

SCOPAZZI DEL MELO: CORRELAZIONE TRA MALATTIA E VETUSTÀ DELLE PIANTE

S. BARGNA, E. COLLER, S. ZANONI, M. DE CONCINI, S. CORRADINI,
D. PRODORUTTI, G. ANGELI

Fondazione Edmund Mach, Centro Trasferimento Tecnologico, via E. Mach, 1
38098 San Michele all'Adige (TN)
sacha.bargna@fmach.it

RIASSUNTO

Il fitoplasma '*Candidatus Phytoplasma mali*' è l'agente eziologico degli scopazzi del melo (Apple Proliferation - AP), malattia in grado di comportare ingenti perdite economiche e produttive al settore melicolo. La diffusione avviene tramite insetti vettori, materiale di propagazione infetto e anastomosi radicale. Sebbene non più classificato come organismo da quarantena, permane sul territorio della Provincia Autonoma di Trento l'obbligatorietà dei trattamenti fitosanitari contro i vettori e dell'eradicazione delle piante sintomatiche. Al fine di determinare lo stato di diffusione della malattia e, soprattutto, per pianificare una corretta gestione territoriale della problematica, dal 2001 si svolge in Trentino un monitoraggio statistico nei distretti melicoli della Provincia. Qui viene presentata l'analisi dei dati raccolti di due casi studio selezionati (Valsugana, Val di Non e Sole) in 10 anni di monitoraggio (2014-2023). Emerge una correlazione significativa tra la vetustà delle piante di melo e una crescente suscettibilità delle stesse alla malattia.

Parole chiave: fitoplasma, manifestazione sintomi, impianti vecchi, macroaree

SUMMARY

APPLE PROLIFERATION: CORRELATION BETWEEN DISEASE AND PLANT AGE

'*Candidatus Phytoplasma mali*' is the causal agent of witches' broom disease (Apple Proliferation - AP), causing significant economic and productive losses to the apple sector. The spreading of disease occurs via insect vectors, infected propagation material and root bridges. Although no longer classified as a quarantine pest, vector control and eradication of symptomatic plants are mandatory in the Autonomous Province of Trento. In order to evaluate the spread of the disease and, above all, to plan territorial management of the problem, statistical monitoring has been carried out in Trentino since 2001 on all the apple-producing districts of the Province. The analysis of data collected from two selected case studies (Valsugana, Val di Non and Sole) over 10 years of monitoring (2014-2023) is presented here. A significant correlation emerges between the age of apple trees and their increasing susceptibility to the disease.

Keywords: phytoplasma, symptom expression, old systems, macro-areas

INTRODUZIONE

La malattia degli "scopazzi del melo" (Apple Proliferation - AP), causata da '*Candidatus Phytoplasma mali*', costituisce la fitoplasmosi più importante della melicoltura europea.

Questa, provoca alterazione di stipole e affastellamento dei germogli della pianta colpita, inoltre riduce la dimensione, il peso e la qualità dei frutti. Nell'ultimo quarto di secolo, causa il reiterarsi di diffuse epidemie, la riduzione della resa produttiva e i maggiori costi sostenuti per il rinnovo degli impianti hanno determinato nelle regioni del nord Italia, specie in Trentino-Alto Adige, Piemonte e Valle d'Aosta, perdite economiche rilevanti.

L'agente eziologico di AP viene trasmesso principalmente dai due psillidi *Cacopsylla picta* (Foerster) (Frisinghelli et al., 2000; Jarausch et al., 2003) e *Cacopsylla melanoneura* (Foerster) (Tedeschi e Alma, 2004). Inoltre, è stata dimostrata la trasmissione tramite la cicalina *Fieberiella florii* (Stal 1864) (Tedeschi e Alma, 2006), mentre per altre specie di emittenti sono in corso ulteriori indagini (Baldessari com. pers.). La diffusione degli scopazzi implica la replicazione del fitoplasma nelle piante ospiti e negli insetti vettori, a cui segue la dispersione da parte di questi ultimi.

Una combinazione di strategie preventive, in primis l'eradicazione degli alberi infetti e l'uso di materiale vivaistico certificato, oltre alla gestione dei vettori con insetticidi, costituiscono al momento le principali misure fitosanitarie per limitarne la diffusione.

L'applicazione di questo approccio gestionale ha consentito una limitazione sostanziale dell'incidenza della fitoplasmosi nei principali distretti produttivi interessati.

Tuttavia, in Trentino sistematicamente si presentano casi di recrudescenza della malattia, le cui ragioni sono ascrivibili a diversi fattori tra loro concatenati, tra cui sembra svolgere un ruolo importante anche l'età degli impianti. Per analizzare il peso di questo parametro, sono state svolte delle analisi statistiche dei dati di infezione da scopazzi, estrapolati dal piano di monitoraggio provinciale, già adottato dal 2001. In particolare, sono stati analizzati i dati emersi di 10 anni di monitoraggio della fitoplasmosi (2014-2023), correlando l'incidenza di AP, nelle singole macroaree melicole del Trentino, con l'invecchiamento degli impianti.

MATERIALI E METODI

Monitoraggio

L'attività di monitoraggio scopazzi prevede un controllo annuale di circa 250 ettari di meleti (circa 1 milione di piante) distribuiti nei 4 distretti melicoli del Trentino: Valle dell'Adige, Val del Sarca e Bleggio, Valsugana e Val di Non + Val di Sole. Ciascuna macroarea viene monitorata proporzionalmente alla presenza di piante di melo e in relazione al patrimonio provinciale (> 32 milioni di piante). Gli appezzamenti vengono selezionati applicando un modello statistico, basato sul metodo del campione ruotato: il 70% del campione è il medesimo dell'anno precedente, il restante 30% viene sostituito con un campionamento casuale.

In campo i rilievi vengono condotti tra settembre e ottobre, periodo ideale per un rapido e sicuro riconoscimento dei sintomi come la presenza di "scope" di vegetazione, stipole allungate e seghettate, compresenza di arrossamento fogliare e mele di pezzatura ridotta con picciolo allungato. Le piante sintomatiche vengono contrassegnate e i dati di campo registrati tramite un'applicazione per dispositivi mobili, contenente, oltre alla mappa degli appezzamenti, dettagli su cooperativa di conferimento, proprietà, comune catastale, varietà, SAU, portainnesto, anno di impianto e numero di piante.

Analisi statistiche

I plot e le analisi statistiche sono stati eseguiti con il programma R (versione R 4.2.1). Il test statistico non parametrico di Wilcoxon con correzione di Benjamini-Yekutieli ($p \text{ value} \leq 0,05$) è stato utilizzato per valutare la differenza statisticamente significativa tra l'età degli impianti complessivi (a livello provinciale) e di due casi studio individuati (Valsugana, Val di Non e Sole). Le piante monitorate sono state suddivise in 5 classi di età: classe 1-5 anni, classe 6-10 anni, classe 11-15 anni, classe >20 anni.

Per stabilire il grado di correlazione statistica tra le classi di età e la frequenza della malattia è stato utilizzato il rapporto di probabilità (Odds Ratio - OR, pacchetto R epitools (95%)). Se il valore di OR=1 per il parametro in esame, la singola classe di età è considerata ininfluenza sulla

comparsa della malattia; con valore $OR > 1$ il fattore si considera implicato nella comparsa della malattia, mentre con $OR < 1$ il fattore analizzato è, al contrario, considerato un fattore protettivo, dunque di contrasto alla malattia.

RISULTATI

Complessivamente, dal 2014 al 2023 è stata monitorata una SAU di 2.562 ha, pari a 8.467.838 piante, suddivise nelle 4 macroaree provinciali (Valsugana, Valle dell'Adige, Val del Sarca e Bleggio e Val di Non + Val di Sole) (tabella 1, figura 1).

Tabella 1. SAU (ha) e numero di piante monitorate in 10 anni, in ciascuna delle 4 macroaree del Trentino

Anno	Valsugana		Valle dell'Adige		Val del Sarca e Bleggio		Val di Non e Val di Sole	
	SAU ha	Piante nr	SAU ha	Piante nr	SAU ha	Piante nr	SAU ha	Piante nr
2014	70	193.610	75	267.223	10	28.169	139	413.561
2015	33	93.530	75	227.759	9	25.971	134	424.600
2016	52	150.270	56	175.810	19	60.546	158	498.644
2017	40	118.260	90	289.847	19	63.816	150	492.461
2018	42	142.156	79	274.174	20	69.238	154	517.137
2019	45	112.818	45	152.741	23	80.056	132	443.587
2020	24	76.243	48	162.233	16	56.674	143	504.695
2021	33	103.565	46	163.568	12	51.615	125	437.507
2022	27	85.163	42	152.158	13	48.742	129	473.062
2023	35	114.147	55	193.595	12	39.817	132	489.070

Figura 1. Mappa del Trentino in cui sono evidenziati i siti monitorati



Evoluzione decennale della diffusione di Apple Proliferation in Trentino

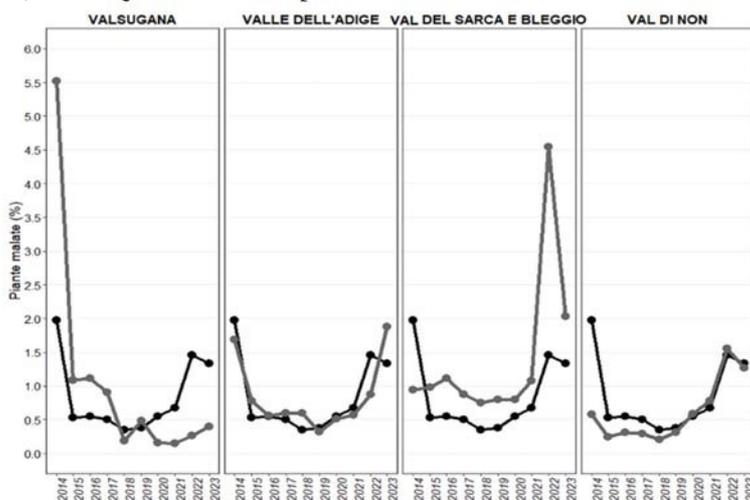
La percentuale di piante con scopazzi era del 2,0% nel 2014, in seguito diminuita a 0,4-0,6% nei 6 anni successivi (2015-2020). Dal 2021 l'incidenza è gradualmente incrementata, con livelli superiori all'1% nel 2022 (1,5%) e nel 2023 (1,3%).

Analizzando gli andamenti della malattia per distretto, si evince che nel 2014 la Valsugana era la zona con maggiore incidenza (5,5%), seguita dalla Valle dell'Adige (1,7%), Val del Sarca e Bleggio (0,9%) e Val di Non e Sole (0,6%). Nel corso degli anni più recenti la situazione si è gradualmente modificata. Nel triennio 2021-23 la zona con maggiore incidenza di AP era la Val del Sarca e Bleggio (2,0%), seguita dalla Val di Non e Sole e Valle dell'Adige (1,3%), mentre registrava una minima infezione la Valsugana (0,4%) (tabella 2, figura 2).

Tabella 2. Percentuale di piante sintomatiche ad AP negli anni 2014-2023 (media Trentino e per macroarea)

Anno	Trentino	Valsugana	Valle dell'Adige	Val del Sarca e Bleggio	Val di Non e Sole
2014	2,0	5,5	1,7	0,9	0,6
2015	0,5	1,1	0,8	1,0	0,2
2016	0,6	1,1	0,6	1,1	0,3
2017	0,5	0,9	0,6	0,9	0,3
2018	0,4	0,2	0,6	0,8	0,2
2019	0,4	0,5	0,3	0,8	0,3
2020	0,6	0,2	0,6	0,8	0,6
2021	0,7	0,2	0,8	1,1	0,8
2022	1,5	0,3	1,6	4,6	1,6
2023	1,3	0,4	1,3	2,0	1,3

Figura 2. Incidenza degli scopazzi sulle piante monitorate (% piante malate sulle piante monitorate) nelle singole macroaree rispetto al Trentino



Età impianti nei distretti del Trentino

Nel decennio analizzato il patrimonio melicolo provinciale è gradualmente invecchiato, e da un'età media di 9,5 anni nel 2014 si è registrato un incremento a 10,7 anni nel 2023 (tabella 2). Per i due casi studio considerati, Valsugana e Val di Non e Sole, la figura 3 evidenzia come nel 2014 l'età media degli impianti era simile, rispettivamente $9,8 \pm 0,4$ e $9,4 \pm 0,2$ anni; in seguito, si è assistito a una evoluzione differenziata fra i due distretti, dovuto a una diversificata percentuale di rinnovo degli impianti. In Valsugana sono stati sostituiti proporzionalmente numerosi frutteti nel corso del decennio considerato e dal 2015 a oggi l'età media è sempre stata significativamente più bassa della media provinciale. Al contrario, nel distretto Val di Non e Sole gli impianti sono progressivamente invecchiati, causa un minore rinnovo, risultando per tutto il periodo a oggi significativamente più vetusti, sia in relazione al distretto Valsugana sia in relazione alla media provinciale (figura 3). Detto andamento si evince anche dalla figura 4, che mostra come nel corso degli anni le classi di età degli impianti 11-15, 16-20 e > di 20 anni, sono gradualmente aumentate in Valle di Non e Sole rispetto alla Valsugana e alla media provinciale.

Tabella 3. Età media delle piante monitorate in Trentino (media ponderata \pm S.E.)

Anno	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Trentino	9,5 $\pm 0,1$	9,5 $\pm 0,1$	9,5 $\pm 0,1$	9,9 $\pm 0,1$	9,4 $\pm 0,1$	10,0 $\pm 0,2$	9,8 $\pm 0,2$	10,2 $\pm 0,2$	10,4 $\pm 0,2$	10,7 $\pm 0,2$

Figura 3. Media età (anni, media ponderata \pm S.E.) delle piante monitorate in Trentino, Valsugana e Val di Non e Sole

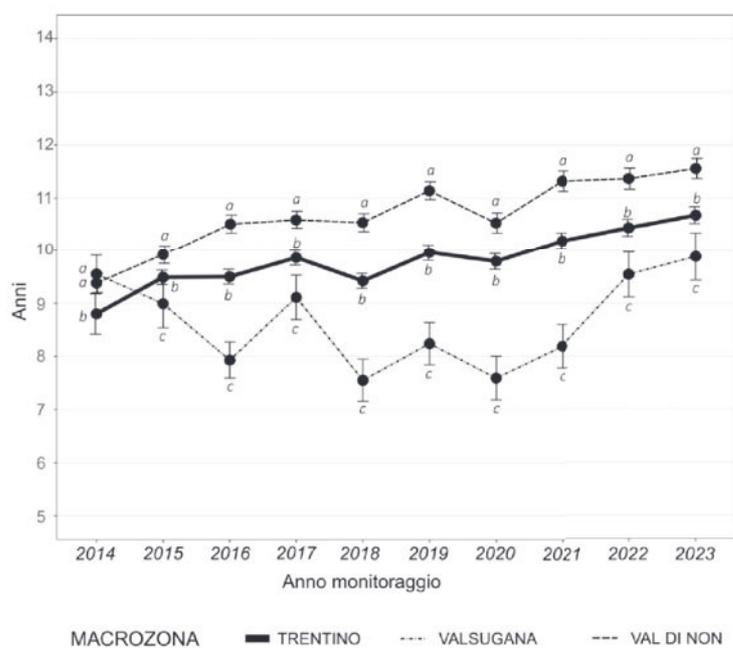
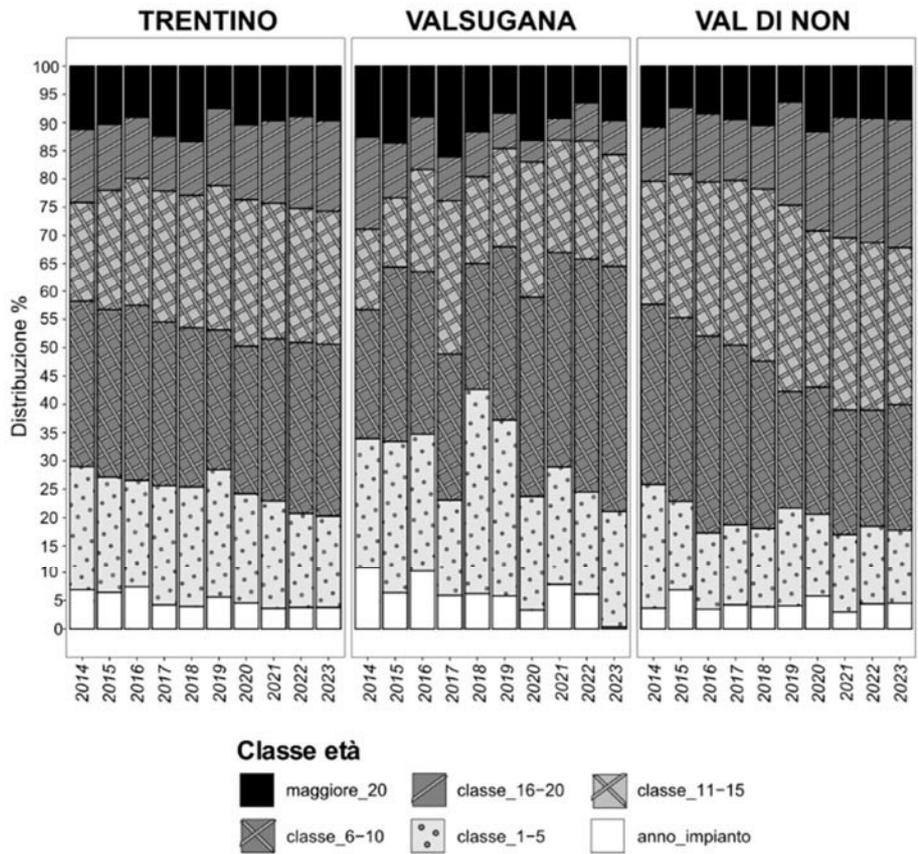


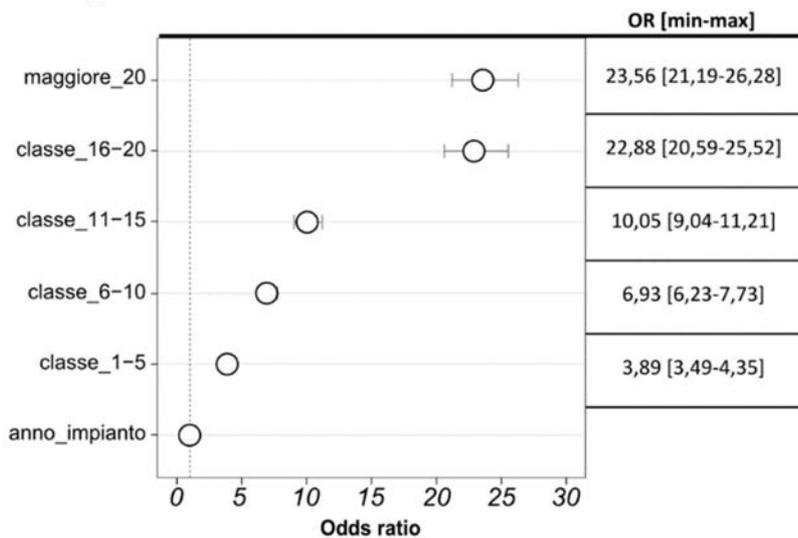
Figura 4. Distribuzione delle piante monitorare nelle classi di età



Correlazione tra classi di età melo e frequenza malattia da AP

L'intero dataset decennale è stato utilizzato per determinare il grado di correlazione statistico tra la comparsa della fitoplasmosi e l'invecchiamento delle piante. Il test Odds Ratio (OR) è stato eseguito confrontando le piante sintomatiche ad AP dell'anno di impianto con quelle delle altre classi di età. Il valore di OR ottenuto è sempre maggiore di 1 e cresce in maniera logaritmica con l'invecchiamento delle piante. In particolare, OR aumenta molto velocemente fino alla classe 16-20 anni, in seguito con piante > di 20 anni rallenta il suo incremento (figura 5). I risultati, pertanto, dimostrano che il fattore età piante è direttamente coinvolto nella sintomatologia delle stesse ad AP.

Figura 5. Risultati del test Odds Ratio. I cerchi rappresentano il valore di OR nel confronto tra l'anno di impianto e il fattore in esame (singola classe di età) (p value<0,0001). Le barre di errore rappresentano l'intervallo di confidenza al 95%



DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dopo il picco di diffusione provinciale di AP nel 2014, si è assistito a una progressiva contrazione della presenza della fitoplasmosi, che nel 2018 e 2019 ha raggiunto il minimo della serie storica. Successivamente l'incidenza della malattia è progressivamente aumentata nel 2020 e nel 2021 fino a più che raddoppiare nel 2022 (1,5%), per rimanere elevata anche nel 2023 (1,3%). Contestualmente, anche l'età media degli impianti a melo è progressivamente aumentata dal 2018 al 2023, come dimostra l'incremento del numero di piante nelle classi di età da 11 anni in su.

Dall'elaborazione dei dati raccolti in 10 anni di monitoraggio emerge che la vetustà degli impianti è un fattore fortemente implicato nella comparsa della malattia degli scopazzi. Di conseguenza il graduale invecchiamento del patrimonio melicolo sembra esporlo a una suscettibilità crescente alla fitoplasmosi.

Due casi studio sono stati isolati per questa indagine: distretto melicolo della Valsugana e distretto della Val di Non e Sole. Nel 2014, in Valsugana, il valore medio di infezione da AP risultava pari al 5,5%, con numerosi impianti di melo vetusti (dati non pubblicati). Intervenedo con diffusi estirpi e grazie alla messa a dimora di nuovi impianti, dopo pochi anni si è potuto riportare la fitoplasmosi entro livelli di diffusione accettabili. Sebbene emergano per la Valsugana valori simili di età media degli impianti nel 2014 e nel 2023, differente è la ripartizione all'interno delle classi di età che, negli anni, ha visto un progressivo aumento delle classi 1-5 e 6-10 e una riduzione significativa delle classi 16-20 e maggiore di 20 anni. Si potrebbe pertanto dedurre che gli estirpi, eseguiti prevalentemente a carico delle classi d'età superiori a 16 anni, hanno drasticamente ridotto l'inoculo e il numero di piante maggiormente suscettibili al fitoplasma, contribuendo a limitare la diffusione della malattia.

Relativamente al caso studio Val di Non e Sole, la percentuale di AP è rimasta entro valori contenuti dal 2014 al 2018, mentre negli anni successivi è costantemente cresciuta. Rispetto alla macroarea Valsugana, l'età media delle piante è aumentata dal 2014 al 2023, dovuta all'incremento delle classi d'età superiori a 11 anni; questo progressivo invecchiamento degli impianti potrebbe aver esposto il distretto Valle di Non e Sole, specie negli ultimi anni, al diffondersi della malattia.

Pertanto, da questo studio si evince una correlazione tra la crescente manifestazione dei sintomi degli impianti di melo e la vetustà delle stesse. Parallelamente è da considerare che un incremento della variabilità del dato di infezione da AP, può probabilmente essere associato anche a un diversificato grado di attacco dei vettori, dalla strategia fitosanitaria adottata o da fattori legati all'estirpo delle piante sintomatiche. Non escludiamo inoltre, che anche il fenomeno di latenza possa avere un ruolo non trascurabile nell'epidemiologia di Apple Proliferation, considerato un recente studio in meleti dell'Alto Adige dove sono stati individuati livelli di positività ad AP del 2,3-10,5% in piante asintomatiche (Baric et al., 2007). In queste situazioni la manifestazione dei sintomi può occorrere con tempistiche differenti, anche dopo diversi anni (Unterthurner et al., 2011). Pertanto, il fenomeno della latenza rende difficoltosa l'identificazione di tutte le piante infette che rappresentano una fonte d'inoculo all'interno del frutteto. La latenza, insieme a variabili legate alla gestione agronomica e presenza di vettori, è probabilmente un fattore implicato all'occorrere di rapide diffusioni del fitoplasma osservate in alcuni frutteti da un anno al successivo.

L'epidemiologia di '*Candidatus Phytoplasma mali*' è pertanto un tema che deve essere ulteriormente approfondito. Allo stato attuale, evidenziata la correlazione tra vetustà e manifestazione dei sintomi di AP, insieme alle pratiche di difesa preventiva già adottata con successo, sarebbe opportuno considerare il rinnovo del frutteto superati i 16-20 anni di età, in modo da favorire il contenimento della fitoplasmosi entro un range di tolleranza accettabile ed evitare l'occorrere di repentine recrudescenze in grado di comportare ingenti danni economici al settore melicolo.

Ringraziamenti

Si ringrazia tutto il personale tecnico e agronomico che in questi anni ha collaborato al monitoraggio degli scopazzi.

LAVORI CITATI

- Baric S., Kerschbamer C., Dalla Via J., 2007. Detection of latent apple proliferation infection in two differently aged apple orchards in South Tyrol (Northern Italy). *Bulletin of Insectology*, 60, 2, 265–266.
- Frisinghelli C., Delaiti M., Grandi S., Forti D., Vindimian E., 2000. *Cacopsylla costalis* (Flor 1861) as a vector of apple proliferation in Trentino. *Journal of Phytopathology*, 148, 425-431.
- Jarausch B., Schwind N., Jarausch W., Krczal G., Seemuller E., Dickler E., 2003. First report of *Cacopsylla picta* as a vector of apple proliferation phytoplasma in Germany. *Plant Disease*, 87, 1, 101.
- Tedeschi R., Alma A., 2004. Transmission of apple proliferation phytoplasma by *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology*, 97, 1, 8-13.
- Tedeschi R., Alma, A., 2006. *Fieberiella florii* (Homoptera: Auchenorrhyncha) as a vector of "*Candidatus Phytoplasma mali*". *Plant Disease*, 90, 284-290.
- Unterthurner M., Baric S., 2011. Sechs Jahre Erfahrungen in einer Modellanlage. *Obstbau Weinbau*, 3, 77-78.