

UNTERSUCHUNGEN ZUM EINFLUSS DES EINSATZES PHENOLISCHER EXTRAKTE AUF SENSORISCHE EIGENSCHAFTEN UND PHENOLISCHE WEINKOMPONENTEN IN FÜLLFERTIGEN WEINEN

HERMANN MORAST, CHRISTOPH SCHÜSSLER UND RAINER JUNG

Hochschule Geisenheim University, Institut für Oenologie
D-65366 Geisenheim, Von-Lade-Straße 1
E-Mail: H.Morast@ohlinger.de

Phenolische Extrakte in Form von oenologischen Tanninen werden weltweit in Weiß- und Rotweinen eingesetzt. Unter anderem werden die Produkte zur Erhöhung des Mundgefühls und im Falle von Rotweinen zur Farbstabilisierung angewendet. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Müller-Thurgau-Weißwein und ein Spätburgunder (Pinot Noir)-Rotwein mit steigenden Gehalten eines aus Trauben extrahierten Handelsproduktes, eines Chardonnay-Trester-Extraktes und mit zwei Dunkelfelder-Trester-Extrakten versetzt. Die sensorischen und analytischen Untersuchungen erfolgten unmittelbar nach der Zugabe. Es konnte gezeigt werden, dass ein Zusatz der Weinbehandlungsmittel vor der Verkostung einen Einfluss auf das sensorische Profil eines Weines hat und dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Dosage-Menge und den Effekten besteht. Darüber hinaus korrelierten die analytischen und sensorischen Ergebnisse. Entsprechend kann anhand einfacher Analysemethoden das zu erwartende sensorische Profil eines mit Extrakten behandelten Weines eingeschätzt werden.

Schlagwörter: Wein, oenologisches Tannin, Sensorik, Gesamtphenole

The influence of the application of phenolic extracts on sensory properties and phenolic wine components in ready-to-bottle wines. Phenolic extracts in the form of enological tannins are used worldwide in white and red wines. Among other things, the products are used to increase the mouthfeel and in the case of red wines for color stabilization. In the present work, increasing contents of a commercial product extracted from grapes, a Chardonnay-pomace extract and two Dunkelfelder-pomace extracts were added to a Müller-Thurgau white wine and a Pinot Noir red wine. Sensory and analytical tests were carried out immediately after the addition. It could be shown that adding the wine treatment agents before the tasting has an influence on the sensory profile of a wine and that there is a linear relation between the dosage quantity and the effects. Furthermore, there was a correlation between analytical and sensory results. Therefore the expected sensory profile of a wine treated with extracts can be estimated by means of simple analytical methods.

Keywords: wine, enological tannin, sensory properties, total phenols

Oenologische Tannine sind aus tanninreichen Rohstoffen extrahierte Weinbehandlungsmittel, deren Einsatz als Prozess-Hilfsstoff im Codex Alimentarius erstmals 1990 definiert wurde. Die Internationale Organisation für Rebe und Wein (OIV) beschreibt die Rohstoffe und Einsatzgebiete näher: Oenologische Tannine werden aus Galläpfeln oder anderen tanninhaltigen Rohstoffen, wie beispielsweise Eiche, Kastanie oder Traubenkernen, extrahiert. Entsprechend kann die natürliche Zusammensetzung der Produkte variieren. Die Deklarationsvorschriften der OIV sehen vor, dass neben dem eingesetzten Extraktionsmittel der botanische Ursprung und der Gesamtphenolgehalt, der mindestens 65 % der Trockenmasse ausmacht, zu deklarieren sind. Gemäß den Beschreibungen dürfen oenologische Tannine in Wein oder Most eingesetzt werden, um die Klärung von Proteinen zu unterstützen oder Eisentrübungen vorzubeugen. Die Gehalte an Metallen (unter anderem Eisen und Arsen) in den Produkten sind ebenso wie der höchst zulässige Aschegehalt definiert (OIV, 2015). Auf europäischer Ebene regelt die EG-Verordnung 696/2009 mit den Durchführungsbestimmungen zur EG-Verordnung 479/2008 die Anwendung von oenologischen Behandlungsmitteln. Demzufolge dürfen Tannine ohne jegliche Bedingungen und ohne Grenzwert bei teilweise gegorenem, in unverarbeiteter Form zum unmittelbaren menschlichen Verbrauch bestimmtem Traubenmost und bei den in Anhang IV Nummern 1 (Wein), 3, 4 (Schaumwein), 5, 6, 7, 8, 9, 15 und 16 der Verordnung (EG) Nr. 479/2008 definierten Erzeugnissen zugesetzt werden (VO EG 606/2009).

Oenologische Tannine bestehen in großen Teilen aus den phenolischen Bestandteilen der extrahierten Rohstoffe. Während Extrakte aus Traubenkernen und Quebracho-Hölzern überwiegend kondensierte Tannine (Proanthocyanidine) enthalten, sind in Extrakten aus Eichenholz oder Galläpfeln hydrolysierbare Tannine zu finden (HAGERMAN, 2011). Wenngleich sich die Gruppen grundlegend unterscheiden, sind beide in der Lage, mit Proteinen zu reagieren. Dies ist Grundlage ihrer Funktion als Schönungsmittel, führt aber gleichzeitig auch zu einer adstringierenden Wirkung (MAKKAR, 1989). Gegenstand einer Untersuchung von OBREQUE-SLIER et al. (2009) war die chemische Zusammensetzung von zehn Tanninprodukten. Sie konnten nachweisen, dass die Produkte entweder aus

kondensierten bzw. hydrolysierbaren Tanninen oder aus einer Mischung bestanden und Rückschlüsse auf die botanischen Ursprünge ziehen. Neben dem Rohstoff hat vor allem die Herstellungsmethode (Extraktionsmittel, Dauer der Extraktion) einen Einfluss auf die Eigenschaften der Produkte (VAZQUEZ et al., 2008).

Gemäß OIV dürfen die sensorischen Eigenschaften eines Weines durch die Zugabe nicht verändert und oenologische Tannine nicht als Farbstoff eingesetzt werden (OIV, 2015). In Abhängigkeit von der polyphenolischen Zusammensetzung sollen exogene Tannine oxidationshemmend im Most sowie während der Gärung und im Jungwein farbvertiefend und farbstabilisierend auf Anthocyane wirken. Auch werden Tanninprodukte zur geschmacklichen Harmonisierung ("Mundgefühl") und zur Schönung (Proteinfällung) eingesetzt (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). VERSARI et al. (2013) führen zusätzlich die Anwendung zur Laccase-Inaktivierung auf.

Der Einfluss von exogenen Tanninen auf die Farbe von Rotweinen war Gegenstand zahlreicher Studien. Während u. a. ALCALDE-EON et al. (2014), BAUTISTA-ORTIN et al. (2005) und PARKER et al. (2007) die Behandlungsmittel während oder vor der Gärung einsetzen, wurde ebenfalls der Einsatz im Jungweinstadium (KEUDLER, 2006; HARBERTSON et al., 2012) oder während der Fassreife (MANFROI et al., 2010) untersucht. VERSARI et al. (2013) fassen zusammen, dass Anwender von Tanninprodukten für sich entscheiden müssen, ob ihnen die möglichen, wenngleich häufig geringfügigen, signifikanten farblichen Veränderungen ausreichen, um den Einsatz exogener Tannine zu rechtfertigen.

Die Bedeutung von Phenolen für die Adstringenz von Weinen wurde in weinähnlichen Lösungen (VIDAL et al., 2004; THORNGATE und NOBLE, 1995; FONTOIN et al., 2008) und in Weinen (PREYS et al., 2006; FISCHER und NOBLE, 1994) untersucht. Die empfundene Adstringenz hängt von den einzelnen phenolischen Fraktionen, vor allem aber von der Matrix des Weines ab. Demnach ist der Einfluss exogener Tannine auf die Sensorik umso geringer, je höher der natürliche Phenolgehalt des Weines ist, wenngleich die Interaktion zwischen zugesetzten und bereits vorhandenen Phenolen, beispielsweise bei der Farbstabilisierung, ebenfalls berücksichtigt werden muss (RINALDI et al., 2010).

Bedingt durch die niedrigeren Gesamtphenolgehalte

werden beim Einsatz von oenologischen Tanninen in der Weißweinbereitung in der Regel geringere Mengen als in Rotweinen eingesetzt. Einsatzziel ist u. a. die Fällung von Proteinen (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Inverkehrbringer von Handelsprodukten führen den Einsatz in Most, Jungwein oder Wein zur "geschmacklichen Harmonisierung" auf. Neben dem Gesamtphenolgehalt sollte auch der Einfluss des Alkoholgehaltes und des pH-Wertes der Weine berücksichtigt werden. Die sensorischen Auswirkungen exogener Tannine treten verstärkt bei niedrigen Alkoholgehalten bzw. höheren pH Werten auf (GAWEL et al., 2013).

Diese Arbeit untersucht den Einfluss von exogenen Tanninen auf die Sensorik und Analytik trinkfertiger Weine. Hierzu wurden ein Müller-Thurgau-Weißwein und ein Spätburgunder-Rotwein unmittelbar vor der sensorischen und analytischen Untersuchung mit phenolischen Extrakten versetzt.

MATERIAL UND METHODEN

PHENOLISCHE EXTRAKTE

OENOLOGISCHES TANNIN: HANDELSPRODUKT

Das zugelassene oenologische Tannin Oenotannin Velvet® (Oenofrance, Bourdeaux, Frankreich) wurde nach Herstellerangaben mittels Ethanol und/oder Wasser aus Traubenkernen extrahiert und wird im Folgenden als "Oenotannin" bezeichnet.

DUNKELFELDER-TRESTER: PULSED ELECTRICAL FIELD PEF

Vergorener Dunkelfelder-Trester wurde nach einer Vorbehandlung im pulsierenden elektrischen Feld mittels einer Ethanol/Wasser-Lösung extrahiert, steril filtriert (0,3 µm) und gefriergetrocknet (BRIANCEAU et al., 2015). Das Pulver wurde bereitgestellt von der Universität Compiègne (F).

DUNKELFELDER-TRESTER: SUBCRITICAL WATER EXTRACT (SWEX)

Jeweils 13,00 g des vergorenen Dunkelfelder-Tresters wurden mit 6 ml/min Wasser bei einer Temperatur von 175 °C und einem Druck von 50 bar über eine Zeit von einer Stunde extrahiert, anschließend steril filtriert (0,3 µm) und gefriergetrocknet. Das Pulver wurde bereitgestellt von der Universität Bordeaux (F).

CHARDONNAY-TRESTER: SWEX

Analog zum Dunkelfelder SWEX-Extrakt wurde ein industriell hergestellter, unvergorener Chardonnay-Trester (Ganztraubenpressung, Bordeaux, 2013) extrahiert. Das Pulver wurde bereitgestellt von der Universität Bordeaux (F).

WEINE

Als Grundweine für die Versuche wurden ein Spätburgunder-Rotwein (2014, Rheingau, Maischeerhitzung) und ein Müller-Thurgau-Weißwein (2014, Rheingau) eingesetzt, deren Ausbau im Edelstahltank erfolgte. Die mittels FTIR ermittelten Ergebnisse der Weine sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: FTIR-Ergebnisse der Versuchsweine

	Alkohol (%vol.)	Extrakt (g/l)	Vergärbare Zucker (g/l)	pH	Gesamtsäure (g/l*)	Freies SO ₂	Gesamtes SO ₂
Spätburgunder	11,6	21,6	0,0	3,5	5,0	28	96
Müller-Thurgau	11,5	18,6	0,1	3,2	6,7	32	106

* titrierbare Säure, berechnet als Weinsäure

VERSUCHSAUFBAU

Der Spätburgunder-Rotwein wurde mit steigenden Konzentrationen (g/l: 0,0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0) von Dunkelfelder-SWEX, Dunkelfelder-PEF oder Oenotannin versetzt. Analog wurde der Müller-Thurgau-Wein mit steigenden Konzentrationen (g/l: 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 2,0) Chardonnay-Trester-Extrakt oder Oenotannin versetzt. In Vorversuchen wurde ermittelt, dass höhere Zusätze (CLIFF et al., 2012; CICHOVA et al., 2008) die Typizität der Weine zu sehr veränderten. Alle Proben wurden innerhalb von drei Stunden analytisch oder sensorisch untersucht.

ANALYSEMETHODEN

GESAMTPHENOLE

Die Gesamtphenole (GP) wurden nach der Folin-Ciocalteu-Methode (TANNER und BRUNNER, 1987) untersucht und werden als Catechin-Äquivalente angegeben. Der Gesamtphenolindex wurde als Extinktion bei 280 nm (VIVAS et al., 2003) bestimmt.

FARBE

Die Farbveränderung im Müller-Thurgau-Wein wurde als Extinktion bei 420 nm und im Spätburgunder-Wein als Extinktion bei 420 nm, 520 nm und 620 nm (Schichtdicke 1 cm) gegen destilliertes Wasser bestimmt. Für die Beurteilung der Rotweinfarbe wurden die Ergebnisse zu den Parametern Farbintensität (Summe) und Farbnuance (420/520 nm) verrechnet.

SENSORISCHE ANALYSE

Die sensorischen Analysen der Weine wurden unabhängig von zwei Prüfergruppen (Spätburgunder- bzw. Müller-Thurgau-Wein) anhand einer deskriptiven Profilprüfung untersucht. Die Prüfer trainierten mit den tatsächlich eingesetzten Produkten (BUSCH-STOCKFISCH, 2002).

Bei der Schulung der Prüfer einigten sich diese im Konsens auf jeweils ein Geschmacks- und ein Aromaattribut, deren Wahrnehmung über die Konzentrationsveränderungen variierte. Beide Panels wählten jeweils die At-

tribute "Adstringenz" und "Holzig". Bei der Bewertung der Adstringenz und des Holzaromas wurden schwarze DOC-Gläser verwendet, um eine Beeinflussung durch die Farbe auszuschließen. Die Bewertung wurde von jedem Prüfer separat in einer Kabine vorgenommen. Alle Proben wurden unter weißem Licht bewertet und hatten eine Temperatur von 16 °C (Spätburgunder-Wein) bzw. 12 °C (Müller-Thurgau-Wein). Die Quantifizierung der Ergebnisse erfolgte auf einer stufenlosen 9 Punkte-Linienskala. Die Prüfer erhielten vor den Prüfungen keine Informationen über die Behandlung der Weine. Während einer Verkostung wurden jeweils drei codierte Proben und eine Referenzprobe (Kontrolle) gereicht und diese nach randomisierter Reihenfolge verkostet. Die Prüfer hatten jederzeit die Möglichkeit, die Proben mit der Referenzprobe zu vergleichen (POSTE et al., 1991; WU et al., 1977).

In Vorversuchen wurde untersucht, ob nach stark adstringierend empfundenen Proben der Mundraum mit einer Pektinlösung (5 g/l) neutralisiert werden musste, um Carry-Over-Effekte zu minimieren (COLONNA et al., 2004). Die Prüfer empfanden diese Verfahrensweise als zu umständlich. Die Wiederholbarkeit der Ergebnisse wurde ebenfalls nicht signifikant verbessert, sodass die Prüfer zwischen den Proben ihren Mundraum mit Leitungswasser und "Matzenbrot" neutralisierten.

Zur Schulung der Farbe wurden den Prüfern 10 ml der Proben unter weißem Licht in Petrischalen (Durchmesser: 60 mm) gezeigt, um die Prüfer für die unterschiedlichen Farben zu sensibilisieren (CLIFF et al., 2012). Im Anschluss wurde über die gesammelten Eindrücke diskutiert. Es wurde festgehalten, dass die unterschiedlich starke Ausprägung der Braunfärbung (Müller-Thurgau-Wein) bzw. die Farbintensität (Spätburgunder-Wein) zu bewerten war. Die Bewertung erfolgte in randomisierter Reihenfolge in Petrischalen im Vergleich zur Kontrolle. Die Weine/Attribute wurden an verschiedenen Terminen unabhängig geschult und verkostet. Wiederholungen fanden am jeweils gleichen Tag nach einer mindestens 30-minütigen Pause statt.

STATISTISCHE AUSWERTUNG

Bei den chemischen Analysen wurden jeweils der Mittelwert und die Standardabweichung aus drei angesetzten Proben bestimmt. Die sensorischen Analysen wur-

den mittels Varianzanalyse und Tukey Test ($\alpha = 0,05$) ausgewertet. In der Darstellung der Ergebnisse stehen unterschiedliche Buchstaben hinter den Werten für signifikante Unterschiede. Mit *, ** bzw. *** gekennzeichnete Werte stehen für $p < 0,05$, $p < 0,01$ bzw. $p < 0,001$. Korrelationen zwischen den sensorischen und analytischen Ergebnissen wurden nach Pearson (zweiseitig) bestimmt. Alle Auswertungen erfolgten mit MS Excel und XL Stat (Version 2011.1.01).

ERGEBNISSE

MÜLLER-THURGAU-WEINE

BRÄUNUNG DER VARIANTEN

Die Bräunung der Weine ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Extinktion der behandelten Weine bei 420 nm nahm sowohl beim Oenotannin ($R^2 = 0,966$), als auch beim Tresterextrakt ($R^2 = 0,990$) mit steigender Dosage-Menge linear zu. Alle Proben eines Behandlungsmittels unterschieden sich signifikant. Bereits Dosage-Mengen von 0,1 g/l führten bei beiden Produkten zu einer veränderten Bräunung der Weine.

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichung der Bräunung der behandelten Weine (n = 3)

Dosage (g/l)	Oenotannin	Trester
0,0	0,059 ± <0,01	0,059 ± <0,01
0,1	0,082 ± <0,01	0,081 ± <0,01
0,5	0,191 ± <0,01	0,120 ± <0,01
1,0	0,327 ± <0,01	0,170 ± <0,01
2,0	0,668 ± <0,01	0,320 ± <0,01

GESAMTPHENOLGEHALTE

Die Gesamtphenolgehalte bei beiden Behandlungsmitteln unterschieden sich sowohl bei der Bestimmung nach Folin-Ciocalteu als auch beim Phenolindex signifikant (Tab. 3). Die Phenolgehalte stiegen mit zunehmender Dosage-Menge linear mit einem Bestimmtheitsmaß (R^2) bei Oenotannin von 0,999 (Folin-Ciocalteu) bzw. 0,997 (Phenolindex). Vergleichbare Ergebnisse erzielten die Messungen der mit Trester-Extrakt behandelten Weine ($R^2 = 0,986$ bzw. $R^2 = 0,988$).

Unabhängig von der Bestimmungsmethode lagen die Gesamtphenolgehalte der mit Trester behandelten Weine niedriger als die Werte der mit Oenotannin behandelten Weine. Einer Anreicherung von 1,51 g/l CAE bei einer Dosage-Menge von 2,0 g/l Tanninprodukt stand eine Erhöhung des Gesamtphenolgehaltes von 0,45 g/l CAE beim Tresterextrakt gegenüber.

SENSORIK DER BEHANDELTEN WEINE

In den Tab. 4 und Tab. 5 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse, aufgliedert in die Haupteffekte (Prüfer (p), Wiederholung (w), Variante (v)) und die Interaktionen) dargestellt. Bei der Verkostung der Adstringenz und des Holzaromas nahmen bei beiden Wiederholungen jeweils 12 Prüfer teil, bei der Bewertung der Bräunung waren jeweils 14 geschulte Prüfer anwesend. Trotz ausführlicher, den Tests vorgelagerter Schulung sind Prüfereffekte bei allen Attributen und Weinen zu erkennen. Vergleichbare Ergebnisse lieferten die Arbeiten von CLIFF et al. (2012) und VILLAMOR et al. (2009).

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtphenolgehalte der behandelten Weine (n = 3)

Dosage (g/l)	Gesamtphenole (g/l CAE)		Phenolindex (E ₂₈₀)	
	Oenotannin	Trester	Oenotannin	Trester
0,0	0,29 ± 0,03	0,29 ± 0,03	4,3 ± 0,02	4,3 ± 0,02
0,1	0,38 ± 0,02	0,31 ± 0,03	5,5 ± 0,26	5,1 ± 0,14
0,5	0,67 ± 0,01	0,35 ± <0,01	8,7 ± 0,12	6,7 ± 0,20
1,0	1,01 ± 0,01	0,52 ± 0,03	12,7 ± 0,19	7,8 ± 0,31
2,0	1,80 ± 0,05	0,74 ± 0,02	22,8 ± 0,12	12,4 ± 0,17

Tab. 4: F-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse der sensorischen Attribute Adstringenz und Aroma/Holz (FG = Freiheitsgrade, n = 12 Prüfer)

Varianzquelle	FG	Adstringenz		Aroma/Holz	
		Oenotannin	Trester	Oenotannin	Trester
Prüfer (p)	11	2,45 *	3,19 **	2,32 *	2,40 *
Wiederholung (w)	1	0,04	0,00	0,08	0,12
Variante (v)	4	71,08 ***	106,85 ***	95,60 ***	77,11 ***
p*w	11	0,90	1,44	1,18	1,35
p*v	44	1,49	2,23 **	1,22	1,16
w*v	4	0,44	0,74	0,45	0,65

Die zur Reproduzierbarkeit der Ergebnisse relevanten Interaktionen waren im Falle der Prüfer*Variante-Interaktion teilweise signifikant. Auf eine Datenvorbehandlung nach DOZON und NOBLE (1989) wurde verzichtet, da der Einfluss der Wiederholung bei keinem Attribut signifikant war und eine Eliminierung abweichender Prüfer weiterhin zu signifikanten Interaktionen geführt hätte. Darüber hinaus war keine der Prüfer*Wiederholung-Interaktionen signifikant.

Tab. 5: F-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse des sensorischen Attributes Bräunung (FG = Freiheitsgrade, n = 14 Prüfer)

Varianzquelle	FG	Bräunung	
		Oenotannin	Trester
Prüfer (p)	13	13,59 ***	20,78 ***
Wiederholung (w)	1	3,72	2,03
Variante (v)	4	256,58 ***	105,35 ***
p*w	13	1,48	1,64
p*v	52	2,54 ***	2,10 **
w*v	4	1,10	3,05 *

Die Mittelwerte der sensorischen Prüfungen und die Ergebnisse der Varianzanalyse (einfaktoriell: Variante) sind in Tab. 6 dargestellt. Bei allen behandelten Weinen resultiert ein sehr hochsignifikanter Effekt der Varianten. Eine erhöhte Dosage-Menge sowohl des Oenotannins als auch des Tresterextraktes führte entsprechend zu einer Veränderung der Intensität der getesteten Attribute.

Tab. 6: Mittelwerte und Ergebnisse der Varianzanalyse der sensorischen Beurteilung der behandelten Weine (n = 2*12 Prüfer, bzw. n = 2*14 Prüfer bei Bräunung; a bis d: Gruppierung nach Tukey-Test)

Dosage (g/l)	Adstringenz		Aroma/Holz		Bräunung	
	Oenotannin	Tresterextrakt	Oenotannin	Tresterextrakt	Oenotannin	Tresterextrakt
0,0	1,23 c	1,23 d	0,77 c	0,77 c	0,61 d	0,61 c
0,1	1,89 c	2,46 cd	1,04 bc	1,50 c	0,77 d	2,87 b
0,5	3,23 b	3,29 c	1,60 bc	3,53 b	3,04 c	2,35 b
1,0	4,51 b	6,09 b	2,17 b	6,33 a	4,93 b	2,91 b
2,0	7,55 a	7,70 a	7,27 a	6,90 a	8,23 a	5,76 a
F-Wert	55,14 ***	62,73 ***	79,68 ***	63,73 ***	30,45 ***	89,27 ***

Mit Ausnahme der Bräunung der mit Oenotannin behandelten Varianten konnte bei keinem Attribut zwischen der Kontrolle und einer Dosage von 0,1 g/l unterschieden werden. Die Adstringenz der Weine nahm ab 0,5 g/l Behandlungsmittel signifikant zu und erreichte bei der maximalen Dosage die höchste Intensität. Beim wahrgenommenen Holzaroma wurden Unterschiede ab 0,5 g/l beim Tresterextrakt bzw. 1,0 g/l beim Oenotannin erkannt.

Die sensorischen Ergebnisse lieferten einen linearen Zusammenhang zwischen der Intensität der Adstringenz und der Dosage-Menge der Behandlungsmittel. Diese stieg positiv mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,934$ (Tresterextrakt) bzw. $R^2 = 0,995$ (Oenotannin). Die maximal wahrgenommenen Aromaintensitäten waren vergleichbar. Bedingt durch die intensive Wahrnehmung des Tresters bei einer Dosage-Menge von 0,5 g/l und 1,0 g/l resultierte ein höheres Bestimmtheitsmaß beim Oenotannin ($R^2 = 0,911$) als beim Tresterextrakt ($R^2 = 0,854$). Die Zunahme des Aromas war bei beiden Varianten vergleichbar. Das Bestimmtheitsmaß lag beim Oenotannin höher ($R^2 = 0,911$) als beim Tresterextrakt ($R^2 = 0,854$).

Die Regressionsmodelle der Bräunung zeigten die zunehmende Bräunung der mit Oenotannin behandelten Weine bei einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,989$.

Das lineare Regressionsmodell der Bräunung der mit Tresterextrakt versetzten Weine hatte ein geringeres Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,811$. Hierbei spielte die relativ hohe Farbwahrnehmung bereits bei einer Dosage von 0,1 g/l eine Rolle, deren Beurteilung bis zu 1,0 g/l unverändert blieb.

KORRELATION DER SENSORISCHEN UND ANALYTISCHEN ERGEBNISSE

Tabelle 7 ist zu entnehmen, welche Zusammenhänge zwischen den sensorischen Attributen und den analytischen Bestimmungen der mit Oenotannin behandelten Weine bestanden. Alle Korrelationskoeffizienten waren mit Werten zwischen 0,923 und 0,997 positiv und signifikant.

Tab. 7: Korrelationskoeffizienten ($n = 5$) zwischen den sensorischen Attributen und den analytischen Bestimmungen der mit Oenotannin behandelten Weine

	Sensorisches Attribut		
	Adstringenz	Bräunung	Aroma/Holz
Adstringenz	1,000		
Bräunung	0,995 ***	1,000	
Aroma/Holz	0,947 *	0,923 *	1,000
E ₂₈₀	0,996 ***	0,988 **	0,969 **
GP (Folin)	0,997 ***	0,992 **	0,962 **
E ₄₂₀	0,994 **	0,987 **	0,971 **

Analog zu den mit Oenotannin behandelten Weinen waren die Korrelationskoeffizienten der Tresterextrakt-Weine ebenfalls positiv ($0,784 \leq x \leq 0,979$). Es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen den sensorischen und analytischen Ergebnissen. Sowohl die Bräunung, als auch das Aroma korrelierten positiv und signifikant mit der wahrgenommenen Adstringenz der Weine. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der

Bräunung und dem Aroma konnte nicht festgestellt werden.

SPÄTBURGUNDER-WEINE

FARBE DER VARIANTEN

Tab. 8 zeigt die Mittelwerte der Farbintensität und Nuance der behandelten Weine. Alle Proben einer Variante unterschieden sich signifikant. Die Farbintensität nahm bei allen Varianten mit zunehmender Dosage-Menge bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,993 (SWEX), 0,996 (PEF) und 0,999 (Oenotannin) zu. Sowohl bei der Intensität als auch bei der Nuance konnte für das Oenotannin der absolut höchste und für das SWEX-Extrakt der niedrigste Wert gemessen werden.

Das Bestimmtheitsmaß (Nuance) lag beim Oenotannin ($R^2 = 0,947$) höher als bei den beiden anderen Varianten (SWEX: 0,969 und PEF: 0,942).

GESAMTPHENOLGEHALTE

Der Gesamtphenolgehalt in den behandelten Weinen stieg bei allen Behandlungsmitteln linear (Tab. 9) mit einem Bestimmtheitsmaß zwischen 0,985 (Oenotannin) und 0,999 (SWEX). Beim Oenotannin unterschieden sich die Gesamtphenolgehalte signifikant, beim SWEX-Extrakt bestand ein Unterschied zur Kontrolle ab 0,5 g/l. Weine mit 0,2 g/l SWEX-Extrakt unterschieden sich nicht von der Kontrolle und zugesetzten 0,5 g/l. Auch beim PEF-Extrakt führten 0,2 g/l zu keinem signifikant erhöhten Gesamtphenolgehalt.

Die absolut höchsten Werte an Gesamtphenolen konnten in den mit 2,0 g/l Oenotannin behandelten Weinen ermittelt werden, der Gesamtphenolgehalt stieg um

Tab. 8: Mittelwerte und Standardabweichung der Farbintensität und Nuance der behandelten Weine ($n = 3$)

Dosage (g/l)	Intensität (E ₄₂₀ +E ₅₂₀ +E ₆₂₀)			Nuance (E ₄₂₀ /E ₅₂₀)		
	Oenotannin	SWEX	PEF	Oenotannin	SWEX	PEF
0,0	2,182 ± <0,01	2,182 ± <0,01	2,182 ± <0,01	0,864 ± <0,01	0,864 ± <0,01	0,864 ± <0,01
0,2	2,340 ± <0,01	2,198 ± <0,01	2,272 ± <0,01	0,925 ± <0,01	0,879 ± <0,01	0,900 ± <0,01
0,5	2,571 ± <0,01	2,330 ± <0,01	2,459 ± <0,01	0,986 ± <0,01	0,916 ± <0,01	0,922 ± <0,01
1,0	3,035 ± <0,01	2,536 ± <0,01	2,837 ± <0,01	1,066 ± <0,01	0,950 ± <0,01	0,964 ± <0,01
2,0	3,950 ± <0,01	2,983 ± <0,01	3,628 ± <0,01	1,187 ± <0,01	1,000 ± <0,01	1,006 ± <0,01

über 2,0 g/l auf 4,29 g/l und resultiert wahrscheinlich auch aus der Bestimmung nicht-phenolischer Weinkomponenten (HUANG et al., 2005). Bei den Weinen mit SWEX-Extrakt stieg der Wert um 1,09 g/l auf 2,94 g/l und beim PEF-Extrakt um 1,36 g/l auf 3,21 g/l.

Tab. 9: Mittelwerte (n = 3) und Standardabweichungen der Gesamtphenolgehalte (Folin-Ciocalteu) der behandelten Weine (a bis e: Gruppierung nach Tukey-Test)

Dosage (g/l)	Gesamtphenole (g/l CAE)		
	Oenotannin	SWEX	PEF
0,0	1,85 ± 0,02 a	1,85 ± 0,02 a	1,85 ± 0,02 a
0,2	2,18 ± 0,02 b	1,94 ± 0,05 ab	1,92 ± 0,09 a
0,5	2,52 ± 0,06 c	2,09 ± 0,09 b	2,18 ± 0,05 b
1,0	3,36 ± 0,07 d	2,38 ± 0,03 c	2,58 ± 0,04 c
2,0	4,29 ± 0,10 e	2,94 ± 0,07 d	3,21 ± 0,03 d

In Tab. 10 sind die Ergebnisse des Phenolindex dargestellt. Die Werte unterschieden sich bei allen Behandlungsmitteln signifikant mit einem Bestimmtheitsmaß zwischen 0,994 (SWEX) und 0,999 (Oenotannin). Der absolut höchste Wert konnte bei 2,0 g/l Oenotannin ermittelt werden. Analog zur Gesamtphenolbestimmung nach Folin-Ciocalteu hatten die mit PEF-Extrakt behandelten Weine einen höheren Phenolindex als die mit SWEX-Extrakt versetzten Weine.

Tab. 11: F-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse der sensorischen Attribute Adstringenz und Holz (FG = Freiheitsgrade, n = 12 Verkoster)

Varianzquelle	FG	Adstringenz			Holz		
		Oenotannin	SWEX	PEF	Oenotannin	SWEX	PEF
Prüfer (p)	11	7,89 ***	14,54 ***	2,87 **	6,27 ***	2,82 **	10,23 ***
Wiederholung (w)	1	0,76	0,98	2,08	0,01	0,01	0,04
Variante (v)	4	279,26 ***	354,27 ***	287,96 ***	1611,20 ***	1055,79 ***	1276,10 ***
p*w	11	1,47	1,17	0,67	0,78	1,48	2,55 *
p*v	44	5,09 ***	9,13 ***	7,15 ***	6,11 ***	6,41 ***	11,20 ***
w*v	4	0,75	0,43	0,52	0,40	0,20	1,09

Tab. 12: F-Werte der dreifaktoriellen Varianzanalyse der Farbintensität (n = 15 Prüfer, FG = Freiheitsgrade)

Varianzquelle	FG	Farbintensität		
		Oenotannin	SWEX	PEF
Prüfer (p)	14	3,29 **	6,03 ***	8,82 ***
Wiederhlg. (w)	1	0,44	0,34	2,29
Variante (v)	4	851,77 ***	1549,40 ***	2433,09 ***
p*w	14	0,19	1,25	0,51
p*v	56	4,51 ***	8,04 ***	5,50 ***
w*v	4	0,14	1,12	2,51

Tab. 10: Mittelwerte (n = 3) und Standardabweichungen des Phenolindex der behandelten Weine (a bis e: Gruppierung nach Tukey-Test)

Dosage (g/l)	Phenolindex (E ₂₈₀)		
	Oenotannin	SWEX	PEF
0,0	34,2 ± 0,10 a	34,2 ± 0,10 a	34,2 ± 0,10 a
0,2	39,4 ± 0,06 b	37,7 ± 0,15 b	38,9 ± 0,38 b
0,5	47,0 ± 0,21 c	40,5 ± 0,06 c	42,2 ± 0,49 c
1,0	59,0 ± 0,21 d	45,5 ± 0,40 d	49,3 ± 0,36 d
2,0	82,6 ± 0,25 e	55,0 ± 0,61 e	63,1 ± 0,38 e

SENSORIK DER BEHANDELTEN WEINE

In Tab. 11 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse dargestellt. An den Verkostungen zur Bestimmung des Holzromas und bei der Bewertung der Adstringenz nahmen jeweils 12 Verkoster teil. Die Intensität der Farbe der behandelten Weine wurde von 15 Prüfern bewertet (Tab. 12).

Vergleichbar mit den Ergebnissen der Müller-Thurgau-Weine und trotz vorgelagerter Schulungen waren bei allen Behandlungsmitteln signifikante Prüfereffekte zu verzeichnen. Ein Einfluss der Wiederholung bestand nicht. Einzig bei der Beurteilung des Holzromas beim PEF-Extrakt war die Prüfer*Wiederholung-Interaktion signifikant. Aus diesem Grund wurde auf eine Vorbehandlung der Daten verzichtet.

Die Mittelwerte der sensorischen Prüfungen und die Ergebnisse der Varianzanalyse (einfaktoriell: Variante) sind in den Tab. 13 bis Tab. 15 dargestellt. Unabhängig vom Behandlungsmittel nahm die Adstringenz mit zunehmender Dosage-Menge linear zu. Bei einer Dosage-Menge von 0,2 g/l konnte bei keinem der Behandlungsmittel eine von der Kontrolle abweichende Adstringenz der Weine festgestellt werden. Ab 0,5 g/l konnten die Weine signifikant von der Kontrolle unterschieden werden. Beim Oenotannin und beim PEF-Extrakt unterschieden sich die mit 0,5 g/l von den mit 0,2 g/l versetzten Weinen. Zwischen 0,2 g/l und 0,5 g/l konnten die Prüfer beim SWEX-Extrakt keine signifikanten Unterschiede erkennen. Die mit 1,0 g/l und 2,0 g/l versetzten Weine unterschieden sich bei allen Behandlungsmitteln signifikant. Mit einem Mittelwert von 7,36 wurden die mit 2,0 g/l Oenotannin behandelten Weine als am adstringierendsten bewertet.

Tab. 13: Mittelwerte (n = 12*2) und Ergebnisse der Varianzanalyse der Adstringenz der behandelten Spätburgunder-Weine (a bis d: Gruppierung nach Tukey-Test)

Dosage (g/l)	Oenotannin	SWEX	PEF
0,0	1,03 a	1,03 a	1,03 a
0,2	1,94 a	1,51 ab	1,01 a
0,5	4,14 b	2,07 b	2,40 b
1,0	5,56 c	4,20 c	4,60 c
2,0	7,36 d	6,07 d	6,10 d
F-Wert	85,75 ***	65,60 ***	82,48 ***

Während bei der linearen Regression die Zugabe von SWEX und PEF zu vergleichbaren Ergebnissen führte, lag das Bestimmtheitsmaß (SWEX: 0,977; PEF: 0,942) über dem des Oenotannins (0,916) und über den von CLIFF et al. (2012) ermittelten Werten (0,841).

Wie Tab. 14 zu entnehmen ist, stieg die Intensität des Holzaromas bei allen Behandlungsmitteln linear an. Mit Mittelwerten von 8,09 und 7,94 war die Ausprägung des Holzaromas beim Oenotannin und beim SWEX-Extrakt intensiver als beim PEF-Extrakt. Eine Zunahme des Holzaromas wurde beim SWEX- und beim PEF-Extrakt ab einer Konzentration von 1,0 g/l erkannt: Mit 0,2 g/l und 0,5 g/l versetzte Weine unterschieden sich nicht signifikant von der Kontrolle, wohingegen 0,5 g/l Oenotannin ausreichten, um die Intensität des Holzaromas signifikant zu erhöhen.

Tab. 14: Mittelwerte (n = 12*2) und Ergebnisse der Varianzanalyse des Holzaromas der behandelten Spätburgunder-Weine (a bis d: Gruppierung nach Tukey-Test)

Dosage (g/l)	Oenotannin	SWEX	PEF
0,0	0,70 a	0,70 a	0,70 a
0,2	0,78 a	0,87 a	0,68 a
0,5	2,49 b	1,30 a	0,73 a
1,0	5,70 c	2,83 b	3,23 b
2,0	8,09 d	7,94 c	5,35 c
F-Wert	472,78 ***	324,92 ***	215,27 ***

Bei den drei Behandlungsmitteln konnte für den Zusammenhang zwischen der Intensität des Holzaromas und der Dosage-Menge ein vergleichbares Bestimmtheitsmaß zwischen 0,942 (PEF) und 0,956 (Oenotannin) festgestellt werden.

Tab. 15 zeigt die Mittelwerte der Farbintensität der behandelten Spätburgunder-Weine. Nur beim SWEX-Extrakt konnte zwischen der Kontrolle und der geringsten Dosage-Menge (0,2 g/l) unterschieden werden. Die Farbe der mit Oenotannin und PEF-Extrakt versetzten Weine war ab 0,5 g/l signifikant intensiver als die Kontrolle. Auch konnte zwischen den mit 0,2 g/l und mit 0,5 g/l behandelten Weinen unterschieden werden. Höhere Dosage-Mengen (1,0 g/l und 2,0 g/l) unterschieden sich bei allen Behandlungsmitteln.

Tab. 15: Mittelwerte (n = 15*2) und Ergebnisse der Varianzanalyse der Farbintensität der behandelten Spätburgunder-Weine (a bis d: Gruppierung nach Tukey-Test)

Dosage (g/l)	Oenotannin	SWEX	PEF
0,0	0,39 a	0,39 a	0,39 a
0,2	0,71 a	0,92 b	0,56 a
0,5	1,52 b	1,11 b	1,89 b
1,0	2,32 c	2,90 c	3,83 c
2,0	6,60 d	5,89 d	8,27 d
F-Wert	329,89 ***	366,14 ***	696,21 ***

Mit 8,27 wurde die Farbe des PEF-Extraktes am höchsten bewertet. Ein Zusatz von 2,0 g/l führte beim Oenotannin zu einem Mittelwert von 6,60 und beim SWEX-Extrakt zu einem Mittelwert von 5,89. Bei allen Varianten lag das Bestimmtheitsmaß über 0,963.

Alle Varianten wiesen mit steigender Dosage-Menge deutlich intensivere Farben auf. Dabei wirkten die mit Oenotannin und PEF-Extrakt versetzten Weine dunkler als die mit SWEX-Extrakt behandelten Weine.

KORRELATION DER SENSORISCHEN UND ANALYTISCHEN ERGEBNISSE

In Tab. 16 sind die Korrelationskoeffizienten und das Signifikanzniveau zwischen den analytischen Bestimmungen und den sensorischen Attributen der mit Oenotannin behandelten Weine dargestellt. Alle Parameter korrelierten positiv.

Tab. 16: Korrelationskoeffizienten (n = 5) zwischen den sensorischen Attributen und den analytischen Bestimmungen der mit Oenotannin behandelten Weine

	Sensorisches Attribut		
	Adstringenz	Farbintensität	Aroma/Holz
Adstringenz	1,000		
Farbintensität	0,896 *	1,000	
Aroma/Holz	0,971 **	0,926 *	1,000
E ₂₈₀	0,962 **	0,979 **	0,979 **
GP (Folin)	0,973 **	0,951 *	0,991 ***
E ₄₂₀ +E ₅₂₀ +E ₆₂₀	0,941 *	0,985 **	0,925 *
E ₄₂₀ /E ₅₂₀	0,987 **	0,943 *	0,979 **

Die Ergebnisse der Korrelation der sensorischen und analytischen Parameter bei den mit SWEX- und PEF-Extrakt behandelten Weine waren vergleichbar mit den Oenotannin-Weinen (Daten nicht dargestellt). Alle Parameter korrelierten signifikant positiv.

DISKUSSION

Phenolische Extrakte in Form von oenologischen Tanninen werden weltweit in Weiß- und Rotweinen eingesetzt. Unter anderem werden die Produkte zur Erhöhung des Mundgefühls und im Falle von Rotweinen zur Farbstabilisierung angewendet. Es konnte gezeigt werden, dass ein Zusatz der Weinbehandlungsmittel unmittelbar vor der Verkostung einen Einfluss auf das sensorische Profil eines Weines hat und dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Dosage-Menge und den Effekten besteht (vgl. CLIFF et al., 2012).

CICHOVA et al. (2008) ermittelten bei einem Zusatz von oenologischen Tanninen zu Weißweinen und einer unmittelbar darauf folgenden Verkostung eine Veränderung mehrerer sensorischer Attribute. Dies ent-

spricht den Ergebnissen der durchgeführten Versuche. Neben der Farbintensität und der Adstringenz erhöhte sich bei allen Extrakten und beim Handelsprodukt das wahrgenommene Holzaroma der zuvor nicht mit Holz in Kontakt gekommenen Weine. Entsprechend kritisch ist die Anwendung phenolischer Extrakte im Hinblick auf die Ausführungen des oenologischen Codex zu sehen, dem zufolge oenologische Tannine olfaktorische Eigenschaften nicht beeinflussen sollen (OIV, 2015).

Da die Farbe eines Weines die erste organoleptisch durch den Konsumenten wahrgenommene Eigenschaft eines Weines darstellt, ist sie ausschlaggebend für den ersten Eindruck über das Produkt (ALCALDE-EON et al., 2014). Bei den Müller-Thurgau-Weinen führte der Zusatz der exogenen Tannine bei beiden Varianten (Oenotannin und Chardonnay-Trester) zu einer Zunahme der Bräunung. Diese war beim Handelsprodukt bei einer Dosage von bereits 0,1 g/l im Vergleich zur Kontrolle sensorisch von Experten wahrnehmbar, wohingegen die Farbveränderung der Chardonnay-Extrakte ab 0,5 g/l wahrgenommen wurde. Im Hinblick auf die Farbbeurteilung geben ILAND et al. (2004) an, dass Verbraucher in der Lage sind, ab einer Extinktion von 0,2 braune Nuancen bei Weißweinen festzustellen. Dieser Wert wurde beim oenologischen Tannin bei einer Zugabe von 0,5 g/l und beim Trester-Extrakt zwischen 1,0 und 2,0 g/l erreicht. Vergleichbare Resultate lieferte die Beurteilung des Holzaromas: Während eine Steigerung der Dosage von 1,0 auf 2,0 g/l beim Tresterextrakt die Intensität nicht erhöhte, wurde diese beim Oenotannin deutlich verstärkt. Neben der Beeinflussung der Farbe und des Holzaromas wirkten sich geringe Zugabemengen ebenfalls auf die Adstringenz der Weine aus.

Beim Spätburgunder-Wein erzielten die anhand des bei der Extraktion verwendeten Lösungsmittels unterscheidbaren Extrakte (alkoholische Lösung oder Wasser (VIVAS et al., 1993)) unterschiedliche Ergebnisse: Während der Einsatz des PEF-Extraktes bei Dosage-Mengen über einem Gramm pro Liter zu einer intensiveren Farbe führte, wirkten die mit 2,0 g/l SWEX-Extrakt versetzten Weine adstringierender.

Im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen dem Gesamtphenolgehalt und der wahrgenommenen Adstringenz konnte festgestellt werden, dass trotz deutlich geringeren Phenolgehalts die mit Tresterextrakt ange-

reicherten Müller-Thurgau-Weine bei 1,0 g/l intensiver als bei einem Zusatz von 1,0 g/l Oenotannin empfunden wurden. Dagegen wurde die Adstringenz bei einer Dosage-Menge von 2,0 g/l bei beiden Produkten annähernd gleich bewertet. Beim Spätburgunder-Wein lag der Gesamtphenolgehalt der Oenotannin-Weine bei allen Dosage-Mengen ebenfalls deutlich über denen der Extrakte, gleichzeitig wurde die Adstringenz der Oenotannin-Weine auch intensiver empfunden. Obwohl bei allen Varianten eine signifikante Korrelation zwischen dem Gesamtphenolgehalt und der Adstringenz bestand, sollten aufgrund der eingeschränkten Datenmenge die Ergebnisse von KENNEDY et al. (2006) berücksichtigt werden. Ihnen zufolge ist die Bestimmung des schnell und kostengünstig zu ermittelnden Phenolindexes nur bedingt geeignet, um eine Vorhersage über die Adstringenz der Weine zu treffen, da die Phenolfractionen eines Weines unterschiedlich stark adstringierende Wirkungen haben (GAWEL, 1998).

Allgemein wirkt sich eine zu stark ausgeprägte Adstringenz und Bitterkeit negativ auf die Qualitätseinstufung aus (BURDACH, 1988), wohingegen eine geschmackliche Fülle und Fruchtnoten einen positiven Einfluss auf die Bewertung durch Konsumenten haben (BLANKENHORN, 2002). Neben der Adstringenz, der Farbintensität und dem Holzaroma wurden die Weine auf keine weiteren sensorischen Attribute untersucht. Sofern einzelne sensorische Attribute eines Weines durch die

Zugabe von phenolhaltigen Extrakten verändert werden sollen, muss der Anwender beachten, dass Auswirkungen auf das gesamte sensorische Profil zu erwarten sind. Im Hinblick auf die Vielfalt der auf dem Markt verfügbaren oenologischen Tannine sollten Anwender der Produkte überprüfen, inwiefern die von ihnen genutzten Mittel einen Einfluss auf sensorische Eigenschaften der Weine haben. Regressionsmodelle auf Basis des nach Folin-Ciocalteu ermittelten Gesamtphenolgehaltes können geeignet sein, um Rückschlüsse auf weitere Aromattribute zu erhalten (GOLDNER et al., 2011). Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass die Analysen unmittelbar nach der Anwendung der Produkte durchgeführt wurden. Auf den Einfluss der Filtration und der Lagerung auf der Flasche können keine Rückschlüsse gezogen werden.

DANKSAGUNG

Das Vorhaben wurde finanziert und gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung nach einem Beschluss des deutschen Bundestages. Die verwendeten Chardonnay- und Dunkelfelder-Extrakte wurden bereitgestellt von der Universität Bordeaux und der Universität Compiègne im Rahmen des gemeinsamen ECO-Innova-Verbundprojektes.

LITERATUR

- ALCALDE-EON, C., GARCÍA-ESTÉVEZ, I., FERRERAS-CHARRO, R., RIVAS-GONZALO, J., FERRER-GALLEGO, R. AND ESCRIBANO-BAILÓN, M. 2014: Adding oenological tannin vs. overripe grapes: Effect on the phenolic composition of red wines. *J. Food Comp. Anal.* 34(1): 99-113
- BAUTISTA-ORTIN, A., MARTINEZ-CUTILLAS, A., ROS-GARCIA, J., LOPEZ-ROCA, J. AND GOMEZ-PLAZA, E. 2005: Improving colour extraction and stability in red wines: the use of maceration enzymes and enological tannins. *Int. J. Food Sci. Technol.* 40(8): 867-878
- BLANKENHORN, D. 2002: Entwicklung einer Metho-
- de zur sensorischen Qualitätsbeschreibung von Wein durch Verbraucher. Zur Marktsegmentierung auf Basis gemessener Geschmackspräferenzen. Forschungsanstalt Geisenheim, Institut für Betriebswirtschaft und Technik, Fachgebiet Betriebswirtschaft und Marktforschung (Geisenheimer Berichte, Bd. 47)
- BRIANCEAU, S., TURK, M., VITRAC, X. AND VOROBIEV, E. 2015: Combined densification and pulsed electric field treatment for selective polyphenols recovery from fermented grape pomace. *Innov. Food Sci. Emerging Technol.* 29: 2-8
- BURDACH, K. 1988: Geschmack und Genuss. Die hedonische Bewertung von Nahrungsmitteln. Sensorik und Lebensmittelqualität, 5-19. - Frankfurt am Main: DLG-Verl., 1988

- BUSCH-STOCKFISCH, M. 2002: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung (Hrsg. von Mechthild Busch-Stockfisch). Hamburg: Behr, 2002
- CICHOVA, M., PETRICEK, J. AND FIALA, J. 2008: Influence of tannin addition on the content and composition of polyphenolic compounds in wines. *Czech J. Food Sci.* (28): 33-38
- CLIFF, M., STANICH, K., EDWARDS, J. AND SAUCIER, C. 2012: Adding grape seed extract to wine affects astringency and other sensory attributes. *J. Food Qual.* 35(4): 263-271
- COLONNA, A., ADAMS, D. AND NOBLE, A. 2004: Comparison of procedures for reducing astringency carry-over effects in evaluation of red wines. *Austr. J. Grape Wine Res.* 10(1): 26-31
- DOZON, N. AND NOBLE, A. 1989: Sensory study of the effect of fluorescent light on a sparkling wine and its base wine. *Amer. J. Enol. Vitic* 40(4): 265-271
- FISCHER, U. AND NOBLE, C. 1994: The effect of ethanol, catechin concentration, and pH on sourness and bitterness of wine. *Amer. J. Enol. Vitic.* 45(1): 6-10
- FONTOIN, H., SAUCIER, C., TEISSEDRE, P.-L. AND GLOIRES, Y. 2008: Effect of pH, ethanol and acidity on astringency and bitterness of grape seed tannin oligomers in model wine solution. *Food Qual. Preference* 19(3): 286-291
- GAWEL, R. 1998: Red wine astringency: a review. *Austr. J. Grape Wine Res.* 4(2): 74-95
- GAWEL, R., VAN SLUYTER, S., SMITH, P. AND WATERS, E. 2013: Effect of pH and alcohol on perception of phenolic character in white wine. *Amer. J. Enol. Vitic.* 64(4): 425-429
- GOLDNER, M., LIRA, P., VAN BAREN, C. AND BANDONI, A. 2011: Influence of polyphenol levels on the perception of aroma in *Vitis vinifera* cv. Malbec wine. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 32: 21-27
- HAGERMAN, A. (2011): The tannin handbook (<http://chemistry.muohio.edu/hagerman>)
- HARBERTSON, J., PARPINELLO, G., HEYMANN, H. AND DOWNEY, M. 2012: Impact of exogenous tannin additions on wine chemistry and wine sensory character. *Food Chem.* 131(3): 999-1008
- HUANG, D., OU, B. AND PRIOR, R. 2005: The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.* 53(6): 1841-1856
- ILAND, P., BRUER, N. AND EWART, A. 2004: Monitoring the winemaking process from grapes to wine. Techniques and concepts. Adelaide: Patrick Iland Wine Promotions, 2004
- KENNEDY, J., FERRIER, J., HARBERTSON, J. AND PEYROT DES GACHONS, C. 2006: Analysis of tannins in red wine using multiple methods: correlation with perceived astringency. *Amer. J. Enol. Vitic.* 57(4): 481-485
- KEULDER, D. 2006: The influence of commercial tannin additions on wine composition and quality. Thesis (MScAgric.) Univ. Stellenbosch, 2006
- MAKKAR, H. 1989: Protein precipitation methods for quantitation of tannins. A review. *J. Agric. Food Chem.* 37(4): 1197-1202
- MANFROI, V., RIZZON, A., GUERRA, C., FIALHO, B., DALL'AGNOL, I., FERRI, C. AND ROMBALDI, V. 2010: Influence of different doses and distinct times of application of enological tannins on the physicochemical characteristics of the Cabernet Sauvignon wine. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 30(1): 127-135
- OBREQUE-SLÍER, E., PEÑA-NEIRA, A., LÓPEZ-SOLÍS, R., RAMÍREZ-ESCUADERO, C. AND ZAMORA-MARÍN, F. 2009: Phenolic characterization of commercial enological tannins. *Eur. Food Res. Technol.* 229(6): 859-866
- OIV 2015: Oenological tannins. OIV-Oeno 554-2015. In: International Oenological Codex. Paris: OIV, 2015

- PARKER, M., SMITH, P., BIRSE, M., FRANCIS, L., KWIATKOSKI, M., LATTEY, K., LIEBICH, B. AND HERDERICH, M. 2007: The effect of pre- and post-ferment additions of grape derived tannin on Shiraz wine sensory properties and phenolic composition. *Aust. J. Grape Wine Res.* 13(1): 30-37
- POSTE, L., MACKIE, D., BUTLER, G. AND LARMOND, E. 1991: *Laboratory methods for sensory analysis of food.* Ottawa, Canada: Can. Comm. Group Pub. Centre, 1991
- PREYS, S., MAZEROLLES, G., COURCOUX, P., SAMSON, A., FISCHER, U., HANAFLI, M., BERTRAND, D. AND CHEYNIER, V. 2006: Relationship between polyphenolic composition and some sensory properties in red wines using multiway analyses. *Anal. Chim. Acta* 563(1/2): 126-136
- RIBÉREAU-GAYON, P., DUBOURDIEU, D., DONECHE, B., LONVAUD, A., GLORIES, Y. AND MAUJEAN, A. 2006: *Handbook of enology. Vol. 2: The chemistry of wine stabilization and treatments.* 2nd ed. Chichester: Wiley, 2006
- RINALDI, A., GAMBUTI, A., MOINE-LEDOUX, V. AND MOIO, L. 2010: Evaluation of the astringency of commercial tannins by means of the SDS-PAGE-based method. *Food Chem.* 122(4): 951-956
- TANNER, H. UND BRUNNER, H. 1987: *Getränke-Analytik. Untersuchungsmethoden für die Labor- und Betriebspraxis.* 2. Aufl. Schwäbisch Hall: Heller-Chemie, 1987
- THORNGATE, J. AND NOBLE, A. 1995: Sensory evaluation of bitterness and astringency of 3R([minus])-epicatechin and 3S(+)-catechin. *J. Sci. Food Agric.* 67: 531-535
- VÁZQUEZ, G., FONTENLA, E., SANTOS, J., FREIRE, M., GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, J. AND ANTORRENA, G. 2008: Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Ind. Crops Prod.* 28(3): 279-285
- VERSARI, A., DU TOIT, W. AND PARPINELLO, G. 2013: Oenological tannins: a review. *Austr. J. Grape Wine Res.* 19(1): 1-10
- VIDAL, S., FRANCIS, L., NOBLE, A., KWIATKOWSKI, M., CHEYNIER, V. AND WATERS, E. 2004: Taste and mouth-feel properties of different types of tannin-like polyphenolic compounds and anthocyanins in wine. *Anal. Chim. Acta* 513(1): 57-65
- VILLAMOR, R., HARBERTSON, J. AND ROSS, C. 2009: Influence of tannin concentration, storage temperature, and time on chemical and sensory properties of Cabernet Sauvignon and Merlot wines. *Amer. J. Enol. Vitic.* 60(4): 442-449
- VIVAS, N., CHAUVET, S., GLORIES, Y. ET SUDRAUD, P. 1993: Techniques de contrôle et d'évaluation de la qualité des tanins oenologiques. *Ann. Fals. Exp. Chim.* 86(919): 215-222
- VIVAS, N., VIVAS DE GAULEJAC, N. ET NONIER, M.F. 2003: Sur l'estimation et la quantification des composés phénoliques des vins. *Bull. OIV* 76(865/866): 281-303
- WU, L., BARGMANN, R. AND POWERS, J. 1977: Factor analysis applied to wine descriptors. *J. Food Sci.* 42(4): 944-952

Received April, 28th, 2016