di autoincompatibilità in clementine. Il coinvolgimento dell'allele S₇ e degli altri geni candidati identificati dovrà essere ulteriormente suffragato mediante validazione funzionale ma permette sin d'ora di chiarire alcuni aspetti chiave del meccanismo di sterilità in agrumi.

Parole chiave: Genome assembly, RNA-seq, agrumi, locus S, apirenia

Intragenic approach for remontant strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)

Victoria Sùnico ^{2*}, Silvia Sabbadini ¹, Amelia Gaston ³, Beatrice Denoyes ³, José L. Caballero ², Kevin Folta ⁴, Ignazio Verde ⁵, Bruno Mezzetti¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

² Dpto. Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Córdoba, Spain

³ INRAE, UMR Fruit Biology and Pathology, Bordeaux, France

⁴ Horticultural Sciences Department, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA

⁵ CREA Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura

* b12susam@uco.es

The development of commercial octoploid cultivars with perpetual flowering (PF) character and high quality remains an important goal in the breeding of this crop, but this milestone is not easy to achieve with standard hybridization, and the genetic control behind PF is still under study. *Flowering locus T2* of *F. vesca* (*FveFT2*) has been recently validated as the nonphotoperiodic florigen, which allows short-day flowering when overexpressed in both diploid and octoploid varieties, acting as a long-distance floral signal in strawberry (Gaston et al., 2021).

The advancement of “new breeding techniques” has led to the development of strategies that allow the genetic improvement of plants through techniques that do not involve the use of foreign genetic material, like genes of bacterial or viral origin, to meet public acceptance and less restrictive regulation procedures. In this study *FveFT2* gene was inserted into three new intragenic constructs composed of regulatory regions and selection/reporter genes isolated from *Fragaria x ananassa*, or of plant origin. In vitro leaves of the junebearing strawberry cultivars Romina and Sveva (*Fragaria x ananassa*) were used as initial explants for *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation assays. One of the three constructs, which also encodes for the *EPSPs* gene of the octoploid strawberry as selectable marker, providing greater resistance to the herbicide glyphosate, has favoured the regeneration and proliferation of several positive lines to preliminary PCR analysis. The other two constructs, which lack a selection gene in the T-DNA sequence, only led to the regeneration of chimeric or not transformed shoots, highlighting the difficulty in obtaining cisgenic/intragenic lines through these kinds of systems.

The confirmed lines transformed with the construct *FveFt2::FaEPSPs* will be phenotypically characterized to confirm the acquisition of the PF character. This result will pave the way for future studies to transfer this strategy to other junebearing octoploid strawberry varieties of commercial interest, and to obtain plants with a lower impact in terms of biosafety and with greater public approval.

Parole chiave: flowering locus t, new breeding techniques, Cisgenesis, Intragenesis

Sviluppo di nuove biotecnologie per il miglioramento genetico di specie arboree a frutta a guscio

Vera Pavese^{1*}, Andrea Moglia¹, Silvia Abbà¹, Anna Maria Milani¹, Elena Corredoira², Maria Teresa Martínez², Cristian Silvestri³, Daniela Torello Marinoni¹, Roberto Botta¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari-DISAF, Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco, 10095 Torino, Italy.

² Misión Biológica de Galicia, Sede de Santiago, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Avd. Vigo, s/n, 15705 Santiago de Compostela, Spain.

³ Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università della Tuscia, Viterbo (VT), Italy

* vera.pavese@unito.it

A causa dell'incremento della popolazione mondiale e al conseguente aumento della richiesta alimentare, è necessario adottare strategie innovative per migliorare la resilienza delle piante ai cambiamenti climatici, aumentando la resa e la qualità delle produzioni.

In questo scenario, il miglioramento genetico tradizionale non è una strategia sufficientemente rapida per le specie arboree, caratterizzate da lunghi cicli biologici e riproduttivi. Per questo, le nuove tecnologie di breeding (NPBTs) e, in particolare, la tecnologia CRISPR/Cas9, rappresentano un'importante risorsa per ottenere piante migliorate in breve tempo.

Dal momento che il castagno ed il nocciolo sono due specie arboree di grande interesse in Italia, il nostro lavoro è stato volto a migliorare le risorse genetiche disponibili per la coltivazione, applicando le NPBTs. La tecnologia CRISPR/Cas9 è stata testata, per la prima volta, su embrioni somatici di castagno utilizzando il gene della *phytoene desaturase* (*pds*), la cui mutazione porta alla comparsa di un fenotipo albino. I risultati hanno mostrato una buona efficienza di editing (~60%) con ottenimento di germogli a fenotipo albino.

La tecnologia CRISPR/Cas9 può essere anche applicata tramite il trasferimento di ribonucleoproteine abbinando la proteina Cas9 e l'RNA guida (gRNA), nell'ottica dell'ottenimento di individui *transgene-free*. Questa tecnica viene applicata su protoplasti, cellule private della parete cellulare.

In castagno sono stati isolati protoplasti (resa 4.500.000 protoplasti/mL, vitalità del 91%) ottenuti a partire da calli embriogenici di *C. sativa* digeriti utilizzando una soluzione enzimatica contenente l'1% Cellulasi e 0,5% Macerozyme. In nocciolo, i protoplasti sono stati ottenuti da calli somatici, originati da *thin layers* di foglie della cultivar 'Tonda Gentile Trilobata' posti su terreno contenente 2 mg/L di acido 2,4-diclorofenossiacetico (2,4D) e 0,2 mg/L benzilaminopurina (BAP). I protoplasti sono stati isolati con una resa di 640.000 cellule/mL utilizzando una soluzione enzimatica contenente il 2% di Cellulasi, 0,5% Macerozyme e 1% Pectinasi. La capacità di trasfezione è stata confermata utilizzando un plasmide contenente il gene marker della GFP (Green Fluorescence Protein).

I protoplasti di castagno sono stati inoltre trasfettati con un complesso ribonucleoproteico contenente un gRNA disegnato per silenziare il gene *pds*. I risultati hanno mostrato un'efficienza di editing compresa tra il 15 e il 20%, comparabile con i dati disponibili in letteratura. Per il nocciolo è in corso la trasfezione dei protoplasti mirata a silenziare il gene *terminal flower 1* (*tf11*), la cui mutazione dovrebbe condurre a una fioritura precoce *in vitro*, carattere interessante nell'ottica dello sviluppo di programmi di miglioramento genetico.

Parole chiave: nocciolo, castagno, NPBT, CRISPR/Cas9, protoplasti, *gene editing*.

Smart Oral Communications

Generating new cultivar by Inter-specific crossing of the commercial strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) and wild germplasm (*Fragaria virginiana*) with increased nutritional quality

Rohullah Qaderi*, Luca Mazzoni, Franco Capocasa, Giammarco Giovanetti, Davide Raffaelli, Valeria Pergolotti, Bruno Mezzetti

Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences – Marche Polytechnic University, Ancona

* r.qaderi@pm.univpm.it

The effect of genotypes on fruit quality of strawberries is well known. In fact, the level of antioxidants and the total antioxidant capacity in strawberry extracts from whole fruits vary considerably among genotypes. Many strawberry (*F. × ananassa* Duch.) breeding programs, including from Marche Polytechnic University, focus on increasing plant resilience and fruit nutritional quality. The octoploid *F. virginiana* species is a very important source of genes for increasing disease resistance, fruit quality, and bioactive compounds, in particular vitamins and polyphenols. Inter-specific crossing of the commercial *F. × ananassa* with wild species broadened the gene pool to obtain new pre-breeding material with improved plant and fruit characteristics. This study performed different backcross generations between *F. × ananassa* and *F. virginiana* subsp. *glauca* with the aim of identifying the minimum number of generations needed to produce new pre-breeding materials combining standard commercial traits, such as yield, firmness, with plant resilience and fruit nutritional quality. Results demonstrate the high variability in nutritional compounds composition among cultivars and breeding materials, underlying the importance of wild germplasm as a genetic source for increasing fruit nutritional quality through breeding programs. The phenotyping study of the different populations indicated the need of at least 4 backcross generations to obtain new genotypes reaching yield and fruit commercial standards combined with increased plant resilience and fruit nutritional quality.

Parole chiave: antioxidant; polyphenols; breeding; Vitamin C

Strategia RNAi in fragola ottoploide per indurre resistenza a *Drosophila suzukii*

Silvia Sabbadini^{1*}, Bruno Mezzetti¹, Alice Ciofini², Francesca Negrini², Elena Baraldi², Kristof de Schutter³, Nji Tizi Clauvis Taning³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia

²Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, DISTAL Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

³Department of Plants and Crops, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium

* s.sabbadini@staff.univpm.it

Drosophila suzukii Marsumura, è originaria del Sud-Est Asiatico, ma negli ultimi anni sta emergendo come polifago invasivo di varie specie, inclusa la fragola, anche nei paesi occidentali, causando una riduzione della resa in frutti fino all'80% durante il primo anno d'invasione. *D. suzukii* ha la capacità di penetrare la superficie di frutti sani e in fase di maturazione, depositando nel loro interno le uova, che una volta sviluppatasi in larve si nutrono della polpa del frutto. Negli ultimi anni, un meccanismo di difesa naturale conosciuto come RNA interferente (RNAi), evolutivamente conservato anche nelle piante, si è dimostrato utile per essere sfruttato per applicazioni biotecnologiche in grado di aumentare la tolleranza di diverse specie vegetali all'attacco di patogeni e insetti. Esso è attivato dalla produzione di molecole di RNA a doppio filamento (dsRNA), che possono essere prodotte stabilmente in pianta tramite l'espressione di costrutti a forcina (*hairpin*) nell'ospite, aventi come target sequenze geniche specifiche con funzioni vitali nel patogeno/insetto. In un recente lavoro, molecole di dsRNA disegnate contro diversi geni vitali di *D. suzukii*, hanno dimostrato l'attivazione del meccanismo RNAi contro i sia in esemplari adulti, tramite micro-iniezione, sia in larve nutrite con una dieta comprendente tali molecole (Taning et al., 2016). Sulla base di questi risultati preliminari, un costrutto RNAi chimerico, avente come target tre diversi geni essenziali per *D. suzukii*, è stato inserito in *Agrobacterium tumefaciens* ceppo LBA4404, utilizzato per la trasformazione genetica di un genotipo rifiorante di *Fragaria x ananassa*, utilizzando 200 foglie in vitro come espianto di partenza. Dopo circa nove mesi dall'inizio della prova, dieci linee indipendenti sono state selezionate e confermate per l'espressione del costrutto RNAi tramite analisi PCR e qRT-PCR. Tali linee, dopo una fase di radicazione e ambientamento, sono state poste in serra per la valutazione in ambiente confinato dell'acquisizione di tolleranza/resistenza contro questo insetto, tramite test d'infezione su frutti RNAi.

Parole chiave: *Fragaria x ananassa*, silenziamento genico, *Agrobacterium*, *Drosophila suzukii*

Uscita dalla dormienza: dinamiche trascrittomiche ed epigenetiche in gemme di Cabernet Sauvignon

Valeria De Rosa*, Rachele Falchi, Fiamma Bunello, Emanuele De Paoli, Giannina Vizzotto

Università degli Studi di Udine – Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali – Via delle Scienze 206, Udine

* valeria.derosa@uniud.it

Il cambiamento climatico pone numerose sfide alla viticoltura moderna, tra le quali un rilevante avanzamento dello sviluppo fenologico imputabile al riscaldamento globale. Ciò richiede un adattamento delle attuali varietà per consentire il mantenimento della produzione vitivinicola tradizionale, o la selezione di nuove cultivar più adatte alle nuove condizioni climatiche. Alla base di questi approcci vi è comunque la necessità di conoscere quali siano i meccanismi che regolano il passaggio tra le diverse fasi fenologiche. L'uscita dalla dormienza e il germogliamento delle gemme sono profondamente influenzati dalla temperatura, ma rimangono poco caratterizzati dal punto di vista molecolare. Al fine di indagare questi aspetti, piante in vaso di Cabernet Sauvignon sono state sottoposte a condizioni controllate per indurre lo sviluppo fenologico dallo stadio di gemma invernale fino al germogliamento. Dopo una prima fase in condizioni di campo, nell'autunno 2020, e l'esposizione a 4°C per garantire il soddisfacimento del fabbisogno di freddo, le piante sono state spostate a 15 ± 2°C per promuoverne lo sviluppo vegetativo. Pool di gemme sono stati campionati regolarmente al progredire di acclimatazione e deacclimatazione al freddo e monitorate tramite analisi termica differenziale (DTA). Il sequenziamento dell'RNA totale è stato impiegato per analizzare il panorama trascrittomico delle gemme in tre tempi selezionati, corrispondenti ad acclimatazione al freddo, dormienza profonda e deacclimatazione. L'analisi del metiloma delle stesse gemme ha permesso di studiare gli andamenti della metilazione del DNA. I risultati dell'RNA-seq hanno evidenziato l'induzione in fase di deacclimatazione al freddo di numerosi geni legati al ciclo cellulare e alla replicazione del DNA, oltre che a diversi componenti dei principali pathway di regolazione epigenetica legati a metilazione *de novo* del DNA e demetilazione attiva. L'analisi del metiloma ha evidenziato una tendenziale riduzione dei livelli di metilazione di geni ed elementi trasponibili (TEs) durante la deacclimatazione, con modulazioni più fini nei diversi contesti di sequenza. Ulteriori analisi sono in corso per valutare la presenza di regolazione a livello di loci specifici e di un eventuale ruolo della riprogrammazione epigenetica nelle fasi che precedono il germogliamento.

Parole chiave: Vite, germogliamento, cambiamento climatico, RNA-seq, metilazione del DNA

Analisi del tasso di degradazione dell'acido malico nelle uve per identificare i vitigni più performanti nel mantenere adeguati livelli di acidità titolabile alla vendemmia

Tommaso Frioni^{1*}, Riccardo Collivasone¹, Paolo Sabbatini², Stefano Poni¹

¹Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza.

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Torino.

* tommaso.frioni@unicatt.it

In viticoltura, una delle principali problematiche connesse all'aumento delle temperature è la difficoltà nell'ottenere alla vendemmia uve con un accettabile livello di acidità titolabile (TA), specie per alcune tipologie enologiche. L'anticipo dell'invaiaatura e l'aumento delle temperature diurne e notturne favoriscono la respirazione dell'acido malico, rendendo assai complicato ottenere adeguati livelli di TA in corrispondenza dell'ottimale concentrazione in zucchero o aromi. Tuttavia, al netto di differenze ambientali, uno stretto controllo genetico sulla concentrazione in acido malico alla vendemmia è ben noto, e per tale motivo, molti distretti vitivinicoli stanno valutando la possibilità di ampliare la piattaforma varietale a loro disposizione, reintroducendo vitigni a maturazione tardiva. Identificare un vitigno capace di mantenere alti livelli di TA compatibilmente ad altri parametri tecnologici, può però non essere così semplice. Un vitigno con semplice invaiatura o maturazione tardiva, può non risolvere il problema, in quanto il rapporto tra zuccheri (TSS) e TA può rimanere invariato.

Nel presente lavoro, la concentrazione in TSS, TA e acido malico nelle uve da pre-invaiaatura a maturazione di 7 vitigni autoctoni maggiori e minori dei colli piacentini (Ortrugo, Barbesino, Bervedino, Lisora, Santa Maria, Molinelli, Melara) è stata analizzata per quattro anni consecutivi in una collezione varietale, mediante campionamenti eseguiti settimanalmente. Alla vendemmia è stata caratterizzata la produttività unitaria, la fertilità del germoglio e la compattezza del grappolo. L'obiettivo del lavoro è quello di identificare i parametri chiave in grado di descrivere l'attitudine di un vitigno nel mantenere buoni livelli di TA in relazione agli altri parametri tecnologici.

In tutti gli anni in prova, Barbesino, Santa Maria e Molinelli hanno esibito una maggiore TA alla vendemmia rispetto a Ortrugo e Bervedino, con Lisora e Melara in posizione intermedia. In particolare, Barbesino ha dimostrato la più alta concentrazione in acido malico in pre-invaiaatura, mentre Ortrugo ha presentato la concentrazione in acido malico inferiore (-4,3 g/L rispetto a Barbesino). Tale differenza si è mantenuta costante fino alla vendemmia, quando Ortrugo ha presentato una concentrazione in acido malico delle uve di 0,21 g/L, mentre Barbesino aveva una concentrazione di acido malico di 1,48 g/L. Melara e Santa Maria, nonostante avessero livelli di acidità titolabile nelle uve in pre-invaiaatura comparabili a quelli di Barbesino, hanno presentato una differente TA e acido malico alla vendemmia. Contrariamente a quanto ipotizzabile, Ortrugo ha presentato un tasso di degradazione dell'acido malico inferiore a Barbesino per tutto l'arco della maturazione. Tuttavia, correlando il tasso di degradazione dell'acido malico e la concentrazione istantanea di acido malico, emerge come in corrispondenza di valori di acido malico inferiori a 9 g/L Barbesino ($R^2= 0.98$) abbia in tutte le stagioni analizzate una velocità di degradazione dell'acido malico inferiore rispetto a Ortrugo ($R^2= 0.98$).

Il lavoro dimostra che esiste uno stretto controllo genetico sul tasso di degradazione di acido malico a differenti livelli della sua concentrazione, e che la valutazione del ritmo di degradazione dell'acido malico da parte di un genotipo deve tener conto dell'abbondanza del substrato, altrimenti tale parametro rischia di risultare fuorviante. I genotipi che hanno presentato bassi tassi di degradazione dell'acido malico quando questo risultava <9g/L sono quelli che sono stati dimostrati in grado di mantenere una maggiore TA alla vendemmia in tutti gli anni, indipendente dai tassi esibiti quando l'acido malico era >9g/L. Tale parametro può essere utilizzato in vari areali vitivinicoli al fine di determinare i vitigni più performanti nel mantenere buoni livelli di TA, o per attività di breeding e/o phenotyping.

Parole chiave: *Vitis vinifera L.*; maturazione, acidità titolabile, acido malico, invaiatura.

Studio di associazione tra il profilo genetico molecolare e la componente aromatica in mandorle fresche e tostate

Mario Di Guardo¹, Brian Farneti², Iulia Khomenko², Leonardo Luca¹, Giulia Modica¹, Giuseppe Cannizaro¹, Luca Bianco², Michela Troggio², Francesco Sottile³, Stefano La Malfa¹, Franco Biasioli², Alessandra Gentile¹, Gaetano Distefano^{1*}

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

² Centro di Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Trento

³ Dipartimento di Architettura, University of Palermo, Viale delle Scienze, Ed. 14 90128 Palermo

* gaetano.distefano@unict.it

Il mandorlo (*Prunus dulcis* Mill.) è una specie particolarmente apprezzata per il valore nutraceutico e per il profilo aromatico dei semi. Per identificare il meccanismo genetico che regola la sintesi degli aromi, è stata caratterizzata geneticamente una collezione di 106 genotipi costituita da varietà italiane e straniere e da accessioni siciliane, utilizzando l'array SNP AxiomTM70K Almond. Le mandorle degli stessi individui sono state analizzate, per due anni consecutivi, per la produzione di composti organici volatili (VOC) utilizzando un Proton Transfer Reaction - Time of Flight- Mass Spectrometry (PTR-ToF-MS). La definizione del profilo aromatico delle diverse varietà di mandorlo è stata effettuata su mandorle fresche e tostate consentendo il rilevamento di 150 picchi di massa. I risultati hanno evidenziato come i composti solforati, i furani e le aldeidi derivate dalla degradazione di Strecker, sono aumentati significativamente durante la tostatura, mentre gli alcoli e terpeni sono diminuiti. Un totale di 47.394 SNPs sono stati identificati lungo gli 8 cromosomi, con una frequenza di uno SNP ogni 4,4 Kb, e successivamente impiegati per studi genetici di associazione sulla popolazione. L'analisi della struttura ha rilevato stratificazioni genetiche significative per $K = 2$ mentre il decadimento del linkage-disequilibrium attraverso il genoma era pari a $r^2 = 0,048$. Lo SNParray AxiomTM70K, impiegato per l'analisi di associazioni genome-wide (GWAS), ha permesso di identificare 149 picchi di massa associati ad almeno un marcatore SNP. L'annotazione *in silico* ha consentito l'identificazione di diversi geni candidati; tre picchi di massa in particolare sono stati caratterizzati da SNP correlati a un gene coinvolto nell'alcool deidrogenasi, che catalizza l'ossidazione e la riduzione di un'ampia varietà di alcoli, aldeidi o chetoni e/o regola la sintesi di esteri attraverso la riduzione delle aldeidi. Lo studio delle regioni genetiche coinvolte nella produzione di diversi VOC rappresenta un passo fondamentale verso la comprensione dei meccanismi di regolazione implicati nella sintesi della componente aromatica della mandorla. L'identificazione di marcatori molecolari associati a questi caratteri è uno strumento utile per la selezione di nuove varietà nei programmi di miglioramento genetico assistito.

Parole chiave: *Prunus dulcis*; VOC; GWAS; SNParray

Genomica, metabolomica e fenologia del germoplasma di ciliegio autoctono del Lazio per una cerasicoltura sostenibile

Ivano Forgiione¹, Gabriele Medori¹, Alexis Marchesini², Federico Sebastiani², Federica Gevi³, Sara Paoletti⁴, Renato Pavia⁴, Immacolata Barbagiovanni⁴, Sara Rinalducci³, Rosario Muleo^{1*}

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Via S. Camillo De Lellis snc, 01100 Viterbo

²Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP), C.N.R., Via Madonna del Piano 10 50019 Sesto Fiorentino (FI)

³Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche. Largo dell'Università 01100 Viterbo.

⁴Agenzia Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio, Via Rodolfo Lanciani 38 - 00162 Roma

* muleo@unitus.it

La Regione Lazio, tramite l'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio (ARSIAL), è stata tra le prime regioni italiane ad attuare programmi di salvaguardia e tutela delle risorse genetiche locali di interesse agrario a rischio di estinzione (LR n. 15/2000). Le varietà sono iscritte al Registro Volontario Regionale, che descrive le risorse genetiche agrarie, conservate *in situ* dagli agricoltori appartenenti alla Rete di Conservazione e Sicurezza, e le relative tecniche colturali ed i riferimenti storici che ne dimostrano l'autoctonia.

Le prime forme di ciliegio coltivato si diffusero in tutta la penisola fin dai tempi dell'antica Grecia e molte varietà, trovando condizioni ambientali favorevoli, si adattarono al territorio. Tuttavia, l'introduzione di varietà internazionali di ciliegio nel Lazio, con sistemi colturali innovativi, ha determinato erosione genetica e progressiva restrizione del pool genetico. Pertanto, è sorta la necessità di integrare le informazioni morfologiche e carpometriche delle singole varietà con quelle molecolari e biochimiche per rendere disponibile ai produttori conoscenze per migliorare le colture.

Lo studio ha avuto l'obiettivo di acquisire informazioni sul patrimonio genetico del ciliegio dolce (*Prunus avium* L.) e del ciliegio acido/visciolo (*Prunus cerasus* L.) presente nel Lazio. Lo studio della diversità genetica delle due specie è stato condotto mediante array Illumina Infinium® iSelect HD RosBREED CHERRY 15k, per l'analisi dei polimorfismi a singolo nucleotide (SNP). Analisi preliminari dei dati di genotipizzazione hanno evidenziato una netta separazione tra le 115 accessioni del diploide *P. avium* L., e le 26 del tetraploide *P. cerasus* L. In questo contesto saranno presentati i risultati del ciliegio dolce. Nonostante l'area di campionamento fosse limitata alla sola regione Lazio, è stato possibile identificare 68 genotipi diversi di *P. avium*, denotando una ricca biodiversità della specie. Le informazioni acquisite evidenziano relazioni esistenti tra gli individui associati ad una ristretta area geografica. La genotipizzazione distingue accessioni simili fenotipicamente e chiarisce casi di omonimia all'interno delle collezioni, rendendo disponibili risorse per i produttori al fine di favorire una cerasicoltura efficiente e sostenibile. Indagini sui caratteri carpometrici come il grado zuccherino, l'acidità e la resistenza alla compressione hanno rivelato caratteristiche particolari ed esclusive di alcune accessioni. Lo studio del profilo metabolico ha messo in evidenza, in specifiche accessioni, la presenza di composti polifenolici dal potere antiossidante come l'acido neuroclorogenico e la luteolin-7-O-glucuronide.

Parole chiave: Ciliegio, genotipizzazione, SNPs, biodiversità, metaboloma, analisi carpometriche.

Le biotecnologie a supporto del miglioramento genetico del nocciolo (*Corylus avellana* L.)

Andrea Ferrucci^{1*}, Vera Pavese², Silvia Turco¹, Michela Lupo¹, Valerio Cristofori¹, Angelo Mazzaglia¹, Cristian Silvestri¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE). Via San Camillo de Lellis snc, 01100 Viterbo

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA). Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco, 10095 Torino

* andrea.ferrucci@unitus.it

La recente espansione colturale del nocciolo europeo (*Corylus avellana* L.) ha determinato un significativo aumento delle superfici corilicole mondiali, interessando anche l'emisfero australe, che fino a qualche decennio fa era caratterizzato da una marginale presenza di impianti di nocciolo. Nonostante l'aumento delle superfici coltivate, la produzione mondiale è ottenuta dalla coltivazione di una trentina di cultivar, per lo più a vocazionalità sito-specifica. Pertanto, è necessario mettere a punto nuove varietà ad elevata plasticità ambientale in grado di fornire produzioni costanti e di elevata qualità. Vari gruppi di ricerca negli anni hanno sviluppato marcatori molecolari da impiegare nei programmi di miglioramento genetico basati su tecniche di incrocio controllato. Inoltre, il progressivo decremento dei costi di sequenziamento ha permesso l'applicazione delle scienze omiche anche al nocciolo europeo, fornendo ulteriori dettagli circa la genetica di questa specie. Tali informazioni potrebbero essere di supporto all'applicazione di nuove tecniche di evoluzione assistita (TEA), le quali permetterebbero lo sviluppo di varietà con le caratteristiche desiderate in tempi più brevi rispetto al passato. Tuttavia, il loro impiego non può prescindere dalla messa a punto di efficaci protocolli di rigenerazione degli espianti che, ad oggi, sono stati sviluppati esclusivamente per la coltura di tessuti derivati da seme. Un ulteriore aspetto da valorizzare è rappresentato dalla possibilità di coltivare *in vitro* cellule e tessuti di nocciolo per la produzione di metaboliti secondari di interesse terapeutico. L'obiettivo di questo contributo è di consolidare lo stato dell'arte sulle applicazioni biotecnologiche e le tecniche di coltura *in vitro* impiegate per questa specie, descrivendo inoltre i vari studi che nel tempo hanno permesso di individuare le regioni genomiche che controllano caratteri di interesse.

Parole chiave: coltura dei tessuti *in vitro*, scienze omiche, adattabilità ambientale, tecnologie di evoluzione assistita, metaboliti secondari

Analisi QTL multiparentale per l'identificazione di geni di tolleranza a malsecco in limone

Di Guardo Mario^{1*}, Catalano Chiara¹, Troglio Michela², Catara Vittoria¹, Dimaria Giulio¹, Sebastiano Seminara¹, Caruso Marco³, Distefano Gaetano¹, Riccardo Russo³, Silvia di Silvestro³, Carmen Arlotta³, Donata Pietro Paolo³, Giuseppe Russo³, Cortese Martina³, La Malfa Stefano¹, Bianco Luca², Gentile Alessandra¹

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Catania

² Centro di Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Trento

³ Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA), Acireale (CT)

* mario.diguardo@unict.it

Il limone (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) è una delle specie di agrumi più apprezzate e coltivate al mondo grazie, soprattutto, alle caratteristiche qualitative di pregio del frutto. In molti areali del Mediterraneo la coltivazione del limone è resa onerosa dalla presenza del malsecco, una tracheomicosi causata dal fungo *Plenodomus tracheiphilus* che infetta la pianta penetrando attraverso le ferite. Il malsecco assume particolare importanza in Sicilia (principale regione produttrice) alla luce del largo impiego delle varietà appartenenti al gruppo del Femminello, molto suscettibili al patogeno. Pur esistendo fonti di tolleranza genetica (intra e interspecifiche), le indicazioni su geni di tolleranza sono ad oggi molto limitate. Il lavoro si prefigge di analizzare fenotipicamente e geneticamente 3 popolazioni segreganti di limone al fine di identificare marcatori molecolari associati alla tolleranza/suscettibilità alla malattia da utilizzare in piani di selezione assistita. Le popolazioni sono state ottenute incrociando un parentale maschile ricorrente: il Femminello Siracusano '2kr' (suscettibile a malsecco), con parentali femminili tolleranti il malsecco: il *Citrus latipes* (POP1: 127 individui), il *Citrus clementina* (POP2: 123 individui) ed il limone 'Interdonato' (POP3: 122 individui). I test di suscettibilità sono stati condotti sia in ambiente controllato (attraverso inoculazioni artificiali) che in piano campo in aree caratterizzate da elevata pressione selettiva del patogeno. I sintomi sono stati monitorati utilizzando scale empiriche ed attraverso real-time PCR e ripetute per 2 anni. La distribuzione dei sintomi nelle tre popolazioni è di tipo quantitativo con percentuali di piante esenti da sintomi variabili dal 6% (POP1) al 23% (POP3). L'analisi genotipica ha beneficiato del sequenziamento del primo genoma di riferimento di limone (var. Femminello Siracusano) che, attraverso l'integrazione di due piattaforme (Illumina ed Oxford Nanopore) ha consentito un coverage complessivo di 200X. e della relativa annotazione del genoma con i dati di espressione di radice, foglia, fiore e frutto, che ha consentito l'identificazione di 35.020 geni. La genotipizzazione ha utilizzato la *Single-Primer Enrichment Technology* (SPET) ed ha consentito l'identificazione di 49.469 SNPs. L'analisi di associazione genotipo-fenotipo ha evidenziato la presenza di 3 QTL localizzati sui cromosomi 3, 7 ed 8. La successiva analisi di gene ontology sulle tre regioni ha consentito l'identificazione di geni candidati associati alla risposta a infezioni fungine ed a ferite. Tali geni verranno validati attraverso analisi di espressione e porranno le basi per la messa a punto di piani di selezione assistita da marcatori volti all'ottenimento di varietà di limone che coniughino a caratteristiche agronomiche di pregio, tolleranza a mal secco.

Parole chiave: *Citrus limon*, SNP, analisi QTL, *Plenodomus tracheiphilus*

Mappatura QTL per la resistenza al cancro batterico indotto da *Pseudomonas syringae* pv. *Actinidiae* (PSA) in una popolazione di incrocio inter-specifico tetraploide

Gloria De Mori*, Fabio Marroni, Paolo Ermacora, Marta Martini, Guido Cipriani

Dipartimento di Scienze Agroalimentari, ambientali e animali (Di4A), Università di Udine, via delle Scienze 206, 33100, Udine

* gloria.demori@uniud.it

Il kiwi è una delle colture frutticole di più recente domesticazione. A partire dalla nativa Cina meridionale, il kiwi è stato introdotto in Nuova Zelanda dove è stato ampiamente coltivato dalla metà del XX secolo. Ad oggi, Cina, Nuova Zelanda, Italia, Cile e Grecia risultano essere i maggiori produttori di questa coltura frutticola producendo in totale non meno del 75-80% della resa annuale mondiale di kiwi commerciali. L'attività di miglioramento genetico del kiwi (*Actinidia* spp.) è stata per molti anni focalizzata sull'individuazione di nuove selezioni con caratteristiche commerciali valide per caratteri fenologici come epoca di fioritura, epoca di raccolta, colore della polpa, conservabilità del frutto, sapore, forma, ecc.. Il kiwi, infatti, risultava una pianta di "semplice" coltivazione, poco esigente e poco suscettibile alle malattie.

Dagli inizi degli anni 2000 in poi, tuttavia, le colture del kiwi sono state interessate dal "cancro batterico", una patologia causata dal batterio *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA) che inizialmente colonizza la superficie della pianta senza causare infezioni significative, ma una volta penetrato all'interno è in grado di colonizzare i vasi floematici e xilematici e causare gravi danni, portando, nei casi di infezione avanzata, alla morte delle piante in pochi mesi.

Questa batteriosi ha quindi provocato gravi perdite economiche in paesi come Italia e Nuova Zelanda, ridimensionando in alcuni casi il panorama varietale mondiale (vedi la scomparsa della coltivazione della cultivar Hort-16A perché molto suscettibile alla malattia). Le malattie batteriche sono notoriamente difficili da controllare essendoci solo pochi prodotti disponibili per il loro controllo. Le azioni intraprese sono per lo più di natura preventiva e di contenimento tempestivo dell'inoculo eliminando le parti colpite. La ricerca perciò si dà come obiettivi nel prossimo futuro, di sviluppare nuove varietà commerciali con ridotta suscettibilità e maggiore resistenza a PSA.

Il genere *Actinidia* racchiude circa 50 specie diverse e tra queste nella sezione delle *Leiocarpae* sono incluse alcune specie che sembrano essere meno sensibili al batterio della PSA. Nello specifico, *A. arguta* potrebbe essere considerata tollerante se non completamente resistente. In questo lavoro, è stata utilizzata una popolazione di incrocio interspecifica ottenuta incrociando il parentale suscettibile 'Soreli' (*A. chinensis* var. *chinensis*) con il parentale tollerante/resistente 'Cornell' (*A. arguta*) che è stata genotipizzata con tecnica *ddRAD sequencing* con il fine di produrre una mappa genetica tetraploide e localizzare il carattere di resistenza a PSA.

Parole chiave: *Actinidia* spp, poliploidi, MAS (*Marker Assisted Selection*), SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*)

Cultivar di fico come fonte di varianti alleliche dei regolatori MYB della via dei flavonoidi

Angelina Nunziata*, Giulia Verrilli e Milena Petriccione

CREA – Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerche per l'Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura. Caserta (Italia)

* angelina.nunziata@crea.gov.it

Le risorse genetiche di fico diffuse nella regione mediterranea si differenziano tra loro per molti interessanti tratti agronomici. Tra essi, il colore della buccia ha una importanza strategica per la commercializzazione dei frutti. La dissezione della base genetica che determina il colore finale di un tessuto è molto complessa in quanto la pigmentazione è determinata dal mix di antociani, di flavonoidi e di molti altri pigmenti che si possono accumulare. Le varianti alleliche enzimatiche così come le varianti alleliche dei rispettivi regolatori in ciascuna via metabolica possono determinare il livello finale di ciascun pigmento nel tessuto. Nel fico, in particolare, 8 regolatori MYB di tipo R2R3 erano già stati evidenziati come sotto o sovra espressi in condizione di deprivazione luminosa ed associati alla mancata colorazione esterna dei siconi. Tra questi, FCMYB114 è stato riconosciuto come coinvolto nella regolazione della diidroflavonolo 4-reduttasi (DFR) mediante test di mono-ibridazione in lievito. All'interno di questi 8 regolatori MYB, FCMYB114 e altri due (c29346_g2 e c38069_g3) hanno un uncino all'estremità ammino-terminale che sembra determinare un legame al DNA più efficace e specifico. Esplorando l'agro-biodiversità del Parco Nazionale del Cilento, Vallo di Diano e Alburni, sono state trovate e descritte 3 varianti genetiche per MYB114 e una per c29346_g2. Più in dettaglio, quest'ultima variante è stata evidenziata in condizione omozigote nella cultivar 'Papa' e la sua caratterizzazione ha rivelato che essa è situata proprio sull'uncino di ancoraggio al DNA. Gli effetti potenziali delle varianti riscontrate sono stati delineati attraverso strumenti bioinformatici al fine di programmare gli esperimenti necessari ad evidenziarne la funzionalità. L'indagine ha riguardato anche la ricerca di domini di regolazione endogena nella zona del promotore del gene c29346_g2. La diffusione di dette varianti è stata mappata nelle diverse cultivar analizzate e questo ha consentito di evidenziare la loro natura di varianti alleliche conservate entro la specie. Ulteriori indagini consentiranno di evidenziare i reali effetti delle varianti scoperte nella colorazione di buccia e polpa ma anche gli eventuali loro coinvolgimenti nella produzione e formazione degli acheni.

Parole chiave: risorse genetiche, metabolismo dei flavonoidi, pigmentazione dei frutti

Rigenerazione *in vitro* da foglia, via organogenesi, in varietà ‘Conference’ e ‘Abate Fétel’ e nel portinnesto ‘Farold®87’ di pero

Angela Ricci^{1*}, Bruno Mezzetti¹, Oraiano Navacchi², Silvia Sabbadini¹

¹*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia*

²*Vitroplant Italia, Cesena (FC), Italia*

* angela.ricci@pm.univpm.it

L’ottimizzazione di un protocollo di rigenerazione *in vitro* è considerato prerequisito fondamentale per l’utilizzo di strumenti biotecnologici d’avanguardia per il miglioramento genetico di *P. communis* L. In questo lavoro, è stata sviluppata una strategia di rigenerazione avventizia, via organogenesi, usando foglie *in vitro* di due varietà, ‘Conference’ e ‘Abate Fétel’ e il portinnesto ‘Farold®87’ di pero come materiale di partenza. Con lo scopo di valutare il tasso di rigenerazione di ‘Conference’, ‘Abate Fétel’ e ‘Farold®87’, foglie giovani provenienti da germogli allungati *in vitro* sono state usate come espianti iniziali per l’organogenesi, testando sei diversi terreni di partenza contenenti thidiazuron (TDZ) a concentrazioni crescenti. Dai risultati ottenuti si è osservato che il TDZ fosse più efficiente nell’indurre rigenerazione avventizia quando usato a concentrazioni elevate in tutti e tre i genotipi di pero. In aggiunta, con lo scopo di testare il tasso di rigenerazione di ‘Conference’, ‘Abate Fétel’ e ‘Farold®87’ in prossimi esperimenti di trasformazione genetica mediata da *Agrobacterium*, foglie *in vitro* dei tre genotipi sono state poste nel substrato di rigenerazione risultato migliore nella prima fase sperimentale, con l’aggiunta di diverse concentrazioni di timentina, cefotaxime, carbenicillina e kanamicina. In generale, l’uso degli antibiotici carbenicillina e cefotaxime, usati da soli o in combinazione tra loro, non ha avuto alcun impatto sul tasso di rigenerazione dei tre genotipi, mentre abbiamo osservato che ‘Conference’ è molto più sensibile all’antibiotico di selezione kanamicina rispetto ad ‘Abate Fétel’ e ‘Farold®87’. In conclusione, abbiamo ottimizzato dei protocolli di rigenerazione e selezione che possono essere usati in futuri studi sull’applicazione delle nuove biotecnologie per il miglioramento genetico di varietà e portinnesti di pero.

Parole chiave: antibiotici, germogli avventizi, organogenesi *in vitro*, *Pyrus communis* L., thidiazuron

Graphical Abstracts

Analisi molecolare di ibridi interspecifici di *Actinidia spp.* con anomalie riproduttive

Valeria De Rosa*, Gloria De Mori, Gaia Zappitello, Guido Cipriani

Università degli Studi di Udine – Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali – Via delle Scienze 206, Udine

*e-mail: valeria.derosa@uniud.it

Il breeding del kiwi, di cui l'Italia è uno dei maggiori produttori al mondo, si focalizza sulla ricerca di nuove varietà di interesse commerciale in termini di caratteristiche dei frutti o di resistenza alle malattie. Il genere *Actinidia spp.* include più di cinquanta specie, tutte funzionalmente dioiche, che presentano un'ampia gamma di ploidie, da 2n a 8n. Le molteplici copie del genoma includono un'elevata variabilità allelica, di potenziale interesse. Incroci interspecifici tra specie diverse, anche in termini di ploidia, possono essere utili allo scopo di esplorare queste risorse genetiche e valutarne le possibilità di utilizzo in programmi di breeding. In questo lavoro è stata esaminata la progenie di tre incroci interspecifici di *Actinidia*, eseguiti il primo nel 2004 e i seguenti nel 2015: *A. purpurea* 'A093' × *A. chinensis* 'Belen' (*Actinidia* cross 442, *Ac442*), *A. chinensis* 'Soreli' × *A. arguta* 'Cornell' (*Ac567*) e *A. chinensis* 'Jintao' × mix polline *Ac442* (*Ac565*). Vitalità, fioritura, fertilità del polline e produttività della progenie sono state valutate in campo nella primavera/estate del 2022. L'impollinazione degli individui femminili è stata eseguita manualmente per garantire la formazione di frutti. Al fine di approfondire la regolazione della fioritura a livello molecolare, i regolatori della fioritura *FUL* (*FRUITFULL*) e *FUL-like* sono stati analizzati in individui selezionati delle tre popolazioni. La germinabilità del polline è stata stimata *in vitro*. Nel complesso, tutte le popolazioni hanno registrato mancate fioriture che eccedono il periodo di giovanilità medio del kiwi. Ridotta fertilità del polline e scarsa produzione di frutti sono state rilevate in tutti gli incroci. Di particolare interesse è risultata la popolazione *Ac565*, con totale sterilità del polline *in vitro* e produzione di frutti assente. Le analisi molecolari su *FUL* e *FUL-like* non hanno evidenziato differenze macroscopiche nella lunghezza degli amplificati ottenuti nelle varie popolazioni, suggerendo che le mancate fioriture siano dovute a mutazioni puntuali nelle sequenze regolatrici dei geni e a potenziali anomalie di espressione genica. Il sequenziamento NGS degli ampliconi è attualmente in corso ai fini di uno studio dettagliato della sequenza. In futuro lo studio verrà esteso ad altri geni regolatori della fioritura, quali *SEPALLATA1/3/4*, *APETALA3*, *AGAMOUS* e *PISTILLATA*. Analisi di espressione di tutti i geni sono programmate per evidenziarne eventuali difetti. Infine, l'analisi a livello molecolare del determinante maschile *FRIENDLY BOY* potrà essere utile per chiarire la natura della sterilità del polline ampiamente evidenziata in tutte le popolazioni.

Parole chiave: kiwi, sterilità, fioritura, breeding, NGS

Studi preliminari per la messa a punto di un protocollo per la micropropagazione di *Oenanthe crocata* L.

S. Manca¹, A. Maxia², R. Pilia¹, A.B. Pisanu¹, A. Sirigu¹, D. Spano¹ e A. Repetto^{2*}

¹ *AGRIS SARDEGNA (Agenzia per la Ricerca in Agricoltura) Cagliari Italy*

² *Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente Università degli Studi di Cagliari*

* amrepetto@agrisricerca.it

L'*Oenanthe crocata* è una pianta erbacea perenne appartenente alla famiglia delle Apiaceae, nota come finocchio d'acqua. Essa cresce in maniera esclusiva nei luoghi umidi e paludosi della Sardegna. E' una pianta altamente tossica in quanto contiene principi attivi ad azione neurotossica ed enterotossica, determinando una contrazione dei muscoli facciali e conseguente espressione nota come riso sardonico. Questa azione è dovuta all'oenanthe – tossina, presente soprattutto nei tuberi.

In passato utilizzata come rimedio omeopatico per curare l'epilessia, più di recente si sta diffondendo in campo farmaceutico e cosmetico. Spesso fa parte di preparati per il viso atti a rallentare gli effetti dell'invecchiamento cutaneo.

Presso il laboratorio di Agris è stato effettuato uno studio preliminare per la messa a punto di un protocollo per la sua micropropagazione. Come materiale di partenza sono state utilizzate piccole gemme prelevate da piante raccolte lungo il corso di un fiume le quali, dopo sterilizzazione per 15 minuti in una soluzione di ipoclorito, 2 minuti in alcol al 70% e tre risciacqui in acqua sterile, sono state poste in un idoneo substrato di coltura. Dopo circa 40 giorni sono state ottenute le plantule *in vitro* per le quali si è proceduto al trasferimento in un diverso substrato, al fine di favorire la proliferazione delle gemme ascellari, ottenendo una resa di 2,5. Già in questa fase si sono sviluppati gli apparati radicali, evitando di dover successivamente utilizzare un substrato specifico e saltando quindi una delle fasi della micropropagazione.

Allo stato attuale i risultati possono ritenersi incoraggianti, le piante ottenute mostrano infatti una particolare vigoria e apparati radicali ben sviluppati. A breve si procederà al loro trasferimento alla fase di acclimatazione per proseguire con la ricerca.

Parole chiave: micropropagazione, riso sardonico, neuro tossina.

Incremento della variabilità genetica in *Hydrangea* spp., attraverso lo sviluppo di tecniche *in vitro*: ovule culture

Regina Tomiozzo⁴, Beatrice Nesi^{1*}, Stefano Biricolti², Massimo Gori², Lisetta Ghiselli², Andrea Mansuino³

¹ CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via dei Fiori, 8, 51014 Pescia (PT)

² DAGRI-Università degli Studi di Firenze, Piazzale delle Cascine, 18, 50144 Firenze

³ Azienda Mansuino, Strada Villetta, 42, 18038 Sanremo (IM)

⁴ Federal University of Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Camobi, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 97105-900, Brazil

* beatrice.nesi@crea.gov.it

L'*Hydrangea*, tradizionalmente utilizzata come pianta da giardino e da vaso, sta guadagnando nuovi mercati anche come fiore reciso, sia fresco che secco. Per espandere ulteriormente il suo mercato, necessita ampliare la variabilità genetica, mediante lo sviluppo di nuovi ibridi, attraverso il ricorso all'ibridazione intra e interspecifica. Fattori limitanti per il successo dell'ibridazione sono l'aborto prematuro degli embrioni e la disomogeneità e/o bassa percentuale di germinazione dei semi. Alcune tecniche di coltura *in vitro*, come l'*ovule rescue*, possono essere utilizzate per superare questi limiti ed aumentare l'efficienza dell'ibridazione. L'attività di ricerca su *Hydrangea* spp. viene condotta già da tempo presso il CREA-OF di Pescia, con l'obiettivo di costituire nuovo materiale genetico da destinare al mercato del fiore reciso. È stato possibile ottenere nuovi ibridi sia intra che interspecifici di *Hydrangea*, con caratteri interessanti per il mercato, in fase di valutazione presso aziende italiane ed estere. Le prove hanno riguardato il trasferimento *in vitro* mediante la tecnica dell'*ovule rescue* di alcuni ibridi putativi di *Hydrangea* ottenuti da incroci intraspecifici su due tipi di substrato di coltura. Sono stati successivamente effettuati rilievi riguardanti: tasso di germinabilità, numero delle piante trasferite *in vivo* e alcuni parametri morfologici di sviluppo delle piantine. Il tasso di germinabilità è risultato influenzato dai genotipi utilizzati nelle diverse combinazioni di incrocio evidenziando, in alcuni casi, la scarsa compatibilità tra alcuni di essi; inoltre, il tipo di substrato impiegato ha influenzato lo sviluppo e l'accrescimento delle giovani plantule. La tecnica dell'*ovule rescue*, seppur laboriosa, ha consentito di ottenere per alcune combinazioni di incrocio un elevato numero di giovani piantine e in tempi relativamente brevi. Presso il DAGRI dell'Università di Firenze alcuni genotipi ottenuti e i relativi parentali sono stati sottoposti ad una caratterizzazione genetica con marcatori molecolari SSR, attualmente in fase di valutazione, per verificare l'effettiva natura ibrida del materiale di nuovo ottenimento.

Parole chiave: Ortensia, coltura di ovuli, ibridazione inter ed intraspecifica

Confronto di tre bioreattori per l'applicazione dell'innovativo Sistema ad Immersione Temporanea (TIS) nella coltura *in vitro* di *Myrtus communis*

Carla Benelli*, Marco Di Primio, Waed Tarraf, Anna De Carlo

IBE-CNR, Istituto per la Bioeconomia, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino (FI)

* carla.benelli@ibe.cnr.it_

Il mirto, pianta aromatica ricca di composti bioattivi, presenta molteplici proprietà officinali che trovano ampia applicazione nel settore alimentare, ornamentale e medicinale. Il crescente interesse e il continuo fabbisogno degli oli essenziali estratti da questa pianta rende di particolare interesse l'applicazione di sistemi biotecnologici, quali la coltura *in vitro*, al fine di incrementarne la produzione. Utilizzare le colture *in vitro* per la propagazione massale comporta numerosi vantaggi, tra cui: il controllo delle condizioni ambientali (substrato di proliferazione, condizioni di luce, fotoperiodo e temperatura), l'assenza di interazioni con agenti biotici (le colture sono in condizioni di sterilità), la rapida valutazione delle cultivar/varietà e l'opportunità di propagare in maniera molto efficiente il materiale clonale. In particolare, l'approccio che utilizza i sistemi di coltura in substrato liquido all'interno di bioreattori può offrire importanti opportunità, quali un migliore assorbimento dei nutrienti, la diluizione dei fenoli o altre sostanze dannose prodotte durante la coltura, subcolture più lunghe, riduzione dei costi, della manodopera e dei tempi per ottenere considerevoli quantità di biomassa vegetale uniforme, dalla quale estrarre i principi biologicamente attivi.

Nella presente ricerca è stato utilizzato il Sistema ad Immersione Temporanea (TIS) che si basa sul concetto di limitare i tempi di contatto delle colture con il substrato liquido mediante cicli alternanti di immersione e di asciutto. In particolare, sarà valutata la più alta resa in biomassa confrontando la propagazione in tre diversi bioreattori: Plantform, Setis ed ElecTis. Questi bioreattori presentano diverso volume e funzionalità per realizzare il contatto del materiale vegetale con il substrato liquido per un tempo determinato, il tutto controllato da pompe e da timer. Il bioreattore Plantform (www.plantform.se) è composto da un unico contenitore che ospita sia i germogli che il substrato liquido; quest'ultimo viene portato a contatto con i germogli grazie a pompe dotate di temporizzatore. Inoltre, è presente uno scambio forzato dei gas (etilene e CO₂) per evitarne l'accumulo all'interno del contenitore durante la coltura. Il sistema Setis (<https://setis-systems.be>) presenta due contenitori separati sovrapposti (uno per i germogli e l'altro per il substrato liquido), che permettono una più facile e rapida gestione della coltura. Infine, il sistema ElecTis (www.explanta.com/bioreactor-electis/) è un prototipo composto da un unico contenitore dove i germogli vengono portati a contatto con il substrato liquido senza l'immissione forzata di aria dall'esterno, con un più agevole allestimento delle colture e limitando il rischio di contaminazione.

Durante la coltura del mirto nei diversi bioreattori, la crescita dei germogli tramite l'indice Relative Growth Rate (RGR), il numero dei nuovi germogli formati e lo sviluppo dell'apparato radicale saranno valutati, oltre all'adattamento delle plantule in acclimatazione. I dati rilevati durante la coltura nei diversi bioreattori utilizzati saranno posti a confronto con la coltura *in vitro* su substrato semisolido.

Parole chiave: Bioreattore, Plantform, Setis, ElecTis, coltura liquida.

Descrittori morfologici e marcatori molecolari per l'identificazione di cultivar di fruttiferi tradizionali in *open source*

Angelina Nunziata^{1*}, Maria Tortorella², Thierry Bodhuin², Danilo Cice¹, Elvira Ferrara^{1,3}, Anna Magri^{1,3}, Antonello Prigioniero⁴, Giuseppe Capriolo¹, Antonio De Luca¹, Pietro Rega¹, Milena Petriccione¹

¹CREA – Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerche per l'Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura. Caserta (Italia)

²Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di Ingegneria

³Università della Campania Luigi Vanvitelli, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Biologiche e Farmaceutiche

⁴Università degli Studi del Sannio, Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Benevento (Italia)

* angelina.nunziata@crea.gov.it

Numerosi progetti finanziano la conservazione delle risorse genetiche in tutto il mondo attraverso l'istituzione e la conservazione di campi di collezione *ex situ* più o meno corredati da banche dati di descrizione dei materiali in essi custoditi. I dati descrittivi raccolti ed organizzati costituiscono una importante opportunità per mettere in rete conoscenze e risorse e per meglio stimare e valorizzare la ricchezza del patrimonio genetico delle specie coltivate presente in tutto il mondo. Per facilitare la creazione di una rete di connessioni e scambi realmente efficace, è certamente indispensabile la raccolta di dati relativi a caratteri scelti in base alla facilità ed economicità del rilievo, tali che siano realmente distintivi, uniformi e stabili nel tempo. È altresì indispensabile, inoltre, che detti caratteri siano inseriti in convenzioni globalmente accettate affinché le banche di conservazione in tutto il mondo producano dati omogenei facilmente confrontabili oltre che di facile ed univoco rilevamento. È di fondamentale importanza, infine, che tali descrizioni essenziali siano rese disponibili on line e in open source in forma di dati organizzati in stringhe, tabelle ed array facilmente interrogabili e confrontabili in modo da consentire il riconoscimento di genotipi simili tra loro e di distinguere come diversi quelli dissimili. La banca dati allestita nell'ambito del progetto DiCoVaLe è stata costruita tenendo fermi questi principi sia per la caratterizzazione morfologica, ove si è data la preferenza ai descrittori UPOV accompagnati da una documentazione fotografica organizzata e completa, sia per la caratterizzazione genetica, ove ai dati relativi a marcatori microsatelliti (SSR) più utilizzati dalla comunità scientifica di riferimento e oggetto di accordo entro il programma ECPGR, sono stati aggiunti dati SNP (Single Nucleotide Polymorphism) entro i quali si propone di selezionare un gruppo essenziale di marcatori, più affidabile, trasferibile ed economicamente utilizzabile di quelli attualmente in uso, che si intende proporre alla comunità come marcatori di elezione ai fini dell'identificazione varietale. Il database è arricchito poi con dati ulteriori relativi alla diffusione, e ad una serie di caratteristiche biochimiche, nutrizionali e merceologiche rilevate in specifici areali e che potranno poi essere oggetto di valutazione differenziale in diversi contesti ambientali anche mediante la metanalisi di dati provenienti da altre banche di conservazione diffuse in Italia e nel mondo.

Parole chiave: banche dati, distribuzione dell'agro-biodiversità, gestione vivaistica, registri varietali

La micropropagazione di specie ortive tipiche del Ponente Ligure

Giulia Bedotti*, Marco Savona, Marina Laura, Leonardo Piattelli, Barbara Ruffoni, Laura De Benedetti

CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Sanremo (IM)

* giulia.bedotti97@gmail.com

La micropropagazione si pone come una valida ed efficace metodologia per il mantenimento e la conservazione dell'agrobiodiversità. Obiettivi principali del Progetto SALVAPROLI (bando 10.2.1.3.1, GAL "Riviera dei Fiori", PSR Liguria), sono la valorizzazione e salvaguardia, attraverso la coltura *in vitro*, di specie orticole tipiche e caratteristiche del Ponente Ligure: Aglio bianco di Vessalico (*Allium sativum*), Pomodoro Cuor di Bue (*Lycopersicon esculentum*), Zucca trombetta (genere *Cucurbita*), Fagiolo di Conio (*Phaseolus vulgaris*). La loro storica ed attuale coltivazione è, infatti, strettamente collegata alle caratteristiche pedoclimatiche dell'estremo ponente ligure, con produzioni di nicchia e di elevata qualità. Al fine di preservare e mantenere questa biodiversità, semi di pomodoro, zucca e fagiolo sono stati reperiti presso le Aziende partner del Progetto e sono stati messi a germinare *in vitro*. L'utilizzo di una soluzione all'1% di cloro attivo per 20 minuti, seguita da due risciacqui in H₂O sterile e distillata, ha permesso di ottenere per tutte e tre le specie, materiale di partenza sano per la successiva propagazione massale *in vitro*. Il substrato di germinazione *in vitro* composto da acqua sterile distillata e agar 8% si è rivelato efficace per fagiolo e pomodoro (percentuale di germinazione 98% e 95%, rispettivamente), mentre per la zucca, nonostante sia stato utilizzato anche il mezzo MS (1962) contenente 30 g/L di saccarosio e agar 8%, si è registrata una bassa % di germinazione (24%). Talee apicali e nodali dei germogli di *Lycopersicon esculentum* sono stati micropropagati su terreno agarizzato MS + 0,3 mg/L di BA + 30 g/L di saccarosio e mantenute a 23°C±1, fotoperiodo 16/8; il tasso di moltiplicazione, registrato ad ogni subcoltura di 30 giorni, è stato pari a 4. Sono incorso di verifica l'attitudine alla propagazione e il tasso di moltiplicazione *in vitro* di *Phaseolus vulgaris* e *Cucurbita* sp.

Per iniziare la cultura *in vitro* per Aglio di Vessalico, considerate le problematiche di virosi, sono stati prelevati, in condizione asettica, meristemi interni a giovani bulbilli e posti su acqua sterile distillata e agar 8% al buio; dopo 7 giorni è stata valutata l'assenza di inquinamento, la vitalità dell'espianto in coltura, al fine di iniziare l'accrescimento e successiva propagazione *in vitro*.

Parole chiave: coltura *in vitro*, conservazione, agrobiodiversità, Pomodoro Cuor di Bue, Zucca trombetta, Fagiolo di Conio, Aglio di Vessalico

Tracciabilità e rintracciabilità varietale mediante analisi genetico-molecolare di semi e prodotti della filiera mandorlicola

Francesco Scollo^{1*}, Ilaria Inzirillo¹, Mario Di Guardo¹, Stefania Bennici¹, Luca Bianco², Michela Troglio², Giuseppina Las Casas³, Stefano La Malfa¹, Alessandra Gentile¹, Gaetano Distefano¹

¹ Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione ed Ambiente (Di3A), Università degli Studi di Catania, Via Valdisavoia 5, 95123 Catania

² Centro di Ricerca e Innovazione, Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige, Trento

³ CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, Corso Savoia 190, 95024 Acireale (CT)

* francesco.scollo@unict.it

Lo sviluppo di protocolli di caratterizzazione molecolare efficienti ai fini dell'identificazione varietale, rappresenta uno strumento utile al fine di verificare la corrispondenza genetica delle piante a propagazione agamica prodotte in vivaio. Tale approccio può trovare inoltre applicazione nell'ambito della verifica della rispondenza genetica di specifici prodotti allorché questi fanno specifico riferimento alla specie o alle varietà impiegate soprattutto per la produzione di prodotti tipici locali riconosciuti (IGP, DOP, etc). Il sistema di identificazione basato sui marcatori molecolari è quello più consolidato ed affidabile per la tracciabilità delle varietà lungo il *continuum farm-to-fork*.

Nel presente lavoro vengono illustrati, con riferimento alla filiera mandorlicola, i risultati relativi all'applicazione di diversi protocolli di estrazione di DNA da semi e da diverse matrici derivate quali: mandorle tostate, confetti, pasta e biscotti da pasticceria e dell'analisi del DNA estratto con marcatori SSR e SNP, utilizzando rispettivamente l'elettroforesi capillare e l'*High Resolution Melting* (HRM), al fine di verificarne l'efficienza di discriminazione. I risultati hanno mostrato che l'uso di kit commerciali, con specifici adattamenti durante la fase di lisi, permette di isolare DNA di qualità idonea per l'analisi molecolare da tutte le matrici. L'analisi con SSR ha permesso, inoltre, di identificare la cultivar utilizzata attraverso il confronto del profilo allelico del seme rispetto a quello del tessuto somatico della pianta madre.

L'utilizzo dello SNParray AxiomTM70K ha consentito di identificare almeno un marcatore specifico per ciascuna delle più importanti varietà autoctone siciliane (commercialmente identificate come Mandorla di Avola o Mandorla di Noto) Pizzuta D'Avola, Fascionello e Romana che consente la loro identificazione univoca rispetto alle altre cultivar e rende possibile la loro tracciabilità anche nei prodotti trasformati. I risultati nel complesso forniscono informazioni che possono essere utilizzate per lo sviluppo di un sistema di tracciabilità delle piante e dei relativi prodotti nella filiera mandorlicola.

Parole chiave: Identificazione varietale, matrici alimentari, protocolli di estrazione del DNA, SSRs, SNPs, HRM

Sessione Paesaggio

Orali

Il contributo delle collezioni vegetali ornamentali per la salvaguardia della biodiversità

Daniela Romano*, Mariateresa Cardarelli, Barbara De Lucia, Barbara Ruffoni, Valentina Scariot

Gruppo di Lavoro SOI Collezioni Vegetali Specializzate

* dromano@unict.it

Le piante impiegate a scopo ornamentale sono numerosissime, con diverso *habitus* (erbacee, arbustive, arboree) ed elevato numero di varietà, ibridi, selezioni, cloni. Le specie utilizzate in maniera occasionale o stabile nel florovivaismo sono ormai migliaia, senza tenere conto delle decine di migliaia di *cultivar* disponibili per alcune colture (es. rosa). Nonostante questi numeri, si tratta, però, sorprendentemente, di una biodiversità a rischio di estinzione. Utilizzando infatti i noti criteri IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) per l'inserimento delle diverse specie nelle cosiddette liste rosse, Khoshbakht e Hammer (2007) hanno censito circa 500 piante ornamentali minacciate: ciò rappresenta il 13,9% delle piante conosciute come ornamentali (stimate dagli stessi autori in circa 28.000 specie), valore lievemente superiore rispetto a quello delle piante minacciate fra tutte le specie conosciute (13,5%) e superiore di quello delle colture agrarie (13,4%). Paradossalmente, è la stessa ampiezza della base biologica delle piante ornamentali che ne rende meno accurata l'opera di conservazione dei genotipi: pur non avendo un riferimento così puntuale, come quello di Khoshbakht e Hammer (2007) per le specie, è indubbio che la situazione sia molto più grave a livello di *cultivar*, perché il tumultuoso ritmo di introduzione di nuove varianti sottospecifiche fa sì che di fatto si perdano le *cultivar* tradizionali, anche perché non c'è nessuna istituzione pubblica, almeno in Italia, deputata a questo. Pur nella limitatezza delle risorse, si è quindi deciso di costituire, all'interno della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana, il Gruppo di Lavoro "Collezioni Vegetali Specializzate", con l'obiettivo di sensibilizzare verso la tutela del verde valorizzando aspetti culturali e ricreativi propri del collezionismo ornamentale, nella convinzione che quest'ultimo è uno strumento utile, sicuramente non valorizzato, per la conservazione della biodiversità di interesse ornamentale. Si è provveduto quindi a monitorare e censire, conglobandole in un *database*, le Collezioni Vegetali Specializzate ornamentali, pubbliche e private, presenti sul territorio italiano. Per ciascuna collezione sono stati riportati: soggetto della collezione, numero dei *taxa* mantenuti, coltivazione in piena terra o in contenitore, località sede della collezione, contatti, presenza sul *web*, possibilità di visita. Ad oggi il *database*, frutto soprattutto dell'impegno di Enrico Farina, recentemente scomparso, è ricco di 49 collezioni sistematiche e di 4 tematiche. Nella relazione si farà il punto della situazione e delle prospettive future.

Parole chiave: piante ornamentali, collezionismo, germoplasma

Valutazione di specie xerofite e succulente in coperture a verde estensivo per l'ambiente mediterraneo

Simona Aprile^{2*}, Davide Farruggia¹, Nicolò Iacuzzi¹, Noemi Tortorici¹, Teresa Tuttolomondo¹

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

²CREA Centro di Ricerca Difesa e Certificazione (CREA DC), Bagheria (PA)

* simona.aprile@crea.gov.it

Negli ultimi decenni, in ambito europeo, la pianificazione urbanistica è sempre più indirizzata verso la progettazione di città sostenibili, ove un ruolo strategico possono avere le infrastrutture verdi. Queste infatti possono assicurare, mantenere e sviluppare una serie di servizi ecosistemici principalmente rivolti a contrastare alcuni degli effetti dovuti al cambiamento climatico, concorrendo alla regolazione del clima, del ciclo delle acque e alla depurazione dell'aria, ecc. Oggi, la progettazione di infrastrutture verdi è facilitata dalla disponibilità di un'ampia gamma di tecnologie con funzionalità ambientale, da utilizzare nelle città (*green roofs and walls, water permeable pavement, vegetative swales, green ways*). Tra queste, al verde pensile, in particolare, sono riconosciute importanti funzioni: contenimento dell'isola di calore urbana, captazione dell'acqua piovana e gestione dei flussi in eccesso, riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera, riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico, aumento della biodiversità vegetale urbana.

Nello specifico, grazie alle performance che i tetti verdi hanno mostrato nella coibentazione degli edifici, la pratica di inverdire i tetti ha acquisito un posto di grande rilevanza nelle aree a clima mediterraneo. In queste ultime, infatti, i tetti verdi possono concorrere sensibilmente alla riduzione della bolletta elettrica nella stagione estiva, quando i consumi per la refrigerazione degli edifici sono massimi. Per svolgere tale funzione, la copertura verde deve mantenersi continua ed omogenea nel tempo ed è, pertanto, necessario che le piante che la compongono utilizzino al meglio la risorsa meno disponibile, ovvero l'acqua piovana, soprattutto nel periodo più caldo dell'anno. Per questo motivo, i sistemi di verde pensile per l'ambiente mediterraneo devono prevedere l'utilizzo di specie vegetali dotate di caratteristiche morfo-fisiologiche tali da resistere a periodi di siccità oltre che a temperature ed insolazione elevate.

I risultati delle ricerche condotte finora in Sicilia hanno consentito l'individuazione di un gruppo di specie xerofite e succulente da utilizzare nel verde pensile estensivo in ambito mediterraneo, a cui è dedicato un approfondimento nel presente lavoro. Allo scopo di definire dei modelli vegetali per il verde pensile, sono state confrontate, oltre alla tesi di controllo con solo *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau, altre tre tesi rappresentate da *S. sediforme* abbinato alle seguenti specie: *Drosanthemum floribundum* (Haw.) Schwantes, *Pallenis maritima* (L.) Greuter ed *Helichrysum panormitanum* Guss.

Le tesi con *S. sediforme* + *H. panormitanum* e con *S. sediforme* + *D. floribundum* hanno mostrato i migliori risultati per la maggior parte dei parametri analizzati, quali la percentuale di copertura del tetto, l'indice di crescita "*Growth index*" e la percentuale di sopravvivenza delle piante.

Con questi abbinamenti è stato possibile ottenere, in un anno, coperture verdi continue prossime all'80%, caratterizzate da abbondanti e lunghe fioriture che, insieme alla persistenza delle foglie, hanno contribuito a conferire a queste coperture un elevato valore ornamentale.

Parole chiave: tetti verdi, infrastrutture verdi, *Sedum* spp., *Helichrysum* spp., *Drosanthemum floribundum*, *Pallenis maritima*

PERENNIALS 4.0: impiego di specie erbacee perenni per l'arredo urbano a bassa gestione

Matteo Caser*, Enrico Pomatto, Federica Larcher, Marco Devecchi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari – Università degli Studi di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095, Grugliasco (TO)

* matteo.caser@unito.it

La pianificazione delle città sostenibili, che è uno dei 17 obiettivi definiti dall'Agenda 2030, deve considerare nella progettazione delle aree verdi urbane diversi aspetti, quali la riduzione dei consumi idrici, la protezione della biodiversità, la protezione dei suoli e la qualità di vita dei cittadini. Il sistema del verde urbano ha infatti un ruolo importante nella fornitura di servizi ecosistemici. Le specie erbacee ornamentali perenni possono svolgere un ruolo strategico nella riduzione dei costi di manutenzione, risparmiando acqua ed evitando l'insorgenza di specie infestanti. Su questi presupposti, con l'obiettivo di creare aiuole fiorite a bassa manutenzione, ma ad alto valore ornamentale ed ecologico, si basano le presenti attività di ricerca, volte ad osservare le *performance* colturali di diverse combinazioni di specie perenni, l'eventuale competizione esistente fra di loro e la gestione delle malerbe. Un altro scopo è quello di valutare la valenza estetica delle diverse combinazioni attraverso un processo partecipativo della popolazione locale. È stato eseguito un primo esperimento di progettazione a blocchi randomizzati per tre stagioni di crescita, a partire da aprile 2019 a novembre 2021 in un vivaio situato nel comune di Piobesi torinese (TO). Sono state selezionate sei specie: *Hemerocallis* 'Stella de oro' (A), *Sedum spurium* 'John Creech' (B), *Tulbaghia violacea* (C), *Phlox subulata* 'Trot Pink'® (D), *Potentilla newmaniana* (E) e *Gaillardia aristata* 'Folletto' (F). In 32 parcelle, di 4 m² ciascuna, sono state valutate quattro repliche per ogni combinazione: AB, CD, EF, AB+CD, AB+EF, CD+EF; AB+CD+EF; T (parcella testimone priva di piante). Ogni anno sono state effettuate tre sarchiature manuali e sono stati calcolati i pesi secchi della parte aerea delle malerbe. Sono state effettuate osservazioni approfondite, produzione di biomassa e analisi delle immagini per ogni tesi. Il software CANOPEO (open access) è stato utilizzato per determinare l'attitudine alla copertura della combinazione testata durante l'intero esperimento. Complessivamente, considerato un andamento stagionale simile in tutti gli anni di sperimentazione, le combinazioni con quattro e sei specie differenti non hanno indotto un aumento significativo della copertura delle aiuole, mentre la combinazione CD ha evidenziato una maggiore attitudine nel contenimento delle infestanti. Una seconda ricerca più approfondita sulla percezione delle specie erbacee perenni nelle aree verdi urbane da parte dei cittadini è in corso dalla primavera 2022 presso un'azienda didattica localizzata a Candiolo (TO) e si concluderà nel 2025. Sono state messe a dimora, in diverse condizioni di esposizione (pieno sole, mezz'ombra e ombra), 16 diverse combinazioni di erbacee perenni anche autoctone, composte sia da 10 che da 4 specie diverse. La valutazione delle performance agronomiche e ornamentali viene condotta ogni due settimane. Inoltre, ogni operazione gestionale delle aiuole (es. minuti impiegati per la raccolta delle specie infestanti o per il ripristino della pacciamatura) viene registrata. Un questionario online permette un'analisi della percezione estetica delle parcelle da parte dei visitatori. La ricerca ha permesso con il primo studio di individuare alcune soluzioni utili alla gestione delle infestanti, mentre il secondo permetterà di suggerire opzioni d'uso delle erbacee perenni per migliorare il valore ornamentale e ambientale del verde urbano.

Parole chiave: aree verdi, biodiversità, fioritura, piante ornamentali, specie autoctone

The light dark side: l'influenza di lampioni LED sulla fisiologia di piante di *Populus alba* L.

Ermes Lo Piccolo^{1,2*}, Giulia Lauria¹, Lucia Guidi¹, Damiano Remorini¹, Rossano Massai¹, Marco Landi¹

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli studi di Firenze, Firenze

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa, Pisa

* ermes.lopiccolo@unifi.it

Le piante terrestri si sono evolute sviluppando un orologio circadiano che regola la loro fisiologia. Questo sistema di regolazione endogena può essere fortemente influenzato da stimoli ambientali esterni, come le variazioni di luce e/o temperatura. A partire dalla metà del XIX secolo, l'introduzione dei lampioni nelle nostre città ha indubbiamente interferito con la naturale regolazione dei ritmi circadiani delle alberature urbane provocando alterazioni significative dei loro processi fisiologici. La classica illuminazione artificiale notturna, con lampade al sodio ad alta o bassa pressione, ad esempio, influisce sulla fisiologia delle foglie e delle gemme che si trovano in prossimità di tali sorgenti luminose, provocando apertura anticipata delle gemme e ritardo nell'entrata in senescenza delle foglie nella stagione invernale. Negli ultimi anni nelle città è stata adottata una nuova politica che prevede la sostituzione progressiva delle lampade al sodio in favore delle lampade a LED. In genere, queste lampade a LED si distinguono in due tipi principali, a seconda della loro variazione cromatica (bianco freddo o bianco caldo). Ad oggi i lavori scientifici che hanno analizzato gli effetti dell'illuminazione urbana a LED sulla fisiologia di specie arboree risultano essere molto scarsi. Ciò pone la necessità di studiare a fondo tali effetti, al fine di trovare delle possibili soluzioni ad un problema emergente, ancora molto sottovalutato. A tale scopo, una specie arborea, *Populus alba* clone DI-1, è stata fatta crescere con e senza illuminazione notturna tramite lampioni a LED, utilizzando due diverse intensità realistiche (i.e. PAR di 300 e 700 $\mu\text{mol fotoni m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Analisi di scambi gassosi, fluorescenza della clorofilla *a* e indagini biochimiche come valutazione del contenuto in amido, zuccheri solubili e clorofille sono state effettuate su foglie mature di alberi illuminati e relativi controlli. I risultati hanno mostrato che la specie arborea in esame è stata notevolmente influenzata dai lampioni LED sia a livello fisiologico che biochimico. Nello specifico, le foglie mature degli alberi illuminati da entrambe le tipologie di lampioni a LED hanno presentato valori positivi dei tassi di assimilazione della CO_2 durante la notte, rispetto ai controlli (non illuminati) che mostravano tassi negativi. All'alba invece, gli alberi illuminati hanno mostrato valori di assimilazione della CO_2 e un indice di performance fotosintetico (PI_{abs}) più bassi rispetto ai controlli. Inoltre, le foglie degli alberi illuminati la notte hanno evidenziato un contenuto in clorofilla più elevato, e al tramonto, un contenuto in amido inferiore rispetto ai controlli. In generale, i risultati hanno mostrato differenze scarse o del tutto assenti tra gli effetti delle due intensità luminose selezionate sui parametri fisio-chimici degli alberi, suggerendo la mancanza di un'influenza dose-dipendente. Questo studio ha fornito indicazioni sull'entità del disturbo dei lampioni a LED sugli alberi. I risultati di questo studio pongono l'attenzione sulla necessità di sensibilizzare le pubbliche amministrazioni al fine di cercare soluzioni di illuminazione urbana meno impattanti sul benessere degli alberi in contesto urbano.

Parole chiave: carboidrati, fotosintesi, illuminazione urbana, inquinamento luminoso, *light emitting diode*

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza per lo studio e la valorizzazione dei giardini storici: il caso Piemontese

Paola Gullino*, Federica Larcher, Silvana Nicola, Roberta Bulgari, Marco Devecchi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali ed Alimentari, Università degli Studi di Torino, Torino

* paola.gullino@unito.it

Il giardino storico si presenta, secondo quanto espresso nella Carta di Firenze, come un “insieme polimaterico” costituito da elementi architettonici e vegetali sapientemente combinati tra loro. La rigenerazione e la riqualificazione del giardino storico devono essere intrapresi dopo aver effettuato un approfondito studio multidisciplinare fondamentale per la comprensione dell’impianto compositivo del monumento verde, al fine di operare correttamente attraverso validi interventi di manutenzione, conservazione, e valorizzazione. Il Ministero della Cultura ha avviato nel 2022 il bando ‘Proposte di intervento per il restauro e la valorizzazione di parchi e giardini storici’ nell’ambito degli investimenti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). L’avviso, rivolto a realtà pubbliche e private con beni tutelati ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004, ha come obiettivi lo studio, la rigenerazione e la riqualificazione di parchi e i giardini italiani di interesse culturale migliorandone la qualità ambientale, paesaggistica e sociale. In Piemonte sono stati presentati complessivamente 89 progetti; 18 sono stati ammessi al finanziamento, di cui 10 appartengono a realtà pubbliche e 8 a private. Il Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali ed Alimentari (DISAFA) di Torino è coinvolto come consulente scientifico in alcuni di questi progetti con il gruppo di ricerca in Parchi, giardini e paesaggio ed il gruppo di Orticoltura e Piante Officinali. L’intervento illustrerà l’approccio di studio e le azioni che verranno portate avanti:

- parco storico Bricherasio, Fubine (AL), analisi storico-archivistica volta ad individuare le permanenze storiche del parco, le sue fasi evolutive e riconoscere gli elementi compositivi legati alla componente vegetale da valorizzare;
- parco ottocentesco del Castello Reale di Moncalieri (TO), valutazione dei servizi ecosistemici, monitoraggio dello stato ambientale della componente a verde e attività legate all’educazione ambientale con il coinvolgimento delle scuole dell’infanzia del Comune;
- giardino settecentesco di Casa Lajolo (TO), attività di ricerca volte alla manutenzione e gestione del verde nell’ottica della sostenibilità ambientale;
- parco ottocentesco del Castello di Monticello d’Alba (CN), progettato e realizzato da Xavier Kurten, analisi storico-archivistica volta alla progettazione e realizzazione di un orto didattico con la collezione di specie e cultivar storiche.

Nei giardini storici studiati sarà messo a punto un protocollo di sostenibilità che potrà diventare un modello virtuoso di gestione del verde storico a livello nazionale ed internazionale. Il piano volto alla sostenibilità verterà su tre parole chiave: gestione, valorizzazione e fruizione.

Parole chiave: progetto di ricerca, permanenze storiche, sostenibilità del verde, servizi ecosistemici riqualificazione

Smart Oral Communications

Relazione tra cambiamento climatico e paesaggio viticolo patrimonio mondiale dell'umanità UNESCO: un'analisi partecipata nei Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe, Roero e Monferrato

Enrico Pomatto^{1*}, Marco Devecchi^{1,2}, Federica Larcher^{1,2}

¹Dipartimento Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco (TO)

²Centro Studi per lo Sviluppo Rurale della Collina, Università degli Studi di Torino, Grugliasco (TO)

* enrico.pomatto@unito.it

L'integrità dei paesaggi culturali riconosciuti patrimonio mondiale dell'umanità da parte dell'UNESCO è spesso minacciata da una serie di drivers di cambiamento sociali, economici ed ambientali. Tra questi ultimi si annovera il fenomeno del cambiamento climatico, che in contesti agrari è particolarmente sentito e richiede la messa in pratica di azioni di adattamento. Talvolta vi sono modifiche puntuali delle pratiche agricole tradizionali dal ridotto impatto paesaggistico, in altri casi le dinamiche di cambiamento possono risultare molto percepibili a scala di paesaggio. L'obiettivo della ricerca è stata l'analisi dell'influenza del cambiamento climatico in un paesaggio viticolo iscritto alla World Heritage List dell'UNESCO, nel contesto del progetto di ricerca denominato "Innovazione tecnologica a supporto della tradizione versus il cambiamento climatico nel sito UNESCO". L'analisi è stata applicata ai "Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe, Roero e Monferrato", che sono riconosciuti patrimonio dell'umanità dal 2014. La relazione tra cambiamento climatico e paesaggio viticolo è stata indagata attraverso un approccio partecipato con il coinvolgimento dei viticoltori locali, che quotidianamente si ritrovano a mettere in pratica azioni di adattamento. A tale scopo è stato loro somministrato un questionario online anonimo in modo integrato con gli altri obiettivi del progetto, ovvero l'analisi dell'influenza del cambiamento climatico sulle pratiche agricole e sulle tecniche enologiche nel sito UNESCO. Relativamente al paesaggio sono state proposte sia domande a risposta multipla che a risposta aperta, finalizzate ad indagare se nella percezione dei viticoltori vi fosse un'influenza del cambiamento climatico nel paesaggio viticolo. Il questionario ha raccolto 92 risposte dalle quali emerge che per l'85.9% dei rispondenti all'interno dei propri vigneti sono presenti segni riconducibili al cambiamento climatico. Per tale motivo il 52.2% di loro ha apportato modifiche all'interno dei propri vigneti. Tra queste quelle maggiormente rappresentate sono legate ad una diversa gestione delle potature verdi delle viti, lasciando più foglie a protezione dei grappoli d'uva dal sole. Si tratta pertanto di adattamenti caratterizzati da un basso impatto paesaggistico. Non si registrano invece modifiche strutturali come i sistemi di allevamento, l'orientamento dei filari e gli assetti del mosaico paesaggistico. Alcuni parametri sono anche influenzati dalla presenza di disciplinari di produzione vincolanti, per i quali il 49.9% dei rispondenti ritiene necessaria una revisione (es. possibilità di irrigazione e quote altimetriche per l'impianto dei vigneti). La maggior parte degli intervistati (40.2%) non ritiene che in futuro il paesaggio viticolo cambierà a causa del cambiamento climatico. I risultati raggiunti, che sono una prima base conoscitiva importante, mostrano che nella percezione dei viticoltori locali i Paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe, Roero e Monferrato mostrano una certa resilienza al fenomeno del cambiamento climatico ma allo stesso tempo che è necessario studiare future strategie di adattamento rispettose dell'assetto storico del paesaggio viticolo.

Parole chiave: paesaggi culturali, approcci bottom-up, vigneti, dinamiche, percezione, viticoltori

Abbattimenti e cedimenti di alberi urbani. Risultati preliminari di un'indagine su un'infrastruttura del verde urbano

Federico Fiorani*, Laura Caggiu, Alberto Minelli

Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Italy

* federico.fiorani5@unibo.it

Negli ultimi decenni le persone si sono sempre più spostate dalle campagne alle città. Oggi, quasi il 55% della popolazione mondiale vive all'interno delle aree urbane. Questa tendenza ha causato una distribuzione ineguale delle aree verdi e ha esacerbato gli effetti negativi del clima locale. Ondate di calore, inquinamento atmosferico e inondazioni urbane sono alcuni dei principali fenomeni derivati dall'urbanizzazione incontrollata. Recentemente è stata anche suggerita una possibile relazione tra aree sovrappopolate e focolai di pandemia. Pertanto, la mitigazione degli effetti del cambiamento climatico combinata con l'urgente necessità di ripristinare la salute ambientale ha reso le infrastrutture verdi urbane (UGI) rilevanti per i responsabili politici. Gli effetti sulla salute umana e i benefici ambientali sono ampiamente studiati e valutati in letteratura. Sulla base di evidenze scientifiche, la stessa Unione Europea promuove e finanzia azioni volte a gestire ed espandere in modo sostenibile le risorse verdi, in modo che la resilienza delle città possa aumentare complessivamente. Pertanto, lo sviluppo qualitativo e quantitativo degli alberi urbani può essere considerato un elemento fondamentale per affrontare le crisi climatiche e sanitarie. Il patrimonio arboreo di Senigallia è costituito in gran parte da alberi secolari. Inoltre, sono state messe in atto diverse cattive pratiche sia nella pianificazione che nella manutenzione delle operazioni. Inadeguate combinazioni "sito di impianto-specie arboree", interventi di potatura errati, densità eccessive e scelte gestionali inadeguate hanno portato alla situazione attuale. Pur prendendo in considerazione i dati del comune di Senigallia, è importante notare che alberi danneggiati, viziati e sottosviluppati caratterizzano l'intero panorama nazionale. Recentemente, le Pubbliche Amministrazioni (PA) hanno iniziato a censire e valutare il proprio patrimonio arboreo al fine di conformarsi alla legislazione nazionale. Da un lato, è necessaria una conoscenza completa degli elementi UGI per stare al passo con le politiche comunitarie. Dall'altro, non esiste un terreno comune che regoli quali dati dovrebbero essere raccolti principalmente e il loro formato. Poiché le PA italiane gestiscono una parte rilevante delle infrastrutture del verde urbano, anche questa è una questione di sicurezza e di qualità della vita. Sulla base della qualità e dell'affidabilità delle informazioni, le operazioni vengono effettivamente pianificate e preventivate. Dal 2010 in poi, l'Università di Bologna ha condotto una sperimentazione a lungo termine collaborando con il Comune di Senigallia (AN, Italia) al fine di padroneggiare e gestire in modo efficiente la propria infrastruttura verde urbana. Vengono qui presentati i risultati preliminari dell'elaborazione dei dati relativi agli alberi abbattuti e caduti. Dal database VTA (Visual Tree Assessment) istituito tra il 2016 e il 2021 sono stati estrapolati quattro parametri chiave: (I) stato di salute, (II) difetti strutturali, (III) probabilità di cedimento, (IV) disturbi del sito. In primo luogo, questi fattori sono stati utilizzati per evidenziare le specie più colpite. Inoltre, sono state definite cause individuali e combinate. Infine, attraverso una mappa GIS (sistema informativo geografico), i risultati sono stati utilizzati per definire i siti di raccolta delle specie sensibili, fornendo informazioni utili per dare priorità a future rilevazioni dati, attività di monitoraggio e interventi. Il lavoro mira a mappare le aree prioritarie attraverso la stratificazione delle distribuzioni spaziali delle specie più colpite. Vengono inoltre fornite alcune interessanti considerazioni relative al livello di biodiversità e agli orientamenti futuri nella progettazione degli interventi di rimozione e sostituzione.

Parole chiave: gestione sostenibile, cambiamento climatico, servizi ecosistemici, infrastrutture verdi, aree urbane, resilienza

Gestione degli alberi urbani. Un quadro teorico per la definizione delle priorità delle attività di monitoraggio e intervento sugli alberi attraverso un'analisi spaziale dell'esposizione al rischio

Laura Caggiu*, Federico Fiorani, Alberto Minelli

Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna

* laura.caggiu2@unibo.it

Negli ultimi decenni è notevolmente aumentata la conoscenza e consapevolezza, da parte della società, riguardo al tema del funzionamento dei meccanismi della natura anche in contrasto dei fenomeni di cambiamento climatico.

Le aree urbane di tutto il mondo, che attualmente ospitano circa 10 miliardi di alberi, giocheranno un ruolo sempre più importante nel mantenimento di città vivibili e resilienti di fronte alla pressione demografica e climatica. Tuttavia, questo non si traduce nella durata della vita delle alberature e della biodiversità: ciò lo si può osservare dall'esempio delle grandi città, dove l'impatto umano sull'ambiente è così dannoso che gli alberi e le infrastrutture verdi hanno un'aspettativa di vita ridotta. Inoltre, gli alberi urbani presentano dei costi di matrice economica e sono, oltretutto, minacciati da cambiamenti climatici, parassiti e malattie.

Gli usi contrastanti del suolo e i compromessi costi-benefici causano contese a molti livelli della società. Tali contese possono essere alleviate attraverso una migliore comprensione del ruolo dei servizi ecosistemici nei paesaggi complessi e disordinati: ovvero, le città.

A tal fine, è necessario avvalersi di strumenti capaci di quantificare e monitorare la presenza, l'abbondanza e la salute degli alberi urbani al fine di preservare e valorizzare i servizi ecosistemici. D'altra parte, i governi sono sempre alla ricerca di modi, a basso costo, mirati a stabilire dati di riferimento, gestire e coinvolgere il pubblico sugli alberi urbani.

Oltretutto, gli studi di valutazione nelle aree urbane come supporto alle decisioni pubbliche risultano essere molto impegnativi, in quanto richiedono una maggiore risoluzione spaziale e molteplici scale di analisi nel campionamento di particolari risorse in luoghi specifici all'interno di paesaggi urbani eterogenei.

In questo contesto risulta essere molto complesso coinvolgere i cittadini sul possibile rischio connesso alle alberature e definire le conseguenti criticità e priorità d'intervento.

Pertanto, l'obiettivo dello studio è presentare una nuova metodologia di analisi delle alberature in città. Attraverso l'analisi dell'interazione tra esemplari arborei ed alcune tra le categorie di target maggiormente sensibili (strade, edifici e piste ciclo-pedonali), condotta nella città di Bologna, si è elaborato un primo modello di regressione multipla capace di valutare la relazione tra una variabile spaziale sintetica dipendente e le diverse categorie di target (variabili esplicative).

Sviluppi futuri dello studio potrebbero avvantaggiare le PA relativamente alla gestione delle alberature e rendere la cittadinanza maggiormente consapevole dei sistemi verdi. Quanto studiato non si prefigge di sostituire le metodologie già esistenti, ma piuttosto di integrare strumenti già in uso in altri ambiti, open data, ed offrire vantaggi sui diversi portatori di interesse: PA, Cittadini e Alberature urbane.

Parole chiave: sostenibilità ambientale e sociale, aree urbane, modelli di gestione verde urbano, contrasto al cambiamento climatico, governance, servizi ecosistemici, *climate change*

Effetto della capitozzatura sul microclima e sulla fisiologia di due specie arboree ornamentali

Sebastien Comin^{1*}, Alessio Fini¹, Marco Napoli², Irene Vigevani², Denise Corsini¹, Francesco Ferrini²

¹ *Università degli studi di Milano, Milano*

² *Università degli studi di Firenze, Firenze*

* sebastien.comin@unimi.it

La componente vegetale in ambiente urbano possiede un elevato potenziale di regolazione climatica e ha da tempo superato la mera concezione ornamentale, diventando un elemento fondamentale per la sostenibilità dell'ambiente urbano. Alla luce delle alte temperature e delle ondate di calore che caratterizzano questi ultimi anni, assume particolare importanza la capacità degli alberi di regolare il microclima. Una potatura non corretta come la capitozzatura, diminuendo fortemente la superficie fogliare, riduce la capacità della pianta di migliorare il microclima. Lo scopo di questo lavoro è quello di monitorare e quantificare l'effetto della capitozzatura sulla crescita, fisiologia e miglioramento del microclima di due specie arboree.

Nel 2014, 90 alberi di *Acer* e *Tilia*, con dimensioni simili, sono stati piantati in un campo sperimentale. Nel 2017 la metà di questi è stata sottoposta a un intervento di capitozzatura (rimozione dell'85% delle gemme) secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati. Per il monitoraggio del microclima e del confort termico umano, sono stati calcolati due indici biometeorologici (Humidex e ATI), a partire dai dati di temperatura, umidità e velocità del vento, forniti da diversi sensori posizionati al di sotto delle chiome. Durante le due stagioni vegetative dopo la potatura, sono stati misurati gli scambi gassosi tramite un analizzatore di gas a infrarossi (CIRAS II). A partire dai valori di assimilazione della CO₂ e di traspirazione per unità di area fogliare, è stato possibile stimare la fotosintesi e la dissipazione del calore latente a livello dell'intera pianta (modello big leaf). Sono inoltre state ricavate le curve A/Ci, misurando l'assimilazione di CO₂ in funzione della concentrazione di CO₂. Questo ha permesso di calcolare *in vivo* i valori dell'attività apparente della rubisco (Vc max) e del massimo tasso di trasposto di elettroni utilizzato per la rigenerazione del RuBP (Jmax). Per quanto riguarda il monitoraggio della crescita, il diametro del tronco, l'altezza totale, le dimensioni della chioma e la crescita dei germogli sono stati misurati nei due anni successivi alla potatura.

I risultati di questo studio mostrano inconfutabilmente come la capitozzatura impatta la capacità degli alberi di migliorare il microclima. Gli indici biometeorologici hanno mostrato valori più alti sotto le chiome capitozzate, soprattutto nei mesi più caldi. Nonostante un aumento temporaneo della traspirazione, l'energia dissipata a livello di intera pianta è stata significativamente minore (73,5% in tiglio e 81,1% in acero), a causa della ridotta area fogliare. Le piante capitozzate hanno mostrato un maggior investimento nella crescita della chioma a spese della crescita diametrica del fusto, principalmente attraverso nuovi getti epicormici, con una maggiore area fogliare media. Anche tenendo conto della fotosintesi compensativa nelle piante capitozzate (maggior conduttanza stomatica, contenuto di clorofilla e conduttanza del mesofillo alla CO₂), a causa della forte riduzione di superficie fogliare, è stata registrata una forte riduzione dell'assimilazione totale di CO₂ da parte della chioma. Questi risultati mostrano chiaramente come una corretta gestione sia indispensabile per garantire un efficace ed efficiente miglioramento del microclima da parte del verde urbano.

Parole chiave: potatura, capitozzatura, confort termico umano, microclima, fisiologia, arboricoltura urbana

Metodi per quantificare l'efficienza della vegetazione nel ridurre il particolato atmosferico

Irene Vigevani^{1,2*}, Denise Corsini³, Sebastien Comin³, Alessio Fini³, Francesco Ferrini¹

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università di Firenze, 50144 Firenze

² Dipartimento di Scienze, Tecnologie e Società, Scuola Universitaria Superiore IUSS Pavia, 27100 Pavia

³ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia, Università di Milano, 20133 Milano

* irene.vigevani@unifi.it

Tra i servizi eco-sistemici forniti dalle foreste urbane, il miglioramento della qualità dell'aria è particolarmente rilevante. L'elevato livello di inquinamento atmosferico nelle città moderne e il coinvolgimento del particolato atmosferico (PM) nella diffusione del COVID-19 hanno aggravato il problema della qualità dell'aria in tutto il mondo.

Lo scopo di questo lavoro è realizzare una revisione sui metodi diretti per valutare l'efficacia della vegetazione urbana nella rimozione dell'inquinamento atmosferico particolare. In particolare, la ricerca intende individuare e descrivere i metodi esistenti utilizzati negli ultimi 30 anni, focalizzandosi su pro e contro, accuratezza e applicabilità e sulla possibilità di proporre un metodo standard. La ricerca è stata effettuata sui database scientifici Scopus, Web of Science e Google Scholar utilizzando termini correlati a cinque parole chiave: "Vegetazione urbana", "Particolato atmosferico", "Mitigazione", "Metodo" e "Inquinamento atmosferico", quest'ultima aggiunta per escludere l'inquinamento di altri comparti ambientali (ad esempio, acqua e suolo). Sono stati così restituiti più di 1000 articoli, selezionati leggendo titolo, abstract e materiali e metodi fino ad ottenere una lista finale di circa 150 articoli. Questi sono stati esaminati leggendo il testo completo e compilando tabelle metodo-specifiche appositamente impostate per l'estrazione dei dati.

Il metodo gravimetrico, basato sulla quantificazione della massa di PM catturata dalle superfici vegetali (principalmente foglie), è stato il più utilizzato. Seguono la microscopia elettronica a scansione, fondata sull'individuazione e la conta delle particelle depositate sulle superfici vegetali, il monitoraggio dell'aria, basato sulla misurazione della concentrazione di PM dell'aria prossima ai sistemi verdi, e gli studi in galleria del vento o camere di deposizione, fondata sull'esposizione di piante o parti di piante a particelle di PM surrogato in condizioni controllate. Infine, le tecniche magnetiche, che utilizzano superfici vegetali come collettori passivi di inquinanti, sono state le meno utilizzate. La ricerca mette in luce vantaggi e svantaggi delle diverse tecniche e pone le basi per la creazione di un metodo comune e condivisibile per quantificare il potenziale di mitigazione del particolato atmosferico delle diverse specie vegetali urbane, utile per guidare la pianificazione verso città più verdi, sane e sostenibili.

Parole chiave: vegetazione urbana, rimozione del particolato atmosferico, metodi diretti

Reti di monitoraggio e approccio *modeling* per la gestione da remoto di vivai ornamentali e aree verdi

Francesco Giovanelli^{1,2}, Sonia Cacini^{2*}, Beatrice Nesi², Bernardo Rapi³, Maurizio Romani³, Francesco Sabatini³, Patrizia Sacchetti⁴, Silvia Traversari⁵, Piero Battista³

¹Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università della Tuscia, Viterbo

²CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Pescia (Pistoia)

³Istituto di BioEconomia (IBE), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Sesto Fiorentino (Firenze)

⁴Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze, Firenze

⁵Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri (IRET), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Pisa

* sonia.cacini@crea.gov.it

La gestione di piante ornamentali da esterno, sia nella fase di coltivazione in vivaio sia nella loro successiva collocazione in aree verdi, presenta criticità comuni, legate alla tipologia e alla varietà di specie spesso allevate in maniera promiscua e gestite in modo omogeneo, sebbene siano caratterizzate da esigenze agronomiche diverse (es., fabbisogno idrico e nutrizionale), nonché da diversa sensibilità a stress biotici e abiotici. In generale, nelle aree verdi la gestione delle piante ornamentali è resa più complessa, dal numero elevato di tipologie d'impiego (giardini, parchi tematici e storici, parcheggi, viali, ecc.), utilizzate e gestite per rispondere agli interessi specifici dei proprietari (privati cittadini, società e associazioni, pubbliche amministrazioni) e dei relativi utenti.

In tale contesto, l'applicazione di tecniche e tecnologie caratterizzanti l'agricoltura di precisione, quali l'impiego di sensori, reti di monitoraggio, applicazioni ICT (*Information Communication Technology*), sistemi *smart* (IoT, *Internet of Things*) e software specifici in grado di fornire all'utente indicazioni utili a formulare decisioni (sistemi di supporto alle decisioni - DSS), rappresentano strumenti fondamentali per una gestione efficiente e sostenibile delle piante ornamentali.

L'installazione di reti di monitoraggio micrometeorologiche modulari, adattabili alle diverse realtà di campo (vivaio, giardino, parco, ecc.) presso aree pilota, permette lo studio delle dinamiche micrometeorologiche locali e la calibrazione di modelli predittivi che possono essere utilizzati per la valutazione di condizioni di rischio fitosanitario o per l'ottenimento di indicazioni d'interesse operativo. Il presente lavoro mostra, in particolare, i primi risultati ottenuti nella prima calibrazione di tre diverse tipologie di modelli, uno messo a punto per la stima del rischio di sviluppo e danno da malattie fungine (i.e., oidio e botrite) a carico dell'apparato vegetativo su *Rosa* spp., uno basato sui gradi giorno per la stima del rischio relativamente a *Grapholita molesta* (su *Photinia* × *fraseri* 'Red Robin' e *Prunus laurocerasus*) e un altro adattato per la programmazione del taglio dei tappeti erbosi e la stima della biomassa prodotta.

Per la verifica dello stato delle piante, nel corso delle stagioni vegetative nel triennio 2020-2022 sono state utilizzate rispettivamente, analisi molecolari per la rilevazione di DNA fungino, trappole specifiche per la cattura di insetti e rilievi ottici per il rilevamento di malattie fungine (fotocamere, telecamere e osservazione visiva). Per la validazione del modello di stima della crescita del tappeto erboso (i.e., *Lolium perenne*), sono stati effettuati osservazioni periodiche che hanno comportato rilievi diretti di altezza e dello stato del prato, dei tagli e del peso della biomassa fresca e secca. In questo lavoro vengono inoltre mostrati anche i risultati preliminari ottenuti nello studio della validità e rappresentatività di indici di benessere termico e di fruibilità dell'area verde da parte degli utenti, direttamente riconducibili alla variabilità microclimatica presente nei giardini.

Parole chiave: sistema di supporto, microclima, malattie fungine, insetti, tappeti erbosi, indici di benessere

Modelli di gestione e valorizzazione dei servizi ecosistemici e paesaggistici. Il caso della Reggia di Caserta (CS)

Alberto Minelli, Federico Fiorani, Laura Caggiu

Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna

* alberto.minelli@unibo.it

Gli alberi, le aree verdi e gli ecosistemi svolgono innumerevoli funzioni sia per la salute pubblica che per la qualità urbana. L'uso delle piante nelle città ed i relativi Servizi Ecosistemici che esse forniscono, hanno generato nel corso degli anni una maggiore attenzione sia da parte della popolazione che della Ricerca. Secondo la Commissione europea i benefici che la natura e la biodiversità apportano alla società sono ascrivibili a due principali categorie: benefici per la salute e benefici sociali. La portata e la continuità di questi benefici dipendono, in gran parte, dalla biodiversità e dalle condizioni dell'ecosistema.

La gestione del verde urbano e, in particolare, delle alberature rappresenta un tema estremamente attuale e complesso che richiede il coinvolgimento, oltre che delle diverse parti, anche di una forte attenzione nei confronti degli obiettivi futuri di Sviluppo Sostenibile. Di conseguenza, ogni strumento che permette di implementare lo sviluppo dei modelli di gestione e valorizzazione dei servizi ecosistemici e paesaggistici assume una importanza rilevante.

In questo contesto si inserisce lo studio che ha come oggetto il Parco della Reggia di Caserta, polmone verde della città, al quale è possibile ascrivere una diversità di servizi ecosistemici. Il parco della reggia di Caserta presenta una suddivisione in giardino all'italiana e giardino inglese. Inoltre, la sua posizione strategica rappresenta un forte collegamento tra l'area urbana e rurale, riducendo il divario tra esse.

Lo studio in questione ha interessato il doppio filare di lecci situato nel giardino all'italiana. I dati raccolti hanno permesso di produrre una prima fotografia attuale dello stato del doppio filare di lecci. Allo stato attuale le valutazioni effettuate hanno riscontrato una situazione generalmente positiva, priva di criticità di entità tali da richiedere un intervento di carattere emergenziale. Tuttavia, per quanto la condizione delle alberature sia nel complesso omogenea, una minima parte di esemplari è stata valutata in maniera particolarmente negativa (Classe di priorità "I-Elevata") presentando condizioni biologiche e strutturali particolarmente compromesse.

Il metodo di valutazione ha quindi permesso di classificare attraverso una scala numerica di priorità gli esemplari, fornendo una valutazione accurata sulla loro condizione generale. Dai risultati ottenuti, appare evidente come l'infrastruttura presa in esame volga ad ogni buon conto verso il termine della propria vita utile. I valori esplicitati in tabella per le diverse classi di priorità evidenziano indicativamente le diverse priorità di intervento e insieme al dato geografico sono state redatte delle heatmap di intervento, analisi finalizzata all'avvio del processo di rinnovamento dei filari.

Parole chiave: servizi ecosistemici, mantenimento dei cultural Heritage, biodiversità, cambiamento climatico, modelli gestionali, paesaggio italiano

Graphical Abstracts

Il leccio del castello di Vacone (Rieti): analisi preliminari delle condizioni biomec- caniche

Maurizio Micheli*, Alessandro Minicucci, Luca Regni

*Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Perugia, Borgo XX
Giugno 74, 06121 Perugia*

* maurizio.micheli@unipg.it

Alcuni alberi possiedono, oltre che un valore legato alla loro utilità materiale, anche un'importanza in virtù del loro ruolo nel paesaggio, nella storia o nella cultura di una comunità. Questi particolari esemplari, detti *monumentali*, sono tutelati dalla legge italiana n.10/2013, la quale ne impedisce il danneggiamento o l'abbattimento, e sono inseriti in un elenco Nazionale degli Alberi Monumentali, al fine di operare un censimento degli esemplari presenti sul territorio italiano. Il caso studio inerente questo lavoro riguarda un esemplare di *Quercus ilex* (leccio), situato nel giardino del Castello del Comune di Vacone (Rieti), di recente inserito nell'elenco suddetto. Questa pianta presenta una struttura singolare, sviluppatasi probabilmente come conseguenza dell'ombreggiamento proiettato su di esso dal corpo principale del Castello. Il suo asse principale, in conseguenza di una repentina perdita di dominanza apicale, si è diviso molto presto in due branche secondarie diramatesi in direzioni opposte, separatesi ancora fino a formare quattro grandi branche. Questa struttura risulta notevolmente sbilanciata e può rischiare di costituire un pericolo per quanti frequentano quotidianamente le aree pubbliche contigue alla proprietà privata in cui sorge il Castello. La chioma del leccio, inoltre, è stata attaccata, negli ultimi anni, dal parassita *Dryomyia lichtensteini* (F. Löw), conosciuto meglio come "Cecidomia del leccio", un dittero che depone le sue uova sulle foglie dei germogli. In questo lavoro sono riportate le conclusioni preliminari risultanti da un recente monitoraggio visivo delle condizioni biomeccaniche e, in parte, fitopatologiche dell'esemplare. A conclusione di tali valutazioni sono state formulate ipotesi di intervento a breve-medio termine per assicurare un minimo livello di sicurezza nella fruizione dell'area interessata e sono state suggerite alcune attività volte a migliorare la situazione dell'esemplare: potature di alleggerimento della chioma ed allontanamento dei residui parassitati, puntellamento a terra delle branche principali e consolidamento della chioma, oltre ad un successivo monitoraggio strumentale più approfondito.

Parole chiave: alberi monumentali, *Quercus ilex* L., valutazione visiva, Cecidomia del leccio

Riconversione di un'area agricola ad *ecoparco*: proposta progettuale

Anna Elisa Sdao*, Danilo Loconsole, Giuseppe Cristiano, Barbara De Lucia

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Via Amendola 165/A, 70125 Bari

* anna.sdao@uniba.it

Si descrive l'ipotesi progettuale della realizzazione di un *ecoparco*, adiacente l'impianto di compostaggio ASECO S.p.A. (società del Gruppo Acquedotto Pugliese), presso Marina di Ginosa (TA), su un'area di circa 3 Ha, in contrada Lama di Pozzo. La necessità di riconversione dell'area agricola abbandonata ad *ecoparco*, muove dall'esigenza di realizzare un polo verde di centralità per il benessere psico-fisico degli abitanti, anche dei comuni limitrofi, promuovendo l'economia circolare e le relazioni sociali tra i cittadini di ogni età, in un contesto ricco di biodiversità. L'*ecoparco*, che avrà una prevalente funzione ambientale e didattico-socio-culturale con attività agricole, rappresentative delle tipicità territoriali, garantirà zero sprechi in piena sintonia con il tessuto paesaggistico delle zone limitrofe.

Preliminarmente è stata condotta l'analisi del territorio nei suoi aspetti naturali ed antropici.

Il progetto si basa sulla ricostruzione e sul recupero di ambiti vegetazionali a diverse funzioni e si auspica diventi un modello di progettazione di spazio pubblico basato sui concetti di economia circolare, resilienza e sviluppo sostenibile in ambito socio-territoriale.

Sono stati individuati e descritti undici ambiti funzionali autonomi che si caratterizzano per servizi e funzioni specifiche, suscettibili di implementazione in fasi successive: centro visita, siepi, bosco, piante alimentari erbacee e da frutto, giardino delle erbe, giardino dei cinque sensi, terrapieno vegetato con funzione di mitigazione, vivaio di mantenimento e produzione, area *dog agility* e sgambettamento, parcheggio. Sono state, inoltre, fornite sinteticamente le linee guida di manutenzione ordinaria.

I visitatori immersi in un contesto ambientale di cui apprenderanno i cicli virtuosi scopriranno i principi dell'economia circolare e dell'uso razionale dell'energia.

Parole chiave: parco, laboratori, gestione del verde, economia circolare, riqualificazione ambientale

Indici bioclimatici per lo studio del Sito UNESCO “Paesaggi Vitivinicoli di Langhe-Roero e Monferrato”

Francesco Paladini, Vittorino Novello, Silvia Guidoni*

Dipartimento Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco (TO)

* silvia.guidoni@unito.it

L'agricoltura è uno dei settori che maggiormente subisce le conseguenze del cambiamento climatico. Da numerosi studi previsionali emerge che anche gli areali vitivinicoli ne subiranno gli effetti con gravi ripercussioni sull'economia delle aree viticole tradizionali.

Lo studio qui presentato ha voluto analizzare serie storiche di dati climatici dell'area piemontese che dal 2014 è inserita nella lista dei Siti UNESCO (Paesaggi vitivinicoli di Langhe, Roero e Monferrato). Il Sito protetto contiene, oltre a una *buffer zone*, sei “*Core zone*” che si estendono per circa 11.000 ha, nelle province di Asti, Alessandria e Cuneo. Lo studio si è svolto su 4 di queste 6: Langa del Barolo, Colline del Barbaresco, Nizza Monferrato e Barbera, Canelli e Asti Spumante. I vigneti di questa zona sono a giacitura collinare e eterogenei per caratteristiche topografiche, quali pendenza, esposizione, altitudine, insolazione. Analogamente con quanto osservato in ambienti simili, in un territorio così disomogeneo, se pur non particolarmente esteso, si possono ipotizzare condizioni mesoclimatiche variabili. Lo studio ha avuto quindi l'obiettivo specifico di verificare se: *i*) ci fosse omogeneità climatica all'interno dell'intera zona UNESCO o delle singole *Core zone*, *ii*) siano evidenti e stabili nel tempo differenze climatiche fra o entro *Core zone*, *iii*) le eventuali differenze fossero o meno costanti in tutti i periodi dell'anno e se queste potessero ripercuotersi sulla fenologia dei vitigni rappresentativi di queste zone.

Per rispondere a questi quesiti sono stati identificati 10 indici bioclimatici che sono stati calcolati per l'anno intero e separatamente per i periodi fenologici di una cultivar di riferimento (Nebbiolo), attingendo ai dati meteorologici registrati dal 2005 al 2022 da 11 stazioni meteo localizzate all'interno del Sito e appartenenti alla Rete AgroMeteorologica (RAM) della regione Piemonte. Tra quelle disponibili sono state scelte 2 o 3 stazioni per ogni *Core zone*.

L'analisi delle componenti principali (PCA) effettuata sui valori annuali degli indici, ha mostrato ampie differenze fra gli anni e anche differenze fra le *Core zone*, a parità di anno. Le relazioni fra le *Core zone* sono risultate abbastanza costanti nel tempo ma con differenze accentuate in annate anomale. Sempre considerando gli indici annuali, sono emerse anche differenze significative fra stazioni della stessa *Core zone*. La PCA eseguita sui valori degli indici calcolati per i periodi fenologici, ha evidenziato che le condizioni mesoclimatiche delle 11 zone rappresentate dalle stazioni, erano più omogenee nei periodi più freschi, compreso quello della maturazione, e meno omogenee in quelli più caldi. Ad esempio, è emerso che anche laddove la piovosità annuale era più elevata (e concentrata in primavera e autunno) si registrava un elevato numero di giorni asciutti estivi oppure che, nel mese di agosto (periodo dell'invasatura) le zone di Barolo e Barbaresco erano in media più calde di quelle di Nizza e Canelli. E' possibile che queste differenze possano influenzare oltre che la tempistica delle fasi fenologiche anche la velocità di maturazione dell'uva.

Questo studio ha permesso di raccogliere la serie storica di dati e indici climatici di un areale di grande rilevanza per il settore vitivinicolo, di evidenziare un'eterogeneità climatica tra zone limitrofe probabilmente attribuibile alla conformazione geografica del territorio in esame e di ipotizzare una risposta diversa dei vitigni ivi coltivati ai cambiamenti climatici. Ne deriva l'importanza di svolgere studi sito-specifici per studiare l'impatto del cambiamento climatico in viticoltura.

Parole chiave: meteorologia, fenologia della vite, Nebbiolo, serie storiche climatiche, viticoltura

Orticoltura urbana: esperienze di ricerca nella città di Torino

Roberta Bulgari^{1*}, Federica Larcher¹, Silvana Nicola¹, Luca Battisti²

¹Università di Torino, Dipartimento di Scienze agrarie, forestali e alimentari, Largo P. Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO)

²Dipartimento di Culture, Politica e Società, Università di Torino, Lungodora Siena 100, 10053 Torino

* roberta.bulgari@unito.it

Negli ultimi anni, in diverse città anche italiane, le strategie relative al verde urbano e le politiche locali del cibo evidenziano l'importanza dell'agricoltura urbana per favorire resilienza ambientale, benessere dei cittadini e inclusione sociale. In Italia, l'orticoltura urbana, nelle sue diverse forme, sta vivendo un momento di grande successo ed è crescente l'interesse degli studiosi di varie discipline. La città di Torino da diversi anni ha intrapreso un nuovo percorso verso una significativa trasformazione urbana, in cui vengono promosse e monitorate *nature-based solutions* in ottica multifunzionale e con approccio partecipato. Grazie ad iniziative pubbliche e private, si è assistito ad una diffusione di orti urbani, intesi come soluzione di rigenerazione urbana a scopo prevalentemente sociale. Il presente contributo illustra i diversi modelli di orticoltura urbana presenti a Torino, evidenziandone le peculiarità. In seguito, si intende presentare metodi e risultati preliminari di ricerche svolte a Torino presso due importanti realtà, situate in quartieri periferici e caratterizzate dalla coltivazione in suolo: Orti Generali (quartiere Mirafiori Sud) e Agrobarriera (quartiere Barriera di Milano). Gli utenti di tali realtà produttive sono principalmente hobbisti, senza competenze specifiche in ambito agricolo, benché molto appassionati. La produzione è destinata all'autoconsumo. Un particolare approfondimento riguarda, pertanto, la definizione e la valutazione delle condizioni necessarie per garantire una produzione di ortaggi di qualità in città. Nello specifico, vengono presentate alcune analisi preliminari, quantitative e qualitative (di tipo distruttivo e *in vivo*), svolte nel 2022 su bacche di pomodoro e ortaggi a foglia, campionati in alcuni degli orti individuali delle due realtà di orticoltura urbana in oggetto. I campionamenti sono avvenuti nei mesi di Luglio e Ottobre. Le bacche di pomodoro hanno mostrato una buona colorazione, uniforme, valutata attraverso un colorimetro. Anche la misurazione dei °Brix, tramite un rifrattometro digitale, ha restituito un dato che indica una buona qualità del prodotto finale (con valori medi superiori a 5.0 in entrambi gli orti urbani). Per quanto riguarda la concentrazione di nitrato, questa è risultata notevolmente al di sotto dei limiti stabiliti dal Regolamento (UE) 1258/2011, sia in rucola che lattuga. La ricerca, in corso, prevede anche attività di supporto alla coltivazione di qualità rivolte agli ortisti.

Parole chiave: orti urbani, qualità, benessere, *nature-based solutions*

Accrescimento e performance di diverse soluzioni di tetto verde estensivo

Giampaolo Zanin*, Vittoria Giannini, Stefano Macolino, Carmelo Maucieri

Dipartimento di Agronomia Alimento Risorse naturali Animali e Ambiente - Università degli Studi di Padova – Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia

* paolo.zanin@unipd.it

I tetti verdi sono una tecnologia recentemente proposta per la gestione sostenibile del deflusso superficiale urbano. Al pari di altre infrastrutture blu-verdi, però, i tetti verdi offrono numerosi altri servizi ecosistemici come ad esempio una riduzione dei consumi di energia degli edifici e la mitigazione dell'effetto isola di calore. Le loro performance dipendono da diversi fattori tra cui si annoverano il tipo di vegetazione, la profondità del substrato e la gestione irrigua. Al fine di ampliare le conoscenze su questi argomenti, è stata condotta una prova che ha testato quattro tipi di coperture vegetale (un miscuglio di sedum, un miscuglio da prati fioriti e due tappeti erbosi, uno di microterme e uno di macroterme), due profondità del substrato differente (8 e 14 cm) e due regimi irrigui (l'uno il doppio dell'altro). I parametri investigati hanno riguardato l'accrescimento delle piante (accrescimento verticale, copertura vegetale), la capacità di ritenzione dell'acqua di pioggia e la risposta evapotraspirativa. Il periodo investigato è stato quello invernale-primaverile. I maggiori accrescimenti in altezza sono stati espressi dal prato fiorito seguiti dal sedum, in particolare con la maggiore profondità del substrato. Per tutto il periodo primaverile la maggiore copertura è stata riscontrata per il sedum, seguito dal tappeto di microterme e dal prato fiorito (nell'ultimo mese). I valori minori sono stati ottenuti dal tappeto di macroterme. In generale, con la profondità maggiore sono state osservate coperture mediamente superiori, ma non sempre questo si è verificato nel caso del tappeto di microterme. La capacità di gestione dei deflussi di pioggia è stata minima nel periodo invernale (in taluni casi prossima allo 0%) e massima nel periodo tardo primaverile (prossima al 100%). La profondità maggiore del substrato ha, come atteso, aumentato la capacità di ritenzione, con differenze di circa il 10% nel periodo febbraio-maggio. L'evapotraspirazione stimata è stata, per buona parte del periodo, maggiore con 14 cm di substrato e con il prato fiorito. Il tappeto erboso con macroterme ha invece fatto osservare i minori valori. I diversi regimi irrigui hanno influito in modo spesso irrilevante sui diversi parametri analizzati; ha fatto eccezione l'effetto sull'evapotraspirazione: in due dei quattro intervalli di tempo valutati si sono riscontrati maggiori valori con i volumi irrigui più elevati. In conclusione, i risultati ottenuti sono a favore dell'applicazione di una profondità del substrato di 14 cm, di una vegetazione a prato fiorito o a sedum e dell'adozione di volumi idrici più elevati ma va anche precisato che le diverse soluzioni di tetto verde proposti richiedono costi di impianto e gestione molto diversi. Spetta agli operatori, in funzione degli obiettivi e dei benefici che ritengono più importanti, compiere la scelta più adatta tra il tipo di vegetazione, l'altezza del substrato e il regime idrico.

Parole chiave: profondità del substrato, tipo di vegetazione, irrigazione, capacità di ritenzione, risposta evapotraspirativa

Il Progetto RIHAB – Pompeiana per il ripristino, la tutela e la valorizzazione dell'habitat di prateria arida mediterranea in un Sito di Interesse Comunitario

Andrea Volante^{1*}, Andrea Copetta¹, Miriam Bazzicalupo¹, Elia Rodi², Patrizia Gavagnin³

¹ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo (CREA-OF), Sanremo (IM)

² Naturalista Botanico - Corso Italia 175, Ceriana (IM)

³ Wildlife Biologist - Via Feraldi 19, Sanremo (IM)

* andrea.volante@crea.gov.it; elia.st.rod@gmail.com; p_gavagnin@yahoo.it

L'habitat di prateria arida mediterranea, identificato con il codice RN2000 n. 6210, costituisce un ambiente di grande interesse ecologico per la varietà di specie vegetali che lo popolano, in particolare numerose orchidee spontanee terrestri e diversi taxa a carattere xerofilo. Questo habitat inoltre ospita un ampio spettro di specie animali caratteristiche. La prateria arida mediterranea è tuttavia a rischio di scomparsa, prevalentemente per la riduzione delle pratiche agro-pastorali nelle regioni montuose (alpine e appenniniche in particolare), che favoriscono l'evoluzione vegetazionale verso formazioni boschive, con una perdita notevole della biodiversità. In particolare, la prateria arida mediterranea è l'habitat prevalente nella zona speciale di conservazione (ZSC) "Pompeiana" (IT1315922) ed è definito prioritario dall'UE per l'abbondanza di specie di orchidee presenti, ma la sua integrità è stata fortemente condizionata dalla realizzazione di opere idrauliche di notevole impatto. Per conservare questo ambiente e le specie floristiche e faunistiche presenti (queste ultime in buona parte appartenenti all'erpetofauna occidentale di interesse biogeografico) si rendono necessarie azioni di conservazione volte al mantenimento degli aspetti tipici dell'habitat in Liguria, garantendo a livello locale la continuità della rete ecologica, migliorando lo stato dell'habitat, ove degradato, e monitorando nel tempo l'effetto degli interventi di conservazione sulla composizione floristica. Il progetto RIHAB – Pompeiana si propone la tutela e la valorizzazione dell'ambiente di prateria nel sito, tramite azioni volte a migliorare la naturalità del luogo e a ripristinare le reti ecologiche (miglioramento della copertura vegetale, costruzione di rifugi a tutela dei piccoli anfibi e rettili presenti) e svolgendo interventi di promozione e coinvolgimento della popolazione locale e promozione turistica mediante cartellonistica informativa dedicata. Le attività sulla componente vegetale comprenderanno una preliminare identificazione delle aree di intervento nel sito e una più dettagliata descrizione dei taxa vegetali individuabili nell'habitat di prateria arida. Le specie erbacee ed arbustive caratterizzanti l'habitat verranno propagate mediante propagazione gamica e agamica e reintrodotte nelle zone compromesse; parallelamente, quelle riconosciute come alloctone e/o invasive verranno sottoposte a diradamento e a contenimento periodico allo scopo di mantenere zone aperte caratteristiche dell'habitat 6210. Per alcune specie di orchidee terrestri, notoriamente di difficile riproduzione, saranno effettuate l'impollinazione manuale e la raccolta delle capsule allo stadio immaturo, per procedere poi alla semina *in vitro* in condizioni asimbiotiche. Le piantine così prodotte verranno poi traslocate *in situ*, dopo una fase di ambientamento intermedia. Il progetto RIHAB – Pompeiana è finanziato dalla Fondazione San Paolo su Bando SIMBIOSI.

Parole chiave: conservazione, orchidee terrestri, paesaggio, habitat

Il progetto LIFEorchids per la propagazione, la tutela e il potenziamento di popolazioni di orchidee terrestri spontanee

Andrea Volante^{1*}, Laura Cornara², Claudia Turcato⁴, Fernando Monroy Martinez¹, Annalisa Giovannini¹, Samuele Voyron³, Martino Adamo³, Mariangela Girlanda³, Miriam Bazzicalupo¹

¹ *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo (CREA-OF), C.so degli inglesi 508 – 18038 Sanremo (IM)*

² *Università degli Studi di Genova – Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita, C.so Europa 26 - 16132 Genova*

³ *Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, V.le P.A. Mattioli 25 - 1025 Torino*

⁴ *CeSBiN s.r.l., Via San Vincenzo, 2 - 20° piano - 16121 Genova*

* andrea.volante@crea.gov.it

In natura, la famiglia delle Orchidaceae è caratterizzata da una vasta rete di relazioni simbiotiche con l'ambiente, per la germinazione dei semi ma anche nelle fasi sub-adulte e adulte. Questo comporta un'elevata sensibilità alle condizioni dell'habitat e a sue variazioni, legate a fattori sia antropici che naturali. A causa di questi fattori, il numero di specie di orchidee esistenti è in costante declino; di conseguenza, una strategia di tutela e rinforzo delle popolazioni naturali di orchidee deve comprendere necessariamente una visione e una gestione delle piante ma anche del loro habitat.

Il progetto LIFEorchids (LIFE17NAT / IT / 000596, cofinanziato dal programma LIFE della UE) è finalizzato alla conservazione e il potenziamento di popolazioni naturali di orchidee terrestri spontanee nel nord-ovest Italiano, mediante la conservazione ed il ripristino di habitat di prateria arida ricchi di popolazioni spontanee di orchidee e interventi di tutela degli ambienti con azioni di coinvolgimento della popolazione locale nella loro gestione. Inoltre, il progetto prevede la semina *in vitro* di 9 diverse specie e la loro reintroduzione in microriserve nell'habitat naturale. Nell'ambito di quest'ultima attività, si è proceduto all'impollinazione manuale di piante in campo e alla raccolta delle capsule. La semina *in vitro* è stata eseguita in condizioni sia asimbiotiche (con semi maturi ed immaturi) che simbiotiche (solo con semi maturi), cioè in associazione a diversi ceppi di funghi micorrizici isolati da campioni di radici prelevati in natura, oppure ottenuti da micoteche.

La messa a punto delle tecniche di germinazione dei semi e coltivazione *in vitro* ha permesso di ottenere allo stato attuale più di 17400 plantule di orchidee *in vitro*; di queste circa 3000 sono state cresciute in condizioni simbiotiche. Gli esemplari dotati di foglie, radici e/o rizotuberi sono state avviate ad una fase di ambientamento in serra su substrati sterili, in modo da costituire una fase intermedia di passaggio tra le condizioni di sterilità *in vitro* e l'ambiente di campo. Ad oggi sono state ambientate in serra circa 3500 piante, mentre 67 esemplari sono stati traslocati direttamente nelle microriserve in natura. L'obiettivo finale del progetto è la traslocazione in microriserva di almeno 3600 piante, e ottenere e mantenere condizioni dell'ambiente naturale volte a massimizzare la probabilità di loro sopravvivenza, sviluppo e "reclutamento".

Parole chiave: orchidee, habitat, colture *in vitro*

Adattabilità di vitigni autoctoni e resistenti agli stress abiotici in ambiente peri-urbano

Elena Brunori^{1*}, Alessandra Bernardini¹, Rita Biasi¹, Giovanni Pica²

¹ *Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF). Università degli Studi della Tuscia – Viterbo*

² *Agenzia Regionale per lo Sviluppo dell'Agricoltura del Lazio (ARSIAL)*

* brunori@unitus.it

Le ambizioni climatiche delle politiche europee ambientali e agricole promuovono nuovi modelli produttivi ad elevata sostenibilità ambientale, resilienti alle alterazioni climatiche e promotori di benefici ambientali. Tra le strategie colturali volte alla transizione ecologica dei sistemi viticoli si fa strada l'utilizzo dei vitigni resistenti, ammessi alla coltivazione e all'utilizzo nella produzione di vini a denominazione di origine protetta (DOP) dall'EU e riconosciuti idonei alla coltivazione anche nella Regione Lazio. Sebbene sia noto che questi vitigni soddisfano gli obiettivi della Strategia "Farm to Fork", che prevede la riduzione del 50% dell'uso dei fitofarmaci entro il 2030, rimane incerto il loro adattamento a condizioni climatiche limitanti come quelle imposte dalle attuali emergenze climatiche, in particolare in ambito peri-urbano.

Obiettivo del lavoro è valutare la resilienza del vitigno resistente Sauvignon Nepis b. e di vitigni autoctoni della Regione Lazio (Malvasia di Candia, Maturano e Lecinaro) e nazionali diffusi sul territorio (Trebiano Toscano b., Montepulciano) agli stress abiotici in ambiente peri-urbano (Velletri RM). Durante la stagione 2022 si è monitorato il microclima del vigneto sperimentale dell'azienda dimostrativa di ARSIAL e determinata la frequenza e durata di condizioni climatiche limitanti in termini di eventi termici e idrici estremi (giorni siccitosi, giorni con temperature massime superiori a 30°C e a 35°C). Durante il ciclo produttivo si sono eseguiti rilievi non distruttivi, su piante rappresentative dello stato vegeto-produttivo dei vitigni oggetto di studio, volti al monitoraggio della senescenza fogliare (contenuto di clorofilla) e della resa ed efficienza fotochimica (fluorescenza della clorofilla a) e degli scambi gassosi (conduttanza stomatica), e si sono registrate le firme spettrali della vegetazione. Durante la stagione 2022 si sono succedute prolungate condizioni termiche, radiative e idriche limitanti. La senescenza fogliare si è manifestata precocemente (allegagione) per i vitigni Trebbiano e Maturano, e tardivamente (pre-raccolta) per Malvasia di Candia e Lecinaro. In termini di resa e *performance* del fotosistema II solamente alcuni vitigni manifestano precocemente valori sub-ottimali per entrambi gli indicatori (Montepulciano e Malvasia di Candia). Infine la resilienza agli stress multipli estivi è stata valutata attraverso la conduttanza stomatica (gs). In condizioni lievemente limitanti solo i vitigni Malvasia del Lazio e il Trebbiano mostrano valori ridotti di conduttanza stomatica (inferiori a $300 \text{ mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) risultato della salvaguardia del proprio status idrico fogliare e anche di una limitazione a volte consistente dell'attività fotosintetica. In condizioni limitanti severe solamente il Lecinaro e il Sauvignon Nepis b. mostrano valori superiori a $300 \text{ mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Infine dall'analisi delle firme spettrali (400 nm – 1500 nm) è possibile valutare la separabilità spettrale tra i diversi vitigni oggetto di studio, in particolare per le aree della firma che riguardano i pigmenti (clorofilla e xantofille), la morfologia fogliare e il contenuto idrico fogliare. Sebbene preliminari, i risultati evidenziano come il vitigno resistente mostri anche un discreta resilienza alle condizioni climatiche al pari di alcuni vitigni autoctoni della Regione Lazio.

Parole chiave: efficienza fotosistema II, microclima, resilienza, scambi gassosi, senescenza fogliare

Biodiversità e paesaggio in sistemi arborei specializzati a confronto: l'evidenza di differenze in termini di impatto ambientale

Rita Biasi*, Elena Brunori

Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF). Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

* biasi@unitus.it

In un contesto di accelerazione dei cambiamenti ambientali l'agricoltura è chiamata ad affrontare le sfide insite negli obiettivi ONU per lo sviluppo sostenibile e nelle strategie ambientali europee (Green Deal, Farm to Fork, Biodiversità 2030, Patto Europeo per il clima). L'agricoltura intensiva e specializzata, imprescindibile in questo contesto, dovrà adeguare non solo i modelli di gestione, ma anche forme e assetti compatibili con la sostenibilità ambientale per una transizione ecologica e energetica. La ricerca ha avuto come obiettivo l'analisi comparata di alcuni agrosistemi arborei intensivi al fine di quantificare l'eventuale diverso impatto su biodiversità, integrità degli ecosistemi, qualità del paesaggio e per individuazione azioni di mitigazione degli effetti negativi sui servizi ecosistemici. L'indagine è stata condotta adottando un approccio transcalare volto a definire e applicare parametri metrici in grado di: i) restituire una lettura dell'assetto attuale dell'ambiente e del paesaggio della corilicoltura viterbese, ii) di formulare una diagnosi dello stato di conservazione della diversità ambientale, della biodiversità e della qualità del paesaggio anche in confronto ad altre colture specializzate e intensive (viticoltura delle colline del Prosecco, melicoltura dell'Alto Adige), iii) delineare una strategia di gestione delle superfici coltivate a nocciolo per massimizzare le funzioni dell'agricoltura e contrastare eventuali implicazioni negative della specializzazione colturale. La metodologia adottata ha previsto l'identificazione e delimitazione dei territori a confronto e, al loro interno, di aree omogenee distinte sulla base dell'incidenza percentuale della specifica coltura sulla SAU (aree Core e Areali). Si è quindi provveduto al calcolo in ambiente GIS (Patch Analyst (ArcMap Plugin) di indici di metrica del paesaggio elaborando la carta dell'uso del suolo CLC 2018 (Corine Land Cover 2018 (vector) - version 20, Jun. 2019) per le analisi a livello territoriale e per selezionate classi di uso del suolo. Per le determinazioni a scala di dettaglio tipi e forme delle tessere del mosaico ambientale sono state ricavate da fotointerpretazione a video di foto aeree (2018) per ciascuna delle aree di saggio di 25 ha. I risultati hanno dimostrato che gli agrosistemi arborei intensivi possono presentare diversi livelli di qualità paesaggistica. In particolare, la diversità degli ecosistemi è ben conservata nell'areale della melicoltura e della viticoltura, mentre è comparativamente più bassa nell'areale della corilicoltura; la complessità del paesaggio (carattere basato sulla forma degli ecosistemi) è simile nelle tre aree produttive a confronto e bassa, in accordo con le caratteristiche dell'agricoltura intensiva; la frammentazione del paesaggio è estremamente elevata nell'areale della corilicoltura e decisamente superiore rispetto alle altre aree di colture arboree specializzate e intensive. Riquilibrare e rifunzionalizzare areali di coltivazioni alterati nelle loro funzioni ecologiche-ambientali rappresentano una necessità per reintrodurre funzioni eco-sistemiche perse nella monocoltura e per disegnare i paesaggi agrari del futuro.

Parole chiave: corilicoltura, indicatori qualità del paesaggio agricolo, intensificazione sostenibile, mitigazione impatto ambientale

Identificazione di specie ornamentali con diversi gradi di tolleranza all'ombra per la realizzazione di spazi a verde in ambiente urbano

Alessandra Francini¹, Stefania Toscano², Daniela Romano³ Antonio Ferrante^{4*}

¹*Scuola Superiore Sant'Anna Pisa, Piazza Martiri della libertà 33, Pisa*

²*Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina*

³*Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Catania*

⁴*Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Milano*

* antonio.ferrante@unimi.it

Il verde delle aree urbane è realizzato attraverso una accurata scelta delle specie ornamentali e la loro combinazione o integrazione con piante già presenti. Le specie erbacee, arbustive e arboree devono essere posizionate in modo che la disponibilità di luce sia sufficiente ad assicurare il soddisfacimento del metabolismo durante tutto il periodo vegetativo che comprende le diverse stagioni. Le specie ornamentali, in base alla tolleranza all'ombra o alla necessità di un buon irraggiamento, vengono classificate in piante sciafile ed eliofile. Per posizionare correttamente le piante, soprattutto nelle vicinanze di edifici, è necessario studiare la proiezione delle ombre durante l'anno e in particolare nei periodi più critici, come nei mesi di luglio e agosto. Come per la luce, anche l'ombra può essere classificata e per semplicità si possono identificare tre livelli di ombreggiamento di un'area:

- ombra leggera: l'area di interesse può essere completamente ombreggiata per poche ore al giorno, tutti i giorni. Si tratta di un'area ombreggiata da un edificio o da un muro, per circa 3-4 ore, ma per il resto della giornata la zona è soleggiata.
- ombra parziale o mezz'ombra: l'area è ombreggiata per gran parte della giornata, ma al mattino presto o alla sera le piante vengono raggiunte dai raggi del sole.
- ombreggiamento completo o totale: l'area è ombreggiata tutto il giorno.

La posizione delle specie con diversi gradi di tolleranza all'ombra può essere ottenuta determinando il punto di compensazione della luce per ciascuna specie, cioè la quantità minima di luce che consente di equiparare l'anidride carbonica assimilata con la fotosintesi con l'anidride carbonica emessa dalla respirazione. Questo stato di stallo biologico per la pianta rappresenta la condizione più critica che la pianta stessa può sopportare durante il periodo più critico, ossia quello estivo. La distribuzione delle specie presenti in un'area dovrebbe basarsi sull'intensità luminosa minima che garantisca di compensare la respirazione in modo tale che la fotosintesi netta sia maggiore di zero nell'arco delle 24 ore. In questo contesto, si deve procedere a classificare le piante ornamentali su base oggettiva e distribuirle nell'area urbana in base alle reali esigenze di luce.

Parole chiave: punto di compensazione, proiezione dell'ombra, piante sciafile, piante eliofile

Criteri e Metodologie costruttive per aumentare la performance ambientale nella realizzazione di giardini verticali, tetti verdi e altre soluzioni di verde architettonico

Stefano Mengoli^{1*}, Gianluca Burchi², Giuseppe Colla³

¹Dip. Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE) – Università della Tuscia, Viterbo

²CREA Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via dei Fiori 8, 51017 Pescaia

³Dip. Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE) – Università della Tuscia, Viterbo, Via S.C. De Lellis snc 01100 Viterbo

* sm@stefanomengoli.it

L'attività di ricerca è finalizzata ad individuare dei parametri ambientali ed ecologici nella progettazione botanica del verde architettonico, e nell'elaborare una *guideline* per la progettazione e per la gestione di questi impianti. Il Metodo di studio è organizzato per fasi e si collega alla selezione di specie performanti, destinate alla realizzazione di aree test, con coltivazione su parete giardino verticale, su *roof garden*, in vaso, e distinzione tra tesi e controllo tramite l'impiego sulla zolla di radicazione del trattamento mediante inzaffardatura con composti organici provenienti dalla biodigestione dei lombrichi; dopo 2 anni di coltivazione (attività in corso), sulle 3 specie che presenteranno valori biometrici statisticamente più significativi, verrà effettuata la valutazione dell'efficienza fotosintetica e testata la capacità di produzione di O₂ in abbinamento all'uso di terricciati prodotti con l'impiego dei lombrichi. Alla fine dei test in campo e dalle risultanze di attività di ricerca correlate e finalizzate all'analisi di specie e forme biologiche performanti, i dati raccolti consentiranno di costruire una *guideline* per la realizzazione di giardini verticali, tetti verdi e altre soluzioni di verde architettonico, con criteri e metodologie costruttive consigliate per aumentare la performance ambientale e il beneficio botanico-ambientale-ecologico- agronomico di queste opere che diverranno complementari ai piani arborei cittadini nell'opera di raffrescamento urbano.

Parole chiave: architettura verde, sistemi ecosistemici, pareti verdi, tetti giardino, benefici ambientali

Workshops

Sensoristica e intelligenza artificiale in ortoflorofruitticoltura & Strategie per l'ottimizzazione dell'irrigazione

Organizzatori: Pasquale Losciale, Luigi Manfrini, Bartolomeo Dichio, Brunella Morandi

Il comparto agricolo grazie alla dirompente evoluzione tecnologica vive oggi una rivoluzione digitale con i settori colturali ad alto reddito, come quelli dell'ortoflorofruitticoltura, maggiormente disponibili ad implementare tali tecnologie. Il workshop ha l'obiettivo di descrivere l'avanguardia delle tecnologie a disposizione (prossimale e da remoto), gli approcci per il loro utilizzo e le possibili applicazioni in campo ortoflorofruitticolo al fine di rendere i processi colturali sempre più sostenibili attraverso strategie agronomiche innovative.

Orali

Reti Neurali Artificiali per ottimizzare la gestione dell'illuminazione supplementare in acquaponica

Giuseppe Carlo Modarelli^{*}, Lucia Vanacore¹, Antonio Luca Langellotti², Paolo Masi¹⁻², Youssef Rouphael¹, Chiara Cirillo¹, Stefania De Pascale¹

¹*Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici (Napoli)*

²*Centro di Ateneo per l'Innovazione e lo Sviluppo dell'Industria alimentare (CAISIAL), Università di Napoli Federico II, Portici (Napoli)*

* giuseppecarlo.modarelli@unina.it

Lo sviluppo di sistemi produttivi alimentari sostenibili, capaci di utilizzare le risorse in modo efficiente, costituisce una priorità mondiale. L'acquaponica è una tecnica di produzione integrata, che vede nell'alimentazione dei pesci il solo input richiesto per il loro allevamento e per la coltivazione delle piante. Tuttavia, nei periodi di scarsa radiazione solare e di basse temperature, la ridotta attività fotosintetica riduce la capacità delle piante di assorbire nitrati e ammonio, tossici per i pesci se accumulati in quantità eccessive, costringendo a continui ricambi di acqua con elevati costi sia in termini economici che ambientali. L'illuminazione supplementare con LED può migliorare l'assorbimento di nutrienti grazie alla maggiore attività fotosintetica. Tuttavia, se non correttamente applicata, l'illuminazione supplementare può determinare effetti negativi sulla sostenibilità economica degli impianti. Modelli predittivi delle performance ecofisiologiche e dello sviluppo vegetativo possono essere utilizzati per stimare i fabbisogni delle piante in tempo reale e ottimizzare l'uso delle risorse. I modelli più diffusi si basano sull'utilizzo di Regressioni Lineari semplici per la stima di una variabile o su Regressioni Lineari Multiple (RLM) a più variabili nel caso di processi fisiologici complessi quali la fotosintesi. Le Reti Neurali Artificiali (RNA) sono modelli matematici composti da neuroni artificiali ispirati alle reti neurali biologiche utilizzati per risolvere problemi di Intelligenza Artificiale in diversi ambiti tecnologici; tuttavia, nessuno studio è stato ancora condotto su colture allevate in acquaponica considerando le variazioni ambientali durante il ciclo di produzione. L'obiettivo del lavoro è stato quello di confrontare le performance di un modello RLM con quelle di un modello di RNA partendo da dati ambientali (temperatura, umidità relativa e intensità luminosa) e misure di fluorescenza della clorofilla registrati durante il ciclo di coltivazione di indivia e lattuga in due esperimenti consecutivi. Nello specifico i modelli sono stati utilizzati per predire a livello fogliare: fotosintesi netta (A), conduttanza stomatica (gs), traspirazione

(E), Water Use Efficiency intrinseca (WUEi) e Light Use Efficiency (LUE) in piante di indivia e lattuga allevate sotto luce naturale (LN) o con luce naturale integrata con illuminazione supplementare a LED (LI, PPFD medio: $173 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Daily light integral (DLI) medio: $10 \text{mol m}^{-2} \text{g}^{-1}$) in combinazione con tilapie (*Oreochromis niloticus* L.) in un impianto acquaponico ricircolante. Entrambi i modelli sono stati “allenati” considerando il 70% dei dati per *train* e testati sul 30%. I risultati mostrano un’elevata accuratezza dei modelli nella predizione di tutte le variabili in entrambe le specie, tuttavia le performance di entrambi i modelli si riducono considerando le due specie separatamente, a causa della riduzione del dataset. Ciononostante, il modello RNA ha mostrato un minor *root mean squared error* (RSME) e una maggior accuratezza rispetto al RLM, così come evidenziato dagli *accuracy score* (AS) che ben si correlano con i dati di biomassa totale ottenuta a fine ciclo colturale. In conclusione, l’impiego di RNA per predire gli scambi gassosi fogliari possono essere un ottimo strumento per migliorare l’efficienza energetica e ridurre i consumi idrici e l’impatto ambientale in acquaponica. Ulteriori studi dovrebbero considerare l’integrazione nel modello di variabili relative alle concentrazioni di nutrienti in soluzione per predirne l’assorbimento e stimare le asportazioni da parte delle piante.

Parole chiave: Light-Emitting Diode (LED), Regressioni Lineari Multiple (RLM), modelli predittivi, Intelligenza Artificiale, fluorescenza della clorofilla

Analisi strutturale della genetica di popolazioni vegetali: approccio basato sull’intelligenza artificiale e le reti complesse

Pierfrancesco Novielli^{1*}, Stefano Pavan¹, Donato Romano¹, Domenico Diacono², Pasquale Losciale¹, Annamaria Stellacci¹, Roberto Bellotti^{2,3}, Sabina Tangaro^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

²Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Bari, Bari

³Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin”, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Bari

* pierfrancesco.novielli@uniba.it

L’analisi strutturale delle popolazioni vegetali attraverso dati genetici è fondamentale per comprendere e preservare la biodiversità cioè la varietà di forme di vita sul nostro pianeta. Essa comprende la diversità genetica all’interno delle specie, tra le specie e tra gli ecosistemi. La conoscenza della struttura genetica delle popolazioni è importante perché ci permette di capire come la biodiversità è stata generata e mantenuta nel corso della storia evolutiva. L’analisi di *clustering* utilizza algoritmi matematici per identificare le relazioni genetiche tra le popolazioni, e questo ci aiuta a scoprire le popolazioni ancestrali e le loro relazioni evolutive. Queste informazioni ci permettono di valutare l’impatto delle attività umane sulla biodiversità e di sviluppare strategie per la sua conservazione. Ad esempio, possiamo identificare le popolazioni che sono particolarmente vulnerabili e che richiedono una maggiore attenzione e protezione. Inoltre, conoscere la struttura genetica delle popolazioni ci aiuta anche a sviluppare programmi di coltivazione e conservazione delle specie che sono importanti per la sicurezza alimentare e l’equilibrio ecologico. In sintesi, l’analisi strutturale delle popolazioni vegetali attraverso dati genetici è uno strumento essenziale per comprendere la biodiversità e per preservare la diversità genetica delle piante per le future generazioni.

L’intelligenza artificiale (AI) è in rapida evoluzione e sta influenzando molte aree della scienza e della tecnologia, compresa la genetica vegetale. L’utilizzo dell’AI in questo campo e, in particolare, dei metodi basati sulle reti complesse, permette di analizzare grandi quantità di dati in modo efficiente e

permette di modellizzare sistemi costituiti da molte parti interdipendenti il cui comportamento non può essere previsto o spiegato dall'analisi dei singoli componenti. Identificare e indagare le connessioni tra le parti che compongono il sistema è fondamentale per comprendere i comportamenti emergenti, cioè i comportamenti espressione dell'intero sistema e che non potrebbero essere spiegati analizzando singolarmente i suoi componenti.

In questo lavoro proponiamo la definizione di una rete complessa costruita utilizzando come matrice di adiacenza la matrice dei coefficienti di kinship ottenuti con il metodo IBS (*identity by state*). Questo metodo è stato utilizzato per descrivere il grado di parentela genetica tra diverse cultivar di mandorlo. La matrice di adiacenza basata sui coefficienti di kinship modella le connessioni genetiche all'interno del sistema.

Come caso di studio, è stata scelta una popolazione di 98 cultivar di mandorli. L'algoritmo di *community detection* di Louvain è stato utilizzato per l'analisi di *clustering*. I risultati sono stati confrontati con altri metodi parametrici e non parametrici tra cui ADMIXTURE, *k-means*, *hierarchical clustering*. Questo confronto ha permesso di identificare eventuali punti di forza e di debolezza dei vari metodi e di valutare il loro contributo alla comprensione delle relazioni genetiche tra le diverse cultivar di mandorlo.

Parole chiave: genetica vegetale, SNPs, popolazioni ancestrali, mandorlo, analisi di clustering, intelligenza artificiale, reti complesse

Combinazione di analisi tradizionali delle crescite e tecniche fotogrammetriche innovative per la misura della biomassa aerea della vite in pieno campo

Franco Meggio^{1,2*}, Francesco Marinello³

¹Dipartimento di Agronomia Alimenti Risorse naturali Animali e Ambiente, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16 35020 – Legnaro (PD).

²Centro Interdipartimentale per la Ricerca in Viticoltura ed Enologia, CIRVE, Università degli Studi di Padova, Via XXVIII Aprile 14, Conegliano, 31015 Treviso.

³Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali, TESAF, Università degli Studi di Padova, Viale dell'Università 16 35020 – Legnaro (PD).

* franco.meggio@unipd.it

Le analisi della biomassa aerea sono comunemente utilizzate per valutare la resa delle colture e il potenziale di sequestro del carbonio, nonché per la calibrazione delle pratiche agronomiche e lo sviluppo di tecnologie a rateo variabile. Il monitoraggio diretto della crescita delle piante attraverso la rimozione delle foglie è stata la metodologia più accurata per molti anni; tuttavia, questa è molto dispendiosa in termini di tempo, richiede molte repliche e misurazioni distruttive. Recentemente, l'uso di metodi ottici è stato proposto come una metodologia potenzialmente veloce, affidabile e non distruttiva per analizzare la crescita delle piante. In questo studio, sono state combinate procedure tradizionali di analisi della crescita con metodi innovativi di analisi d'immagine per stimare la biomassa aerea della vite e per analizzarne le dinamiche di crescita in condizioni di campo. In un vigneto commerciale di *Vitis vinifera* L. cv. Pinot grigio, è stata valutata la praticabilità e l'accuratezza di una fotocamera amatoriale RGB utilizzando il metodo della *structure-from-motion* (SfM) per misurare la quantità di biomassa aerea annuale (tralci, foglie, grappoli), la biomassa del tronco perenne, la lunghezza totale dei tralci della vite e l'area fogliare delle viti durante un'intera stagione di crescita dal germogliamento alla raccolta. Le viti sono state scansionate da 80 posizioni diverse e la nuvola di punti

3D di ogni vite è stata calcolata in 10 date durante la stagione. La validazione dei dati estratti dalla SfM rispetto ai dati tradizionali di raccolta della biomassa ha fornito buone correlazioni per la biomassa aerea totale (materiale vegetale verde e legnoso combinato), biomassa verde (foglie e tralci), area fogliare e massa di grappoli con valori R^2 compresi tra 0,84 e 0,97, tutti significativi con $p < 0,001$. La scansione ripetuta delle stesse viti ha permesso di confrontare il numero di punti scansionati con l'incremento della biomassa secca nel tempo. Il numero dei punti verdi estratti dai modelli 3D ha consentito un stima dell'area fogliare e della biomassa aerea totale. Il tasso di crescita assoluto stimato utilizzando la SfM è risultato un robusto predittore del tasso di crescita assoluto misurato mediante metodi tradizionali di analisi delle crescite. La SfM è una tecnica promettente per il monitoraggio non distruttivo della biomassa aerea del vigneto e delle sue dinamiche di incremento in condizioni di campo.

Parole chiave: structure-from-motion, area fogliare, metodi ottici, sostanza secca, vite

Smart Oral Communications

IR imaging per la diagnosi precoce di marciumi basali e fogliari causati da patogeni fungini soil-borne su rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* L.)

Massimo Rippa¹, Andrea Pasqualini², Rossella Curcio¹, Pasquale Mormile¹, Catello Pane^{2*}

¹Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti "E. Caianiello", Via Campi Flegrei 34, 80078, Pozzuoli, Italia.

²Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo, Via Cavallegeri, 25 84089 Pontecagnano Faiano, Italia.

* catello.pane@crea.gov.it

La rucola selvatica (*Diplotaxis tenuifolia* L. [D.C.]) è una brassicacea, coltivata in Italia principalmente come *baby-leaf* per la filiera dei prodotti freschi ad alto contenuto di servizio. La coltura è effettuata in serra con semina di precisione ad alta densità su aiuole contigue e taglio meccanizzato del prodotto fresco. L'intensificazione rende la coltivazione particolarmente esposta a patologie fungine *soil-borne*, favorite dal microclima relativamente caldo-umido delle serre irrigate per aspersione. In particolare, attacchi di agenti di marciumi come *Rhizoctonia solani* Kühn e *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, sono molto diffusi e, talvolta, inficiano produzione e qualità della rucola. Nel perseguire obiettivi di riduzione dell'uso dei pesticidi di sintesi, è necessario implementare strategie innovative in grado di garantire comunque adeguati livelli di protezione delle colture. Le tecnologie digitali, come la termografia, possono contribuire in tal senso. Le informazioni derivate da immagini della coltura, catturate nell'infrarosso medio-lungo (*IR imaging*), associate al gradiente di energia emessa dalle diverse parti della *canopy* e correlate allo stato di salute, possono essere impiegate a scopo di monitoraggio e/o *detection* tempestiva di focolai d'infezione e guidare con precisione gli interventi di difesa. Con l'obiettivo di mettere a punto un sistema di diagnosi precoce mediante *IR imaging*, è stato condotto uno studio di termografia attiva su rucola nel corso dell'infezione con *S. sclerotiorum* e *R. solani*. La termografia attiva esamina la risposta delle piante campionate associata a una stimolazione termica con lampada alogena controllata. I segnali emessi dalle piante di rucola nell'infrarosso termico sono stati acquisiti, a seguito dell'inoculazione dei patogeni su foglia o al colletto, con una camera FLIR X6580 nel range spettrale 3.5-5 μm (*Midwave-Infrared, MWIR*). L'elaborazione delle immagini ha messo in evidenza, durante la fase di recupero termico, sulle foglie delle piante malate una distribuzione spaziale della temperatura superficiale asimmetrica e la presenza di aree con maggior inerzia termica, assenti nelle piante non

infette. La risposta *real-time* della pianta all'interazione con i patogeni è risultata differenziale rispetto al controllo sano già entro 48 ore dall'inoculazione, indipendentemente dal fungo e dal punto di infezione. Una parte di campioni sono stati misurati anche nel lungo infrarosso (AVIO TVS500) nel range spettrale 8-14 μm (*Longwave-Infrared, LWIR*) comparando le capacità predittive nelle due regioni spettrali. Il rilievo termografico ha fornito in maniera precoce e non-distruttiva preziose informazioni sulla dinamica spaziale e temporale della patogenesi nei sistemi indagati, risultando un promettente strumento di supporto alle decisioni per l'ottimizzazione della gestione fitosanitaria della coltura.

Parole chiave: agricoltura digitale, diagnosi non-distruttiva, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, termografia infrarossa

Utilizzo di telecamere di profondità a basso costo e di reti neurali per stimare caratteri quali quantitativi dei frutti direttamente in frutteto

Gianmarco Bortolotti^{1*}, Mirko Piani¹, Michele Gullino¹, Alessandro Bonora¹, Cristiano Franceschini¹, Dario Mengoli², Simone Rossi², Nicolò Omodei², Luigi Manfrini¹

¹*DISTAL – Università di Bologna*

²*DEI – Università di Bologna*

* gianmarco.bortolotti@unibo.it

Negli ultimi anni la capacità e l'efficienza di sistemi computerizzati nell'estrarre informazioni complesse da immagini e video digitali (i.e., *Computer Vision - CV*) è aumentata in modo esponenziale. Questo grazie all'avvento e al rapidissimo sviluppo e diffusione di innovazioni in ambito hardware e software. Tra queste una pietra miliare sono certamente gli algoritmi di intelligenza artificiale (AI), sempre più prestanti ed efficienti, resi disponibili a tutti con una relativa semplicità di applicazione. Parlando di hardware invece, risultano ad oggi disponibili moltissime piattaforme e sensori, a basso costo, che rendono applicabili sistemi di CV direttamente in campo. Nell'attuale contesto dell'agricoltura digitale 4.0 risulta fondamentale essere in grado di raccogliere informazioni dettagliate, precise e su larga scala per poter applicare una gestione ottimizzata di tutti i fattori produttivi. Nelle colture frutticole questo risulta più complesso che in altri tipi di produzioni (es. colture estensive) a causa della complessità intrinseca del sistema frutteto. La CV sembra essere uno strumento rivoluzionario e il presente lavoro mira a esporre le potenzialità di utilizzare attrezzature a basso costo assieme ad algoritmi di CV (e AI) per favorire digitalizzazione e gestione precisa nei sistemi frutticoli, favorendo un aumento della loro sostenibilità produttiva. Conoscere la produzione in modo preventivo alla raccolta risulta molto importante per programmare le operazioni di gestione e organizzare la forza lavoro; allo stesso modo conoscere il carico produttivo della singola pianta in modo georeferenziato, in maniera molto anticipata, può aiutare anche nella gestione del diradamento manuale, molto impattante sulle spese di gestione. Allo stesso modo poter creare mappe di produzione/qualità georeferenziate, durante la raccolta, può favorire il frutticoltore nell'efficientare la logistica ed indirizzare il prodotto al miglior canale di vendita, facendo combaciare qualità del prodotto disponibile, con quella richiesta dal mercato.

Con l'utilizzo di camere di profondità (RGB-D) a basso costo insieme a soluzioni di CV sono stati sviluppati due prototipi in grado di sopperire a quanto appena esposto: i) conteggio e dimensionamento di frutti di melo direttamente in campo, in tempo reale, con frutti ancora sulla pianta. ii) un sistema *plug-play* per piattaforme di raccolta in grado di stimare dimensione media e

colore di pesche poste all'interno del bin direttamente in campo, alla raccolta. Il sistema operante su

melo può riconoscere frutti dai 30-40mm ed ha riportato un errore nel dimensionamento medio dei frutti circa 3-4 mm ed un errore nel conteggio di circa il 10%. Errori maggiori (16mm - in netto miglioramento) sono stati ottenuti per i frutti di pesco posti nei bin, dove anche la percentuale di sovracalore è stata valutata.

Le prestazioni non sono ancora in linea con le richieste dei frutticoltori, ma le potenzialità a seguito di ulteriori sviluppi sono notevoli, considerando che i risultati presentati riguardano una prima versione senza calibrazioni dedicate ai singoli scopi, notoriamente necessarie da letteratura. In conclusione, si evidenzia l'elevatissima potenzialità della computer vision nell'implementare sistemi a supporto della digitalizzazione e gestione precisa del frutteto, grazie alla sua efficienza e funzionalità anche con sistemi a basso costo.

Parole chiave: frutticoltura di precisione, *computer vision*, digitalizzazione, automazione, intelligenza artificiale

Colture fuori suolo: ricerca e mondo operativo a confronto

Organizzatori: Sonia Cacini, Luca Incrocci, Daniele Massa

Il GdL Colture Fuori Suolo organizza questo incontro durante il quale saranno presentati alcuni lavori sperimentali sottomessi come presentazioni orali alle GS SOI di Torino 2023. Partendo dal mondo della ricerca, il Workshop intende quindi stimolare la discussione dei partecipanti mettendo in risalto da una parte quali sono le tendenze attuali della ricerca scientifica sulle tecniche e tecnologie del fuori suolo e dall'altra di comprendere quali sono le esigenze e il punto di vista di tecnici che operano nel settore a livello commerciale, così da favorire uno scambio di informazioni reciproco fra i due gruppi. Seguirà una tavola rotonda sul tema con la partecipazione di stakeholders del fuori suolo.

Orali

Sviluppo di un modello per la previsione della biomassa e dell'assorbimento di nutrienti del pomodoro cv. Pisanello in coltura fuori suolo

Susanna Cialli ^{1*}, Giulia Carmassi ², Riccardo Orsini, Ceta Fatjon², Anna Mensuali ¹ e Luca Incrocci ²

¹ *Crop Science Research Center, Scuola Superiore Sant'Anna. Pz. Martiri della Libertà 33, Pisa*

² *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA-a), Università di Pisa (Pisa)*

* susanna.cialli@santannapisa.it

Il bacino del Mediterraneo è uno degli areali con la maggiore concentrazione di serre al mondo, e questo spesso può creare un forte impatto ambientale per la scarsa efficienza nell'uso dell'acqua e dei nutrienti. L'uso di Decision Support System facili da fruire per gli agricoltori può favorire un aumento dell'efficienza dell'uso di acqua e di nutrienti dei sistemi di coltivazione in serra. Uno degli obiettivi del progetto iGUESS-MED finanziato dalla fondazione PRIMA, è proprio quello di sviluppare un DSS che permetta agli agricoltori in possesso di un semplice smartphone di poter avere indicazioni su come gestire l'irrigazione, la concimazione e la difesa fitopatologica della coltura in serra del pomodoro. In particolare, nel progetto iGUESS-MED è stato implementato il modello VegSyst, sviluppato dall'Università di Almería, in grado di simulare su base giornaliera la produzione di biomassa, l'assorbimento di azoto e l'evapotraspirazione di una coltura di pomodoro e di altri ortaggi coltivati in serra in plastica nel sud della Spagna. Queste informazioni possono essere quindi utilizzate dal DSS di iGUESS-MED per fornire precise indicazioni all'agricoltore sulla quantità di acqua e nutrienti da fornire giornalmente alla propria coltivazione. Nel nostro lavoro il modello VegSyst è stato calibrato e validato su due prove sperimentali di coltivazione fuori suolo di pomodoro cv Pisanello (varietà locale toscana). Sono stati raccolti dati climatici e i consumi idrici giornalieri della coltura; a distanza di 3-4 settimane sono stati effettuati rilievi distruttivi prelevando una pianta per parcella elementare per la determinazione della biomassa prodotta, suddivisa nei vari organi (foglie, steli e frutti) e dell'indice di area fogliare (LAI). Sulla biomassa secca è stato determinato il contenuto di azoto, fosforo, potassio, calcio e magnesio. I dati misurati sono poi stati comparati con i dati simulati dal modello VegSyst, utilizzando i dati del primo esperimento per la sua calibrazione e i dati del secondo esperimento per la sua validazione. Il modello VegSyst si è dimostrato in grado di simulare con una buona precisione i dati sperimentali,

come confermato dall'elaborazione di alcuni indici statistici quali il Root Mean Square Error (RMSE), il Nash-Sutcliffe Model Efficiency coefficient (EF) e il coefficient of Residuals Mass (CRM).

Parole chiave: *Solanum lycopersicum*, idroponica, assorbimento minerale, modello di simulazione, modello di crescita, azoto, biomassa

Biofortificazione in folati di *baby-leaf* allevate in *floating system*

Massimiliano D'Imperio*, Lucia Bonelli, Massimo D'Aprile, Angela Boari, Francesco Serio
 Maria Gonnella, Miriana Durante, Giovanni Mita, Francesco Milano, Angelo Parente
 Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari– Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISPA-CNR)

* massimiliano.dimperio@ispa.cnr.it

La nuova frontiera della biofortificazione con l'utilizzo di tecniche agronomiche è rappresentata dalla possibilità di stimolare nelle piante la biosintesi di composti organici di interesse salutistico. La coltivazione senza suolo è ormai a pieno titolo considerata l'approccio ideale per le ricerche condotte nel settore della biofortificazione, in quanto consente di gestire in maniera precisa le condizioni di crescita della pianta, modulando l'accumulo di nutrienti target (siano essi organici e/o minerali) utili per la salute umana. Tra i composti organici delle piante che rivestono particolare interesse per la nutrizione umana rientrano sicuramente i folati, la cui biosintesi può essere influenzata da differenti fattori tra cui la luce (intensità e spettro). Noto anche come vitamina B9, il folato è un nutriente essenziale, i cui stati carenziali in gravidanza sono spesso associati all'insorgenza di malformazioni congenite. L'obiettivo del presente studio, condotto nell'ambito del progetto ALIFUN (PON ARS01_00783), è stato quello di definire una tecnica agronomica finalizzata ad incrementare il contenuto di folati in *baby-leaf* di pak-choi (*Brassica rapa subsp. Chinensis* L.), mizuna (*Brassica rapa* var. *nipposinica* L.), e cicoria (*Cichorium intybus* L.) mediante l'applicazione di differenti input luminosi, in termini di intensità e composizione dello spettro luminoso. La prova è stata condotta in una camera di crescita *walk-in* dotata di sistemi di illuminazione LED indipendenti e modulabili per intensità e composizione della luce. La semina è stata effettuata in pannelli alveolati da 160 alveoli (una pianta/alveolo) riempiti con torba scura. Le piante sono state allevate utilizzando la tecnica del *floating system*. All'emissione dell'ipocotile, le plantule sono state esposte a 2 trattamenti luminosi (L1, L2, L3 ed L4: 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$; L5 e L6: 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) con uguale rapporto blu:verde:rosso (9:21:70). Sette giorni prima della raccolta sono stati modificati: i) solo l'intensità luminosa (L2: 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); ii) solo lo spettro luminoso (L6: 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, rapporto blu:verde:rosso - 90:1:9); iii) sia l'intensità che lo spettro (L3: 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, rapporto blu:verde:rosso - 90:1:9; L4: 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ rapporto blu:verde:rosso - 72:1:27). L1 ed L5 sono rimasti invariati. In totale, sono stati confrontati 6 trattamenti luminosi disposti secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati. I parametri ambientali impostati sono stati: fotoperiodo di 14 ore di luce e 10 ore di buio; temperatura media dell'aria 22/16 °C e umidità relativa 65/55% (rispettivamente, giorno/notte). Dalla comparsa della prima foglia vera le plantule sono state fertirrigate con soluzione nutritiva completa di macro e micronutrienti con un rapporto percentuale tra azoto nitrico e azoto ammoniacale di 80:20. Il pH e la conducibilità elettrica della SN sono stati: 5,8 e 1650 $\mu\text{S cm}^{-1}$, rispettivamente. Le piante sono state raccolte allo stadio commerciale di *baby-leaf*. Successivamente il materiale è stato diviso in due porzioni: una parte è stata essiccata in stufa termoventilata per la determinazione della sostanza secca e la determinazione dei principali ioni inorganici; la restante quantità è stata liofilizzata per la quantificazione del contenuto di folati. Il processo di biofortificazione non ha influenzato la produzione (in media 4,8, 2,4 e 3,9 g pianta⁻¹ rispettivamente per pak-choi, mizuna e cico-

ria). Per quanto riguarda il contenuto di folati, si osserva che le tre specie rispondono in maniera diversa ai trattamenti luminosi. In particolare pak-choi non mostra variazioni statisticamente significative del contenuto di folati tra i vari trattamenti a confronto (36 mg 100 g⁻¹ di peso fresco). In mizuna è stato osservato un aumento (mediamente del 33%) significativo del contenuto di folati nelle piante allevate nei trattamenti L3, L4 e L5. In cicoria è stato registrato un aumento medio del 25% della concentrazione di folati nelle piante sottoposte ai trattamenti L4 e L6.

Parole chiave: *tailored vegetables*, indoor, sistemi di coltivazione senza suolo

Comparazione di vari modelli per la stima dell'evapotraspirazione di una coltura fuori suolo di pomodoro cv. Pisanello

Luca Incrocci*, Giulia Carmassi, Riccardo Orsini, Gaetano Stravato e Fatjon Cela

Dipartimento di scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA-a), Università di Pisa, Pisa

* luca.incrocci@unipi.it

Nei sistemi fuori suolo a ciclo aperto, una stima precisa dell'evapotraspirazione delle colture (ETc) è essenziale per avere un'elevata efficienza nell'uso dell'acqua e per ridurre al minimo le perdite di acqua e nutrienti nell'ambiente. Nelle serre a bassa tecnologia, tipiche dell'area del Mediterraneo, è importante disporre di modelli per la stima dell'ETc utilizzando sensori climatici a basso costo. Il nostro lavoro, finanziato dal progetto PRIMA iGUESS-MED ha avuto lo scopo di verificare se la ETc misurata di una coltura di pomodoro fuori suolo in serra è correttamente stimata da quattro diversi modelli semplificati quali il modello di Baille e tre modelli basati sul classico approccio *two-step* della FAO (Etc= ETo x Kc), implementati nel DSS PrHo, sviluppato dalla fondazione Cajamar di Almeria (Spagna).

Il confronto è stato fatto utilizzando i dati di ETc misurati giornalmente da due diverse coltivazioni fuori suolo, svolte nella stagione primaverile e autunnale, di una varietà autoctona di pomodoro toscano (cv. Pisanello), coltivata in una serra situata a Pisa. I dati climatici orari interni ed esterni della serra (temperatura dell'aria, umidità relativa e radiazione solare globale e netta) sono stati registrati e utilizzati per la simulazione della ETc sulla base dei diversi algoritmi.

Inoltre, l'evapotraspirazione di riferimento (ETo) stimata da tre sub-modelli (ETc radiazione-Almeria, ETc Hargreaves e ETc FAO24), implementati in PrHo è stata confrontata anche con l'ETo calcolata con l'equazione Penman-Montheit FAO-56, per evidenziare se la discrepanza tra i valori stimati e misurati di ETc è dovuta ad un errore nella stima di ETo o nella stima del Kc oppure ad entrambi.

In generale, si è evidenziato un accettabile accordo tra i valori di ETc simulati e quelli misurati. Dall'analisi dei dati è emerso che l'errore sulla stima dell'ETo calcolato con i modelli semplificati rispetto al valore calcolato con l'equazione Penman-Montheit FAO-56 è sostanzialmente accettabile e che quindi l'errore nella stima dell'evapotraspirazione potrebbe essere risolto con una diversa calibrazione del Kc, specifico per la cultivar di pomodoro Pisanello.

Parole chiave: *Solanum lycopersicum*, irrigazione, idroponica, evapotraspirazione, modelli ET semplificati

Il progetto SOILLESS GO: tecnologie e innovazioni di processo delle coltivazioni senza suolo al servizio degli operatori del comparto

Francesco Serio¹, Vito Buono^{2*}, Francesco Montesano³, Pietro Santamaria³

¹ *Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISPA-CNR)*

² *AGRIS soc. coop., Bari*

³ *Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari Aldo Moro*

* agris.soc.coop@gmail.com

Il progetto SOILLESS GO “SOstenibilità ambientale, Innovazioni di processo e di prodotto per la competitività delle coltivazioni Senza Suolo in Puglia – Gruppo Operativo” è stato finanziato nell’ambito del PSR Puglia 2014/2020 – Misura 16 – Cooperazione – Sottomisura 16.2 “Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie”. Il Gruppo Operativo, costituito grazie al progetto, ha operato in risposta ai fabbisogni, manifestati dagli attori locali del settore delle coltivazioni senza suolo, connessi con l’introduzione di tecnologie innovative per l’impiego più efficiente delle risorse, per innovare processi e prodotti, valutare i vantaggi economici derivanti dall’adozione di innovazioni e consolidare la posizione dei prodotti sul mercato. Il progetto ha coinvolto una rete di soggetti rappresentativi di realtà diversificate operanti nel comparto regionale delle coltivazioni senza suolo (Agris, società di consulenza in Agricoltura; CNR – ISPA e Università degli Studi di Bari Aldo Moro – DiSSPA, impegnati da anni in ricerche sulle colture senza suolo in ambiente mediterraneo; le aziende agricole F.lli Lapietra, Gianbò, Ortogourmet, Susca; la Sysman Progetti e Servizi, operante nel settore delle tecnologie smart in agricoltura).

Attraverso un’ampia attività di collaudo e dimostrazione, il progetto ha trasferito tecnologie, know-how e competenze a imprenditori agricoli e tecnici che operano in orticoltura protetta e nel settore delle colture senza suolo. Le attività sono state svolte presso le aziende partner, nonché presso le strutture dei centri di ricerca coinvolti, con particolare riferimento all’Azienda Sperimentale ‘La Noria’ del CNR- ISPA: i) tecnologie ‘di precisione’ (smart e low cost) per la gestione dell’irrigazione e della fertilizzazione nelle coltivazioni senza suolo, al fine di aumentare l’efficienza d’uso di acqua e fertilizzanti e ridurre l’impatto ambientale delle produzioni; ii) applicazione di tecnologie di illuminazione supplementare LED per la destagionalizzazione produttiva, in relazione al completamento del calendario di produzione invernale; iii) tecniche senza suolo per la produzione di uva da tavola extrastagionale; iv) introduzione di prodotti innovativi ad alto valore aggiunto, per differenziare l’offerta aziendale e cogliere specifiche opportunità del mercato: micro-ortaggi e fiori eduli, ortaggi ‘bio-fortificati’ ad alto valore nutrizionale, varietà orticole ‘locali’; v) confronti varietali per la selezione di varietà adatte alle colture senza suolo in ambiente mediterraneo; vi) valutazione del rapporto costi-benefici delle singole innovazioni in relazione alle differenti tipologie aziendali, alla propensione all’investimento e alle condizioni di mercato e definizione di possibili strategie di valorizzazione commerciale dei prodotti ottenuti con sistemi di coltivazione senza suolo. Sul sito web del progetto (<https://soilless.it/>) sono riportati i risultati ottenuti.

Parole chiave: illuminazione supplementare, microgreens, biofortificazione, sensoristica

Physiological studies of rocket (*Eruca sativa* L.) and Red Rubin basil (*Ocimum basilicum* L.) in response to indoor UV-B irradiation

Awais Ali^{1*}, Viviana Cavallaro¹, Piero Santoro², Jacopo Mori³, Antonio Ferrante¹, Giacomo Cocetta¹

¹Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, via G. Celoria 2, 20133, Milano

²MEG Science, via A. Aleardi 12, 20154, Milano

³ALMECO S.p.A., via della Liberazione 15, 20098, Civesio di S. Giuliano Milanese (MI)

* awais.ali@unimi.it

UV-A and UV-B exposure is believed to induce the synthesis of essential metabolites in plants, eventually determining the overall quality of the produce. This study was carried out to investigate the physiological response of rocket (*Eruca sativa* L.) and Red Rubin basil (*Ocimum basilicum* L.) towards the UV-B exposure of single wavelength. In an indoor UV-B chamber equipped with an aluminum reflector realized with Vega[®] UV, a Physical Vapour Deposition (PVD) surface, specifically developed to optimize the reflectance in the UV bandwidth, a wavelength of 315 nm was applied on rocket and basil in two different treatments; 21.6 KJ/m² and 43.2 KJ/m² for rocket and 86.4 KJ/m² and 43.2 KJ/m² for basil respectively for varying time span. After performing the destructive analysis *in vitro*, it was found that the concentration of chlorophyll *a* and *b* as well as carotenoids decreased in response to the UV-B stress in the rocket. Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) assay was performed to contemplate the damage to the membranes caused by the UV-B stress, which confirmed that the damage induced was higher with the high UV-B doses. Interestingly, an increased accumulation of phenolic compounds, anthocyanins and glucosinolates was recorded under the successive exposure of varying UV-B doses in the rocket. The total sugars, reducing sugars and sucrose buildup were also remarkable. Likewise rocket, an increased phenolic index and anthocyanins was recorded in the Red Rubin basil. However, in terms of chlorophyll and carotenoids, they increased under 43.2 KJ/m² while decreased under the intense UV-B dose of 86.4 KJ/m². Nitrate content was considerably higher than control in basil and progressed from lower to intense UV-B irradiation. Total sugar content was surprisingly lower in both UV-B treatments in basil compared to the control, however, for 43.2 KJ/m² an increase was recorded for sucrose as well as reducing sugars content. TBARS assay in red rubin basil recorded an increase trend after the increase in UV-B irradiation. Furthermore, a higher yield was recorded in the UV-B treatments of basil compared to the control. These results provide an insight into the physiological responses of rocket and red rubin basil to UV-B irradiation and highlighted practical information towards UV-B doses and exposure time for the enhancement of metabolites profile in plants.

Parole chiave: UV-B stress, indoor cultivation, antioxidants, plant physiology

Individuazione precoce delle alterazioni post raccolta: approcci e implicazioni pratiche

Organizzatore: Giancarlo Colelli

Per ogni tipologia di alterazione normalmente esiste una fase, più o meno lunga, in cui gli effetti sono reversibili qualora la causa principale venga rimossa. Ciò vale anche per le alterazioni che interessano i prodotti ortofrutticoli in fase postraccolta causate sia da stress biotici che abiotici. La cosiddetta “*early detection*” di tali alterazioni consente sicuramente di intervenire tempestivamente su tali cause per rimuoverle, quando possibile, e quindi evitare o ridurre tali alterazioni. Ma nel caso peggiore, consentono anche di rilevare i prodotti interessati, anche quando i sintomi non siano visibili ad occhio nudo, per eliminarli dalla catena. In questo workshop saranno presentati dei casi studio di “individuazione precoce” che utilizzano strategie ed approcci disciplinari differenti, con applicazioni su prodotti ortofrutticoli.

La micropropagazione, il micro-innesto e l'innesto erbaceo nel processo della propagazione industriale del vivaismo italiano

Organizzatori: Luigi Catalano, Maurizio Lambardi, Maurizio Micheli

Le tecniche di coltura *in vitro* rappresentano ormai un efficiente strumento di propagazione su larga scala per una grande quantità di specie, varietà e portinnesti, grazie anche ad una costante e solerte attività di ricerca nel settore. I laboratori commerciali di micropropagazione sono in grado di rispondere celermente alle esigenze del mercato grazie alla disponibilità di un numero di protocolli sempre più efficaci ed affidabili per la produzione di piante di qualità e certificate. I portinnesti così prodotti rappresentano le basi per l'evoluzione di tecniche di propagazione più rapide per la produzione di astoni di fruttiferi, condotte in condizioni artificiali per evitare le problematiche fitosanitarie correlate ai cicli di produzione sviluppati in pieno campo. Il workshop è focalizzato su una valutazione aggiornata delle produzioni vivaistiche *in vitro* italiane, affrontando tematiche attuali, come le problematiche e le prospettive inerenti l'impiego del micro-innesto nel processo di propagazione industriale dei fruttiferi, rivolgendosi a ricercatori, tecnici ed operatori professionali interessati al settore.

Orale

Propagazione *in vitro* di portainnesti e ruolo del microinnesto per il settore agrumicolo

Lara Poles*, Alessandra Gentile, Stefano La Malfa

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) - Università degli Studi di Catania

* lara.poles@phd.unict.it

Il diffondersi del virus della Tristeza (CTV) ha reso necessaria la sostituzione dell'arancio amaro, a lungo portinnesto di elezione in agrumicoltura ma sensibile alla malattia, a vantaggio di portinnesti capaci di coniugare resistenza a CTV con caratteristiche agronomiche di pregio. Tradizionalmente il metodo principale di propagazione dei portinnesti di agrumi è attraverso il seme, sfruttando la poliembriologia nucellare che consente di ottenere individui uniformi dal punto di vista genetico, ma la scarsa disponibilità di piante madri e le limitazioni nella circolazione del materiale vegetale fra i paesi, rendono necessario lo sviluppo di metodi di propagazione alternativi capaci di garantire adeguati volumi produttivi ed omogeneità del prodotto. In questo contesto, la micropropagazione rappresenta una tecnica vantaggiosa per la produzione di un elevato numero di piante a partire da piccoli espianti in modo efficiente e veloce. Una volta messo in coltura, il materiale può essere mantenuto per lunghi periodi e, mediante lo sviluppo di appositi protocolli, efficientemente propagato.

Vengono descritti i protocolli di micropropagazione per 5 portinnesti resistenti a CTV; due (citranghe Carrizo e C35) sono stati selezionati alla luce del loro largo impiego nel settore agrumicolo, mentre i restanti tre (Bitters, Carpenter e Furr) sono ibridi di mandarino Sunki e arancio trifogliato distintisi negli ultimi anni per la buona tolleranza alla salinità ed agli stress idrici, l'adattabilità ai terreni calcarei (tipici del comprensorio siciliano) uniti all'alta qualità in termini di resa e pigmentazione dei frutti ottenuti per innesto. Il protocollo di propagazione sviluppato, a partire da internodi di semenzali, consente una

buona efficienza di rigenerazione. Dalla messa in coltura degli espianti in vitro sono necessari 4-5 mesi per ottenere le piantine acclimatate in vivo a confronto con i 5-6 necessari per le piante che si ottengono partendo da seme.

Un'altra applicazione molto importante della coltura in vitro in agrumicoltura è il risanamento delle varietà infette da virus o da viroidi. Moltissimi cloni di arancio Tarocco, di importanza commerciale, si sono originati da mutazioni gemmarie su piante a volte virosate. Mediante l'uso di apici meristemati prelevati dalla pianta infetta e microinnestati su nuovi portainnesti coltivati in vitro, è stato possibile risanare quasi l'intero patrimonio agrumicolo oggi a disposizione degli agrumicoltori e provvedere al mantenimento in sanità e alla successiva diffusione dei mutanti di pregio individuati in campo.

Parole chiave: micropropagazione, agrumi, moltiplicazione, virus, risanamento

Indicazioni per la preparazione dei manoscritti per la pubblicazione di Atti di Convegno su *Italus Hortus*

Invio dei Manoscritti

I testi degli Atti da pubblicare dovranno giungere alla Redazione presso il Dipartimento di Ortoflorofruitticoltura dell'Università di Firenze, viale delle Idee 30, 50019 Sesto Fiorentino (FI) almeno 45 giorni prima della data prevista di pubblicazione del numero di *Italus Hortus*. I dattiloscritti devono essere inviati in singola copia cartacea e in versione elettronica, riuniti in un CD-Rom (completo di indice), stampati su una sola facciata di fogli A4, con interlinea doppia e margini di 3 cm (sinistro e destro). Il carattere del testo deve essere Times New Roman 12. Le pagine devono essere numerate. Il numero massimo di caratteri (o di parole) per ogni articolo sarà indicato dal Comitato Scientifico-Editoriale del Convegno stesso, sulla base degli accordi con il Direttore Responsabile della Rivista.

Supporti accettati: I testi e le tabelle devono necessariamente essere in formato Word (estensione DOC) o Rich Text Format (estensione RTF). Eventuali grafici e figure devono essere in formato JPG con risoluzione minima 300 dpi e larghezza pari a cm 10 (una colonna). Si raccomanda di salvare in files separati il testo e le tabelle (1 file) i grafici e le figure (1 file per grafico e/o figura). La pubblicazione avverrà in bianco e nero; eventuali figure o tabelle a colori saranno a carico dell'autore che ne farà richiesta.

Procedura per l'accettazione

Il Comitato Scientifico-Editoriale del Convegno sarà responsabile dell'accettazione del lavoro e potrà richiedere revisioni ed integrazioni all'autore. La responsabilità della qualità degli Atti del Convegno ricade sul Comitato Scientifico-Editoriale del Convegno e sul suo Coordinatore (Curatore - *Guest Editor*).

Le bozze tipografiche saranno inviate al Curatore per la correzione e dovranno essere restituite entro 15 giorni, anche qualora non si rilevino correzioni da fare. Il mancato ritorno delle bozze corrette nei termini stabiliti comporta l'accettazione delle medesime. Copyright: dopo l'accettazione il copyright del lavoro diventa proprietà della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana. L'autorizzazione alla stampa in qualsiasi forma dei lavori o parti dei lavori deve essere richiesta alla Segreteria Generale della SOI.

Preparazione del manoscritto

La prima pagina deve comprendere nell'ordine: Titolo in Italiano, nome e cognome dell'Autore(i), indirizzo(i) dell'Istituzione(i) di appartenenza, nome e l'indirizzo dell'autore corrispondente (compreso fax, e-mail), riassunto in Italiano, parole chiave (non presenti nel titolo, max 5), titolo in Inglese, abstract in Inglese, key-words (max 5). **Riassunto:** il riassunto Italiano è limitato a 100 parole; l'abstract in Inglese è compreso tra 100-200 parole. In entrambi i casi devono essere riportati scopi e risultati della ricerca senza abbreviazioni, equazioni e citazioni bibliografiche. L'abstract in Inglese deve contenere con chiarezza tutte le informazioni e consentire la massima visibilità del lavoro ad un pubblico più ampio.

Parole chiave: la lista di parole chiave, in Italiano e Inglese, non usate nel titolo, include nomi comuni e scientifici, nomi delle specie, nome comune degli elementi chimici, termini fisiologici e patologici.

Testo: il testo dovrà essere organizzato nel seguente modo:

- nel caso di contributi sperimentali dovrà contenere: Introduzione (che deve terminare con indicazione degli scopi del lavoro), Materiale e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni. Bibliografia. Risultati e discussione possono anche essere accorpate in un unico paragrafo.

- nel caso di relazioni ad invito con le caratteristiche di "Review" il testo sarà articolato in paragrafi a discrezione dell'autore; lo scopo della "Review" dovrà essere chiaramente indicato nell'Introduzione ed il testo dovrà includere un paragrafo "Conclusioni" che potranno assumere anche la forma di "Prospettive future" o "Ricadute pratiche".

Gli elenchi devono essere puntati, secondo l'esempio sotto riportato.

- Il punto deve essere tondo e pieno;
- Il testo deve rientrare;
 - L'eventuale sotto punto è tondo, ma vuoto;
 - Non sono ammessi ulteriori livelli.

Non sono ammesse note a piè di pagina.

Unità di misura: le unità di misura e il relativo simbolo devono essere quelle del Sistema Internazionale (SI). Il simbolo, senza punto, deve seguire il valore numerico.

Nomi delle Piante: i nomi scientifici di piante e animali sono indicati in corsivo. I nomi delle cultivar vanno scritti con la prima lettera maiuscola senza virgolette, preceduti dall'abbreviazione "cv" senza punto (es. *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv Snow Don).

Corsivo: il corsivo nel testo deve essere usato solo per espressioni latine, nomi scientifici e parole straniere, limitate a quelle per cui non esiste il corrispettivo italiano.

Tabelle: le tabelle devono essere riportate a fine testo, in pagine separate e comunque non inserite all'interno del testo. In ogni caso deve essere possibile intervenire all'interno delle tabelle per modificare bordi, dimensioni e caratteri di stampa. Il titolo delle tabelle deve essere in Italiano e Inglese (questo in corsivo). Non riportare gli stessi dati in tabelle e grafici. Le tabelle devono essere intelleggibili senza ricorrere al testo e numerate con numero arabo progressivo (es. Tab. 1). Le unità di misura devono essere chiaramente indicate. Ogni colonna deve riportare un'appropriata intestazione. I riferimenti bibliografici in calce a tabelle e figure vanno in parentesi.

Grafici: i grafici devono essere in formato JPG con risoluzione minima 300 dpi e larghezza minima di cm 10 (una colonna). Il titolo dei grafici deve essere in Italiano e Inglese (questo in corsivo). I grafici devono essere in bianco e nero; la pubblicazione di grafici a colori sarà a carico dell'autore. I grafici non devono essere inseriti all'interno del testo. All'interno del testo il grafico è indicato come Figura e numerato con numero arabo progressivo (es. Fig. 1).

Immagini: foto, diapositive e disegni devono essere forniti in originale. Qualora l'originale non sia disponibile, è possibile inviare un file in formato JPG o TIF; ogni altro formato non sarà accettato. La larghezza minima è pari a cm 10 (una colonna). La pubblicazione a colori dovrà essere concordata con il curatore degli atti.

La didascalia di grafici e immagini deve essere riportata in Italiano e Inglese (questo in corsivo) in files separati o al termine del testo. Le figure devono essere intelleggibili senza ricorrere alla lettura del testo e numerate con numero arabo progressivo. Tutte le figure devono avere un riferimento nel testo.

Bibliografia: le citazioni bibliografiche all'interno del testo devono avvenire mediante il riferimento al cognome dell'Autore o degli Autori (se due) e all'anno di pubblicazione. Nel caso di più Autori, al nome primo seguirà l'abbreviazione *et al.* Nel caso di più lavori nello stesso anno dello stesso Autore, all'anno si faranno seguire lettere minuscole progressive (es. 2003a, 2003b). La bibliografia dei lavori citati deve essere indicata in ordine alfabetico secondo il seguente schema, con i caratteri speciali e la punteggiatura indicati:

CASO N. 1 PUBBLICAZIONE SU RIVISTA

AUTORE/I (la virgola separa gli Autori uno dall'altro), anno di pubblicazione. *Titolo del lavoro*. Rivista, volume (numero della rivista): numero pagine. Es. ROSSI G., BIANCHI M., 1990. *Le rose dei Romani sono belle*. *Italus Hortus*, 1 (1): 22-26.

CASO N. 2 CAPITOLO DI UN LIBRO

AUTORE/I, anno di pubblicazione. *Titolo del lavoro*. In: Curatore libro, Titolo del volume, Casa editrice (città): numero pagine. Es. ROSSI G., BIANCHI M., 1990. *Le rose dei Romani*. In: M. Bianchi ed., *Le rose nel mondo antico*, Società Orticola Italiana (Firenze): 22-26.

CASO N. 3 MONOGRAFIA

AUTORE/I, anno di pubblicazione. *Titolo del lavoro*. Casa editrice (città), numero pagine. Es. ROSSI G., BIANCHI M., 1990. *Le rose dei Romani*. Società Orticola Italiana (Firenze), pp. 200.

Acta Italus Hortus

Pubblicazione della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI)
Numero 28

RIASSUNTI DEI LAVORI PRESENTATI ALLE XIV GIORNATE SCIENTIFICHE SOI

Sommario

Saluti Istituzionali	Pag. 5
Sessione Sistemi Colturali	“ 7
Sessione One Health	“ 91
Sessione Resilienza	“ 131
Sessione Agrobiodiversità	“ 169
Sessione Biostimolanti	“ 209
Sessione Post Raccolta	“ 243
Sessione Biotecnologie	“ 267
Sessione Paesaggio	“ 293
Workshops	“ 317