

Einfluss der Makrooxidation von Rotweinmaische auf das Gärverhalten und die Weinqualität bei der Sorte 'Rondo'

KARL SCHIERER^{1,2}, MONIKA CHRISTMANN¹, SILVIA WENDELIN² und REINHARD EDER²

¹ Fachhochschule Wiesbaden, Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie
D-65366 Geisenheim, Von-Lade-Straße 1

² Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

Der Einfluss der Makrooxidation von in Gärung befindlicher Rotweinmaische auf die Bildung polymerer Pigmente, die Farbstabilisierung und die sensorische Qualität wurde bei der Sorte 'Rondo' bestimmt. Nach der Gärung wurde in dem makrooxidierten Jungwein eine höhere Farbintensität gemessen als in dem unbehandelten. Nach dem biologischen Säureabbau kam es zu einer Umkehr der Ergebnisse, der unbehandelte (nicht oxygenierte) Wein ohne Säureabbau war nun die farbintensivste Variante. Da aber der Gehalt monomerer Anthocyane in dieser Variante am geringsten war, ist die hohe Farbintensität auf den höheren Säuregehalt zurückzuführen. Die geringste Farbintensität wurde in dem unbehandelten Wein mit Säureabbau gemessen, der aber den höchsten Gehalt an monomeren Anthocyanen aufwies. In den makrooxidierten Varianten waren die Farbintensitätswerte und Anthocyanengehalte durchschnittlich hoch, sodass anhand dieser Ergebnisse kein ausgeprägter Einfluss der Makrooxidation auf Farbstoffgehalte und Farbwerte erkennbar war. Auf Grund der generell hohen Farbintensität der Rebsorte 'Rondo' spielten die Farbunterschiede bei der sensorischen Beurteilung keine Rolle. Beim Dreieckstest konnte der unbehandelte Wein signifikant von den anderen unterschieden werden, bei der Rangordnungsprüfung wurde diese Variante eindeutig als schlechteste, weil sauerste, beurteilt. Die beste Rangordnungszahl erhielt der makrooxidierte Wein mit Säureabbau, die makrooxidierte Variante ohne Säureabbau unterschied sich nur gering von der unbehandelten Variante mit Säureabbau. Die Ergebnisse zeigen somit, dass die mit dem biologischen Säureabbau zusammenhängenden Säureunterschiede von größerer Bedeutung für die Farbwerte und die Weinqualität sind als die Makrooxidation während der Maischegärung.

Schlagwörter: Rotwein, Maischegärung, Makrooxidation, Säuregehalt, Farbwert

Influence of macrooxidation of the mash from grapes of the red wine cultivar 'Rondo' on fermentation and wine quality. The influence of macrooxidation on formation of polymeric pigments, colour stability and sensory quality was investigated with fermenting mash from grapes of the red wine cultivar 'Rondo'. After fermentation a higher colour intensity was measured in the macrooxidized young wine than in the untreated variants. After malolactic fermentation the results were the other way round, the untreated wine without malolactic fermentation was the variant with the highest colour intensity, which, however, was caused by a higher acidity, because the content of monomeric anthocyanins was the lowest in this variant. The lowest colour intensity was measured with the untreated wine with malolactic fermentation, which had the highest content of monomeric anthocyanins. The macrooxidized variants showed average colour intensity and anthocyanin contents, thus no distinct influence of macrooxidation on pigment contents and colour values could be determined. Due to a generally high colour intensity of the 'Rondo' cultivar the colour differences were not critical with the sensory evaluation. By means of the triangular test the untreated wine could be differentiated significantly from the other variants, in the ranking evaluation this variant was rated clearly the worst, because it was the most acid. The macrooxidized variant with malolactic fermentation was rated the best, the macrooxidized variant without malolactic fermentation differed only slightly from the untreated variant with malolactic fermentation. Thus the results show, that acidity differences related to malolactic fer-

mentation are more important for colour values and wine quality than macrooxidation during mash fermentation.

Keywords: red wine, mash fermentation, macrooxidation, acidity, colour values

L'influence de la macro-oxydation de la vendange de vin rouge sur le comportement pendant la macération et la qualité du vin du cépage 'Rondo'. L'influence de la macro-oxydation de la vendange de vin rouge pendant la macération sur la formation de pigments polymères, la stabilisation de la couleur et la qualité sensorielle a été déterminée pour le cépage 'Rondo'. Après la fermentation, on a mesuré dans le vin jeune macro-oxydé une plus grande intensité de la couleur par rapport à celle du vin non traité. Après la désacidification biologique, les résultats se sont inversés et le vin non traité (non oxygéné) sans désacidification présentait la couleur la plus intense. Comme la teneur en anthocyanes monomères de cette variante était la plus basse, l'intensité élevée de la couleur est due à la teneur plus élevée en acide. L'intensité de la couleur la plus faible a été mesurée dans le vin non traité avec désacidification, qui présentait toutefois la teneur la plus élevée en anthocyanes monomères. Les variantes macro-oxydées présentaient des valeurs moyennes pour ce qui est de l'intensité des couleurs et des teneurs en anthocyanes, de sorte qu'aucune influence prononcée de la macro-oxydation sur les teneurs en matières colorantes et les valeurs chromatiques n'a pu être constatée sur la base de ces résultats. En raison de l'intensité de la couleur généralement élevée du cépage 'Rondo', les différences des couleurs n'ont plus joué aucun rôle dans l'évaluation sensorielle. Dans l'essai triangulaire, on a pu clairement distinguer le vin non traité des autres, et dans le classement hiérarchique, cette variante a été évaluée comme étant manifestement la pire, car la plus acide. Le vin macro-oxydé avec désacidification a été jugé le meilleur, la variante macro-oxydée sans désacidification ne se distinguait que très peu de la variante non traitée avec désacidification. Les résultats montrent donc que les différences d'acidité liées à la désacidification biologique sont d'une plus grande importance pour les valeurs chromatiques et la qualité du vin que la macro-oxydation pendant la macération.

Mots clés: vin rouge, macération, macro-oxydation, teneur en acide, valeur chromatique

Ziel in der heutigen Rotweinbereitung ist es, Weine mit tiefdunkler Farbe und komplexem, abgerundetem Geschmack zu erzeugen, um den hohen Ansprüchen der Verbraucher gerecht zu werden (FISCHER, 1997). Dazu bedarf es einer gewissen Phase der Reifung im Holzfass. Bei dieser Art der Lagerung kommen geringe Mengen Sauerstoff ins Produkt und somit können die entsprechenden Kondensationsreaktionen ablaufen, die zur Stabilisierung der Farbe und zur geschmacklichen Harmonisierung wesentlich beitragen (SOMERS and WESCOMBE, 1987). In der modernen Kellerwirtschaft wird jedoch das Holzfass immer mehr von Edelstahlbehältern verdrängt, und so kann es passieren, dass die Weine nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden, dies wird somit Aufgabe des Winzers (SCHNEIDER, 2001). Hier gibt es jedoch kein Pauschalrezept, denn jeder Wein muss individuell mit der für ihn nötigen Sauerstoffmenge versorgt werden. In der Praxis haben sich relativ einfache Methoden des Sauerstoffeintrags etabliert, beispielsweise durch häufiges Umziehen der Weine oder Befüllung der Behälter von oben (FISCHER, 2001). Auch während der Maischegärung besteht die relativ einfache Möglichkeit, durch Abziehen einer bestimmten Teilmenge Most in einen offenen Behälter und anschließende Überspülung des Maischekuchens mit dieser Teilmenge schon zu einem sehr frühen Zeit-

punkt Sauerstoff in das Produkt zu bringen. In diesen Fällen wird mit Luft (ca. 20 % Sauerstoff und 80 % Stickstoff) gearbeitet (BERNATH und HOECHLI, 2002). Die vorher angeführten Methoden erfordern sehr viel Feingefühl, da man nie genau weiß, wieviel Sauerstoff bei einem dieser Vorgänge ins Produkt gelangt (FISCHER, 1998). Deshalb werden seit einigen Jahren Sauerstoffdosieranlagen am Markt angeboten, mit denen eine exakte Zudosierung von Sauerstoff zu Most und Wein möglich ist. Zum einen lässt sich die exakte Sauerstoffmenge an diesen Dosiergeräten einstellen (0,5 bis 6 mg/l), zum anderen ist es möglich, den Zeitraum genau festzulegen, in dem die am Gerät eingestellte Menge Sauerstoff zudosiert werden soll (mg O₂/l pro Monat oder mg O₂/l pro Tag).

Um zu überprüfen, wie sich der Einsatz von Sauerstoff während der Gärung und im Weinausbau auswirkt, wurden im Herbst 2001 und im Jahr 2002 diesbezüglich Versuche durchgeführt.

Material und Methoden

Für die Versuche wurde Maische der neugezüchteten Rebsorte 'Rondo', eine Kreuzung aus 'Zarya Severa' (Abkömmling von *Vitis amurensis*) und 'St. Laurent'

verwendet. Ihr Anthocyanprofil weist dementsprechend neben einem geringen Teil der Anthocyanidin-3-Glucoside in erster Linie Anthocyanidin-3,5-Diglucoside auf, die chemisch stabiler sind als die Monoglucoside (WENZEL, 1986).

Versuchsaufbau

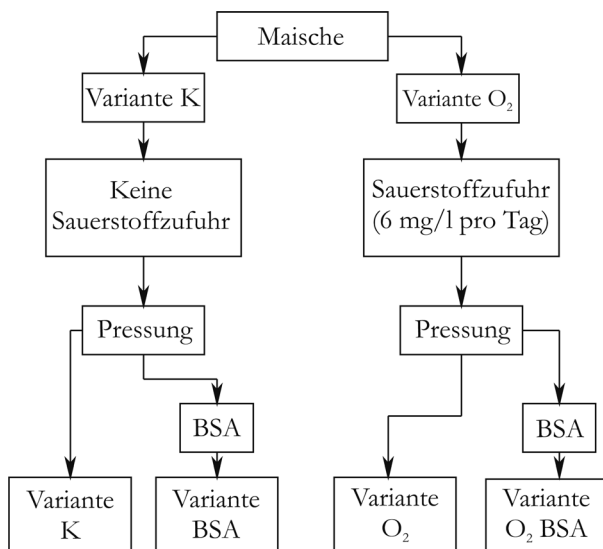


Abb. 1: Fließdiagramm Makrooxidation

Trauben der Sorte 'Rondo' (ca. 400 kg) wurden entrappt und die Maische in die Gärbehälter eingelagert (Abb. 1). Anschließend wurde die Maische angereichert (von 86 auf ca. 96 °Oe) und mit 20 g/hl Reinzuchthefer (Oenoferm Klosterneuburg, Erbslöh-Geisenheim) beimpft. Die Gärbehälter waren mit pneumatischen Tauchpaddeln (Fa. KTM-Troxler, D-77955 Ettenheim) ausgestattet, die mit einer Zeitschaltuhr verbunden waren. Getaucht wurde viermal pro Tag, wobei dieses Intervall über die gesamte Gärdauer beibehalten wurde. Es wurden zwei Versuchsvarianten angestellt, eine Variante blieb unbehandelt (Rondo K = Kontrolle), die andere wurde ab dem Zeitpunkt der Einlagerung der Maische in die Gärbehälter bis zur Pressung mit 6 mg O₂/l pro Tag behandelt (Rondo O₂ = Makrooxidation). Es wurde ein Sauerstoffdosiergerät Typ S.A.En.4010 (Parsec Enologia, Florenz) verwendet, bei dem zwischen Sauerstoffflasche und Dosiergerät ein Druckminderer angebracht ist, mit dem der geräteseitige Eingangsdruck auf 5,5 bar reduziert wurde. Nach den entsprechenden Einstellungen erfolgte die kontinuierliche Zudosierung von Sauerstoff in das Produkt.

Nach dem Abpressen wurden die beiden Varianten weiter aufgeteilt, in je einer der Ausgangsvarianten wurde ein biologischer Säureabbau mit Bakterien der Gattung *Oenococcus oeni* (Biostart oenos SK1, Erbslöh-Geisenheim) initiiert (Rondo K BSA bzw. Rondo O₂ BSA). Nachdem der BSA abgeschlossen war, wurden diese Varianten mit 80 mg/l SO₂ behandelt.

Die anderen zwei Varianten wurden ohne BSA ausgebaut und sofort nach dem Abpressen mit 80 mg/l SO₂ behandelt. (Rondo K und Rondo O₂).

Maischeanalysen

Nach der Bestimmung des pH-Wertes mittels einer pH-Elektrode wurde die Probe mit n/3 Kalilauge auf einen End-pH-Wert von 7,0 titriert. Der Verbrauch an Kalilauge in Milliliter entsprach gleichzeitig dem Gehalt an titrierbaren Säuren (b.a. WS) in Gramm pro Liter (EDER und BRANDES, 2003).

Weinanalysen

Der Gehalt an titrierbaren Säuren, reduzierenden Zuckern, Äpfelsäure, Weinsäure, Milchsäure und der pH-Wert wurden mit dem FT-IR-Gerät (Winescan, Fa. Foss, Hamburg) bestimmt (EDER und BRANDES, 2003). Die Bestimmung der Farbintensität und Farbnuance erfolgte spektralphotometrisch durch Messung bei den Wellenlängen 420 nm, 520 nm und 620 nm mit einer 1 mm-Küvette. Für die Berechnung wurden die in der EU-Verordnung für gemeinsame Analysenmethoden (EU, 1990) definierten Formeln verwendet. Mit einem Tristimulus-Spektralphotometer (Cintra 10e, GBC, Dandenong, Victoria, Australien) wurden die Farbvalenzwerte L*, a* und b* im Hunter-Farbraum ermittelt, wobei die klaren Proben in 10 mm-Küvetten gefüllt wurden (EDER, 2004). Die Bestimmung des Gehaltes monomerer Anthocyane erfolgte mittels RP-HPLC entsprechend der bereits früher publizierten Methode (EDER et al., 1990).

Sensorische Analysen

Zunächst wurde mittels mehrerer Dreieckstests untersucht, ob Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten bestehen, danach wurde mittels eines Rangordnungstests nach PAUL die Reihung der Weine ermittelt. Die Verkostungen fanden unter standardisierten Bedingungen mit einem Prüferpanel von 22 Personen in Geisenheim statt (KOCH, 1986).

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1:

Farbintensität, Farbnuance, titrierbare Säuren (g/l) und pH-Wert in Maische, Jungwein und nach dem BSA

Analysen-Stadium	Variante	Farbintensität	Farbnuance	Titrierb. Säuren	pH-Wert
Maische	Rondo K	3,32	0,75	8,7	3,35
	Rondo O ₂	4,41	0,79	8,9	3,23
Jungwein	Rondo K	22,25	0,20	8,6	3,34
	Rondo O ₂	24,20	0,19	8,2	3,40
Nach dem BSA	Rondo K	12,25	0,66	7,3	3,27
	Rondo K BSA	10,37	0,66	5,6	3,40
	Rondo O ₂	11,78	0,69	6,0	3,41
	Rondo O ₂ BSA	11,99	0,70	5,4	3,47

Bewertung der eingelagerten Maische

Während der Maischegärung vor dem Abpressen war die Farbintensität (Tab. 1) der Variante Rondo K etwas geringer als jene der Variante Rondo O₂, während die Farbnuance in beiden Varianten sehr ähnliche Werte zeigte. Die Variante Rondo K wies einen geringeren Gehalt an titrierbaren Säuren und einen entsprechend höheren pH-Wert als die Variante Rondo O₂ auf. Die höhere Farbintensität der Variante Rondo O₂ könnte durch den tieferen pH-Wert gegeben sein, weil hier nach WENZEL (1986) und FISCHER (1997) ein größerer Teil der Anthocyane in der gefärbten Form vorliegt.

Vergleich der ausgebauten Weine

Bei der weiteren Betrachtung der Ergebnisse muss vorab bemerkt werden, dass bei der Variante Rondo O₂ im Zuge der Maischegärung ein unerwünschter spontaner biologischer Säureabbau stattfand. Dies ist deutlich anhand der Säure- und pH-Werte (Tab. 1) ersichtlich. Dieser Umstand muss beim Vergleich der ausgebauten Weine unbedingt berücksichtigt werden. Auch die Vergleichbarkeit der Variante Rondo O₂ BSA und Rondo K BSA ist insofern problematisch, da der Säureabbau bei der einen Variante teilweise spontan, und bei der anderen mit Starterkultur erfolgt ist.

Nach dem biologischen Säureabbau wies die Kontrollvariante (Rondo K) erwartungsgemäß den höchsten Säuregehalt und den tiefsten pH-Wert auf (Tab. 1), bei der makrooxidierten Variante Rondo O₂ war infolge des unerwünschten Säureabbaus der Säuregehalt gegenüber der Kontrollvariante um 1,3 g/l vermindert. Die

Varianten mit BSA zeigten nur geringe Unterschiede im Säuregehalt, wobei der Wein Rondo O₂ BSA den geringsten Säurewert und den höchsten pH-Wert aufwies.

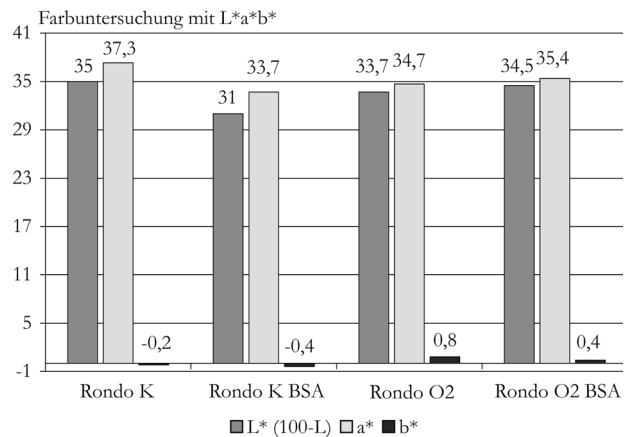


Abb. 2: Farbvalenzwerte L*, a*, b* nach Hunter bei den Weinen der Sorte 'Rondo'

Im allgemeinen Vergleich der Farbwerte zeigen sich keine gravierenden Unterschiede, die sich auf das visuelle Erscheinungsbild der Weine ausgewirkt haben könnten. Die Farbintensitäten (Tab. 1) liegen im Bereich über 10, dies entspricht Weinen mit einer sehr guten Färbung (EDER, 2004). Bei einem Vergleich der Farbintensitätswerte liegt der Kontrollwein (Rondo K) an erster Stelle, gefolgt von Rondo O₂ BSA und Rondo O₂. Die geringste Farbintensität weist die Variante Rondo K BSA auf, der, verglichen mit der Kontrollvariante ohne BSA, deutlich niedrigere Farbwert (Differenz: 1,88 FI-Werte) könnte auf die β -Glucosidase-Aktivität der Milchsäurebakterien zurückzuführen sein, welche eine teilweise Entfärbung der Anthocyane verursachen können (RAUHUT et al., 1995). Die geringeren Farbwerte in den makrooxidierten Weinen gegenüber den Kontrollweinen dürften Folge des höheren pH-Werts sein, wodurch weniger Anthocyane in der gefärbten Form vorliegen (WENZEL, 1986), was sich ebenfalls in den niedrigeren a*-Farbvalenzwerten nach Hunter bestätigt (Abb. 2). Der geringere Farbunterschied (Differenz: 0,21 FI-Werte) infolge des Säureabbaus bei den makrooxidierten Weinen kann als farbstabilisierender Effekt der Makrooxidation interpretiert werden.

Die makrooxidierten Weine zeigten tendenziell eine etwas stärkere Braunfärbung, höhere b*-Farbvalenzwerte nach Hunter und höhere Farbvalenzwerte als die unbe-

Tabelle 2:
Dreiecksprüfung der Sorte 'Rondo' (22 Prüfer); MA = Mindestzahl richtiger Antworten

Serie	Kostfolge	Irrtumswahrscheinlichkeit / MA				
		5% / 12*		1% / 13**		0,1 % / 15***
		MA	Kostfolge	MA	Kostfolge	MA
1	Rondo K	2	Rondo K	4	Rondo K BSA	16***
2	Rondo K	14**	Rondo O ₂	4	Rondo O ₂	4
3	Rondo O ₂ BSA	7	Rondo K	14**	Rondo O ₂ BSA	1
4	Rondo K BSA	9	Rondo K BSA	1	Rondo O ₂	12*
5	Rondo K BSA	9	Rondo O ₂ BSA	7	Rondo K BSA	6
6	Rondo O ₂ BSA	13**	Rondo O ₂	6	Rondo O ₂ BSA	3

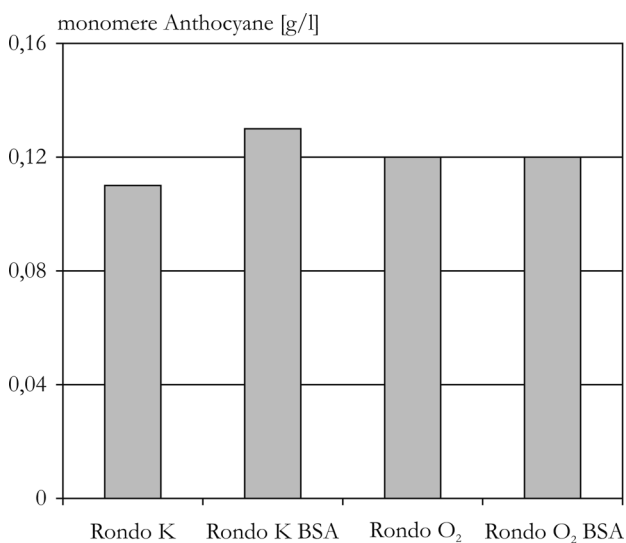


Abb.3: Gehalte monomerer Anthocyane (mg/l) in den Weinen nach dem Säureabbau

Tabelle 3:
Rangordnungsprüfung der Sorte 'Rondo' (22 Prüfer)

Kostfolge	A	B	C	D
Variante	Rondo K	Rondo K BSA	Rondo O ₂	Rondo O ₂ BSA
Rangziffern	4,2	2,9	2,7	2,2

handelten Weine. Die Variante Rondo O₂ BSA wies im Vergleich mit den anderen Varianten den höchsten Wert der Farbnuance sowie den stärksten Gelb-Ton auf. Demgegenüber hatten die unbehandelten Varianten Rondo K und Rondo K BSA einen leichten Blau-Ton (negativer b*-Wert) und etwas niedrigere Farbnuancewerte. Die stärkere Abnahme der Blautöne in den makrooxidierten Varianten gegenüber den unbehandelten kann mit einer beschleunigten Bildung langkettiger

Kondensationsprodukte aus Anthocyanen und Phenolen (Tanninen) erklärt werden (SOMERS and WESCOMBE, 1987). Diese Verbindungen können entweder durch direkte oder indirekte Kondensation mit Ethanalbrücken entstehen und weisen dementsprechend unterschiedliche Farbnuancen auf (BERNATH und HÖCHLI, 2002).

Die Gehalte der monomeren Anthocyane (Abb. 3) sind in allen Varianten fast gleich hoch und liegen im Bereich von 110 bis 130 g/l. Es ist auffällig, dass die Variante mit der höchsten Farbintensität den geringsten Anthocyanengehalt aufweist, womit sich wieder der dominierende Einfluss des pH-Wertes auf die Farbe zeigt (WENZEL, 1986).

Sensorische Beurteilung

Zunächst wurde mittels Dreieckstests geprüft, ob zwischen den verschiedenen Weinen signifikante Unterschiede erkennbar sind (Tab. 2). Mit einer einzigen Ausnahme (Rondo K BSA vs. Rondo O₂ BSA) konnten bei allen Vergleichen signifikante Unterschiede festgestellt werden, d.h., die Koster konnten die Varianten Rondo K bzw. Rondo O₂ eindeutig von allen anderen Varianten unterscheiden. Lediglich bei den Varianten mit Säureabbau war nicht mehr eindeutig erkennbar, ob eine Makrooxidation stattgefunden hatte oder nicht. Auch dies ist wiederum ein klarer Beweis für die Wichtigkeit der Säureharmonisierung.

Bei der Rangordnungsprüfung (Tab. 3) erwies sich die Variante Rondo K im Vergleich zu den anderen Varianten eindeutig als die schlechteste. Es ist anzunehmen, dass dieses Ergebnis auf den höheren Säuregehalt der Variante Rondo K (Tab. 1) zurückzuführen ist.

Bezugnehmend auf die Gesamtheit der Ergebnisse ist festzustellen, dass zwar farbstabilisierende und farbverändernde Effekte der Maischeoxigenierung erkennbar sind, aber den größten Effekt auf die Rotweinfarbe weist der pH-Wert, und den größten Effekt auf die sensorische Qualität weist der biologische Säureabbau auf.

Literatur

- BERNATH, K. und HÖCHLI, U. 2002. Bedeutung der Mikrooxidation, Teil 1. Dt. Weinbau (18): 14-18
EDER, R., WENDELIN, S. und BARNA, J. 1990: Auftrennung der monomeren Rotweanthocyane mittels Hochdruckflüs-

- sigkeitschromatographie (HPLC) : Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. Mitt. Klosterneuburg 40: 68-75
- EDER, R. und BRANDES, W. (2003): Weinanalyse im eigenen Betrieb : Grundparameter. - Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2003
- EDER, R. (2004): Weinanalyse im eigenen Betrieb : Qualitätsparemeter. -Leopoldsdorf: Agrarverlag, 2004
- EU (1990): Verordnung (EWG) Nr. 2676/90 der Kommission vom 17. September 1990 zur Festlegung gemeinsamer Analysenmethoden für den Weinsektor. Amtsblatt d. Europ. Gemeinschaft L 272, 33: 169
- FISCHER, U. 1997: Neue Trends bei der Maischegärung von Rotweinen, Teil I: Farbe bekennen. Dt. Weinmagazin (13): 24-29
- FISCHER, U. 1998: Anthocyane aktuell beleuchtet : Von Ziegelrot bis Purpur. Dt. Weinmagazin (19): 18-20
- FISCHER, U. 2001: Farbstabilisierende Maßnahmen im Rotwein. Dt. Weinmagazin (15): 15-21
- KOCH, J. (1986): Getränkebeurteilung. - Stuttgart: Ulmer, 1986 (Handbuch der Lebensmitteltechnologie)
- RAUHUT, D., BAUER, O., KRIEGER, S. und DITTRICH, H. 1995: Einfluss des biologischen Säureabbaues auf Farbtintensität und Gehalt an freien und kondensierten Anthocyanen. Mitt. Klosterneuburg 45: 82-89
- SCHNEIDER, V. 2001: Mikrooxidation junger Rotweine, Teil 2: Der Einfluss oenologischer Parameter. Dt. Weinmagazin (4): 19-25
- SOMERS, T.C. and Wescombe, L.G. 1987: Evolution of red wines, II.: An assessment of the role of acetaldehyde. Vitis 26: 27-36
- WENZEL, K. 1986. Rotweinfarbstoffe - eine Übersicht. WeinWiss. 41: 51-63
- Manuskript eingelangt am 5. September 2004