SISTEMA RAPIDO DI CANTINA PER IL MONITORAGGIO DELLA MACERAZIONE DELLE UVE ROSSE

CELOTTI Emilio
Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università degli Studi di Udine, emilio.celotti@uniud.it

Tra i parametri che definiscono la qualità del vino rosso i polifenoli rivestono un ruolo di primaria importanza, in particolare il rapporto tra antociani e tannini. Nel settore enologico gli studi per la messa a punto di metodi di analisi dei polifenoli sono numerosi (9, 13, 17). Alcuni approcci utilizzano la valutazione di classi di composti per spettrofotometria, mentre altri prevedono analisi più dettagliate allo scopo di arrivare alla separazione e quantificazione dei singoli analiti. Alcuni metodi recenti prevedono l'utilizzo della spettroscopia nel medio e vicino infrarosso per analisi non distruttive (7, 8, 10). Più recentemente sono state realizzate esperienze con sensori a fluorescenza da utilizzare per l'analisi dell'uva direttamente in vigneto (2, 16).

La conoscenza della maturità fenolica in vigneto consente di ottimizzare le tecniche di macerazione allo scopo di sfruttare al meglio il potenziale qualitativo dell'uva, in funzione dell'obiettivo enologico. Ne consegue che la macerazione per essere ottimizzata deve essere controllata, in particolare in termini di estrazione del colore.
Attualmente non esistono sistemi in grado di effettuare un controllo di processo in macerazione per definire le condizioni di estrazione del colore. I controlli dei polifenoli estratti vengono effettuati in laboratorio, previo campionamento, oppure ci si affida alla valutazione sensoriale che comunque deve essere effettuata da un tecnico esperto.

I sistemi di misura da processo utilizzabili per i polifenoli ed il colore in genere nel settore alimentare, possono essere ricondotti a misure di colore in riflettenza o trasmittanza in diverse regioni dello spettro (1, 6, 12, 14, 15, 18, 19). Tuttavia un'applicazione automatizzata di tali sistemi risulterebbe attualmente molto onerosa se rapportata al beneficio dell'informazione analitica. Applicazioni rapide di misura del colore sono già state realizzate per analisi di laboratorio o per analisi rapide della maturità fenolica delle uve in cantina al conferimento e in laboratorio (3, 11).

Per venire incontro a questa esigenza tecnologica di controllo della macerazione è stato valutato l'impiego di un sistema portatile in grado di analizzare direttamente in cantina la cinetica di estrazione del colore. L'apparecchio, già utilizzato per il controllo della maturità fenolica delle uve in vigneto (PMI – phenolic meter index), consente di valutare un indice di estrazione, agevolando l'enologo nella scelta del momento ottimale di svinatura. In certe situazioni la svinatura ritardata può essere rischiosa a causa di riassorbimento di colore da parte delle bucce e dei lieviti, di conseguenza, soprattutto per macerazioni brevi, il momento di svinatura è fondamentale per preservare il colore estratto.
Alcune esperienze preliminari hanno consentito di verificare l'applicazione di questo sistema portatile a pinza, è stata infatti verificata la relazione significativa tra i polifenoli ed il valore spettroscopico misurato su un substrato imbevuto di vino in macerazione (5).
Nel presente lavoro sono riportati alcuni risultati applicativi ottenuti in diverse realtà vitivinicole del mondo.

Materiali e metodi

Per le misure è stato utilizzato il sistema a pinza già in uso per il controllo della maturità fenolica direttamente in vigneto (4), realizzato dalla ditta Caeleno di Verona in collaborazione con il Dipartimento di Scienze degli Alimenti dell'Università di Udine. Lo strumento misura la quantità di luce (SPETTRO VISIBILE) che attraversa la carta imbevuta di vino posizionata in un'apposita cella di misura della pinza. La pinza contiene una sorgente luminosa a basso consumo e uno spettrometro. Dopo 15 secondi lo strumento fornisce un indice PMI (Phenolic Meter Index) correlato in modo significativo ai polifenoli totali, agli antociani ed all'intensità colorante del vino.



Strumento per la misura dell'indice PMI (Phenolic Meter Index) su vini in macerazione (Caeleno srl /Verona)

In una prima fase di lavoro sono state valutate le condizioni di macerazione valutando i polifenoli del liquido e delle vinacce durante il processo estrattivo allo scopo di dare un senso al controllo di macerazione.
Una seconda fase di lavoro ha previsto l'ottimizzazione del sistema di misura definendo il supporto adsorbente più adatto da immergere nel liquido ed essere successivamente letto con il sistema a pinza.
I rilievi sono stati effettuati su vini finiti e su vino in macerazione al fine di definire le condizioni ottimali di impiego e l'utilità pratica dei dati.

La procedura base prevede l'immersione della carta con specifica grammatura per 5 secondi nel liquido da misurare, successivamente si effettua una rapida sgocciolatura e si posiziona il materiale nella cella della pinza; dopo 15 secondi si ottiene il valore PMI. Nel caso del controllo di macerazione il campione sarà prelevato sempre nelle stesse condizioni, ad esempio prima del ciclo di rimontaggio e possibilmente 2 volte al giorno.

Risultati
Per dare un senso alle scelte di svinatura sono stati effettuati numerosi rilievi in macerazione, con il controllo dei polifenoli sul liquido e sulle parti solide durante la macerazione. Di seguito si riportano alcuni esempi dei rilievi effettuati su vinificatori di grandi dimensioni.

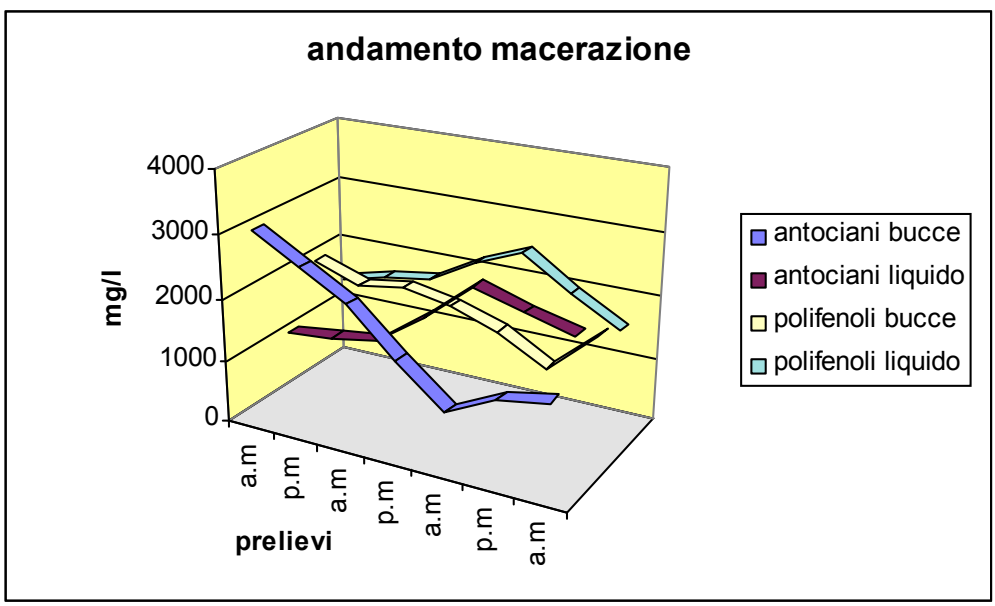


Fig. 1 - Valutazione di polifenoli totali e antociani su liquido e su bucce durante la macerazione (a.m. mattina, p.m. sera)

La figura 1 riporta l'evoluzione di antociani e polifenoli totali durante la macerazione. E' interessante osservare nella fase finale di macerazione la diminuzione di antociani e polifenoli nel liquido, alla quale corrisponde un aumento di antociani e polifenoli delle bucce. Questo aspetto è significativo ed è la conferma che se la svinatura viene definita a priori si rischia di perdere una parte dei polifenoli estratti nei primi giorni. Anche l'evoluzione dell'intensità colorante, riportata in figura 2, conferma quanto detto, di conseguenza si può affermare che la sola valutazione dell'IC in macerazione fornisce un valido supporto analitico per decidere quando effettuare la delicata operazione di svinatura.

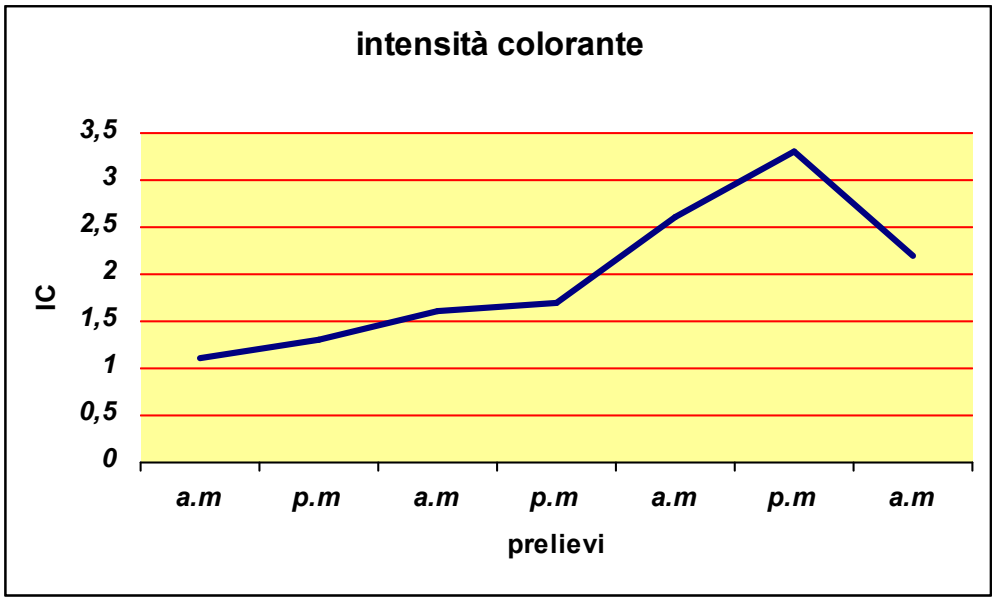
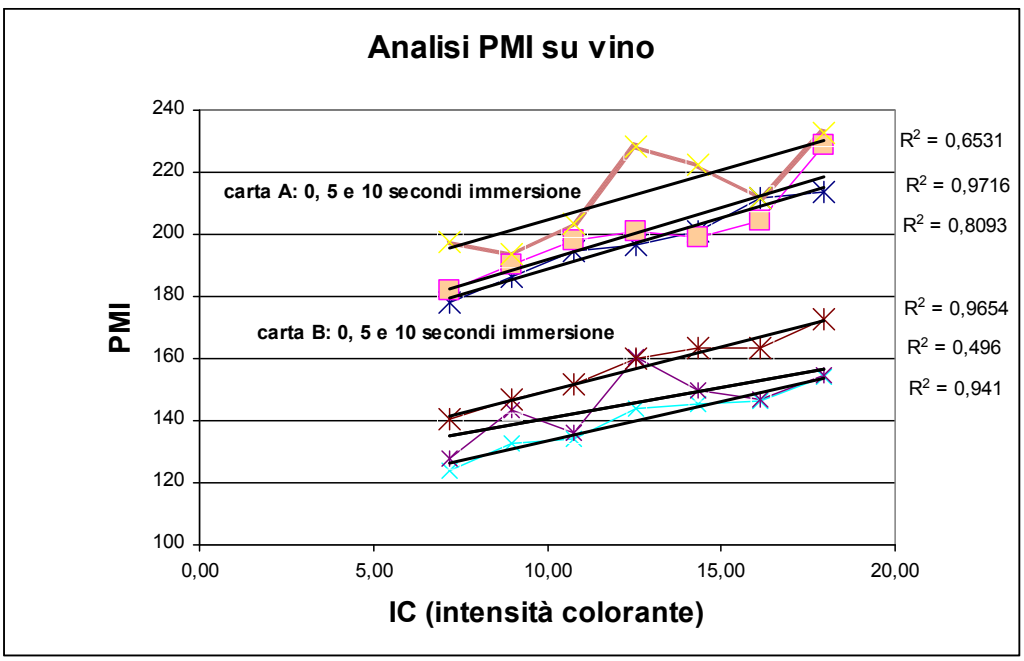


Fig. 2 - Valutazione dell'Intensità Colorante (Abs 420+520+620nm) durante la macerazione (a.m. mattina, p.m. sera)

I dati riportati sono stati verificati in decine di maceratori, a conferma che il controllo di processo diventa fondamentale per una gestione ragionata della macerazione.
Alla luce di queste evidenze pratiche si è proceduto al controllo della cinetica di macerazione valutando la quantità di luce che attraversa una carta assorbente imbevuta del vino in macerazione. Lo strumento utilizzato è il sistema a pinza già operativo per i controlli in vigneto, in questa applicazione nella cella viene posizionata la carta con il vino assorbito, l'indice PMI fornito dallo strumento è di facile realizzazione e consente di avere informazioni tecnologiche senza l'ausilio di analisi di laboratorio.

Fig. 3 - Valutazione dell'efficacia di diverse carte assorbenti per l'analisi del PMI su vino

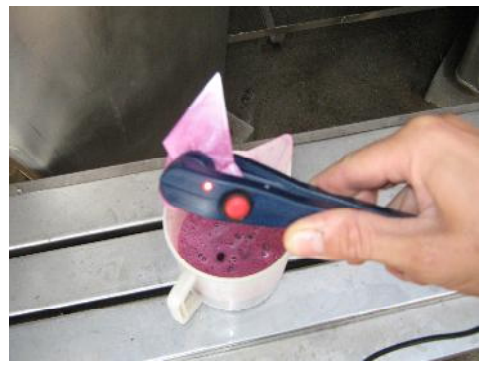


La figura 3 riporta le esperienze di messa a punto del sistema di misura con l'utilizzo di carta a diversa grammatura per diversi tempi di immersione nel vino. Dai risultati emerge una risposta lineare e altamente significativa in tutte le condizioni di misura, con differenziali di circa 3-4 PMI per ogni unità di Intensità Colorante del vino. Le esperienze più complete di messa a punto sono riportate in un precedente lavoro ed hanno consentito di definire un tempo di immersione di 5 secondi per avere risposte significative in termini di sensibilità analitica. Il sistema consente di misurare il vino in macerazione e il vino finito.

La procedura per la misura è riportata nelle foto seguenti:




Prelievo del campione dal vinificatore e immersione della carta per 5 secondi

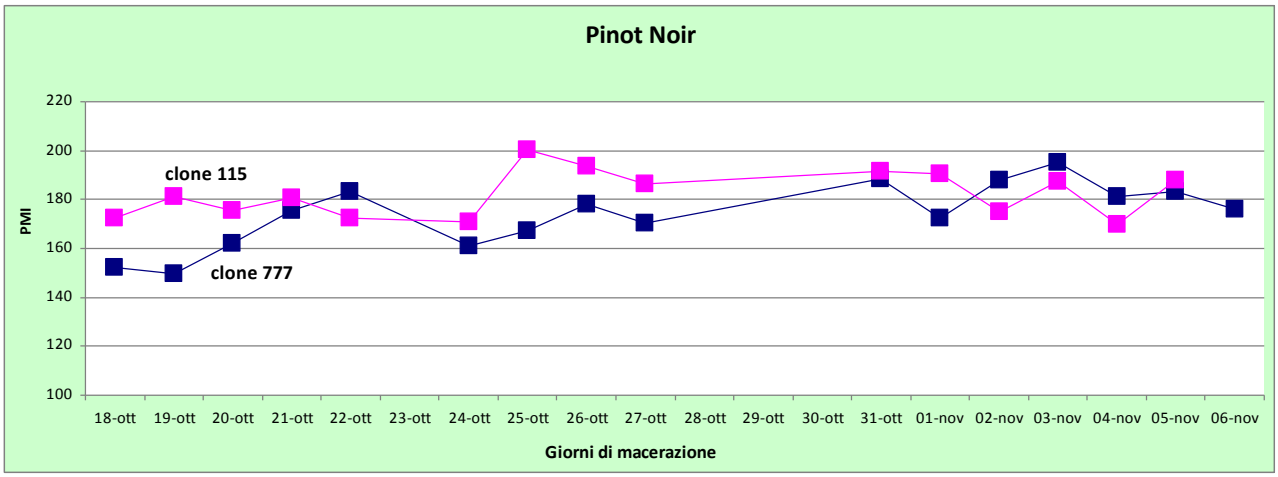



Sgocciolamento e misura del PMI (15 secondi)

Dopo aver verificato la relazione significativa tra PMI e i polifenoli del vino sono state realizzate diverse esperienze applicative di cui si riportano alcuni esempi significativi.

Nella figura 4 sono riportati i rilievi durante la macerazione di uve Pinot Noir in un'azienda Californiana. Nel caso del clone 777 è evidente il costante aumento dei polifenoli estratti, tuttavia nelle fasi finali si assiste ad un certo calo del colore probabilmente per fenomeni di riassorbimento dalle bucce e dai lieviti. Se si osservano attentamente i dati il differenziale tra il valore iniziale ed il massimo è di circa 50 unità PMI, un valore molto significativo a conferma della sensibilità del sistema. Nella fase finale un anticipo della svinatura rispetto alla situazione reale avrebbe contribuito a preservare una quota significativa del patrimonio fenolico.

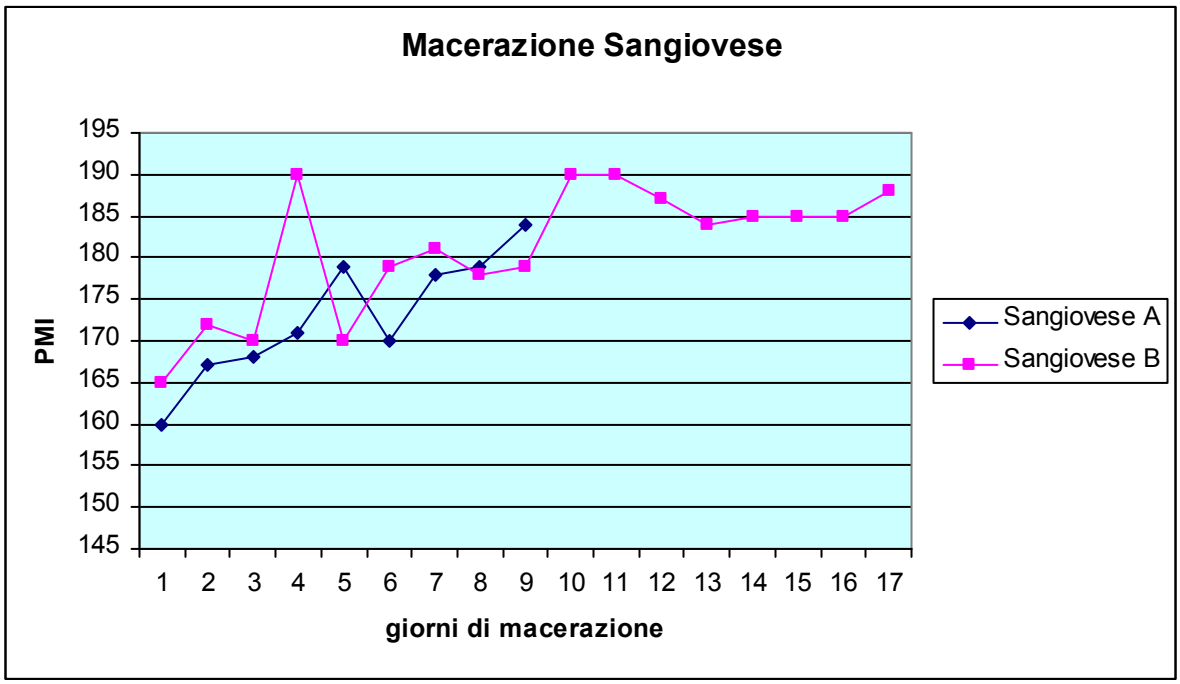
Fig. 4 - Esempio di controllo della macerazione su cloni diversi di Pinot Noir (California)



Nel clone 115 si assiste ad un picco nella fase centrale e, a seguire, un calo verso la fine della macerazione. In questo caso un anticipo della svinatura avrebbe contribuito a preservare la struttura fenolica del vino. Interessante notare il più alto contenuto fenolico del clone 115, come si può osservare dai più alti valori di PMI ad inizio macerazione, corrispondenti ad un più alto valore di maturità fenolica rilevato sulle uve.

Questi due esempi sul Pinot Noir dimostrano l'importanza del monitoraggio della macerazione, in particolare per vitigni come il Pinot Noir dove il patrimonio fenolico, già scarso geneticamente, è notevolmente influenzato dal clone e dalle tecniche di gestione del vigneto.
La figura 5 riportano invece due esempi di macerazione di Sangiovese, in entrambi i casi si assiste ad un costante aumento dei polifenoli, tuttavia nel Sangiovese A la svinatura effettuata in cantina al nono giorno ha penalizzato l'estrazione del colore, mentre nel caso B l'allungamento della macerazione ha contribuito all'ottenimento di un prodotto ricco in polifenoli.

Fig. 5 - Esempi di controllo dell'estrazione del colore su Sangiovese (California)



Nella figura 6, relativa ad esperienze in Nuova Zelanda, si riporta un esempio di controllo multiparametrico in macerazione su cultivar Merlot con la misura di PMI, grado zuccherino e temperatura. Tutti questi parametri sono monitorabili rapidamente direttamente in cantina, rendendo possibile il controllo immediato e la valutazione combinata della estrazione e della fermentazione. In particolare si osserva una diminuzione del colore nella fase finale di macerazione.

Fig. 6 - Controllo combinato di diversi parametri in macerazione su Merlot (New Zeland)

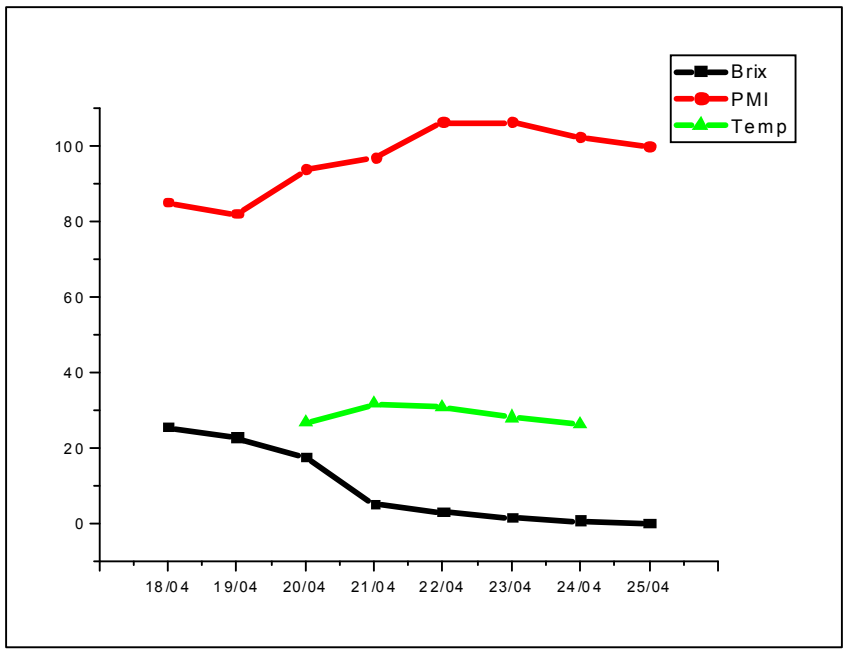
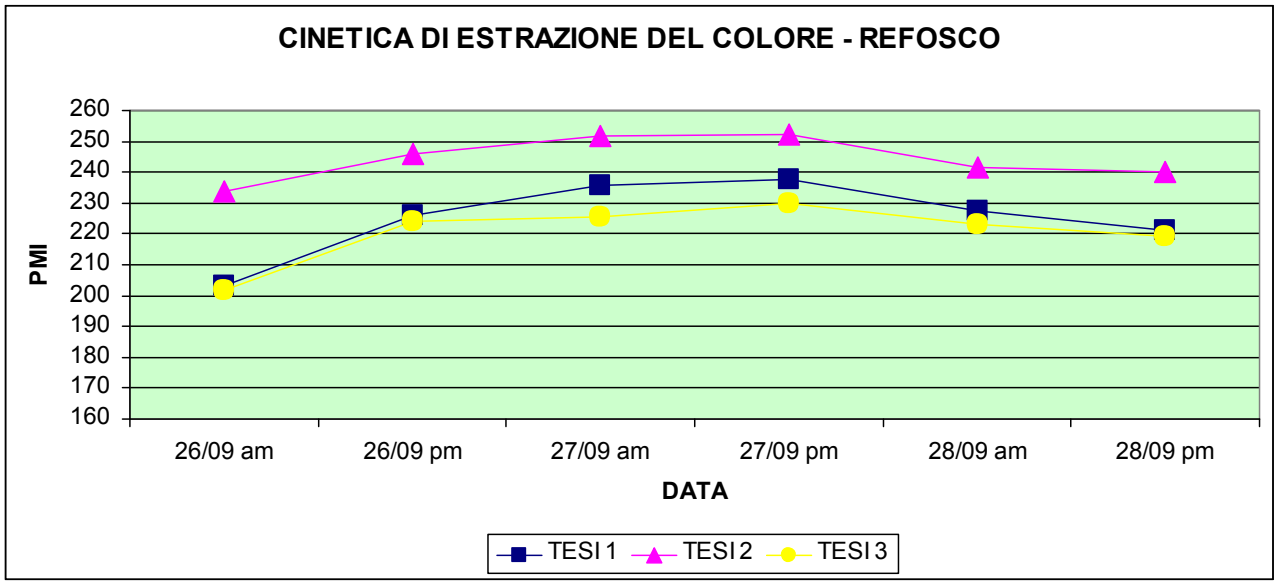


Fig. 7 - Valutazione delle cinetiche di estrazione del colore su Refosco (Veneto) (a.m. mattina, p.m. sera)

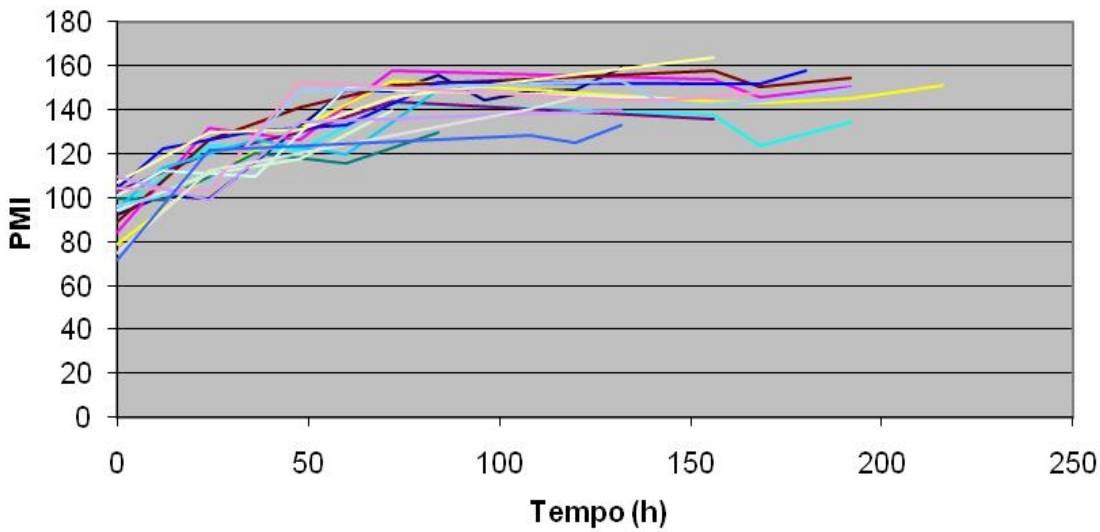


La figura 7 è relativa ad esperienze di macerazione su uva Refosco con 3 livelli di maturità fenolica rilevata in vigneto. In tutti i casi si assiste ad un picco di colore nelle fasi centrali della macerazione, seguito da un lieve calo a fine macerazione. Considerati i brevi tempi di macerazione utilizzati in questa esperienza, risulta significativa la valutazione dell'estrazione due volte al giorno al fine di effettuare la svinatura nel momento di massima estrazione dei polifenoli.

Se nelle piccole e medie aziende è possibile utilizzare il controllo della macerazione per ottimizzare per ogni vinificatore la svinatura, questo non sempre è possibile nelle grandi realtà enologiche a seguito di problemi tecnici nella gestione di grandi masse di uva. Nell'esempio riportato in figura 8 si riportano una serie di rilievi effettuati su Cabernet Sauvignon in una grande realtà vitivinicola Friulana. Le esigenze di conferimento ed i grandi volumi conferiti non consentono sempre di adottare le tecniche enologiche nel migliore dei modi. La macerazione ad esempio è spesso standardizzata con il rischio di penalizzare l'estrazione del colore per tempi troppo brevi o per tempi troppo lunghi.

I dati riportati evidenziano situazioni differenziate, in alcuni casi l'estrazione è abbastanza rapida mentre in altri casi avviene con una cinetica più regolare. Altre situazioni invece evidenziano dei cali più o meno significativi verso la fine della macerazione.
Alla luce dei rilievi fatti su questa varietà e su tutte le macerazioni di questa grande azienda, ne risulta un quadro interessante per le informazioni ricavate. E' evidente che in certi casi la svinatura non consente di sfruttare al meglio il potenziale dell'uva, con perdita di polifenoli a causa di macerazioni troppo brevi o a seguito di riassorbimento dovuto alle bucce o ai lieviti.

Fig. 8 - Cinetiche di estrazione del colore su diversi vinificatori di Cabernet Sauvignon (Friuli Venezia Giulia)



Tutti i vinificatori sono stati controllati 2 volte al giorno con il sistema a pinza, questa pratica consente all'enologo di abbinare all'analisi strumentale anche l'analisi sensoriale delle singole partite e di ottenere informazioni più complete sull'evoluzione del processo di macerazione.
In tutte le esperienze operative e differenze osservate sulle cinetiche di macerazione potrebbero essere giustificate, a pari tecnica di macerazione, da una diversa maturità fenolica e cellulare delle uve.

Le numerose esperienze effettuate confermano l'importanza delle misure di polifenoli sull'uva, possibilmente in vigneto, associata al controllo di macerazione. Ove possibile conviene non affidarsi a schemi standardizzati di macerazione, ma a controlli di processo per definire e condurre in modo ragionato il delicato processo di estrazione del colore, tappa breve ma fondamentale per le caratteristiche del futuro vino.

Fig. 9 - Relazione tra Intensità Colorante e PMI su vini stabilizzati

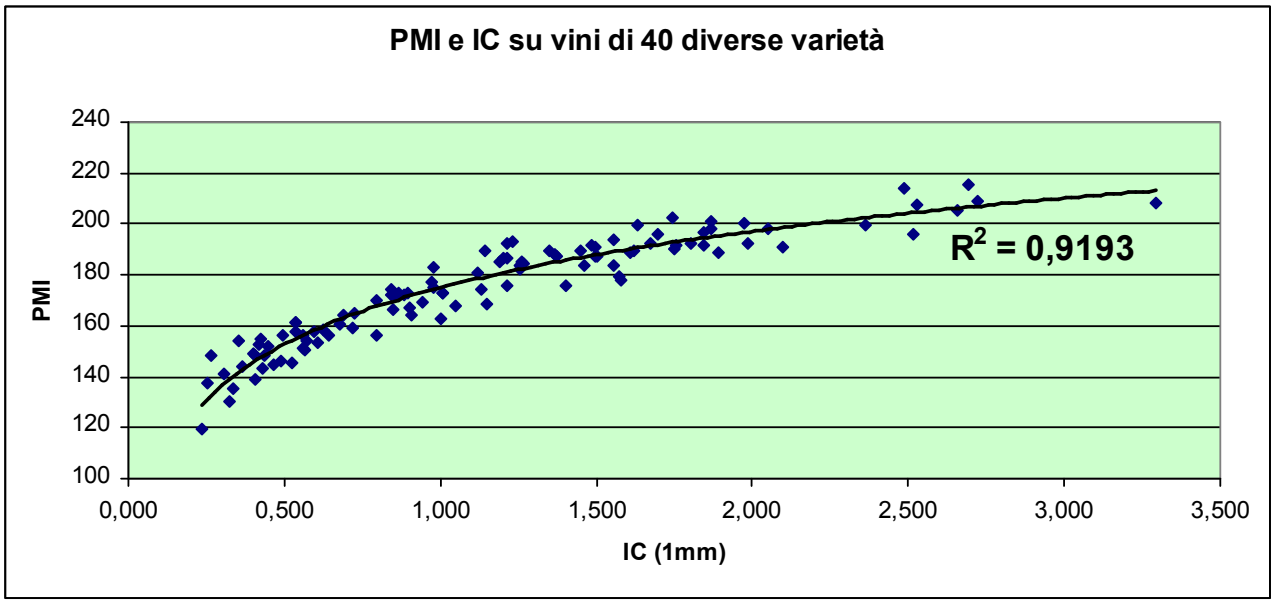
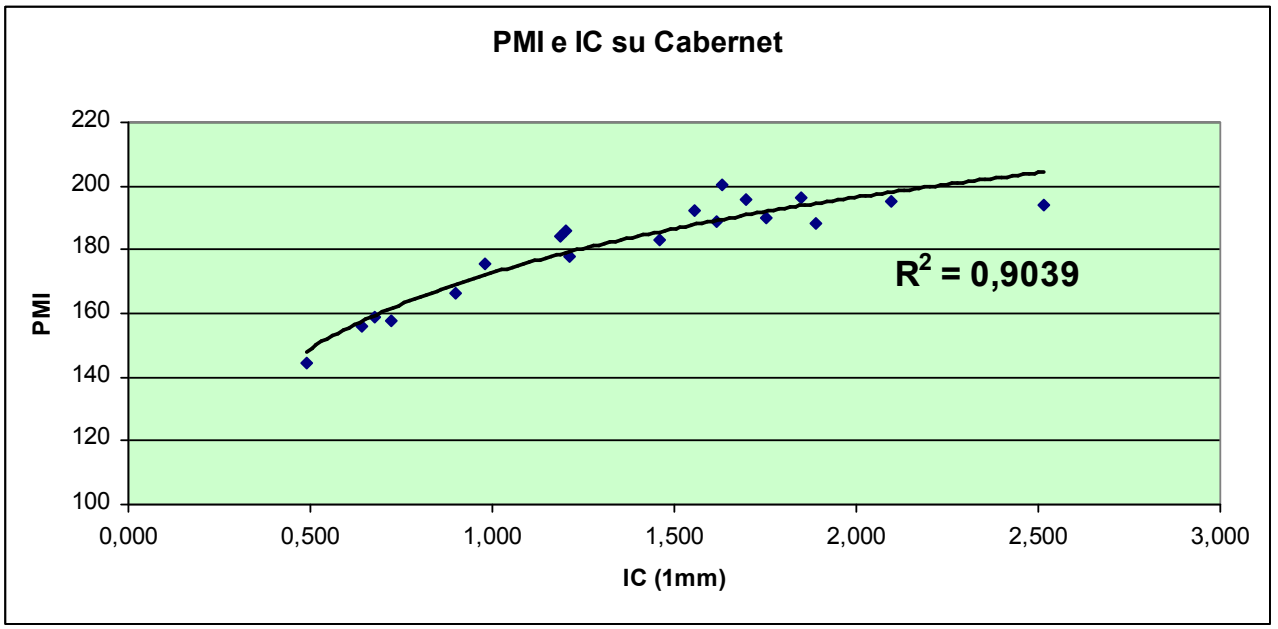


Fig. 10 - Relazione tra Intensità Colorante e PMI su vino Cabernet



Il sistema a pinza è stato applicato anche nella valutazione di vini limpidi stabilizzati, come si può osservare dalla figura 9, relativa a vini Cabernet. Risulta una correlazione altamente significativa con l'intensità colorante, tale relazione è risultata significativa anche con i polifenoli totali. La figura 10 riporta invece i dati complessivi di 40 varietà che evidenziano sempre una relazione significativa tra PMI e IC. Questi risultati potrebbero essere una premessa per l'utilizzo di tale sistema per il controllo rapido di diverse partite di vino della stessa varietà, riducendo al minimo le analisi di laboratorio.

Inoltre la relazione risulta significativa indipendentemente dalla varietà, pertanto tale sistema rapido potrebbe essere utilizzato per fare valutazioni del colore da applicare al taglio tra vini.
A differenza della valutazione in campo su uve con struttura della buccia diversa in funzione della varietà, in questo caso il supporto solido di misura è sempre lo stesso, ciò potrebbe spiegare la

significatività indipendentemente dalla varietà. La situazione di torbidità legata alle condizioni di macerazione invece consente di utilizzare il sistema a pinza esclusivamente per il controllo della cinetica di estrazione per ogni singolo vinificatore.

Conclusioni

La possibilità di seguire costantemente le cinetiche di estrazione della componente fenolica diventa fondamentale per la creazione di un prodotto finale di qualità.
Il sistema portatile sperimentato direttamente in cantina consente di monitorare rapidamente l'estrazione del colore durante la macerazione e confrontare il colore di vini finiti. Grazie all'assorbimento del vino in un supporto cartaceo specifico, è possibile stimare il colore del vino rosso misurando la quantità di luce che attraversa il supporto con il vino assorbito. Il valore PMI risulta significativamente correlato con i polifenoli totali, gli antociani e l'intensità colorante. In questo modo è possibile monitorare la cinetica di estrazione in cantina riducendo notevolmente il carico analitico di laboratorio.

Dai risultati ottenuti in questa sperimentazione e dalla loro discussione è emersa l'efficacia di questo nuovo sistema rapido di controllo della macerazione delle uve rosse. Le informazioni che si ottengono danno all'enologo uno strumento di lavoro utile per gestire al meglio la macerazione, valutando in tempo reale l'efficacia delle varie operazioni di vinificazione ed individuando il momento ottimale per la svinatura, in modo da sfruttare al massimo le potenzialità fenoliche delle uve di partenza.

Ovviamente l'informazione sul colore non deve essere l'unica utilizzabile per la gestione della macerazione ma va combinata eventualmente con altri parametri analitici e sensoriali per ottimizzare il processo e definire il momento di svinatura in funzione della tipologia di vino da elaborare.

I risultati ottenuti confermano l'importanza di valutare in modo combinato lo stato di maturazione delle uve e la cinetica di macerazione al fine di sfruttare in modo ragionato la potenzialità qualitativa delle uve rosse.

Ringraziamenti

Si ringraziano le aziende Caeleno srl (VR), Vivai Cooperativi di Rauscedo (PN), South Pacific Cellar (New Zeland), Pietra Santa Winery (California), Viticoltori Friulani La Delizia (PN), Trevisan (TV) e Cantina di Soave (VR) per il supporto a tutte le esperienze di cantina.
Un ringraziamento ai tesisti che si sono succeduti durante le attività di ricerca, Alberto Baggio, Matteo Iacuzzi, Nuño Gonzalez, Sonia Dell'Oste, Daniele Rigo, Giovanni Li Mandri
Si ringraziano gli enologi Giuseppe Carcereri, Alessio Carli e il dott. Paolo Fiorini
Lavoro realizzato con il contributo della Regione FVG, LR 26/2005 sull'innovazione progetto GISVI (Gestione Integrata e Sostenibile Vite Vino)

Bibliografia

1. Buslig, B.S. & Wagner, C.J., 1988. Measurement of orange juice colour with the hunterlab LabScan reflectance spectrocolourimeter. Proc. of the Florida State Horticultural Society 101, pp. 147-150.
2. Ben Ghozien N., Cerovic Z.G., Germain C., Toutain S., Latouche G. 2010. Non destructive optical monitoring of grape maturation by proximal sensing. *Sensors*, 10, 10040-10068.
3. Celotti, E. & Carcereri, G., 1999. Procedimento per la valutazione della qualità delle uve rosse alla consegna in cantina e valutazione del succo in diversi momenti fino al caricamento dei serbatoi. Italian Patent UD 99 A 000086, 28/04/99, Università degli Studi di Udine, International Patent, PCT/IB00/00514, WO/00/66986, 25/04/2000, USA patent.

4. Celotti E., Carcereri De Prati G., Charpentier C., Feuillat M. 2008. La mesure de la maturité phénolique directement à la vigne: expériences en Bourgogne. *Revue des Œnologues*, 35, 127, avril 2008, 42-45.
5. Celotti E., Carcereri De Prati G., Sebastianelli D., Ruiz A. 2009. Rapid evaluation of the phenolic potential of red grapes and the colour of red wines using an original spectroscopic system operating in the VIS spectrum. Simposio Internazionale "*In Vino Analytica Scientia*", Angers 2-4 July 2009
6. Clydesdale, F.M., 1973. Colour and haze measurement of beer. Brewers' Digest 48(10), 46-72.
7. Dambergs R.G., Cozzolino D., Cynkar W.U., Janik L. and Gishen M. 2006. The determination of red grape quality parameters using the LOCAL algorithm. *J. of Near Infrared Spectroscopy* 14:71.
8. Desseigne J.M. 2005. Determinazione della qualità della vendemmia e spettroscopia ad infrarossi. *Infowine*, 6/2.
9. Di Stefano R.; Borsa D.; Bosso A.; Garcia Moruno E. 2000. Documento tecnico sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturità dei polifenoli. *L'Enologo* dicembre, 73-76.
10. Dubernet M.; Dubernet M.; Dubernet V.; Coulomb S.; Lerch M.; Traineau I. 2004. Analyse objective de la qualité des vendanges par spectrométrie infrarouge à tranformée de Fourier (IRTF) et réseau de neurones. *Revue Française d'Œnologie*, *208*, 18-21.
11. Fiorini P., Carcereri De Prati G., Celotti E., Dell'Oste S. 2005. Valutare i polifenoli nelle uve rosse con una nuova metodica *L'Informatore Agrario*, 50/23-29 dicembre 2005, 64-68.
12. Gil-Munoz, R., Gomez-Plaza, E., Martinez, A. & Lopez Roca J.M.,1997. Evolution of the CIELAB and other spectrophotometric parameters during wine fermentation. Influence of some pre and post fermentative factors. Food Research International 30 (9), 699-705.
13. Glories Y. 1999. Metodi di analisi del colore e alcuni indici sui composti fenolici. Dossier: La vinificazione in rosso. *Vignevini*, 3, 52-54.
14. Gould, W.A., 1982. Raw tomato colour evaluation. Research Circular, Ohio Agric. R & D Center 271, 18-20.
15. Inkrott, D. & Gould, W.A., 1979. Prediction of finished product juice colour from raw product tomato colour. Research Circular, Ohio Agric. R & D Center 250, 10-13.
16. La Moine M., Martinon V., Besançon E., Cheriet M., Cerovic Z. 2009. Capteur optique portable pour déterminer la maturité phénolique des grappes de raisin. Revue des Œnologues, 131, 23-24.
17. Mattivi F. 2007. La stima della maturazione fenolica delle uve rosse con un nuovo metodo rapido. *L'Enologo*, 43, 89-94.
18. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective colour measurements. Hort. Sci. 27(12), 1254-1255.
19. Setser, C.S., 1984. Reflections and transmissions. J. Food Quality 6(3), 183-197.