

APPLICAZIONE DELLA *TEXTURE ANALYSIS* ALLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'UVA

Luca ROLLE, Daniela GHIRARDELLO, Giuseppe ZEPPA, Vincenzo GERBI

Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali (Di.Va.P.R.A.) – Settore Microbiologia e Industrie Agrarie, Università degli Studi di Torino, Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco TO, I.

Parole chiave: vite, analisi strutturale, consistenza acino, vitigni da vino.

Key words: *grapevine, texture analysis, firmness, winegrapes.*

1. INTRODUZIONE

La valutazione dell'attitudine qualitativa delle uve destinate alla produzione di vini di pregio rappresenta da sempre un problema di non facile soluzione per l'enologo. La determinazione del tenore zuccherino e della composizione acida (maturità tecnologica) non consente di accertare completamente le reali potenzialità enologiche delle uve (Failla *et al.*, 2005). Vari studi individuano nella caratterizzazione delle sostanze fenoliche (Saint-Cricq *et al.*, 1998a,b; Amrani-Joutei *et al.*, 1994; Moutounet *et al.*, 1996; Hebrero *et al.*, 1998; Cheynier, 2000; Borsa *et al.*, 2002; Gerbi *et al.* 2003) e nel loro stato evolutivo alla raccolta (maturità fenolica) importanti indici di qualità dell'uva (Glories, Augustin, 1993; Venencie *et al.*, 1997; Saint-Cricq *et al.*, 1998c; Cayla *et al.*, 2002; Crespy, 2002; Mattivi *et al.*, 2002; Cagnasso *et al.*, 2003). Insieme ai precursori di aroma le sostanze fenoliche sono infatti i principali responsabili della tipicità dei vini.

Per la valutazione della maturità dell'uva è stata anche favorevolmente impiegata l'analisi sensoriale (Rousseau, Delteil, 2000; Rousseau, 2001; Martinez, 2002).

Le esperienze di applicazione della *texture analysis* alle uve da vino sono relativamente poche. I contributi scientifici hanno principalmente riguardato lo studio delle modificazioni di alcune proprietà meccaniche, in particolare la durezza, durante la maturazione (Lee, Bourne, 1980; Liang *et al.*, 1990; Abbal *et al.*, 1992; Robin *et al.*, 1996; Ruiz Hernandez, 1996).

L'analisi di struttura (*texture analysis*) è invece molto applicata nel settore agroalimentare quale tecnica di indagine analitica per la definizione ed il controllo delle proprietà fisiche degli alimenti. Viene spesso impiegata per integrare le capacità sensoriali umane in quanto in grado di fornire valutazioni oggettive delle proprietà strutturali (Bourne, 2002).

I primi studi di *texture analysis* delle uve sono stati effettuati su quelle da tavola (Bernstein, Lustig, 1981). La valutazione della compattezza della polpa e la consistenza della buccia sono infatti importanti caratteristiche per questo prodotto e possono determinarne

l'accettabilità o meno da parte del consumatore (Sims, Halbrooks, 1986; Laszlo, Saayman, 1991; Mencarelli *et al.*, 1994; Sato *et al.*, 1997; Vargas *et al.*, 2001, Sato, Yamada, 2003).

Con tecniche di analisi strutturale è stata anche molto studiata la resistenza della buccia alla spaccatura (*splitting*), data l'importanza agronomica e tecnologica che essa riveste (Considine, 1981; Lang, During, 1990; Bisof *et al.*, 1994).

In questo primo lavoro sperimentale, svoltosi nella vendemmia 2004, è stato applicato un consolidato metodo di *texture analysis*, la *Texture Profile Analysis* (TPA), alla valutazione delle proprietà strutturali dell'uva da vino di vari vitigni. Questo tipo di test è particolarmente adatto per la descrizione del comportamento meccanico alla masticazione di prodotti agroalimentari anche di matrici molto diverse (Ocón *et al.*, 1995; Mencarelli *et al.*, 1997; Béleia *et al.*, 2004, Canet *et al.*, 2005; Kapor e Metzger *et al.*, 2005; Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005).

2. MATERIALI E METODI

Lo studio ha riguardato complessivamente sei vitigni ad uva nera di cui due a diffusione internazionale ('Pinot nero', 'Cabernet sauvignon') e quattro vitigni autoctoni piemontesi ('Nebbiolo', 'Barbera', 'Dolcetto' e 'Brachetto'). Per ognuno sono stati identificati tre vigneti (sei per il 'Nebbiolo') dislocati in areali collinari e pedemontani del Piemonte. Il campionamento randomizzato degli acini alla raccolta è stato effettuato prelevando 400 acini per vigneto. Sono state analizzate 50 bacche per campione.

Le determinazioni delle proprietà meccaniche sono state effettuate utilizzando un Universal Testing Machine TAXT2i Texture Analyzer (Stable Micro System, Godalming, Surrey, UK) equipaggiato con piattaforma HDP/90, sonda piatta P/35 e cella di carico di 25 kg. Il test è stato condotto ad una velocità di 1mms-1 (Grotte *et al.*, 2001), applicando al campione una deformazione del 25 %. Il tempo di attesa tra i due cicli di compressione (*bite*) è stato di 2 secondi.

Tutte le acquisizioni sono avvenute a 400 Hz impiegando il *software* dedicato Texture Expert Exceed versione 2.54 operante in ambiente Windows.

La curva forza-tempo caratteristica della TPA è formata da due gaussiane (fig. 1) la cui analisi consente di ricavare i seguenti parametri (Friedman *et al.*, 1963; Szczesniak, 1963; Bourne, 1968, Peleg, 1976):

- **durezza** (N), valore massimo della forza durante il primo ciclo di compressione (P_1);
- **coesività** (-), forza dei legami interni che "riformano" la struttura del prodotto $(A_2 + A_{2W})/(A_1 + A_{1W})$;
- **adesività** (J), lavoro necessario per vincere la forza attrattiva tra la superficie della sonda e quella del campione (A_3); convenzionalmente tale parametro è negativo in quanto valore acquisito in trazione (fase di risalita della sonda nel corso del primo *bite*);
- **elasticità** (mm), altezza che il prodotto recupera durante il tempo che trascorre tra la fine del primo ciclo e l'inizio del secondo (d_2);

- **gommosità** (N), energia richiesta per disintegrare un cibo semisolido fino a quando è pronto per la deglutizione (Durezza * Coesività);
- **masticabilità** (J), energia richiesta per masticare un cibo solido fino a quando è pronto per la deglutizione (Durezza * Coesività * Elasticità);
- **resilienza**, misura l'ampiezza del recupero da parte del campione dopo il primo ciclo di deformazione (A_{1W}/A_1).

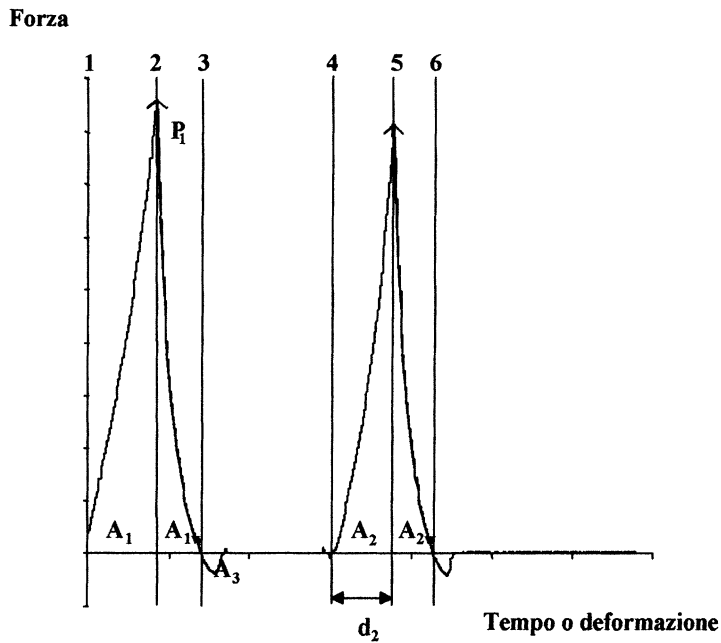


Fig. 1 - Schema di una curva forza-tempo (o deformazione) caratteristica della *Texture Profile Analysis*.

L'analisi statistica dei dati è stata effettuata con il *software* "Statistica" versione 6.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

La curva forza-tempo della *texture profile analysis* relativa all'acino d'uva (fig. 2) evidenzia che in questo tipo di prodotto non è presente il parametro adesività non essendo stata rilevata nessuna area tra i punti (*anchor*) 3 e 4.

Applicando strumentalmente una deformazione del campione del 25 % non si è assistito in nessun caso alla rottura della buccia durante l'esecuzione dei test. Questo tipo di risultato è in accordo con gli studi effettuati sui vitigni 'Syrah' e 'Gamay' che hanno indicato come la rottura pellicolare avvenga per deformazioni comprese tra il 25 ed il 40 % a seconda dello stadio di maturazione dell'uva (Robin *et al.*, 1997).

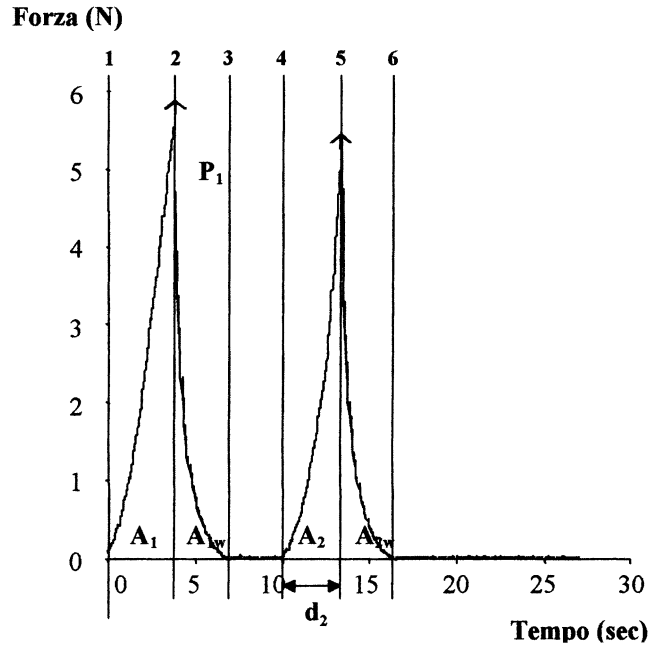


Fig. 2 - Curva forza-tempo relativa al test TPA sulle uve dei vitigni oggetto di studio.

I risultati delle caratteristiche strutturali delle uve dei vitigni oggetto di studio determinate con la *texture profile analysis* (tab.1) indicano che, pur con un'elevata dispersione dei dati, tipica dei prodotti vegetali, i parametri così determinati hanno consentito una buona caratterizzazione delle uve.

Le uve 'Brachetto' e 'Barbera' oppongono maggiore resistenza all'applicazione di forze esterne evidenziando valori elevati di durezza, coesività e in conseguenza di gommosità. In questi vitigni risulta altresì elevata l'elasticità. La resistenza dell'acino allo schiacciamento dipende in parte dalla durezza ed elasticità della buccia ed in parte dalla coesività della polpa (Robin *et al.*, 1997). Le bacche di 'Pinot nero' sono caratterizzate dai valori più elevati di durezza (5,62 N), ma una volta deformato l'acino trova difficoltà a riprendere la sua forma iniziale stante i bassi valori di coesività ed elasticità. Per contro, il 'Dolcetto', presenta una bassa resistenza allo schiacciamento

Tab. 1 - Caratteristiche strutturali delle uve dei vitigni oggetto di studio determinate con la *Texture Profile Analysis*. X = valore medio; σ = deviazione standard; **p < 0,01, *p < 0,05, ns non significativo; lettere uguali indicano valori non significativamente differenti per p < 0,05.

Cultivar	Durezza (N)		Coesività		Gommosità (N)		Elasticità (mm)		Masticabilità (mJ)		Resilienza	
	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ	X	σ
Barbera	4,37 ^b	1,11	0,73 ^d	0,06	3,17 ^{bc}	0,82	3,06 ^c	0,31	9,90 ^b	3,24	0,35 ^b	0,04
Brachetto	5,43 ^c	0,99	0,63 ^c	0,05	3,43 ^c	0,65	2,95 ^c	0,15	10,6 ^b	1,99	0,28 ^a	0,06
Cabernet sauvignon	4,14 ^b	0,57	0,57 ^b	0,06	2,35 ^a	0,36	2,56 ^{ab}	0,24	6,07 ^a	1,25	0,26 ^a	0,03
Dolcetto	2,94 ^a	0,69	0,69 ^d	0,04	2,03 ^a	0,71	2,66 ^b	0,31	5,56 ^a	2,37	0,29 ^a	0,04
Nebbiolo	4,34 ^b	0,69	0,69 ^d	0,07	2,98 ^b	0,52	2,98 ^c	0,21	8,96 ^b	1,97	0,33 ^b	0,03
Pinot nero	5,62 ^c	2,07	0,45 ^a	0,17	2,34 ^a	0,91	2,46 ^a	0,30	5,95 ^a	2,94	0,28 ^a	0,18
Significatività	**		**		**		**		**		**	

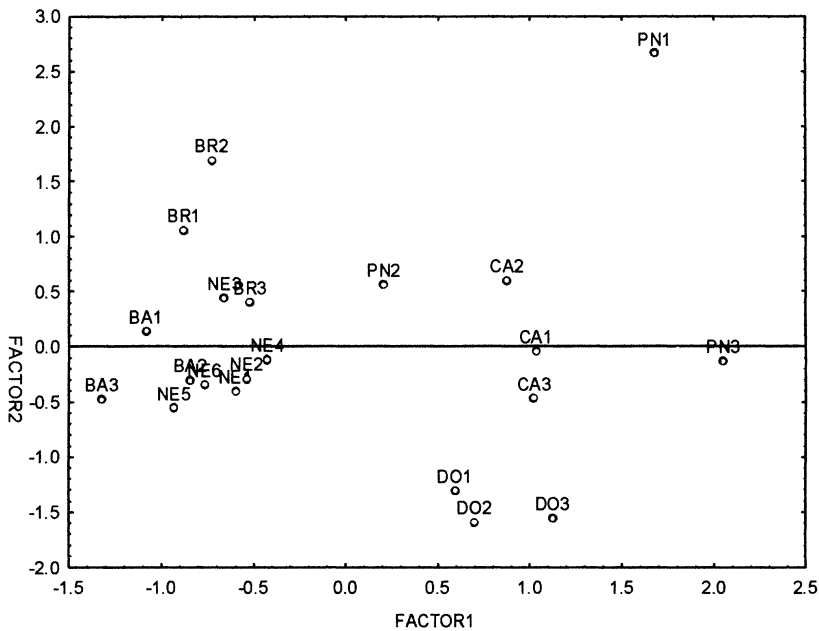


Fig. 3 - Distribuzione sul piano individuato dai primi due fattori della PCA eseguita sui parametri del test TPA.

(2,94 N) ma la sua polpa risulta molto coesa. Comportamenti intermedi hanno manifestato il 'Nebbiolo' ed il 'Cabernet sauvignon'. Masticabilità e resilienza sono risultati i parametri meno discriminanti tra i diversi vitigni, probabilmente in quanto caratteristiche più proprie di prodotti solidi.

L'Analisi delle Componenti Principali (PCA) effettuata sui parametri del test TPA evidenzia una notevole differenziazione tra i vitigni (fig. 3), con una varianza dell'88,9 %: si può altresì osservare che i diversi vigneti, repliche di ciascun vitigno, risultano ben individuati e raggruppati, salvo che per il 'Pinot nero', per il quale i dati dimostrano invece una maggiore dispersione.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La *texture profile analysis* si è dimostrata un efficace strumento per la caratterizzazione delle proprietà strutturali dell'uva da vino. Anche se l'esperienza è riferita ad una sola vendemmia, i risultati conseguiti, pur non generalizzabili, hanno consentito una forte discriminazione dei diversi vitigni.

I diversi vitigni mostrano un comportamento omogeneo nei vigneti studiati, ad eccezione del 'Pinot nero', per il quale i valori risultano maggiormente dispersi.

La conoscenza degli indici strutturali può risultare importante per l'enologo, fornendogli informazioni qualitative utili per la progettazione e la gestione dei processi di ammostamento e macerazione.

Al fine di pervenire all'acquisizione di una casistica più ampia risulta però necessario estendere lo studio anche alle uve di altri vitigni, provenienti da zone a caratteristiche pedo-climatiche anche molto differenti tra di loro, e di protrarre le osservazioni per più annate.

Risulta inoltre indispensabile indagare le possibili correlazioni tra i dati ricavabili dall'analisi di struttura ed i parametri chimici delle uve, con particolare riferimento a quelli relativi alla maturità fenolica, che implicano metodiche lunghe e dispendiose.

Risulta infine interessante mettere a punto test di analisi di struttura volti ad integrare le capacità sensoriali umane ed in grado di fornire valutazioni oggettive dei parametri meccanici richiesti in alcune schede di analisi sensoriale delle uve.

Riassunto

La valutazione delle potenzialità enologiche delle uve alla raccolta è stata ampiamente studiata con tecniche analitiche diverse. Ancora poco utilizzata quale strumento di indagine su uve da vino, la *texture analysis* è stata invece favorevolmente impiegata nella valutazione del comportamento meccanico delle uve da tavola. In questo lavoro sperimentale, svoltosi nella vendemmia 2004, un consolidato metodo di Analisi di Struttura, la *Texture Profile Analysis* (TPA),

è stato applicato alla valutazione delle proprietà fisiche dell'uva da vino di sei vitigni ('Pinot nero', 'Cabernet sauvignon', 'Nebbiolo', 'Barbera', 'Dolcetto' e 'Brachetto'). Utilizzando una Universal Testing Machine (TAXT2i Texture Analyzer) equipaggiata con sonda piatta P/35 ad una velocità di 1mms-1, e applicando una deformazione al campione del 25 %, sono stati acquisiti diversi parametri fisici: durezza, coesività, elasticità, gommosità, masticabilità, resilienza.

L'analisi delle proprietà reologiche ha evidenziato un comportamento meccanico significativamente differente tra i vitigni studiati. Le uve di 'Barbera' e 'Brachetto' hanno offerto la maggiore resistenza alla compressione. La TPA si è dimostrata un efficace strumento per la caratterizzazione delle proprietà strutturali dell'uva da vino, con interessanti prospettive di applicazione in abbinamento all'analisi sensoriale delle uve da vino.

EVALUATION OF WINE GRAPE QUALITY BY TEXTURE ANALYSIS

Summary

The evaluation of œnological potential of grape at the harvest was largely studied by different analytical methods. Texture Analysis is still rarely used to analyze wine grapes, whereas it has been frequently employed to evaluate the mechanical behaviour of table grapes. In this work, carried out during grape harvest in 2004, a consolidated analytical method of texture analysis, the Texture Profile Analysis (TPA), was applied to evaluate the physical properties of six grapevine cultivars ('Pinot nero', 'Cabernet sauvignon', 'Nebbiolo', 'Barbera', 'Dolcetto' and 'Brachetto'). Some physical parameters like hardness, cohesiveness, elasticity, adhesiveness, chewiness and resilience were obtained by an Universal Testing Machine (TAXT2i Texture Analyzer) equipped with a plat probe P/35, at a constant deformation speed of 1 mms-1 and applying a deformation rate of 25 %.

The study of rheological properties has showed significant differences in the mechanical behaviour of the different grapevine cultivars. 'Barbera' and 'Brachetto' have had the highest values for the resistance to the compression test. The TPA test has showed of being an efficient device in order to characterize textural properties of grapevine and will be able to be associated with sensory analysis in the future.

APPLICATION DE L'ANALYSE DE LA TEXTURE AUX RAISINS DE CUVE

Résumé

Les potentialités œnologiques des raisins de cuve à la vendange ont été déjà étudiées à l'aide de plusieurs techniques différentes, mais l'analyse de la texture a été employée plutôt aux caractéristiques mécaniques des raisins de table. Cet essai, conduit à la vendange 2004, consistait à appliquer une méthode déjà au point, celle connue comme Analyse du Profil de Texture

(APT), à six cépages à raisin de cuve: 'Pinot noir', 'Cabernet sauvignon', 'Barbera', 'Brachetto', 'Dolcetto' et 'Nebbiolo', pour améliorer les connaissances de leur caractéristiques physiques. On a utilisé un appareil (Universal Testing Machine = TAXT2i Texture Analyser), équipé d'une sonde plate P/35, à une vitesse de 1 mms^{-1} , en causant une déformation de 25 % à chaque échantillon de manière à acquérir les paramètres suivants: dureté, cohésivité, élasticité, résilience. Cette analyse des propriétés réologiques a mis en évidence des caractéristiques mécaniques significativement différentes parmi les cépages étudiés. Les raisins de 'Barbera' et 'Brachetto' ont montré la plus grande résistance à la compression. Dans l'ensemble, cette méthode a démontré des bonnes possibilités d'utilisation et des intéressantes perspectives d'application en association à l'analyse sensorielle des raisins de cuve.

Bibliografia

Abbal P., Boulet J.C., Moutounet M. – 1992 – Utilisation de paramètres physiques pour la caractérisation de la véraison des baies de raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 26, 231-237.

Amrani Joutei K., Glories Y., Mercier M. – 1994 – Localisation des tannins dans la pellicule de baie de raisin. *Vitis*, 33, 133-138.

Belèia A., Prudencio-Ferreira S.H., Yamashita F., Sakamoto T.M., Ito L. – 2004 – Sensory and instrumental texture analysis of cassava (*Manihot esculenta*, Cranz) roots. *J. Texture Studies*, 35, 5, 542-553.

Bernstein Z., Lustig, I. – 1981 – A new method of firmness measurement of grape berries and other juicy fruits. *Vitis*, 20, 15-21.

Bisof R., Kozina B., Vivic M. – 1994 – Resistance of 'Italian Riesling' (*Vitis vinifera* L.) berries to breaking off and pressure. *Current problems in agricultural engineering*, 291-299.

Borsa D., Gentilini N., Di Stefano R., Ummarino I., Follis R. – 2002 - Evoluzione della composizione polifenolica di uve da cultivar diverse durante la maturazione. *L'Enologo*, 38, 10, 81-98.

Bourne M. C. – 1968 – Texture profile of ripening pears. *J. Food Sci.*, 33, 223-226.

Bourne M. C. – 2002 – *Food texture and viscosity: concept and measurement*. 2nd Ed., Academic Press, New York, USA.

Cagnasso E., Caudana A., Rolle L., Gerbi V. – 2003 – Contributo allo studio della maturità fenolica in uve piemontesi. *Quad. Vitic. Enol.*, 26, 61-80.

Canet W., Alvarez M.D., Fernández C., Tortosa M.E. – 2005 – The effect of sample temperature on instrumental and sensory properties of mashed potato products. *Int. J. Food Sci. & Techn.*, 40, 5, 481-493.

Cayla, L., Cottureau, P., Renard, R. – 2002 – Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la méthode I.T.V. standard. *Revue Fr. Œnol.*, 193, 10-16.

Cheyrier V. – 2001 – Grape polyphenols and their reactions in wine. *Polyphenols Actualités*, 21, 4-11.

Considine J.A. – 1981 – Correlation of resistance to physical stress with fruit structure in the grapes *Vitis vinifera* L. *Aus. J. Botany*, 29, 4, 475-482.

- Crespy A. – 2002 – La maturité polyphénolique. *Revue Fr. Œnol.*, 105, 40.
- Failla O., Brancadoro L., Scienza A. – 2005 - Maturazione, maturità e qualità dell'uva. *L'Inform. Agr. Suppl. 1 al N. 14*, 7-13.
- Friedman H. H., Szczeniak A. S., Whitney A. S. – 1963 – The texturometer: a new instrument for objective texture measurement. *J. Food Sci.*, 28, 390-396.
- Gerbi V., Rolle L., Guidoni S., Zeppa G., Schneider A. – 2003 – Indagine sul profilo antocianico di vitigni autoctoni piemontesi. In: *Ricerche e innovazioni nell'industria alimentare*, 6, pp. 377. Chiriotti Editore, Pinerolo TO, I.
- Glories Y., Augustin M. – 1993 – Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: applications aux millésimes 1991 et 1992. *C.R. Colloque "Journée technique du CIVB"*, Bordeaux, F, 56.
- Grotte M., Cadot Y., Poussier A., Loonis D., Piétri E., Duprat F., Barbeau G. – 2001 – Détermination du degré de maturité des baies de raisin par des mesures physiques: aspects méthodologiques. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 35, 87-98.
- Hebrero E., Santos-Buelga C., Rivas Gonzalo J.C. – 1998 – High performance liquid chromatography-diode array spectroscopy identification of anthocyanins of *Vitis vinifera* variety Tempranillo. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39, 227-233.
- Kapor R., Metzger L.E. – 2005 – Small-scale manufacture of process cheese using a rapid visco analyzer. *J. Dairy Sci.*, 88, 10, 3382-3391.
- Lang A., Daring H. – 1990 – Grape berry splitting and some mechanical properties of the skin. *Vitis*, 29, 61-70.
- Laszlo J.C., Saayman D. – 1991 – Optimum harvesting stages for Dan-ben-Hannah, La Rochelle and Bonheur table grape cultivar. *Deciduous Fruit Grower*, 41, 257-263.
- Lee C. Y., Bourne M.C. – 1980 – Changes in grape firmness during maturation. *J. Texture Studies*, 11, 2, 163-171.
- Liang M., Chen L. H., Hegwood C.P. – 1990 – Physical and mechanical properties of Muscadine grapes related to maturity, mechanical harvesting and processing. *Am. Soc. Agric. Engineers*, 90-6548, 32.
- Martinez L. – 2002 – La dégustation des baies de raisin. *Revue Œnologues*, 29, 105, 19-21.
- Mattivi F., Prast A., Nicolini G., Valenti L. – 2002 – Validazione di un nuovo metodo per la misura del potenziale polifenolico delle uve rosse e discussione del suo campo di applicazione in enologia. *Riv. Vitic. Enol.*, 56, 2-3, 55-74.
- Mencarelli F., Massantini R., Lanzarotta L., Rotondi R. – 1994 – Accurate detection of firmness and colour changes in the packing of table grapes with paper dividers. *J. Hort. Sci.*, 69, 2, 299-304.
- Mencarelli F., Massantini R., Rotondi R. – 1997 – Physiological and textural response of truffles during low-temperature storage. *J. Hort. Sci.*, 72, 3, 407-414.
- Moutounet M., Rigaud J., Souquet J.M., Cheyrier V. – 1996 – Caractérisation structurale des tannins de la baie du raisin. *Bull. O.I.V.*, 69, 783-784, 433-443.
- Ocón A., Anzaldúa-Morales A., Quinterno A., Gastélum G. – 1995 – Texture of pecans measured by sensory and instrumental means. *J. Food Sci.*, 60, 6, 1333-36.

Peleg M. – 1976 – Texture profile analysis parameters obtained by an Instron Universal Machine. *J. Food Sci.*, 41, 721-722.

Robin J.P., Abbal P., Flanzky C. – 1996 – La fermeté des baies de raisin: définition d'un indice de fermeté, corrélation avec les modifications de couleur et application à la détection précoce de la véraison. *Ve Symp. Int. Œnol.*, 15-17.6. 1995, Bordeaux, F. Ed. Technique et Documentation, Paris, F, 109-114.

Robin J.P., Abbal P., Salmon J.M. – 1997 – Fermeté et maturation du raisin. Définition et évolution de différents paramètres rhéologiques au cours de la maturation. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 31, 127-138.

Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Blázquez B., Onega E. – 2005 – A comparison between two methods (Warner-Bratzel and texture profile analysis) for testing either raw or cooked meat. *Meat Science*, 69, 3, 527-536.

Ruiz Hernandez M. – 1996 – Study of berry skin structure of red *Vitis vinifera* grapes from Rioja. *Semana Vitivinicola*, 2579, 91-93.

Rousseau J., Delteil D. – 2000 – Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des raisins. Principe, méthode et grille d'interprétation. *Revue Fr. Œnol.*, 183, 10-13.

Rousseau J. – 2001 – Suivi de la maturité des raisins par analyse sensorielle descriptive quantifiée des baies. Relation avec les profils sensoriels des vins et les attentes des consommateurs. *Bull. O.I.V.*, 74, 849-850, 719-728.

Saint-Cricq N., Vivas N., Glories Y. – 1998a. - Apports récents à l'interprétation des critères de la qualité des vins rouges. *Rev. Fr. Œnol.*, 169, 19-21, 24-25.

Saint-Cricq N., Vivas N., Glories Y. – 1998b – Maturation phénolique des raisins rouges, relation avec la qualité des vins, comparaison des cépages Merlot et Tempranillo. *Progrès Agric. Vitic.*, 115, 13-14, 306-318.

Saint-Cricq N., Vivas N., Glories Y. – 1998c – Maturité phénolique: définition et contrôle. *Revue Fr. Œnol.*, 173, 22-25.

Sato A., Yamane H., Hirakawa N., Otobe K., Yamada M. – 1997 – Varietal differences in the texture of grape berries measured by penetration tests. *Vitis*, 36, 7-10.

Sato A., Yamada M. – 2003 – Berry texture of table, wine, and dual-purpose grape cultivar quantified. *HortSci.*, 38, 4, 578-581.

Sims C.A., Halbrooks M.C. – 1986 – Quality comparison of 'Orlando Seedless' with 'Thompson Seedless' grapes. *Proc. Florida Sta. Hort. Soc.*, 99, 193-194.

Szczesniak A. S. – 1963 – Classification of textural characteristics. *J. Food Sci.*, 28, 385-389.

Vargas A., Perez J., Zoffoli J.P., Perez A. – 2001 – Evolución de la textura de bayas de uva del cv Thompson seedless. *Cien. Investig. Agr.*, 27, 2, 117-126.

Venencie C., Uveira M.N., Guiet S. – 1997 – Maturité polyphénolique du raisin et mise en place d'une méthode d'analyse de routine. *Revue Fr. Œnol.*, 167, 36-37, 40-41.