



VENETO
AGRICOLTURA
Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare

RECUPERO, CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE DEL GERMOPLASMA VITICOLO VENETO

I° INTERVENTO:
VALUTAZIONE DELLE POTENZIALITÀ,
VITICOLO-ENOLOGICHE DI VECCHI VITIGNI A BACCA NERA
2000 - 2004



ISTITUTO SPERIMENTALE
PER LA VITICOLTURA



VENETO
AGRICOLTURA

RECUPERO, CONSERVAZIONE E VALORIZZAZIONE DEL GERMOPLASMA VITICOLO VENETO

I° INTERVENTO:
VALUTAZIONE DELLE POTENZIALITÀ,
VITICOLO-ENOLOGICHE DI VECCHI VITIGNI A BACCA NERA
2000 - 2004



Pubblicazione realizzata con i fondi della Regione del Veneto di cui alla integrazione della D.G.R.V. 6296 del 23/12/1996.

Si ringrazia la Fondazione per l'Insegnamento Enologico ed Agrario di Conegliano per la collaborazione al progetto.

Si ringraziano i componenti del Panel di Analisi Sensoriale del Centro:

Renato De Noni; Marzio Pol; Cristina Ceschin; Daniele Michelet; Anna Lessi; Andrea Lessi; Loris De Bortoli; Deborah Franceschi; Massimo Coletti; Francesco Pol; Daniele Novak; Franco Dalla Rosa; Francesco Osele; Franco Zuccarello; Antonella Gregoletto; Rosario Di Gaetano; Diego Tomasi; Valerio Fuson.

Si ringraziano le Aziende che hanno contribuito alle prove sperimentali in campagna e citate in questo lavoro.

Autori

Antonio Calò, Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano (Tv)
Severina Cancellier, Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano (Tv)
Emilio Celotti, Università degli Studi di Udine
Aldo Coletti, Veneto Agricoltura
Matteo Coletti, Veneto Agricoltura
Angelo Costacurta, Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano (Tv)
Manna Crespan, Istituto Sperimentale per la Viticoltura di Conegliano (Tv)
Anita Dalla Serra, Istituto Agrario S. Michele all'Adige (Tn)
Paolo Giacobbi, Veneto Agricoltura
Fulvio Mattivi, Istituto Agrario S. Michele all'Adige (Tn)
Enzo Michelet, Consulente Veneto Agricoltura
Stefano Soligo, Veneto Agricoltura
Alessandra Stocco, Veneto Agricoltura

Pubblicazione edita da

Azienda Regionale Veneto Agricoltura
Viale dell'Università, 14 – 35020 Legnaro (Pd)
Tel. 049.8293711 – fax 049.8293815
e-mail: info@venetoagricoltura.org
www.venetoagricoltura.org

Realizzazione editoriale

Azienda Regionale Veneto Agricoltura
Coordinamento Editoriale: Alessandra Tadiotto, Isabella Lavezzo
Settore Divulgazione Tecnica e Formazione Professionale
Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (Pd)
Tel. 049.8293920 – Fax 049.8293909
e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

È consentita la riproduzione di testi, figure, foto, tabelle ecc. previa autorizzazione di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

CLASSIFICAZIONE DELLE VARIETÀ DI UVA A BACCA NERA DEL VENETO IN BASE AL CONTENUTO DI POLIFENOLI

Fulvio Mattivi, Giuliano Cova, Anita Dalla Serra, Istituto Agrario di San Michele all'Adige
Stefano Soligo, Azienda Regionale Veneto Agricoltura

INTRODUZIONE

Questo lavoro presenta i risultati relativi ad un progetto di ricerca triennale, condotto nelle vendemmie 2000-2002, con l'obiettivo di valutare le potenzialità enologiche delle varietà autoctone venete, per la produzione di vini particolari, utilizzando la tecnica della macerazione carbonica e, per alcune varietà, della macerazione lunga. L'Azienda Regionale Veneto Agricoltura e l'Istituto Agrario di San Michele hanno collaborato alla realizzazione di una serie di analisi per la caratterizzazione dei biotipi oggetto del progetto. In questo capitolo dedicato alla discussione dei composti polifenolici verranno presentati i dati compositivi relativi alle analisi degli antociani nelle uve e nei vini, degli acidi idrossicinnamici nei vini, e dei flavonoli nelle uve.

Questo studio ha permesso di creare una ampia banca dati compositiva, che è stata utilizzata per produrre delle classificazioni chemio-tassonomiche dei biotipi studiati nel progetto. I dati ottenuti potranno efficacemente supportare la descrizione ampelografica per la descrizione di ciascun biotipo e per la ricerca di possibili omonimie e sinonimie. Inoltre, si tratta di informazioni importanti dal punto di vista enologico e della qualità delle uve, in particolare rispetto alla dotazione di antociani che è essenziale per la produzione di un vino rosso, ma anche rispetto ad altri composti presenti in quantità minori ma di possibile interesse salutistico.

MATERIALI E METODI

Uve e vini

I campioni sia di uva che di vino sono stati prodotti a cura di Veneto Agricoltura nel corso del progetto triennale di recupero delle vecchie varietà. Le uve sono state raccolte nelle vendemmie 2001 e 2002, alla maturazione tecnologica, e conservate in freezer a -20°C fino all'analisi. I vini delle annate 2000 e 2001 sono stati prodotti utilizzando la tecnica della macerazione carbonica, finalizzata all'ottenimento di vini novelli, ed hanno avuto 3 giorni di macerazione con le parti solide a 23°C , previo inoculo con lievito *S. cerevisiae* rif. Bayanus. I campioni ottenuti con questa tecnica enologica sono contrassegnati con la sigla MC. Nel 2002, le varietà più promettenti in base al quadro polifenolico sono state vinificate in rosso con macerazione lunga – sigla ML – ossia con un contatto sulle bucce di 15 giorni a 28°C , con lo stesso lievito di cui sopra. Entrambi i tipi di vino sono stati sottoposti a fermentazione malolattica, imbottigliati e conservati fino al momento della analisi. Per una descrizione più dettagliata dei vini e delle uve si rimanda alla sezione enologica degli atti del convegno.

Analisi

L'analisi degli antociani è stata fatta a partire da estratti metanolici delle bucce di uve congelate, oppure da vini da cui sono stati isolati mediante cartuccia SPE C18, ed in entrambi i casi sono stati analizzati per HPLC con rilevazione a 520 nm, esprimendo i composti come equivalenti di malvidina 3-glucoside cloruro, mg/kg (per le uve) oppure mg/l (per i vini). Per i dettagli si rimanda alla letteratura (Mattivi, 1997).

L'analisi degli acidi idrossicinnamici è stata effettuata per HPLC con rilevazione a 320 nm, preparando il campione come descritto in letteratura (Mattivi *et al.*, 1995) ed esprimendo i composti come equivalenti dell'acido libero corrispondente (acido caffeico, acido p-cumarico ed acido ferulico), in mg/l.

L'analisi dei flavonoli totali è stata effettuata per HPLC dopo idrolisi acida, con rilevazione a 370 nm, dosando i quattro principali agliconi: miricetina, quercetina, kampferolo ed isoramnetina, secondo le condizioni riportate in letteratura (Franco *et al.*, 2002). I risultati sono in mg/kg (per le uve) oppure mg/l (per i vini).

L'analisi multivariata dei dati (cluster analisi ed analisi delle componenti principali) è stata condotta con il software Statistica, versione 6 (StatSoft, Inc. 2004). La cluster analisi è stata prodotta con il metodo complete linkage, utilizzando le distanze euclidee.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Gli antociani

La classificazione in base agli antociani ha due finalità principali, i) la misura della dotazione antocianica assoluta, importante per la valutazione della attitudine enologica della uva, e ii) la stima del grado di similarità dei "profili" ottenuti, ossia dei valori percentuali delle diverse antocianine rispetto al totale. I dati relativi a questa misura permettono di formulare delle prime ed importanti ipotesi di classificazione. È infatti ampiamente accettato il fatto che il profilo antocianico sia sotto prevalente controllo genetico, solo marginalmente influenzato dal fenotipo. Le figure 1 e 2 mostrano alcuni esempi di separazione degli antociani nelle uve di questo studio.

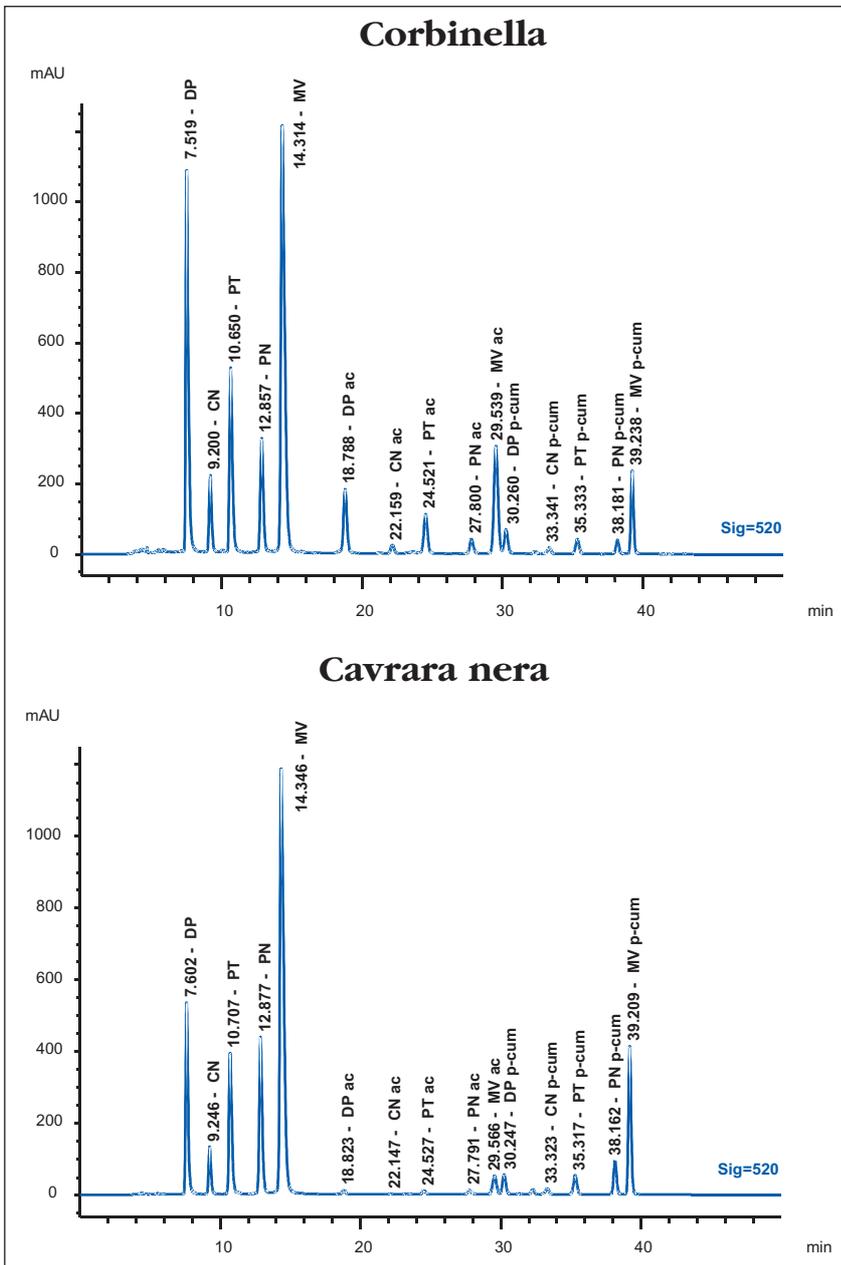


Fig. 1 - Separazione mediante HPLC degli antociani monoglucosidi nelle uve Corbinella e Cavarra nera

destra del grafico hanno presentato nell'annata indagata contenuti insufficienti per la produzione di un vino rosso in purezza di adeguata colorazione, e debbono quindi essere gestite in condizioni sia viticole che enologiche tali da ottimizzare il colore, si prestano ad essere vinificate in rosso in combinazione con altre varietà più colorate, oppure si possono prestare per la produzione di vini rosati. È il caso in particolare di Groppello, Rossona Grossa di Monfumo, Rondinella, Dindarella e I.M.2-15.

Antociani nelle uve

I valori delle concentrazioni totali degli antociani liberi permettono di stimare la attitudine di ciascun biotipo di uva a produrre vini di adeguata colorazione. Le differenze riscontrate tra le uve indagate sono facilmente desumibili dalla figura 3.

In due biotipi sono stati rilevati tenori eccezionalmente elevati di antociani, si tratta delle uve Corbina Sasse Rami ed Oseleta. Anche gli altri vitigni che si trovano nella parte sinistra del grafico sono probabilmente idonei per conferire un importante apporto integrativo di colore all'interno di un uvaggio con uve meno dotate, e sono inoltre sicuramente adatti dal punto di vista del colore alla vinificazione separata. Rientrano in questo gruppo in particolare: Corbinella, Turchetta, Corbinona, Pataresca, Cavarra garbina, Recantina "Forner", Refosco, Cavarra nera e Marzemina nera bastarda.

Le uve nella parte centrale del grafico sono ancora sufficientemente dotate per produrre un vino monovarietale di buona ed adeguata colorazione, con margine di sicurezza variabile secondo le quantità ed il profilo degli antociani. Rientrano in questo gruppo le uve: Franconia, Negrara, Raboso, Piave, Fertia (2 campioni, piuttosto diversi) e Cabernet sauvignon, Gruaja, Cabrusina, Trevisana nera, Cabernet franc, Forsellina e Corvina.

Infine, le uve situate nella parte

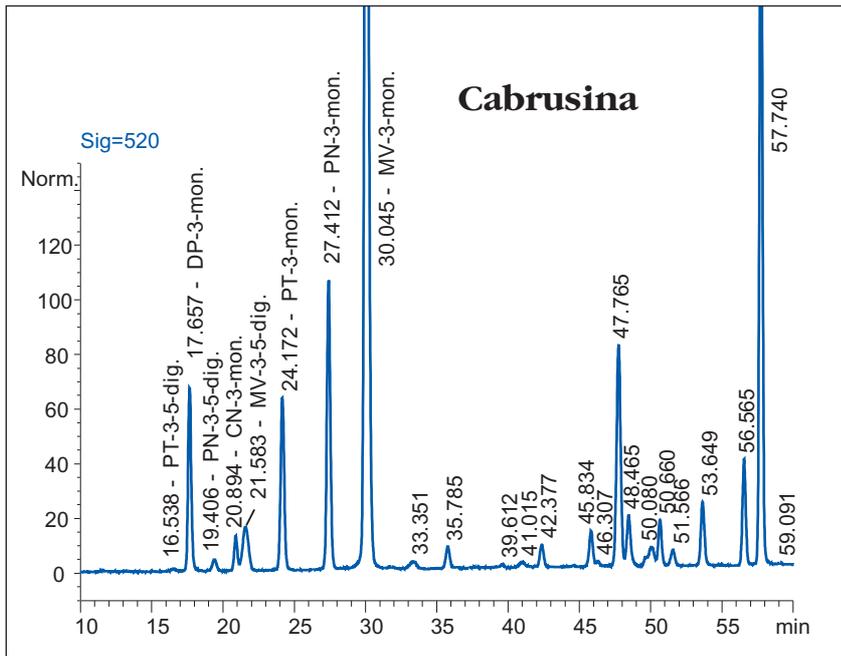


Fig. 2 - separazione mediante HPLC degli antociani mono- e di-glucosidi nell'uva della varietà Cabrusina

Queste considerazioni si applicano ai campioni di uve analizzati, che tuttavia erano relativi a due annate (2001 e 2002), ed ottenute in svariati campi di provenienza con diverse condizioni colturali. Un giudizio definitivo – specie per le uve risultate meno dotate - richiede un controllo su più annate e possibilmente in uno o più vigneti di confronto contenenti i diversi biotipi in condizioni colturali standardizzate.

Una classificazione molto attendibile delle uve può essere fatta attraverso la cluster analisi sul profilo antocianico, effettuata sulle sette variabili suggerite in Mattivi *et al.* (1990) ossia le percentuali sul totale dei pigmenti di ciascuno dei 5 monoglucosidi, della somma delle forme esterificate con acido acetico e della somma degli esteri con l'acido p-cumarico. Si tratta

di un parametro piuttosto affidabile, per cui si può ipotizzare che i biotipi classificati in gruppi diversi possono essere considerati varietà diverse, mentre quelli all'interno della stessa classe potrebbero in qualche caso anche essere parenti molto prossimi oppure sinonimi di una stessa varietà.

Si possono individuare cinque principali raggruppamenti, presentati in figura 4. Le caratteristiche compositive di ciascuna varietà e gruppo sono riportate in tabella 1. Nessuna delle varietà indagate si avvicina al gruppo dei Pinot (assenza di forme esterificate) o dei Nebbioli e delle Schiave (larga dominanza della peonina 3-glucoside).

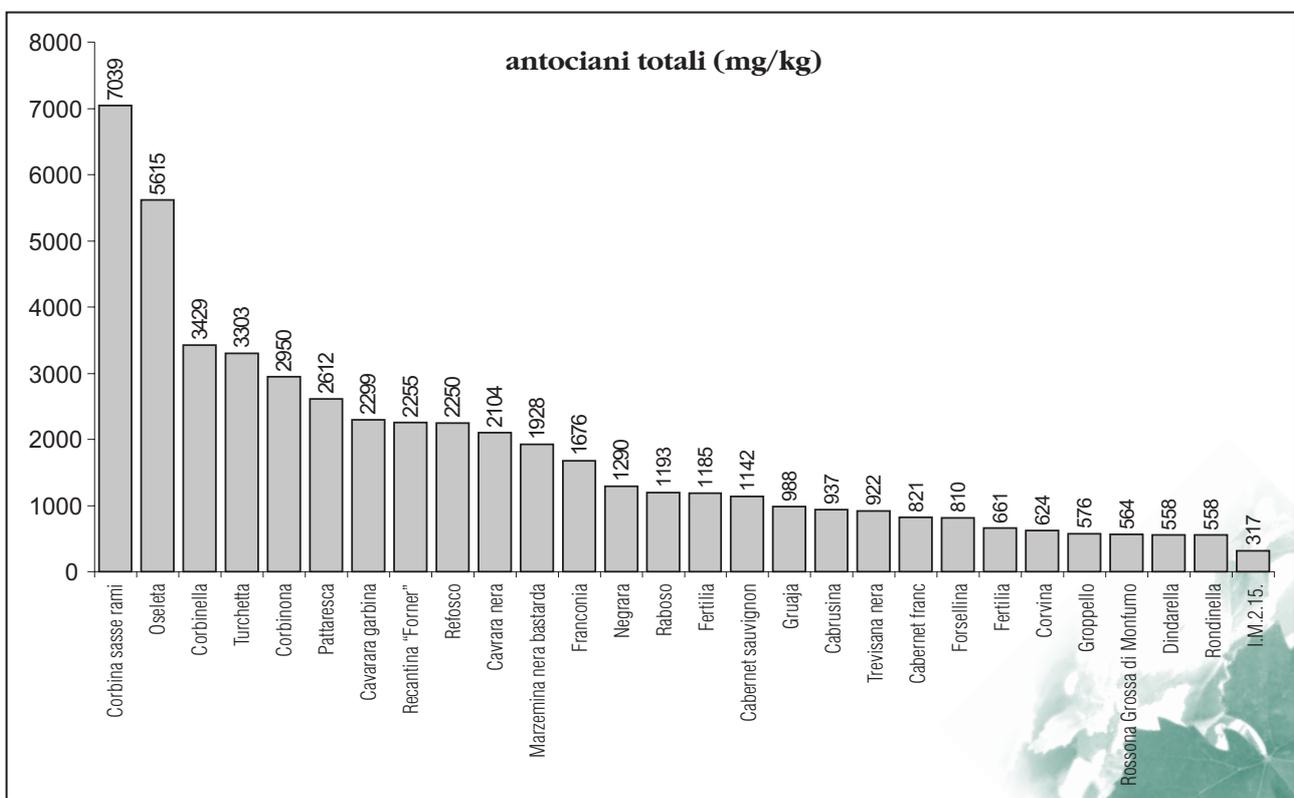


Fig. 3 - Contenuto complessivo di antociani nelle uve delle vendemmie 2001-2002

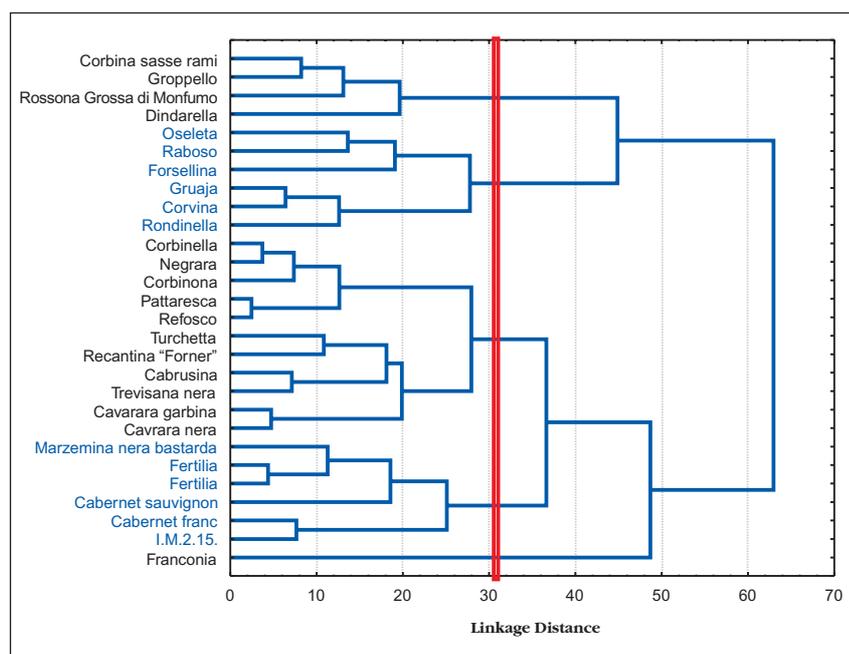


Fig. 4 - Classificazione delle uve 2001-2002 mediante cluster analisi in base al profilo antocianico. La barra verticale indica il livello di taglio proposto per la individuazione dei gruppi.

Il primo gruppo individua 4 biotipi, Corbina Sasse Rami, Gropello, Rossona di Monfumo e Dindarella, tutti caratterizzati dall'aver quantità modeste di malvidina 3-glucoside (tra il 20 ed il 30%) seguita dalla delphinidina 3-glucoside (20-24%), con copresenza significativa e nello stesso ordine di grandezza di tutti gli altri monoglucosidi liberi. La quantità delle forme esterificate è variabile, non particolarmente elevata, ad eccezione della Corbina Sasse Rami.

Il secondo gruppo si posiziona in prossimità al primo (fig. 4) e seleziona 6 biotipi, Oseleta, Raboso, Forsellina, Gruaja, Corvina e Rondinella che hanno tutti come pigmenti principali la peonina 3-glucoside e la malvidina 3-glucoside, in percentuali variabili ma nello stesso ordine di grandezza. Nella maggior parte dei casi è la peonina 3-glucoside il pigmento maggioritario. Le forme esterificate sono presenti in percentuale modesta.

Il terzo gruppo individua le varietà Corbinella, Negrara, Corbinona, Pataresca, Refosco, Turchetta, Recantina "Forner", Cabrusina, Trevisana nera, Cavarara garbina e Cavarara nera. Tutte queste uve hanno in comune come pigmento

Tab. 1 - Ripartizione dei pigmenti antocianici nelle uve delle vendemmie 2001-2002

VARIETÀ	ANTOCIANI	% DELFINIDINA	% CIANIDINA	% PETUNIDINA	% PEONIDINA	% MALVIDINA	% ESTERI	% ESTERI AC.
	TOTALI, MG/L	3-GLUCOSIDE	3-GLUCOSIDE	3-GLUCOSIDE	3-GLUCOSIDE	3-GLUCOSIDE	AC. ACETICO	P-CUMARICO
Gr. 1								
Corbina sasse rami	7039,1	22,33	8,59	11,33	10,69	26,22	14,71	6,12
Gropello	575,9	20,31	9,73	11,79	13,93	29,27	8,24	6,74
Rossona Grossa di Monfumo	564,5	23,30	7,43	13,82	9,74	30,54	3,90	11,27
Dindarella	558,5	23,57	17,80	10,77	18,92	20,57	0,69	7,68
Media del gruppo 1	nc	22,38	10,89	11,93	13,32	26,65	6,89	7,95
Gr. 2								
Oseleta	5615,2	13,11	23,02	11,19	30,67	19,39	0,37	2,24
Raboso	1192,6	6,79	15,81	7,27	34,05	24,69	4,99	6,40
Forsellina	810,5	7,84	17,64	5,35	45,92	14,64	3,41	5,18
Gruaja	987,9	6,77	8,21	5,73	39,80	25,99	4,35	9,15
Corvina	623,6	5,04	8,40	4,85	43,58	28,84	0,52	8,76
Rondinella	557,9	6,80	6,36	5,89	34,04	36,36	0,60	9,96
Media del gruppo 2	nc	7,73	13,24	6,72	38,01	24,99	2,37	6,95
Gr. 3								
Corbinella	3429,0	20,23	3,97	10,91	6,96	31,23	18,01	8,69
Negrara	1289,5	19,33	1,87	10,82	5,91	33,71	18,90	9,47
Corbinona	2949,7	15,67	2,68	9,33	6,43	36,10	19,10	10,68
Pataresca	2612,1	11,84	2,07	8,88	5,98	32,69	25,41	13,13
Refosco	2250,1	12,84	1,62	9,61	4,60	31,90	26,68	12,75
Turchetta (*)	3302,6	14,53	1,81	10,76	5,95	40,12	7,75	19,06
Recantina "Forner"	2254,6	12,15	1,65	12,47	1,68	39,55	16,68	15,82
Cabrusina (*)	937,5	5,14	0,99	5,39	8,55	40,75	11,16	28,02
Trevisana nera	922,2	5,98	1,43	9,22	2,64	41,00	11,52	28,20
Cavarara garbina	2299,1	11,61	3,61	9,96	15,64	38,19	3,95	17,04
Cavarara nera	2103,7	12,26	3,00	10,75	12,13	40,98	3,19	17,69
Media del gruppo 3	nc	12,87	2,25	9,83	6,95	36,93	14,76	16,42
Gr. 4								
Marzemina nera bastarda (*)	1928,0	7,86	0,74	7,78	6,33	43,10	27,73	6,46
Fertilia	1185,1	9,59	2,55	5,59	7,94	44,32	19,42	10,58
Fertilia	661,1	9,69	1,67	5,63	5,12	44,25	19,85	13,79
Cabernet sauvignon	1142,4	3,92	0,27	2,90	3,60	42,03	36,02	11,25
Cabernet franc	820,5	2,99	0,33	3,04	3,13	32,24	31,70	26,56
I.M.2.15.	316,9	4,28	0,61	4,15	3,65	36,26	25,52	25,52
Media del gruppo 4	nc	6,39	1,03	4,85	4,96	40,37	26,71	15,69
Gr. 5								
Franconia	1676,2	3,69	1,45	4,74	25,02	56,61	1,60	6,89

Nota: (*) denota varietà con tracce di antocianine 3,5-diglucosidi

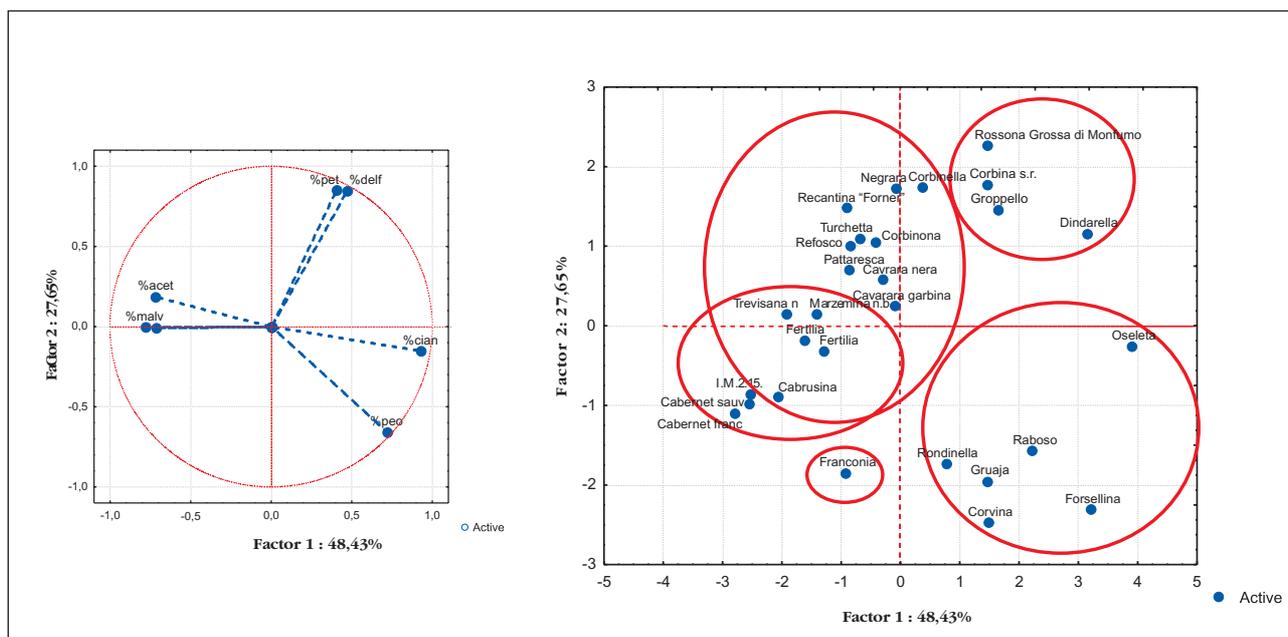


Fig. 5 - Classificazione mediante analisi PCA sul profilo antocianico delle uve: proiezione delle variabili (in alto) e dei casi (in basso) nel piano definito dal primo e dal secondo fattore. Le ellissi indicano (arbitrariamente) lo spazio occupato dai 5 gruppi definiti dalla analisi cluster.

principale la malvidina 3-glucoside, leggermente più elevata rispetto al gruppo 1 (31-41%), ed inoltre presentano elevati tenori degli esteri acetici e/o p-cumarici, mentre gli altri pigmenti sono presenti a concentrazioni modeste, ma non insignificanti. La Cavarara garbina e la Cavarara nera hanno un profilo antocianico quasi identico, come pure simili erano le quantità assolute, pur trattandosi di campioni provenienti da diverse forme di allevamento. Potrebbe essere un indice di possibile sinonimia.

Il quarto gruppo, che si situa in prossimità del terzo (fig. 4) contiene le uve Marzemina nera bastarda, Fertilia, Cabernet sauvignon, Cabernet franc e I.M.2-15 che si caratterizzano per valori ancora più elevati di malvidina 3-glucoside (32-44%) e per valori elevatissimi sia degli esteri acetici che p-cumarici. Gli altri monoglucosidi liberi di conseguenza sono poco rilevanti. Alcune delle varietà di questo gruppo sono tra loro abbastanza distinguibili e sicuramente diverse.

Tab. 2 - Quantità assoluta e ripartizione dei pigmenti antocianici nei vini dell'anno 2000

VARIETÀ	ANTOCIANI LIBERI, MG/L	% DELFINIDINA 3-GLUCOSIDE	% CIANIDINA 3-GLUCOSIDE	% PETUNIDINA 3-GLUCOSIDE	% PEONIDINA 3-GLUCOSIDE	% MALVIDINA 3-GLUCOSIDE	% ESTERI AC. ACETICO	% ESTERI AC. P-CUMARICO
Cavarara garbina	247,4	4,32	0,50	8,53	6,22	62,24	6,62	11,56
Marzemino	233,8	3,51	1,18	5,69	0,96	47,05	30,77	10,83
Corbinella	225,1	12,71	1,50	11,02	5,69	39,98	23,99	5,11
Cabernet sauvignon Coletti	222,2	1,84	0,30	0,09	1,75	58,52	33,06	4,45
Refosco	171,4	3,27	2,05	6,71	2,67	54,14	23,43	7,73
Cavarara nera	165,2	4,87	0,53	8,72	5,33	62,34	5,42	12,79
Cabernet franc Coletti	149,0	1,48	0,19	3,54	2,40	55,84	28,03	8,52
I.M. 2.15	126,5	0,88	0,68	2,45	0,86	51,71	32,67	10,75
Cabernet sauvignon	111,5	1,08	0,67	2,04	2,35	63,67	25,95	4,24
Pataresca	111,1	3,21	2,18	5,70	2,99	56,51	20,81	8,61
Cabernet franc	94,9	0,72	0,25	2,08	2,39	56,57	27,52	10,48
Trevisana nera	89,2	3,47	0,54	9,14	1,82	60,00	11,27	13,77
Negrara	85,5	7,01	0,90	8,14	3,80	55,55	16,68	7,93
Franconia	70,1	0,93	0,84	2,57	3,35	86,19	3,01	3,11
Carmenere	62,6	1,80	0,77	4,58	1,64	62,75	19,75	8,70
Merlot	59,1	4,65	1,18	7,15	5,90	54,13	19,67	7,31
Raboso	30,6	6,51	7,98	9,28	27,88	41,19	3,04	4,12
Groppello	29,7	6,50	2,73	8,68	7,88	56,55	13,36	4,31
Rondinella	29,4	4,29	1,06	7,15	8,14	70,14	2,11	7,12
Dindarella	13,5	11,37	8,79	13,07	15,07	47,19	1,18	3,32
Corvina	9,3	4,40	2,47	6,87	12,88	67,38	0,00	6,01

Le uve della varietà Franconia costituiscono da sole il gruppo 5 e sono ben distinte da tutte le altre per la elevatissima percentuale di malvidina 3-glucoside, che rappresenta il 56% di tutti gli antociani, seguita dalla peonina 3-glucoside al 25%. Tutti gli altri pigmenti sono di conseguenza presenti in percentuale modesta.

Va infine rilevato che, come segnalato in nota di tab. 1, in alcune varietà erano presenti, seppure in tracce, alcuni antociani diglicosidi, rappresentati in ordine decrescente da malvidina-, peonidina- e petunidina-, ed in un caso del-finidina-3,5-diglicoside. L'importanza percentuale di questi pigmenti sul totale sono rispettivamente: Cabrusina (3,23%), Turchetta (0,65%) e Marzemina nera bastarda (0,44%). Si tratta – in particolare per le ultime due varietà - di quantità modeste che non dovrebbero lasciare tracce significative nei vini, mentre per la prima varietà la presenza di diglicosidi, pur marginale, sembrerebbe indicare trattarsi di un ibrido interspecifico piuttosto che di una *Vitis vinifera*. Per tutte e tre queste varietà è comunque opportuno controllare l'appartenenza alla specie *V. vinifera*.

La classificazione in base al profilo antocianico, con le stesse variabili impiegate nella cluster analisi, è stata ripetuta anche mediante PCA, al fine di aiutare la individuazione delle caratteristiche di ciascun gruppo e di evidenziare alcuni campioni posizionati in modo tra loro non molto distante, pur essendo classificati dalla analisi cluster come appartenenti a gruppi diversi. Questa visualizzazione aiuta ad individuare i campioni border-line, la cui classificazione potrebbe variare a seconda del numero di campioni inseriti nella banca dati utilizzata per l'elaborazione. Lo spazio definito dai primi due fattori è visualizzato nella figura 5. La informazione fornita da questo diagramma è parziale in quanto manca il terzo fattore, importante per visualizzare la separazione dei gruppi 3 e 4, che è comunque completa.

Antociani nei vini

In questo progetto sono stati analizzati anche gli antociani nei vini della vendemmia 2000, prodotti mediante macerazione carbonica. Il contenuto di antociani liberi e la composizione degli antociani del vino sono riportati in tabella 2. Per le varietà di cui sono state analizzate le uve anche nel 2001 o nel 2002 (tab. 1) si riscontra un buon accordo.

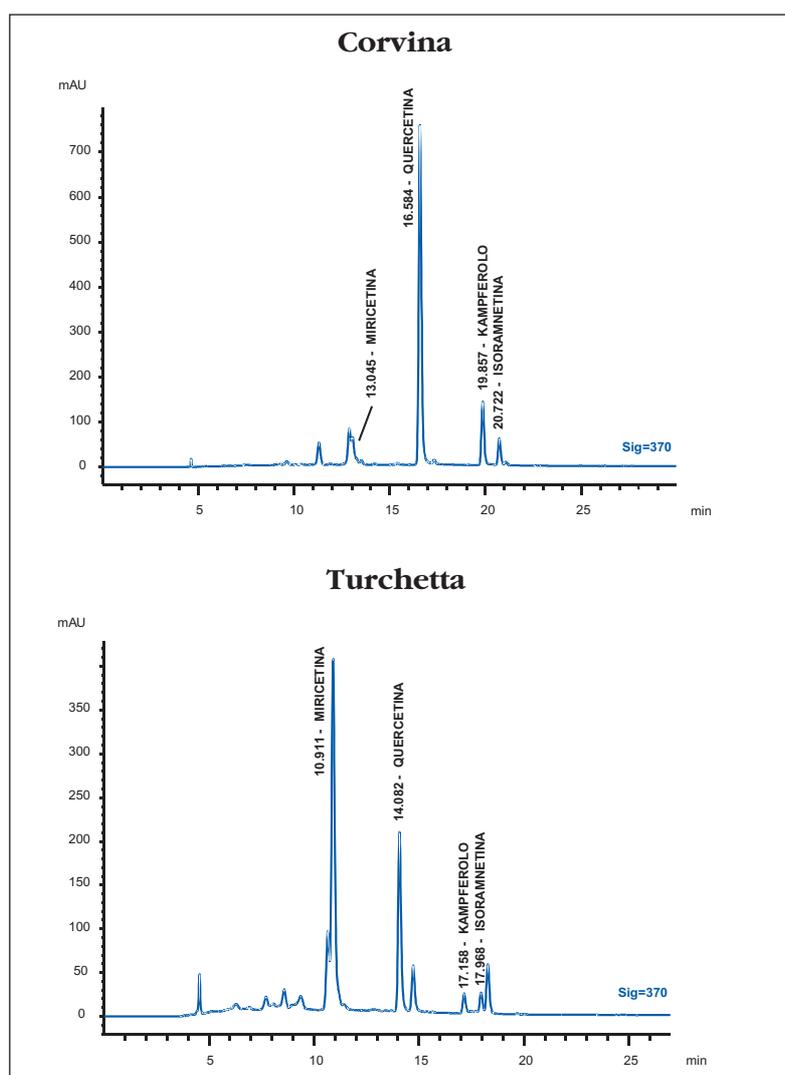


Fig. 6 - Analisi HPLC dei flavonoli totali dopo idrolisi acida nelle uve Corvina e Turchetta

Le varietà segnalate come ricche di pigmenti antocianici nei vini (in particolare Cavarara garbina, Marzemino, Corbinella, e Cabernet sauvignon Coletti) erano state indicate come ricche di antociani, e lo stesso vale anche per le varietà che hanno mostrato scarsa attitudine alla produzione di vini rossi in purezza (Raboso, Gropello, Rondinella, Dindarella e Corvina). Solo il biotipo Raboso ha dato risultati marcatamente diversi tra le uve ed i vini considerati. I valori assoluti riscontrati in questa sperimentazione nei vini delle varietà più conosciute, sono congrui con le concentrazioni riportate in letteratura (Mattivi *et al.*, 1995), e questo ci indica una buona rappresentatività dei vini indagati anche per i restanti campioni.

Anche i vini infine mantengono in larga parte le caratteristiche compositive segnalate per le uve. Anche nei vini ad esempio, i campioni di Cavarara garbina e Cavarara nera hanno profili antocianici sovrapponibili.

In conclusione, sono state create due banche dati per le uve (tab. 1) e per i vini (tab. 2) che contengono i dati degli antociani nelle due matrici. Questi dati hanno permesso, attraverso tecniche multivariate di ottenere una prima, fondamentale classificazione delle uve. I dati ottenuti permettono di avanzare le prime ipotesi sia per quanto riguarda l'utilizzo enologico, che per quanto riguarda possibili omonimie e sinonimie.

I flavonoli

I flavonoli costituiscono una classe dei flavonoidi presente in quantità minore rispetto agli antociani ed ai flavanoli, e di conseguenza non rivestono importanza dal punto di vista tecnologico. Sono però sostanze ad elevata bioattività, largamente studiati per i loro possibili effetti salutistici. Tra gli alimenti che ne hanno contenuti significativi si annoverano mela, cipolla gialla e rossa, uva e vino rosso, fragola, lampone e mirto (Mattivi *et al.*, 2002). Il loro uso per la chemiotassonomia della vite è ancora limitato, sia per la modesta disponibilità di dati in letteratura, sia perché a differenza degli antociani la loro sintesi può essere ampiamente influenzata da fattori non genetici, quali ad esempio la disponibilità di radiazione. Si è comunque ritenuto opportuno acquisire questi dati compositivi sulle uve delle vendemmie 2001 e 2002 conservate in freezer, per tentare una prima classificazione dei biotipi mediante questi composti. I quattro agliconi principali (miricetina, quercetina, kampferolo ed isoramnetina) sono stati dosati per HPLC dopo idrolisi acida. Due esempi di cromatogramma per le uve Corvina, in cui il flavonolo dominante è la quercetina, seguita dal kampferolo, e delle uve Turchetta dove è invece dominante la miricetina, sono riportati in figura 6.

Flavonoli nelle uve

Il contenuto assoluto di flavonoli nelle uve è risultato assai diverso, infatti varia di ben 40 volte (fig. 7). Come per gli antociani, anche per i flavonoli il biotipo Corbina Sasse Rami è risultato il più ricco tra tutti i campioni. I due campioni di uve Fertilia avevano contenuti diversi di 5 volte, il che sta ad indicare una grande variabilità che potrebbe essere dovuta alle diverse annate di produzione, ma anche alla diversa conservazione delle uve. Come si vede per il biotipo Rossona di Monfumo, non sono state osservate differenze compositive rilevanti tra il campione di uve del 2001 alla vendemmia oppure a fine macerazione carbonica (MC). Questo ci ha suggerito di utilizzare anche i dati di alcuni campioni di uve di cui avevamo a disposizione solo il campione a fine macerazione carbonica. I campioni con contenuto di flavonoli molto limitato necessitano di essere rianalizzati in altre annate, in quanto valori così modesti potrebbero essere in parte ascrivibili a degradazioni avvenute durante lo stoccaggio ed il trasporto. Per questo motivo, non sono stati discussi i campioni con contenuti inferiori ai 5 mg/kg.

Si ritiene invece che siano adeguati e rappresentativi i campioni con contenuto medio o elevato, che si diversificano tra loro oltre che per il diverso contenuto, per la diversa importanza dei singoli composti. I dati complessivi sono riassunti in tabella 3.

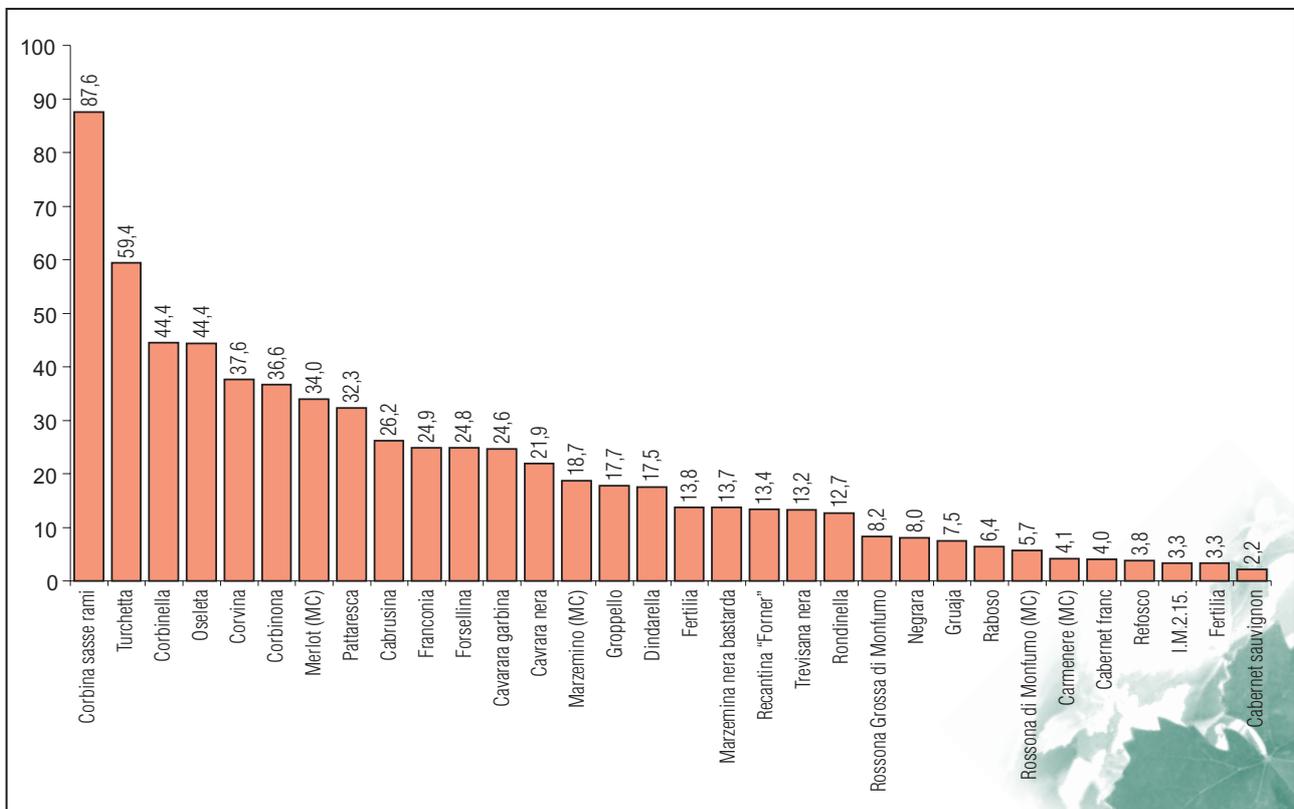


Fig. 7 - Contenuto complessivo di flavonoli nelle uve delle vendemmie 2001-2002

Tab. 3 - Quantità assoluta e ripartizione dei flavonoli nelle uve delle vendemmie 2001-2002

	VARIETÀ	ANNO	FLAVONOLI TOTALI (MG/KG)	% MIRICETINA	% QUERCETINA	% KAMPFEROLO	% ISORAMNETINA
Gruppo 1	Corbina sasse rami	2002	87,6	89,59	9,00	0,27	1,14
Gruppo 2	Turchetta	2001	59,4	68,58	25,53	2,71	3,18
	Corbinella	2001	44,4	78,60	18,47	0,63	2,30
	Oseleta	2002	44,4	54,98	38,28	1,06	5,68
	Corbinona	2001	36,6	67,40	29,05	1,09	2,46
	Pattaresca	2001	32,3	70,76	23,20	3,16	2,88
Gruppo 3	Corvina	2002	37,6	6,89	73,82	13,14	6,15
	Merlot (MC)	2001	34,0	16,83	56,13	10,71	16,33
	Forsellina	2002	24,8	3,91	82,95	7,94	5,20
Gruppo 4	Cabrusina	2002	26,2	36,01	49,14	9,32	5,54
	Franconia	2002	24,9	22,97	55,87	9,57	11,58
	Cavarara garbina	2001	24,6	44,21	42,92	5,64	7,23
	Cavrara nera	2001	21,9	53,52	36,84	4,98	4,66
	Marzemino (MC)	2001	18,7	39,11	41,14	8,32	11,42
	Fertilia	2002	13,8	34,98	54,06	4,35	6,60
	Marzemina nera bastarda	2001	13,7	53,49	34,13	4,22	8,15
	Recantina "Fornier"	2001	13,4	62,95	31,59	4,27	1,20
	Trevisana nera	2001	13,2	62,76	29,67	6,28	1,29
	Groppello	2001	17,7	18,61	68,19	8,91	4,29
	Dindarella	2002	17,5	9,95	67,28	21,68	1,09
	Rondinella	2002	12,7	16,06	66,93	10,24	6,77
	Rossona Grossa di Monfumo	2001	8,2	14,81	65,78	16,87	2,55
	Gruaja	2001	7,5	7,49	74,06	9,22	9,22
	Negrara	2001	8,0	51,93	37,86	4,48	5,73
	Raboso	2001	6,4	40,87	48,83	3,90	6,40
	Rossona Grossa di Monfumo (MC)	2001	5,7	8,25	60,88	20,18	10,70
	Carmenere (MC)	2001	4,1	16,83	51,71	10,49	20,98
	Cabernet franc	2001	4,0	24,19	56,36	4,74	14,71
	I.M.2.15.	2002	3,3	17,07	61,89	11,89	9,15
Fertilia	2001	3,3	4,91	79,45	7,36	8,28	
Refosco	2001	3,8	35,51	45,69	11,23	7,57	
Cabernet sauvignon	2001	2,2	71,89	21,66	0,00	6,45	

Risultano caratterizzate dalla prevalenza della quercetina le uve delle varietà: Corvina, Merlot, Forsellina, Franconia, Groppello, Dindarella, Rondinella e Rossona Grossa di Monfumo. La miricetina è stata invece riscontrata essere il flavonolo dominante nei campioni analizzati delle varietà: Corbina Sasse Rami, Turchetta, Corbinella, Corbinona, Pattaresca, Recantina "Fornier" e Trevisana nera. Negli altri biotipi, quercetina e miricetina sono state riscontrate in concentrazioni paragonabili.

Il kampferolo è il secondo flavonolo per importanza, o comunque rappresenta oltre il 12% del totale, nelle varietà: Corvina, Dindarella e Rossona Grossa di Monfumo. L'isoramnetina è il secondo flavonolo per importanza, o comunque rappresenta oltre il 12% del totale, nelle varietà: Merlot, Carmenere e Cabernet franc.

È stata tentata - come in precedenza per gli antociani - una classificazione mediante analisi cluster, basata in questo caso sulle quantità assolute di ciascuno dei quattro flavonoli. È possibile così individuare 4 gruppi di vitigni tra loro ben distinguibili, come si vede in figura 8. È possibile in questo modo visualizzare le distanze tra i diversi campioni per verificare il grado di similarità dei campioni per i quali l'ampelografia possa suggerire delle possibili sinonimie.

Nel caso dei flavonoli l'esperienza di classificazione è minore che per gli antociani, per cui è stato scelto un livello di taglio dei gruppi tale da assicurare un certo margine di sicurezza. Si ritiene che i biotipi classificati in gruppi diversi possono essere considerati varietà diverse, mentre quelli all'interno della stessa classe potrebbero in qualche caso anche essere

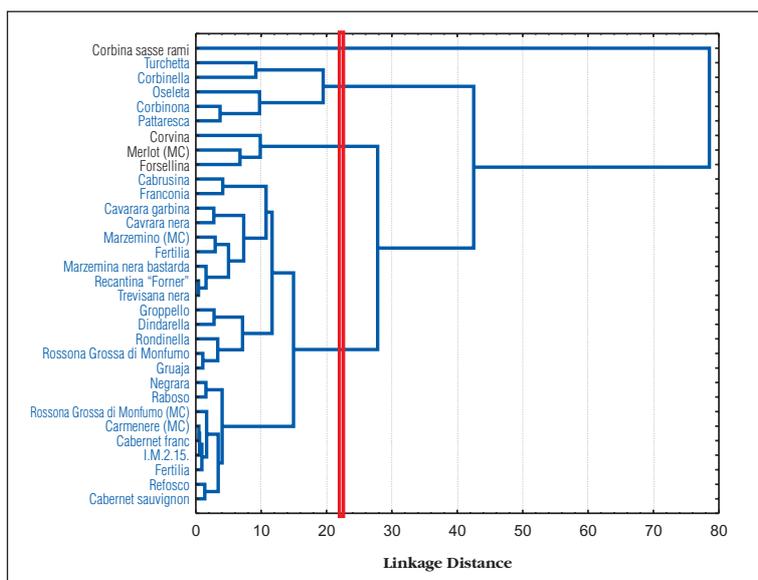


Fig. 8 - Classificazione delle uve 2001-2002 mediante cluster analisi in base al contenuto totale dei flavonoli miricetina, quercetina, kampferolo ed isoramnetina. La barra verticale indica il livello di taglio proposto per la individuazione dei gruppi.

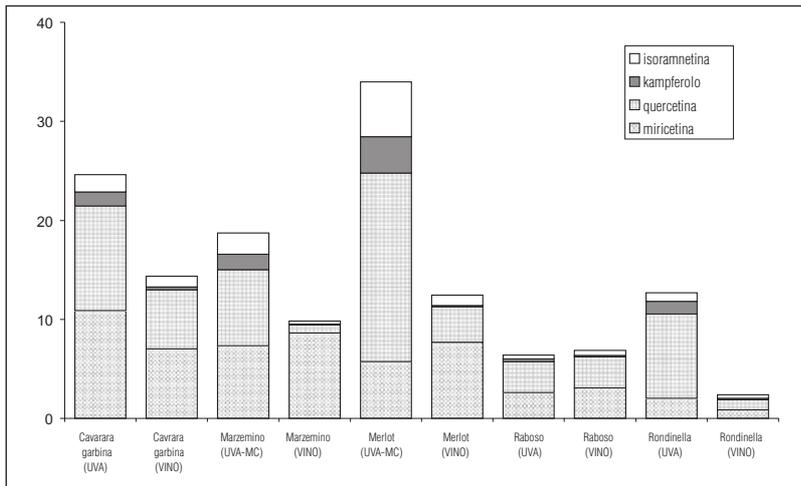


Fig. 9 - Comparazione del contenuto in flavonoli totali nelle uve campionate alla vendemmia o a fine macerazione carbonica (MC) e nei corrispondenti vini dopo fermentazione alcolica, malolattica, stabilizzazione ed imbottigliamento.

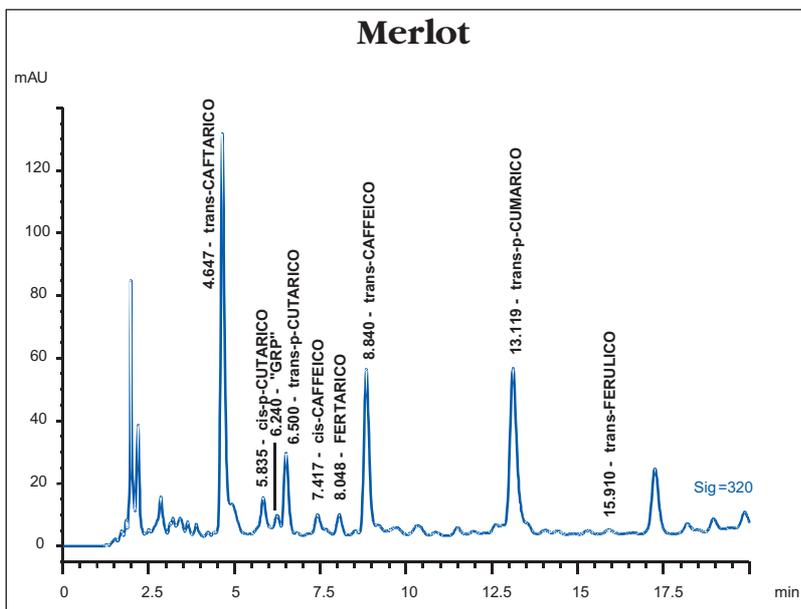


Fig. 10 - Analisi HPLC degli acidi idrossicinnamici in un vino Merlot

lizzati oltre che nella buccia anche nella polpa della bacca. La loro analisi sulle uve congelate è ritenuta non affidabile dal nostro laboratorio, e di conseguenza sono stati analizzati direttamente nei vini. Un esempio di cromatogramma di un vino Merlot è riportato in figura 10. In considerazione del fatto che durante la vinificazione una parte delle forme esterificate con l'acido tartarico, che sono le sole presenti nelle uve, si idrolizzano con formazione dei corrispondenti acidi liberi, si è ritenuto preferibile effettuare la classificazione sulla somma dei derivati contenenti rispettivamente acido caffeico, acido p-cumarico ed acido ferulico. Il GRP, che era presente solo in tracce (sempre inferiore a 2,8 mg/l) e che si forma a partire sia dall'acido caftarico che p-cutarico, non è stato incluso nel computo. I dati compositivi sono riassunti nella tabella 4.

Il contenuto di acidi idrossicinnamici varia di oltre 4 volte nei vini ottenuti con i diversi biotipi, andando dai 120-130 mg/l di Turchetta, Corbinella e Recantina "Forner", fino a poco meno di 30 mg/l di Dindarella e Cabrusina (fig. 11). Anche su questi dati è stata fatta una classificazione mediante analisi cluster, utilizzando le quattro variabili riportate in tabella 4, ossia la quantità assoluta di acidi idrossicinnamici e la loro distribuzione tra i derivati dei tre acidi caffeico, p-cumarico e ferulico. In questo modo si tiene in conto sia il fattore dimensionale (quantità di composti presenti nel vino) che la distribuzione fra gli stessi. La classificazione prodotta è riportata in figura 12.

Con questa tecnica multivariata vengono distinti tre gruppi di varietà, divisi essenzialmente in base al fattore dimensionale (fig. 12 e tab. 4): hanno tenori molto elevati di acidi idrossicinnamici (oltre 120 mg/l) i vini prodotti dai biotipi

parenti molto prossimi oppure sinonimi di una stessa varietà. Come per gli antociani ad esempio, i campioni Cavarara garbina e cavarara nera sono sostanzialmente identici. Anche Corbinella e Corbinona sono molto simili sia in base al profilo antocianico (fig. 4) che per i flavonoli (fig. 8).

Flavonoli nei vini

Sia la quantità assoluta che la distribuzione dei flavonoli cambia in maniera importante durante la vinificazione. Come mostrato in figura 9, dove è presentata la variazione da uva a vino in cinque coppie di campioni, solo una parte dei flavonoli presenti nell'uva alla vendemmia, o alla fine della macerazione carbonica (MC), si ritrovano nei corrispondenti vini. In particolare, kampferolo (-91%), quercetina (-70%) ed isoramnetina (-69%) subiscono una perdita media importante nel passaggio da uva a vino, mentre la miricetina (-5%) sembra più conservabile. Non è noto quanto questo fenomeno sia dovuto alla diversa distribuzione tra forme libere e glicosidi dei diversi pigmenti, ed alle loro proprietà chimico fisiche (ossidabilità, solubilità in particolare). È chiaro comunque che queste variazioni così radicali limitano fortemente la possibilità di effettuare la classificazione sui vini, ed indicano come preferibile fare riferimento alla classificazione effettuata sulle uve, precedentemente discussa.

Gli acidi idrossicinnamici nei vini

Gli acidi idrossicinnamici, a differenza dei composti sopra discussi, sono localizzati oltre che nella buccia anche nella polpa della bacca.

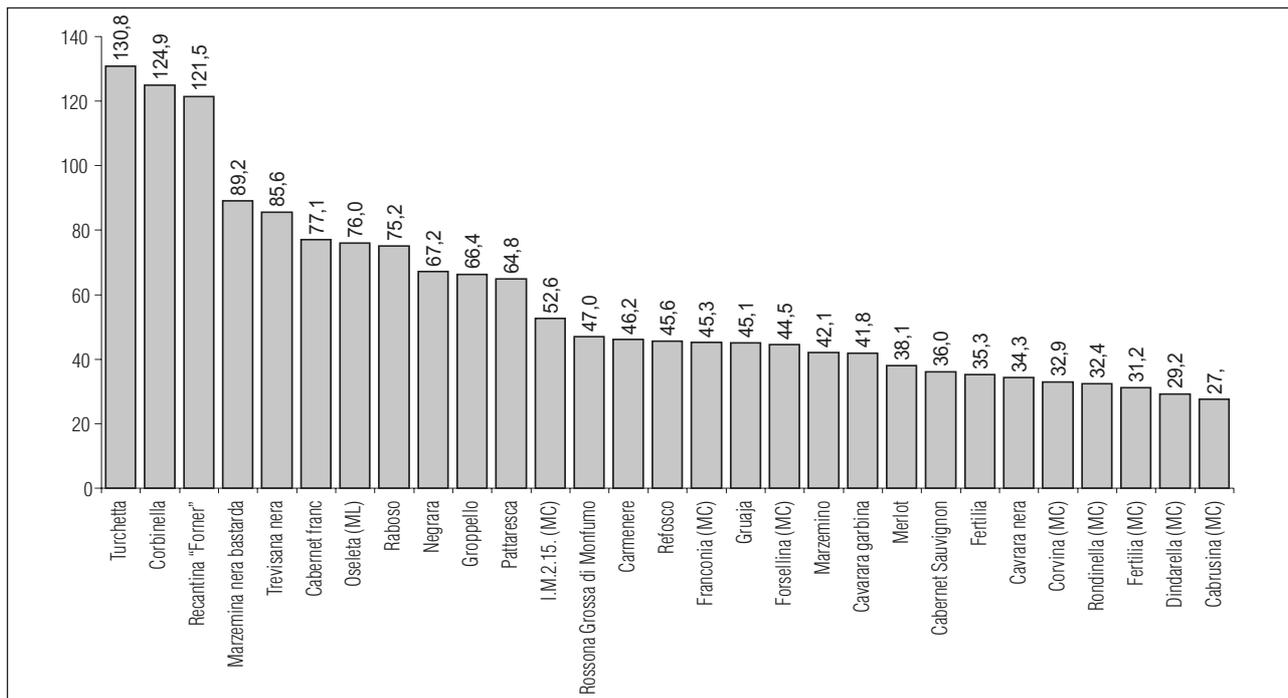


Fig. 11 - Contenuto complessivo di acidi idrossicinnamici nei vini delle vendemmie 2001-2002

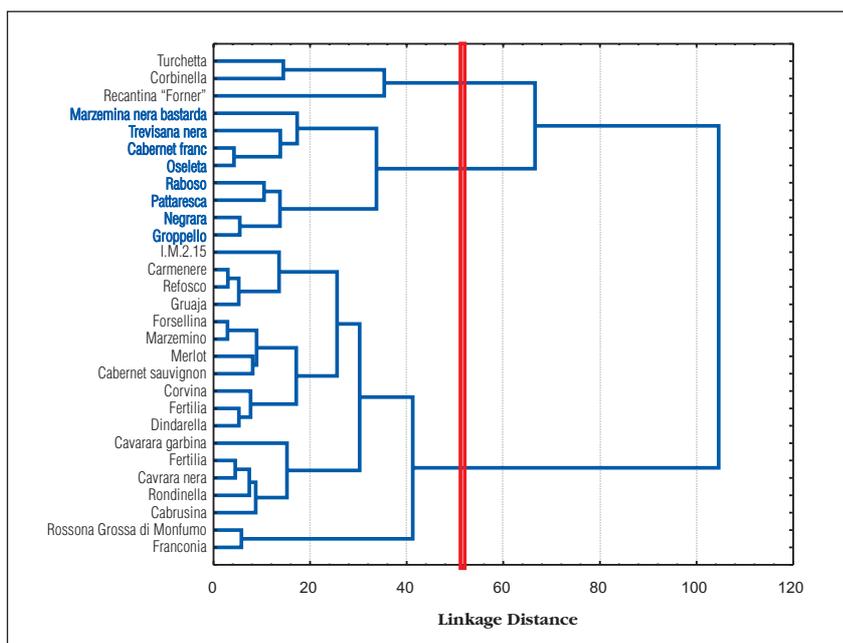


Fig. 12 - Classificazione dei vini 2001-2002 mediante cluster analisi in base al contenuto totale degli acidi idrossicinnamici, ed al contenuto percentuale dei derivati dell'acido caffeico, acido p-cumarico ed acido ferulico. La barra verticale indica il livello di taglio proposto per la individuazione dei gruppi.

Turchetta, Corbinella e Recantina. Si raggruppano per avere valori medio alti di acidi idrossicinnamici (tra 65 e 90 mg/l) e prevalenza netta dei derivati dell'acido caffeico su quelli dell'acido p-cumarico i vini ottenuti dalle uve: Marzemina nera bastarda, Trevisana nera, Cabernet franc, Oseleta, Raboso Piave, Pataresca, Negrara e Gropello.

Come per gli antociani, anche per gli acidi idrossicinnamici è stata condotta anche una analisi PCA sulle stesse variabili utilizzate per la cluster analisi, al fine di poter meglio comprendere quali campioni sono tra loro simili, e comparare la loro composizione. La distribuzione dei casi e delle variabili nello spazio definito dai primi due fattori è riportata in figura 13.

Le varietà si ordinano da sinistra in alto a destra in basso in ordine decrescente di contenuto assoluto di

acidi idrossicinnamici nei vini (fig. 13 e tab. 4), che è stato il fattore determinante per la classificazione mediante analisi cluster come si vede dal posizionamento in figura delle linee che delimitano indicativamente i gruppi definiti dalla cluster analisi. Inoltre, la PCA ci permette di visualizzare bene le differenti ripartizione dei gruppi. Si collocano verso il 3° quadrante (in basso a sinistra in figura 13) i vini caratterizzati da netta prevalenza di derivati dell'acido caffeico, quali in particolare Recantina "Forner", Marzemina nera bastarda, Rossona Grossa di Montfumo, Franconia, Cabernet franc, Oseleta, Gropello e Merlot. Si collocano invece nel 1° quadrante (in alto a destra in fig. 13) i vini che hanno un contenuto sopra la media di derivati dell'acido p-cumarico, quali Corbinella, Cavarara garbina, Cavarara nera, Cabrusina e Fertilia.

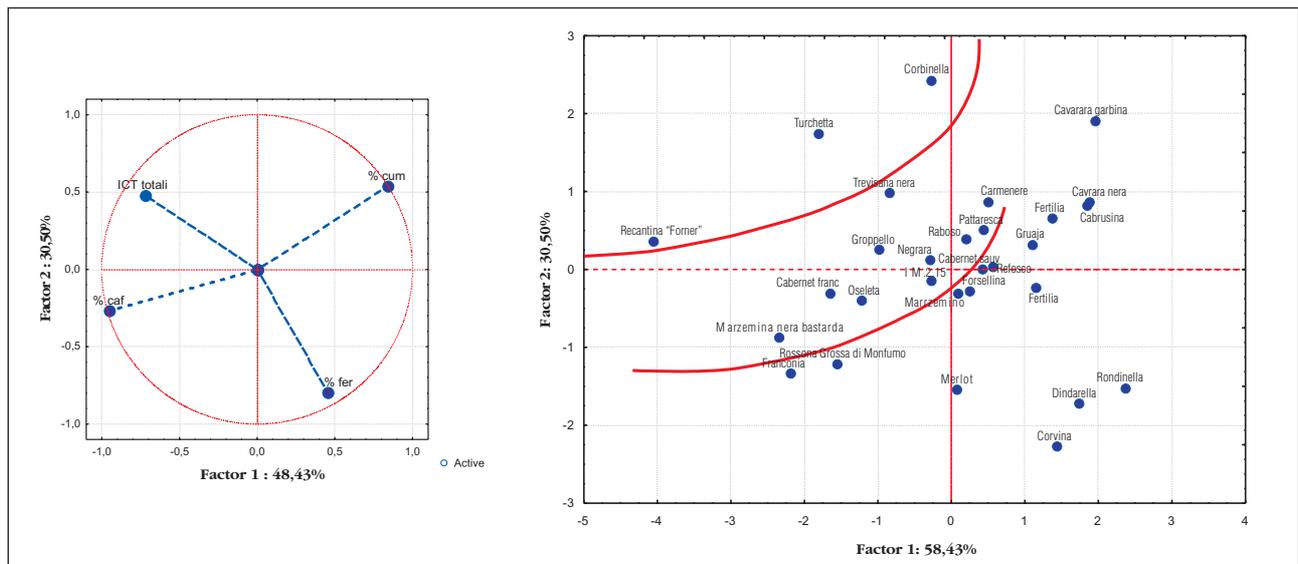


Fig. 13 - Classificazione mediante analisi PCA sugli acidi idrossicinnamici dei vini: proiezione delle variabili (in alto) e dei casi (in basso) nel piano definito dal primo e dal secondo fattore. Gli archi indicano (arbitrariamente) lo spazio occupato dai 3 gruppi definiti dalla analisi cluster

Infine, Dindarella, Rondinella e Corvina presentano quantità modeste di acidi idrossicinnamici, con percentuali un po' più elevate rispetto alla media dei derivati dell'acido ferulico, per cui si posizionano in basso a destra in figura 13, nel 2° quadrante.

Anche in questo caso i dati e le classificazioni prodotte sono degli strumenti efficaci per verificare il grado di similarità delle varietà, indicando quelle che si possono ritenere ben distinte, che sono risultate classificate in gruppi nettamente diversi, rispetto ad altre che sono invece simili e che non sono necessariamente – in base ai dati chimici – tra loro distinguibili. Si conferma ancora una volta, anche in base a questi dati, la strettissima somiglianza di Cavarara garbina e Cavarara nera, come già osservato sia per gli antociani che per i flavonoli. È altamente probabile, in base ai dati biochimici, che questi due biotipi siano strettamente relazionati, ed è possibile che siano due sinonimi per una stessa varietà.

Tab. 4 - Contenuto di acidi cinnamici nei vini delle vendemmie 2001 e 2002 e loro distribuzione percentuale tra i derivati dell'acido caffeico, p-cumarico e ferulico. I vini sono stati ottenuti con la tecnica della macerazione carbonica, tranne un campione con macerazione lunga (ML)

	VARIETÀ	ANNO	ICT TOTALI	% CAF	% CUM	% FER
Gruppo 1	Turchetta	2001	130,8	62,55	33,76	1,98
	Corbinella	2001	124,9	53,35	43,23	2,26
	Recantina "Forner"	2001	121,5	78,77	18,94	1,46
Gruppo 2	Marzemina nera bastarda	2001	89,2	71,80	21,50	4,45
	Trevisana nera	2001	85,6	60,43	33,91	2,42
	Cabernet franc	2001	77,1	68,50	26,64	3,61
	Oseleta (ML)	2002	76,0	64,45	26,83	4,15
	Raboso	2001	75,2	55,91	36,89	4,42
	Pattaresca	2001	64,8	55,30	38,02	3,97
	Negrara	2001	67,2	59,98	33,56	3,94
	Groppello	2001	66,4	64,69	31,21	2,80
Gruppo 3	I.M.2.15	2002	52,6	60,70	31,84	3,74
	Carmenere	2001	46,2	56,37	39,28	2,40
	Refosco	2001	45,6	56,98	37,03	4,14
	Gruaja	2001	45,1	52,33	39,37	4,15
	Forsellina	2002	44,5	58,60	33,79	4,27
	Marzemino	2001	42,1	59,98	33,10	4,02
	Merlot	2001	38,1	61,73	28,91	6,25
	Cabernet Sauvignon	2001	36,0	57,87	35,18	3,50
	Corvina	2002	32,9	53,83	32,12	9,14
	Fertilia	2001	35,3	51,63	41,90	3,38
	Dindarella	2002	29,2	52,28	35,57	8,25
	Cavarara garbina	2001	41,8	45,11	47,84	1,84
	Fertilia	2002	31,2	54,46	38,07	4,68
	Cavrara nera	2001	34,3	47,96	44,38	3,49
	Rondinella	2002	32,4	48,38	39,61	8,83
	Cabusina	2002	27,6	49,10	44,32	3,26
	Rossona Grossa di Monfumo	2001	47,0	69,89	22,07	3,94
Franconia	2002	45,3	74,63	19,24	3,33	

SVILUPPI E VERIFICHE

Nel mentre questa prima parte del progetto si va a completare con la pubblicazione degli atti, diventa possibile grazie alla entrata in produzione nel 2004 dei nuovi campi sperimentali, effettuare dei paragoni su campioni coltivati nello stesso appezzamento ed in condizioni completamente standardizzate. Inoltre, sono state messe a punto presso IASMA ulteriori metodiche per l'analisi degli acidi idrossicinnamici direttamente nell'uva fresca, e quindi separatamente per il mosto e la buccia. Questo permette di andare a ulteriormente completare, in condizioni ancora più rigorose, quelle prime classificazioni che sono state ottenute su campioni di diversa origine geografica. Il primo di questi approfondimenti è stato fatto sulle quattro varietà Cabrusina, Corbinella, Corbinona e Corbina nel vigneto Sasse Rami, nel 2004.

Per quanto riguarda la Cabrusina, è stata confermata la sua classificazione come varietà ben distinta dalle altre sopra richiamate, confermando il profilo antocianico delle uve discusso in tab. 1 e confermando anche la presenza di tracce di antociani 3,5-diglucosidi. E' stato inoltre confermato, in accordo sui dati del vino (tab. 4) che la Cabrusina ha un contenuto piuttosto modesto di acidi cinnamici anche nella bacca (49,2 mg/kg), localizzati per metà ciascuno rispettivamente nella polpa e nella buccia. Nella polpa, la uva Cabrusina presenta netta prevalenza dei derivati dell'acido caffeico, mentre nella buccia si osserva una leggera prevalenza dei derivati dell'acido p-cumarico.

Tab. 5 - Tavola sinottica delle classificazioni ottenute nella sperimentazione. La linea demarca i gruppi classificati diversamente su uno o più parametri compositivi. Il simbolo (m) indica i campioni mancanti. Nel caso degli antociani la classificazione dei casi mancanti è stata desunta dalla letteratura

VARIETÀ	PARAMETRO DI CLASSIFICAZIONE		
	ANTOCIANI	FLAVONOLI	ACIDI IDROSSICINNAMICI
Corbina sasse rami	1	1	m
Groppello	1	4	2
Rossona Grossa di Monfumo	1	4	3
Dindarella	1	4	3
Oseleta	2	2	2
Forsellina	2	3	3
Corvina	2	3	3
Raboso	2	4	2
Gruaja	2	4	3
Rondinella	2	4	3
Corbinella	3	2	1
Turchetta (*)	3	2	1
Pattaresca	3	2	2
Corbinona	3	2	m
Recantina "Fornier"	3	4	1
Negrara	3	4	2
Trevisana nera	3	4	2
Cavarara garbina	3	4	2
Cavrara nera	3	4	2
Refosco	3	4	3
Cabrusina (*)	3	4	3
Merlot	m	3	3
Marzemina nera bastarda (*)	4	4	2
Cabernet franc	4	4	2
Fertilia	4	4	3
Cabernet sauvignon	4	4	3
I.M.2.15.	4	4	3
Carmenere	m	4	3
Marzemino	m	4	3
Franconia	5	4	3

Le uve Corbinella, Corbinona e Corbina confermano la loro forte attitudine a sintetizzare quantità particolarmente elevate di antociani, in particolare la Corbina che è decisamente la più ricca, seguita da Corbinona e infine da Corbinella, ma le differenze tra i biotipi si riducono rispetto a quando erano coltivate in ambienti diversi (tab. 1). In queste condizioni inoltre, il profilo antocianico presenta per tutte e tre le varietà caratteristiche sostanzialmente sovrapponibili, con pigmento principale malvidina 3-glucoside (30,4-32,8%), seguita da delfinidina 3-glucoside (19,6-22,2%), da petunidina 3-glucoside (10,8-11,9%), peonidina 3-glucoside (5,9-7,0%) e cianidina 3-glucoside (3,2-4,4%). Le forme esterificate con acido acetico (16,5-18,4%) sono più alte di quelle esterificate con acido p-cumarico (7,5-9,3%). Questi risultati indicano quindi per quanto riguarda gli antociani una forte similarità compositiva tra i tre biotipi, maggiore di quella desunta dallo studio precedente dove evidentemente era ancora forte la influenza del fenotipo.

Questa vicinanza biochimica tra i tre biotipi è stata confermata anche dallo studio degli acidi idrossicinnamici nelle uve, risultati simili per quantità, profilo e localizzazione nella bacca. Tutti e tre i biotipi hanno quantità complessive di acidi idrossicinnamici molto elevate (128,4-140,5%). Essi sono localizzati in concentrazioni simili nella polpa e nella buccia, con leggera prevalenza della polpa. Nella polpa, i derivati dell'acido caffeico sono in concentrazione più che doppia rispetto ai derivati dell'acido p-cumarico, mentre nella buccia vale esattamente il contrario. L'acido fertrico è presente a livello di 1,2-1,3 mg/l, per due terzi nella polpa.

In conclusione, si sottolinea l'importanza di verificare ulteriormente le ipotesi di classificazione sopra esposte in condizioni di standardizzazione completa, per poter ulteriormente affinare i risultati ottenuti specie nella classificazione dei biotipi a composizione simile, per i quali è fondamentale poter ridurre al minimo le differenze dovute al fenotipo."

CONCLUSIONI

Questa parte del progetto ha permesso di produrre tre banche dati compositive sulla composizione delle uve e dei vini delle vecchie varietà del Veneto, e di proporre quindi tre classificazioni indipendenti che tengono conto della ampia biodiversità riscontrata. In tabella 5 è stata proposta una tavola sinottica che ricapitola le suddivisioni proposte. Chiaramente, la complessità del lavoro svolto e dei risultati ottenuti ha fatto propendere per una presentazione estensiva, in quanto queste banche dati e queste ipotesi di classificazione non rappresentano un punto di arrivo ma sono soprattutto uno strumento di lavoro e di futura consultazione. In questo modo si rende disponibile una ampia classificazione basata sui polifenoli, che è ora utilizzabile per completare sia la valutazione tecnologica che la descrizione ampelografica delle varietà indagate, a cominciare da quelle per le quali è prevista la iscrizione al registro nazionale delle varietà.

BIBLIOGRAFIA

- Franco A.M., Versini G., Mattivi F., Dalla Serra A., Vacca V., Manca G. 2002. Analytical characterisation of Myrtle berries, partially processed products and commercially available liqueurs. *J. of Commodity Science*, 41, III, 143-267.
- Mattivi F., Scienza A., Failla O., Villa P., Anzani R., Tedesco G., Gianazza E., Righetti P. 1989. *Vitis vinifera*: a chemotaxonomic approach - anthocyanins in the skin. Proc. of the 5th International Symposium on Grape Breeding, St. Martin/Pfalz, FRG, 12-16 settembre, (*Vitis*, Special Issue 1990, 119-133).
- Mattivi F., Monetti A., Nicolini G. 1995. Composizione fenolica e caratterizzazione di vini rossi monovarietali. *L'Enotecnico*, 6, 69-79.
- Mattivi F. 1997. I pigmenti antocianici della bacca nella chemiotassonomia della vite. Atti Convegno "Girolamo Molon – L'Ampelografia e la Pomologia", Milano 8 ottobre - Vicenza, 9 ottobre, O. Failla e L. Magliaretta ed., Biblioteca internazionale "La Vigna", 239-269.
- Mattivi F., Tonon D., Sanchez C. 2002. Gli antiossidanti polifenolici naturali. *Laboratorio* 2000, 3, 46-56.

Ringraziamenti

Si ringraziano Domenico Masuero e Debora Trainotti (IASMA) per il fondamentale contributo alle analisi, e l'enologo Matteo Coletti (Veneto Agricoltura) che ha curato i campionamenti delle uve e dei vini.