

• MOLTI STUDI, MA ANCORA POCHE CERTEZZE

Ruolo dei fattori viticoli sugli stilbeni in uva e vino

La concentrazione nella bacca di questi composti benefici per la salute dipende da fattori come vitigno, portinnesto, suolo, condizioni meteorologiche e pratiche colturali. La comprensione del ruolo degli stilbeni è fondamentale per orientare le pratiche colturali verso un miglioramento del loro contenuto

di Luigi Bavaresco,
Maria Isabel Gonçalves,
Silvia Vezzulli

L'uva è una delle più importanti produzioni frutticole mondiali (66.160.000 t nel 2005), seconda solo alle banane e seguita dalle arance e dalle mele. La maggior parte dell'uva prodotta a livello mondiale (circa 98%) proviene da varietà di *Vitis vinifera* L., mentre la percentuale restante comprende gli ibridi interspecifici e altre specie pure, quali ad esempio *V. labruscana* L., *V. amurensis* Rupr., *V. rotundifolia* Small. Circa il 70% del totale di uva è utilizzato per la produzione di vino, il 22% è utilizzato come uva da tavola e l'8% come uva destinata all'essiccazione (uva passa); altri prodotti come succhi non fermentati, marmellate e gelatine hanno un'importanza locale. La produzione di uva è maggiormente concentrata in Europa (50%), essendo l'Italia la prima produttrice (9.256.814 t nel 2005, secondo i dati Fao), seguita da Asia (23%), America (20%), Africa (5%) e Oceania (2%).

V. vinifera L. è originaria della regione del Caucaso (Asia Minore) ed è stata domesticata intorno al 4.000 a.C., anche se l'uomo preistorico mangiava uve selvatiche e faceva vino prima di quella data.

Più tardi è stata coltivata in altre aree



Normalmente le varietà a bacca rossa hanno contenuti più elevati di stilbeni e tra queste in particolare il Pinot nero, il Cabernet Sauvignon e alcuni vitigni autoctoni italiani

come Egitto, Grecia, gran parte dell'Impero Romano, come testimoniato da diverse fonti storiche quali i geroglifici, la pittura, la letteratura, ecc.

Il valore medicinale delle uve e del vino (Masquelier, 1992) era conosciuto dagli antichi Egizi e da Ippocrate (460-377 a.C.). Le uve e il vino fanno parte della medicina ayurveda dell'India orientale (Paul *et al.*, 1999), della medicina dell'Africa meridionale, del Medio Oriente e della Cina (Kalt, 2001). La *V. vinifera* è menzionata in diverse farmacopee come quelle degli Usa e della Gran Bretagna.

Stilbeni

Gli stilbeni appartengono alla grande famiglia dei polifenoli e sono presenti nelle uve come composti prodotti dalla pianta in risposta a stress biotici (attacchi di funghi patogeni) e abiotici (raggi ultravioletti, ferite, metalli pesanti, ozono, fosetyl-Al, metil-jasmonato, BTH, ABA, ecc.) ed esplicano un'attività fungistatica (fitoalessine). La sintesi degli stilbeni rappresenta quindi uno dei meccanismi attraverso i quali la pianta resiste

alle malattie. Diversi stilbeni sono stati individuati nell'uva: *trans*-resveratrolo (*trans*-3,4',5'-triidrossi-stilbene) (Langcake e Pryce 1977), *trans*- e *cis*-piceide (*trans*- e *cis*-resveratrolo glucoside) (Waterhouse e Lamuela Raventòs, 1994; Mattivi *et al.*, 1995; Romero-Pérez *et al.*, 1999), ϵ -viniferina (dimero del *trans*-resveratrolo) (Bavaresco *et al.*, 1997a), pterostilbene (*trans*-3,5-dimetossi-4'-idrossi-stilbene) (Pezet e Pont, 1988), piceatanolo (*trans*-3,3',4,5'-tetraidrossi-stilbene) o astringinina (Bavaresco *et al.*, 2002), pallidolo (dimero del *trans*-resveratrolo) (Landrault *et al.*, 2002).

Nella *tabella 1* sono riportate le concentrazioni dei vari stilbeni nelle uve ottenute in pieno campo, secondo quanto riportato in letteratura.

Anche nelle foglie e nei fiori si trovano stilbeni che agiscono come fitoalessine (Keller *et al.*, 2003) però questi organi non vengono utilizzati come prodotti alimentari o medicine e, quindi, hanno un basso interesse dal punto di vista dietetico o medico. In ogni caso la documentazione scientifica riguardante gli stilbeni nella foglia di vite è molto

più ricca di quella sugli stilbeni nell'uva.

Gli stilbeni sono presenti anche, come composti costitutivi (e quindi non indotti da stress), nelle parti legnose della vite come i tralci (Langcake e Pryce, 1976 e 1977), le radici (Bavaresco *et al.*, 2000a e 2003), i semi (Pezet e Cuenat, 1996; Ector *et al.*, 1996) e in organi semilegnosi come i raspi (Bavaresco *et al.*, 1997b e 2000b), e molto probabilmente sono coinvolti nei meccanismi di resistenza del legno alla decomposizione.

Stilbeni, sostanze utili alla salute umana

L'uva e i suoi prodotti, come il vino, sono componenti essenziali della dieta mediterranea, insieme all'olio di oliva, al grano e suoi derivati (Panagiotakos *et al.*, 2004). Il modello dietetico mediterraneo include un grande numero di sostanze protettive come il selenio, il glutazione, un rapporto equilibrato tra gli acidi grassi essenziali (n-6)/(n-3), un livello elevato di fibra, sostanze antiossidanti (soprattutto il resveratrolo proveniente dall'uva e dal vino e polifenoli provenienti dall'olio di oliva), vitamine E e C, tutte sostanze

che possono essere associate con un minore rischio di malattie coronarie e di cancro (Simopoulos, 2001).

Il resveratrolo (isomeri *trans*- e *cis*-) è stato ed è ancora lo stilbene più studiato.

Siemann e Creasy (Cornell University, Ithaca, NY, Usa) hanno individuato per la prima volta nel vino il resveratrolo nel 1992. La presenza del resveratrolo nel vino è dovuta alla sua estrazione dalle bucce durante la fermentazione alcolica. È per questo motivo che i vini rossi, prodotti mediante la vinificazione in rosso, hanno in genere livelli più elevati di resveratrolo rispetto ai bianchi, prodotti invece con la vinificazione senza il contatto con le bucce. L'etanolo è capace di estrarre non solo il composto libero, ma anche la forma glucosidata, la quale si può scindere dopo la fermentazione malolattica grazie all'azione di batteri con attività β -glucosidasi (Mattivi *et al.*, l.c.; Pezet e Cuenat, l.c.). Anche pezzetti di rachide presenti inevitabilmente nel mosto di uve rosse in fermentazione possono contribuire ad un aumento del contenuto di resveratrolo nel vino (Bavaresco *et al.*, 1997b e 2000b).

TABELLA 1 - Concentrazione di stilbeni nelle uve secondo dati in letteratura da viti allevate in campo

Stilbeni	Contenuto ($\mu\text{g/g}$ peso fresco)
<i>Trans</i> -resveratrolo	0,14-56 ⁽¹⁾
<i>Trans</i> -piceide ⁽²⁾	2,8-187
Pterostilbene	0,01-15
Piceatannolo	0,04-0,23
ϵ -viniferina	0,01-0,5
Pallidolo	0,01-0,3

⁽¹⁾ Determinato in *Vitis rotundifolia* cv Noble.

⁽²⁾ $\mu\text{g/g}$ peso secco buccia.

Il composto presente in maggior quantità è il *trans*-piceide.

Essendo molte le sostanze stilbeniche presenti nell'uva, oltre al resveratrolo, è verosimile aspettarsi la loro presenza anche nel vino. Recentemente, infatti, è stato dosato il piceatannolo in alcuni vini siciliani (Gebbia *et al.*, 2003). La concentrazione di resveratrolo nei vini può raggiungere i 30 mg/L e varia in funzione di diversi fattori viticoli e di tecnica enologica. L'interesse per questo composto deriva da indagini bibliografiche che rivelarono il resveratrolo come l'ingrediente attivo della medicina tradizionale giapponese e cinese «kojo-kon» a base di radici secche triturate di *Polygonum cuspidatum*, utilizzato per trattare dermatiti, gonorrea, arteriosclerosi, allergie e malattie infiammatorie. Dal punto di vista medico,

prima del dosaggio del resveratrolo si conosceva il vino come bevanda alcolica ad azione protettiva contro le malattie cardiache, e nel 1990 Seigneur e collaboratori determinarono che il consumo di vino rosso (Bordeaux), ma non vino bianco o etanolo, induceva la ipoadgregazione delle piastrine e un aumento del colesterolo-HDL, entrambi con azione cardioprotettiva negli esseri umani. Nel 1992, riflettendo su queste evidenze scientifiche Siemann e Creasy ipotizzarono che il resveratrolo potesse essere presente nel vino (e lo trovarono) e che potesse esistere una correlazione tra la presenza del resveratrolo nel vino e gli effetti positivi del vino stesso nell'uomo. Sempre nel 1992 Renaud e de Lorgeril pubblicarono su un'importante rivista medico-scientifica, *The Lancet*, una interessante indagine epidemiologica che portò all'elaborazione del concetto di paradosso francese per le malattie car-

diache. Questi autori studiarono la correlazione esistente tra la mortalità dovuta a malattia coronarica (in uomini e donne, nel 1987) e l'assunzione di grassi di origine animale nella dieta di campioni di popolazione di alcuni Stati europei (16) e dell'Australia. Elaborando i dati raccolti con una semplice metodologia statistica (la regressione lineare), si notò come i due parametri studiati fossero direttamente proporzionali, nel senso che quanto più elevato era il consumo medio giornaliero di calorie provenienti da grassi animali, tanto più elevata era la mortalità; i due parametri risultarono quindi correlati. A questa situazione ora descritta sfuggiva la Francia, la cui popolazione campione (città di Lille, Strasburgo e Tolosa) era caratterizzata da un consumo di grassi animali elevato, ma dalla più bassa mortalità per malattia coronarica, rispetto agli altri Paesi indagati. Questa situazione paradossale è alla base, anzi costituisce il cosiddetto paradosso francese. Il passo successivo dei due ricercatori fu quello di capire per quale motivo i francesi, pur mangiando molti grassi di origine animale, avessero la più bassa mortalità per malattie coronariche. Si controllarono altri fattori di rischio per tali malattie, quali la pressione sanguigna, l'indice di massa corporea, il fumo, ma nessuno di questi era più basso in Francia rispetto agli altri Paesi. Si considerò anche il consumo regolare di vino e si notò come questo parametro fosse in grado di spiegare il «paradosso»: i francesi bevono più vino degli altri europei e questo poteva controbilanciare gli effetti dell'elevata ingestione di grassi animali. Si ipotizzò che non fosse l'alcol (presente nel vino) il responsabile di questo effetto positivo, ma altre sostanze non ancora indagate, considerando che altre bevande a base di alcol non avevano dato gli stessi effetti del vino. I due studiosi francesi conclusero la loro ricerca dicendo molto onestamente che l'effetto protettivo del vino e la sua superiorità su altre bevande alcoliche era solo un'ipotesi che aspettava conferme da studi più approfonditi. Bastò comunque questa notizia divulgata da un programma televisivo americano per far incrementare improvvisamente i consumi di vino negli Usa. Furono quindi studiati come potenziali candidati per questo effetto protettivo altri componenti specifici del vino rosso, come i polifenoli, nei quali è incluso il resveratrolo.

Sebbene gli studi sul resveratrolo siano legati agli effetti positivi del vino, si

presume che il composto sia capace di esercitare il suo ruolo anche quando assunto come uve da tavola o come succo d'uva. Le concentrazioni degli stilbeni nel succo di uva non fermentato sono riportate nella tabella 2.

Le proprietà salutistiche più interessanti del resveratrolo sono molteplici e le più interessanti riguardano: la capacità di ridurre il rischio di incorrere in malattie cardiovascolari (Bertelli *et al.*, 1995 e 1996); l'attività chemio-preventiva del cancro (Jang *et al.*, 1997; Bruno *et al.*, 2003); l'attività contro il morbo di Alzheimer; l'attività come regolatore della risposta immunitaria (Falchetti *et al.*, 2001) e come fitoestrogeno (Calabrese, 1999). Per un approfondimento di questi aspetti medici si rimanda alla letteratura specializzata (Frémont, 2000; Cassidy *et al.*, 2000; Andreotti, 2005). Si ricorda che gli effetti positivi appena indicati sono evidenziabili con un consumo moderato, ma continuativo di vino contenente concentrazioni anche medio-basse (fino a 1-2 mg/L) di resveratrolo (Bertelli, 2003).

Altri composti stilbenici (piceatanolo, pterostilbene, ϵ -viniferina, ecc.) hanno mostrato attività positive per la salute umana, ma le ricerche a loro carico sono ancora scarse. Si deve inoltre ricordare che gli effetti salutistici dell'uva e dei suoi derivati sono legati anche all'azione di altre sostanze polifenoliche ad attività antiossidante e non solo agli stilbeni.

Sull'onda di questi risultati provenienti dalla ricerca medica, anche quella viticola ed enologica si è attivata per cercare tutti gli strumenti di campo (vigneto) e di cantina per aumentare la presenza di stilbeni, e in particolare resveratrolo, nell'uva e nel vino, considerando che è sempre un fatto positivo avere uve e vini ricchi di resveratrolo, sempre però nei limiti dettati dalla natura; il vantaggio è in effetti duplice perché avere un'uva ricca di tale sostanza significa da una parte dotare la pianta di accresciute difese naturali contro le malattie e dall'altra avere un prodotto superiore dal punto di vista salutistico. Gli stilbeni sono infatti le uniche sostanze della vite ad avere tale duplice ruolo.

A questo proposito si collocano numerosi studi già fatti e altri in corso a opera dell'Istituto di frutticoltura viticola dell'Università Cattolica di Piacenza, che per primo in Italia ha intrapreso ricer-

TABELLA 2 - Concentrazione degli stilbeni in succhi d'uva secondo i dati in letteratura

Stilbeni	<i>Vitis vinifera</i>		Altre specie di <i>Vitis</i>	
	bacca bianca (mg/L)	bacca rossa (mg/L)	bacca bianca e bronzo (mg/L)	bacca rossa (mg/L)
<i>Trans-resveratrolo</i>	0,003-0,27	0,006-1,09	0,003-12,8	0,003-17,0
<i>Trans-piceide</i>	0,03-0,48	0,77-7,34		
<i>Cis-piceide</i>	0,01-1,09	0,08-5,66		

La concentrazione di stilbeni risulta superiore nei succhi di uve a bacca rossa.

che su questo argomento a iniziare dagli anni 80.

Fattori viticoli e stilbeni

Sebbene la sintesi degli stilbeni nell'uva sia scatenata da alcuni fattori (elicitori) biotici e abiotici, come riportato nella parte introduttiva, esiste tuttavia un'interazione con alcuni fattori viticoli, quali il vitigno, il portinnesto, l'origine geografica, le condizioni meteorologiche del periodo di maturazione, l'intensità dell'attacco fungino, le tecniche colturali nel vigneto, che intervengono nel modulare l'espressione di questo carattere.

La comprensione del ruolo di questi fattori è fondamentale perché solo così è possibile orientare le pratiche colturali verso un miglioramento dei contenuti di stilbeni nelle uve.

Vitigno e portinnesto

L'effetto della varietà non è ancora completamente noto, perché i dati pubblicati a riguardo fanno riferimento principalmente alla concentrazione di resveratrolo in vini varietali di diverse annate e non all'uva. Considerando i vini, infatti, i valori di resveratrolo possono variare anche in funzione delle pratiche enologiche.

In accordo con alcuni autori (Soleas *et al.*, 1995b; Golberg *et al.*, 1995, 1996; Sato *et al.*, 1997; Eder *et al.*, 2001) i vitigni che producono resveratrolo in maggiore quantità sono il Pinot nero e il Cabernet Sauvignon, ma in effetti non è sempre così (Bavaresco, 2003), essendo stati dosati contenuti elevati in vini ottenuti da vitigni autoctoni italiani (fino a 11,9 mg/L nel Nero d'Avola). Secondo Okuda e Yokotsuka (1996) che hanno studiato 33 varietà di vite piantate in Giappone nel 1994, esiste un effetto significativo del genotipo sulla concentrazione di resveratrolo nella bacca che oscilla da 0,06 mg/kg (cv Pizzutello bianco) a 1,76 mg/kg (cv Müller Thurgau).

Normalmente le varietà a bacca rossa hanno contenuti più elevati di stilbeni ri-

spetto a quelle a bacca bianca e inoltre ci si aspetta che uve di genotipi resistenti alle malattie (ibridi interspecifici e viti americane) abbiano concentrazioni più elevate di stilbeni rispetto a genotipi sensibili. Questo è stato confermato in alcuni casi (Creasy e Coffee, 1988; Jeandet *et al.*, 1991; Bavaresco *et al.*, 1997a) mentre in altri no (Soleas *et al.*, 1995a,b).

Anche per quanto riguarda i vini, la letteratura è contraddittoria circa il rapporto tra stilbeni e varietà resistenti/sensibili alle malattie. Secondo Romero-Perez *et al.* (1996) i livelli di resveratrolo e piceide nei vini di varietà spagnole di *Vitis vinifera* erano correlati al loro grado di resistenza alle malattie. Anche Lamikanra *et al.* (1996) hanno rilevato concentrazioni più elevate di resveratrolo in vini di *V. rotundifolia* (specie resistente alle malattie) rispetto a vini di *V. vinifera* (bassa resistenza alle malattie). Da altra parte invece, secondo Soleas *et al.* (1995b, 1997) e Eder *et al.* (l.c.), la concentrazione di resveratrolo è più elevata in vini di *V. vinifera* rispetto a quelli di ibridi interspecifici. In altri casi, infine, vini di *V. vinifera* e vini di ibridi interspecifici presentavano concentrazioni di resveratrolo simili (Korbuly *et al.*, 1998). Queste contraddizioni sono abbastanza difficili da spiegare e molto probabilmente in alcuni casi sono coinvolti altri fattori (per esempio gli elicitori abiotici). Sembra esistere comunque un controllo genetico della sintesi degli stilbeni che è legata al vitigno e anche al clone (Bavaresco, dati in corso di pubblicazione).

L'effetto del portinnesto, che regola l'assorbimento di acqua e di elementi minerali, potrebbe essere importante, ma non esistono dati sperimentali relativi all'uva.

Clima

L'effetto del clima sembra essere cruciale. Per clima si intendono a questo proposito la caratterizzazione climatica del vigneto legata alla sua posizione geografica e giacitura (latitudine, altitudine, esposizione, ecc.) e le condizioni meteorologiche annuali per un dato vigneto in una determinata zona.

Per quanto riguarda l'effetto della latitudine è possibile soltanto un confronto tra i vini e i dati in letteratura non offrono una risposta chiara. In accordo con Goldberg *et al.* (1995, 1996) vini prodotti in climi freddi (soprattutto con Cabernet Sauvignon) hanno concentrazioni più elevate di resveratrolo rispetto a vini prodotti in aree calde,

ma secondo un'altra ricerca dello stesso gruppo (Goldberg *et al.*, 1999) questo non è sempre vero. Questa contraddizione può essere spiegata con l'interferenza di altri fattori non controllati, comprese le pratiche enologiche. Da risultati ottenuti su vini da Fregoni *et al.* (1994) si può ipotizzare che l'altitudine, influenzando positivamente l'intensità della radiazione ultravioletta (UV) nel vigneto, possa avere un effetto stimolante sulla sintesi del resveratrolo; i raggi UV infatti sono un importante elicitore. Dati sperimentali sull'effetto dell'altitudine sulla sintesi di stilbeni nell'uva sono in corso di pubblicazione.

Le condizioni meteorologiche annuali, agendo sull'intensità degli attacchi fungini nel vigneto, possono influenzare l'entità della sintesi di stilbeni (Jeandet *et al.*, 1995; Martinez-Ortega *et al.*, 2000). È sufficiente infatti una bassa incidenza di attacco fungino (ad esempio botrite), non visibile a occhio nudo, per scatenare la sintesi degli stilbeni nella bacca e questo avviene in condizioni di moderata umidità durante la maturazione. Con attacchi molto gravi di botrite, invece, il fungo degrada gli stilbeni prodotti dalle bacche.

Anche la temperatura nel periodo di maturazione ha un suo ruolo, essendo correlata negativamente con il livello di resveratrolo nel vino (Bertamini e Mattivi, 1999).

Suolo

Esistono pochi dati sperimentali sull'effetto del suolo. Il terreno calcareo induce, assieme a gravi sintomi di clorosi, un forte accumulo di stilbeni nell'uva rispetto a un suolo neutro (Bavaresco *et al.*, 2005a). Non è stato evidenziato, invece, alcun effetto del suolo sulla concentrazione di stilbeni nel Pinot nero della Borgogna (Adrian *et al.*, 2000), dove probabilmente le differenze pedologiche tra le varie sottosezioni non sono così elevate da modificare il metabolismo di queste sostanze.

Tecniche colturali

La concimazione è un fattore importante che interagisce con la fisiologia della pianta, compresi i meccanismi di resistenza alle malattie. L'azoto è un elemento minerale fortemente reattivo, essendo facilmente assorbito dalla pianta, la quale reagisce in modo veloce e intenso a variazioni nelle dosi di azoto apportato. La concentrazione di resveratrolo nell'uva aumenta al diminuire della concima-

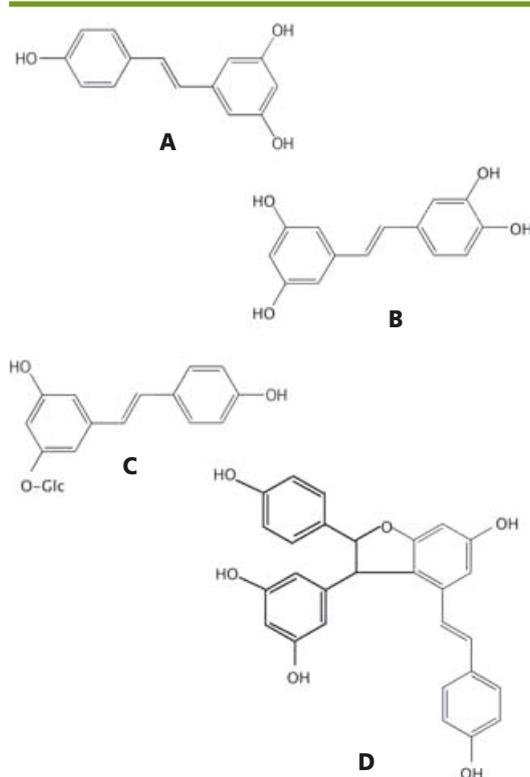


FIGURA 1 - Strutture chimiche del trans-resveratrolo (A), piceatannolo (B), trans-piceide (C), ε-viniferina (D)

zione azotata (Bavaresco *et al.*, 2001), mentre per il potassio i risultati preliminari non sono molto chiari (Bavaresco *et al.*, 2005b).

Secondo prove condotte in Francia da Coulomb *et al.* (1999), un trattamento cuprico con poltiglia bordolese e uno con idrossido di rame fatto su Cinsaut 21 giorni prima della raccolta aumentavano i livelli degli stilbeni (*trans*- e *cis*-resveratrolo e piceide) nelle uve, rispetto a piante non trattate; il rame sembra quindi comportarsi come elicitore della sintesi di stilbeni. Considerando dei programmi completi di difesa, l'uso di poltiglia bordolese contro la peronospora ha dato luogo a vini (Mourvèdre, nel Languedoc-Roussillon) più ricchi di *trans*-resveratrolo rispetto a quelli provenienti da viti trattate solo con fungicidi organici di sintesi (Albert *et al.*, 2002), eccetto il trattamento con mancozeb+cimoxanil che ha indotto invece un valore più elevato. A conferma del ruolo positivo del rame sul resveratrolo, alcuni vini francesi della Borgogna e della Loira provenienti da agricoltura biologica hanno presentato contenuti più elevati di *trans*-resveratrolo rispetto ai vini provenienti da agricoltura convenzionale (Tinttunen e Lehtonen, 2001).

Per quanto riguarda la potatura invernale, l'intensità della stessa non ha influenzato la concentrazione di resveratrolo nelle

uve della Valpolicella (Celotti *et al.*, 1998).

Considerando la forma di allevamento, questa ha un effetto sul livello di resveratrolo nel vino di Cabernet Sauvignon (Bertamini e Mattivi, l.c.) influenzando il microclima a livello dei grappoli: una insolazione bassa dei grappoli è favorevole in anni caldi e sfavorevole in anni freddi.

Secondo risultati preliminari (Gebbia *et al.*, l.c.), la bassa produzione di uva per ettaro e l'assenza di irrigazione hanno favorito la presenza di stilbeni nel vino.

Conclusioni

Oltre agli effetti viticoli descritti, la concentrazione degli stilbeni nei vini è influenzata dalla tecnologia enologica che permette l'estrazione completa o parziale dei composti della buccia e una loro conservazione più o meno efficace durante le fasi di vinificazione e conservazione.

La composizione della materia prima (l'uva) è però cruciale, perché un'uva con bassi livelli di stilbeni non potrà mai produrre un vino o un succo ricco di quelle sostanze.

Attualmente la ricerca scientifica sta cercando nuovi metodi per aumentare la concentrazione di stilbeni nell'uva e nei prodotti trasformati, mediante tecniche viticole ed enologiche che permettano però allo stesso tempo di ottimizzare le altre componenti fondamentali della qualità. Secondo i pochi dati a riguardo, e dunque preliminari, sembra comunque che impostare le scelte viticole nella prospettiva della qualità (terreni poveri, produzioni limitate) porti a delle uve ricche anche di stilbeni.

In conclusione, anche se la vite è considerata una pianta medicinale, è necessario affermare che quando si tratta del suo prodotto trasformato più importante, il vino, questo non è un farmaco e berlo non significa curare una malattia. Bere con moderazione il vino è prima di tutto uno stile di vita e un fatto culturale. ●

Luigi Bavaresco, Maria Isabel Gonçalves

Istituto di frutticoltura,
Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Silvia Vezzulli

Area biologia avanzata,
Istituto agrario S. Michele all'Adige (Trento)

La bibliografia e il riassunto saranno consultabili all'indirizzo:

www.informatoreagrario.it/bancadati