

SISTEMA RÁPIDO E INOVADOR PARA A DETERMINAÇÃO DOS POLIFENÓIS DIRECTAMENTE NA VINHA

Emilio CELOTTI ¹, Giuseppe CARCERERI DE PRATI ², Susi SOLDERA ¹

¹ Dipartimento di Scienze degli Alimenti – Università degli Studi di Udine emilio.celotti@uniud.it

² Caeleno srl, Calmiero, Verona, Italy, info@caeleno.it

Comunicação apresentada na INTERVITIS 2007, VIII Simpósio Internacional TECNOLOGIAS EM VITICULTURA, 20-22 de Abril de 2007 Estugarda, Alemanha

Introdução

A determinação do conteúdo de antocianinas e taninos da uva durante a maturação permite seguir a evolução destas substâncias e classificar tanto as vinhas como as parcelas, em função da sua componente fenólica (Cayla et al., 2002 ; Celotti e Carcereri, 2000 ; Dambergs et al., 2006 ; Di Stefano et al., 2000). A maturação fenólica representa a obtenção simultânea de um importante potencial de pigmentos na uva e de uma boa capacidade destes para se difundirem no vinho.

Os métodos de análise dos polifenóis da uva dividem-se, em função do resultado que se pretende obter, em análises qualitativas e quantitativas. Estas categorias podem ainda subdividir-se em duas classes: os métodos de laboratório clássicos, muito trabalhosos e que requerem períodos de análise longos, e os métodos modernos, cujo objectivo é oferecer resultados em curtos espaços de tempo.

Entre os métodos tradicionais encontram-se as metodologias de quantificação depois de uma extracção (Di Stefano et al., 2001; Glories e Augustin, 1993; Mattivi et al., 2003; Peyron, 1998). A medida da absorvância a 280 nm parece ser aconselhável relativamente ao índice de *Folin-Ciocalteu* pela sua rapidez e reprodutibilidade. O método proposto por *Glories* consiste em extrair as antocianinas das películas, por um lado em condições delicadas (pH similar ao do vinho) e por outro em condições mais adversas (acidez elevada). A diferença entre os resultados obtidos com as diferentes condições de extracção é um indicador da fragilidade da célula, do qual depende a extracção dos pigmentos durante a maceração.

Alguns autores propuseram outros métodos para obter uma estimativa mais fiável do potencial antociânico e polifenólico das uvas (Di Stefano et al., 2000; Mattivi et al., 2003).

Para reduzir os tempos de análise e de extracção, alguns autores propuseram submeter as uvas a um tratamento directo por microondas (Fiorini et al., 2005). Outros ensaios prevêem uma micromaceração da uva numa solução hidroalcoólica durante uma hora, à temperatura ambiente, com agitação periódica. Seguidamente, centrifuga-se ou filtra-se com lã de vidro, e procede-se à determinação, no vinho límpido, dos polifenóis totais e das antocianinas mediante métodos espectrofotométricos (Cayla et al., 2002).

Encontra-se também disponível um método rápido que nos indica um índice do potencial polifenólico da uva que pode ser aplicado no momento da entrega da uva na adega. O sistema permite classificar, em poucos segundos, as uvas tintas com base no seu conteúdo em polifenóis mediante um sistema de determinação da reflectância difusa de uma amostra de mosto turvo recolhida no momento da entrega da uva (Celotti e Carcereri, 1999; Celotti e Carcereri, 2000; Celotti e Carcereri, 2005; Celotti et al., 2001).

Recentemente encontra-se disponível um sistema de laboratório que permite, mediante uma rápida medição da reflectância difusa dos bagos de uva espremidos, realizar as curvas de maturação em brevíssimo tempo, excluindo as fases de extracção; obtém-se apenas um índice global de polifenóis que pode ser utilizado para construir as curvas de maturação (Celotti et al., 2007).

Venencie *et al* 1997 desenvolveram um método para analisar os compostos fenólicos da uva que prevê a separação das películas das grainhas e a extracção dos polifenóis apenas a partir das películas com uma solução hidroalcoólica a 12% e uma solução de 5 g/L de ácido tartárico a pH 3,6, que simula as condições de extracção durante a vinificação.

Diversos autores propuseram métodos que prevêem a extracção, a purificação e a análise sucessiva mediante HPLC dos diferentes componentes fenólicos, com tempos de análise que oscilam entre os 15 minutos e os 70 minutos (Merkem e Beecher, 2000; Jawroski e Lee, 1987).

Uma abordagem mais recente prevê o uso das informações que se obtêm com o espectro infravermelho para obter de forma rápida as mesmas informações obtidas com os métodos de análise laboratorial mais trabalhosos (Baugmartner *et al.*, 2001 ; Belton *et al.*, 1995 ; Dambergs *et al.*, 2003 ; Desseigne, 2005 ; Desseigne *et al.*, 2003 ; Dubernet *et al.*, 2001 ; Dubernet *et al.*, 2004 ; Grandjean *et al.*, 2004 ; Patz *et al.*, 1999 ; Rousseau *et al.*, 2002).

A partir da experiência adquirida com os vinhos, o ICV elaborou um método básico de análise sensorial da uva, fácil de aprender, rápido e útil sobretudo na fase final de maturação na qual a acumulação de açúcares se torna mais lenta e o potencial aromático e fenólico evolui rapidamente (Rousseau e Delteil, 2000).

Os numerosos métodos de laboratório que determinam a maturação fenólica são precisos e quantitativos, mas apresentam a desvantagem de serem trabalhosos e de não serem suficientemente rápidos para se poder utilizar, em tempo real, o dado analítico. Nos últimos anos temos assistido a um desenvolvimento considerável dos métodos analíticos de laboratório para a análise dos polifenóis das uvas tintas. Contudo, para a avaliação na linha ou na vinha não se realizaram grandes avanços.

Através da presente investigação desenvolveu-se e produziu-se um inovador sistema espectroscópico portátil para o controlo do potencial fenólico das uvas tintas directamente na vinha. O objectivo era disponibilizar aos operadores vitivinícolas um instrumento de trabalho capaz de oferecer em muito pouco tempo informações utilizáveis para a gestão da qualidade na vinha, na perspectiva de otimizar a técnica de maceração e a gestão da planta. A finalidade do presente trabalho era também a pesquisa de um parâmetro qualitativo rápido, de baixo custo, que permitisse estimar o potencial fenólico total das uvas sem ter que recorrer às prolongadas e trabalhosas análises realizáveis quase exclusivamente em laboratório.

Materiais e métodos

O instrumento de medida utilizado (International Patent, Caeleno SrL/Verona/Italy) (Caeleno, 2005) é constituído por uma pinça dotada de uma fonte emissora de luz VÍSIVEL que ilumina a película, e um fotodiodo colocado no lado oposto, que capta a luz que atravessa a película. A pinça está ligada a um dispositivo de recolha e elaboração de dados que, através de um visor, permite ler um valor que representa a relação entre a luz que passa sem a película (W/cm^2) e a que passa na presença da amostra (W/cm^2). Este valor é adimensional e é representado pela percentagem de luz que passa em relação à luz incidente sobre a película.



Unidade de controlo e pinça para a medição do índice de maturação fenólica (esquerda) e fase de preparação da película a analisar (direita)

Para a realização deste estudo analisaram-se uvas tintas representativas do panorama vitivinícola mundial, amostradas em vinhas do norte de Itália e de Borgonha (França). No momento da colheita as uvas encontravam-se em bom estado sanitário.

Durante a primeira fase da investigação, para a optimização do instrumento, as uvas foram recolhidas à mão e transportadas para o laboratório de análises. As experiências foram efectuadas nas vindimas de 2004, 2005 e 2006.

Na primeira fase do trabalho realizaram-se uma série de medições com o objectivo de fazer a validação do sistema de pinça em comparação com os sistemas tradicionais de extracção e análise; elegeu-se como referência quantitativa e qualitativa o método de Glories (Glories e Augustin, 1993), muito difundido para a avaliação das uvas tintas.

Para cada uma das castas amostradas, analisaram-se pelo menos 10 bagos em cada um dos locais de amostragem. Cada um dos bagos foi espremido exercendo uma pressão entre o polegar e o indicador, sem romper os tecidos da película. A película obtida foi utilizada para a análise. Seguidamente, a película de cada bago foi aberta e, mediante um perfurador, efectuou-se uma incisão circular com um diâmetro aproximado de 0,88 cm, obtendo-se um disco de película de área conhecida equivalente a 0,61 cm². Esta operação serve para analisar películas com superfícies iguais, com o objectivo de obter medidas dos extractos que possam ser comparadas. A secção de película de superfície conhecida foi analisada com o instrumento de medida de pinça para avaliar a quantidade de luz que a atravessa. A mesma película foi sucessivamente submetida a extracção para a realização das análises comparativas.

A secção de película foi introduzida numa proveta e adicionada de 5 ml duma solução aquosa de HCl 0,1N para facilitar a extracção dos polifenóis. O volume de solvente foi optimizado através de testes preliminares. As amostras assim preparadas foram agitadas de forma enérgica e homogénea com um vortex, duas vezes por dia, durante 48 horas. Seguiu-se a determinação da densidade óptica a 520 nm da amostra convenientemente diluída, do índice de polifenóis totais medidos pela Abs a 280 nm e das antocianinas mediante descoloração com anidrido sulfuroso.

Para a análise espectrofotométrica dos extractos das películas utilizou-se um espectrofotómetro Jasco V-530 (Jasco, Tokio, Japan). As medidas espectrofotométricas dos extractos foram correlacionadas com os dados obtidos com o instrumento de medida da quantidade de luz que passa pela película.

Para as medições na vinha com a pinça, os bagos (de 30 a 50 em função da superfície da vinha) foram esmagados com os dedos para eliminar o sumo e, seguidamente, a película dupla foi colocada sobre a pinça para determinar o índice de maturação; a medição demora 10 segundos.

Resultados e discussão

Durante a maturação o conteúdo em clorofila diminui gradualmente e dá-se um escurecimento das películas devido à acumulação de pigmentos antocianicos e de taninos. Seguidamente a película torna-se cada vez mais escura e deixa passar menos radiação luminosa. A partir desta observação surgiu a ideia de medir a quantidade de luz que atravessa a película.

Colher a uva no momento óptimo de maturação é de fundamental importância porque o nível de maturação influi na qualidade do mosto e do produto final – vinho. Nas castas tintas em particular, a data da vindima influencia as características aromáticas e cromáticas dos vinhos. Para determinar a data de colheita é importante conhecer também, para além dos parâmetros clássicos açúcar e acidez, o conteúdo de polifenóis.

Existem sistemas analíticos que fornecem um valor preciso de antocianinas e polifenóis. Contudo, seria importante poder obter um valor utilizável imediatamente num curto espaço de tempo e disponível na vinha.

A prática de pressionar um bago entre os dedos para avaliar a cor está muito difundida e é eficaz, mas seria muito mais objectiva se estivesse associada a um valor numérico.

Durante os ensaios preliminares desta investigação mediram-se partes de películas de bagos em diferentes condições para padronizar as condições de leitura, obtendo-se da película de cada bago uma secção circular, de área conhecida, com a qual se efectuaram leituras da quantidade de luz que a atravessa.

Na tabela 1 podem observar-se a média, o desvio-padrão (DP) e o coeficiente de variação percentual (CV %) de 30 leituras realizadas com a mesma película, dupla, individual molhada e individual seca, a fim de avaliar a repetibilidade do instrumento.

Modalidade de medição	média	DP	CV %
Película dupla	492,1	6,1	1,2
Película fresca	429,8	2,5	0,6
Película seca	438,6	0,8	0,2

Tab. 1: medições com a pinça de películas em diferentes condições (30 medições) DP= desvio padrão; CV %= coeficiente de variação %

Sem dúvida que a leitura mais repetível foi a da película individual seca com um CV % de 0,2. Pelo contrário, se se mede a película individual na qual ficaram resíduos de polpa observa-se uma variabilidade de 0,6%, devido ao inevitável esmagamento da película que provoca uma perda de líquido da polpa, com a conseqüente secagem, adelgaçamento e escurecimento da amostra. Isto determina uma variabilidade dos dados até que ocorra a completa secagem da película. A leitura da película dupla mostrou um CV % maior, de 1,2%. As leituras foram menos estáveis porque, depois do esmagamento, sai líquido, a película desliza e as características da superfície de medição alteram inevitavelmente por fenómenos de difusão da luz. Não obstante, o valor CV % de 1,2 é óptimo com vista à optimização de um instrumento utilizável na vinha.

Na figura 1 estão representadas as curvas que se obtêm relacionando os valores obtidos através da medição da película individual com o índice de polifenóis totais, e as respectivas equações e coeficientes de determinação (R²). O valor indicado em abcissas, que é o fornecido directamente pelo instrumento, representa a relação entre a luz que passa sem película (valor do branco) e a que passa na presença da película, expressa em W/cm². A este valor adimensional chamou-se “índice de maturação”. Para as castas estudadas, a medida da película individual mostra uma boa correlação com o índice de polifenóis totais. Nas medições o valor da quantidade de luz diminui ao aumentar o nível de maturação fenólica, correspondendo ao escurecimento da película.

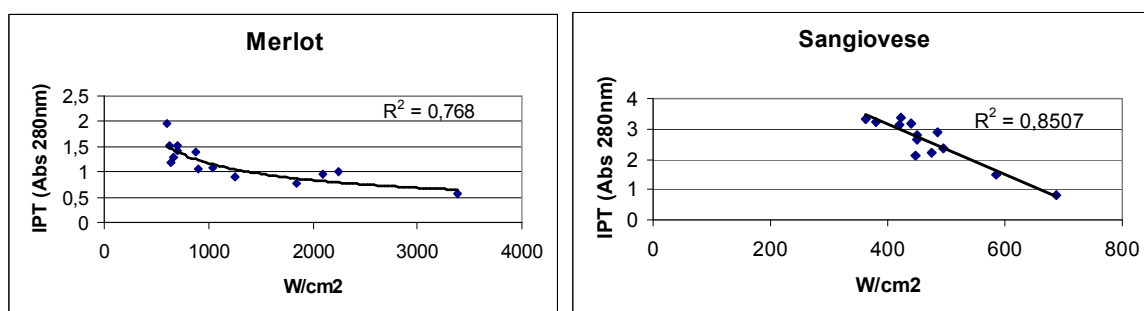


Fig. 1: medição da quantidade de luz que passa através da película (pinça) e análises dos polifenóis totais (IPT) depois da extracção

Estas primeiras experiências permitiram verificar a existência duma variação constante da quantidade de luz em função do conteúdo de polifenóis da película; isto permitiu aperfeiçoar o instrumento com o objectivo de o tornar mais funcional, isto é, de eliminar variáveis como a luz

externa, o efeito esmagamento na pinça, com o conseqüente movimento de líquido, e possíveis efeitos de difusão da luz não mensuráveis.

Para obter um valor numérico que aumentasse ao aumentar a concentração de polifenóis, o número lido directamente no visor foi modificado aplicando ao dado um algoritmo específico.

Deste modo a curva que se obtém a partir de valores de uva em maturação apresenta uma evolução crescente com o aumento do conteúdo de polifenóis.

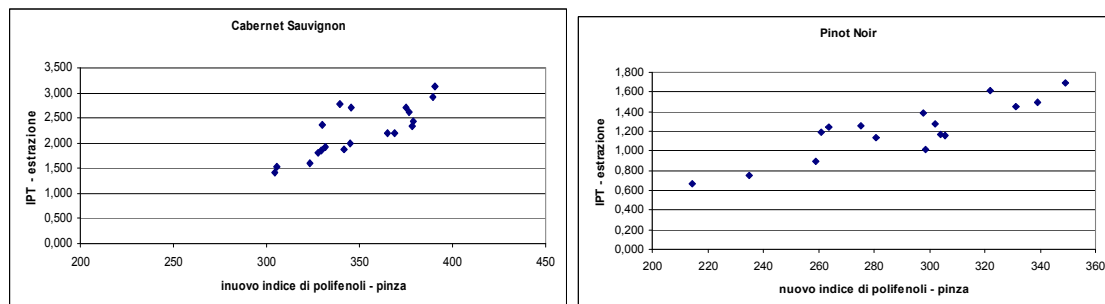


Fig. 2: relação entre o novo índice de maturação fenólica (pinça) e o IPT depois da extracção

A figura 2 representa as relações significativas entre o valor transformado da quantidade de luz e os polifenóis totais e as antocianinas, para algumas das castas mais representativas no mundo. Por outro lado a tabela 2 apresenta os coeficientes de determinação entre o valor da pinça e o conteúdo de polifenóis, antocianinas e a Abs a 520nm.

Tab. 2: Coeficientes de correlación (r) entre el índice de polifenoles con la pinza y los antocianos, Abs 520 nm, polifenoles totales (IPT) de diferentes variedades y viñedos.

casta / vinha	pinça vs antocianinas	pinça vs Abs 520nm	pinça vs IPT (Abs 280nm)
Barbera	0,8199	0,7094	0,8230
Corvina ZVP 21	0,8929	0,8779	0,9223
Corvina ZVP 23	0,8099	0,8486	0,9257
Corvina ZVP 1	0,8932	0,8968	0,9069
Corvina ZVP 6	0,8904	0,9032	0,8959
Montepulciano	0,8304	0,8694	0,8369
Merlot	0,6363	0,4950	0,7840
Oseleta	0,8634	0,8691	0,9068
Rondinella ZVP 1	0,7682	0,7860	0,8345
Rondinella ZVP 18	0,8527	0,8732	0,8451
Rondinella ZVP 23	0,7807	0,7487	0,7999
Rondinella ZVP 6	0,8091	0,8187	0,9074
Raboso Piave	0,8281	0,7451	0,7947

Tab. 2: Coeficientes de correlação (r) entre o índice de polifenóis com a pinça e as antocianinas, Abs 520 nm, polifenóis totais (IPT) de diferentes castas e vinhas.

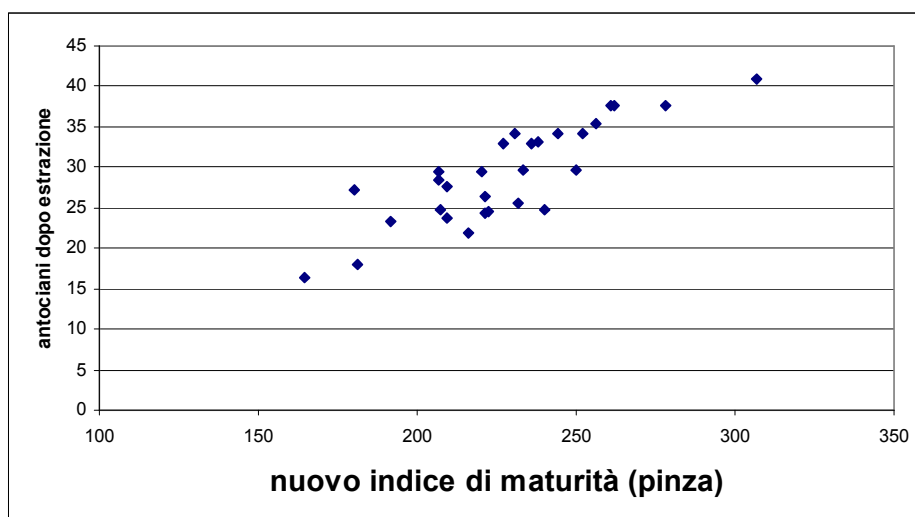


Fig. 3: relação entre o novo índice de maturação fenólica (pinça) e as antocianinas da secção de película depois da extracção

A figura 3 refere-se às análises de uma amostra de película individual submetida a extracção segundo o método de Glories, enquanto que a figura 4 se refere às análises por extracção de bagos inteiros espremidos e extraídos sempre segundo o método de Glories. Em ambos os casos a relação é significativa e confirma a validade do sistema de medição com pinça directamente na vinha.

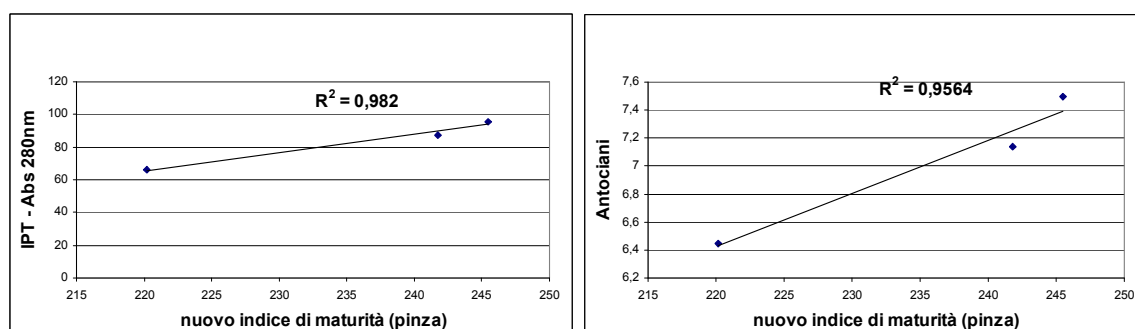


Fig. 4: relação entre o valor médio do índice mediante pinça, e os polifenóis e antocianinas depois de extracção de bagos inteiros liquefeitos

Na vindima de 2006 realizaram-se controlos de curvas de maturação em algumas adegas. A figura 5 apresenta as curvas de maturação monitorizadas utilizando a pinça e que foram utilizadas para eleger o momento óptimo de vindima.

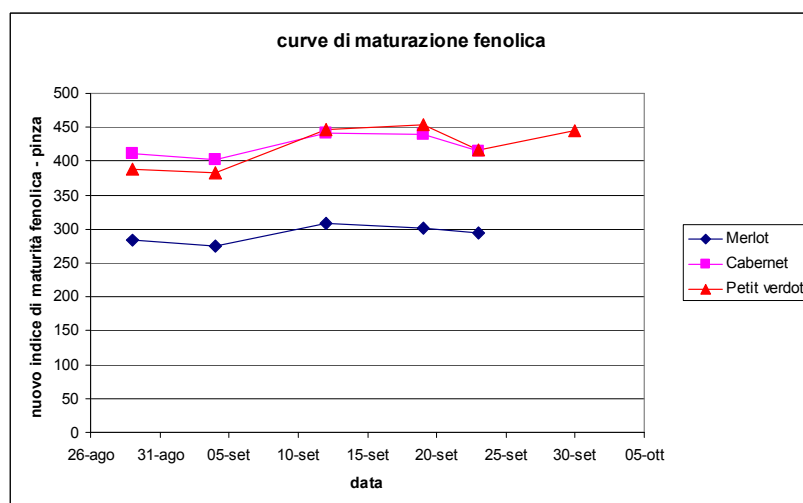


Fig. 5: exemplo de curva de maturação com o novo instrumento de pinça – vindima de 2006

A variabilidade dos valores não se altera durante a amostragem, o que confirma que se se amostrarem os bagos representativos se pode reduzir o número de bagos amostrados para obter um valor médio que represente a maturação fenólica real da uva. A variabilidade dos dados é função da casta e da baixa homogeneidade na maturação dos bagos dentro dos cachos e nas diferentes partes da planta. Em média, o tempo de análise de uma vinha varia entre 15 e 30 minutos, em função da superfície a controlar. De qualquer maneira, num dia podem-se realizar numerosas medições, sem necessidade de análises de laboratório; actuando desta forma, no final da amostragem (a mesma que para as análises de laboratório) ter-se-ão completado também as análises.

Para além disso, as experiências da vindima de 2006 permitiram analisar na mesma data diversas vinhas da mesma casta, como se mostra na tabela 3 com amostragens realizadas em Borgonha com Pinot Noir e em algumas regiões italianas.

amostra / clone	Novo índice de maturação fenólica (pinça)
BORGONHA	
Pinot noir Borgonha A	305
Pinot noir Borgonha B	316
Pinot noir Borgonha C	297
Pinot noir Borgonha D	309
Pinot noir Borgonha E	286
Pinot noir Borgonha F	303
RAUSCEDO / ITALIA	
CABERNET SAUV. VCR 8	375
CABERNET SAUV. VCR 11	386
CABERNET SAUV. VCR 19	358
CARMENERE VCR 22	418
CARMENERE VCR 700	417
CARMENERE VCR 702	416
MERLOT R3	374
MERLOT R12	354
MERLOT R18	343
NEBBIOLO VCR 284	194
NEBBIOLO VCR 372	215
NEBBIOLO VCR 373	216
PINOT NOIR VCR 18	271
PINOT NOIR VCR 20	250
PINOT NOIR SMA 185	287
SYRAH 174	380
SYRAH 470	452
SYRAH 747	423

Tab. 3: medições da qualidade fenólica com a pinça em várias vinhas realizadas na mesma data (vindima de 2006)

Esta possibilidade permite portanto controlar no campo o efeito de práticas agronómicas como por exemplo, o coberto vegetal, a irrigação, adesfolha, etc., sobre a acumulação de polifenóis. Do ponto de vista prático, consegue-se monitorizar uma vinha em pouco tempo, obtendo-se informação média do total dos bagos analisados; além disso, para fazer o acompanhamento das curvas de maturação, a amostragem de um bago sempre da mesma parte do cacho (por exemplo

a parte superior ou ponta) permite acelerar os tempos de análise reduzindo o número de bagos amostrados.

A informação que se obtém é imediatamente aplicável à programação das técnicas de maceração de uvas seleccionadas de forma objectiva directamente na vinha.

Durante a vindima de 2006 realizaram-se microvinificações de várias parcelas e verificou-se, utilizando as mesmas técnicas de vinificação, uma relação muito significativa entre o novo índice obtido com a pinça e os polifenóis do vinho.

Conclusões

Os resultados da investigação permitiram produzir um instrumento capaz de avaliar directamente na vinha o potencial fenólico real das uvas tintas. Mediante uma medição simples da quantidade de luz que passa através da película, separada da polpa, consegue-se efectuar uma análise rápida no campo obtendo-se directamente informações espectroscópicas significativamente correlacionadas com os polifenóis da película. A análise é imediata e pressupõe apenas a introdução da película num instrumento com forma de pinça capaz de ler em poucos segundos um valor da quantidade de luz. Os dados são memorizados e depois da análise de uma amostra representativa de bagos utiliza-se o valor médio para obter o valor da potencialidade fenólica relativa à superfície amostrada ou à linha.

As análises, relativas a cada casta, são repetíveis e permitem acompanhar as curvas de maturação com o objectivo de identificar o momento óptimo de colheita, sem necessidade de efectuar análises de laboratório. A possível quantificação de polifenóis realiza-se uma só vez, na amostragem mais próxima da colheita. Para além disto, é possível comparar várias vinhas, perto da data de colheita, com o objectivo de identificar as mais maduras e portanto programar o melhor possível a colheita de cada uma das parcelas. Os dados permitem igualmente avaliar em tempo real o efeito sobre os polifenóis de práticas de cultivo aplicadas à vinha.

Com este sistema é assim possível realizar uma monitorização rápida e em grande escala da potencialidade fenólica das diferentes uvas, isto permitirá uma maior aproximação à zonagem vitícola e permitirá facilitar o trabalho do enólogo durante a selecção das uvas. Será possível portanto organizar a entrega das uvas na adega e adaptar as técnicas de vinificação em função de uma avaliação da qualidade.

Em antevisão, o sistema analítico portátil com pinça será dotado dum refractómetro e um detector GPS com o objectivo de tirar proveito das tecnologias da viticultura de precisão e de reduzir ao mínimo as necessidades analíticas durante a época de vindima.

Agradecimentos: Sara Martellos, Francesco Anaclerio e Prof. Michel Feuillat pela sua colaboração, às empresas italianas, de Borgonha e aos Vivai Cooperativi di Rauscedo, PN (I) pela sua disponibilidade.

Bibliografia

- Baugmartner D., Bill R. e Roth I. 2001. Analysis of grape musts by FTIR spectroscopy. *Obst-und Weinbau*. 137:2, 46.
- Belton P. S., Kemsley E. K., McCann M. C., Ttofis S., Wilson R.H. e Delgadillo I. 1995. The identification of vegetable matter using Fourier transform infrared spectroscopy. *J. Food Chem.* 54:437.
- Caeleno srl, 2005. Process for evaluating the degree of phenolic ripeness of a fruit and relevant device. Patent VI2005A000098, international patent PCT/IB2006/000780.
- Cayla L.; Cottureau P.; Renard R. 2002. Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la methode I.T.V. standard. *Revue Française d'Œnologie*, 193, 10-16.
- Celotti E.; Carcereri De prati G. 2005. The phenolic quality of red grapes at delivery: Objective evaluation with colour measurements. *South African Society for Enology and Viticulture*, 26, 75-82.
- Celotti E., Ferrarini R., Della Vedova T., Martinand S. (2007). The use of reflectance for monitoring phenolic maturity curves in red grapes. *Italian Journal of Food Sciences*, in press.

- Celotti E. 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 dagli studi di Udine, International Patent PCT/IB00/00514,WO/00/66986, 25/04/2000, EP 1175603 USA Patent.
- Celotti E. e Carcereri G. 2000. La qualità fenolica delle uve rosse: valutazione oggettiva mediante misura del colore. *Ind. Bev.* 29,168:378.
- Celotti E. e Carcereri G. 2000. Studio della maturità fenolica delle uve rosse per valorizzare l'area viticola dei Colli Berici. *L'Enotecnico.* 36:79.
- Celotti E., Carcereri G. e Cantoni S. 2001. Rapid evaluation of the phenolic potential of red grapes at winery delivery: application to mechanical harvesting. *The Australian Grapegrower & Winemaker.* 449a:151.
- Damberg R.G., Cozzolino D., Cynkar W.U., Janik L. e Gishen M. 2006. The determination of red grape quality parameters using the LOCAL algorithm. *J. of Near Infrared Spectroscopy* 14:71.
- Damberg R.G., Cozzolino D., Esler M.B., Cynkar W.U., Kambouris A., Francis I.L., Hoi P.B. e Gishen M. 2003. The use of infrared spectroscopy for grape quality measurement. *Australian & New Zealand Grapegrowers & Winemaker*, 473a, 76: 69.
- Desseigne J.M. 2005. Determinazione della qualità della vendemmia e spettroscopia ad infrarossi. *Infowine*, 6/2.
- Desseigne J.M., Payan J.C., Crochon M., Roger J.M., Ballester J.F., Boulet J.C., Mazollier J. e Toussaint C. 2003. Spectroscopie proche infra rouge et appréciation de la qualité de la vendange. *Cahier Technique 14ème colloque viticole et œnologique EUROVITI*, ITV France,26-27 Nov, pp. 168-172.
- 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.
- Di Stefano R., Cravero M.C., e Gentilini N. 1991. Metodi per lo studio dei polifenoli dell'uva. *Riv. Vitic. Enol.* 44:37.
- Dubernet M.; Dubernet M.; Dubernet V.; Coulomb S.; Lerch M.; Traineau I. 2004. Analyse objective de la qualité des vendanges par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) et réseau de neurones. *Revue Française d'Œnologie*, 208, 18-21.
- Dubernet M., Dubernet M., Dubernet V., Coulomb S., Lerch M., e Traneau I. 2001. Analyse objective de la qualité des vendanges par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) et réseaux de neurones. *Bull. O.I.V.* 74:15.
- 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, 64-68.
- Glories Y. e Augustin M. 1993. Maturité phenolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. *In: Actes du colloque: Journée technique du C.I.V.B. Bordeaux*, 21 Janvier 1993. pp56-61.
- Grandjean E., Monamy C., Masse L., e Girard F. 2004. Messa a punto di un metodo rapido per stimare la maturità fenolica del Pinot Noir in Borgogna, *Vinidea.net.* 5:1.
- Jaworski A.; Lee C. Y. 1987. Fractionation and HPLC determination of grape phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35, 257-259.
- Mattivi F., Prast A., Nicolini G., and Valentini L. 2003. Il potenziale polifenolico delle uve rosse e la sua applicazione in enologia, *L'Enologo.* 39,10:105.
- Merken H. M.; Beecher G. R. 2000. Measurement of food Flavonoids by High-Performance Liquid Chromatography: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 577-599.
- Patz C.D., David A., Thente K., Kürbel P., e Dietrich H. 1999. Wine analysis with FTIR spectroscopy, *Die Wein Wiessenschaft.* 54:80.
- Peyron D. 1998. Le potentiel polyphénolique du Pinot Noir. *Revue Française d'Œnologie* mai/juin, 170, 42-45.
- Rousseau J.; Delteil D. 2000. Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des raisins. Principe, méthode et grille d'interprétation. *Revue Française d'Œnologie*, 183, 10-13.
- Rousseau J., Samirant M., e Granes D.. 2002. Evaluation du fonctionnement d'un interféromètre à transformée de Fourier (IRTF) pendant les vendages, *Rev. Fr. Œnologie.* 195:12.
- Venencie C.; Uveira M-N.; Guiet S. 1997. Maturité polyphénolique du raisin mise en place d'une méthode d'analyse de routine. *Revue Française d'Œnologie* Novembre/décembre, 167, 36-41.