

Ithaka-Journal

für Terroirwein, Biodiversität und Klimafarming

2009

Aromatische und phenolische Traubenreife

von Volker Schneider

S.297-307

Zitierweise:

Aromatische und phenolische Traubenreife von Volker Schneider, Ithaka-Journal, 2009, S.297-307, www.ithaka-journal.net/66, ISSN 1663-0521

www.ithaka-journal.net/66

Aromatische und phenolische Traubenreife

von Volker Schneider

Jeder weiß es: Mit steigendem Ertrag fällt die Qualität. Das Menge-Güte-Gesetz ist keineswegs eine Erfindung der Neuzeit. Doch seine reale Bedeutung ist manchen Erzeugern aus dem Bewusstsein gerückt. Anders ist es nicht zu erklären, dass im Einzelfall immer noch weit über 150 hL/ha eingebracht werden. In vielen Ländern können solche Weine als Qualitätsweine vermarktet werden, nur weil ein gesetzlich gefordertes Mindestmostgewicht erreicht ist. Dem Mostgewicht haftet eine geradezu mythische Bedeutung an.

Es steht außer Frage, dass Erzeugnisse aus Massenträgern nicht als Genussmittel und Kulturgut überzeugen können. Mehr als anonyme, austauschbare Konsum- oder Verarbeitungsweine können sie nicht sein, weil wesentliche wertbestimmende Inhaltsstoffe im Mangel vorliegen. Wein ist mehr als eine wässrige Lösung von Alkohol, Zucker und Säure. Reife im Sinne von Mostgewicht allein garantiert noch lange kein Genusserlebnis. Dennoch gibt es einen immer noch weit verbreiteten Irrglauben, die Qualität allein mit dem Mostgewicht beurteilen zu können.

Das Mostgewicht definiert ausschließlich die alkoholische Reife. Darüber hinaus kennt man auch eine physiologische Reife, genauer definiert als aromatische und phenolische Reife. Sie ist verantwortlich für die innere Qualität eines Weins und keineswegs direkt an die alkoholische Reife gekoppelt. Deshalb kann es völlig ausdruckslose und eindimensionale Weine trotz hohem Mostgewicht geben.

Aromatische Reife

Während der Reife geschieden weitaus mehr als nur eine Zunahme des Mostgewichts und eine Abnahme der Säure. Diese beiden Parameter stehen bei Reifemessungen jedoch einseitig im Vordergrund, weil sie einfach zu ermitteln sind. Der Begriff der aromatische Reife wird dabei vernachlässigt. Lange nachdem die Zunahme des Mostgewichts zum Still-

stand gekommen ist, läuft die Synthese von Aromastoffen weiter. Sie sind es, die bei vergleichbaren makroanalytischen Parametern die Weine untereinander differenzieren und einen einfachen Konsumwein von einem großen Wein mit Identität unterscheiden. Andernfalls würde sich die Weinbeschreibung auf eine monotone Wiederkehr der vier Grundgeschmacksarten süß, sauer, bitter und salzig beschränken.

Nicht nur hohe Erträge sind für Defizite in der aromatischen Reife verantwortlich. In Zeiten fortschreitenden Klimawandels läuft die aromatische Reife der alkoholischen Reife zunehmend hinterher. Dies kann im Extremfall dazu führen, dass Trauben von 13 % potenziellem Alkohol und mehr einen Wein liefern, dessen Aromaprofil an das eines einfachen Tafelweins erinnert. Trocken-heiße Reifebedingungen verlangsamen die Synthese traubenbürtiger Aromastoffe ebenso wie überzogene Fungizidbehandlung. Rohfäule durch Pilzbefall kann die Entwicklung reifer Aromen vollständig zum Stillstand bringen.

Eine mangelnde aromatische Reife kann sich sensorisch in drei Formen äußern:

- Die völlige Abwesenheit von Aroma.
- Entstehung eines untypischen Alterungstons (UTA) in Weißwein. Das Geruchsbild solcher Weine erinnert an Mottenkugeln, Seife, Citronenblüten, Kleiderschrank, Waschmaschine usw. Ursache dieses oft schon im Jungweinstadium auftretenden Aromadefektes ist ein Hormonstress in der Weinrebe.
- Grün-vegetative Aromen, welche das Kennzeichen unreifer Trauben schlechthin darstellen und auf die Stoffgruppe der Methoxy-pyrazine zurückzuführen sind.

Vegetatives Aroma durch Methoxy-pyrazine

Die grün-vegetative Aromakomponente erinnert an den Geruch von frisch gemähtem Gras, Rasenmäher oder anderen grünen Pflanzen. Dieser Geruch ist jedem aus dem täglichen Leben bekannt, wird aber vom Kellermeister oft aus optimistischer Erwartungshaltung oder emotionaler Nähe zum eigenen Wein selten in diesem erwartet, gesucht oder identifiziert. Er kann so intensiv auftreten, dass er schließlich die Aromatik dominiert in einer Weise, dass positiv empfundene Aromattribute wie solche reifer Früchte, Blumen oder Mineralien nicht mehr zu erkennen sind.

Über den Geruch hinaus werden auch Mundfülle und Textur über sensorische Synergismen negativ beeinflusst. Es wird mehr Säure vorge-täuscht, als der Wein wirklich aufweist. Das Tannin der Rotweine wirkt adstringierender und unreifer.

Im deutschsprachigen Raum wird diese Aromatik selten als solche angesprochen, sondern oft mit gängigen Weinfehlern verwechselt und durch Schönungen erfolglos zu entfernen versucht. Trotzdem muss festgehalten werden, dass ein vegetatives Aroma nach frischem Gras ein önologisch nicht zu reparierender Defizit an aromatischer Reife darstellt.

Früheste Untersuchungen zur Erklärung des grün-vegetativen Aromas suchten seine Ursache in höheren Aldehyden der C6-Reihe wie Hexanal und Hexen-2-al, die ihrerseits aus der Oxidation von Linolsäure und Linolensäure während der Traubenverarbeitung entstehen. Inzwischen weiß man aber, dass deren Beitrag zu dem genannten Aroma völlig in den Hintergrund tritt gegenüber dem der Methoxy-pyrazine. Diese Moleküle sind in allen grünen Geweben einschließlich denen der Traube enthalten. Während der Vinifikation werden sie rasch herausgelöst und finden sich im Wein wieder. Zu den wichtigsten Verbindungen dieser Stoffgruppe zählen das 3-isopropyl-2-Methoxy-pyrazin, das 3-butyl-2-Methoxy-pyrazin und das 3-isobutyl-2-Methoxy-pyrazin. Letzteres dominiert mengenmäßig, während das 3-isopropyl-2-Methoxy-pyrazin die höchste Geruchsintensität aufweist (17).

Methoxy-pyrazine sind die primäre Ursache des grün-vegetabilen Aromas unreifer Weine. In manchen Rebsorten wie Sauvignon blanc, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc und wahrscheinlich auch Dornfelder sind sie wesentlicher Bestandteil des Sortenaromas, sofern sich ihre Konzentration in Grenzen hält und ihr Aromabeitrag im Gleichgewicht mit anderen Aromastoffen steht (1). Liegen solche im Mangel vor, treten Methoxy-pyrazine einseitig als grün-vegetativ in den Vordergrund.

Ihre Einlagerung in den Trauben erfolgt vor deren Weichwerden und wird durch Feuchtigkeit gefördert. Nach Überschreiten eines Peaks nehmen sie während der Reife ständig ab. Diese Abnahme ist durch Photolyse durch das Sonnenlicht zu erklären und korreliert eng mit dem Abbau der Äpfelsäure. Alle weinbaulichen Faktoren einschließlich Entblätterung, die direkt oder indirekt zu einer optimalen Sonnenexposition der Trauben beitragen, beschleunigen den Abbau. Unabhängig von der Licht-

exposition wirkt eine hohe Temperatur während der Reifephase in die gleiche Richtung. Hoher Ertrag und feuchte Witterung wirken gegenläufig. Entblätterung und Ausdünnung sind zur spezifischen Minderung der Methoxy-pyrazine wirkungsvoller als eine zu geringe Augenzahl beim Anschnitt. Befall durch Botrytis liefert höhere Gehalte nicht nur durch eine erzwungene frühere Lese, sondern auch durch die erleichterte Extraktion aus dem vorzeitig zerstörten Schalenewebe (3, 13).

In Beerenhäuten, Kernen und Stielen sind mehr Methoxy-pyrazine zu finden als im entsprechenden Beerensaft. Sie sind leicht löslich. Bereits nach einem Tag Maischestandzeit haben sie ihre maximale Konzentration in der flüssigen Phase erreicht. Während der Maischegärung von Rotwein kann ihr Gehalt jedoch durch die Anwesenheit von Stielen und Blättern zusätzlich erhöht werden. Bei der Vinifikation von Weißwein führt eine mechanisch belastende Traubenverarbeitung wie starkes Pressen zu einer zusätzlichen Extraktion; durch Abtrennung der letzten Pressfraktionen ergeben sich im Einzelfall geringere Gehalte (13). In frisch gepressten Mosten ist ein Teil der Methoxy-pyrazine an den Trub gebunden. Somit kann eine scharfe Vorklärung den Gehalt im Wein weiter mindern (3). Dennoch vermag keine dieser Maßnahmen ein grün-grasiges Aroma zu verhindern, wenn es von den Trauben her vorgegeben ist.

Methoxy-pyrazine sind chemisch relativ inerte Moleküle (17). Sie sind redoxbeständig, so dass die üblichen Maßnahmen, die mit Oxidation oder Reduktion während Vinifikation und Ausbau in Verbindung stehen, kaum Einfluss auf ihren Gehalt ausüben. Nur sehr langsam gehen sie eine Bindung mit dem Tannin der Rotweine ein, wenn dieses unter semi-oxidativen Bedingungen wie bei der Mikrooxygenierung polymerisiert. Reaktionen mit Adsorbentien sind nicht bekannt, woraus sich ihre Beständigkeit gegenüber Schönungsmitteln und Filtrationen erklärt. Ihre sensorisch bedeutsamste Reaktion ist die bereits erwähnte Photolyse, das heißt ihr Zerfall unter Lichteinfluss. Diese Reaktion kann auch auf der Flasche eintreten. In weißen Flaschen an Licht gelagerte Weine bauen ihren grün-vegetativen Charakter langsam ab, während er in farbigem Glas stabil bleibt. Die gängige Lagerung unter Lichtabschluss erlaubt keine Minderung der grün-grasigen Aromenote.

Aufgrund von Löslichkeit und Stabilität der Methoxy-pyrazine sind die Möglichkeiten, ihren Gehalt mit önologischen Mitteln zu mindern, mehr

als beschränkt. Um so mehr Bedeutung gewinnen die weinbaulichen Massnahmen (3).

Analytische Bewertung der aromatischen Reife

Da das Mostgewicht als Qualitätskriterium zunehmend an Bedeutung verliert, fehlt es nicht an Überlegungen, seine Bestimmung durch eine analytische Ermittlung der aromatischen Reife zu ergänzen (21). Besonders australische Arbeitsgruppen haben sich in diesem Zusammenhang hervorgetan. Ein Gedankenansatz führte zur Bestimmung der so genannten Glycosyl-Glucose (20).

Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Tatsache, dass die in Trauben und Most enthaltenen Primäraromen unterschiedlichsten chemischen Stoffgruppen angehören. Zum Teil sind sie noch unbekannt und können aufgrund ihrer Vielfältigkeit keineswegs in einem einzigen Bestimmungsgang erfasst werden. Eine individuelle Aufschlüsselung und ein additives Aufrechnen scheiden somit zur Bestimmung der aromatischen Reife aus.

Zum anderen liegen die Aromakomponenten in den Trauben nur zu einem geringen Anteil in freier Form vor, die dem Geruchssinn direkt zugänglich ist. Der weitaus größere Teil ist als Glycoside an Zucker gebunden und sensorisch neutral. Ab dem Einmaischen der Trauben und während der Weinlagerung kommt es zu einer zunehmenden Abspaltung des Zuckers und Freisetzung der glycosidisch gebundenen Aromen, wobei diese sensorisch aktiv werden. Die Spaltung der Glycoside wird durch den sauren pH-Wert oder enzymatisch katalysiert. Dabei spielen Enzyme aus der Hefe eine Rolle als auch solche, die als Aromaenzyme gehandelt und zugesetzt werden (2, 6).

Die Zucker als Bindungspartner der Primäraromen können verschiedener Natur sein, jedoch ist stets ein Molekül Glucose pro Molekül Aromagrundkörper daran beteiligt. Im Gegensatz zu dem heterogenen Gemisch der Aromastoffe ist diese Glucose messtechnisch leicht zugänglich. Voraussetzung ist, dass sie aus den Glycosiden vollständig abgespalten wird. Dabei erhält man die sogenannte Glycosyl-Glucose. Ihre Menge ist den gebundenen Aromastoffen bzw. dem Potenzial an Primäraromen proportional. Die technische Durchführung der Bestimmung umfasst die Isolierung der Aromaglycoside einer Saftprobe, ihre saure Hydrolyse durch

Hitze und die enzymatische Bestimmung der freigesetzten Glucose. Diese Glycosyl-Glucose (in mg/L) ist die gesuchte Qualitätskennzahl.

Untersuchungen in verschiedenen Ländern ergaben, dass die Glycosyl-Glucose tendenziell mit dem Reifegrad zunimmt und mit dem Ertrag abnimmt. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass nur die gebundenen, also geruchlich inaktiven Vorläuferstufen von Primäroaromen gemessen werden, während die bereits in freier Form vorliegenden und direkt sensorisch wirksamen Aromen vernachlässigt werden. Die Bestimmung impliziert weiterhin, dass die Gesamtheit der mit ihr gemessenen, gebundenen Aromastoffe tatsächlich nach und nach aus ihrer Bindung an Zucker freigesetzt werden. In der Tat laufen ab dem Zeitpunkt des Einmischens der Trauben derartige Reaktionen ab. Offen bleibt jedoch die Frage, wie viel des als Glycosyl-Glucose gemessenen Aromapotenzi als tatsächlich zu sensorisch aktiven Aromastoffen umgesetzt wird.

Vor diesem Hintergrund gewinnt eine andere Methode zur Bewertung des Aromas an Interesse. Ausgehend von der Tatsache, dass die Primäroaromen der Traube überwiegend aus Terpenen bestehen, werden diese abdestilliert und im Destillat mittels einer kolorimetrischen Reaktion bestimmt. Man erhält so die freien Terpene, die dem Geruchssinn direkt zugänglich sind. Nach Aufsäuern der Probe werden die glycosidisch gebundenen Terpene freigesetzt und durch eine zweite Destillation erfasst. Beide Fraktionen - freie und gebundene Terpene - werden in mg/L eines Bezugsterpens, zum Beispiel Linalool, ausgedrückt (7).

Kurzlebige Gäraromen

Während der alkoholischen Gärung erzeugt die Hefe eine Fülle von Aromastoffen, die mit mehr oder weniger Erfolg zur Ergänzung der traubenbürtigen Aromen herangezogen werden. Vor diesem Hintergrund bietet der Markt eine kaum überschaubare Anzahl von Reinzuchtheften mit dem Ziel, das sensorische Profil in die eine oder andere Richtung zu treiben. Alternativ wird durch Spontangärung versucht, den Weinen mehr Individualität und Komplexität zu vermitteln.

Zur Synthese von Aromastoffen muss die Hefe auf entsprechende Vorläuferstufen, insbesondere Stickstoffverbindungen, im Most zurückgreifen können (14). In Mosten mit defizitärer physiologischer Reife liegen

diese im Mangel vor. Entsprechend bescheiden ist das Ergebnis. Unreife Weine bleiben unreif.

Alle Aromen, die durch die Gärung erzeugt werden, sind von relativ kurzer Lebensdauer. Durch ihre Flüchtigkeit kommen sie zur Verdunstung, wenn im Rahmen einer strapaziösen Weinbehandlung der Wein übermäßig oft bewegt, umgelagert oder in der einen oder anderen Form einer statischen oder gar turbulenten Oberfläche ausgesetzt wird (19). Darüber hinaus zersetzen sie sich von selbst durch den Effekt des sauren pH-Wertes und der Sauerstoffaufnahme, wobei dieser Zerfall durch Wärme erheblich beschleunigt wird (8). Das ist das Problem warmer Keller und Flaschenlager. Werden aus ein und demselben Most Weine verschiedener Aromaprofile durch unterschiedliche Gärführung und Hefen erzeugt, sind diese Unterschiede nur im Stadium des jungen Weins zu beobachten - also dann, wenn die sensorischen Effekte gärtechnischer Maßnahmen meist beurteilt werden (18). Während der Lagerung gleichen sich die Varianten zunehmend an, bis nach Ablauf von ein bis zwei Jahren, bei unsachgemäßer Weinbehandlung auch wesentlich schneller, die Unterschiede ihre Signifikanz verlieren. Das Aroma, welches nach dieser Phase des jungen Weins noch wahrnehmbar ist, kommt überwiegend durch primäre Aromakomponenten aus der Traube zustande. Sie sind ungleich stabiler. Handelt es sich um unreifes Lesegut, bleiben grüne Aromen oder überhaupt kein Aroma übrig. Auf diesem Weg können Gäraromen im Jungwein eine Qualität vortäuschen, die mittelfristig nicht erhalten bleibt (18).

Phenolische Reife

Über die aromatische Reife hinaus tritt bei roten Trauben die phenolische Reife als weiterer Parameter in den Vordergrund. Phenole sind die Grundkörper aller Tannine und Farbstoffe des Rotweins. Die Traube muss davon ein quantitativ und qualitativ zufriedenstellendes Potenzial bereithalten, damit statt Rotweinen nicht rote Weine entstehen. Auch hier gibt es messtechnische Ansätze zur Ermittlung des aus der Traube extrahierbaren phenolischen Potenzials (4, 5, 10, 12, 16). Ihre mangelnde Normierung und Vergleichbarkeit steht einem breiten Einsatz in der Praxis zur Zeit noch entgegen.

Trauben mit phenolischer Unreife liefern erhöhte Mengen stark adstringierender Tannine aus den Kernen, während mit steigendem Reifegrad

die Extraktion weniger aggressiver Tannin aus den Beerenschalen zunimmt (11, 15). Kleine Tanninmoleküle geringen Polymerisationsgrades, wie sie aus unreifen Trauben oder zu kurzer Maischestandzeit erhalten werden, schmecken nervös und sauer selbst bei geringer Gesamtsäure und hohem pH-Wert. Unterschiede in der phenolischen Reife erklären, warum das Tannin aus physiologisch unreifen Trauben bis zu 1,5 g/L Säure vortäuschen kann, während einem reifen Tannin eine leicht süßliche Geschmackskomponente innewohnt.

Tannine lagern sich mit Kolloiden nicht phenolischer Natur, insbesondere Polysacchariden und Proteinen, zusammen. In Abhängigkeit von der Art und Konzentration der vorliegenden Proteine und Polysaccharide können die gleichen Tanninmoleküle als "gute" oder "schlechte" Tannine sensorisch wahrgenommen werden. Durch Anlagerung saurer Polysaccharide wird ihre Adstringenz erhöht. Neutrale Polysaccharide wie Mannoproteine setzen ihre Adstringenz herab (9).

Ein Teil des durch Kolloide komplexierten Tannins wird bereits aus den Beerenschalen der Trauben extrahiert. Solche mit Proteinen oder Polysacchariden assoziierten Tannine schmecken um so weicher, je weiter die phenolische Reife der Trauben fortgeschritten ist. Sie verleihen dem Rotwein Körper und Fülle. Im Gegensatz dazu weisen die Tannine aus den Kernen einen geringeren Polymerisationsgrad ohne kolloidale Komplexbildung auf. Sie präsentieren sich als sehr adstringierend. Durch keller-technische Maßnahmen im Rahmen des Tanninmanagements können unreife Tannine nur zum Teil verbessert werden.

Sensorische Bewertung der physiologischen Reife

Das Mostgewicht hat seine Bedeutung weitgehend eingebüßt, während der analytischen Ermittlung von phenolischer und aromatischer Reife in der Praxis enge Grenzen gesetzt sind. Deshalb kommt der sensorischen Bewertung der physiologischen Reife des Leseguts (16) eine zunehmende Bedeutung zu. Eine solche sensorische Beurteilung umfasst:

- Die optische Bonitierung der Trauben. Leicht transparente, gelblich verfärbte Beerenschalen weißer Trauben signalisieren Reife; grüne Schalen geben eine defizitäre Reife zu erkennen. Bei Vollreife lassen sich die Trauben leicht von den Stielen abtrennen. Ein braunes und

verholztes Stielgerüst bei roten Trauben weist auf eine gute phenolische Reife hin.

- Zerdrücken von Beeren. Reife Beeren verbleiben nach leichtem Fingerdruck eingedrückt, während sich unreife Beeren in ihre Ausgangsform zurückstellen. Lassen sich nach vollständigem Zerdrücken der Beeren braune, gut verholzte Kerne leicht vom Fruchtfleisch abtrennen, handelt es sich um reifes Lesegut. Haften die Kerne hingegen am Fruchtfleisch fest und ist dieses noch markig bis viskos, sind die Trauben unreif.
- Riechen an den Beeren und ihre Zerkauen. Aromatisch reife Trauben können geruchlich deutlich von unreifen unterschieden werden. Vegetative Aromen geben sich leicht zu erkennen.

Mostkonzentration ersetzt keine Reife

Das Aufkommen der Mostkonzentration nährte vereinzelt Hoffnungen, mittels dieser Technik unreife und dünne Weine zu reifen und vollmundigen Erzeugnissen aufkonzentrieren zu können. Diese Hoffnungen haben sich nicht erfüllt. Von Reife und Ertrag benachteiligte Weine weisen nicht nur einen Mangel an sensorisch positiven Inhaltsstoffen auf, sondern auch einen Überschuss an Komponenten der Unreife. Durch die Konzentration werden alle Inhaltsstoffe in dem Maße aufkonzentriert, wie sie von den Trauben her vorgegeben sind. Somit können reife Moste weiter verbessert werden, während in unreifen Mosten die Unreife konzentriert wird.

Diese ganz eindeutigen Resultate belegen, dass Qualitätsdefizite der Rohware nicht durch keller-technische Maßnahmen kompensiert werden können. Qualität kann grundsätzlich nur im Weinberg erzeugt werden. Im Keller wird sie bestenfalls erhalten. Was der Wein nicht hat, kann ihm nicht durch Schönung oder Filtration vermittelt werden. In manchen Kreisen herrscht noch immer der Irrglaube vor, Qualitätsdefizite der Trauben durch eine überzogene Kellertechnik oder das Einrühren unterschiedlichster Behandlungs- und Zusatzstoffe kompensieren zu können. Solche Versuche sind überflüssig und sogar kontroproduktiv, wenn die Weine dabei zugrunde behandelt und leereschönt werden. Weine aus unreifen Trauben benötigen keine Önologie und halten auch keinen Spielraum dafür bereit. Bestenfalls ist eine Schadensbegrenzung möglich.

Literatur

- Allen M.S., Lacey M.J. (1993): Methoxy-pyrazine grape flavour: influence of climate, cultivar and viticulture. *Vitic. Enol. Sci.*, 48, 211-213.
- Bayonove C. et al. (1992): Augmentation des arômes dans le vin et utilisation d'enzymes. *Revue des Œnologues*, No. 64, 15-18.
- Bogart K., Bisson L. (2006): Persistence of vegetal characters in winegrapes and wine. www.practicalwinery.com/marapr06p13.htm
- Cayla L., Cottureau P., Renard R. (2002): Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la méthode I.T.V. standard. *Revue Fr. d'Œnologie*, No. 193, 10-16.
- Celotti E., Ferrarini R., della Vedova T., Martinaud S. (2007): The use of reflectance for monitoring phenolic maturity curves in red grapes. *Intal. J. Food Sciences*, 19, 101-110.
- Delfini C., Cocito C., Bonino M. (1993): Mécanismes biochimiques et moléculaires chez *Saccharomyces cerevisiae* impliqués dans la formation de quelques composés volatils dans les vins. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 33, 3, 195-211.
- Dimitriadis E., Williams P. (1984): The development and use of a rapid analytical technique for estimation of free and potentially volatile monoterpene flavorants in of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 35, 2, 66-71.
- Garofolo A., Piracci A. (1994): Évolution des esters des acides gras pendant la conservation des vins. Constantes d'équilibre et énergies d'activation. *Bull. de l'OIV*, 67, 225-245.
- Glories Y., Saucier C. (2000): Tannin evolution from grape to wine. Effects on wine taste. In: Proceedings ASEV 50th Anniversary Annual Meeting, Seattle 2000.
- Gunata Z. et al. (1987): Détermination de la qualité de la vendange par sa richesse en composés phénoliques. *Revue Fr. d'Œnologie*, No. 107, 7-13.
- Harbertson J.F., Kennedy J.A., Adam D.O. (2002): Tannin in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot noir berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53, 54-59.
- Jensen J. et al. (2007): Rapid extraction of polyphenols from grape seeds. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58, 451-461.
- Kotseridis Y. et al. (1999): Effects of selected viticultural and enological factors on levels of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 33, 1, 19-23.
- Rapp, A., Versini G. (1991): Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wines. Proceedings Int. Symposium on Nitrogen in Grapes and Wines (ASEV, ed.), Seattle 1991, 156-163.
- Ribéreau-Gayon P., Millé J.-C. (1970): Recherches technologiques sur les composés phénoliques du vin rouge. I. Influence des différentes parties de la grappe. *Conn. Vigne Vin*, 4, 63-64.
- Rousseau Y., Delteil D. (2000): Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des raisins. Principe, méthode et grille d'interprétation. *Revue Fr. d'Œnologie*, No. 183, 10-13.
- Sala C. et al. (2006): Factors affecting the presence of 3-alkyl-2-methoxy-pyrazines in grapes and wines. A review. www.tesisenxarxa.net/TESIS_URV/AVAILABLE/TDX-0626106-110827//15-PaperC2.pdf
- Schneider V. (2004): Aromaprofile durch Hefen. *Das Deutsche Weinmagazin*, No. 16/17, 28-22.
- Schneider, V. (2005): Qualität durch Minimalbehandlung bei hochwertigen Weißweinen. *Der Winzer*, No 10, 6-11.
- Williams P.J. et al. (1995): Quantification of glycosides in grapes, juices, and wines through a determination of glycosyl glucose. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 121-128.
- Williams P.J. (1996): Grape quality and varietal flavour. In: Proceedings 9th Australian wine industry technical conference (C.S. Stockley, eds.), 90-92, Winetitles, Adelaide, S.A.