

## CONOSCENZA E GESTIONE DEI COMPOSTI AROMATICI E FENOLICI DEI VINI

**Stéphane VIDAL \***, **Patrick VUCHOT \*\***

\*Inter-Rhône, Responsable du laboratoire d'analyses, 2260 Route du Grès, 84100 Orange. E-mail : [s.vidal@inter-rhone.com](mailto:s.vidal@inter-rhone.com)

\*\* Inter-Rhône, Responsable des études, 2260 Route du Grès, 84100 Orange. E-mail : [p.vuchot@inter-rhone.com](mailto:p.vuchot@inter-rhone.com)

*Articolo estratto dagli Atti dell'8° edizione dei Rencontres Rhodaniennes, 25 Marzo 2004.*

### Introduzione

La qualità dei vini rossi si basa su un equilibrio fatto di note aromatiche diverse e di una percezione gustativa complessa. In questo contesto, i composti aromatici e polifenolici sono di primaria importanza per il produttore. La qualità dell'uva determina i potenziali aromatici e fenolici, e le tecniche di vinificazione devono potere esprimere al meglio tale potenziale, tenendo conto del tipo di vino che si desidera produrre.

Questo approccio di enologia integrata rivela tutto il suo valore nella prospettiva della segmentazione del mercato dei vini Cotes du Rhône in selezioni « fruttati » e « robusti ». Questa segmentazione si basa su criteri analitici precisi. I vini fruttati devono presentare, tra l'altro, una intensità colorante (IC) inferiore a 5 ed un indice di polifenoli totali (IPT) inferiore a 40. Al contrario, i vini robusti devono rispettare un minimo di 5 e di 40 rispettivamente per l'IC e l'IPT. Questo articolo si propone di fare il punto sulla conoscenza della composizione degli acini d'uva e dei vini in sostanze dell'aroma e polifenoliche, discutendo i fattori e le tecniche di vinificazione. Al termine del contributo, saranno discussi i diversi fattori che influiscono sulla percezione tannica ed aromatica dei vini, in vista di una loro applicazione nell'ottenimento di vini fruttati o robusti.

### Composizione dell'uva in polifenoli ed aromi

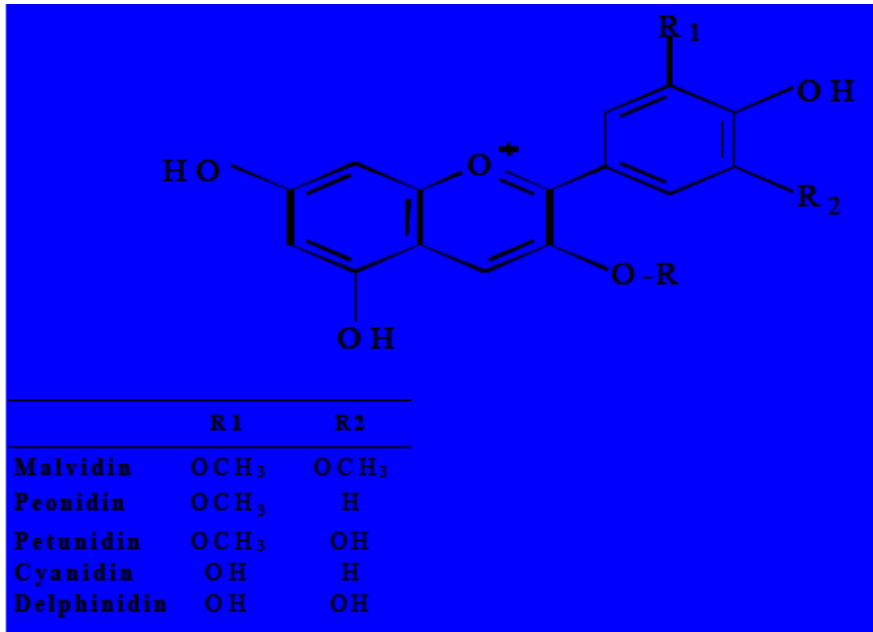
#### ➤ Polifenoli principali

I polifenoli dell'uva possono essere classificati in due categorie : i flavonoidi (essenzialmente proantocianidine o tannini condensati, antociani, flavonoli) ed i non flavonoidi (acidi fenolici e stilbeni). Questo articolo riguarderà esclusivamente gli antociani ed i tannini, che sono i principali polifenoli d'interesse per i vini rossi in ragione del loro contributo al colore ed all'astringenza dei vini, ma anche della loro propensione a reagire tra di loro determinando la stabilità e la morbidezza gustativa dei vini. Gli acidi fenolici possono contribuire ad una percezione amara dei vini (Noble, 1994) ed i flavonoli sono implicati nei fenomeni di copigmentazione (Darias-Martin, 2002) che possono aumentare l'intensità colorante dei vini.

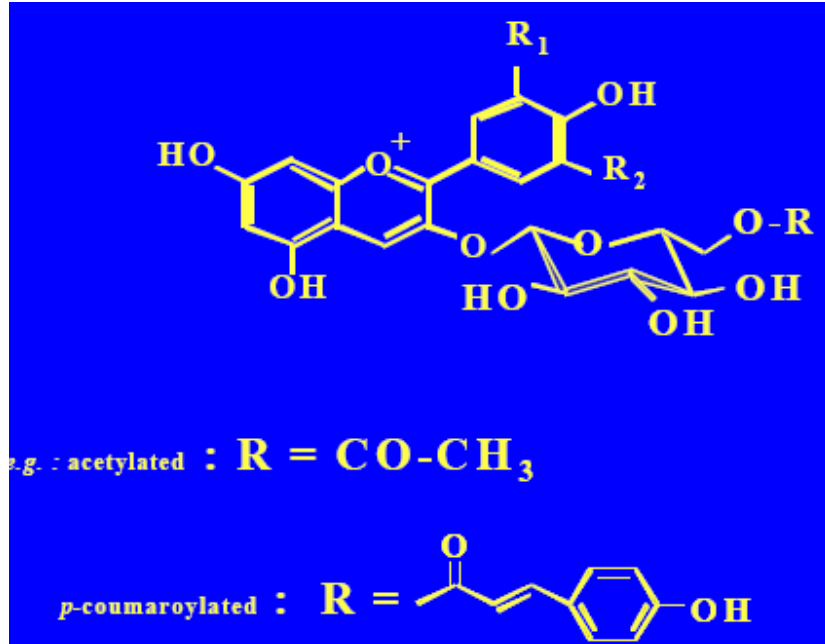
#### ➤ Antociani

Gli antociani sono pigmenti localizzati nei vacuoli delle cellule che costituiscono la buccia dell'uva, oltre che nella polpa di alcune varietà tintorie (Ex : *Vitis vinifera* var. alicante bouschet).

I tenori e la composizione in antociani sono diversi secondo la varietà. Per *Vitis vinifera*, gli antociani sono glucosidi di malvidina, peonidina, petunidina, delfinidina e cianidina, i cui diversi gradi d'idrossilazione (OH) e di metilazione (OCH<sub>3</sub>) sono riassunti nello schema che segue.



Queste cinque molecole si possono ritrovare sotto forma acilata risultando dall'esterificazione dell'acido acetico, *p*-cumarico e caffeico (Figura 1). Il massimo d'assorbanza ( $\lambda_{max}$ ) degli antociani dipende dal livello di sostituzioni oltre che dal grado di esterificazione, ed alcune di queste molecole possono apportare note violette.



**Figure 1**  
Estérification des anthocyanes

A questa complessità strutturale di aggiunge la proprietà degli antociani di esistere come isomeri diversi (base chinonica, ione favilio = forma cationici in figura 1, base emiacetica e la sua forma aperta calcione), tra di loro in equilibrio dipendente dal pH. È interessante sottolineare che al pH del vino rosso (mediamente 3,5) solamente il 20% degli antociani sono sotto forma di ione flavilio, che conferisce loro il tipico colore rosso, mentre la forma emiacetica incolore è predominante.

Ogni varietà ha un suo caratteristico potenziale in antociani. La Syrah ne contiene più del Grenache (Puech, 2000), ma al di là delle differenze tra contenuti totali, si osservano differenze importanti nella ripartizione degli antociani nelle diverse classi: ad esempio il Grenache ha oltre il 75% di malvinina-3-glucoside, mentre nella Syrah questa molecola rappresenta solamente il 50% (Puech, 2000). Inoltre, è interessante notare che esiste una variabilità tra vigneti sia sulla quantità globale di antociani dell'uva, sia sulla loro distribuzione (Observatoire Grenache, Puech, 2002).

#### ➤ Tannini

Le proantocianidine o tannini condensati sono polimeri costituiti da flavanoli monomeri che nel caso delle uve sono la catechina, l'epicatechina, l'epicatechina gallato e l'epigallocatechina. Nell'uva queste molecole sono localizzate nei vinaccioli (nelle cellule dei rivestimenti interni ed esterni) oppure nelle bucce. Anche il graso ne contiene, ma in quantità che non superano il 5% dei tannini totali dell'uva (Souquet et al 2000). I tannini sono presenti nelle cellule sotto forma libera o aggregata, due stati d'organizzazione che evolvono nel corso della maturazione (Cadot, 2004).

I tannini differiscono a livello strutturale in funzione della loro origine. I tannini dei vinaccioli sono caratterizzati da una di presenza d'epicatechina gallato superiore al 20% nella loro composizione (Prieur et al, 1994) e da una dimensione (o grado di polimerizzazione = dp) inferiore a 10 unità medie. I tannini delle bucce sono invece caratterizzate da un basso tenore in epicatechine gallato (del 5% circa), ma soprattutto da una forte presenza in epigallocatechina, vero e proprio marker dell'origine pellicolare dei tannini, dell'ordine del 20% (Souquet et al, 1996). Per ciò che riguarda la dimensione molecolare, i tannini delle bucce sono mediamente più grandi di quelli dei vinaccioli, con un grado di polimerizzazione medio di 30. L'analisi strutturale dei tannini resta il privilegio di certi laboratori di ricerca fondamentale, ed i risultati che ne derivano sono di difficile interpretazione pratica: tuttavia sono già emerse alcune differenze tra varietà. Ad esempio, è già possibile affermare che i tannini di Grenache e di Syrah sono strutturalmente diversi (Tabella 2).

Cépages	Degré de polymérisation		% d'épigallocatechine		% d'epicatechine gallate	
	Pépin	Pellicule	Pépin	Pellicule	Pépin	Pellicule
Grenache noir <sup>1</sup>	12	35	0	30	38	8
Syrah <sup>2</sup>	10	30	0	22	20	5

<sup>1</sup> Souquet, memoria diplôme d'ingénieur CNAM, 1997

<sup>2</sup> Vidal et al 2003

Tabella 2 : Caratteristiche strutturali dei tannini, in Syrah e Grenache noir.

➤ Aromi

Nell'uva esistono due grandi famiglie di composti dell'aroma : quelli che hanno odore in quanto tali (aromi liberi) e quelli che rappresentano una riserva di odori che si rivelerà durante le diverse tappe della vinificazione e dell'affinamento dei vini (i precursori d'aroma). Sono rare le uve ricche in aromi liberi. Il Grenache e la Syrah, varietà principali della Valle del Rodano, sono due varietà povere in composti odoranti, ma abbastanza ricche in precursori d'aroma. Anche se localizzate in tutto l'acino, la maggior parte dei composti dell'aroma è concentrata nella buccia. Tra le diverse molecole, quelle glicosilate sono tra le più studiate (Rémi Schneider, 2003). In generale, i glucosidi sono composti costituiti da una parte glicosidica e da un aglicone.

La parte glicosidica è a sua volta costituita da almeno una molecola di glucosio, apiosio, ramnosio e arabinosio, tra loro combinate anche in strutture complesse. Gli agliconi sono costituiti da composti volatili raggruppati in diverse classi: alcool aromatici, alifatici ed in C6, fenoli, terpeni e C13 nor-isoprenoidi). I metodi attuali di dosaggio dei precursori glicosidici non permettono di quantificare facilmente il loro contenuto nelle uve. L'analisi che dà maggiori informazioni è la combinazione di una laboriosa preparazione del campione ( estrazione, separazione, trattamento enzimatico) e di un dosaggio per cromatografia in fase gassosa accoppiata alla spettrometria di massa o ad un detector con ionizzazione di fiamma. Purtroppo questa analisi è riservata ai laboratori di ricerca che possiedono non soltanto gli strumenti, ma anche le competenze scientifiche necessarie all'interpretazione dei risultati.

Sono state anche sviluppate metodiche più rapide. Il metodo G-G (Iland et al, 1996) è stato messo a punto dagli australiani ma l'abbondanza di polifenoli glicosilati (antociani e flavonoli) interferisce sul risultato e ne mina l'affidabilità sulle uve rosse. L'ITV e l'INRA propongono un nuovo metodo promettente che fa uso dello FTIR, ma che ha ancora bisogno di ulteriore sviluppo. I dati finora disponibili derivano da ricerche fondamentali. Le diverse varietà si distinguono non solamente per i diversi tenori in precursori glicosidici, ma anche per la diversa ripartizione tra le diverse classi di agliconi glicosilati (Figura 2).

Una tesi finanziata da Inter Rhône si propone di meglio caratterizzare il potenziale aromatico del Grenache e della Syrah. Anche se queste due varietà presentano precursori glicosidici in quantità globali simili, la Syrah sembra avere un tenore relativo in C-13 nor-isoprenoidi ben superiore ed un contenuto in fenoli glicosilati inferiore, rispetto al Grenache (marie Ségurel, tesi in corso).

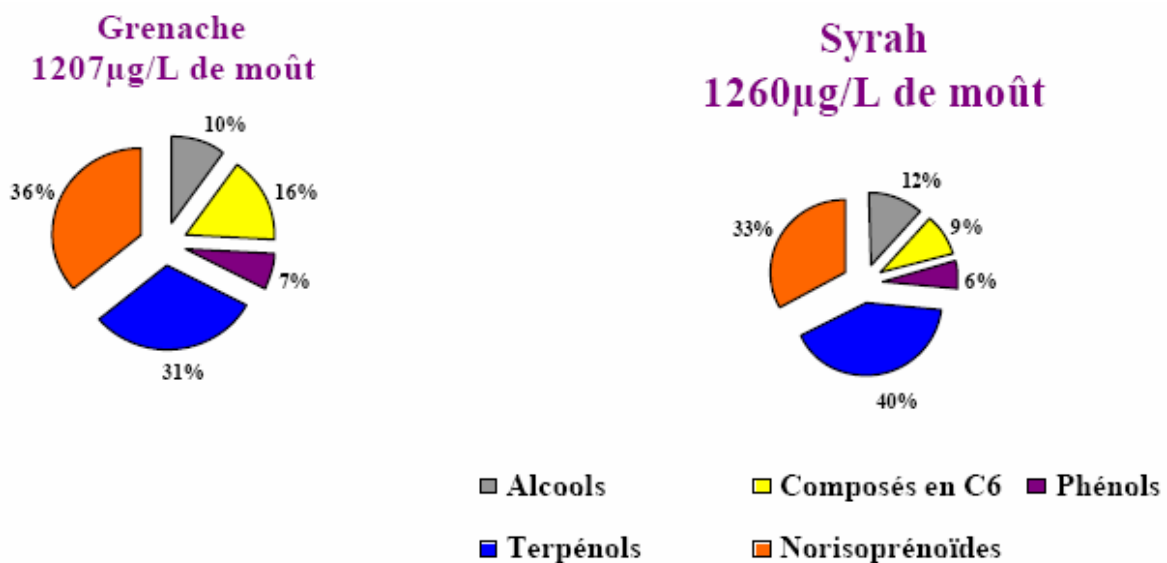


Figura 2. Ripartizione delle diverse classi di agliconi in funzione delle varietà.

E' importante inoltre evidenziare che esistono differenze tra un'annata e l'altra (nel 2002 tenori inferiori al 2001) e che le diverse classi di precursori subiscono variazioni in modo non omogeneo. Ugualmente, esistono degli "effetti vigneto" che sono stati messi in evidenza nel corso dei lavori di tesi (Figura 3).

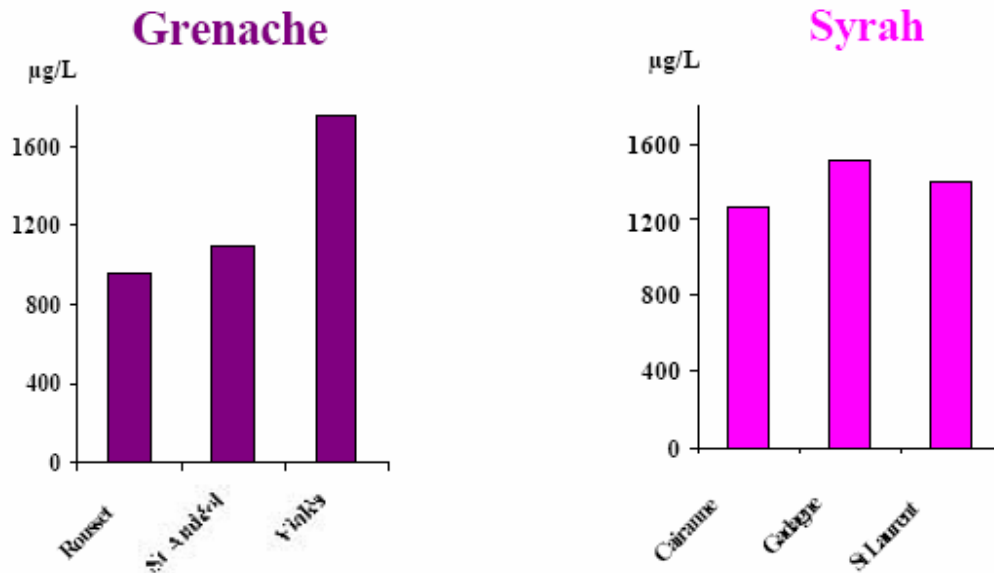


Figura 3 . Differenze nei contenuti in precursori glicosidici in funzione dei vigneti. Conclusion parziale

I dati riguardanti il potenziale aromatico e polifenolico sono di importanza fondamentale per meglio valutare la qualità dell'uva ma sono purtroppo attualmente limitati dalle difficoltà insite nelle metodiche analitiche. Nei paragrafi precedenti si è già precisato che il potenziale aromatico e polifenolico dell'uva varia in funzione della varietà, dello stato fisiologico e del vigneto d'origine (terroir, pratiche colturali ...). È interessante notare che le grandi vie metaboliche di biosintesi dei glucidi, delle proteine e dei polifenoli sono "in competizione" tra di loro, orientando la composizione relativa dell'uva verso una moltitudine di composti. Si può citare a titolo d'esempio il caso dei polifenoli, la cui sintesi implica un enzima, la fenilalanina ammonioliasi (PAL), che interviene anche nella sintesi di proteine. Questa attività PAL si orienta quindi verso la produzione di polifenoli quando le condizioni sono sfavorevoli alla crescita e quindi alla sintesi di proteine.

La buccia rappresenta di gran lunga la principale riserva di composti dell'aroma e di polifenoli che determineranno la qualità del futuro vino.

### Fattori d'estrazione

L'arte della vinificazione consiste nel sapere estrarre i composti positivi senza compromettere il buon andamento della fermentazione alcolica. Il successo nell'ottenimento di un vino morbido e fruttato, passa per la gestione dell'estrazione degli antociani, dei tannini e dei composti dell'aroma della buccia, ma anche per la produzione di aromi fermentativi da parte del lievito. Questi due obiettivi devono essere gestiti, e dipendono da diversi fattori.

#### ➤ L'estrazione del colore e dei tannini

Questa estrazione è sempre incompleta e molto variabile. I vini non contengono generalmente che il 20-50% dei composti fenolici presenti inizialmente nelle uve. L'obiettivo non è una estrazione massima, ma un'estrazione ottimale, selettiva sui composti più favorevoli alla qualità del vino.

Per un obiettivo di vino morbido e fruttato è necessario estrarre rapidamente gli antociani limitando la diffusione dei tannini. I fattori che determinano l'estrazione sono numerosi e non agiscono nello stesso modo su ciascuno dei composti estratti.

Il primo parametro è la natura della materia prima: varietà, livello di maturità dell'uva e stato sanitario, che condizionano la ricchezza in polifenoli ma anche la loro estraibilità. I fattori che influiscono su quest'ultimo parametro sono poco conosciuti. I polisaccaridi della parete che si oppongono alla diffusione e la loro parziale idrolisi durante la maturazione sono probabilmente responsabili delle differenze d'estraibilità che si possono osservare tra due materie prime che hanno lo stesso potenziale polifenolico.

Il secondo parametro è l'alcool, che il principale fattore d'estrazione dei tannini. Al contrario degli antociani, che diffondono rapidamente in mezzo acquoso, i tannini necessitano della presenza di alcool per passare in soluzione. Inoltre, esistono differenze tra i tannini del vinacciolo e quelli della buccia: i primi diffondono più difficilmente a causa della presenza della cuticola. In funzione della presenza di alcool, si distinguono tre fasi della macerazione:

- la macerazione pre-fermentativa (da qualche ora a qualche giorno), che si svolge in assenza di alcool;
- la fermentazione alcolica è caratterizzata da una concentrazione crescente in alcool da importanti attività enzimatiche del lievito. Essa dura generalmente da 3 a 10 giorni secondo la fermentiscibilità del mosto ed il ceppo di lievito impiegato;
- la macerazione post-fermentativa si svolge in presenza di 10-16 gradi alcolici, secondo i casi. Generalmente della durata di 8-30 giorni, in certi casi viene prolungata anche per due mesi.

Dal momento che l'alcool aumenta con il tempo durante la fermentazione, tutte le tecniche che riducono la durata della macerazione pellicolare in mezzo alcolico permettono d'ottenere vini meno tannici. Per esempio, la termovinificazione, la macerazione prefermentativa a freddo o a caldo, l'uso di enzimi pectolitici, la flash détente seguita da una pressatura diretta, sono tutte pratiche che abbreviano la macerazione e quindi la quantità di tannini, pur assicurando una estrazione massima di antociani. Al contrario, una macerazione lunga permetterà un'estrazione importante di tannini dalle bucce.

Anche la temperatura è un parametro essenziale. La forbice di temperatura normalmente utilizzata va dai 28 ai 30°C. Si possono realizzare macerazioni finali a caldo, tra 30 e 35°C, dal momento che la cinetica di estrazione è massima a queste temperature. Ma il calore, combinato alla presenza di alcool e alla carenza di nutrienti, mette i lieviti ed anche i batteri in condizioni di forte difficoltà, con rischi di produzione di acidità volatile e di arresti di fermentazione. Al di sotto dei 25°C, l'estrazione è più lenta. La flash détente seguita da una macerazione di tre giorni o oltre, permette di aumentare la cinetica d'estrazione in modo sensibile. Questa tecnica va tuttavia applicata con attenzione, dal momento che i mosti escono a 35°C e devono imperativamente essere raffreddati affinché la fermentazione si svolga regolarmente. È necessario inoltre procedere all'enzimaggio, perché aumenta l'estrazione delle pectine e le pectinasi naturali sono in parte degradati, potendo dare mosti molto torbidi.

Anche il rinnovo continuo del vino a contatto con la buccia è importante per massimizzare la diffusione dei composti contenuti; in effetti la velocità di diffusione di un composto dipende

anche dalla sua concentrazione nella fase liquida. Senza agitazione, il mosto in contatto con le bucce si satura e la diffusione si rallenta. Il ricambio si realizza con follature, délestage, rimontaggio a mezzo di pompe o utilizzando il turbopiegeage, oppure attraverso l'impiego di vasche a compartimenti sovrapposti del tipo Gimar, o di fermentino che utilizzano il gas di fermentazione tipo ganimede, o ancora con vasche rotative o basculanti.

Infine, esistono altre tecniche che permettono di modulare l'estrazione. Si possono citare il salasso, di 10, massimo 30% del mosto liquido all'inizio della macerazione, la mancata di raspatura totale o parziale, la macerazione solfitica, l'assemblaggio di tutto o di una parte del mosto torchiato o l'aggiunta di tannini che permettono di modificare la ricchezza in polifenoli del vino. Se i vinaccioli sono lignificati, anch'essi possono essere utilizzati come fonte aggiuntiva di tannini.

- Liberazione dei composti dell'aroma dalla buccia e produzione di aromi fermentativi

In parallelo all'estrazione dei polifenoli, bisogna preservare gli aromi varietali e fermentativi. Le condizioni che favoriscono la presenza di aromi sono spesso opposte a quelle ottimali per l'estrazione. Il livello di maturità e le condizioni climatiche durante la maturazione dell'uva giocano un ruolo importante sui composti dell'aroma. È il caso, ad esempio, dell'esposizione alla luce solare. La temperatura è certamente il fattore principale nel determinare il profilo aromatico dei vini: oltre i 30°C, il profilo varia con una perdita importante di aromi di frutta fresca verso lo sviluppo di note di frutta matura, confettura o frutta sotto spirito. Sotto i 25°C, gli aromi fermentativi e varietali fruttati sono ben conservati.

Anche altri fattori sono importanti: una chiarifica troppo spinta del mosto e condizioni d'anaerobiosi giocano sulla produzione di esteri, il tenore in amminoacidi del mosto determina la quantità finale di alcoli superiori.

Alcune tecniche particolari, come la macerazione carbonica o la vinificazione "beaujolaise", permettono lo sviluppo di un metabolismo anaerobico all'interno degli acini, lasciati in atmosfera di anidride carbonica. Questa pratica permette di ottenere vini particolarmente fruttati che rinforzano l'espressione aromatica di certe varietà, come la Syrah.

## **Composizione dei vini in polifenoli ed aromi**

- Polifenoli

Gli antociani ed i tannini delle uve sono molecole molto reattive che, dal momento in cui sono estratte in soluzione, possono evolvere per dare vita a nuove specie molecolari. La velocità di queste reazioni come la dominanza di una sull'altra, dipendono dalle condizioni del mezzo (pH, temperatura, ossigeno ...). La chimica dei polifenoli è molto complessa e la diversità delle molecole formate aumenta le difficoltà analitiche. Alcuni studi fondamentali permettono tuttavia di vedere un po' più chiaro nel marasma di tutte queste strutture polifenoliche. I lavori del gruppo di Véronique Cheynier dell'INRA di Montpellier sono certamente tra i più significativi a questo proposito. Sono state identificate due grandi vie d'evoluzione dei composti fenolici.

La prima coinvolge l'acetaldeide formata dai lieviti durante la fermentazione alcolica, che porta alla presenza di tannini la cui struttura include ponti etilici (Es-Safi et al, 1996), di oligomeri in cui le unità antocianiche sono legate con ponti acetaldeide (Atanasova 2002) e molecole miste in cui il ponte etile unisce antociani e tannini (Escribano et al 2001).

Una seconda via di reazione è quella della condensazione diretta tra tannini ed antociani (Rémy 2000). Anche questa seconda via è legata alla proprietà dei tannini di idrolizzarsi al pH del vino.

È stato inoltre dimostrato che la dimensione media dei tannini tende a diminuire con passare del tempo (Vidal et al 2002), un risultato che contrasta con le idee dominanti fino ad ora, secondo le quali i tannini polimerizzano durante l'affinamento e la conservazione in bottiglia. Sarebbe troppo



complicato entrare nel dettaglio delle strutture: l'obiettivo di questo paragrafo è piuttosto di mettere in evidenza il fatto che si formano nel vino un gran numero di strutture polifenoliche diverse il cui impatto sul colore e sui caratteri organolettici sono difficili da valutare dal momento che è difficile quantificare esattamente queste molecole.

➤ Aromi

Nel vino sono presenti diversi tipi d'aroma : quelli che provengono dall'uva, quelli generati dai lieviti, detti aromi fermentativi, e quelli rivelati a partire dal potenziale aromatico dei precursori d'aroma. Abbiamo già visto che gli aromi liberi sono molto scarsi nella maggior parte delle uve da vino. Gli aromi fermentativi sono rappresentati in modo maggioritario dagli esteri e dagli alcoli superiori e dipendono dalla combinazione lievito-mosto. In effetti, l'energia della glicolisi e della respirazione viene utilizzata per la sintesi di aromi fermentativi a partire dal metabolismo glucidico, azotato, lipidico e solforato.

D'altra parte, i precursori d'aromi danno origine a un ampio ventaglio di composti odoranti suscettibili di apportare al vino note specifiche. Questa proprietà è stata confermata per i precursori aromatici di Grenache e Syrah in condizioni d'invecchiamento accelerato (tesi di Marie Ségurel), dal momento che risono potuti mettere in evidenza ben 69 composti odoranti. Tra di essi, 15 sembrano essere all'origine delle differenze tra Grenache e Syrah in termini di intensità odorante. I glicosidi possono subire due grandi vie d'idrolisi che portano alla lenta liberazione di composti odoranti: la via chimica e la via enzimatica. L'idrolisi chimica necessita di un livello d'acidità sufficiente ed è accelerata dall'aumento della temperatura. L'idrolisi enzimatica coinvolge enzimi specifici per i quali l'acidità definisce l'efficacia. Quest'attività è minore nei mosti che nei vini, a causa dell'effetto inibitore del glucosio.

➤ Conclusione parziale

E chiaro quindi che il potenziale polifenolico ed aromatico dell'uva influisce sulla qualità del vino attraverso le molecole che sono estratte durante le diverse tappe della vinificazione, ed anche sull'evoluzione delle caratteristiche organolettiche nel tempo.

Bisogna inoltre tener conto delle interazioni tra le diverse famiglie di molecole che contribuiscono alla complessità del vino. Possiamo citare due esempi.

Il primo è quello dei vini "fenolati" che evidenzia i legami tra polifenoli e composti odoranti. In effetti gli acidi ferulico e cumarico, polifenoli della classe dei non-flavonoidi, sono i precursori dei fenoli volatili (etil-fenolo e etil-guaiacolo), composti responsabili di una deviazione organolettica importante nei vini contaminati da *Brettanomyces*.

Il secondo esempio è stato scelto per illustrare l'influenza della matrice vino sul livello di percezione degli odori: a causa delle interazioni molecolari tra composti dell'aroma e polifenoli e polisaccaridi, le soglie di percezione possono variare, fenomeno già ben noto in altri prodotti agroalimentari.

### **Fattori che influenzano la percezione tannica ed aromatica del vino**

Secondo i criteri di segmentazione, un vino della gamma fruttata deve avere pochi tannini. Essi devono essere morbidi e l'astringenza non deve dominare. Un vino robusto deve avere un contenuto tannico superiore, in grado di apportare una sensazione di volume in bocca e di concentrazione del vino, senza tuttavia marcare un'astringenza troppo elevata.

Le proprietà astringenti dei tannini sono dovute alla loro tendenza a precipitare le proteine salivari causando una minore lubrificazione delle mucose della bocca. Sono numerosi i parametri che giocano sulla percezione dell'astringenza, tra cui la struttura dei tannini: le conoscenze su questo punto hanno fatto recentemente molti progressi. Si pensava che l'astringenza aumentasse con la dimensione molecolare fino ad un certo valore ( $dp = 7$ ), oltre il quale la progressione era inversa perché si supponeva che i tannini precipitassero. Recentemente alcuni autori (Vidal et al, 2003) hanno dimostrato che l'astringenza aumenta con



l'aumentare delle dimensioni molecolari senza limite di taglia. La percentuale di galloilazione (maggiore nei vinaccioli) rinforza la sensazione d'astringenza mentre il livello di triidrossilazione (specifico dei tannini delle bucce) la riduce.

Durante l'affinamento, il grado di polimerizzazione medio dei tannini diminuisce sotto l'effetto della rottura delle catene dei tannini per idrolisi acida e della loro ricombinazione con gli antociani. Questi fenomeni possono spiegare la riduzione in astringenza osservata durante l'invecchiamento del vino. D'altra parte questo studio ha mostrato che i tannini neoformati sono meno astringenti dei tannini liberati inizialmente dall'uva, a parità di taglia molecolare (Vidal et al. 2004). L'affinamento permette una ricombinazione dei polifenoli del vino, sotto l'effetto della temperatura, dell'ossigeno e del tempo, che induce una riduzione dell'astringenza. Tale diminuzione può anche essere legata all'insolubilizzazione ed alla precipitazione dei complessi tannici nel tempo. L'élevage in barrique o in botte, oltre alla tecnica della microossigenazione, permettono di giocare sul parametro ossigeno.

Ma l'astringenza dei tannini non è unicamente determinata dalla loro struttura molecolare. Intervengono anche altri fattori biochimici e fisici.

Prima di tutto alcuni costituenti del vino (polisaccaridi, proteine, glicerolo, acido tartarico, etanolo, composti del legno) modulano la percezione tannica. I polisaccaridi ad esempio hanno un ruolo di stabilizzatori nelle reazioni dei tannini, limitando la loro associazione con le proteine. La pratica dell'élevage sulle fecce può aumentare così nei vini la sensazione di volume in bocca e ridurre la durezza tannica. L'alcool e l'acidità hanno un ruolo di amplificatore dell'astringenza, mentre zuccheri residui e glicerina ne diminuiscono la sensazione. Nelle macerazioni lunghe, la percezione tannica aumenta con il tempo fino a circa 10-12 giorni di macerazione, dopo di che, se le bucce sono sufficientemente mature, la percezione tannica diminuisce con aumento della morbidezza.

Anche il legno gioca un ruolo sull'astringenza: da un lato si liberano ellagitannini, che contribuisce all'astringenza, ma dall'altro aumenta fortemente la sensazione di dolce ("sucrosité"), che attenua la percezione tannica.

Infine, i parametri di degustazione, la temperatura del vino, l'ambiente in cui si assaggia, lo stato fisiologico, gli alimenti ingeriti ... hanno un effetto importante sulla percezione dell'astringenza.

### **Conclusioni**

La conoscenza del potenziale aromatico e polifenolico dell'uva oltre che del suo grado di maturità è essenziale. Abbiamo descritto in questo articolo una miriade di parametri e di tecniche che permettono di pilotare l'astringenza, il colore ed il livello aromatico del vino. La scelta e la combinazione di questi diversi parametri devono permettere d'orientare la vinificazione verso i prodotti che rispondono agli obiettivi di segmentazione. Questa scelta, evidentemente, dipende da altri parametri (tipo di azienda, livello dell'attrezzatura disponibile, denominazione d'origine...).

### **Riferimenti bibliografici**

**Noble, A.C.**, Bitterness in wine, *Physiology and Behavior*, Dec 1994

**Jacinto Darias-Martín, Beatriz Martín-Luis, Marta Carrillo-López, Rosa Lamuela-Raventós, Carlos Díaz-Romero and Roger Boulton**, Effect of caffeic acid on the color of red wine *J Agric Food Chem*, Mar 2002

**C. Puech, J.F. Ormières, C. Sipp, L. Lurton**. Caractérisation de la composition en anthocyanes des principaux cépages de la Vallée du Rhône. « XXVème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin », 19 - 23 juin 2000, Paris.

**C. Puech, J.F. Ormières, C. Sipp, O. Jacquet, C. Riou.** Influence du terroir sur la composition phénolique des raisins et des vins : l'Observatoire Grenache. « Symposium International Zonage Vitivinicole », 17 - 20 juin 2002, Avignon.

**J.M. Souquet, B. Labarbe, C. Le Guernevé, V. Cheynier, M. Moutounet.** 2000. Phenolic composition of grape stems, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 1076-1080

**Y. Cadot.** 2004, Evolution de la composition en tannins de la baie de *Vitis vinifera* var. Cabernet Franc : approche de la maturation phénolique, EUROVITI Angers 15 Janvier 2004

**C. Prieur, J. Rigaud, V. Cheynier, M. Moutounet,** 1994 Oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds. *Phytochemistry* 36:781-784

**J.M. Souquet, V. Cheynier, F. Brossaud, M. Moutounet.** 1996 Polymeric proanthocyanidins from grape skins. *Phytochemistry* 43:509-512

**Rémi Guérin-Schneider,** 2003, Estimation du potentiel aromatique des raisins et des vins : cas des précurseurs glycosylés, Les entretiens Viti-vinicoles Rhône-Méditerranée, Nîmes 16 Avril 2003

**Iland, P., Cynkar, W., Francis, I., Williams, P., and Coombe, P.** 1996 *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2(3), 171-178

**Es-Safi, N., Fulcrand, H., Cheynier, V., Moutounet, M., Hmamouchi, M. & Essassi, E. M.** (1996). Kinetic studies of acetaldehyde-induced condensation of flavan-3-ols and malvidin-3-glucoside in model solution systems. *JIEP* 96, 279-280

**Atanasova, V., Fulcrand, H., Le Guerneve, C., Cheynier, V. & Moutounet, M.** (2002). Structure of a new dimeric acetaldehyde malvidin 3-glucoside condensation product. *Tetrahedron Letters*, 43, 6151-6153

**Escribano-Bailon, T., Alvarez-Garcia, M., Rivas-Gonzalo, J. C., Heredia, F. J. & Santos-Buelga, C.** (2001). Color and stability of pigments derived from the acetaldehyde-mediated condensation between malvidin-3-O-glucoside and (+)-catechin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1213-1217

**Remy, S., Fulcrand, H., Labarbe, B., Cheynier, V. & Moutounet, M.** (2000). First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 745-751

**Vidal S, Cartalade D, Souquet J-M, Fulcrand H and Cheynier V,** 2002 Changes in proanthocyanidin chain-length in wine-like model solutions. *J Agric Food Chem* 50:2261-2266

**Vidal, S., Francis, L., Guyot, S., Marnet, N., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V. & Waters, E. J.** (2003). The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine like medium. *Journal of the Science of Food and Agriculture*

**Vidal, S., Francis, L., Kwiatkowski, M., Cheynier, V. & Waters, E. J.** (2004). Taste and mouth-feel properties of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine *Analytica Chimica Acta*