

Giornata di studio:

Eccellenza del vino e territorio

Firenze, 6 novembre 2013

MARIO PEZZOTTI*, SILVIA DAL SANTO*, SARA ZENONI*, GIOVANNI BATTISTA
TORNIELLI*, MARIANNA FASOLI*, FLAVIA GUZZO*, MASSIMO DELLEDONNE*,

Il *terroir* interpretato attraverso l'espressione del genoma della vite

INTRODUZIONE

Vitigno, annata e *terroir* insieme alla denominazione di origine definiscono sinteticamente un vino. Il disciplinare di produzione esplica analiticamente i dettagli di coltivazione e vinificazione secondo un protocollo derivato sia dalla conoscenza tecnica che dalla tradizione locale. Il vino è la risultante di un complesso processo biologico che deriva dalla profonda interazione della pianta vite con il suo ambiente. Il vitigno è un'entità genetica unica, generalmente rappresentata da uno o pochi individui perfettamente adattati a un territorio e moltiplicati vegetativamente per migliaia o milioni di talee, ovvero, geneticamente parlando, un clone o più cloni. L'uomo ha da secoli capito che per mantenere inalterate le combinazioni genetiche tipiche di un unico individuo, si deve evitare la ricombinazione dei caratteri e quindi la sessualità. La combinazione vite e ambiente è quindi sicuramente unica, cioè, in termini genetici, un'interazione genotipo-ambiente che esprime un particolare e unico fenotipo. L'ambiente in senso lato è l'insieme dei fattori naturali (pedo-climatici, microbici) e antropici (es: tecniche colturali) che influenzano l'espressione dei caratteri.

Il ruolo fondamentale dell'ambiente nella coltivazione della vite e nella produzione di vino era già chiaro agli Egizi, che nel 3000 a.C. riportavano sui recipienti i dati relativi all'annata di produzione, al nome delle aziende produttrici, alla loro ubicazione e al tipo di vino. I romani definivano *Ager Falernum* il luogo di produzione del Falerno, e specificavano nel *Pittacium* (etichetta), apposto sulle anfore, la zona del Falerno, l'annata e il vitigno con cui

* Università di Verona, Dipartimento di Biotecnologie

era stato prodotto il vino, per stabilirne di conseguenza il valore di mercato.

La biologia molto recentemente ha sviluppato conoscenze che hanno consentito la nascita della genomica, una branca della genetica che studia la struttura, la funzione e l'evoluzione dei genomi dei viventi. Il genoma rappresenta il potenziale di una cellula, di un individuo, di una specie, la cui manifestazione dipende dalle complesse interazioni tra le componenti genetiche e ambientali. Nel 2007 sono stati pubblicati i risultati del sequenziamento e dell'analisi dettagliata del genoma della vite (Jaillon et al., 2007; Velasco et al., 2007). Le due iniziative, una italo-francese e l'altra italo-americana, hanno decodificato rispettivamente il genoma di PN 40024, un clone sperimentale non coltivato di Pinot Nero, e di ENTAV 115, clone largamente diffuso di Pinot Nero. Questi risultati, di grande valenza internazionale e motivo di orgoglio, costituiscono la base di partenza per gli studi futuri e consentiranno l'adozione di metodologie innovative di genomica applicata per sviluppare e rafforzare la viticoltura italiana del XXI secolo.

Inoltre, recentemente, è stato decodificato il genoma della varietà autocotona Corvina, attraverso l'analisi della sequenza del suo clone più diffuso nell'areale veronese (clone 48), per identificarne e studiarne le caratteristiche di tipicità e unicità (Venturini et al., 2013).

Dalla conoscenza del genoma della vite e di tutte le sue varietà coltivate possono essere sviluppati strumenti tecnologici e realizzate applicazioni importantissime, quali: riclassificare con precisione il germoplasma coltivato e selvatico; caratterizzare e identificare con certezza i cloni delle varietà coltivate; individuare i tratti genetici responsabili di caratteristiche di qualità e resistenza; effettuare il miglioramento genetico assistito in tempi brevi e studiare nei dettagli il rapporto genotipo-ambiente. Quest'ultimo punto è di basilare importanza nella viticoltura moderna perché ci consente, attraverso lo studio del genoma e soprattutto della sua attività, di interpretare scientificamente il concetto di *terroir*, cioè definire con esattezza gli elementi genetici che un organismo (es.: clone di una varietà di vite) mette in gioco quando coltivato in un determinato ambiente e come questi elementi partecipino alla definizione qualitativa delle proprietà organolettiche di un vino. Inoltre, attraverso la conoscenza del genoma, si possono delineare le relazioni tra geni e metaboliti di una bacca e successivamente del vino e studiarne le variazioni legate alla stagionalità, all'ambiente e all'opera dell'uomo.

La genomica, quindi, deve servire a definire scientificamente i parametri che compongono il *terroir* e che determinano la tipicità dei prodotti alimentari, per fornire un supporto di comprensione e di rigore scientifico a ciò che l'uomo fino a ora ha solo intuito e applicato con successo.

La plasticità fenotipica si definisce come l'abilità di un organismo con un dato genotipo di cambiare il proprio fenotipo in risposta ad ambienti differenti. Gli organismi vegetali, a causa del loro stile di vita sessile, mostrano una plasticità fenotipica particolarmente ben sviluppata. Molti degli aspetti della biologia dei vegetali che possono essere definiti plastici sono, altresì, di grande importanza ecologica e agronomica come vari tratti morfologici, fisiologici e anatomici, il periodo di sviluppo, di morfogenesi e di riproduzione, il "*bree-ding system*" fino ad arrivare al sistema per il corretto sviluppo della progenie. Studi di carattere molecolare e di genetica quantitativa e comparativa hanno rivelato il carattere precipuamente adattativo della plasticità fenotipica negli organismi vegetali e la sua importanza nella diversificazione ecologica ed evolutiva delle piante (Aubin-Horth and Renn, 2009; Kramer and Havens, 2009; Nicotra et al., 2010; Schlichting and Smith, 2002).

In questo studio la plasticità fenotipica della cultivar Corvina di *Vitis vinifera* è stata analizzata tramite approcci "omici", principalmente trascrittomici e metabolomici. La cultivar Corvina, assieme a Rondinella e Molinara, costituisce la principale componente per la produzione del vino Amarone. Questo vino, oltre al Recioto, rappresenta la tipicità per eccellenza della produzione vinicola della provincia Veronese. Il presente studio era rivolto all'analisi della relazione che intercorre tra il genotipo del clone 48 di Corvina, clone più utilizzato nella pratica viticola locale, e il territorio veronese stesso, le sue caratteristiche fisico-chimiche e le peculiari pratiche agronomiche in esso utilizzate.

RISULTATI

Al fine di studiare la plasticità fenotipica in *Vitis vinifera*, sono state raccolte bacche di uva Corvina a tre diversi stadi di sviluppo durante tre stagioni produttive consecutive (2006, 2007, 2008). Il primo stadio, corrispondente all'invasitura (*veraison*), è il periodo durante il quale la bacca subisce i cambiamenti maggiori, diventando più morbida e dolce, perdendo acidità e assumendo colore e aromaticità. Il secondo e terzo stadio di sviluppo presi in esame corrispondono agli stadi fenologici della pre-maturazione e maturazione. In queste fasi si verifica, nella bacca, un flusso di tipo floematico e l'accumulo di composti volatili e altri metaboliti secondari, determinanti per la formazione dell'aroma, del sapore e del profumo caratteristici di un vino quali i terpenoidi e i polifenoli (Coombe and McCarthy, 2000).

Le bacche raccolte provenivano da undici aziende viti-vinicole presenti nel territorio veronese. Le imprese agricole prese in esame, tutte coltivanti il

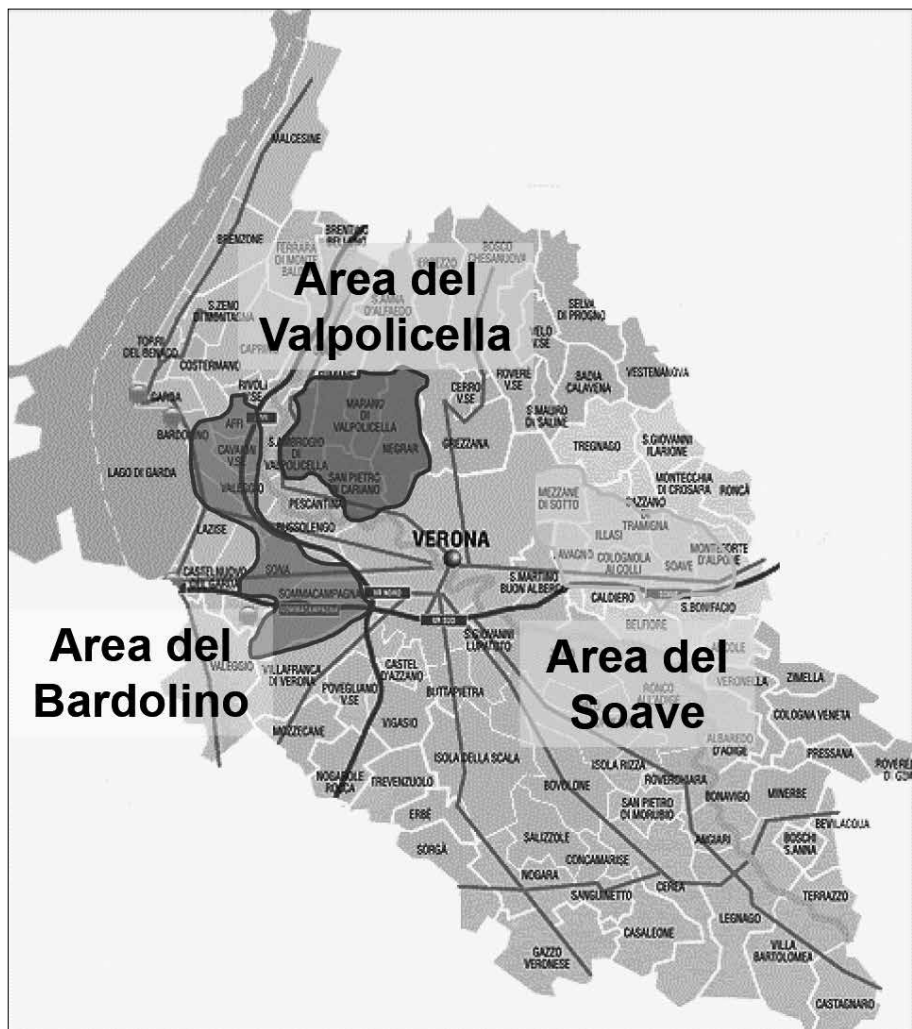


Fig. 1 Rappresentazione schematica delle aree viti-vinicole del territorio veronese interessate dal campionamento di bacche di Corvina

clone 48 di Corvina, si distribuiscono su tre macro-aree geografiche: Soave, Bardolino e Valpolicella, le più importanti per la produzione di vino locale (fig. 1). Si è proceduto alla caratterizzazione delle aziende viticole sulla base di attributi ambientali e pratiche agronomiche utilizzate. Le caratteristiche prese in esame per questo studio sono state: l'altitudine del vigneto (da 100 a 450 metri sul livello del mare), il tipo di suolo (da sabbioso ad argilloso e da poco ad altamente calcareo), l'età del vigneto (da 6 a 18 anni). Per quanto

riguarda le pratiche agronomiche e di allevamento si è deciso di considerare, per ogni azienda, la forma di allevamento utilizzata (spalliera Guyot o forme a pergola), la direzione dei filari (nord-sud o est-ovest), il sesto d'impianto, e il particolare portainnesto utilizzato (K5BB, 420A, 41B, SO4).

Il campionamento delle bacche è stato effettuato raccogliendo, in un'unica data per tutte le 11 diverse aziende, circa 20-30 grappoli lungo tutto il filare, per ottenere un campione più omogeneo e rappresentativo; per ogni grappolo, si sono selezionate circa 100 bacche, scartando quello che manifestavano chiari segni di danni dovuti ad agenti esterni. Per ogni pool di bacche campionato, circa la metà delle bacche è stata usata per un'analisi fisico-chimica delle bacche stesse e per analisi enologiche sul succo derivante. Inoltre, sono state eseguite analisi enologiche anche sui mosti e i vini, ottenuti mediante tecniche di micro-vinificazione.

La parte restante delle bacche campionate è stata congelata in azoto liquido e conservata a -80°C , al fine di mantenere inalterate le caratteristiche fisiologiche delle bacche stesse. Da queste bacche, private dei semi, sono stati estratti i metaboliti, successivamente analizzati tramite spettrometria di massa e i trascritti. In particolare, per lo studio del trascrittoma, è stato deciso di utilizzare la piattaforma NimbleGen e di ibridare i trascritti estratti dai vari campioni sul microarray *NimbleGen 090918_Vitus_exp_HX12*, il cui design è basato sulla nuova annotazione V1 del genoma di vite. In totale sono state effettuate 171 ibridazioni.

Attraverso lo studio dell'espressione genica globale delle bacche della cultivar Corvina, si è potuto evincere che il trascrittoma di vite è altamente plastico durante le varie annate prese in esame e che esso può caratterizzare annate con un andamento meteorologico standard da un'annata con un andamento significativamente diverso e più sfavorevole. L'annata 2007, infatti, è stata caratterizzata in tutta la regione da un periodo eccezionalmente caldo specialmente nel mese di aprile (Tomasi et al., 2011), quando la vite si trova nella sua fase fenologica di germogliamento (fig. 2A). L'analisi trascrittomica, effettuata per i tre anni su di un numero ristretto ma ugualmente significativo di aziende, durante i tre stadi di sviluppo della bacca sopra descritti, ha evidenziato come l'effetto di questa variabilità meteorologica sia più evidente rispetto alla variabilità esistente tra le singole aziende. Infatti, il dendrogramma derivante da un'analisi di correlazione (Distanza di Pearson, $p < 0,01$) riportato in figura 2B mostra chiaramente che il trascrittoma delle bacche prelevate nel 2007 si distanzia in modo significativo dal trascrittoma delle bacche prelevate nelle annate 2006 e 2008, in maniera indipendente dal sito (azienda) di campionamento. Questo risultato indica

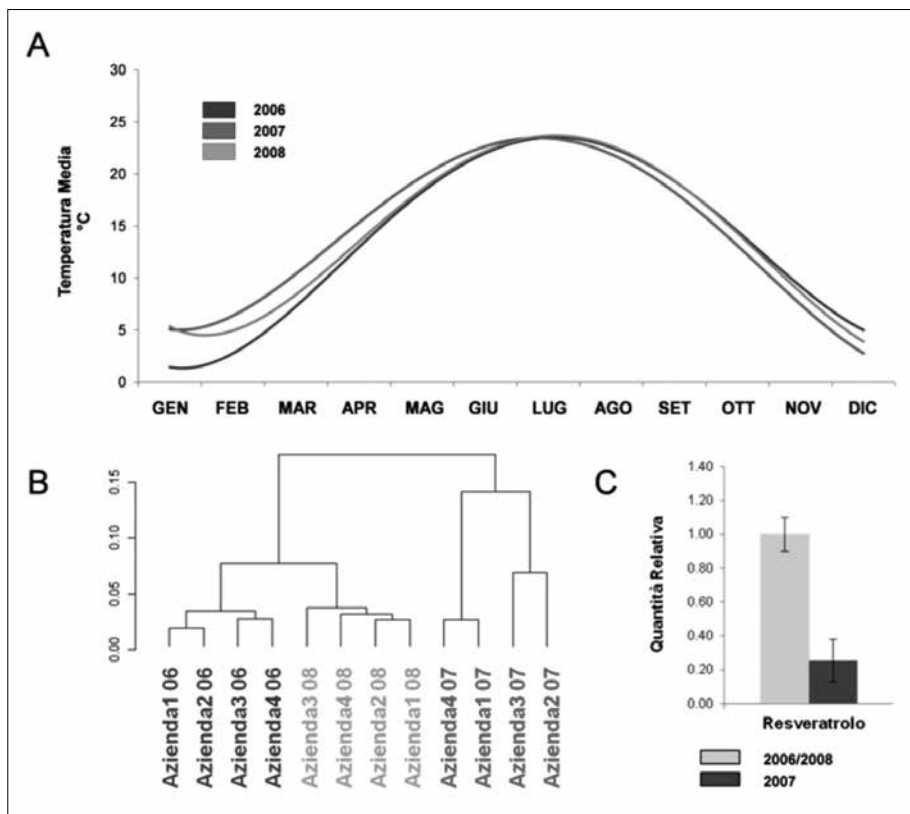


Fig. 2 (A) Andamento tendenziale della temperatura media registrata nelle aree interessate dal campionamento di bacche di Corvina nelle annate 2006, 2007 e 2008. (B) Dendrogramma dei trascrittomi di bacche di vite prelevate da 4 aziende diverse durante tre annate. I valori di correlazione di Pearson sono convertiti in coefficienti di distanza per definire l'altezza del dendrogramma. (C) Contenuto relativo in Resveratrolo di bacche di vite prelevate nelle annate 2006 e 2008 (average) and 2007

chiaramente che piante di vite esposte a variazioni meteorologiche attivano un sistema di risposta plastico che può essere sfruttato dal produttore per ottenere una standardizzazione della qualità del prodotto finale. Non a caso, i geni che presentano una variazione trascrizionale più ampia tra annate meteorologicamente standard – 2006/2008 – e un'annata tendenzialmente più calda – 2007 – sono geni coinvolti nella produzione dei metaboliti secondari importanti perché caratterizzano il vino a livello qualitativo e sensoriale. Molti membri della famiglia genica delle stilbene sintasi, ad esempio, sono caratterizzati da espressione genica significativamente diversa fra i due tipi di annata. Questo enzima è coinvolto nella biosintesi dei fenilpropanoidi, e

in particolar modo nella sintesi del resveratrolo, un particolare fenolo molto noto per le importanti proprietà benefiche per la salute dell'uomo (Gatto et al., 2008).

La over-espressione dei geni codificanti le stilbene sintasi in annate meteorologicamente standard rispetto ad annate più calde è stata verificata analizzando a livello metabolico il contenuto di resveratrolo del succo di uve campionate nei rispettivi tipi di annata (fig. 2C), trovando una evidente correlazione tra risultati ottenuti con approcci diversi, trascrittomico e metabolico, partendo dallo stesso materiale biologico.

Per la seconda parte del progetto è stata presa in considerazione un'annata dall'andamento meteorologico standard, quale il 2008, ampliando il numero di aziende studiate a 11. Dall'analisi trascrittomico di questi campioni si è potuto notare come la plasticità fenotipica sia un fenomeno ben rappresentato in vite: circa il 5% del totale dei trascritti, infatti, è utilizzato dal genoma del clone 48 per risposte e arrangiamenti plastici. Durante lo sviluppo della bacca, cioè, circa 1500 geni mostrano una modulazione significativamente diversa nelle varie aziende, dipendente cioè unicamente dal sito di allevamento delle vigne (Analisi non parametrica Kruskal-Wallis, $p < 0,01$).

Inoltre, utilizzando approcci statistici di tipo multivariato, sono state studiate le relazioni che intercorrono tra gli 11 siti di prelevamento del materiale biologico. I trascrittomi delle bacche provenienti dalle varie aziende si separano in 5 gruppi principali, quando analizzati con l'analisi statistica della O2PLS-DA (*Orthogonal Projections to Latent Structures Discriminant Analysis*). Ciò indica che l'allevamento della cultivar Corvina in aziende con caratteristiche diverse può provocare risposte simili a livello trascrizionale (fig. 3). Alcuni gruppi di geni plastici, difatti, potrebbero essere impiegati dalla pianta in modo uguale come reazione ad ambienti diversi. In particolare, le aziende facenti parte di ogni singolo gruppo statistico sono caratterizzate dall'uso di diverse combinazioni di pratiche agronomiche: la forma di allevamento utilizzata (spalliera Guyot o forme a pergola), la direzione dei filari (nord-sud o est-ovest) e il particolare portainnesto utilizzato (K5BB, 420A, 41B, SO4). Questo risultato suggerisce che la plasticità fenotipica di vite sarebbe influenzata più dalle pratiche agronomiche, da scelte e tecniche apportate dall'uomo, piuttosto che dagli attributi ambientali del sito ove sorge la particolare azienda viti-vinicola. Quest'ultimi, infatti, non risultano significativi all'analisi statistica.

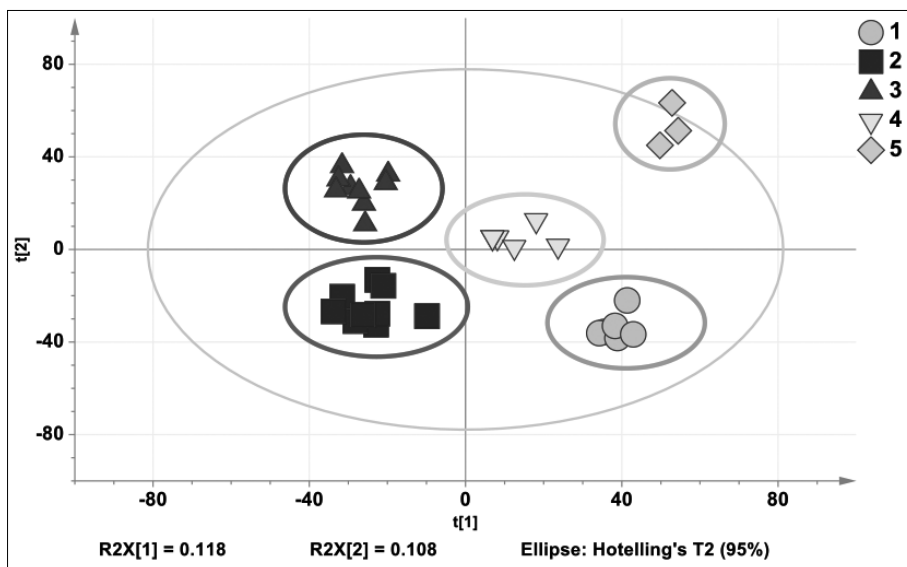


Fig. 3 Rappresentazione schematica della clusterizzazione a 5 gruppi del “dataset” dopo analisi con O2PLS - DA (Simca-P 12.0)

CONCLUSIONI

La plasticità fenotipica del clone 48 della cultivar Corvina di *Vitis vinifera* è stata valutata mediante approcci “omici”, principalmente trascrittomici, metabolomici ed enologici, su campioni di bacche provenienti da vitigni di aziende del territorio veronese.

Le variazioni di trascritti e metaboliti sono state messi in relazione con specifiche caratteristiche ambientali e con le diverse pratiche agronomiche utilizzate. Se ne è evinto che il trascrittoma di vite risponde e si plasma più in base ad attività e consuetudini agronomiche apportate dall'uomo che a caratteristiche prettamente naturali, come il tipo di suolo, l'altitudine o l'età del vigneto. Grazie all'ampio campionamento, protrattosi nell'arco di tre annate vitivinicole, si è potuto anche verificare come il trascrittoma di vite reagisca in modo plastico a eventi atmosferici specifici di ogni stagione produttiva.

Da questo studio si possono trarre alcuni benefici pratici per la coltivazione di vite e la produzione di vino di qualità costante nel tempo. Innanzi tutto, all'atto di programmazione, organizzazione e impianto di un nuovo vitigno il produttore potrà considerare quali pratiche agronomiche utilizzare (forma di allevamento, tipo di orientazione del filare, portainnesto) in relazione alle

caratteristiche di vino che desidera ottenere (maggior contenuto in polifenoli, maggior contenuto in zuccheri riduttori ecc.).

Secondariamente, tramite campionamenti su piccola scala, analisi trascrittomiche e monitoraggio di alcuni geni "markers", il produttore potrà fare una stima dell'andamento della stagione produttiva in relazione a eventi atmosferici (ad esempio, un forte innalzamento della temperatura durante la fioritura) e agire di conseguenza con pratiche di "viticoltura assistita".

RIASSUNTO

La plasticità fenotipica si definisce come l'abilità di un organismo con un dato genotipo di cambiare il proprio fenotipo in risposta ad ambienti differenti. La plasticità fenotipica della cultivar Corvina di *Vitis vinifera* è stata analizzata tramite approcci "omici", principalmente trascrittomici e metabolomici. Il presente studio è volto all'analisi della relazione che intercorre tra il genotipo del clone 48 di Corvina, clone più utilizzato nella pratica vinicola locale, e il territorio veronese stesso, le sue caratteristiche fisico-chimiche e le peculiari pratiche agronomiche in esso utilizzate. Sono state raccolte durante tre stagioni produttive consecutive (2006, 2007, 2008) bacche di uva Corvina in tre diversi stadi di sviluppo. Le bacche raccolte per questo lavoro di ricerca provenivano da undici aziende viti-vinicole presenti nel territorio veronese. Le variazioni di trascritti e metaboliti sono state messi in relazione con specifiche caratteristiche ambientali e con le diverse pratiche agronomiche utilizzate.

ABSTRACT

Phenotypic plasticity refers to the range of phenotypes a single genotype can express as a function of its environment. These phenotypic variations are attributable to the effect of the environment on the expression and function of genes influencing plastic traits. We investigated phenotypic plasticity in grapevine by comparing the berry transcriptome in a single clone of the vegetatively-propagated common grapevine species *Vitis vinifera* cultivar Corvina through 3 consecutive growth years cultivated in 11 different vineyards in the Verona area of Italy. Our data reveal candidate genes potentially responsible for the phenotypic plasticity of grapevine and provide the first step towards the characterization of grapevine transcriptome plasticity under different agricultural systems.

BIBLIOGRAFIA

AUBIN-HORTH N. AND RENN S.C. (2009): *Genomic reaction norms: using integrative biology to understand molecular mechanisms of phenotypic plasticity*, «Mol Ecol», 18, pp. 3763-3780.

- COOMBE B.G. AND MCCARTHY M.G. (2000): *Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening*, «Australian Journal of Grape and Wine Research», 6, pp. 131-135.
- GATTO P., VRHOVSEK U., MUTH J., SEGALA C., ROMUALDI C., FONTANA P., PRUEFER D., STEFANINI M., MOSER C., MATTIVI F. AND VELASCO R. (2008): *Ripening and genotype control stilbene accumulation in healthy grapes*, «J Agric Food Chem», 56, pp. 11773-11785.
- JAILLON O., AURY J.M., NOEL B., POLICRITI A., CLEPET C., CASAGRANDE A., CHOISNE N., AUBOURG S., VITULO N., JUBIN C. ET AL. (2007): *The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla*, «Nature», 449, pp. 463-467.
- KRAMER A.T. AND HAVENS K. (2009): *Plant conservation genetics in a changing world*, «Trends Plant Sci», 14, pp. 599-607.
- NICOTRA A.B., ATKIN O.K., BONSER S.P., DAVIDSON A.M., FINNEGAN E.J., MATHESIU U., POOT P., PURUGGANAN M.D., RICHARDS C.L., VALLADARES F. AND VAN KLEUNEN M. (2010): *Plant phenotypic plasticity in a changing climate*, «Trends Plant Sci», 15, pp. 684-692.
- SCHLICHTING C.D. AND SMITH H. (2002): *Phenotypic plasticity: linking molecular mechanisms with evolutionary outcomes*, «Evolutionary Ecology», 16, pp. 189-211.
- TOMASI D., JONES G.V., GIUST M., LOVAT L. AND GAIOTTI F. (2011): *Grapevine Phenology and Climate Change: Relationships and Trends in the Veneto Region of Italy for 1964-2009*, «American Journal of Enology and Viticulture», 62, pp. 329-339.
- VELASCO R., ZHARKIKH A., TROGGIO M., CARTWRIGHT D.A., CESTARO A., PRUSS D., PINDO M., FITZGERALD L.M., VEZZULLI S., REID J. ET AL. (2007): *A high quality draft consensus sequence of the genome of a heterozygous grapevine variety*, PLoS One 2, e1326.
- VENTURINI L., FERRARINI A., ZENONI S., TORNIELLI G.B., FASOLI M., DAL SANTO S., MINIO A., BUSON G., TONONI P., ZAGO E.D. ET AL. (2013): *De novo transcriptome characterization of Vitis vinifera cv. Corvina unveils varietal diversity*, «BMC genomics», 14, p. 41.

LUIGI MOIO*

L'identità sensoriale varietale del vino: aspetti biochimici e tecnologici

L'AROMA DEL VINO E LE SUE ORIGINI

L'aroma del vino è dovuto alla presenza di alcune centinaia di molecole appartenenti a diverse classi chimiche che ne costituiscono la frazione volatile. Le concentrazioni dei composti volatili possono variare da frazioni di ng/L fino a diversi mg/L. La conseguenza di tale variabilità di natura chimica e di concentrazione si traduce in un contributo sensoriale molto variabile sia per la qualità che per l'intensità odorosa. Le soglie olfattive di tali composti possono infatti differire notevolmente, pertanto alcuni composti presenti in tracce possono svolgere un ruolo chiave nell'espressione dell'aroma di un vino, mentre altri, seppure più abbondanti, possono intervenire in misura minore. Il contributo di ogni molecola volatile all'aroma del vino dipende, inoltre, dalla sua struttura e quindi dalla sua natura chimica e proprietà chimico-fisiche. Le molecole volatili fino a oggi identificate nella frazione volatile del vino appartengono essenzialmente alle seguenti classi chimiche: esteri, alcoli, terpeni, acidi, lattoni, aldeidi, chetoni, acetali, fenoli, composti azotati, solforati e ossigenati.

La complessità dell'aroma del vino e le difficoltà riscontrabili nel suo studio sono conseguenza della grande variabilità appena descritta ma anche della diversità delle numerose trasformazioni biologiche, biochimiche e tecnologiche che intervengono nella sua genesi. I principali meccanismi coinvolti sono: il metabolismo dell'uva, influenzato dalla varietà, ma anche dalle condizioni pedoclimatiche, dalle pratiche viticole, dal grado di maturazione e dallo stato sanitario della materia prima; i fenomeni ossidativi e idrolitici pre-fermentativi che accompagnano la pigiatura e la macerazione delle uve; i metabolismi

* *Dipartimento di Agraria - Università degli Studi di Napoli Federico II*

primari e secondari dei microrganismi che conducono la fermentazione alcolica e la fermentazione malolattica; i processi di cessione e ossidazione che intervengono in caso di affinamento del vino in fusti di legno; le reazioni chimiche ed enzimatiche post-fermentative che hanno luogo durante la conservazione del vino e durante il suo invecchiamento in bottiglia.

L'IDENTITÀ SENSORIALE DEL VINO

Tra i composti volatili che costituiscono l'aroma del vino, le molecole odorosamente attive che provengono dall'uva e che sono espressione caratteristica della varietà, giocano un ruolo determinante nella tipicità e nella qualità dei vini, di cui costituiscono l'"aroma varietale". Il concetto di aroma varietale, introdotto da Cordonnier nel 1956, mette in luce l'esistenza di un legame tra alcuni caratteri olfattivi e aromatici tipici delle uve e dei vini di determinate varietà, e la presenza di alcuni costituenti volatili non necessariamente esclusivamente tipici di quelle varietà, ma in esse presenti in concentrazioni tali da influenzarne in maniera determinante il carattere sensoriale. Bisogna inoltre precisare che esiste una differenza sostanziale nel processo di formazione dell'aroma varietale, a seconda che si parli di vini ottenuti da "uve aromatiche" o da "uve neutre". Nel caso delle prime una larga parte dei composti responsabili dell'aroma varietale è infatti già presente in forma odorosamente attiva nelle uve, e pertanto i mosti ottenuti da tali uve possono già presentare parzialmente espressi i caratteri aromatici varietali tipici dei vini finiti, eccezion fatta per il contributo di alcune sostanze odorose che si formano in quantità più rilevanti nel corso dell'invecchiamento del vino. A tale proposito è possibile citare il caso del Moscato, il cui carattere aromatico varietale "floreale" dovuto all'elevata concentrazione di terpeni e in particolare di linalolo (Boidron et al., 1979), è percepibile nelle uve, nel mosto e nel vino; nel caso del Riesling, invece, il carattere varietale viene espresso soltanto dopo invecchiamento del vino con la comparsa di una caratteristica nota odorosa di kerosene la cui molecola responsabile è l'1,1,6-trimetil-1,2-diidronaftalene (TDN) (Simpson et al., 1978), appartenente alla classe chimica dei norisoprenoidi derivanti dalla degradazione dei carotenoidi. Diversamente, per le varietà di uva cosiddette neutre, esse non contengono significative quantità di composti odorosamente attivi e i mosti, caratterizzati da odori erbacei dovuti alle aldeidi a 6 atomi di carbonio, mancano di odore tipico. Ciononostante, da tali uve è possibile ottenere vini che già al termine della fermentazione alcolica sono dotati di caratteristiche di elevata tipicità aromatica che li rendono riconoscibili alla

degustazione. È il caso del Sauvignon blanc il cui aroma è caratterizzato dalla presenza di mercaptani (4-metil mercaptopentanone) responsabili della nota di frutto della passione che rende riconoscibile questo vino (Darriet, 1995); le metossipirazine sono all'origine degli odori vegetali (peperone verde) e speziati (pepe) nel caso dei vini Cabernet e Merlot (Bayonove et al., 1975); etil e metil cinnammati e antranilati sono responsabili delle spiccate note odorose di frutti rossi (cassis, amarena, ciliegia) dei vini ottenuti da uve Pinot noir (Moio e Etievant, 1995).

Quindi, il corredo genetico di una data varietà di uva può indurre diversi meccanismi per rendere l'aroma del corrispondente vino riconoscibile. La via più diretta è senza dubbio quella di indurre la produzione di alte concentrazioni di molecole odorose che siano completamente assenti o presenti in basse quantità in altre varietà: è il caso dei terpenoli per le uve moscato e aromatiche. Il secondo meccanismo prevede l'intervento di precursori specifici. In questo caso il mosto non ha particolari note aromatiche varietali, che invece, vengono successivamente espresse dopo la fermentazione alcolica o rivelate durante la maturazione: è il caso dei mercaptani, norisoprenoidi, metossipirazine, fenoli volatili, antranilati e cinnammati che rendono riconoscibili alla degustazione molti dei vini ottenuti dalle cosiddette "varietà internazionali" (Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Cabernet, Pinot, ecc.). Esiste inoltre, un ulteriore meccanismo, molto meno diretto dei due precedenti, con cui i geni di una varietà di uva modulano la sintesi di aromi. La sintesi di amminoacidi e acidi grassi di una *cultivar* è in gran parte sotto controllo genetico. Queste molecole rappresentano i mattoni utilizzati dai lieviti per la costruzione di proteine e membrane, pertanto i lieviti avranno a disposizione materiale diverso al variare della varietà d'uva da cui è stato ottenuto il mosto in cui essi crescono. Poiché alcuni importanti aromi del vino sono prodotti secondari del processo di costruzione di proteine e membrane, il profilo di questi sottoprodotti è indirettamente controllato dal genoma della varietà d'uva. Questo meccanismo è quantitativamente il più importante nella differenziazione di vini prodotti da uve neutre, pertanto, non la composizione quantitativa assoluta, ma la composizione quantitativa relativa, ovvero le proporzioni tra diverse molecole d'aroma, rappresenta un criterio oggettivo per la classificazione dei vini in base alle origini varietali delle uve da cui sono stati prodotti (Ferriera, 2005). Da un punto di vista qualitativo, sulla base di quanto riportato, è possibile immaginare uno spazio sensoriale i cui contorni sono definiti dai vini a forte carattere varietale, e all'interno del quale si collocano diversamente i vini ottenuti da varietà neutre il cui carattere varietale non è attribuibile a uno o pochi composti, ma piuttosto a un equilibrio tra diverse

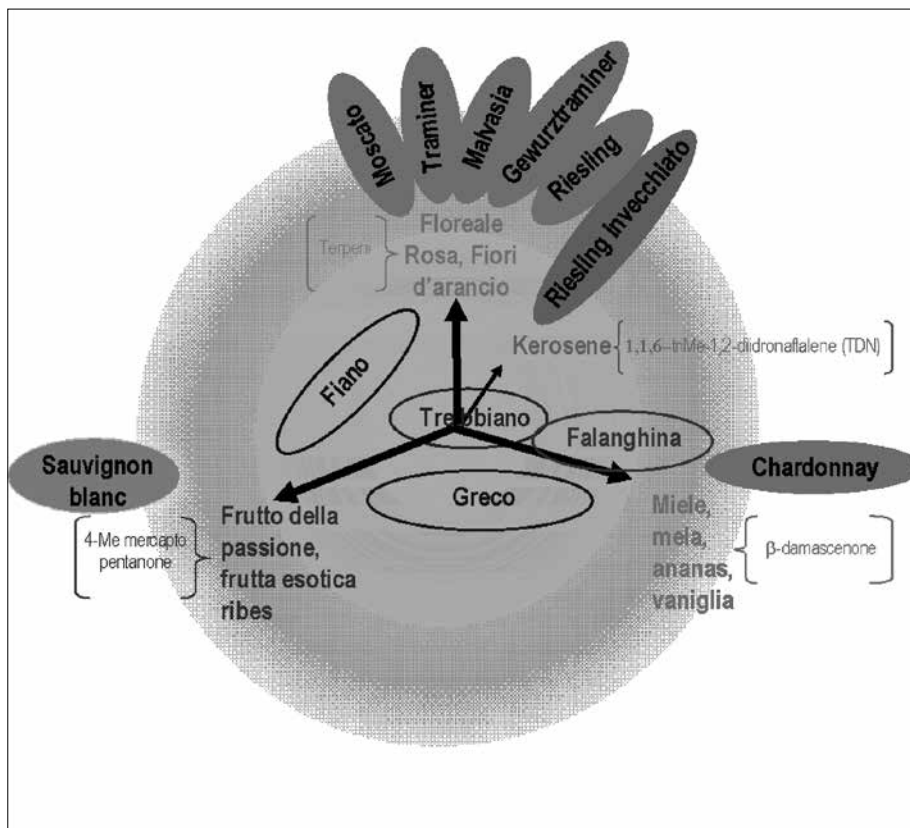


Fig. 1

molecole odorose responsabili di note varietali meno marcate e quindi più difficilmente riconoscibili.

Nel caso dei vini bianchi (fig. 1) le varietà che delimitano il perimetro di questo spazio sensoriale a tre vertici, grazie al loro spiccato carattere aromatico varietale e alle oramai note origini molecolari di tali note tipiche sono: i vini ottenuti da uve aromatiche quali Moscato, Traminer, Malvasia, Gewurztraminer, Riesling, caratterizzati essenzialmente da note floreali attribuibili alle alte concentrazioni di terpeni presenti in questi vini (Boidron et al., 1979); lo Chardonnay con i suoi odori di miele, vaniglia, mela, ananas, dovuti soprattutto alla formazione di norisoprenoidi, come il β -damascenone (Simpson et al., 1984), che derivano dalla degradazione dei carotenoidi delle uve; il Sauvignon blanc riconoscibile grazie alla caratteristica nota di frutto della passione, frutta esotica, dovuta alla presenza di mercaptani e in particolare del 4-metil mercaptopentanone (Darriet, 1995). All'interno di questo spazio sensoriale

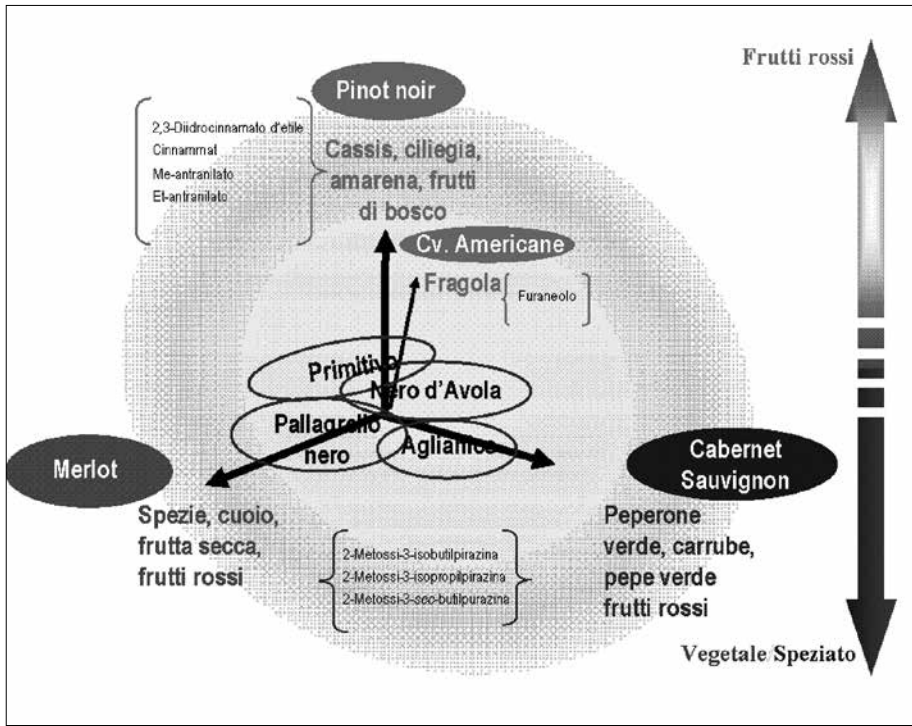


Fig. 2

è possibile individuare una posizione che ben definisce il carattere aromatico di qualsivoglia vino bianco. Il Trebbiano, ad esempio, è un vino al quale non è possibile riconoscere peculiarità aromatiche e pertanto, essendo dotato esclusivamente di aromi di fermentazione, può essere collocato al centro dello spazio sensoriale. Al contrario invece, i vini ottenuti dai tre vitigni bianchi autoctoni della Campania, Fiano, Greco e Falangina, se opportunamente vinificati, esprimono note aromatiche che li rendono riconoscibili e distinguibili tra loro, pertanto essi occupano posizioni diverse all'interno dello spazio sensoriale definito per i vini bianchi.

Nel caso dei vini rossi (fig. 2), ai vertici dei vettori che definiscono questo nuovo spazio a tre dimensioni è possibile immaginare: il Pinot noir caratterizzato da forti odori di frutti rossi (cassis, amarena, ciliegia) dovuti a etil- e metil-cinnammati e antranilati (Moio e Etievant, 1995); il Cabernet Sauvignon caratterizzato da note vegetali di peperone verde; il Merlot con le sue note speziate di pepe e di cuoio. Alcune metossipirazine sono fortemente coinvolte nell'espressione delle note aromatiche tipiche di questi ultimi due vini (Bayonove et al., 1975). È possibile quindi dire che lo spazio sensoriale al quale

appartengono i vini rossi è dominato da note aromatiche di frutti rossi (alle quali contribuisce anche l'odore di fragola dovuto al furaneolo, identificato per la prima volta nel 1980 da Rapp et al. nelle *cultivar* americane, ma successivamente rilevato come composto odorosamente attivo anche in diverse varietà rosse di *vitis vinifera* e da odori vegetali/speziati. All'interno di questo spazio sensoriale è possibile individuare la posizione che meglio esprime il carattere aromatico di ciascun vino rosso, come esemplificato in figura 2 per alcuni importanti vini rossi del sud Italia.

COME È POSSIBILE SPIEGARE LA COMPARSA
DI NOTE AROMATICHE VARIETALI DOPO LA FERMENTAZIONE ALCOLICA
E/O DOPO L'INVECCHIAMENTO DEL VINO?

Si è visto che, pur in assenza di significative quantità di composti volatili varietali nel mosto, durante il processo di vinificazione si instaurano trasformazioni chimiche e biochimiche che portano alla formazione di caratteri sensoriali riconducibili al tipo di uva vinificata.

In uno studio del 1974 venne osservata per la prima volta, dopo riscaldamento, la formazione di composti volatili varietali in mosti di uva preventivamente privati dalla frazione volatile (Cordonnier e Bayonove, 1974). Un effetto simile si osservava dopo trattamento con enzimi glicosidasi, evidenziando nei mosti d'uva la presenza di precursori d'aroma (fig. 3). Successivamente, diversi studi hanno dimostrato la presenza nelle uve di precursori d'aroma non odorosi in grado di rilasciare nel corso della vinificazione e/o dell'invecchiamento del vino, composti volatili coinvolti nell'espressione del carattere aromatico varietale del vino (Williams, 1992). Sia nelle uve aromatiche che in quelle neutre una larga parte della componente aromatica varietale è infatti presente sottoforma di precursori glicosidici non volatili e quindi odorosamente inattivi. Tali precursori sono costituiti da una frazione potenzialmente odorosa comunemente detta aglicone, legata con un legame β -glicosidico a un residuo zuccherino. Nel corso della maturazione il contenuto di glucosidi appartenenti a diverse classi di composti volatili, aumenta sia nelle foglie che negli acini, accumulandosi, nel caso di questi ultimi, principalmente a livello della buccia. Sebbene la maggior parte dei precursori aromatici sinora identificati nell'uva sia di natura glicosidica, esistono evidenze della formazione di importanti composti volatili a partire da precursori non glicosidici presenti nell'uva. Gli acidi ferulico e *p*-cumarico sono due di questi: da essi, durante i processi fermentativi e a seguito dell'attacco di mi-

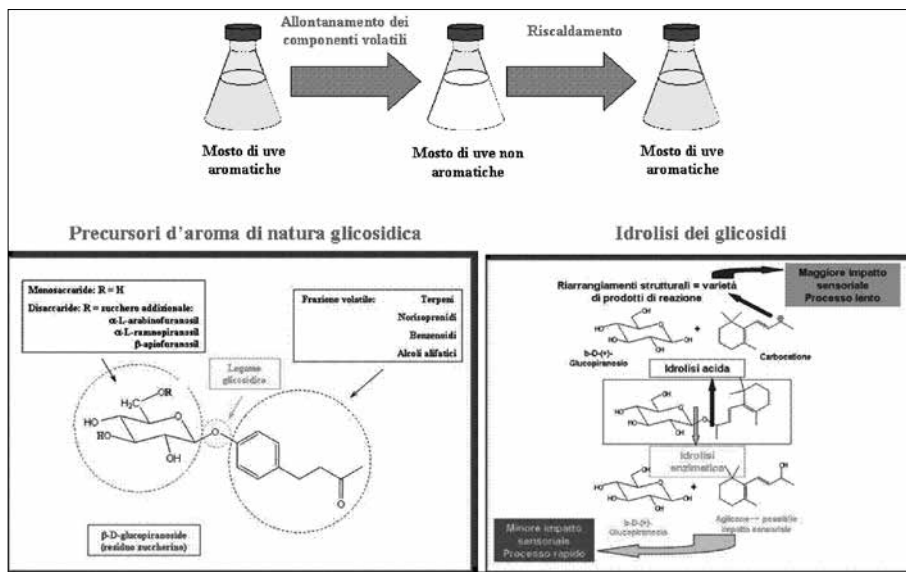


Fig. 3

crorganismi della specie *Brettanomyces*, possono formarsi composti volatili a elevata attività odorosa, quali etil e vinilfenoli responsabili di odori sgradevoli (medicinale – cavallo) che a basse concentrazioni possono tuttavia essere correlati a odori positivi quali speziato, affumicato, legno (Dubois et al., 1971; Chatonnet et al., 1992). Recentemente la presenza di precursori non glicosidici di composti solforati a elevatissimo impatto odoroso è stata riportata in uve della varietà Sauvignon blanc (Tominaga et al., 1998). Tali composti sono caratterizzati da strutture chimiche in cui la frazione volatile è legata a un residuo di cisteina, e da essi possono originarsi mercaptani. Un aspetto di estremo interesse enologico nella genesi di tali composti volatili a partire dai rispettivi precursori è legato al fatto che numerosi ceppi di lievito possiedono enzimi in grado di degradare il precursore cisteinico portando alla liberazione della frazione volatile, con conseguente incremento dell'aroma varietale nel corso della fermentazione alcolica (Tominaga et al., 1998).

La presenza di composti volatili derivanti dall'uva presenti sottoforma di precursori non odorosi e poi rilasciati e resi olfattivamente attivati nel corso della vinificazione e/o dell'invecchiamento del vino, ne determina un interessante aumento della complessità aromatica. Nel corso dell'invecchiamento il basso pH determina una degradazione degli esteri di fermentazione, pertanto il loro contributo sensoriale diminuisce notevolmente. Parallelamente gli aromi varietali presenti sottoforma di precursori, in particolare terpeni e

in una determinata area geografica e da cui dipendono anche il grado di maturazione delle uve e il loro stato sanitario.

Studi condotti su *cultivar* internazionali (fig. 4), riportano che nel corso della maturazione, a partire dall'invaiaitura, negli acini si riscontrata un accumulo di terpenoli liberi e legati (Ribéreau-Gayon et al., 1998); in fase di surmaturazione alcuni autori hanno riportato una diminuzione delle forme libere antecedente alla fine dell'accumulo di zuccheri nella baccia (Gunata, 1984), altri hanno osservato un lieve aumento anche in surmaturazione (Wilson et al., 1984; Park et al., 1991) suggerendo che la temperatura a cui avviene la maturazione è un fattore fortemente condizionante. Una evoluzione analoga è stata riscontrata per i norisoprenoidi come conseguenza della diminuzione dei carotenoidi a partire dall'invaiaitura. L'intervento degli enzimi dell'uva nella degradazione ossidativa dei carotenoidi e poi nei meccanismi di glicosilazione è all'origine di tali trasformazioni, incentivate dall'esposizione delle uve al sole (Razungles e Bayonove, 1996). Cinetiche di maturazione praticamente opposte sono state riscontrate nel caso delle metossipirazine: i tenori più importanti sono stati rilevati nelle uve non mature, con una progressiva diminuzione nel corso della maturazione (Allen e Lacey, 1993), aggravata dall'esposizione al sole, a causa della sensibilità di questi composti alla luce (Maga, 1989; Heyman et al., 1986). Oltre alle condizioni climatiche anche la natura del terreno e la sua influenza sul vigore della vite sembrano influenzare la concentrazione di metossipirazine: terreni calcarei e argillo-terrosi producono Cabernet Sauvignon e Merlot con più spiccate note vegetali di peperone verde di cui le metossipirazine sono responsabili (Ribéreau-Gayon et al., 1998).

In un recente studio condotto sulle tre uve bianche non aromatiche autotone della Campania, Fiano, Greco e Falangina (Moio et al., in press), è stata seguita l'evoluzione di terpenoli liberi e legati, carotenoidi e norisoprenoidi durante la maturazione (fig. 5): il tenore in terpenoli liberi e legati tende a un aumento graduale in modo particolare tra il sessantesimo e l'ottantesimo giorno dopo la fioritura raggiungendo una certa stabilità nella fase successiva, fatta eccezione per i terpenoli legati dell'uva Falangina che mostrano un incremento lungo tutto il corso della maturazione; per quanto riguarda la degradazione dei carotenoidi e la conseguente formazione di norisoprenoidi le tre varietà mostrano comportamenti simili, con il Fiano che raggiunge il più alto tenore di norisoprenoidi.

Le uve Fiano sono state l'oggetto di indagine di un ulteriore studio volto a determinare l'influenza della surmaturazione sulla composizione della frazione volatile e sulla qualità sensoriale del vino (Genovese et al., submitted).

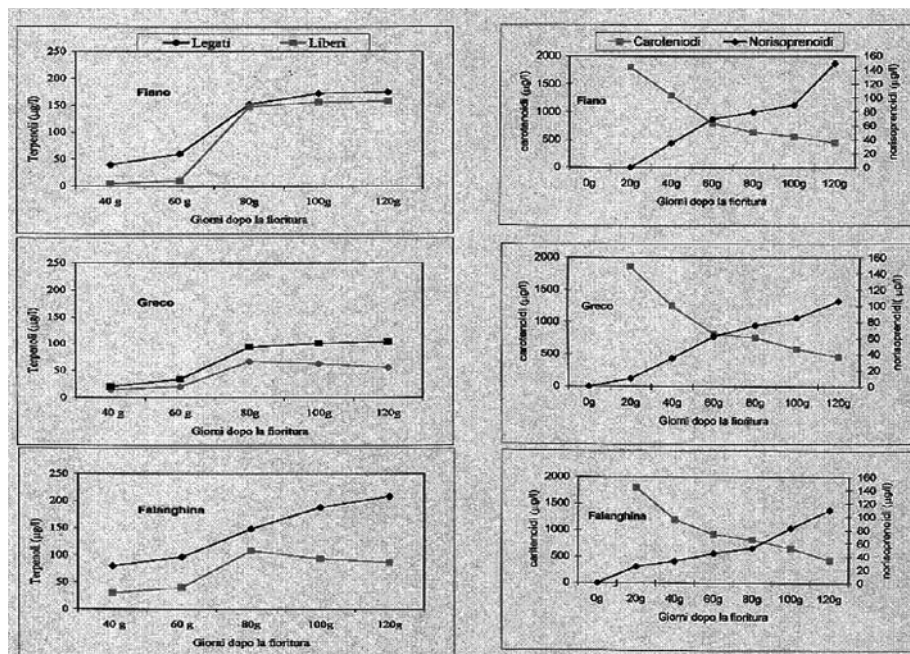


Fig. 5

L'analisi quantitativa descrittiva (fig. 6A) ha messo in evidenza il maggiore impatto sensoriale dei descrittori confettura di agrumi, albicocca secca, fichi secchi, prugna, miele e noce di cocco nel vino Fiano dolce rispetto al vino Fiano ottenuto da uve non surmature. Inoltre in quest'ultimo sono state rilevate minori concentrazioni di 35 composti volatili tra i quali terpeni, lattoni, aldeidi, chetoni e β -damascenone. Al contrario, maggiori concentrazioni di terpeni, β -damascenone, alcol benzilico, e 2-feniletanolo sono state rilevate nella frazione legata del vino Fiano dolce. Il composti con il più alto impatto olfattivo (fig. 6B) in quest'ultimo vino sono stati nerolo, geranilo e linaliolo (fiori d'agrumi), vitispirano (canfora), lattoni come il γ -nonalattone (cocco), δ - e γ -decalattone (albicocca) e l'1-octen-3-olo (funghi). Questi risultati dimostrano che la surmaturazione delle uve e il conseguente processo di disidratazione che l'accompagna, determina una concentrazione dei composti aromatici varietali e facilita il loro trasferimento dalla bucce al mosto.

Un ulteriore fattore che influenza l'espressione dell'aroma varietale dell'uva è certamente il suo stato sanitario (Fernandez, 2003). Eventi climatici estremi, minando l'integrità delle bacche favoriscono lo sviluppo di flora microbica indesiderata e quindi l'insorgere di malattie del grappolo. La *Botrytis*



cinerea, così come altre muffe, determinano alterazioni fisiologiche che si traducono in una diminuzione della superficie fogliare e quindi in una minore attività fotosintetica che, ritardando la maturazione, determina una minore sintesi di aromi con una conseguente modifica del quadro aromatico della materia prima e del vino da essa ottenuto. Inoltre, le alterazioni del metabolismo provocate dall'insorgere di malattie, favoriscono la produzione di molecole responsabili di difetti di odore, con un conseguente mascheramento delle note aromatiche varietali. A tale proposito sono riportati i risultati preliminari di uno studio da noi condotto che ha come soggetto il difetto di odore di terra nei vini. Le molecole riportate in letteratura come responsabili delle note odorose di funghi-sottobosco-muffa-terra nelle uve o in vino sono: 1-octen 3-olo, 1-octen-3-one, 2-octen-2-olo, 2-eptanolo, fencolo, fencone, 2-metilisoborneolo e *trans*-1,10-dimetil-*trans*-9-decanolo (La Guerche, 2004). Tuttavia, è stato dimostrato (Darriet et al., 2000; La Guerche, 2004) che è proprio quest'ultimo composto, noto con il nome di geosmina, il principale responsabile del difetto di odore di terra delle uve attaccate da muffe e dei corrispondenti vini. La *Botrytis cinerea* (muffa nobile) e il *Penicillium expansum* (muffa grigia) esercitano una azione complementare sulla sintesi di (-)-geosmina, la cui presenza non è mai stata rilevata in uve sane ma sistematicamente associata alla presenza di muffe (La Guerche, 2005a). Essa è

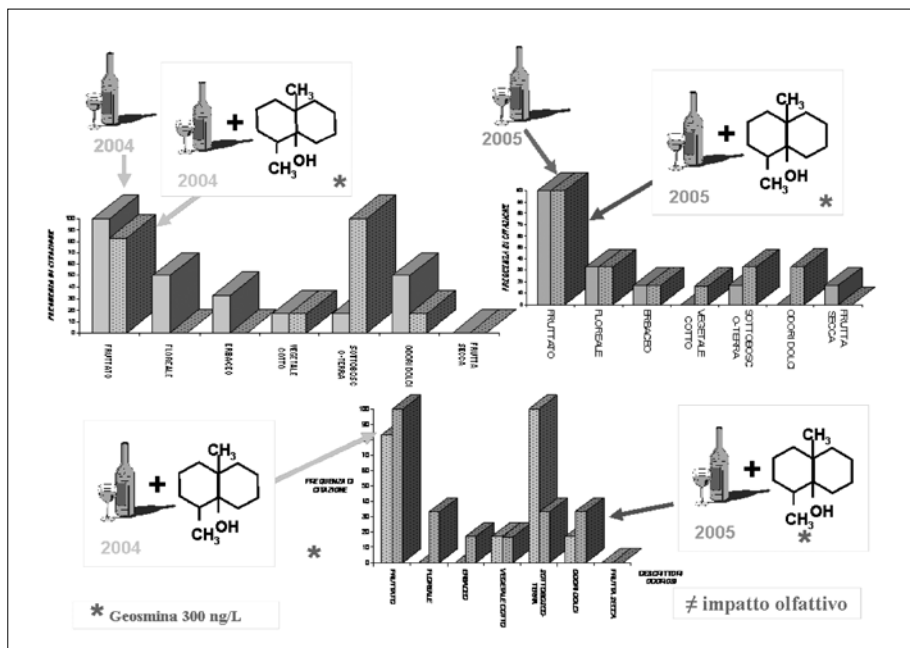


Fig. 7

caratterizzata da una bassa soglia di percezione (10 ng/L in acqua; 40 ng/L in vino modello; 40-50 ng/L in vino bianco; 50-80 ng/L in vino rosso) e da una alta stabilità nel corso della fermentazione e della conservazione (La Guerche, 2005b). Allo scopo di valutare l'influenza della geosmina sull'aroma del vino bianco, due vini Falangina di annate diverse (2004 e 2005) sono stati addizionati con 300 ng/L di geosmina e analizzati mediante analisi quantitativa descrittiva. I profili sensoriali così ottenuti (frequenze di citazione) sono stati confrontati con quelli relativi agli stessi vini privi di difetto. I risultati (fig. 7) mostrano che la presenza del difetto di odore di terra dovuto all'aggiunta di geosmina ha avuto una forte influenza sul profilo d'aroma dei vini esaminati, in particolar modo per il vino meno giovane (2004) determinando una forte dominanza dell'odore di terra-sottobosco, accompagnata da significativa diminuzione dei descrittori fruttati e dolci e un totale appiattimento delle note floreali ed erbacee. Nel vino più giovane (2005), dominato dalle note fruttate dovute alle alte concentrazioni di esteri, l'aggiunta di geosmina ha avuto un impatto meno drastico provocando la comparsa delle note di terra-sottobosco e vegetale cotto e l'abbattimento delle note di frutta secca. Questi risultati suggeriscono che a parità di concentrazione, la comparsa del difetto di odore di terra dovuto alla geosmina ha un diverso impatto olfattivo su

vini dalla diversa complessità aromatica. Gli aromi di fermentazione di cui sono ricchi i vini giovani riescono a mascherare parzialmente e ad attutire l'intensità del difetto di odore di terra, pertanto non è consigliabile sottoporre a invecchiamento i vini affetti da questo off-flavour. Poiché l'invecchiamento influisce fortemente sull'espressione del potenziale aromatico varietale dei vini ottenuti da uve neutre, è possibile concludere che l'impiego di uve sane costituisce un presupposto fondamentale per l'ottenimento di vini dal forte carattere varietale.

COME FAVORIRE L'ESPRESSIONE DELLE CARATTERISTICHE AROMATICHE VARIETALI E MODULARE IL POTENZIALE DI INVECCHIAMENTO DEI VINI?

Sulla scorta di quanto detto, l'ottenimento di vini con elevate caratteristiche di tipicità e complessità aromatiche è legato all'impiego di tecniche di vinificazione attraverso le quali sia possibile ottimizzare il contributo delle componenti aromatiche di fermentazione e varietale in funzione della tipologia di prodotto che si desidera ottenere.

Bisogna inoltre considerare che lo sviluppo di una tecnologia di vinificazione specifica per una determinata varietà di uva presenta problematiche diverse a seconda che si tratti di uve aromatiche o uve neutre. Nel primo caso, fattori viticoli quali sanità e grado di maturazione della materia prima, restano importanti ma difficilmente compromettono la riconoscibilità del prodotto finale; nel secondo caso invece, gli stessi fattori viticoli (buono stato sanitario e buon grado di maturazione) rappresentano requisiti fondamentali per consentire da un lato la massima sintesi possibile di aromi legati al corredo genetico e quindi alla varietà di uva, e dall'altro lato per prevenire la produzione di molecole responsabili di difetti di odore che oltretutto, in un vino neutro avrebbero un maggior impatto sensoriale rispetto a un vino ottenuto da uve aromatiche. A questo punto, nella produzione di vini ottenuti da uve neutre, se da un punto di vista viticolo, l'obiettivo deve essere quello del controllo della qualità della materia prima al fine di avere la massima sintesi di aromi sotto controllo genetico, da un punto di vista tecnologico, tutto deve essere concepito in modo da preservare al massimo queste molecole, sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo, cercando di ottenere la massima estrazione dalle uve ed evitando e prevenendo qualsiasi fenomeno degradativo.

A tale proposito, nel corso degli ultimi anni sono state condotte prove sperimentali di vinificazione volte all'individuazione di pratiche enologiche

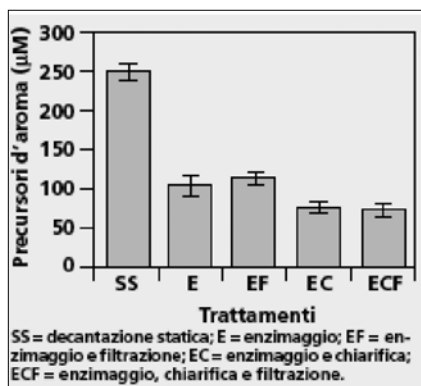


Fig. 8

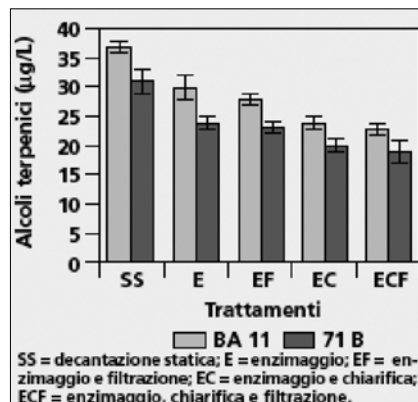


Fig. 9

in grado di migliorare l'espressione delle caratteristiche aromatiche varietali e il potenziale di invecchiamento di vini bianchi e rossi ottenuti da *cultivar* autoctone dell'Italia meridionale.

Alcune di queste prove sperimentali sono state finalizzate alla valutazione dell'influenza del trattamento di chiarifica prefermentativa sulla frazione aromatica varietale del vino (Moio et al., 2002 e 2004). I trattamenti di enzimaggio e chiarifica (EC) e di enzimaggio, chiarifica e filtrazione (ECF) sono stati realizzati impiegando una miscela di chiarificanti (bentonite, caseina, gelatina, gel di silice). Le analisi condotte sui campioni di mosto hanno evidenziato una forte influenza del tipo di trattamento sul contenuto di precursori d'aroma, in particolare per i mosti ottenuti mediante l'impiego di chiarificanti (fig. 8). Al termine della fermentazione alcolica i vini ottenuti mediante i trattamenti EC ed ECF sono risultati caratterizzati dalla minor concentrazione di terpeni presenti in forma odorosamente attiva (fig. 9). L'impiego di trattamenti spinti di chiarifica del mosto determina, dunque, una riduzione della concentrazione di importanti composti volatili varietali del vino, con una conseguente riduzione della complessità e della tipicità aromatiche. Allo stesso modo, la concentrazione di precursori d'aroma glicosidici dei vini è correlata negativamente all'intensità del trattamento di chiarifica e dunque trattamenti più spinti determinano una diminuzione del potenziale di invecchiamento del vino Falangina (fig. 10).

Anche in assenza di affinamento in fusti di legno, il vino contenuto in contenitori inerti, acciaio inox o vetro, va incontro ad alcune trasformazioni, in particolar modo di natura ossidativa. A tale proposito sono state condotte prove sperimentali che hanno consentito di valutare l'effetto della protezione antiossidante del mosto sulla composizione della frazione volatile e sulla shelf

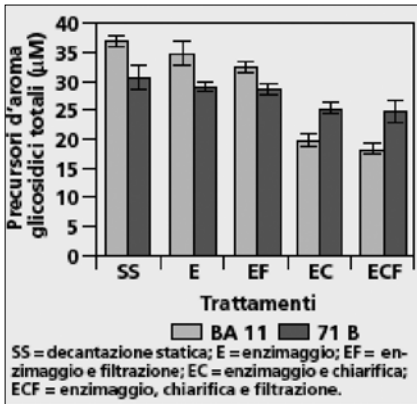


Fig. 10

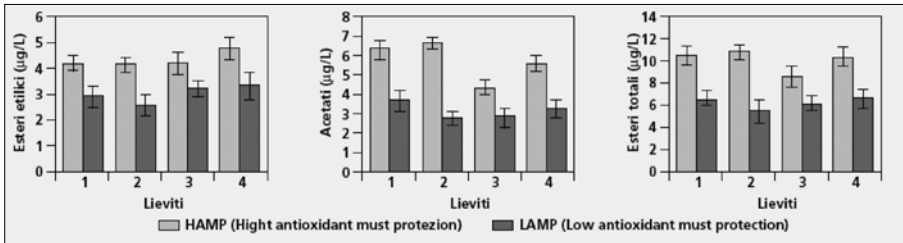


Fig. 11

life aromatica del vino Falangina (Moio et al., 2004). Le prove di vinificazione sono state condotte su volumi di 100 L. Per la vinificazione a «elevata protezione antiossidante» HAMP (Hight autioxidant must protection) è stata realizzata una protezione antiossidante del mosto, data dall'impiego di elevate dosi di SO_2 e acido ascorbico. Inoltre, le fasi di diraspapigiatura e chiarifica sono state condotte in atmosfera di azoto. L'impiego di un'elevata protezione antiossidante del mosto ha determinato un significativo aumento della concentrazione di esteri prodotti dai lieviti durante la fermentazione alcolica (fig. 11). Tali componenti sono direttamente correlati al carattere fruttato dei vini giovani, ed è dunque probabile che un loro incremento determini una maggiore intensità aromatica del vino. La figura 12 mostra l'evoluzione di diverse classi di composti volatili durante l'invecchiamento del vino Falangina. Dopo 14 mesi, i vini ottenuti con tecnologia a «bassa protezione antiossidante» LAMP (Low antioxidant must protection) hanno mostrato un contenuto di esteri pari a quello presente nei vini HAMP all'inizio dell'invecchiamento. Inoltre, la tecnologia HAMP ha consentito di preservare con maggiore efficacia importanti composti varietali come il linalolo, rallentando

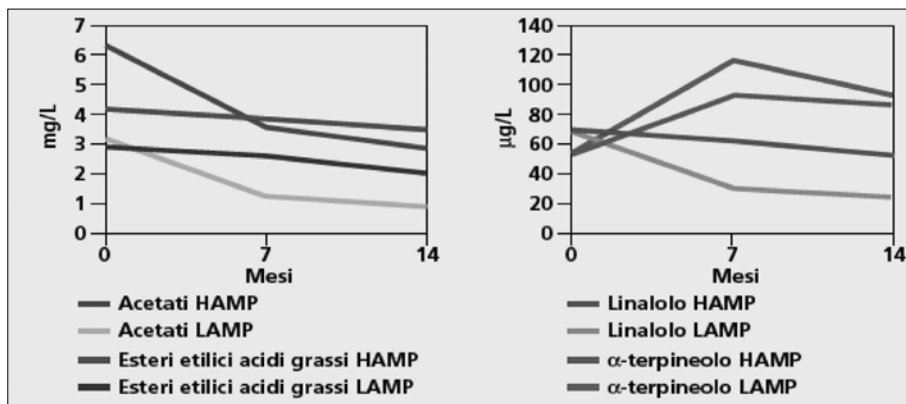


Fig.12

la trasformazione di questo in α -terpineolo, dotato di un minor impatto sensoriale. La protezione antiossidante del mosto rappresenta, quindi, un'interessante opzione per l'incremento del contributo della componente aromatica di fermentazione al profilo aromatico di insieme del vino, nonché per un migliore controllo dell'evoluzione della componente aromatica varietale nel corso dell'invecchiamento.

Sempre in merito alla protezione antiossidante, recentemente sono stati riportati alcuni risultati relativi al ruolo del glutatione, sull'evoluzione aromatica di vini bianchi secchi, e in particolare sulla prevenzione dell'invecchiamento prematuro (Lavigne-Cruege e Bertrand, 2005). Il glutatione è un peptide presente in quantità importanti nelle uve (Cheynier et al., 1989). Nel mosto esso tende a diminuire a seguito di una forte reattività nei confronti dell'ossigeno e dei composti fenolici in esso contenuti. Tuttavia, è stato possibile arrestare questa diminuzione fino ad arrivare a un nuovo aumento della concentrazione di glutatione durante la fermentazione alcolica mediante solfitazione del vino, mettendo così in evidenza la presenza nei mosti e nei vini a inizio giovani di quantità non trascurabili di glutatione nella sua forma ridotta. (Lavigne-Cruege e Bertrand, 2005). Allo scopo di dimostrare l'effetto protettore del glutatione sull'evoluzione del colore e degli aromi del vino bianco, gli stessi autori hanno dosato in vino Sauvignon conservato in *barriques* nuove o usate, in presenza o in assenza di fecce, il tenore in glutatione, i tioli volatili (4-metil-4-mercaptopentanone e 3-mercaptoesanolo che sono composti chiave dell'aroma varietale del vino Sauvignon) e il sotolone a fine conservazione. I risultati hanno dimostrato che le condizioni più favorevoli per preservare la qualità sensoriale del vino bianco secco sono quelle che li-



Fig. 13

mitano la diminuzione di glutatione (la presenza di fecce in *barriques* usate) e che l'aggiunta in bottiglia di 10mg/L di glutatione ha limitato l'imbrunimento del vino bianco Sauvignon, la diminuzione dei suoi caratteri aromatici varietali e la tendenza a un invecchiamento difettoso.

Nell'ambito delle prove sperimentali di vinificazione volte all'individuazione di pratiche enologiche in grado di migliorare l'espressione delle caratteristiche aromatiche varietali dei vini, è stato studiato il contributo della fermentazione malolattica (FML) all'espressione delle caratteristiche aromatiche varietali del vino. Simulando in condizioni controllate (sistema modello) il processo di FML è stata seguita l'idrolisi di precursori d'aroma glicosilati durante il suo corso (Ugliano et al., 2003; Ugliano e Moio, 2003). La capacità di quattro preparati commerciali di batteri lattici *Oenococcus oeni* (EQ 54, Lalvin O.S.U., Uvaferm Alpha e Lalvin 31) di idrolizzare precursori d'aroma glicosilati del vino è stata valutata in un sistema modello contenente precursori estratti da vino Moscato (fig. 13). A pH 3,4 è stata osservata, per tutte le colture, una diminuzione della concentrazione di precursori, accompagnata da un proporzionale aumento dei relativi composti volatili (fig. 14). Quando la fermentazione malolattica è stata condotta a pH 3,2, è stata osservata una

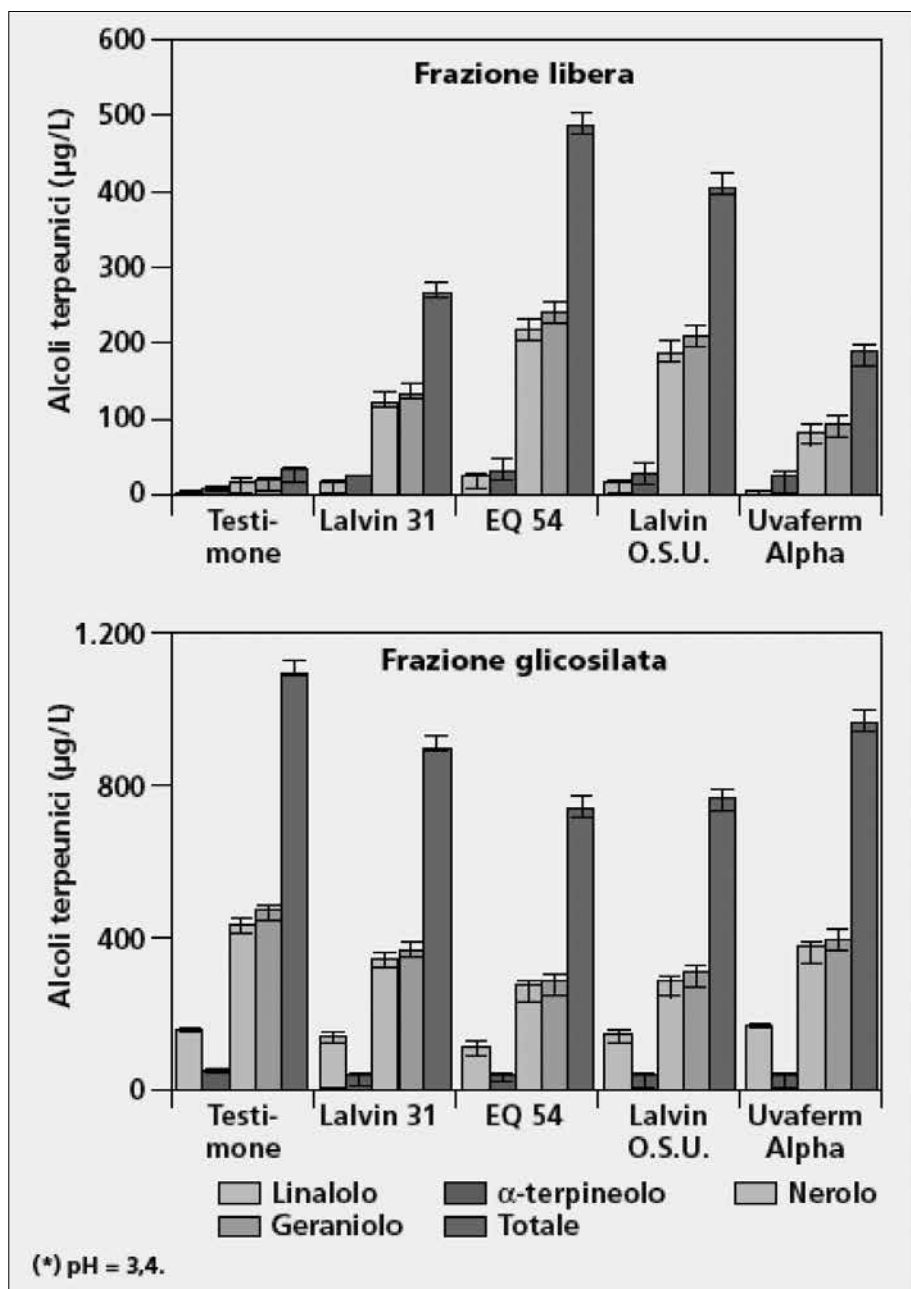


Fig.14

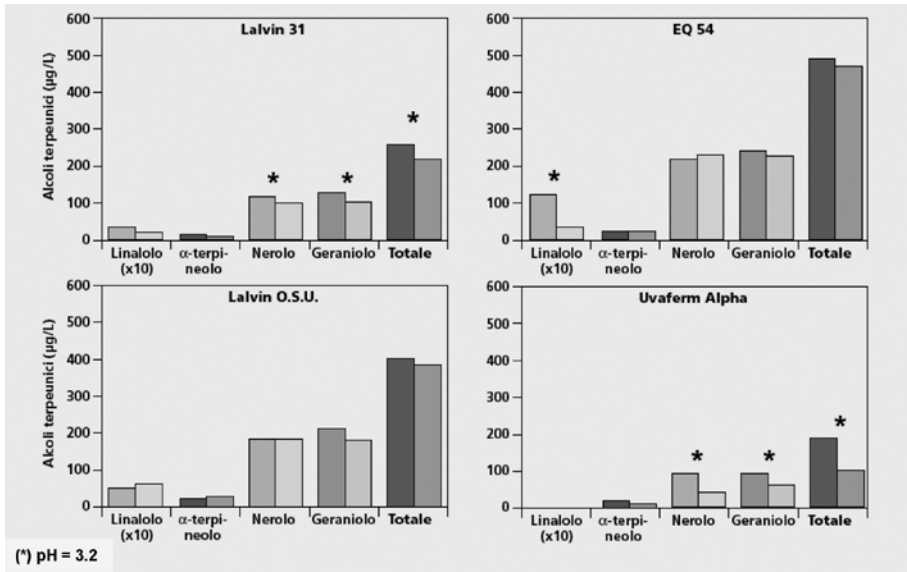


Fig.15

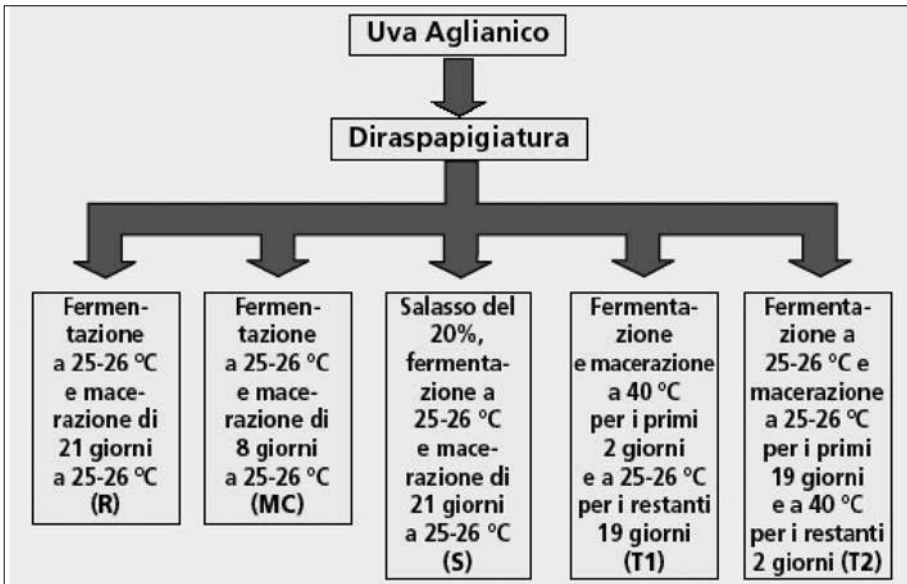


Fig.16

diminuzione della capacità idrolitica per i preparati Uvaferm Alpha e Lalvin 31 (fig. 15). Le concentrazioni di composti volatili rilevate nei vini sinteti-

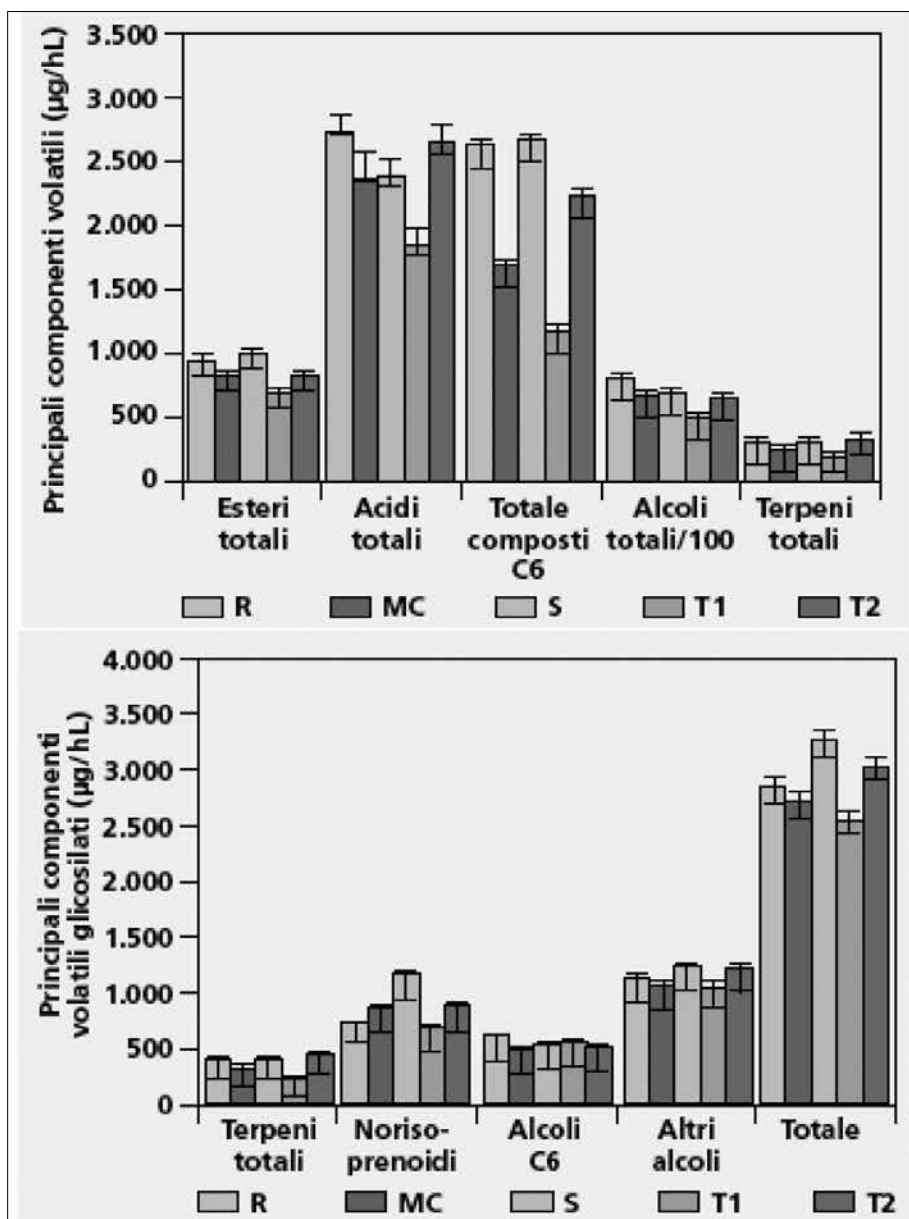


Fig.17

ci al termine della fermentazione malolattica suggeriscono che *O. oeni* è in grado di modificare le caratteristiche sensoriali del vino attraverso l'idrolisi

dei precursori d'aroma glicosilati, contribuendo all'espressione del potenziale aromatico varietale.

Per quanto concerne la vinificazione in rosso, è stata studiata l'influenza delle modalità di conduzione della macerazione sulla concentrazione di composti volatili e dei relativi precursori nel vino Aglianico (Ugliano et al., 2004). È stato seguito il protocollo sperimentale riportato nella figura 16. Tutte le vinificazioni sono state condotte mediante inoculo con lieviti secchi attivi. Al termine della fermentazione il vino ottenuto per sgrondatura è stato assemblato con quello proveniente dalla pressatura soffice delle vinacce e si è poi proceduto all'imbottigliamento. I dati relativi alla composizione della frazione volatile libera e legata dei vini sperimentali sono rappresentati in figura 17. Nel caso delle vinificazioni MC (fermentazione e macerazione di 8 gg a 25-26 °C) e S (salasso del 20%, fermentazione e macerazione di 21 gg a 25-26 °C) non è stata riscontrata, rispetto al testimone, una significativa influenza delle modalità di conduzione della macerazione sui principali costituenti della frazione volatile dei vini, mostrando una scarsa influenza della durata della macerazione e del rapporto solidi/liquidi rispettivamente, sulla concentrazione di composti volatili derivanti dal processo fermentativo.

Un maggiore impatto della modalità di conduzione della macerazione sulla composizione della frazione volatile è stato osservato nel caso dell'impiego di trattamenti termici durante la macerazione. In particolare, i dati relativi alla vinificazione condotta secondo i protocolli T1 (fermentazione e macerazione a 40 °C per i primi 2 gg e a 25-26 °C per i restanti 19 gg) e T2 (fermentazione e macerazione a 25-26 °C per i primi 19 gg e a 40 °C per i restanti 2 gg) hanno evidenziato una concentrazione in composti volatili prodotti dai lieviti significativamente inferiore a quella osservata nel campione di riferimento. Tale comportamento ha interessato anche alcuni composti volatili potenzialmente in grado di influenzare l'aroma del vino (esteri etilici degli acidi grassi, etil-2-metilbutanoato, etil-3-metilbutanoato, alcoli a 6 atomi di carbonio, 2-feniletanolo), probabilmente trascinati via dalle grandi quantità di CO₂ prodotte durante la rapida fermentazione e/o persi durante la fase più drastica del trattamento termico.

I vini ottenuti nelle condizioni sperimentali del protocollo MC (fermentazione e macerazione di 8 gg a 25-26 °C) sono risultati caratterizzati da una minore concentrazione di glicosidi rispetto al controllo (fig. 20). Al contrario, nel caso della vinificazione S (salasso del 20%, fermentazione e macerazione di 21 gg a 25-26 °C) è stato osservato un significativo aumento della concentrazione di composti volatili glicosilati, in particolare appartenenti alle classi chimiche dei terpeni e dei norisoprenoidi. Tali risultati contribuiscono a

spiegare la migliore attitudine all'invecchiamento osservata nei vini Aglianico ottenuti mediante salasso prefermentativo.

I risultati di questo studio evidenziano una notevole influenza di alcune modalità di conduzione della macerazione sulla composizione delle frazioni volatili, libera e glicosilata, di vini ottenuti da uve Aglianico. L'impiego del trattamento termico durante la macerazione, in particolare nel corso dei primi 2 giorni di macerazione, ha determinato una riduzione della concentrazione di alcuni composti volatili di fermentazione potenzialmente in grado di influenzare l'aroma del vino. Per quel che riguarda il tenore in precursori d'aroma glicosilati, il trattamento termico al termine della macerazione e l'incremento del rapporto solidi/liquidi hanno portato all'ottenimento di vini con maggiore concentrazione di glicosidi, mentre l'impiego delle alte temperature all'inizio della macerazione ha determinato una notevole riduzione della concentrazione di tali composti nel vino finito, probabilmente a causa dell'influenza della temperatura sul metabolismo dei lieviti.

Dopo la fermentazione il vino continua a subire importanti variazioni di composizione che ne influenzano il carattere sensoriale. Nuovi composti d'aroma possono formarsi e la concentrazione di altri può aumentare o diminuire con conseguenti effetti sulle caratteristiche aromatiche del prodotto, migliorandolo o anche peggiorandolo. Come riportato da Rapp e Marais (1993), i principali cambiamenti che i composti aromatici presenti in un vino subiscono durante la conservazione in bottiglia possono essere riassunti nei seguenti punti: variazione del contenuto in esteri, diminuzione di acetati, aumento di esteri etilici di acidi mono- e di-carbossilici, formazione di molecole derivanti dalla degradazione dei carboidrati (principalmente furani), reazioni acido catalizzate dei composti monoterpeneici con formazione di altri prodotti di natura terpenica (terpenoli, terpeni e ossidi terpenici), formazione di norisoprenoidi dalla degradazione dei carotenoidi. In particolare, le molecole volatili prodotte durante gli ultimi tre fenomeni degradativi appena riportati, sono coinvolte nell'espressione del potenziale aromatico varietale d'invecchiamento del vino. Poiché le cinetiche di queste reazioni sono fortemente condizionate dalla temperatura, la temperatura di conservazione del vino è un parametro molto importante per la modulazione dell'espressione dell'aroma varietale di un vino durante l'invecchiamento, e quindi per l'allungamento della sua shelf-life aromatica. In uno studio condotto su vino Chardonnay (De la Presa Owens et al., 1998) è stato riscontrato che un aumento della temperatura di conservazione da 5°C a 40°C ha portato a una sensibile diminuzione della note fruttate (agrumi, frutta tropicale, mela verde) e floreali e a un incremento degli attributi più complessi associabili a caratteri di invecchiamento (miele, burro/vaniglia, quercia e caucciù).

DURANTE LA DEGUSTAZIONE DI UN VINO,
QUANDO VENGONO PERCEPITE LE SUE NOTE AROMATICHE VARIETALI?

La degustazione di un vino è un esercizio complesso reso ancora più difficile dal fatto che la percezione gustativa e aromatica evolve continuamente durante la degustazione. La temporalità della percezione degli attributi sensoriali è stata sempre ritenuta dagli esperti di fondamentale importanza nella formulazione di un giudizio di qualità del vino. Recentemente, è stata sviluppata una metodica per la valutazione della dominanza temporale delle sensazioni (DTS) (Pineau et al., 2003; Pineau et al., 2004; Pineau et al., in attesa di pubblicazione) gustative e aromatiche per approfondire le conoscenze sull'evoluzione temporale delle percezioni di stimoli gustativi e olfattivi durante l'assaggio di alimenti e bevande. La DTS è una metodologia di analisi sensoriale che permette di elaborare simultaneamente, per un dato prodotto, curve temporali di circa 10 attributi sensoriali differenti consentendo una valutazione multipla dello stesso descrittore sensoriale durante una singola degustazione. A partire dal momento in cui il giudice introduce nella cavità orale il prodotto, gli viene chiesto di selezionare, tra una lista di diversi descrittori quello che ritiene dominante, di valutare l'intensità e ripetere l'operazione finché dura la percezione. Un attributo è considerato dominante, rispetto agli altri descrittori della lista, quando attira maggiormente l'attenzione del degustatore, a un certo tempo. Il degustatore è libero di selezionare diverse volte, durante la degustazione, lo stesso descrittore. I dati forniti dai diversi degustatori, per un certo prodotto, vengono elaborati in una sovrapposizione di curve di dominanza che descrivono l'evoluzione della frequenza della dominanza degli attributi sensoriali. Con questa metodologia è possibile conoscere, per un dato prodotto alimentare, il momento in corrispondenza del quale la percezione di un attributo sensoriale diventa dominante, la sua durata e il valore della sua intensità media.

Allo scopo di analizzare la dominanza temporale degli odori del vino, percepiti per via retronasale e valutare l'influenza della temporalità delle sensazioni sulla preferenza del vino, è stata condotta, con l'impiego della DTS, una sperimentazione su campioni di vini bianchi sperimentali ottenuti dalla vinificazione di uve Falangina (Pessina et al., in press; Pessina et al., informatore agrario). I risultati di questa sperimentazione hanno, tra le altre cose, consentito di individuare una fase della degustazione in cui è dominante la percezione delle note aromatiche varietali (fig. 18). I vini sono stati realizzati in modo da ottenere campioni differenti per la dominanza sensoriale di uno dei seguenti attributi d'aroma: floreale, fruttato, frutta secca e legno. A una

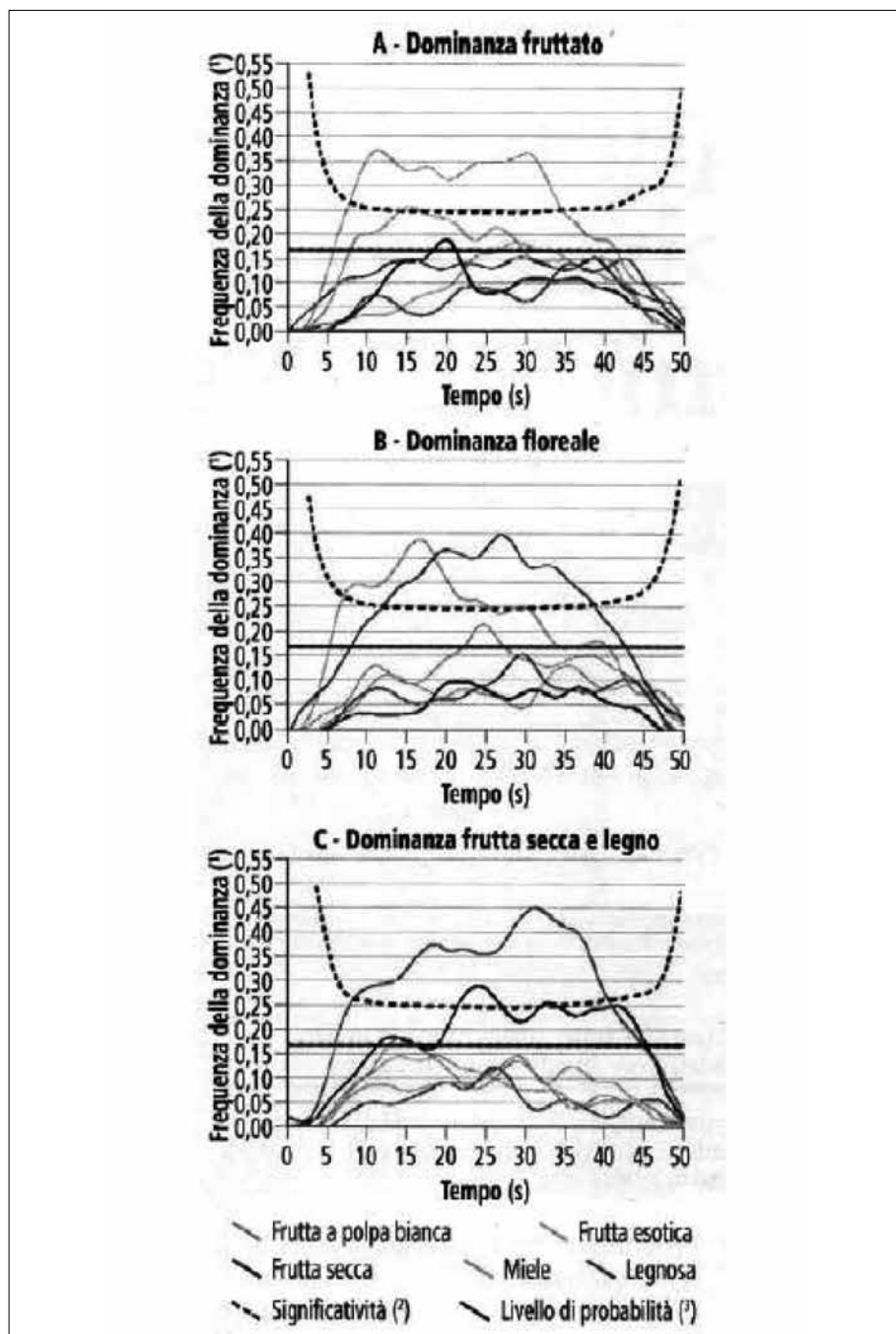


Fig.18

giuria di 15 degustatori è stato chiesto di valutare, per ciascun campione di vino, la dominanza temporale dei seguenti attributi d'aroma: frutta a polpa bianca, frutta esotica, frutta secca, floreale, miele e legnoso. Le curve di dominanza temporale dell'aroma, relative al campione di vino con aroma di frutta a polpa bianca (mela, banana) prevalente indicano che la percezione di questa nota aromatica è immediata, raggiungendo una dominanza massima intorno ai 10s. La dominanza dell'aroma di frutta a polpa bianca persiste, nel campione di vino analizzato, per circa 20s. L'aroma di mela e banana (frutta a polpa bianca) è essenzialmente legato a molecole di origine fermentativa e costituisce la «nota di testa» di un vino bianco. Esso viene percepito immediatamente nel momento in cui il vino viene introdotto nella cavità orale. Nel giro di una ventina di secondi tende ad attenuarsi svolgendo, tuttavia, un ruolo fondamentale nell'apprezzamento della qualità aromatica di un vino, in quanto «cattura» l'attenzione del degustatore. Per quanto concerne le note aromatiche di frutta esotica e floreale, il massimo della dominanza temporale della percezione sensoriale si manifesta, rispettivamente, intorno ai 15 e ai 26s. All'attenuazione delle note di frutta esotica corrisponde un incremento dell'aroma floreale con una durata di dominanza sensoriale che si prolunga fino a 35-40s. Gli aromi di frutta esotica e floreale risultano dominanti nella parte centrale del diagramma temporale della percezione. In particolare, la nota floreale, con la sua dominanza netta e prolungata, compresa tra 20 e 40s, esercita il ruolo di «nota di cuore», importante in quanto le molecole responsabili di tali note olfattive sono quelle maggiormente coinvolte nel riconoscimento sensoriale della varietà di uva di origine del vino bianco. Nelle curve di dominanza temporale del campione di vino bianco con prevalenza del carattere aromatico di frutta secca e legno, il massimo della dominanza temporale delle due distinte note aromatiche si verifica, rispettivamente, in corrispondenza di 24 e 32s. Le due tipologie di aroma sono risultate caratterizzate da un'elevata durata della dominanza temporale che si prolunga, in modo particolare, nella parte finale del diagramma di percezione. Tale comportamento, tende a inserire questi due aromi nella «nota di fondo» del vino, costituita dagli aromi più tenaci che conferiscono «profondità» alla qualità aromatica globale del vino.

CONCLUSIONI

I fattori che intervengono sull'espressione dell'aroma varietale sono molteplici e variabili dalle uve fino al vino imbottigliato e invecchiato.

Nelle uve la sintesi dei composti odorosi caratteristici della varietà e quindi responsabili dell'aroma varietale, è sotto controllo genetico, tuttavia le concentrazioni di tali molecole sono fortemente influenzate da fattori ambientali (esposizione, clima, terreno) da cui dipendono anche il grado di maturazione delle uve e il loro stato sanitario. Un aumento del grado di maturazione delle uve, fino ad arrivare alla surmaturazione, è positivamente correlato all'espressione dell'aroma varietale grazie all'aumento di terpeni liberi e legati, di carotenoidi, e a una maggiore estraibilità di aromi varietali dalle buccie. Un ulteriore fattore che influenza l'espressione dell'aroma varietale dell'uva è il suo stato sanitario: l'insorgere di malattie del grappolo determinando alterazioni fisiologiche causano una minore sintesi di aromi e favoriscono la produzione di molecole responsabili di difetti di odore, con conseguente diminuzione e/o mascheramento delle note aromatiche varietali.

L'ottenimento di vini con elevate caratteristiche di tipicità e complessità aromatiche è legato non solo alla qualità della materia prima, ma anche, e talvolta soprattutto, all'impiego di tecniche di vinificazione attraverso le quali sia possibile ottimizzare il contributo delle componenti aromatiche di fermentazione e varietale in funzione della tipologia di prodotto che si desidera ottenere. In tal senso, dati sperimentali hanno dimostrato che trattamenti di chiarifica prefermentativa troppo spinti, influiscono negativamente sul potenziale aromatico varietale del vino bianco, determinando una diminuzione della concentrazione dei terpeni liberi e quindi dell'aroma varietale espresso, e un contemporaneo abbattimento dei precursori d'aroma glicosidici che si traduce in un minore potenziale di invecchiamento del vino. Riguardo la vinificazione in rosso, risultati interessanti sono stati ottenuti sull'influenza delle modalità di conduzione della macerazione: trattamenti termici durante la macerazione provocano una diminuzione della concentrazione di alcuni composti volatili di fermentazione coinvolti nell'aroma del vino; alte temperature a inizio macerazione determinano un calo di glucosidi nel vino finito; trattamenti termici a fine macerazione producono vini con tenori maggiori di glucosidi. Ulteriori dati sperimentali, hanno dimostrato che non solo la fermentazione alcolica, ma anche la fermentazione malolattica è in grado di modificare le caratteristiche sensoriali del vino intervenendo sul processo d'idrolisi dei precursori d'aroma glicosilati, contribuendo così all'espressione del potenziale aromatico varietale. Una ulteriore interessante pratica per l'incremento del contributo della componente aromatica di fermentazione al profilo aromatico di insieme del vino, nonché per un migliore controllo dell'evoluzione della componente aromatica varietale nel corso dell'invecchiamento, è rappresentata dalla protezione antiossidante del mosto.

Alla luce di quanto detto, l'enologia varietale, intesa come sviluppo di pratiche viticole e di tecniche di vinificazione specifiche, assume una importanza diversa al variare delle uve a cui si riferisce: l'applicazione di pratiche specifiche su uve con spiccato carattere varietale, come Moscato, Cabernet, Merlot, ecc., non avrà una forte influenza sulla riconoscibilità dei corrispondenti vini, quanto piuttosto sulla loro qualità; diversamente, nel caso di uve neutre che non esprimono particolari note aromatiche, come tanti vitigni autoctoni italiani, lo sviluppo di specifiche tecniche di vinificazione rappresenta il mezzo per ottenere la massima espressione del potenziale aromatico e quindi la riconoscibilità del prodotto.

RIASSUNTO

I composti volatili responsabili delle caratteristiche aromatiche del vino sono numerosi e di diversa natura. Molti di essi, quelli quantitativamente più importanti, si originano nel corso della fermentazione alcolica. Tuttavia, le caratteristiche aromatiche dei vini e la loro specificità sensoriale sono spesso fortemente dipendenti da componenti volatili derivanti dall'uva. Questi composti odorosi vengono quindi generalmente definiti "varietali". Tra queste molecole ritroviamo terpeni, norisoprenoidi, pirazine, composti solforati, antranilati, fenoli e lattoni, notoriamente in grado di influenzare in maniera determinante l'odore del vino. Alcuni di essi sono presenti in larga parte sotto forma di precursori non odorosi e vengono rilasciati nel corso della vinificazione e/o dell'invecchiamento del vino, con conseguente aumento della complessità aromatica e del "carattere varietale".

Il successo commerciale di vini che esprimono una forte tipicità varietale e territoriale, rende di particolare interesse per la moderna tecnologia enologica, lo sviluppo di specifici processi di vinificazione in grado di ottimizzare la loro identità sensoriale.

ABSTRACT

Wine's aroma compounds belong to several chemical classes and most of them are produced during alcoholic fermentation. However, in most cases the aromatic typicality is due to compounds originating from grapes. These volatile compounds are called "varietal aromas". Among these compounds, the most important are terpenoids, norisoprenoids, pyrazines, sulphur compounds, phenols and lactones. These odour molecules importantly affect the wine olfactory characteristics. Some of them are also present as glycosilated aroma precursors. These compounds are hydrolyzed during different steps of the wine-making, with a consequent increase of wine aroma complexity. The modern oenology emphasizes all practices preserving and increasing the presence of these compounds in the final wine.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEN M.S., LACEY M.J. (1993): *Methoxypyrazine grape flavour: influence of climate, cultivar and viticulture*, «Die Wein-Wissenschaft», 48, pp. 211-213.
- BAYONOVE C., CORDONNIER R., DUBOIS P. (1975): *Etude d'une fraction caractéristique de l'arôme du raisin de la variété Cabernet Sauvignon: mise en évidence de la 3-isobutil-2-methoxypyrazine*, «CR Acad. Sci.» (Paris), 281, pp. 75-78.
- BOIDRON J.N., TORRES P. (1979): *Les arômes des muscats, étude analytique et dégustative*, «Bull. Techn. Pyrénées Orient.», 93, pp. 157-161.
- CHATONNET P., DUBOURDIEU D., BOIDRON J.N., PONS M. (1992): *The origin of ethyl-phenols in wines*, «J. Sci. Food Agric.», 60, pp. 165-178.
- CHEYNIER V., SOUQUET J.M. AND MOUTOUNET M. (1989): *Glutathione contenting glutathione to hydroxycinnamic acid ratio in Vitis vinifera grapes and usts*, «Am. J. Enol. Vitic.», 40 (4), pp. 320-324.
- CORDONNIER R., BAYONOVE C. (1974): *Mise en évidence dans la baie de raisin, variété Muscat d'Alexandrie, de monoterpènes liés révélables par une ou plusieurs enzymes du fruit*, «CR Acad. Sc. Paris», Série D, 278, pp. 3387-3390.
- CORDONNIER R. (1956): *Recherches sur l'aromatisation et le parfum des vins doux naturels et des vins de liqueur*, «Ann. Technol. Agr.», 5, pp. 75-110.
- DARRIET P., PONS M., LAMY S., DUBOUEARTHY D. (2000): *Identification and quantification of geosmin, an earthy odorant contaminating wines*, «J. Agric. Food Chem.», 48, pp. 4835-4838.
- DARRIET P., TOMINAGA T., DUBOURDIEU D. (1995): *Identification of a powerful aromatic component of Vitis vinifera L. var. Sauvignon wines: 4-mercapto-4methypentan-2-one*, «Flavour Fragrance J.», 10, pp. 385-392.
- DE LA PRESA OWENS C., SCHLICH P., WADA K., NOBLE AC. (1998): *Using sensory and instrumental data to interpret the effect of storage at elevated temperatures on aroma of Chardonnay wines*, «Annales New York Academy of Sciences», pp. 854-859.
- DUBOIS P., BRULE G., ILLIC L. (1971): *Etude des phénols volatils de deux vins rouges*, «Ann. Technol. Agric.», 20, pp. 131-139.
- ETIÉVANT P.X. (1991): *Wine. In Volatile compounds of food and beverages*, H. Maarse (Ed.), Drekker, New York, pp 483-556.
- FERNANDEZ M.R.S. (2003): *Factores que influyen en la calidad aromática de los vinos*, «Investigación y Ciencia», pp. 32-39.
- FERREIRA V. (2005): *Impact of yeast on the varietal aroma of wine*, in Atti "Yeast's contribution to the sensory profile of wine", La Rioja, Spagna, 27-28 Aprile, pp. 19-26.
- GENOVESE A., GAMBUTI A., PIOMBINO P., MOIO L. (2006): *Sensory properties and aroma compounds of sweet Fiano wine*, «Food Chemistry», 103, pp. 1228-1236.
- GUNATA Z. (1984): *Recherches sur la fraction liée de nature glycosidique de l'arôme du raisin: importance des terpénilglycosides, action des glicosidases*, Tesi di Dottorato, Università di Montpellier.
- HEYMAN H., NOBLE A.C., BOULTON R.B. (1986): *In Proceedings of the 27th OIV symposium*, Bratislava, 24-28 June, «J. Agric. Food Chem.», 34, p. 268.
- LA GUERCHE S. (2004): *Recherches sur les déviations organoleptiques des moûts et des vins associées au développement de pourritures sur les raisins – étude particulière de la géosmine*, Tesi di dottorato. Université Victor Segalen Bord eux 2.
- LA GUERCHE S. (2005a): *Origin of (-)-geosmin on grapes: on the complementary action of two fungi, Botrytis cinerea and Penicillium expansum*, Antonie Van Leeuwenhoek, Spus Presse.

- LA GUERCHE S. (2005b): *Etude: les défauts moisis terreux des vins: la géosmine identifiée comme principale responsable*, Grand Prix 2005 Academie Amorim.
- LAVIGNE-CREUGE V. AND BERTRAND A. (2005): *Rôle du glutathion sur l'évolution aromatique des vins blancs secs*, OIVV, CII-Techno 03, pp. 2005-20.
- MAGA J.A. (1989): In *Flavors and off-flavors*, Charalambous Ed., Elsevier, Amsterdam, p. 61.
- MOIO L., UGLIANO M., GAMBUTI A., GENOVESE A., PIOMBINO P. (2004): *Influence of different clarification treatments on the concentration of selected free varietal aroma compounds and glycoconjugates of Falanghina (Vitis vinifera L.) must and wine*, «Am. J. Enol. Vitic.», 51, pp. 7-12.
- MOIO L., UGLIANO M., GENOVESE A., GAMBUTI A., PESSINA R., PIOMBINO P. (2004): *Effect of antioxidant protection of must on volatile compounds and aroma shelf life of Falanghina (Vitis vinifera L.) wine*, «J. Agric. Food Chem.», 52, pp. 891-897.
- MOIO L. AND ETIEVANT P.X. (1995): *Ethyl antranilate, ethyl cinnamate, 2,3-dihydrocinnamate and methyl antranilate: four important odorants identified in Pinot Noir wines of Burgundy*, «American Journal of Enology and Viticulture», 46, pp. 392-398.
- MOIO L., DI MARZIO L., GENOVESE A., PIOMBINO P., SQUILLANTE E., CASTELLANO L., MERCURIO V. (2000): *I descrittori sensoriali ed i componenti volatili ad elevato impatto olfattivo dell'aroma del vino Fiano*, «Vignevini», 29, pp. 115-123.
- MOIO L., PESSINA R., SCHLICH P. (2006): *Dominanza temporale delle sensazioni del gusto e dell'aroma del vino*, «L'informatore Agrario», 14 (supplemento n. 1), pp. 32-36.
- PARK S.K., MORRISON J.C., ADAMS D.O., NOBLE A.C. (1991): *Distribution of free and glycosidically bound monoterpenes in skin and mesocarp of Muscat of Alexandria grapes during development*, «J. Agric. Food Chem.», 39, pp. 514-518.
- PESSINA R., PATRON C., PINEAU N., PIOMBINO P., MOIO L., SCHLICH P.: *Measuring temporality of sensations in wine*, «Food Qualità and Preference» (Submitted).
- PINEAU N., CORDELLE S., IMBERT A., ROGEAUX M., SCHLICH P. (2003): *Dominance temporelle des sensations. Codage et analyse d'un nouveau type de données sensorielles*, XXXVèmes Journées de Statistique, Lyon, 2-6 juin, pp. 777-780.
- PINEAU N., CORDELLE S., SCHLICH P. (2004): *Méthodes d'acquisition, de codage et d'analyse de profils sensoriels temporels*, 8èmes Journées Agro-Industries et Méthodes Statistiques, Rennes, 10-12 mars, pp. 87-93.
- RAPP A., MARAIS J. (1993): *The shelf life of wine: changes in aroma substances during storage and aging of white wines*, in *The shelf life of Foods and Beverages. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects*, G. Charalambous (Ed.) Elsevier Science Publisher, Amsterdam, The Netherlands, pp. 891-921.
- RAPP A., KNIPSER W., ENGEL L., ULLEMAYER H. & HEIMANN W. (1980): *[A typical aroma compounds in grapes and wines from interspecies hybrid vines. I. Strawberry note.] Fremdkomponenten im Aroma von Trauben und Weinen interspezifischer Rebsorten. I.* «Die Erdbeernote. Vitis.», 19, pp. 13-23.
- RAZUNGLES A. AND BAYONOVÉ C. (1996): In *la viticulture à l'aube du III^e millénaire*, «J. Int. Sci., Vigne Vin», J. Bouard et G. Guimberteau Ed., p. 85.
- RIBÉREAU-GAYON P., GLORIES Y., MAUJEAN A., DUBOURDIEU D. (1998): *Traité d'œnologie II - Chimie du vin - Stabilisation et traitements*, Dunod - Paris.
- SIMPSON R.F. AND MILLAR G.C. (1984): *Aroma composition of Chardonnay wine*, «Vitis», 23, pp. 143-158.
- SIMPSON R.F. (1978): *1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene: an important contributor to the bottle aged bouquet of wine*, «Chemistry and Industry», 1, p. 37.

- TOMINAGA T., PEYROT DES GACHONS C., DUBOURDIEU D. (1998): *A new type of flavor precursor in Vitis vinifera L. cv. Sauvignon blanc: S-cysteine conjugates*, «J. Agric. Food Chem.», 46, pp. 5215-5219.
- UGLIANO M., GAMBUTI A., GENOVESE A., PIOMBINO P., PESSINA R., MOIO L. (2004): *The effects of pomace contact and heat treatment during vinification on the concentration of Aglianico (Vitis vinifera L.) aroma compounds and glycoconjugates*, in Proceedings of the 28th OIV symposium. Wien, 4-9 July, pp. 2-30.
- UGLIANO M., GENOVESE A., MOIO L. (2003): *Hydrolysis of wine aroma precursors during malolactic fermentation with for commercial starter cultures of Oenococcus oeni*, «J. Agric. Food. Chem.», 51, pp. 5073-5078.
- UGLIANO M., MOIO L. (2004): *Hydrolysis of grape aroma precursors during malolactic fermentation*, in *Actualité oenologiques: proceedings of the 7th International symposium of enology of bordeaux*. Arcachon, 19-21 June. A. Lonvaud-Funel, G. De Revel, P. Darriet (Eds.) Tec & Doc Paris, pp. 203-206.
- WILLIAMS P.J., SEFTON M.A., FRANCIS I.L. (1992): *Glycosidic precursors of varietal grape and wine flavour*, in *Thermal and enzymatic conversions of precursors of flavour compounds*, ACS Symposium series No 490. American Chemical Society, Washington, DC.R. Teranishi, G. Takeoka, M. Guntert (Eds.), pp 74-86.
- WILSON B., STRASS C.R., WILLIAMS P.J. (1984): *Changes in free and glycosidically bound monoterpenes in developing Muscat grapes*, «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 32, pp. 919-924.

Innovazione vitivinicola e politiche per il settore vitivinicolo

I. MERCATO, VINI DI TERRITORIO ED ESIGENZE DI INNOVAZIONE

L'Italia è una protagonista nel mercato internazionale del vino. Nel 2013, con un'esportazione pari a 20 milioni di ettolitri, cui corrisponde un valore complessivo di 5 miliardi di euro, si qualifica infatti come primo esportatore mondiale in volume e secondo in valore, oltre che tra i primi produttori mondiali. Tuttavia, se si confronta il valore unitario delle esportazioni italiane, 2,5 euro per litro, con quello francese, che è quasi di 5,5 euro per litro, si comprende che nella composizione delle esportazioni italiane il peso dei vini di maggiore pregio è minore di quanto avvenga in Francia. D'altra parte, le stime disponibili, con riferimento al 2009, sul contributo dei diversi paesi produttori alla produzione e all'esportazione dei vini nelle diverse fasce di prezzo indicano che, per quanto riguarda i vini super premium¹, l'Italia contribuisce alla produzione mondiale di questi vini con una quota del 7%, preceduta dalla Francia con il 25% e dagli USA con il 17%; sull'esportazione di questi vini, invece, l'Italia pesa per il 15%, preceduta dalla Francia con il 55% (Anderson e Nelgen, 2011).

L'Italia deve certamente lavorare per mantenere la leadership dei vini di prezzo medio, ma al tempo stesso dovrebbe puntare ad accrescere anche la produzione dei vini di maggiore pregio, che potrebbero trovare spazio soprattutto nei mercati di esportazione in crescita, così da accrescere il valore unitario della produzione e, di conseguenza, la ricchezza prodotta e distribuita dalla filiera vitivinicola.

* *Dipartimento di Agraria, Sezione scienze della vite e del vino, Università di Napoli Federico II*

¹ Vini con prezzo franco cantina superiore a 7,5\$ per bottiglia 0,75 litri.

Per raggiungere questo obiettivo occorre fare in modo che quote maggiori di vino italiano raggiungano gli standard richiesti per ottenere prezzi più elevati. Rispetto a questi standard, studi autorevoli riconoscono che nei vini di maggiore pregio il pubblico ricerca un'autenticità le cui componenti sono la tradizione, la coerenza stilistica, il legame con un luogo specifico, l'eccellenza sensoriale e la sostenibilità (Beverland, 2006). Alcune di queste caratteristiche – tradizione, legame con un luogo specifico, sostenibilità – sono esibite in modo esemplare dai vini di territorio che, pertanto, possono essere lo strumento principale per la crescita in valore dell'offerta italiana. Ai requisiti posseduti, si può dire intrinsecamente, dai vini di territorio è necessario tuttavia affiancare la coerenza stilistica e l'eccellenza sensoriale, la cui acquisizione da parte di un numero sempre più ampio di produttori, richiede un'innovazione accelerata nell'organizzazione aziendale, nei processi viticoli ed enologici, nel materiale vegetale, superando le difficoltà che questo comporta (Vagnozzi, 2013). I concorrenti internazionali lo stanno facendo ed è necessario agire rapidamente, cercando di trarre tutti i benefici possibili dalle opportunità che la nuova politica agricola comunitaria (PAC) e la nuova politica europea per la ricerca stanno mettendo a disposizione.

2. INNOVAZIONE E NUOVA PAC

La nuova PAC, certamente, pone molta enfasi sui temi dell'innovazione, sia nella sua componente nota come *primo pilastro*, ossia le politiche di mercato, sia nella componente nota come *secondo pilastro*, ossia le politiche di sviluppo rurale. Per quanto riguarda il vino, infatti, il Regolamento 1308/2013 che disciplina l'organizzazione comune di mercato (OCM) unica per il periodo 2014-2020, dispone che nell'ambito del piano di sostegno che ogni Stato membro produttore di vino deve redigere a vantaggio del comparto vitivinicolo possa prevedere la possibilità di finanziare investimenti per l'innovazione².

Altre maggiori opportunità per l'innovazione, tuttavia, sono offerte dal Regolamento 1305/2013, che definisce le politiche di sviluppo rurale per il periodo 2014-2020. Infatti tra le priorità che devono guidare l'utilizzazione dei fondi destinati allo sviluppo rurale, in modo che si possa generare anche

² Reg. (CE) 1308/2013, Articolo 51 – Innovazione nel settore vitivinicolo: può essere concesso un sostegno per gli investimenti materiali o immateriali destinati allo sviluppo di nuovi prodotti, trattamenti e tecnologie riguardanti i prodotti di cui all'allegato VI, parte II.

1.	Promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali.
2.	Potenziare in tutte le regioni la redditività delle aziende agricole e la competitività dell'agricoltura in tutte le sue forme e promuovere tecnologie innovative per le aziende agricole e la gestione sostenibile delle foreste.
3.	Promuovere l'organizzazione della filiera alimentare, comprese la trasformazione e la commercializzazione dei prodotti agricoli, il benessere degli animali e la gestione dei rischi nel settore agricolo.
4.	Preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi connessi all'agricoltura e alla silvicoltura.
5.	Incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale.
6.	Adoperarsi per l'inclusione sociale, la riduzione della povertà e lo sviluppo economico nelle zone rurali.

Tab. 1 *Priorità per le azioni di sviluppo rurale per il periodo 2014-2020. Fonte: Reg. (CE) 1305/2023*

nelle aree rurali una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva (strategia Europa 2020), è possibile individuare due priorità direttamente connesse con i processi di innovazione (tab. 1): la priorità 1, che orienta verso la promozione del trasferimento di conoscenze e dell'innovazione nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali; la priorità 2 che orienta verso il potenziamento della redditività e della competitività attraverso l'utilizzazione di tecnologie innovative da parte degli operatori agricoli.

La definizione di due distinte priorità in materia di innovazione esplicita l'intenzione della politica di sviluppo rurale di raggiungere l'obiettivo dell'intensificazione dei processi di innovazione utilizzando due piani di azione, uno tattico e uno strategico.

Sul piano tattico, l'accesso degli operatori alle misure di finanziamento nell'ambito dei programmi di sviluppo rurale emanati dalle regioni risulta subordinato in molteplici circostanze alla programmazione di iniziative a carattere innovativo. Il riferimento all'innovazione, infatti, è esplicito negli articoli 15, 17, 27 e 35 che disciplinano le misure sulle quali si dovranno articolare i programmi di sviluppo rurale che saranno emanati in Italia dalle regioni.

Sul piano strategico, invece, il Regolamento prefigura un insieme di disposizioni finalizzato a far sviluppare nel settore agricolo, quindi anche in quello vitivinicolo, un meccanismo di generazione di innovazioni basato su un nuovo paradigma che ci si attende possa rendere più efficaci i processi di generazione e adozione delle innovazioni.

La politica di sviluppo rurale, facendo propria l'analisi più generale dei processi di innovazione avvenuta nell'Unione Europea, così come sintetizzata nella comunicazione della Commissione Europea "Unione per l'innovazione" pubblicata nel 2010, ha introdotto nel nuovo Regolamento un insieme di

norme finalizzato a favorire il consolidamento di un sistema di innovazione in agricoltura non più ispirato al paradigma tradizionale *science based*, dove l'innovazione si produce in forza di un processo lineare di tipo *top-down*, nel quale l'attività di ricerca pura "spontaneamente" genera a valle la produzione e adozione di innovazioni, senza alcuna interazione intenzionale tra chi produce ricerca, chi produce innovazione e chi adotta le innovazioni (Commissione Europea, 2010; Esposti, 2013).

La nuova politica per lo sviluppo rurale, infatti, intende orientare il sistema dell'innovazione in agricoltura secondo il nuovo paradigma degli *innovation network*, che si basano sull'interazione tra mondo della ricerca, produttori e singoli individui, come cittadini e consumatori. La nuova politica di sviluppo rurale, in particolare, intende favorire lo sviluppo di *innovation network* orientati verso le tematiche tipiche dell'innovazione in agricoltura, ossia la sicurezza alimentare (nei suoi due aspetti di *food safety* e *food security*) e la qualità alimentare, ma attenti anche verso l'adozione nel sistema agricolo e alimentare di quelle che vengono definite come tecnologie multiuso o abilitanti (*general purpose/enabling technologies*), ossia le ITC, la microelettronica, le nanotecnologie e le biotecnologie.

In questa prospettiva si colloca il sostegno al Partenariato Europeo per l'Innovazione "Produttività e Sostenibilità dell'Agricoltura" (Pei-Agri) (*European Innovation Partnership for agricultural productivity and sustainability: EIP-A*) previsto dal Reg. (CE) 1305/2013 (Titolo VI, PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura), che diventa, quindi, un elemento caratterizzante e innovativo della nuova politica di sviluppo rurale.

Il PEI-Agri fu approvato nel giugno del 2012 a conclusione del Consiglio agricoltura e pesca con la missione di promuovere un settore agricolo e forestale europeo competitivo e sostenibile, in grado di "ottenere di più con meno" prevedendo interventi sulla produzione primaria e sulla catena dell'offerta (Materia, 2013). Anche per l'agricoltura, infatti, come avvenuto in altri ambiti, si era deciso di ricorrere al modello organizzativo del partenariato europeo per l'innovazione che era stato presentato nella Comunicazione "Unione per l'innovazione", quale strumento per favorire i processi di innovazione creando occasioni di raccordo e coordinamento tra diverse politiche e iniziative nelle quali diventino possibili nuove modalità di cooperazione tra partner appartenenti ad ambiti politici, settori e paesi diversi per costruire ponti tra la scienza e l'applicazione concreta di soluzioni innovative (Commissione Europea, 2010; Materia, 2013).

Il Reg. (CE) 1305/2013 sostiene lo sviluppo del PEI-Agri favorendo con un supporto finanziario la costituzione di *gruppi operativi* formati da ricerca-

1.	Help desk e informazione agli interessati sul PEI.
2.	Incoraggiare la formazione di gruppi operativi e informare riguardo alle opportunità offerte dalle politiche dell'Unione.
3.	Favorire lo sviluppo di iniziative di poli e di progetti pilota e di dimostrazione.
4.	Raccogliere e diffondere informazioni nell'ambito di competenza del PEI, compresi i risultati della ricerca e le nuove tecnologie in materia d'innovazione e scambio di conoscenze e scambi con paesi terzi nel settore dell'innovazione.

Tab. 2 *Funzioni del Partenariato europeo dell'innovazione agricolo (PEI-Agri). Fonte: Reg. (CE) 1305/2023*

tori, produttori e altri stakeholder che dovrebbero diventare i nodi dell'*Innovation Network* che si vuole costituire.

Più in dettaglio, il PEI-Agri ha la finalità di favorire gli scambi di esperienze e di buone pratiche e di far dialogare agricoltori e ricerca, coinvolgendo tutti i portatori d'interesse al processo di scambio delle conoscenze. Queste finalità si dovrebbero raggiungere attraverso attività di informazione, anche attraverso iniziative concrete di sviluppo delle innovazioni basate su diverse forme di collaborazione, che vanno molto oltre quelle previste dalla politica di sviluppo rurale precedente (tab. 2). Oltre ai già citati gruppi operativi, sono previste forme di aggregazione del tipo poli, progetti pilota e progetti di dimostrazione.

I poli e i progetti pilota e di dimostrazione possono avere diversi ambiti specifici di azione, che spaziano dalle innovazioni sui processi produttivi, a quelle sulla qualità dei prodotti o sulla sostenibilità e sicurezza alimentare.

Il PEI-Agri rappresenta dunque un obiettivo molto ambizioso della politica agricola del prossimo futuro il cui sviluppo, con ogni evidenza, richiederà notevoli risorse finanziarie. Da questo punto di vista, tuttavia, è previsto una duplice forma di finanziamento. Al sostegno del PEI-Agri, infatti, è previsto che concorrano la dotazione finanziaria della politica di sviluppo rurale e quella della politica della ricerca (8° Programma quadro della ricerca scientifica e tecnologica dell'UE). Sotto questo profilo il modello PEI-Agri rappresenta un ponte tra politiche settoriali (PAC) e politiche orizzontali per la ricerca e l'innovazione.

Certamente le politiche di sviluppo rurale definiscono un quadro nel quale anche la filiera vitivinicola potrebbe, in linea di principio, trovare lo spazio per iniziative per l'innovazione di ampio respiro. D'altro canto, però, in Italia la delega delle decisioni in materia di sviluppo rurale alle regioni determina una frammentazione degli spazi decisionali nel quale potrebbe non essere facile lo sviluppo delle vaste reti che l'orientamento della politica auspica.

In questa situazione il Ministero per le politiche agricole, alimentari e

forestali (MiPAAF) ha avviato la redazione di un Piano Strategico per l'Innovazione e la Ricerca (PSIR), nato dalla collaborazione tra soggetti diversi, che vorrebbe orientare in una prospettiva di coordinamento l'applicazione delle misure sulla ricerca e l'innovazione dei PSR delle singole regioni e favorire, quindi, la costituzione dei Gruppi Operativi che andranno a formare la rete PEI-Agri. Il PSIR dovrebbe, inoltre, orientare le posizioni nazionali in materia di innovazione e ricerca agricola nei contesti esterni alla politica di sviluppo rurale.

Ciò che è di fronte alla filiera vitivinicola in termini di opportunità di innovazione (per le singole aziende o per la filiera nel suo insieme) è, dunque, uno scenario complesso che richiede ai soggetti interessati di cogliere queste opportunità con un efficace inserimento nell'*innovation network* rappresentato dalla rete PEI-Agri. A questo fine sarà necessario sviluppare idonee capacità di relazione e costruire in questo network, quindi nei gruppi operativi che lo compongono, uno spazio adeguato e funzionale per il vino, trovando eventualmente originali sinergie con altri settori produttivi.

3. ORIZZONTE 2020 E LE OPPORTUNITÀ PER LA RICERCA

La nuova configurazione della politica per l'innovazione definisce, quindi, interessanti opportunità anche per la filiera vitivinicola, che dovranno essere colte con un'accorta strategia a livello nazionale. La partita della ricerca, che comunque è cosa diversa dall'innovazione e tuttora necessaria, anche se non sufficiente per generare innovazione, dovrà però giocarsi principalmente nell'arena europea. Le fonti nazionali per la ricerca agricola, in passato anche abbastanza ricche, sono infatti esaurite e i fondi MIUR fortemente contesi e certamente insufficienti.

La filiera vitivinicola dovrà quindi guardare con attenzione alla nuova politica della ricerca dell'Unione che sta prendendo avvio secondo le linee del programma Orizzonte 2020 (Reg. (CE) 1291/2013). Questo programma ha riunito all'interno di una cornice unitaria tutte le singole iniziative a sostegno della ricerca, riservando un'attenzione specifica alla ricerca più funzionale all'innovazione, avendo come obiettivo il tradurre il progresso scientifico in prodotti e servizi innovativi, nonché in opportunità imprenditoriali e nel miglioramento della vita dei cittadini. Il programma prevede tre pilastri destinati a erogare fondi a persone o strutture di ricerca, a finanziare progetti di ricerca promossi in ambito industriale e finalizzati ad accrescere la competitività delle imprese europee e a finanziare progetti di ricerca sviluppati in

Pilastri del sostegno alla ricerca: <ul style="list-style-type: none"> – Eccellenza scientifica. – Leadership industriale. – Sfide della società.
Attività orizzontali: <ul style="list-style-type: none"> – Diffondere l'eccellenza e ampliare la partecipazione. – Scienza con e per la Società. – Azioni dirette non nucleari del Centro Comune di Ricerca. – Istituto europeo d'innovazione e tecnologia (IET).

Tab. 3 *Struttura generale del programma Orizzonte 2020. Fonte: Reg. (CE) 1291/2013*

ambito accademico finalizzati a affrontare temi di particolare rilievo sociale. Questi tre pilastri sono sostenuti, poi, da quattro azioni orizzontali di accompagnamento (tab. 3).

La nuova politica della ricerca dell'UE è nata con l'ambizione di caratterizzarsi rispetto al passato per una drastica riduzione delle formalità burocratiche e, quindi, per una semplificazione delle norme e delle procedure, così da attirare più ricercatori di punta e una gamma più ampia di imprese innovative. Esplicitamente ci si è posti l'obiettivo di impiegare solo 100 giorni per completare gli iter di valutazione e approvazione delle domande e erogazione dei finanziamenti.

L'accesso ai fondi dell'UE resterà comunque complesso, per l'inevitabile laboriosità della preparazione delle domande in termini di contenuti da sviluppare e di reti da costruire e perché la competizione sarà intensa. Tuttavia, l'attenzione che Orizzonte 2020 pone anche alla ricerca direttamente tramutabile in innovazione premierà comunque le situazioni nelle quali le relazioni tra sistema della ricerca e mondo produttivo saranno più mature.

Certamente per trarre vantaggio dalle opportunità di Orizzonte 2020 sarà necessario un approccio strategico. In questa prospettiva, in primo luogo risulta necessario procedere alla formazione di reti nazionali tra centri di ricerca e organizzazioni di produttori, che contemplino anche la collaborazione tra settori diversi, che si colleghino a loro volta con le reti di altri paesi. Oltre a ciò occorre approfondire la conoscenza dei diversi regolamenti e documenti di indirizzo rilevanti e sviluppare relazioni con una molteplicità di agenzie: dai punti nazionali di contatto (National contact point, NCP) agli organismi che presiedono o influenzano la *governance* della politica per innovazione e ricerca dell'Unione. Tra questi si individuano prima di tutto la direzione della Commissione europea per la ricerca e l'innovazione (DG RTD) e il Centro comune di ricerca (JRC), ma di sicuro rilievo sono anche le direzioni dell'agricoltura (DG AGRI), dell'impresa e industria (DG ENTR), dei consuma-

tori (DG SANCO) e diversi comitati vari, a partire dal Comitato permanente per la ricerca in agricoltura (Scar) e il Gruppo collaborativo sui sistemi della conoscenza e dell'innovazione in agricoltura (Akis Cwg). Sul piano relazionale sarà inoltre necessario sviluppare i contatti con gli uffici italiani presso l'UE. Sul piano operativo, invece, sarà necessario dotarsi di adeguate capacità di *project management*, e in questo le Università dovrebbero essere supportate dalle organizzazioni dei produttori vitivinicoli. In sostanza, la filiera vitivinicola allargata, ossia i produttori, le istituzioni competenti, il mondo della ricerca e i fornitori, dovrà nel suo insieme dotarsi delle capacità e competenze necessarie per muoversi in uno scenario complesso. Certamente a questo fine le esperienze che si matureranno nel PEI-Agri saranno estremamente utili.

Tuttavia, per l'accesso ai fondi di Orizzonte 2020 sarà necessario collegare le reti nazionali con quelle di altri Stati membri dell'UE in una logica di *coopetition*, ossia di cooperazione nella competizione, coinvolgendo anche in questo ambito internazionale ricercatori e imprese di altri settori produttivi.

Certamente la filiera vitivinicola potrà ricercare opportunità di finanziamento alla ricerca nel terzo pilastro di Orizzonte 2020, ossia quello delle sfide sociali che vede protagonista il sistema della ricerca, su tematiche specifiche come la limitazione dell'uso di coadiuvanti e additivi critici per la salute umana o l'ambiente o del miglioramento genetico in funzione di una maggiore resilienza delle colture. Forse con maggiore facilità, tuttavia, sarà possibile accedere ai finanziamenti relativi al secondo pilastro, Leadership industriale, che vedono nel sistema delle imprese il soggetto proponente e coordinatore.

4. ORIZZONTE 2020 E IL PARTENARIATO PER L'INNOVAZIONE

Orizzonte 2020 offre, tuttavia, non solo un supporto alla ricerca in senso stretto ma anche, come già accennato, un supporto ai PEI e, quindi, anche al PEI-Agri attraverso due strumenti di nuova natura: i progetti multi-attore e le reti tematiche (Commissione Europea, 2011; Materia, 2013).

I *progetti multi-attore* hanno l'obiettivo di garantire e facilitare le interazioni necessarie tra ricercatori, imprese, agricoltori, produttori, consulenti e utilizzatori finali per affrontarne le esigenze, i problemi e le opportunità attraverso la co-creazione di soluzioni innovative e la comproprietà dei risultati prodotti. Tutto ciò nell'ambito di forme organizzative dell'aggregazione aperte a tutti gli attori chiave, garantendo complementarità tra la conoscenza scientifica e quella pratica, perché i risultati possano essere ampiamente utilizzati.

Le *reti tematiche*, invece, sono reti finalizzate a mettere in relazione tutti gli attori coinvolti su specifiche aree tematiche per fare il punto sulle conoscenze scientifiche e pratiche esistenti. L'obiettivo delle reti tematiche è duplice: mappare, sintetizzare e presentare i risultati di ricerca pronti per essere adottati ma non ancora messi alla prova nel mondo operativo e, parallelamente, favorire la circolazione di queste informazioni e identificare le esigenze di ricerca e di innovazione ancora in essere.

5. IMPLICAZIONI PER RICERCATORI E PRODUTTORI

Quanto illustrato in precedenza mostra chiaramente che la politica europea, nella sua componente settoriale (PAC) e in quella orizzontale della ricerca (Orizzonte 2020), definisce un quadro nel quale si presentano numerose opportunità per sviluppare quella ricerca e quell'innovazione che sono necessarie per garantire nel medio-lungo termine lo sviluppo del vantaggio competitivo dell'offerta vitivinicola italiana e, in particolare, della componente di maggiore pregio, che può avvantaggiarsi di un legame con il territorio che è stato costantemente coltivato negli ultimi decenni.

Certamente singole aziende e piccoli gruppi di aziende in cooperazione potranno avvantaggiarsi delle misure per l'innovazione inserite nel piano di sostegno che deriva dall'OCM (Reg. (CE) 1308/2013) e nei programmi di sviluppo rurale definiti dalle singole regioni; una produzione più importante di innovazioni e di ricerca potrà però venire da progetti di più ampio respiro sviluppati nell'ambito del PEI-Agri e del programma per la ricerca Orizzonte 2020 e promossi da reti vaste. Si può rilevare che la filiera vitivinicola si sta già muovendo perché questo sia possibile, sviluppando un programma nazionale per la ricerca e l'innovazione per il quale cercare poi le fonti di finanziamento (Zonin, 2014). Si è avviata, quindi, certamente un'iniziativa intelligente e lungimirante, poiché le probabilità di successo nell'accesso ai fondi aumenta quando i singoli progetti di innovazione e ricerca per i quali si cerca un finanziamento si originano da una programmazione basata su un'analisi attenta delle esigenze del settore. Certamente sarà importante far maturare costantemente detto programma, perfezionandolo nella direzione della focalizzazione delle esigenze dei diversi tipi di vino che compongono la produzione italiana. In questo modo sarà possibile individuare le esigenze specifiche della produzione dei vini che vogliono proporsi al pubblico come "di territorio", esigenze che riguarderanno la produzione dell'uva, la trasformazione e l'affinamento e la distribuzione, la coerenza della produzione con i principi dello sviluppo

sostenibile. Dal canto loro i ricercatori interessati al sistema vitivinicolo dovranno essere disponibili a trovare le opportune forme di integrazione con gli attori della produzione e, quando necessario, con le amministrazioni, sia nelle attività progettuali, sia nello svolgimento delle attività di ricerca e di sviluppo delle innovazioni.

RINGRAZIAMENTI

L'autore desidera ringraziare il dr. Francesco Bongiovanni, dirigente Ufficio Ricerca e Sperimentazione Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, e la dott.ssa Anna Vagnozzi dell'INEA per le preziose informazioni che hanno fornito nel corso della preparazione del lavoro. La responsabilità di quanto scritto rimane comunque dell'autore.

RIASSUNTO

Il comparto vitivinicolo italiano è uno dei più importanti del mondo: primo esportatore in volume e secondo in valore. Ora l'obiettivo dei produttori italiani deve essere l'incremento del valore unitario delle esportazioni. A questo dovranno essere introdotte importanti innovazioni, soprattutto per quanto riguarda i vini di territorio, che possono riscuotere un interesse crescente nei mercati. È necessario pertanto cogliere le opportunità che vengono dall'UE. La politica agricola comune e la politica per la ricerca offrono una gamma ampia di misure di supporto per la ricerca applicata e per l'adozione e diffusione delle innovazioni. Le maggiori opportunità sono offerte alle reti di ricercatori e imprese. Pertanto, per avere successo nella competizione sulle risorse disponibili, è necessario essere capaci di integrare produttori e ricercatori nell'individuazione delle esigenze di ricerca e innovazione e nello sviluppo di solidi progetti di ricerca e programmi per la sperimentazione e diffusione di innovazioni.

ABSTRACT

The Italian wine industry is one of the largest in the world. Italy is the first exporter in volume and the second in value, following France. The core objective of Italian producers should now be to change the export mix, enlarging the share of premium and super premium wines. To reach such goal the Italian wine industry needs to apply more innovation in products, processes and supply chain management, specially *to terroir* wines. To support this effort it is necessary to grab the opportunities that the EU policy is offering. Indeed, the new common agricultural policy (common market organization and rural development policy) has innovation among its priorities and the horizontal policy for research (Horizon 2020) offers a wide array of support measures for applied research that

fosters innovation. The largest opportunities to receive financial support are available for the network of producers and researches; therefore it is crucial to be successful in the competition for resources to be effective in integrating producers and research institutions efforts in focusing the research and innovation needs and in developing consistent research projects and innovation activities (test and diffusion).

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON K., NELGEN S. (2011): *Global Wine Markets, 1961 to 2009: A Statistical Compendium*, The University of Adelaide Press, Adelaide.
- BEVERLAND M. (2006): *The 'real thing': Branding authenticity in the luxury wine trade*, «Journal of Business Research», 59, pp. 251-258.
- COMMISSIONE EUROPEA (2010): *Iniziativa faro Europa 2020 "L'Unione dell'innovazione"*, Com(2010) 546.
- COMMISSIONE EUROPEA (2011): *Comunicazione sul Programma quadro di ricerca e innovazione "Orizzonte 2020"*, Com(2011) 808.
- ESPOSTI R. (2013): *Conoscenza, tecnologia e innovazione per un'agricoltura sostenibile: lezioni dal passato, paradossi del presente e sfide per il futuro*, «AgriregioniEuropa», IX, 32.
- MATERIA V.C. (2013): *Partenariato Europeo per l'Innovazione "Produttività e Sostenibilità in Agricoltura": a che punto siamo?*, «Agriregionieuropa», IX, 35.
- VAGNOZZI A. (2013): *L'innovazione in agricoltura: come si genera e come si diffonde l'innovazione*, «RRN Magazine», 7.
- ZONIN D. (2014): *Un'associazione sempre più forte nell'interesse di tutto il settore*, «Corriere Vinicolo», 10.