

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E
AMBIENTE**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE
ALIMENTARI**

IL PROSECCO: RUOLO DEL *TERROIR* NELLA DEFINIZIONE DELLA QUALITÀ

**PROSECCO: THE ROLE OF *TERROIR* IN THE DEFINITION OF QUALITY
ATTRIBUTES**

Relatore: Dott. BENEDETTO RUPERTI

Correlatore: Dott. DIEGO TOMASI

Laureanda: ROBERTA LUCCI

Matricola n. 1013902

ANNO ACCADEMICO 2012-2013

INDICE

Riassunto	1
Abstract	3
Capitolo 1	5
Premessa e scopo del lavoro	5
1.1 Gli aromi varietali	8
- 1.1.1 I terpeni	10
- 1.1.2 I norisoprenoidi	12
- 1.1.3 Le metossipirazine	16
- 1.1.4 I composti solforati	18
- 1.1.5 I benzenoidi	21
1.2 Gli aromi erbacei e la via delle lipossigenasi	22
Capitolo 2	25
La storia e le aree di produzione del Prosecco	25
2.1 La storia del Prosecco e gli aspetti economici	25
2.2 L'area di produzione del Prosecco	28
2.3 Il significato di <i>terroir</i>	31
Capitolo 3	33
Il concetto di zonazione viticola e il pedoclima del territorio del Prosecco	33
3.1 Scopo della zonazione viticola e l'importanza del suolo	33
3.2 La cartografia dei suoli e le fasi successive della zonazione	36
3.3 Il pedoclima del territorio del Prosecco	39

Capitolo 4	42
La Glera e la relazione dei composti aromatici con le tecniche colturali ed il pedoclima	42
4.1 La Glera	42
- 4.1.1 Caratterizzazione aromatica della Glera e la correlazione degli aromi con le tecniche colturali	46
- 4.1.2 La qualità aromatica della Glera in relazione alle condizioni climatiche	50
- 4.1.3 La qualità aromatica della Glera in relazione al suolo	54
Conclusioni	59
Bibliografia	61
Ringraziamenti	69

RIASSUNTO

Il Prosecco è uno dei vini italiani più conosciuti e apprezzati in quasi tutto il mondo e questo lo rende oggi uno dei pilastri più saldi dell'economia del nostro Paese.

È facile spiegare perché il Prosecco sia amato da un ampio ventaglio di consumatori: i suoi caratteri unici, legati alla sua eleganza e leggerezza, gli donano gradevolezza e bevibilità, conquistando ogni fascia di età.

Tutte queste caratteristiche sono dovute all'interazione di un insieme di fattori perfettamente amalgamati fra loro: il paesaggio, il clima, il suolo, il vigneto, la storia e l'opera dell'uomo, che insieme vanno sotto il nome di "*terroir*".

Generalmente quando si parla di qualità di un vino, si fa riferimento essenzialmente alle componenti aromatiche, perché se un vino venisse spogliato della sua grazia olfattiva non susciterebbe più alcun tipo di interesse da parte del consumatore.

Nel Prosecco a giocare un ruolo fondamentale nella determinazione qualitativa è sicuramente l'uva di partenza, in quanto gli aromi principali presenti in questo vino sono quelli varietali, cioè quegli aromi che si originano direttamente dalle vie biosintetiche dell'uva ed il cui contenuto è strettamente associato al *terroir*.

In questo lavoro di tesi si è voluto fare il punto della situazione delle conoscenze acquisite fino ad oggi sull'importanza del *terroir* nella definizione delle componenti aromatiche della Glera, il vitigno semiaromatico da cui si origina il Prosecco. In tale contesto si è voluto quindi sottolineare il grande valore della zonazione, lo strumento

prezioso che consente di valutare le potenzialità viticole-enologiche di un determinato territorio in relazione alle diverse componenti del *terroir*.

Le relazioni evidenziate tra le sostanze aromatiche dell'uva Glera (monoterpeni, benzenoidi e norisoprenoidi), le tecniche colturali e il pedoclima del territorio del Prosecco, riportate in sintesi in questo lavoro di tesi, fanno principalmente riferimento agli studi di zonazione (1997-1999 e 2002-2006) condotti dal CRA (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura) di Conegliano sulla zona DOCG di Conegliano-Valdobbiadene.

ABSTRACT

Prosecco is one of the most renowned Italian wines almost all over the world and this makes it today, one of the firmest pillars of the economy of our Country.

It's easy to explain why Prosecco is loved everywhere by a wide range of consumers: its unique and unmistakable character linked to its elegance and lightness, give it an easy to drink pleasantness, winning every age group.

All these features, are due to a combination of perfectly interacting factors: the landscape, the climate, the soil, the vineyard, the history and the work of man, which together go under the name of "*terroir*".

Generally when it comes to quality of a wine, one refers essentially to the aromatic components, because if a wine was deprived of his olfactory pleasantness, it would become a drink without any interest.

In Prosecco, the grape definitely plays a key role in qualitative determination, as the main aromas in this wine are the varietal aromas, in other words those aromas which originate directly from the biosynthetic pathways of the grapes and the content of which is closely associated with the *terroir*.

This thesis work is aimed at reviewing current knowledge on the importance of *terroir* in the definition of the aromatic components of Glera, the semi-aromatic grape it from which Prosecco is made. It is also pointed out the concept of zonation, being the tool that

allows us to better understand how the different factors related to the *terroir*, contribute to the formation of the qualitative characteristics of wine-grape production.

In fact, the correlations between typical aromatic substances of Glera grapes (monoterpenes, benzenoid and norisoprenoids) with the cultivation techniques, the soil and climate of the territory of Prosecco, reported in this thesis, are the result of the studies on zonation (1997-1999 and 2002-2006) conducted by CRA (Council for Research and Experimentation in Agriculture) on the area of Conegliano DOCG Conegliano-Valdobbiadene.

Capitolo 1

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Aroma floreale e fruttato, sapore fresco, leggero e brioso: il Prosecco è il vino simbolo del bere semplice, ma raffinato che si identifica con l'inconfondibile stile di vita *made in Italy*. Questo eccellente risultato enologico nasce dalla perfetta interazione tra clima, suolo e vitigno, sono infatti questi tre fattori ad originare insieme i caratteri unici ed inconfondibili di questo vino.

Viene meno così la teoria che attribuisce al vitigno il maggior peso nel determinare il risultato qualitativo, mentre viene data sempre più importanza al contesto pedoclimatico che ha dato origine all'uva (Tomasi et al., 2006).

La qualità del Prosecco è legata molto al *terroir* (territorio) da cui prende origine: i fattori climatici, pedologici e le tecniche colturali adottate, modulano in maniera determinante il profilo aromatico dell'uva di partenza. Diventa così di fondamentale importanza, approfondire le conoscenze sulle condizioni pedoclimatiche delle aree viticole del Prosecco e verificare la reale espressione qualitativa del vitigno ivi coltivato, per poi capire quali sono le condizioni che meglio avvalorano l'ambiente e la varietà in esso presente (Tomasi et al., 2006).

Generalmente, gli studi sui *terroir* viticoli, vengono effettuati tramite l'applicazione della metodologia della "zonazione vitivinicola", in cui prima si identifica e si suddivide l'area di studio in unità di paesaggio in base all'omogeneità dei fattori pedoclimatici, e poi si

analizzano le relazioni esistenti tra il vitigno e le condizioni pedoclimatiche (Tomasi, 2006).

Non a caso, quello del Prosecco è uno dei più completi studi di zonazione mai realizzato in Italia. Lo studio della zona DOCG di Conegliano-Valdobbiadene, durato ben 10 anni, condotto dal CRA di Conegliano con il sostegno del Consorzio Tutela Conegliano Valdobbiadene e Veneto Agricoltura, ha messo in evidenza l'importanza del legame tra il territorio e il vitigno storicamente legato ad esso, dimostrando ampiamente come il *terroir* ove la vite viene coltivata, produce delle differenze significative in termini di espressione quali-quantitativa delle uve.

Il ruolo del *terroir* è particolarmente importante nel caso del Prosecco poiché gli aromi, le sostanze che danno “il genio del vino” sono prevalentemente quelli di origine varietale, legati all'ecosistema viticolo. La Glera, vitigno base per la produzione del Prosecco, viene infatti definito “semiaromatico” a dimostrazione del fatto che i composti aromatici sintetizzati nelle uve sono gli stessi riscontrati successivamente nel vino. È quindi di fondamentale importanza partire da uve di qualità.

La qualità del vino deriva così dal frutto di partenza, dalla combinazione dei fattori genetici, varietali, dall'interazione vitigno-ambiente e dalle tecniche colturali adottate.

In generale, va tuttavia rilevato che la concentrazione e la qualità degli aromi delle bacche, è legata anche al grado di maturazione delle uve e quindi al tenore zuccherino, infatti certi aromi non si accumulano nelle bacche se non a gradazioni zuccherine superiori a 15°Brix (Fregoni, 1998). Anche il clima gioca un ruolo significativo nella

qualità delle uve. L'ampiezza degli sbalzi termici giornalieri ad esempio, è correlata positivamente al deposito degli zuccheri nelle bacche e quindi anche a quello degli aromi. I grandi vini dunque, valgono e sono tali, per il loro aroma e nel Prosecco sono i costituenti aromatici varietali a garantire i caratteri distintivi e di qualità, i quali sono più correlati alle pratiche viticole e al *terroir*. Se nel genotipo si trovano codificate le potenzialità di un vitigno, è il *terroir* la componente unica e non trasferibile, a modularne la risposta e a determinare il livello di espressione di tale potenziale.

Lo scopo del presente lavoro di tesi è stato quello di fare un compendio di quanto è stato fino ad oggi acquisito sull'importanza del *terroir* nella definizione delle componenti aromatiche del vitigno Glera.

Ciò è stato fatto cercando di mettere in evidenza, anche il nuovo contesto in cui si collocano le recenti acquisizioni scientifiche sui processi di sintesi degli aromi.

L'attenzione si è concentrata oltre che sul concetto di *terroir*, sulla zonazione viticola essendo quest'ultima, lo strumento che meglio consente di comprendere in che modo i diversi fattori legati al *terroir* concorrono alla formazione dei caratteri qualitativi della produzione viticola-enologica.

Le relazioni esistenti tra i composti aromatici delle uve Glera (monoterpeni, benzenoidi e norisoprenoidi) con le tecniche colturali e il pedoclima del territorio del Prosecco, sono state trattate facendo ampio riferimento ai lavori di zonazione (1997-1999 e 2002-2006) condotti dal CRA di Conegliano (Dr. Diego Tomasi) sulla zona DOCG di Conegliano-Valdobbiadene.

1.1 Gli aromi varietali

Gli aromi varietali del vino sono quelli originatesi direttamente dal metabolismo dell'uva e si differenziano da quelli fermentativi, collegati all'attività dei lieviti durante la fermentazione alcolica, e da quelli post-fermentativi derivanti dall'invecchiamento in legno o dall'affinamento in bottiglia.

I composti aromatici delle uve compaiono solo dopo l'invasatura, aumentano nel corso della maturazione e vengono localizzati principalmente nell'esocarpo delle bacche.

Gli aromi varietali appartengono a diverse famiglie chimiche:

- composti terpenici;
- C13 norisoprenoidi;
- metossipirazine;
- composti solforati che possiedono una componente tiolica (mercaptani);
- benzenoidi.

È noto che ognuna di queste molecole è il prodotto di vie biosintetiche enzimatiche, ed il loro contenuto è strettamente dipendente dalle condizioni pedoclimatiche delle aree viticole e dalle tecniche colturali adottate. Inoltre, una frazione di questi aromi apprezzabili nel vino, deriva in seguito a fenomeni di idrolisi (enzimatica e chimica) in quanto tali molecole sono spesso glicosilate o legate ad altre sostanze chimiche che li rendono non volatili e quindi inodori (precursori aromatici) (Fregoni, 1998).

I cinque gruppi a cui appartengono i diversi composti aromatici varietali dell'uva, sono riportati in tabella 1.

GLI AROMI VARIETALI DEL VINO			
GRUPPO	COMPOSTO	SOGLIA OLFATTIVA	NOTA OLFATTIVA
Monoterpeni	Linalolo	50-80 ppm	Floreale, rosa
	Geraniolo	50-80 ppm	Floreale, geranio
	Citronellolo	30-50 ppm	Agrume, citronella
	α -terpinolo	400 ppb	Canfora
	ho-trienolo	100 ppb	Balsamico, tiglio
Norisoprenoidi	β -damascenone	0,05-5 ppb	Frutta esotica
	β -ionone	1,5 ppb	Violetta
Pirazine	3-metossi-2-isobutilpirazina	2 ppt	Peperone verde
	3-metossi-2-isopropilpirazina	2 ppt	Legumi cotti
Mercaptani	4-mercapto-4-metilpentan-2-one	4 ppt	Foglia di pomodoro
	3-mercaptoesan-1-olo	40 ppt	Pompelmo, frutto della passione
Benzenoidi	4-idrossi-3-metossibenzaldeide	200 ppt	Vaniglia
	Alcol benzilico	2000 ppb	Frutta secca, mandorla

Tabella 1: Principali gruppi di aromi varietali del vino con le rispettive soglie olfattive e note sensoriali. (Fonte: Fregoni, 1998)

1.1.1 I terpeni

I composti terpenici aromatici sono quelli volatili come i monoterpeni, composti a 10 atomi di carbonio, e i sesquiterpeni, composti a 15 atomi di carbonio, formati rispettivamente a partire da due e tre unità isopreniche. I monoterpeni si riscontrano sotto forma di idrocarburi semplici, di aldeidi (linalale, geraniale), di alcoli (linalolo, geraniolo, citronello) (Figura 1), di acidi (acido linalico, acido geranico) e di esteri (acetato di linalile).

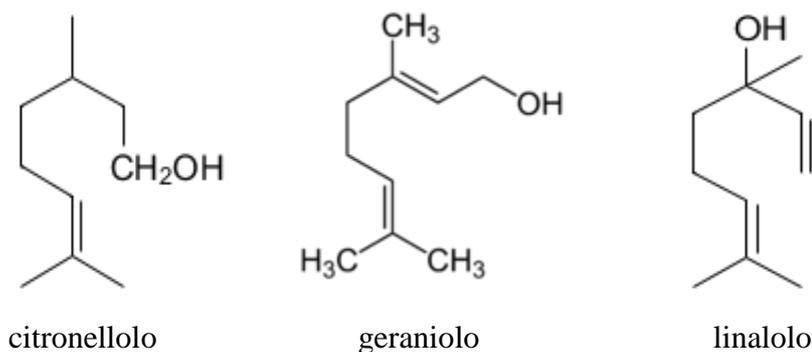


Figura 1: Struttura chimica dei composti terpenici (alcoli monoterpenici), che donano all’uva note di agrumi e sentori floreali

Attualmente si conoscono circa 50 monoterpeni che sono presenti nell’uva e i più aromatici appartengono alla classe degli alcoli, quali il linalolo (rosa), l’ α -terpineolo (canfora), il nerolo (rosa), il geraniolo (geranio), il citronellolo (limone), l’ho-trienolo (tiglio) (Fregoni, 1998). Per quanto riguarda le forme glicosilate dei monoterpeni, queste

sono complesse e si differenziano per la struttura dell'aglicone costituita principalmente dai terpenoli, ma anche dagli ossidi del linalolo, dai dioli terpenici e dai trioli. Il terpene può essere legato a glucosio, arabinosio, ramnosio e anche a disaccaridi. Questi monoterpeni glicosidi sono inodori e, possono liberare gli agliconi aromatici volatili, per idrolisi acida o enzimatica durante i trattamenti prefermentativi (Fregoni, 1998).

Dal punto di vista biosintetico, è interessante sottolineare come i circa 30.000 composti terpenici presenti in natura, derivino da due substrati comuni: l'isopentenil difosfato (IPP) e il dimetilallil difosfato (DMAPP). Essi vengono prodotti attraverso due vie metaboliche: quella citosolica del mevalonato (MVA) e quella plastidiale mevalonato indipendente (DOX/MEP) ed è proprio quest'ultima, la via dominante per la biosintesi dei monoterpeni nell'uva. La trasformazione dei precursori comuni terpenici, nelle svariate forme terpeniche possibili, avviene a valle di questa via biosintetica a carico dell'enzima terpene sintasi (TPS). Tuttavia va precisato che nel genoma di *Vitis vinifera*, è presente un intero cluster di geni TPS, ognuno codificante una forma lievemente diversa di enzimi terpene sintasi. Recentemente, in uno studio condotto dall'Università della British Columbia di Vancouver sulla varietà Pinot nero (PN40024), sono stati identificati ben 69 geni TPS funzionali, 45 dei quali sono localizzati sul cromosoma 18. Di questi 69 geni, 39 sono espressi nella pianta. Dalla caratterizzazione biochimica è emersa un'elevata specializzazione funzionale per ogni copia di TPS (Martin et al., 2010), comportando la loro suddivisione in varie sottofamiglie. Ad esempio, i composti associati agli aromi speziati, come il β -caryophyllene, l' α -humulene, il germacrene ed altri sesquiterpeni vengono sintetizzati dalle TPS-a; i monoterpeni sono i prodotti della

reazione catalizzata dalle TPS-b, mentre gli alcoli terpenici si originano grazie all'attività delle TPS-g, quest'ultime si differenziano tra loro in base al substrato consumato: alcune di esse non possiedono specificità di substrato e trasformano sia il geranil-difosfato, che il farnesil-difosfato, rispettivamente in linalolo e nerolidolo, mentre altre TPS-g sono altamente specifiche per il geranil-difosfato, dal quale originano come prodotto solo il geraniolo.

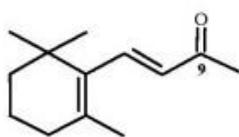
1.1.2 I norisoprenoidi C13

I norisoprenoidi a 13 atomi di carbonio, conferiscono ai vini sentori di frutta esotica e frutta matura (Dunlevy et al. 2009, Francis and Newton 2005, Lopez et al. 2004). Sono anch'essi composti terpenici, in quanto derivano dalla degradazione chimica, fotochimica e dall'ossidazione enzimatica dei carotenoidi (Failla et al., 2006).

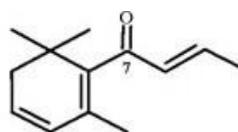
Si tratta di molecole aromatiche ubiquitarie e in *Vitis vinifera* sono state rilevate principalmente in forma glicosilata nelle foglie e nelle bacche. Il motivo per il quale queste molecole (di natura liposolubile) si trovano principalmente sottoforma di precursori glicosilati può essere legato alla maggior idrosolubilità che queste molecole acquistano con il legame con lo zucchero, che le rende facilmente trasportabili nei tessuti vascolari della pianta.

Strutturalmente, queste molecole vengono classificate in due grandi famiglie: le forme megastigmane e quelle non megastigmane (Figura 2), entrambe rappresentate da un sensibile numero di molecole volatili.

Forme megastigmane

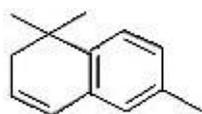


β -ionone
(serie ionone)

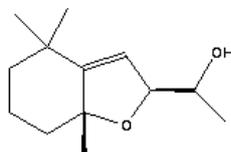


β -damascenone
(serie damascone)

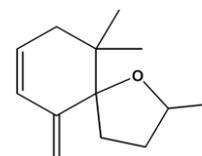
Forme non megastigmane



TDN
(1,1,6 trimetil-1,2-diidronaftalene)



actinidolo



vitispirano

Figura 2: Struttura chimica di alcuni C13 norisoprenoidi identificati nell'uva; in alto le forme megastigmane, in basso quelle non-megastigmane

Le forme megastigmane possiedono un anello a sei atomi di carbonio, con gruppi metilici sul C1 e C5 e una catena alifatica a quattro atomi di carbonio sul C6, ossigenata sul C7 (serie damascone) o sul C9 (serie ionone).

Della serie damascone, si può citare il β -damascenone, il quale possedendo una soglia di percezione molto bassa nell'acqua (0,05-5 $\mu\text{g/l}$) ha un forte impatto olfattivo, caratterizzato da note di frutta esotica e di composta di mele; mentre della serie ionone, si può ricordare il β -ionone, che al naso richiama l'odore di violetta, la cui soglia di percezione nell'acqua è poco più alta (1,5 $\mu\text{g/l}$) (Fregoni, 1998).

Le strutture non megastigmane costituite da un doppio anello C6, sono molecole alquanto aromatiche e tra queste, il TDN (1,1,6 trimetil-1,2-diidronaftalene) svolge un ruolo chiave nella formazione della nota di cherosene nei vini invecchiati in bottiglia, infatti il TDN è generalmente assente nelle bacche e nei vini giovani. Altre sostanze non megastigmane, sono gli actinidoli e i vitispirani dal caratteristico sentore di canfora, le cui strutture presentano oltre all'anello C6, un anello ossigenato con 4 atomi di carbonio.

I norisoprenoidi come già accennato, derivano dai carotenoidi contenuti negli acini d'uva. La reazione di ossidazione enzimatica sui carotenoidi avviene ad opera della carotene ossigenasi. Questo enzima viene codificato dal gene chiamato CCD1, identificato in *Vitis vinifera* nel 2005, la cui espressione viene attivata circa una settimana prima dell'invasatura nelle cultivars Moscato di Alessandria e Syrah (Mathieu et al., 2005).

Questo fattore diversifica la biosintesi dei norisoprenoidi da quelle di altri metaboliti secondari, attivate invece nel corso della fase di maturazione degli acini, come avviene ad esempio per i terpeni e gli antociani. I norisoprenoidi potrebbero quindi fungere da

molecole regolatrici sia per la fase dell'invasatura e sia per quella della maturazione (Failla et al., 2006).

Inoltre è stato suggerito che la biosintesi dei norisoprenoidi C13 a partire dai carotenoidi potrebbe svilupparsi in tre tappe consecutive. La prima prevede il rilascio di composti carbonilici ossidati di norisoprenoidi C13, grazie all'azione di un ossidasi sui carotenoidi di partenza; la seconda è una reazione di ossido riduzione che cambia il grado di ossidazione dei prodotti della prima reazione, l'ultimo step coinvolge invece una glicosiltransferasi che lega uno zucchero ai norisoprenoidi con gruppo ossidrilico libero.

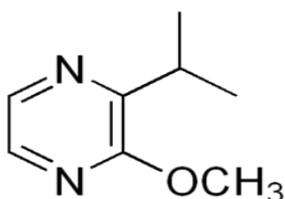
Comunque sia, sono molti gli studi sperimentali a suggerire che i norisoprenoidi C13 derivino dai carotenoidi. Ad esempio è stato osservato attraverso la marcatura degli atomi di carbonio, il passaggio di quest'ultimi dai carotenoidi ai norisoprenoidi tra la fase di invasatura e quella di maturazione; inoltre sempre tra queste due fasi è stato rilevato un aumento del contenuto in norisoprenoidi a sfavore di quello dei carotenoidi, specialmente se gli acini vengono esposti direttamente alla luce del sole.

1.1.3 Le metossipirazine

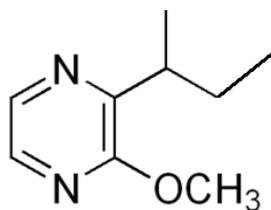
Le metossipirazine (MPS) sono sostanze che posseggono un forte impatto olfattivo, in quanto sono altamente volatili, con soglie di percezione molto basse che ricordano l'odore di vegetale, di peperone verde, asparago e legumi cotti.

Sono molecole azotate derivanti dai processi metabolici degli amminoacidi e la loro struttura è costituita da un anello eterociclico a 6 atomi, caratterizzato da un gruppo metossilico e da una catena alchilica.

Alcune varietà di *Vitis vinifera* accumulano notevoli quantità di metossipirazine, come la 2-metossi-3-isopropilpirazina e la 2-metossi-3-isobutilpirazina (IBMP) (Figura 3).



2-metossi-3-isopropilpirazina



2-metossi-3-isobutilpirazina

(IBMP)

Figura 3: Struttura chimica dei composti appartenenti alla classe delle metossipirazine caratterizzate da note aromatiche vegetali che ricordano il peperone verde, l'asparago e note terrose

La IBMP è la metossipirazina maggiormente rilevata negli acini d'uva ed è stata identificata per la prima volta da Boyonove et al. (1975) nell'uva della varietà Cabernet Sauvignon. Recentemente, Guillaumie et al. (2013) hanno identificato in *Vitis vinifera*, il gene chiave per la biosintesi della IBMP. Questo gene chiamato VvOMT3 codifica per l'enzima O-metiltransferasi, coinvolto nell'ultimo step biosintetico della IBMP, che prevede la metilazione del precursore non volatile 2-idrossi-3-isobutilpirazina in IBMP, altamente volatile.

Tuttavia, anche se le metossipirazine svolgono un ruolo cruciale, eccessive quantità, possono alterare la qualità del vino e ridurre l'accettabilità dei consumatori, in particolar modo nei vini rossi.

Altre metossipirazine, come la 2-metossipirazina sono state identificate nelle uve e nei vini di numerose altre varietà come il Cabernet franc, Merlot, Pinot grigio, Gewürztraminer, Chardonnay, Riesling (Augustyn et al., 1982; Harris et al., 1987; Calò et al., 1991; Allen et al., 1994).

In generale, la concentrazione in metossipirazine risulta essere elevata nell'uva immatura, mentre si riduce durante la maturazione (Lacey et al., 1991; Katsumi e Samuta, 1999). Inoltre, il contenuto di metossipirazine nelle uve durante la maturazione è fortemente influenzato dalle condizioni ambientali (suolo e clima) e dalle tecniche colturali (de Boubèe et al., 2000). L'esposizione diretta del grappolo alla luce e il progredire della maturazione portano ad una perdita del contenuto in metossipirazine.

1.1.4 I composti solforati

I composti solforati possono essere suddivisi chimicamente in quattro gruppi principali: mercaptani (tioli e tioesteri) (Figura 4), sulfidi, polisolfidi e composti eterociclici.

Tra questi, da alcuni studi effettuati sul Sauvignon blanc e successivamente su altri vini, è emerso che la famiglia più rappresentata è quella dei mercaptani, alla quale appartengono tioli e tioesteri come: il 4-mercapto-4-metilpentan-2-one, il 3-mercaptoesan-1-olo, il 3-mercaptoesilacetato, il 3-mercapto-3-metilbutanolo, il 4-mercapto-4-metilpentanolo, il 2-mercaptoetilacetato ed il 3-mercaptopropilacetato (Darriet et al., 1995; Tominaga et al., 1998a; Lopez et al., 2003).

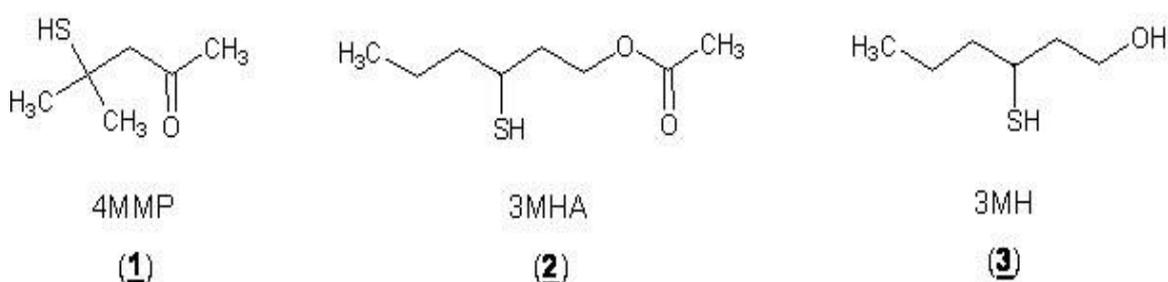


Figura 4: Struttura chimica dei composti appartenenti alla classe dei mercaptani rilevati nell' uva; (1): 4-mercapto-4-metilpentan-2-one; (2): 2-mercaptoesilacetato; (3): 3-mercaptoesan-1-olo

Il 4-mercapto-4-metilpentanolo e il 3-mercaptoesanololo sono caratterizzati da note di limone, pompelmo e frutto della passione; mentre il 3-mercapto-3-metilbutanolo ricorda l'odore del porro cotto. Il 3-mercaptoesilacetato viene invece associato all'aroma del frutto della passione, del bosso e della ginestra. Inoltre le note di tostato e grigliato riscontrate spesso nei vini, sono imputabili alla presenza del 2-mercaptoetilacetato e 3-mercaptopropilacetato (Mestres et al., 2000).

Per di più, va precisato che un fattore molto importante nella determinazione della percezione olfattiva di questi composti solforati è la concentrazione. Ad esempio è stato osservato che basse concentrazioni del 4-mercapto-4-metilpentan-2-one, richiamano l'aroma del ribes nero, al contrario alte concentrazioni possono risultare sgradevoli in quanto ricordano l'odore di urina di gatto (Pearce et al., 1967; Darriet et al., 1995; Guth, 1997a).

I mercaptani hanno quindi un fortissimo impatto sul profilo aromatico dei vini e ciò è legato alle loro basse soglie di percezione, che in alcuni casi, come è stato rilevato per il 4-mercapto-4-metilpentan-2-one, possono arrivare fino ai 0,8 ng/L, (Bouchilloux et al., 1996).

Tuttavia, nonostante questi composti vengano definiti come aromi varietali, non sono mai stati rinvenuti in mosti d'uva, essi infatti vengono liberati dai rispettivi precursori aromatici, dall'attività della β -liasi dei lieviti, durante la fermentazione alcolica.

A tal proposito si può fare l'esempio del 4-mercapto-4-metilpentan-2-one, il quale è presente nell'uva sottoforma del precursore non volatile 4-(4-metilpentan-2-one)-L-

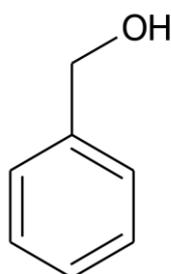
cisteina (Tominaga et al., 1995) e viene per l'appunto liberato dai lieviti, durante la fermentazione alcolica (Tominaga et al., 1998b; Murat et al., 2001b; Howell et al., 2004). Lo stesso avviene per il 3-mercaptoesan-1-olo (3MH): il composto cisteinilato S-3-(esan-1-olo)-L-cisteina (3MH-S-cis) è stato identificato come uno dei suoi precursori nel mosto d'uva del Sauvignon blanc (Tominaga et al., 1998b, Peyrot des Gachons et al., 2000) mentre il composto S-3-(esan-1-olo) glutatione (3MH-S-glut) è stato identificato come il possibile pro-precursore del 3MH-S-cis (Peyrot des Gachons et al., 2002). Inoltre è stata recentemente riscontrata la presenza della S-3-(esan-1-olo)-l-cisteinilglicina (3MH-S-cisgly) nel succo delle bacche del vitigno Sauvignon blanc (Capone et al., 2011). Sulla base di tali studi, è stato anche chiarito l'ipotetico percorso che origina il 3MH a partire dal 3MH-S-glut (Dubourdieu e Tominaga, 2009). Così, il 3MH-S-glut, il 3MH-S-cisgly e il 3MH-S-cis presenti nel succo d'uva, sono considerati i composti chiave per la produzione 3MH nel vino. Inoltre è stato dimostrato come il 3MH viene parzialmente convertito in 3-mercaptoesilacetato (3MHA) dagli enzimi alcool aciltransferasi dei lieviti (Sweigers et al., 2006).

Un fattore molto importante che influenza la concentrazione dei precursori del 3MH e del 3MHA nelle bacche di *Vitis vinifera* è l'orario durante il quale avviene la raccolta: da uno studio condotto da Kobayashi e collaboratori (2012) su uve Chardonnay coltivate nella regione di Katsunuma (Giappone), è emerso che nelle bacche raccolte nelle prime ore del mattino (05:00) la concentrazione di 3MH e 3MHA è più alta di quelle raccolte durante il giorno (12.00). La raccolta è stata effettuata a mano più o meno lo stesso giorno di due anni diversi (2 ottobre 2010 e 10 ottobre 2011) nelle medesime condizioni

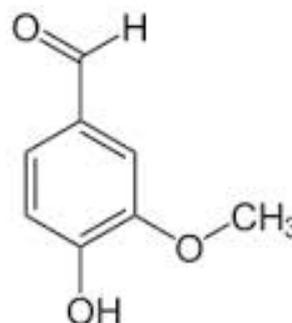
meteorologiche. Si ipotizza quindi che l'accumulo e il consumo di questi precursori durante il corso della giornata siano associati alla fotosintesi e alla respirazione degli acini. I risultati di questo lavoro suggeriscono quanto le pratiche viticole possano influenzare la produzione di vini aromatici e semiaromatici.

1.1.5 I benzenoidi

I benzenoidi donano al vino note balsamiche e speziate (Dunlevy et al., 2009). La loro biosintesi (Figura 5), legata a quella dei composti fenolici e delle lignine, risulta essere controllata dalla varietà.



alcol benzilico



vanillina

Figura 5: Struttura chimica dei composti aromatici varietali dell'uva caratterizzati da note di mandorla e vaniglia, appartenenti alla classe dei benzenoidi

Alla classe dei benzenoidi appartengono composti, aventi come caratteristica comune un anello benzenico e si possono suddividere in:

- composti ad anello benzenico non sostituito come l'alcol benzilico dal caratteristico odore di frutta secca e di mandorla, il β -fenilietanolo e la benzaldeide;
- composti con un ossidrilico sostituito come il salicilato di metile e la 4-idrossibenzaldeide;
- composti con due ossidrilici sostituenti, derivati dell'acido salicilico;
- composti con un gruppo funzionale guaiacolo tra i quali rientra, oltre all'alcol vanillico e all'aceto vanillone, la vanillina (4-idrossi-3-metossibenzaldeide) dal caratteristico odore di vaniglia;
- composti con un ossidrilico e due metossili sostituenti come la siringaldeide e l'aceto Siringone (Di Stefano, 1996).

1.2 Gli aromi erbacei e la via delle lipossigenasi

Gli aromi erbacei si formano in seguito a una catena di reazioni enzimatiche detta "via della lipossigenasi" (LOX pathway), attivata durante gli stadi di pre-maturazione (mature green), ma specialmente innescata dalla lacerazione dei tessuti vegetali in presenza di ossigeno. Questa via biosintetica porta rapidamente alla formazione di aldeidi e alcoli a 6 atomi di carbonio dal caratteristico odore erbaceo e di frutta acerba. I precursori della via metabolica sono gli acidi grassi polinsaturi, linoleico (C18:2) e linolenico (C18:3)

presenti prevalentemente nei lipidi dell'esocarpo e dei vinaccioli, da cui derivano rispettivamente l'esanale e l'esenale. La sequenza delle attività enzimatiche prevede inizialmente l'azione dell'enzima acilidrolasi (ACH) che libera gli acidi grassi polinsaturi C18:2 e C18:3 dai lipidi di membrana; su di essi poi la lipossigenasi catalizza la fissazione dell'ossigeno. Gli idroperossidi così ottenuti vengono scissi dall'idroperossidolasi (HPL) in aldeidi a 6 atomi di carbonio (esanale e esenale), le quali vengono successivamente ridotte nei corrispondenti alcoli (esanolo e esenolo) dall'enzima alcoldeidrogenasi (ADH). Nell'uva sono stati identificati diverse aldeidi e alcoli C6 (esanale, Z 3-esenale, E 2-esenale, 1-esanolo, Z e E 3-esen-1-olo, E 2-esenolo, 2,4-esadien-1-olo) (Figura 6), dotati di una bassa soglia olfattiva.

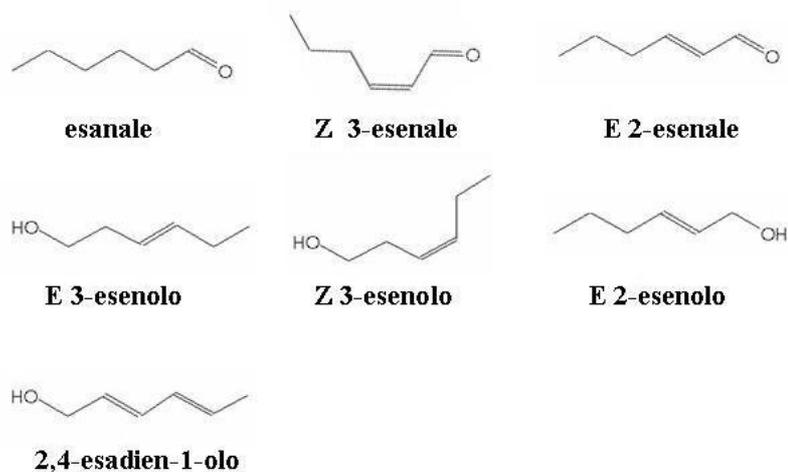


Figura 6: Struttura chimica dei principali composti C6 identificati nell'uva (aldeidi e alcoli C6) dal caratteristico odore erbaceo

In particolare il mosto fresco è ricco di aldeidi, responsabili di note odorose che ricordano, come già accennato, l'erba sfalciata e la frutta acerba (Drawert, 1966; Hardy, 1970). Questi odori diminuiscono con l'aumentare della maturazione dell'uva, tuttavia possono essere rilasciati nel mosto durante l'ammostatura perché la macerazione dei tessuti delle bacche, porta a contatto gli enzimi della via della lipossigenasi con i substrati acido linoleico e linolenico, i quali nel frutto integro, sono invece compartimentalizzati.

Capitolo 2

LA STORIA E LE AREE DI PRODUZIONE DEL PROSECCO

2.1 La storia del Prosecco e gli aspetti economici

Le prime testimonianze della coltivazione del vitigno Glera risalgono all'epoca romana, in cui questo vitigno veniva coltivato sulle colline carsiche triestine della località Prosecco. Il vino che nasceva da tali uve non veniva chiamato Prosecco, bensì Pucino.

Altre testimonianze relative alla storia del Prosecco, si hanno grazie all'ironico poemetto scritto nel 1754 da Aureliano Acanti ("il Roccolo") in cui si legge: *"Ed or ora immolarmi voglio il becco con quel meloaromatico Prosecco"*. Nonostante lo stile scherzoso dei versi, il Roccolo è un testo di fondamentale importanza eno-storica e rappresenta oggi una vera e propria guida del vino vicentino, dove vengono citati anche altri vini italiani oltre al Prosecco.

Così nel diciottesimo secolo la coltivazione del vitigno Glera inizia a prendere piede in tutta la zona collinare veneto-friulana espandendosi poi, nei territori limitrofi pianeggianti del Veneto e del Friuli, ma solo agli inizi del ventesimo secolo, con l'avvento della nuova tecnologia di spumantizzazione Charmat-Martinotti, nasce il Prosecco conosciuto oggi.

Difatti grazie a questa metodologia, che prevede una rifermentazione in autoclave in sovrappressione, è possibile preservare e valorizzare al meglio gli aromi varietali tipici del Prosecco.

Le competenze tecnico-scientifiche acquisite nell'ultimo secolo, hanno permesso di esaltare ulteriormente i caratteri qualitativi di questo vino.

Nel 2009 il Prosecco ottiene infine, le denominazione di origine DOC (Denominazione di Origine Controllata) e DOCG (Denominazione di Origine Controllata e Garantita), che certificano e garantiscono la qualità di questo prodotto italiano: le due denominazioni sono regolamentate dai rispettivi disciplinari di produzione, in cui si trovano scritte precise norme da seguire, che riguardano la produzione dell'uva, la sua trasformazione in vino e tutti gli aspetti di commercializzazione e comunicazione del prodotto al consumatore finale.

Il Prosecco è divenuto così oggi, uno dei pilastri dell' economia italiana. Il fatturato del Prosecco DOC, nel 2012, ha raggiunto un miliardo di euro per una produzione pari a 230 milioni di bottiglie, di cui ben 600 milioni hanno interessato il mercato estero (primo il mercato europeo, in netta crescita quello statunitense). Se si analizza la condotta dei mercati internazionali in riferimento al Prosecco Spumante DOCG (Figura 7), si può evidenziare il ruolo preponderante del mercato europeo, con la Germania in testa che si aggiudica il ruolo di mercato *leader* con ben il 34,4 % dei volumi esportati. La Svizzera, con il 15,3% delle vendite internazionali, mantiene la posizione di secondo mercato, seguono per importanza l'Austria con il 7,5% e il Regno Unito con circa il 5%. Per quanto riguarda invece il mercato extraeuropeo, sempre per il Prosecco Spumante

DOCG, si registra una significativa crescita del mercato statunitense che supera il 15% delle esportazioni totali, seguito dal Canada con il 4%. I mercati del resto del mondo (America Latina, Giappone, Cina, India, Oceania) rappresentano insieme una quota superiore al 19%.



Figura 7: Distribuzione delle esportazioni del Prosecco DOCG Conegliano Valdobbiadene Spumante in bottiglia (0,75 litri) per Paese, Anno 2010. (Fonte: Boatto e Barisan, 2011)

2.2 L' area di produzione del Prosecco

Il comprensorio territoriale e produttivo del Prosecco (Figura 8) è disciplinato dal decreto del Ministero delle politiche Agricole Alimentari e Forestali del 17 luglio 2009 (pubblicato su gazzetta ufficiale n°173 del 28.7.2009).



Figura 8: L' area di produzione del prosecco DOC (regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia) e D.O.C.G. (indicata dall'area evidenziata in verde scuro, compresa tra Conegliano e Valdobbiadene). (Fonte: Consorzio di Tutela del Conegliano Valdobbiadene Prosecco Superiore D.O.C.G.)

Secondo tale Decreto, l'area di produzione del Prosecco DOC comprende le province di Belluno, Padova, Treviso, Venezia e Vicenza in Veneto e le province di Pordenone, Udine, Gorizia e Trieste in Friuli-Venezia Giulia.

Per quanto invece concerne l'assetto territoriale e produttivo del Prosecco DOCG, questo si estende in tutta l'area di produzione storica del vino, ossia lungo il territorio collinare trevigiano, costituito da quindici comuni compresi tra Conegliano e Valdobbiadene, al cui interno si trova la sottozona di Cartizze (Figura 9).

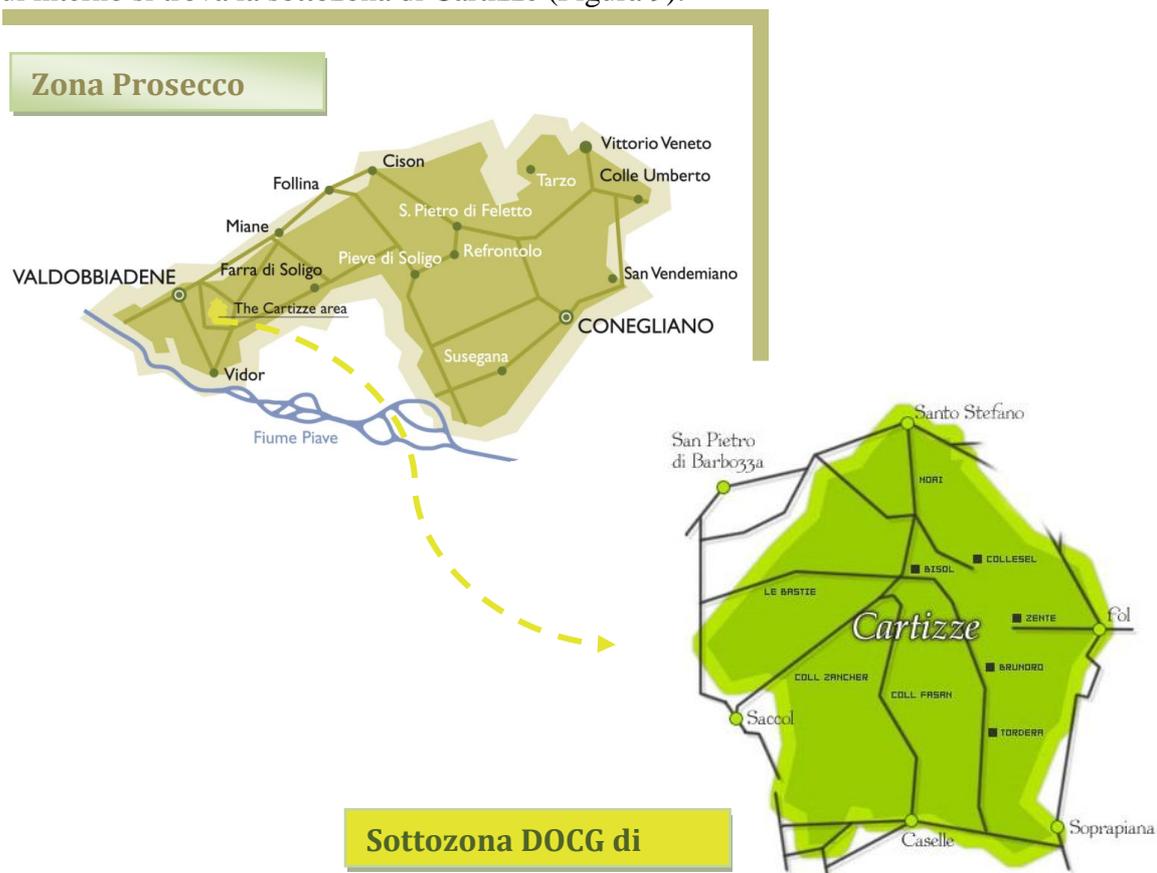


Figura 9: La sottozona DOCG di Cartizze, il cuore dell'area di produzione del Prosecco. (Fonte zona DOCG: Consorzio Tutela del Vino Conegliano Valdobbiadene Prosecco; Fonte sottozona Cartizze: Associazione Strada del Prosecco e Vini dei Colli Conegliano Valdobbiadene)

Questo piccolo territorio, che si estende per soli 106 ettari tra i pendii collinari di San Pietro di Barbozza, Saccol e Santo Stefano (comune di Valdobbiadene), rappresenta il cuore dell'intera area produttiva del Prosecco e grazie alle sue eccellenti condizioni ambientali, viene riconosciuto come la zona dove viene prodotto il Prosecco con il più alto grado di qualità in assoluto: il Prosecco "Valdobbiadene" Superiore di Cartizze.

La zona DOCG ingloba anche il distretto territoriale, sempre trevigiano, del Montello e Colli Asolani.

Tuttavia è interessante sottolineare, come l'entrata in vigore del D.M. 17 luglio 2009, abbia rivoluzionato l'intero comprensorio produttivo del Prosecco: l'attuale DOC è subentrata al posto di tutte le precedenti IGT (Indicazione Geografica Tipica), mentre la denominazione DOCG è stata acquisita dal territorio che prima del 2009, rappresentava l'area di produzione DOC. Ciò ha portato a un grande salto di qualità, poiché le denominazioni DOC e DOCG, oltre a prevedere che tutte le fasi produttive avvengano nell'area geografica delimitata (contrariamente alla classificazione IGT, la quale stabilisce che almeno una fase produttiva rientri nell'area geografica tipica) sono soggette a disciplinari di produzione molto rigidi, e questo vale specialmente per i vini DOCG, per i quali le restrizioni produttive diventano ancor più vincolati. Sono infatti pochi i vini che possono fregiarsi della denominazione DOCG.

Inoltre sempre con il Decreto del 2009, il nome della varietà di vitigno è stato cambiato da "Prosecco" nel suo antico sinonimo di origine, "Glera", al fine di poter contrastare le diverse speculazioni e frodi alimentari che da parecchi anni il vino tende a subire.

2.3 Il significato di *terroir*

Il territorio di Conegliano-Valdobbiadene (Figura 10), definito come “la culla storica del Prosecco”, è sicuramente uno degli esempi più significativi per capire il concetto di *terroir*, dove l’opera dell’uomo e la viticoltura si sono perfettamente complementate, con l’aiuto delle tipicità e singolarità pedologiche e climatiche del luogo.



Figura 10: Paesaggio caratteristico della zona DOCG di Conegliano Valdobbiadene. (Fonte: Comitato Primavera del Prosecco)

Sono molteplici le componenti che insieme concorrono nella definizione di *terroir*: il paesaggio, la geomorfologia del sito, il vitigno, il pedoclima, la storia e l'attività umana, sono tutti fattori che interagendo fra loro originano una determinata tipologia di produzione vitivinicola.

Considerabile è il contributo del fattore antropico, poiché il potere qualitativo di un vigneto nasce dalle competenze del viticoltore, il quale è stato capace di sfruttare al meglio le sue potenzialità esaltando il legame vitigno-ambiente, originando così un prodotto (il vino), frutto della combinazione sinergica dell'uomo con la natura.

Il vitigno, l'ambiente e l'uomo interagendo tra loro costituiscono per questo il triangolo dal quale dipendono la qualità e la tipicità di un vino e sono proprio le loro interazioni a dare vita al concetto di *terroir* (Marengi, 2005).

Le tecniche colturali, il suolo, il clima, il fascino paesaggistico, la storia del posto e della sua gente, la tradizione culturale e il vivere sociale sono le fondamenta su cui poggiano l'originalità ed il perfezionamento qualitativo dei prodotti vitivinicoli (Marengi, 2005).

Capitolo 3

IL CONCETTO DI ZONAZIONE VITICOLA E IL PEDOCLIMA DEL TERRITORIO DEL PROSECCO

3.1 Scopo della zonazione viticola e l'importanza del suolo

Precedentemente, parlando del concetto di *terroir* si è voluto sottolineare come la tipicità di un vino non dipenda unicamente dalla varietà di vitigno, ma da tutta una serie di elementi strettamente correlati al territorio d'origine: un vitigno potrebbe anche essere esportato e coltivato in un altro sito geografico, ma il risultato quanti-qualitativo dell'uva non sarà mai lo stesso poiché quella determinata varietà è stata per secoli selezionata da precise condizioni ambientali, proprie del sito d'origine.

Il genoma di una pianta, come del resto quello di tutti gli organismi viventi, è sempre regolato da fattori esterni, i quali possono attivare o inibire l'espressione dei geni, specialmente di quelli che codificano per gli enzimi coinvolti nel metabolismo secondario, da cui dipende la composizione aromatica di ogni singolo acino d'uva (aromi varietali).

Una varietà quindi, esprimerà il suo potenziale genetico in base alle condizioni ambientali del territorio in cui si trova e ciò spiega il motivo per il quale, da una stessa varietà coltivata in luoghi diversi, si originano vini differenti.

Da qui nasce l'esigenza di capire in che modo i diversi fattori ambientali legati al *terroir* modulino la risposta del vitigno e quindi i caratteri quanti-qualitativi della produzione vitivinicola.

Così la metodologia delle zonazione viticola è volta alla caratterizzazione di un determinato sito territoriale, dove le condizioni pedologiche e climatiche pressoché omogenee, governano l'espressione qualitativa del vitigno.

Lo scopo della zonazione viticola è quello di fornire dati e informazioni utili per la gestione agronomica dei vigneti, al fine di poter ottimizzare i rapporti vitigno-ambiente, attraverso la scelta delle migliori tecniche colturali di breve e medio-lungo periodo nell'ambito di quel determinato territorio, cercando di valorizzarlo anche sotto il punto di vista economico (Benciolini, 2000).

La zonazione viticola viene attuata attraverso uno studio multidisciplinare, condotto da pedologi, climatologi, enologi ed esperti in viticoltura. Solitamente, gli studi di zonazione vengono svolti nell'arco di qualche anno e prevedono la realizzazione di cinque fasi principali:

- realizzazione di una carta dei suoli a scala adeguata;
- individuazione dei siti sperimentali;
- raccolta delle uve e microvinificazioni;
- analisi chimico-sensoriale dei vini prodotti;
- valutazione integrata dei dati pluriennali.

Nell'ambito di un progetto di zonazione viticola, la pedologia (scienza del suolo) è di fondamentale importanza per la conoscenza di un determinato territorio, infatti i risultati ottenuti da un'indagine pedologica possono essere concretamente utilizzati per il perfezionamento qualitativo del vino.

Per comprendere l'importanza del suolo bisogna prendere in considerazione due aspetti principali: in primo luogo il suolo nasce dall'interazione delle attività ambientali (clima, roccia madre) con i fattori biotici (vegetazione, fauna, intervento dell'uomo); in secondo luogo, il suolo sostiene fisicamente le piante e scambia con esse acqua e componenti minerali in un rapporto funzionale e dinamico.

Lo studio del suolo, per questi motivi deve tener conto sia del fattore genetico, sia di quello funzionale per le coltivazioni. L'analisi dei tratti genetici del terreno è volta all'identificazione dei fattori che lo hanno originato e alle loro interazioni (clima, roccia, morfologia, componenti biotiche) e ciò consente poi di individuare la distribuzione dei vari tipi di suolo nel territorio; mentre la descrizione funzionale dei suoli ha come obiettivo lo studio dell'influenza dei caratteri genetici sulla fisiologia delle viti.

I parametri fisici del suolo, come la profondità e la tessitura (espressa dal rapporto percentuale tra argilla, limo, sabbia e frammenti rocciosi) sono importanti per l'espansione dell'organo ipogeo radicale, ma anche per la capacità di trattenimento e di drenaggio dell'acqua e per lo scambio di calore; mentre i parametri chimici come il contenuto in sali minerali (specialmente potassio, magnesio, azoto e carbonato di calcio) insieme al pH sono fondamentali per il corretto equilibrio fisiologico delle colture e in

oltre influenzano, come si vedrà più avanti per il magnesio, il profilo aromatico delle bacche.

La diversificazione dei suoli avviene quindi prendendo in considerazione vari importanti fattori di natura fisica e chimica, ed a ciascun suolo identificato viene attribuito un nome, che generalmente è riferito alla località nella quale è stato individuato e descritto (Benciolini, 2000).

3.1.1 La cartografia dei suoli e le fasi successive della zonazione

La cartografia dei suoli ha l'obiettivo di rappresentare dove e come i suoli si estendono all'interno di una delimitata area geografica.

Lo studio del suolo di supporto alla zonazione viticola deve essere organizzato al fine di ottenere una cartografia di semidettaglio (scala 1:25.000-1:50.000), in grado di diversificare territori pedologici significativamente differenti tra loro e di poter identificare i tipi di suolo che potrebbero essere riconosciuti anche a livello aziendale.

Lo studio dei caratteri genetici dei suoli viene condotto da esperti in scienza del suolo, i quali attraverso rilevamenti di campagna (Figura 11) e scavi del suolo (Figura12) riconoscono i fattori che li hanno originati e individuano la loro distribuzione nel territorio, rappresentandoli poi in cartografie tematiche.

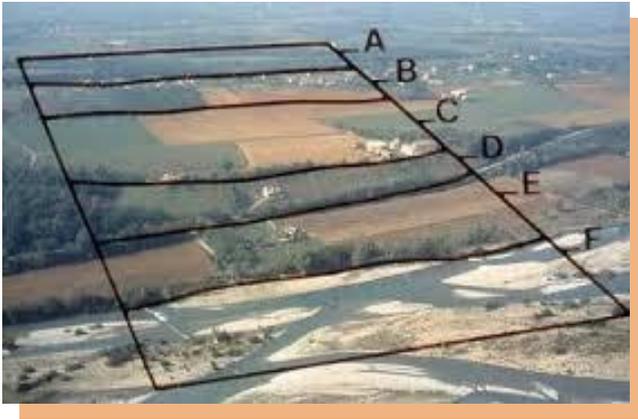


Figura 11: Il riconoscimento dei diversi ambienti per un corretto rivelamento di campagna. (Fonte: Cooperativa I.TER, progettazione ecologica del territorio, Bologna)



Figura 12: Uno scavo eseguito per osservare i caratteri del suolo. (Fonte: Cooperativa I.TER, progettazione ecologica del territorio, Bologna)

Ultimata la cartografia pedologica, sono due i passi da seguire:

- 1) a seconda delle caratteristiche funzionali del suolo identificato, si cerca di individuare quali sono le tecniche di coltivazione più adatte per quel tipo di suolo
- 2) si selezionano alcuni vigneti in territori particolarmente rappresentativi, sui quali vengono condotti studi pluriennali di monitoraggio fenologico, ma anche analisi analitiche sulle uve e microvinificazioni.

Le tecniche di coltivazione, riguardano sia le scelte di lungo periodo, come la scelta delle forme di allevamento e quella di tipo vegetale (varietà, cloni e portainnesti), sia le scelte di breve periodo (ciclo annuale) come la fertilizzazione, la potatura e l'irrigazione, stabilite anche in riferimento alle condizioni climatiche.

Dagli studi pluriennali di monitoraggio fenologico condotti sui vigneti rappresentativi e dalle microvinificazioni, si possono ottenere importanti informazioni sulle relazioni esistenti tra la qualità organolettica dei vini e le condizioni pedoclimatiche del territorio indagato.

Dalle relazioni risultanti si possono così conoscere, gestire e ottimizzare le potenzialità produttive di una area viticola ben definita, con il conseguente miglioramento qualitativo del prodotto finale (Benciolini, 2000).

3.3 Il pedoclima del territorio del Prosecco

Il territorio produttivo veneto-friulano del Prosecco DOC è costituito da giaciture pianeggianti, alternate ad alcune zone collinari. Tale area geografica presenta un clima temperato: le Alpi fungono da barriera naturale nei confronti delle correnti fredde del Nord, mentre la costiera adriatica permette il passaggio dei venti di scirocco. La sufficiente piovosità, anche durante la stagione estiva, mitiga la temperatura e garantisce alla vite una buona disponibilità idrica durante le fasi di germogliamento, allegagione e maturazione dei grappoli.

Con la fine dell'estate, la diminuzione delle ore di sole ed i venti secchi di bora da Est determinano elevati sbalzi termici tra il giorno e la notte, i quali come si vedrà più avanti, inducono una buona presenza di sostanze aromatiche nell'uva durante la fase conclusiva della maturazione delle bacche.

Il suolo del comprensorio produttivo DOC, presenta una tessitura argillosa-limosa caratterizzata da un'opportuna quantità di scheletro originatasi dall'erosione delle Dolomiti e dai vari depositi fluviali, che conferisce al terreno una buona capacità di drenaggio idrico. Inoltre i suoli sono prevalentemente di origine alluvionale e assicurano alla vite una ricca fonte di sali minerali e microelementi (Disciplinare di produzione Prosecco DOC).

Per quanto concerne invece, l'area di produzione DOCG del Prosecco di Conegliano Valdobbiadene, questa presenta dei rilievi collinari allungati "a cordonata", definito sistema ad "hogback", disposti con un orientamento nord-sud nella zona più meridionale

e uno est-ovest nella parte settentrionale. Tra i vari rilievi collinari si trovano inoltre, vallate attraversate da piccoli corsi d'acqua.

La zona settentrionale si appoggia sulla catena prealpina, che funge da protezione naturale dall'ingresso di correnti fredde, mentre l'area meridionale sfrutta il clima mite della Laguna di Venezia, distante una quarantina di chilometri.

Inoltre l'orientamento est-ovest dei terreni collinari, l'elevata pendenza e l'effetto derivante dei vitigni rivolti a Sud, consente un'ottima esposizione di quest'ultimi ai raggi solari.

L'origine dei suoli del territorio DOCG di Conegliano-Valdobbiadene è legata al sollevamento di fondali marini e alla loro consecutiva modificazione dovuta all'azione fluviale e dei ghiacciai. Il suolo è composto principalmente da rocce arenarie e marnose, intervallato da strati di morena e depositi alluvionali che rendono possibile il costante drenaggio idrico.

Il clima dell'area di Conegliano Valdobbiadene è ovviamente anch'esso di tipo temperato, con stagioni ben delineate e grazie alla discesa di correnti fresche prealpine lungo i pendii collinari, si verificano forti escursioni termiche durante la fase di maturazione degli acini.

Sempre nel periodo estivo, le abbondanti piogge assicurano la giusta quantità di acqua al vitigno Glera, il quale è sensibile alla siccità ma anche al ristagno idrico. Tuttavia l'acqua difficilmente tende a ristagnare grazie all'elevata pendenza collinare.

Come ricordato precedentemente, all'interno della zona DOCG di Conegliano-Valdobbiadene è presente il cuore di tutto l'areale produttivo del Prosecco: la piccola

sottozona denominata Cartizze. Quest'ultima, si estende per soli 106 ettari e la sua particolare acclività ed esposizione verso Sud, formano una sorta di anfiteatro naturale notevolmente stimato non solo sotto il profilo qualitativo, ma anche paesaggistico.

La grande variabilità pedoclimatica dell'intera zona DOCG di Conegliano-Valdobbiadene, costituita da circa 6100 ettari di vigneto, trova per di più espressione grazie alla menzione "Rive", con la quale si identificano i vigneti dei singoli comuni e frazioni, mettendo in luce la peculiare vocazione per la produzione vitivinicola di questo vino.

Le condizioni pedoclimatiche dell'areale di produzione del Prosecco sono riassunte in tabella 2, di seguito riportata.

CLIMA	SUOLO
→ TEMPERATO	→ RICCO DI MINERALI E MICROELEMENTI
→ SUFFICIENTE PIOVOSITA'	→ TESSITURA ARGILLOSA-LIMOSA
→ ELEVATE ESCURSIONI TERMICHE TRA IL GIORNO E LA NOTTE	→ BUON DRENAGGIO DEL TERRENO

Tabella 2: Caratteristiche pedoclimatiche del territorio del Prosecco. (Fonte: Disciplinare di produzione del Prosecco DOC e DOCG)

Capitolo 4

LA GLERA E LA RELAZIONE DEI COMPOSTI AROMATICI CON LE TECNICHE COLTURALI ED IL PEDOClima

4.1 La Glera

Come accennato precedentemente la Glera, e più precisamente il biotipo “Balbi”o Glera “tonda” (Figura 13), è la varietà semiaromatica del vitigno base da cui si ottiene il Prosecco.



Figura 13: La varietà semiaromatica Glera (biotipo Balbi o Glera tonada) da cui si origina il Prosecco. (Fonte: Centro di ricerca per la viticoltura di Conegliano)

Possono poi concorrere, fino ad un massimo del 15%, altri otto vitigni, dagli autoctoni Bianchetta, Perera, Verdiso, Glera lunga (un altro biotipo della varietà Glera) agli internazionali Chardonnay, Pinot bianco, Pinot grigio e Pinot nero.

Per quanto concerne le caratteristiche ampelografiche della Glera, si può rilevare come l'apice del germoglio è di colore verde biancastro, espanso e lanuginoso; la foglia è medio-grande, pentagonale, trilobata e talvolta pentalobata, con seno peziolare chiuso a bordi sovrapposti; il grappolo è medio-grande, piramidale allungato, alato, spargolo con peduncolo lungo e sottile; mentre l'acino è di medie dimensioni, sferoidale con esocarpo pruinoso, sottile ma abbastanza consistente, di colore giallo dorato, leggermente punteggiato (Cosmo e Polsinelli, 1960).

Dal punto di vista delle caratteristiche agronomiche, la Glera presenta una notevole vigoria, una buona fertilità e produttività, mentre per quanto riguarda la resistenza alle patologie e fisiopatie, questo vitigno è sensibile alla peronospora, all'oidio, alla flavescenza dorata e mostra poca resistenza alla siccità.

La fenologia della Glera è molto particolare, poiché è caratterizzata da un germogliamento precoce al quale però, corrisponde una maturazione medio/tardiva. L'esigenze ambientali per questa varietà, prevedono terreni sciolti di medio impasto, prevalentemente collinari, inoltre, essendo una varietà sensibile allo stress idrico, la Glera predilige terreni ben imbibiti di acqua.

Tuttavia è un vitigno con buone capacità di adattamento, ma è chiaro che in base allo spazio disponibile per l'apparato radicale e alla diversa quantità di acqua e di sali minerali, si avranno vigorie, produzioni e profili sensoriali differenti (Tomasi et al.,

2011). Infatti, come si vedrà più avanti, le componenti aromatiche sono estremamente variabili a seconda del carico produttivo della pianta e delle condizioni pedoclimatiche del sito ove vive il vigneto. Anche le tecniche colturali hanno un ruolo importante nella definizione delle caratteristiche organolettiche dell'uva e quelle comunemente utilizzate per la Glera sono le forme di allevamento a parete con la vegetazione sorretta dai fili: il Sylvoz, il doppio capovolto (capuccina) e il Guyot semplice o doppio. Il Sylvoz è adatto per i suoli argillosi e che inducono vigore, in quanto consente alla pianta di conservare nel tempo, il giusto equilibrio vegeto-produttivo; i portainnesti in questo caso più idonei sono il Kober 5 bb e il 110 Richter (trattandosi di suoli più difficili). Il doppio capovolto viene generalmente impiegato quando la situazione risulta più complicata (terreni collinari) e quando il suolo è poco fertile; questa soluzione permette infatti di impostare i sestri in maniera più fitta, facilmente adattabili alla minor vigoria ed espansione della vite. Infine, il Guyot rappresenta una valida alternativa al Sylvoz e al doppio capovolto, quando si desiderano elevati tenori zuccherini e si mira ad una moderata produzione; con tale forma di allevamento si riesce a mantenere un buon equilibrio vegetativo, seppur su suoli vigorosi e profondi; ottimi risultati di equilibrio si ottengono con il portainnesto 420A, il quale è adatto anche per suoli di medio impasto e di più facile gestione.

In ogni modo, ciò che accumuna queste tre forme di allevamento a spalliera è la potatura lunga: il “capo a frutto” (il ramo principale legato lungo il filo della spalliera), viene potato quando la lunghezza dello stesso, raggiunge le 11-13 gemme. Le tre tipologie si differenziano invece, per il numero dei tralci, la loro disposizione e per il volume che essi occupano. A ognuna delle tre forme, corrispondono quindi, carichi produttivi per ceppo

diversi, dovuti alla differente distanza fra le viti e alla loro diversa impostazione strutturale sui fili di sostegno della spalliera.

Ultimamente stanno sempre più prendendo piede impianti come quelli a GDC o cortina centrale, i quali sono completamente meccanizzabili a partire dalla potatura invernale, ma queste forme di allevamento non sono idonee per i terreni collinari in quanto l'uso dei mezzi meccanici risulta complicato. Inoltre si corre il rischio di avere risultati quantitativi variabili e produzioni non costanti negli anni, a causa dell'elevata vigoria della Glera e della potatura corta prevista da queste tipologie di impianto (Tomasi et al., 2013).

Comunque sia, a prescindere da quale forma di allevamento si voglia seguire, il parametro cruciale da prendere in considerazione è sicuramente l'equilibrio vegeto-produttivo del vigneto, misurato dal viticoltore in riferimento alle rese previste dal disciplinare (DOC: 180 quintali/Ha; DOCG: 135 quintali/Ha; Superiore di Cartizze: 120 quintali/Ha). Stabilire un buon equilibrio vegeto-produttivo significa garantire la giusta illuminazione alle foglie ed ai grappoli e ciò vuol dire ottenere uve salubri e di maggiore qualità.

4.1.1 Caratterizzazione aromatica della Glera e la correlazione degli aromi con le tecniche colturali

Si è sottolineato più volte il ruolo fondamentale che hanno i fattori ambientali nella determinazione del profilo sensoriale dell'uva. Sono infatti le condizioni climatiche e pedologiche del vigneto a donare sentori olfattivi e gustativi particolari alle uve, dalle quali si ottengono poi, vini dai caratteri unici e inconfondibili, spesso riconducibili al loro territorio d'origine. Tuttavia è doveroso precisare, che sono i geni a determinare il profilo aromatico che caratterizza una varietà e che per ognuna, i valori quantitativi delle diverse classi di molecole aromatiche, e specialmente i rapporti esistenti fra esse, risultano sempre mediamente costanti. La classificazione varietale, come anche l'identificazione, viene effettuata prendendo in considerazione questi valori caratteristici che difatti costituiscono un valido criterio tassonomico (Camara et al., 2004, Oliviera et al., 2006).

Grazie agli studi di zonazione condotti dal CRA di Conegliano con il sostegno del Consorzio Tutela Conegliano Valdobbiadene e Veneto Agricoltura, è stata rilevata la composizione aromatica varietale della Glera attraverso un'analisi chimica degli aromi presenti nei mosti.

L'area di studio del progetto di zonazione ha interessato la zona collinare DOCG che si estende a Est del fiume Piave fino al confine della provincia di Pordenone.

Poiché la zona è molto estesa (comprende attualmente oltre 6.100 ettari di vigneti) lo studio è stato condotto in due fasi: la prima ha riguardato l'area DOCG centro-orientale ed ha interessato il triennio 1997-1999, la seconda fase del progetto, iniziata nel 2002 e

ultimata nel 2006, ha coinvolto la parte DOCG occidentale che comprende i comuni di Valdobbiadene, Santo Stefano, Vidor e Farra di Soligo (Tomasi et al., 2013). Grazie all'esteso campionamento effettuato nel corso di tali studi di zonazione è stato quindi possibile disegnare la carta aromatica della Glera, facendo delle analisi chimiche dei composti aromatici presenti nei mosti. Nonostante la quantificazione totale e quella relativa alle tre classi dei composti benzenici, terpenici e dei norisoprenoidi, sia risultata essere variabile nelle due aree di indagine (ciò potrebbe essere legato ai diversi ambienti e alle diverse epoche di campionamento), rispetto alla media, si può tuttavia ricavare un'impronta digitale di questa varietà, relativa ai composti sopra citati (Figura 14).

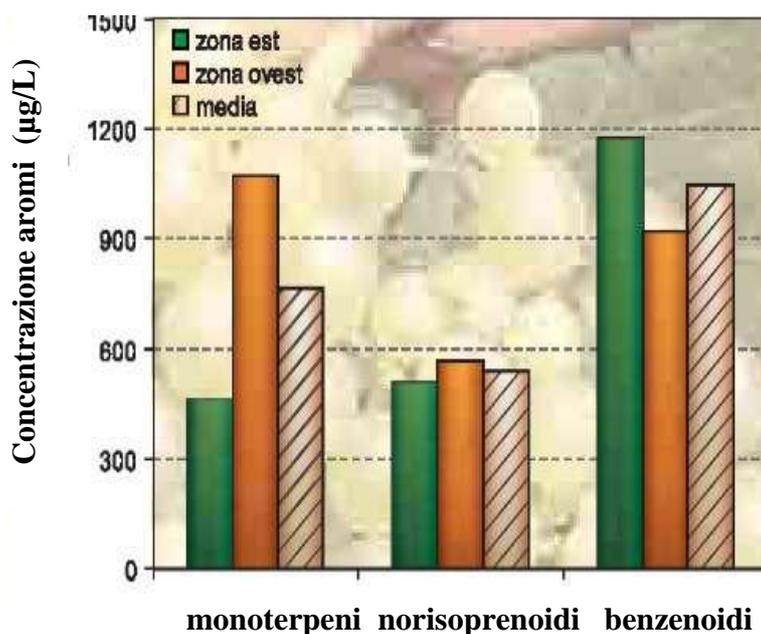


Figura 14: Valori medi generali dei contenuti in composti aromatici presenti nei mosti delle uva Glera (area Ovest-Valdobbiadene media annate 03-06, area Est-Conegliano media annate 97-99). (Fonte: "The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine" di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

Dagli istogrammi balza subito all'occhio, come la classe dei benzenoidi è quella quantitativamente più importante. Di questi aromi, ben oltre il 70% è costituito dall'alcol benzilico e β -fenil-etanolo, i quali ricordano al naso profumi di rosa, garofano e di speziato. Sempre dal grafico si evince che la seconda classe di sostanze aromatiche maggiormente presente, è quella dei monoterpeni e, tra questi i più abbondanti risultano essere: il geraniolo, l'idrossigeraniolo e l'idrossilinalolo, che donano ai vini note di rosa, di limone e cedro. Inoltre, si riscontrano il linalolo (note floreali e di rosa) e il nerolo (note di rosa e agrumi), ma a concentrazioni decisamente inferiori in confronto al geraniolo (34 – 23 $\mu\text{g/L}$ contro i 165 $\mu\text{g/L}$ medi del geraniolo). Infine, si può notare come la classe rappresentata in minori quantità è quella dei norisoprenoidi. Di questa frazione, una buona parte è costituita dal vomifoliolo, dal 3-OH- β damascone e dal 3-oxo- α -ionolo, che nell'insieme regalano ai vini note di frutta esotica e frutta matura (Dunlevy et al., 2009; Francis e Newton, 2005; Lopez et al., 2004).

In base ai seguenti dati, si può dunque affermare che gli aromi varietali, tipici del vino Prosecco, appartengono essenzialmente alle classi dei benzenoidi, monoterpeni e norisoprenoidi, i quali come già ricordato, sono responsabili delle note di fruttato, floreale, di agrumi e frutta matura. Degustando attentamente il Prosecco, è possibile percepire anche una sottile nota erbacea, accompagnata da delicati sentori speziati mediterranei.

L'intenso e inconfondibile bouquet aromatico del Prosecco è quindi dovuto alle differenti vie metaboliche della varietà Glera, ma come precisato più e più volte, il contenuto dei prodotti delle singole vie, varia a secondo dei fattori pedoclimatici e delle diverse

tecniche colturali adottate. Per quanto riguarda queste ultime, va sottolineata nuovamente l'importanza del giusto equilibrio vegeto-produttivo: arrivare a un buon equilibrio tra parete fogliare e quantità di uva, tramite un'accurata gestione della chioma e una scelta appropriata delle forme di allevamento, vuol dire coltivare uve in condizioni di illuminazione e temperatura ottimali e quindi di maggiore qualità (Bledsoe et al., 1988; Reynolds et al., 1994; Reynolds et al., 1996; Zoecklein et al., 1998). Ad esempio è stata studiata per la Glera, la relazione del contenuto in monoterpeni e norisoprenoidi con l'indice di Ravaz (rapporto tra la quantità di uva per ceppo e peso del legno di potatura: kg uva/kg legno) (Figura 15).

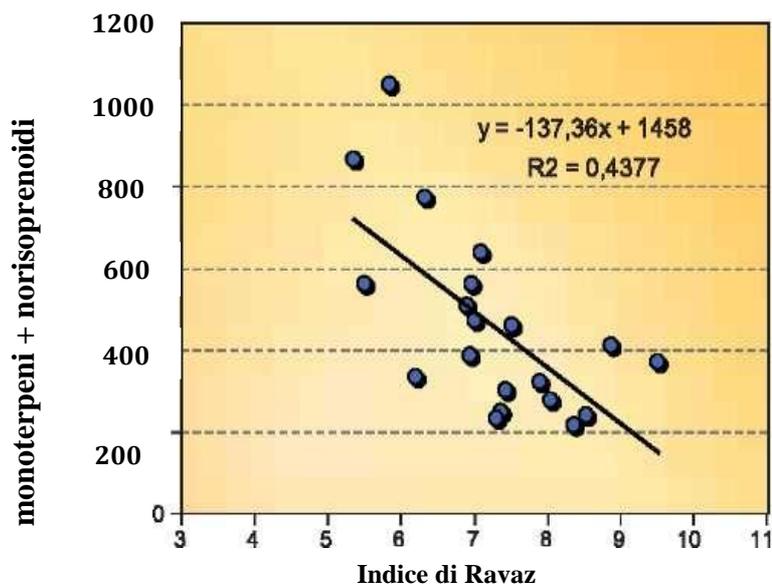


Figura 15: Contenuto di monoterpeni e norisoprenoidi nelle uve Glera in funzione dell'indice di Ravaz. (Fonte: "The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine" di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

Dal grafico emerge che, a quantità di uva elevate (indici di Ravaz alti), corrispondono basse concentrazioni in monoterpeni e norisoprenoidi e la correlazione diventa ancor più negativa quando il rapporto vegeto-produttivo è sbilanciato. È quindi di fondamentale importanza calibrare il giusto numero di gemme per ceppo e stabilire un corretto indice di Ravaz. Per la Glera, i valori migliori in termini di composti aromatici, si registrano con un indice di Ravaz compreso mediamente tra 5 e 7 (5-7 kg di uva per ogni kg di legno asportato in potatura) (Tomasi et al., 2013).

4.1.2 La qualità aromatica della Glera in relazione alle condizioni climatiche

A parte gli effetti positivi scaturiti in seguito alle corrette pratiche colturali, si è detto già in precedenza, che anche il clima ha un ruolo fondamentale nel determinare la qualità organolettica dell'uva: le condizioni termiche e pluviometriche incidono, oltre che sui tenori zuccherini e acidità, anche sui composti aromatici.

Per quanto riguarda le strette relazioni esistenti tra temperatura e composizione aromatica delle uve Glera, si deve sottolineare che l'immediata risposta della pianta al variare degli estremi termici, è uno dei punti cardini su cui poggiano le esperienze di zonazione.

Per comprendere al meglio la tipicità dei vari territori ed i caratteri che li contraddistinguono, è necessario analizzare i composti aromatici in funzione del clima e accertare successivamente, la loro corrispondenza con gli aromi percepiti tramite l'analisi sensoriale del Prosecco. Generalmente, il profilo aromatico delle bacche dipende molto

dalle temperature registrate nelle settimane che precedono la piena maturazione degli acini, e più precisamente dai valori termici minimi e massimi e dallo scarto termico tra questi due estremi.

È ormai nota da tempo, la stretta relazione tra l'escursione termica notte/dì e il contenuto di molecole aromatiche nelle bacche. Anche per la Glera, dal lavoro di zonazione svolto dal CRA di Conegliano citato precedentemente, si è evidenziata una dipendenza positiva tra lo sbalzo termico notte/giorno (verificatosi nelle due ultime settimane di agosto-settembre) e la quantità di terpenoli e benzenoidi, riscontrata nelle uve (Figura 16).

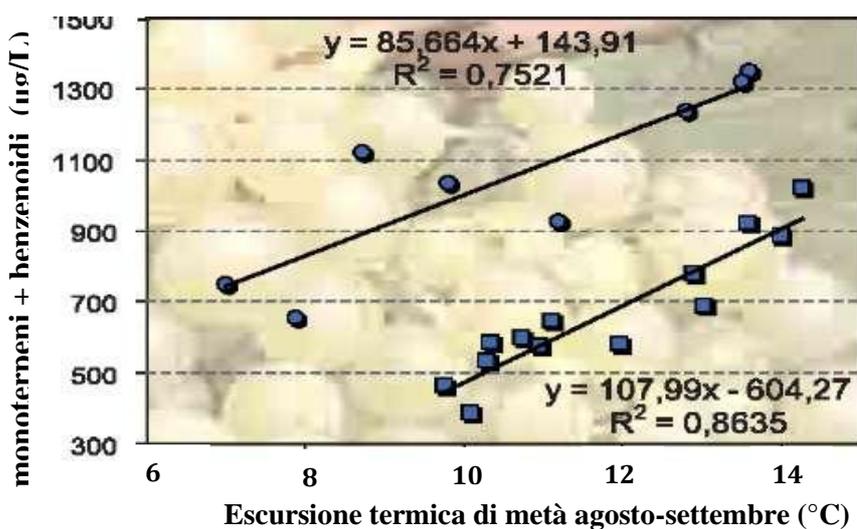


Figura 16: Regressione tra escursione termica della seconda metà di agosto-settembre e concentrazione totale monoterpeni e benzenoidi per la Glera. Le due rette si riferiscono alle zone diverse del comprensorio indagato nel corso degli studi di zonazione condotti dal CRA di Conegliano. (Fonte: “The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine” di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

A temperature notturne più basse, dovute generalmente al fenomeno fisico delle brezze, per le quali l'escursione termica cresce, si rilevano quindi note aromatiche più fini ed intense legate alla presenza dei terpenoli e dei benzenoidi.

Tuttavia quando la stessa correlazione è stata studiata per i norisoprenoidi, è emersa una situazione completamente opposta a quella precedente: a livelli di escursione termica minori (notti più calde) corrispondono concentrazioni più alte di norisoprenoidi, che donano alle bacche spiccati sentori di frutta matura e tropicale (Figura 17).

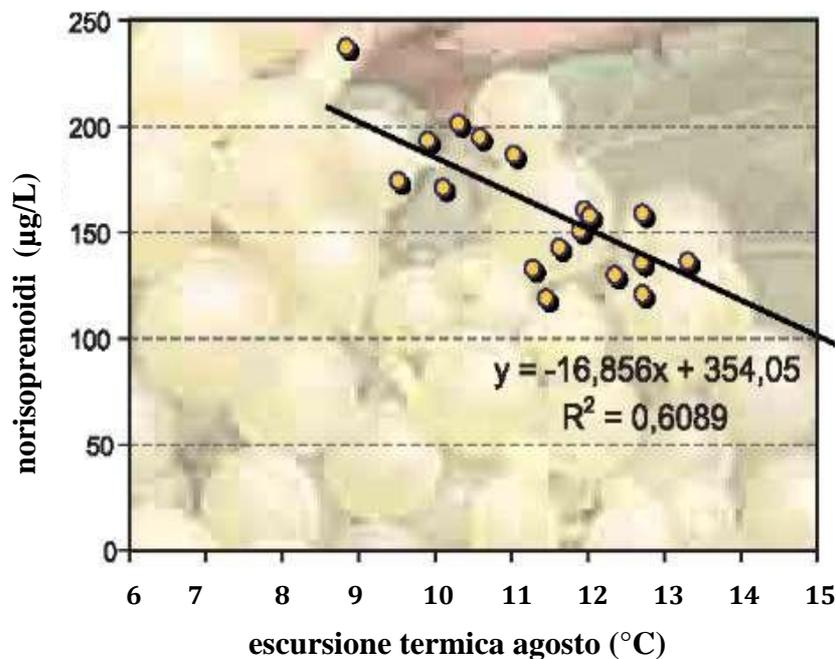


Figura 17: Contenuto dei norisoprenoidi nelle uve Glera in funzione dell'escursione termica. (Fonte: "The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine" di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

Si ricorda infatti che i norisoprenoidi derivano dai carotenoidi per degradazione chimica, fotochimica e dall'azione enzimatica della carotene diossigenasi, reazioni tutte favorite dalla radiazione solare diretta sui grappoli e dalle temperature poco più alte.

È facile quindi spiegare perché in annate particolarmente calde e siccitose, nei vini prevalgano sentori di frutta tropicale e frutta matura attribuibili ai norisoprenoidi, mentre i sentori floreali e le note di agrumi risultano essere nettamente penalizzati.

Un altro fattore climatico da prendere in considerazione è sicuramente la frequenza delle precipitazioni. Come si vedrà più avanti, quando la disponibilità idrica è abbondante, le uve sono caratterizzate da un basso contenuto in composti aromatici, come conseguente effetto degli eccessi vegetativi e produttivi. I vini che si ricavano da tali uve, sono quindi meno tipici, erbacei e più diluiti (Chapman et al., 2005; Matthews et al., 1990; Myburgh et al., 2006; Keller et al., 2005). Contrariamente, periodi caratterizzati da ridotte precipitazioni, favoriscono la biosintesi e l'accumulo delle molecole aromatiche.

In definitiva si può affermare che, una moderata carenza idrica durante il periodo di maturazione è sempre indice di qualità, in quanto viene favorito il metabolismo glucidico a scapito di quello proteico, con la relativa inibizione della spinta vegetativa a vantaggio della piena e completa maturazione degli acini (Bindon et al., 2007; Chapman et al., 2005).

4.1.3 La qualità aromatica della Glera in relazione al suolo

Precedentemente, parlando del concetto di zonazione, si è posto l'accento sul ruolo chiave svolto dall'ambiente pedologico sulla vita della pianta: il suolo sostiene fisicamente le colture e scambia con esse acqua e sali minerali in un rapporto funzionale e dinamico.

Dal punto di vista organolettico, una caratteristica fisica del suolo molto importante nella determinazione della componente aromatica delle uve è la tessitura; quest'ultima chiamata anche granulometria, viene espressa dal rapporto percentuale tra argilla, limo, sabbia e frammenti rocciosi, nonché dal rapporto percentuale fra le particelle di diverso diametro che compongono la matrice solida del terreno.

È interessante notare, come da viti coltivate in suoli limo-sabbiosi, si originano vini dal profilo aromatico morbido e fine; da vitigni cresciuti su terreni argilloso-calcarei nascono vini fruttati e floreali; da uve coltivate in suoli più argillosi e difficili si ottengono invece, vini caratterizzati da sentori minerali e vegetali (Tomasi e Gaiotti, 2010; White, 2003).

Sempre durante il corso dell'indagine di zonazione svolta dal Cra di Conegliano (si ricorda che il progetto ha interessato la zona collinare DOCG che si estende a est del fiume Piave fino al confine della provincia di Pordenone) si è riscontrata una regressione positiva tra il magnesio contenuto nel suolo e la quantità totale dei monoterpeni presenti nei mosti Glera, alla pigiatura (Figura 18).

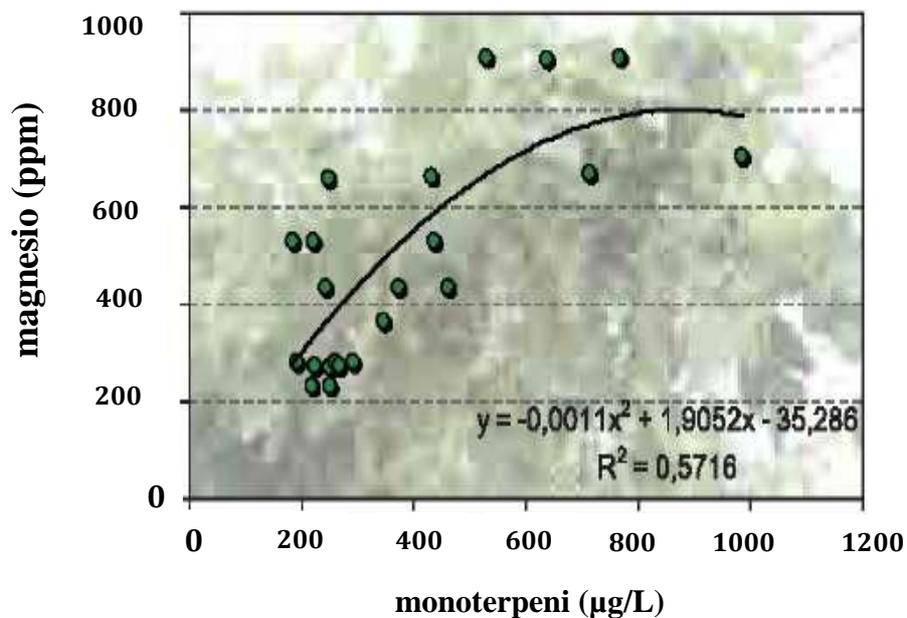


Figura 18: Relazione tra presenza quantitativa di magnesio nel suolo e quantità monoterpenica dell’uva Glera. (Fonte: “The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine” di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

Questo effetto diretto del magnesio sulla qualità aromatica della Glera non è stato ancora ben chiarito, tuttavia anche sulla base di altre evidenze sperimentali è emerso come, vini ottenuti da vitigni concimati con questo elemento, hanno portato sempre a risultati sensoriali soddisfacenti (Májér 2004).

Strettamente correlate alla tessitura del suolo, sono anche le proprietà idriche del terreno. Come già accennato, a maggiori disponibilità idriche sono sempre associati eccessi vegetativi e produttivi, con il risultato che gli aromi presenti nelle bacche sono più erbacei e meno interessanti. Tali evidenze risultano particolarmente utili, nel caso in cui si debba ricorrere a programmi di intervento d'irrigazione. A confermare questa stretta relazione tra disponibilità idrica e composti aromatici per la varietà Glera, è stato ancora una volta il lavoro di zonazione condotto dal CRA di Conegliano. Dai dati medi delle due zone DOCG differenti (zona ovest e zona est), le piogge continue e superiori ai 90-120 mm nel mese di settembre (annate 97-99 e 2003-2006) hanno mostrato un effetto negativo nei confronti di tutte e tre le classi dei: monoterpeni, benzenoidi e norisoprenoidi (Figura 19).

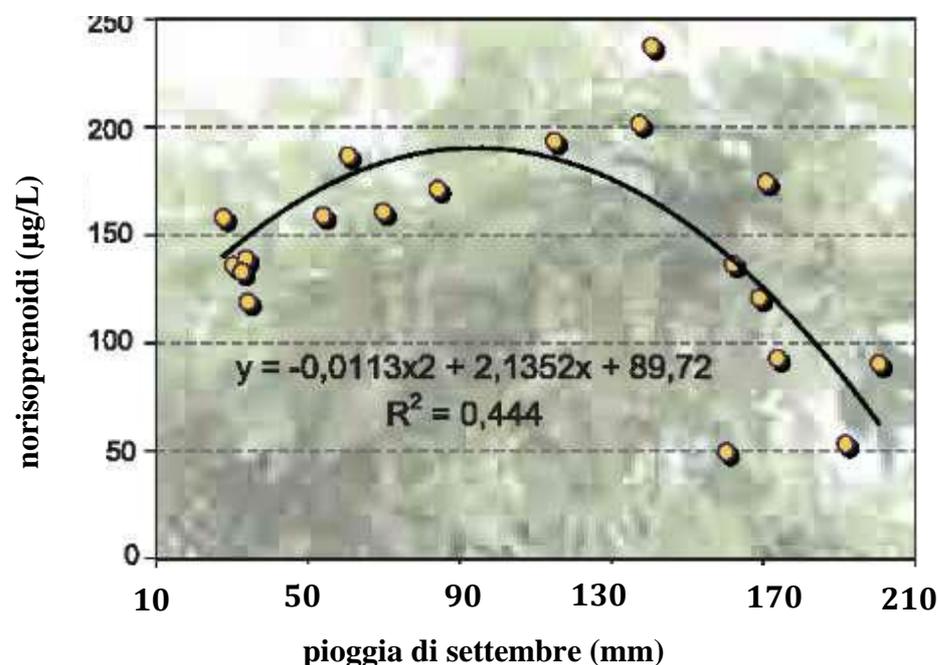


Figura 19: Effetto negativo della pioggia sui norisoprenoidi. (Fonte: libro “The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine” di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

In qualche modo, indipendentemente dal tipo di terreno, piogge eccessivamente abbondanti hanno sempre effetto negativo, ma sicuramente granulometrie fini e terreni con scarsa capacità di drenaggio e smaltimento dell'acqua aggravano la situazione. Altre evidenze simili, si sono riscontrate mettendo in relazione il calcolo del bilancio idrico mensile, espresso come l'Indice di Soddifacimento Idrico (ISI), con il contenuto di monoterpeni presenti nella varietà Glera: ad elevati ISI, e quindi a maggior disponibilità idriche, corrispondono sempre basse quantità di composti monoterpenici (Figura 20).

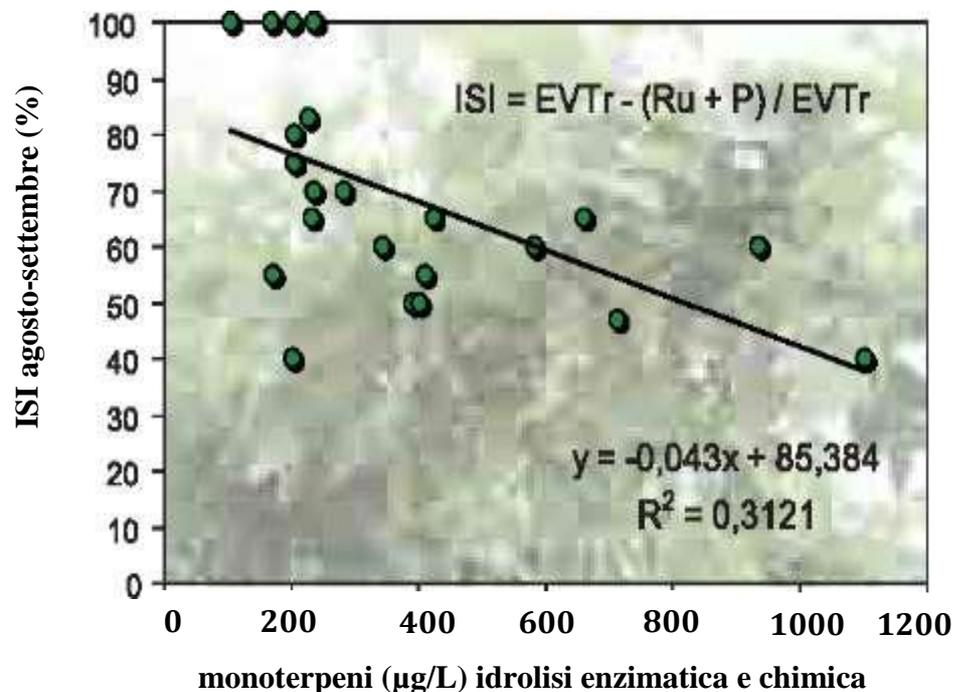


Figura 20: Relazione tra l'indice di soddisfacimento idrico (ISI) e il contenuto dei monoterpeni nelle uve Glera. (Fonte: libro "The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine" di Tomasi, Gaiotti e Jones, 2013)

Tutto questo come ricordato più volte, si può ricondurre non solo all'eccessiva quantità di acqua che provoca la diluizione delle varie componenti, ma anche all'eccessiva vigoria che comporta effetti negativi sull'ombreggiamento, sulle dimensioni e sullo stato fisiologico dei grappoli. Anche da altri lavori è emerso che ogni qualvolta la vigoria non è tenuta sotto controllo, la qualità aromatica delle uve diminuisce notevolmente (Chone et al., 2001).

CONCLUSIONI

L'applicazione della metodologia delle zonazioni da parte del CRA di Conegliano sulla zona DOCG di Conegliano-Valdobbiadene, ha permesso di mettere in luce l'importanza del *terroir* nella definizione delle componenti aromatiche della Glera, vitigno vigoroso che nei secoli si è perfettamente adattato alle condizioni ambientali di questo territorio.

Da tali studi di zonazione è stato possibile osservare come i fattori pedoclimatici del comprensorio produttivo del Prosecco DOCG, insieme alle scelte agronomiche appropriate, favoriscano la sintesi dei composti aromatici nelle uve Glera.

Il clima temperato e le forti escursioni termiche tipiche di queste zone collinari, determinano nella Glera, un accumulo di terpenoli e benzenoidi dalle caratteristiche note fruttate e floreali; mentre sentori di frutta matura e tropicale si percepiscono maggiormente quando lo sbalzo termico è minore, in quanto più abbondanti risultano i norisoprenoidi.

I suoli alluvionali con tessitura argillosa-limosa, che caratterizzano questo territorio, presentano una buona fertilità e garantiscono il corretto apporto di sali minerali, come il magnesio, la cui quantità influenza positivamente il contenuto dei monoterpeni.

Determinante nella definizione del profilo aromatico della Glera, è anche il fattore umano: il corretto sviluppo della pianta durante la fase vegetativa, è legato alla capacità dei viticoltori nel saper adottare le tecniche colturali che meglio permettono alla Glera di raggiungere un equilibrato rapporto vegeto-produttivo, per il quale si registrano alti contenuti in monoterpeni e norisoprenoidi.

Il *terroir* svolge quindi un ruolo chiave nella definizione della qualità del Prosecco, regalando a questo vino, intensi aromi varietali che insieme vanno a costruire un profilo aromatico inconfondibile, conosciuto ed apprezzato da consumatori di tutto il mondo.

BIBLIOGRAFIA

- Allen M.S., Lacey M.J., Boyd S., (1994). "Determination of methoxypyrazines in red wines by stable isotope dilution gas chromatography mass spectrometry". *J. Agric. Food Chem.* 1994, 42, 1734-1738.
- Augustyn O.P.H., Rapp A., Van Wyk C.J., (1982). "Some volatile aroma components of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc". *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1982, 3, 53-60.
- Bayonove C., Cordonnier R.A., Dubois P., (1975). "Etude d'une fraction caractéristique de l'arôme du raisin de la variété Cabernet-sauvignon; mise en évidence de la 2-méthoxy-3-isobutylpyrazine". *C. R. Acad. Sci. Ser. D (Paris)* 1975, 281, 75-78.
- Benciolini G., (2000). "L'ambiente giusto del vitigno si sceglie con la zonazione". *Cooperativa I.TER, Bologna. Riv. Agricoltura Nov.* 2000, pp. 52-54.
- Bledsoe A. M., Kliwer W. M., Marois J. J. (1988). "Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon Blanc grapevines". *Am. J. Enol. Vitic.* 39: 49-54.
- Boatto V., Barisan L., (2011). "Dinamiche delle strutture vitivinicole e del mercato del Conegliano Valdobbiadene DOCG". *Rapporto CIRVE 2011. Distretto del Prosecco DOC di Conegliano e Valdobbiadene (TV), Centro studi di distretto.*
- Bouchilloux P., Darriet P., Dubourdieu D., (1996). "Mise au point d'une méthode de dosage de la 4-mercapto-4-méthypentan-2-one dans les vins de Sauvignon". *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 30, 23-29.
- Calò A., Di Stefano R., Costacurta A., Calò G., (1991). "Caratterizzazione di Cabernet franc e carmenère (*Vitis* sp.) e chiarimenti sulla loro coltura in Italia". *Riv. Vitic. Enol.* 1991, 3, 3-25.

- Càmara J. S., Herbertb P., Marquesa J. C., Alvesb M. A. (2004). "Varietal flavour compounds of four grape varieties producing Madeira wines". *Analytica Chimica Acta* 513: 203–207.
- Capone D.L., Pardon K.H., Cordente A.G., Jeffery D.W., (2011). "Identification and quantitation of 3-S-cysteinylglycinehexan-1-ol (cysgly-3-MH) in Sauvignon blanc grape juice by HPLC-MS/MS". *J. Agric. Food Chem.* 59:11204-11210.
- Chapman D. M., Roby G., Ebeler S. E., Guinard J. X., Matthews M. (2005). "Sensory attributes from vines with different water status". *Aust. J. Grape Wine Res.* 11: 339–347.
- Cosmo I., Polsinelli M., (1960). "Prosecco". *Principali vitigni da vino coltivati in Italia - Volume I*, 1960.
- 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 Journal*, 10, 385-392.
- de Boubèe D.R., Leeuwen V., Dubourdieu D., (2000). "Organoleptic Impact of 2-Methoxy-3-isobutylpyrazine on Red Bordeaux and Loire Wines. Effect of Environmental Conditions on Concentrations in Grape during Ripening". *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 4830-4834.
- Di Stefano R., (1996). "Metodi chimici nella caratterizzazione varietale. Valutazioni attraverso lo studio dei composti volatili liberi e legati". *Annali dell'Istituto Sperimentale per l'Enologia di Asti XXVII*: 33-53.
- Drawert F., (1966). "Enzymatische bildung von hezen-2-al-(1) hexanal und deren vorstuyen licbigs". *Ann. Chem.*, 694, 200-208.

- Dubourdieu D., Tominaga T., (2009). "Polyfunctional thiol compounds wine". Chemistry and Biochemistry. M.V. Moreno-Arribas and M.C. Polo (eds.), pp. 275-293. Springer Science, New York.
- Dunlevy C. M., Kalua R. A., Keyzers P., Boss K. (2009). "The production of flavour and aroma compounds in grape berries". J. D. Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology, 293-340.
- Failla O., Brancadoro L., Rossoni M., Scienza A., (2006). "Le sostanze aromatiche nella bacca". *Informatore agrario*. - ISSN 0020-0689. - 62:14 suppl.(2006), pp. 6-10.
- Francis I. L., Newton J. L. (2005). "Determining wine aroma from compositional data". *Aust. J. Grape Wine Res.* 11: 114 - 126.
- Fregoni M., (1998). "Viticoltura di qualità". Ed. *l'Informatore Agrario 1998*, Verona.
- Guillaumie S., Ilg A., Réty S., Brette M., Trossat-Magnin C., Decroocq S., Léon C., Keime C., Ye T., Baltenweck-Guyot R., Claudel P., Bordenave L., Vanbrabant S., Duchêne E., Delrot S., Darriet P., Hugueney P., Gomès E., (2013). "Genetic analysis of the biosynthesis of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, a major grape-derived aroma compound impacting wine quality". *Plant Physiol.* 2013 Jun;162 (2):604-15. doi: 10.1104/pp.113.218313. Epub 2013 Apr 19.
- Guth H., (1997a). "Identification of character impact odorants of different white wine varieties". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3022-3026.
- Hardy P.S., (1970). "Changes in volatiles of muscat grapes during ripening". *Phytochemistry*, 9, 709-715.
- Harris R.L.N., Lacey, M.J., Brown, W.V., Allen, M.S., (1987). "Determination of 2-methoxy-3-alkylpyrazines in wine by gas chromatography/mass spectrometry". *Vitis* 1987, 26, 201-207.

- Howell K.S., Swiegers J.H., Elsey G.M., Siebert T.E., Bartowsky E.J., Fleet G.H., Pretorius I.S., de Barros Lopes M.A., (2004). "Variation in 4-mercapto-4-methyl-pentan-2-one release by *Saccharomyces cerevisiae* commercial wine strains". *FEMS Microbiology Letters*, 240, 125-129.
- Katumi H., Samuta T., (1999). "Grape maturity and light exposure affect berry methoxypyrazine concentration". *American Journal of Enology and Viticulture*, 50, 194-198.
- Keller M. (2005). "Irrigation strategies for white and red grapes". *Proceedings of the 33rd Annual New York Industry Workshop*: 102-105.
- Kobayashi H., Matsuyama S., Takase H., Sasaki K., Suzuki S., Takata R., Saito H., (2012). "Impact of Harvest Timing on the Concentration of 3-Mercaptohexan-1-ol Precursors in *Vitis vinifera* Berries". *Am. J. Enol. Vitic.* 63:4.
- Lacey M.J., Allen M.S., Harris R.L.N., Brown W.V., (1991) . "Methoxypyrazines in Sauvignon blanc grapes and wines". *American journal of Enology and Viticulture*, 42, 103-108.
- Lopez R., Ezpeleta E., Sánchez I., Cacho J., Ferreira V. (2004). "Analysis of the aroma intensities of volatile compounds released from mild-acid hydrolysates of odorless precursors extracted from Tempranillo and Grenache Grapes using gas chromatography- olfactometry". *Food Chemistry* 88: 85-103.
- Lopez R., Ortín N., Pèrez-Trujillo J.P., Cacho J.F., Ferreira V., (2003). "Impact odorants of different young white wines from the Canary Islands". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3419-3425.
- Marenghi M., (2005). "Manuale di viticoltura. Impianto, gestione e difesa del vigneto". Edizioni Edagricole 2005, Bologna.

- Martin D.M., Aubourg S., Schouwey M.B., Daviet L., Schalk M., Toub O., Lund S.T., Bohlmann J., (2010). "Functional annotation, genome organization and phylogeny of the grapevine (*Vitis vinifera*) terpene synthase gene family based on genome assembly, FLcDNA cloning, and enzyme assays". *BMC Plant Biology* 10:226.
- Mathieu S., Terrier N., Procureur J., Bigey F., Gunata Z., (2005). "A Carotenoid Cleavage Dioxygenase from *Vitis vinifera* L. : functional characterization and expression during grape berry development in relation to C13-norisoprenoid accumulation". *Journal of Experimental Botany*, Vol. 56, No. 420, pp. 2721–2731.
- Matthews M. A., Ishii R., Anderson M. M., O'Mahony M. (1990). "Dependence of wine sensory attributes on vine water status". *J. Sci. Food Agric.* 51: 321-335.
- Májér J. (2004). "Magnesium supply of the vineyards in the Balaton – highlands". *Acta Hort. (ISHS)* 652 :175-182.
- Mestres M., Busto O., Guasch J., (2000). "Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma". *Review. Journal of Chromatography A*, 881, 569-581.
- Murat M.L., Masneuf I., Darriet P., Lavigne V., Tominaga T., Dubourdieu D., (2001b). "Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains on the liberation of volatile thiols in Sauvignon blanc wine". *American Journal of Enology and Viticulture*, 52, 136-139.
- Myburgh P. A. (2006). "Juice and wine quality responses *Vitis vinifera* L. cvs. Sauvignon Blanc and Chenin Blanc to timing of irrigation during berry ripening in the coastal region of South Africa". *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 27: 1 -7.
- Oliveira J. M., Faria M., Sá F., Barros F., Araújo I. M. (2006). "C6-alcohols as varietal markers for assessment of wine origin". *Analytica Chimica Acta* 563: 300-309.

- Pearce T.J.P., Peacock J.M., Aylward F., Haisman D.R., (1967). "Catty odours in food: reactions between hydrogen sulphide and unsaturated ketones". *Chem. Ind.-London* 37, 1562-1563.
- Peyrot des Gachons C., Tominaga T., Dubourdieu D., (2000). "Measuring the aromatic potential of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc grapes by assaying S-cysteine conjugate, precursors of the volatile thiols responsible for their varietal aroma". *J. Agric. Food Chem.* 48:3387-3391.
- Peyrot des Gachons C., Tominaga T., Dubourdieu D., (2002). "Sulfur aroma precursor present in S-glutathione conjugate form: Identification of S-3-(hexan-1-ol)-glutathione in must from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc". *J. Agric. Food Chem.* 50:4076-4079.
- Reynolds A. G., Edwards C. G., Wardle D. A., Webster D. R., Dever M. (1994). "Shoot density affects 'Riesling' grapevines. II. Wine composition and sensory response". *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119: 880-892.
- Reynolds A. G., Wardle D. A., Naylor A. P. (1996). "Impact of training system, vine spacing, and basal leaf removal on Riesling. Vine performance, berry composition, canopy microclimate, and vineyard labor requirements". *Am. J. Enol. Vitic.* 47: 63-76.
- Swiegers J.H., et al., (2006). "Modulation of volatile thiol and ester aromas by modified wine yeast". *Developments in Food Science* 43. *Flavour Science: Recent Advancements and Trends*. W.L.P. Bredie and M.A. Peterson (eds.), pp. 113-116. Elsevier, Amsterdam.
- Tomasi D., Gaiotti F. (2010). "The taste of soil. The personality of the Veneto wines through the soil". Peruzzo Industrie Grafiche (PD).

- Tomasi D., Gaiotti F., Jones G.V., (2013). “The Power of the Terroir: the Case Study of Prosecco Wine”. Ed Springer Basel 2013, DOI 10.1007/978-3-0348-0628-2. Capitolo nono, pp. 125-147.
- Tomasi D., Marcuzzo P., Gaiotti F., (2011). “Delle terre del Piave uve vini e paesaggi”. CRA Istituto Sperimentale per la Viticoltura.
- Tomasi D., Pascarella G., Sivilotti P., (2006). “La conoscenza del territorio viticolo e dei suoi vini nel Veneto e in Friuli: alcuni risultati”. CRA Istituto Sperimentale per la Viticoltura, amministrazione comunale di Conegliano (TV).
- Tominaga T., Furrer A., Henry D., Dubourdieu D., (1998a). “Identification of new volatile thiols in the aroma of *Vitis vinifera* L. var. Sauvignon blanc”. *Flavour Fragrance Journal*, 13, 159-162.
- Tominaga T., Masneuf I., Dubourdieu D., (1995). “A S-cysteine conjugate, precursor of aroma of white sauvignon”. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 29, 227–232.
- Tominaga T., Peyrot des Gachons C., Dubourdieu D., (1998b). “A new type of flavour precursors in *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc: S-cysteine conjugates”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 5215-5219.
- White R. E. (2003). “Soils for fine wines”. Oxford University
- Zoecklein B. W., Wolf T.K., Marcy J. E., Jasinski Y. (1998). “Effect of fruit zone leaf thinning on total glycosides and selected aglycone concentrations of Riesling (*Vitis vinifera* L.) grapes”. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 35-43.

Riferimenti Legislativi

D.M. 17 luglio 2009 pubblicato su G.U. n°173 del 28.07.2009,concernente il riconoscimento della Denominazione di Origine Controllata dei vini “Prosecco”, il riconoscimento della Denominazione di Origine Controllata e Garantita dei vini “Conegliano Valdobbiadene - Prosecco” e il riconoscimento della Denominazione di Origine Controllata e Garantita dei vini “Colli Asolani - Prosecco” o “Asolo -Prosecco” per le rispettive sottozone e l’approvazione dei relativi disciplinari di produzione.

Disciplinare di produzione della Denominazione di Origine Controllata dei vini “Prosecco”. Approvato con DM 17.07. 2009 GU 173 - 28.07.2009; Modificato con DM 20.09.2010 G.U. 226 - 27.09.2010; Modificato con DM 15.10.2010 G.U. 263 - 10.11.2010; Modificato con DM 30.11.2011. Pubblicato sul sito ufficiale del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. Sezione Qualità e Sicurezza Vini DOP e IGP.

Disciplinare di produzione dei vini DOCG “Conegliano Valdobbiadene –Prosecco”. Approvato con DM 17.07.2009 G.U. 173 - 28.07.2009; Modificato con DM 20.09.2010 G.U. 232 - 04.10.2010; Modificato con DM 30.11.2011. Pubblicato sul sito ufficiale del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. Sezione Qualità e Sicurezza Vini DOP e IGP.

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento è rivolto al Dr. Benedetto Ruperti per avermi dato l'opportunità di scrivere la tesi su un prodotto da me amato, ma specialmente per essere stato sempre disponibile e pronto a darmi preziosi consigli ed insegnamenti.

Desidero inoltre ringraziare profondamente, il Dr. Diego Tomasi, per avermi generosamente concesso molti dei dati ed informazioni riportate in questo lavoro di tesi.

Infine sono immensamente grata a tutti i professori del mio Corso di Studi di Laurea, i quali sono stati per me, grandi maestri di Scienza.