

## Vergleich ausgewählter Phenole einiger pilzwiderstandsfähiger und herkömmlicher Rebsorten

Stefanie Berghold, Silvia Wendelin, Karin Korntheuer, Christian Philipp und Reinhard Eder

HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg  
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74  
E-Mail: stefanie.berghold@weinobst.at

Während viel über den Gehalt phenolischer Verbindungen in Trauben aus reinen *Vitis vinifera*-Kreuzungen (Europäer-Reben) bekannt ist, gibt es wenig Daten über pilzwiderstandsfähige (PIWI) Rebsorten. Ziel dieser Arbeit war es daher, erste Untersuchungen im Hinblick auf ausgewählte Phenole für einige an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau gezüchtete PIWI-Rebsorten durchzuführen. Dabei wurde die Elternsorte 'Grüner Veltliner' mit den Neuzüchtungen 'Donauveltliner' und 'I139' (Züchtungsnummer) bzw. die Neuzüchtungen 'Pinot nova' und 'I178' (Züchtungsnummer) mit der Sorte 'Blauer Burgunder' verglichen. Die Untersuchungen der Phenolzusammensetzung erfolgten aus Extrakten mittels RP-HPLC. Die Extrakte aus der Traubenschale wurden mittels Gefrierdrying und anschließender methanolischer Extraktion gewonnen, bei der Pulpe wurde Seihmost direkt analysiert. Die HPLC-Analysen der Einzelsubstanzen zeigten vereinzelt signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Auf Basis der analysierten Substanzen war keine klare Trennung zwischen Standardrebsorten und Hybridsorten möglich. Anhand der Anthocyanprofile der Rotweinsorten lässt sich eine Authentifizierung nach Rebsorte unabhängig vom Jahrgang durchführen, allerdings ist eine Unterscheidung von PIWI und herkömmlichen Rebsorten nicht ableitbar.

**Schlagwörter:** Weintraube, Flavonoide, Hydroxyzimtsäuren, RP-HPLC, PIWI

**Comparison of selected phenolic compounds of some PIWI (fungus-resistant) and conventional grapevine varieties.** Although much is known about the content of phenolic compounds in grapes from *Vitis vinifera* varieties (European grapevines), there is little data on PIWI grapevine varieties. Therefore, the aim of this work was to conduct initial analyses with respect to selected phenols for some PIWI grapevine varieties bred at the Federal College and Research Center (HBLA and BA) for Viticulture and Pomology in Klosterneuburg. The parent variety 'Grüner Veltliner' was compared with the new varieties 'Donauveltliner' and 'I139' (breeding number); the new varieties 'Pinot Nova' and 'I178' (breeding number) were compared with the variety 'Blauer Burgunder' ('Pinot noir'). Analyses of phenolic compounds were carried out from extracts obtained by RP-HPLC. For the berry skins, the extracts were prepared by freeze-drying followed by methanolic extraction, and for pulp, free-run was analyzed directly. The HPLC analyses of the individual substances showed single significant differences between the varieties. Anthocyanins in red wine varieties also showed varietal differences independent of vintage. Thus, phenolic composition could allow authenticity testing based on grape variety. However, a differentiation between *Vitis vinifera* varieties and hybrids is not or hardly possible on the basis of the analyzed contents. These questions should be checked in further studies.

**Keywords:** grapevine, flavonoids, hydroxycinnamic acids, RP-HPLC, PIWI (fungus-resistant) grapevine varieties

Phenole wurden in Trauben und besonders auch im Wein schon öfters untersucht (Pereira et al., 2009; Zöchling et al., 2009; Eder et al., 2016). Die Phenole sind eine große Gruppe von Sekundärmetaboliten der Pflanzen mit vielfältigen Strukturen und Funktionen. Im pflanzlichen Stoffwechsel besitzen sie unterschiedliche Aufgaben und sind in vielen verschiedenen Pflanzengeweben vorhanden. Die Phenole sind unter anderem an der natürlichen Verteidigung der Pflanzen gegenüber Schadorganismen beteiligt, wo sie z.B. gespeichert in den Pflanzenzellen durch ihren bitteren Geschmack für Fraßfeinde abschreckend wirken (Bennet und Wallsgrave, 1994). Ihre Rolle bei der Resistenz gegen Pilze und Bakterien wird umfassender gesehen. Einerseits wirken sie direkt toxisch (z.B. als Phytoalexine), andererseits bauen sie sich durch Reaktion mit Proteinen und anderen Substanzen (z. B. Lignin) Barrieren auf, die das Vordringen der Erreger behindern. Diese Barrieren bzw. toxischen Substanzen können schon vor der Infektion bestehen oder danach rasch aufgebaut werden (Bennet und Wallsgrave, 1994). In der Rebe sind je nach Gewebe die Zusammensetzungen und Konzentrationen der einzelnen phenolischen Substanzen unterschiedlich. In der Traube sind die Phenolgehalte bezogen auf das Frischgewicht in den Kernen am höchsten (Pajovic Scepanovic et al., 2019), danach kommt die Schale, gefolgt von der Pulpe mit den geringsten Konzentrationen (Sandhu und Gu, 2010). Ebenso unterliegen sie aufgrund der unterschiedlichen physiologischen Aufgaben in der Traube während der Reife sowohl qualitativ wie auch quantitativ Veränderungen (Huber et al., 2005; Obreque-Slier et al., 2010). Da diese Inhaltsstoffe einen besonderen Einfluss auf die Weinqualität haben (Adstringenz, Bitterkeit, Farbe und Struktur) ist die Kenntnis darüber für die Ernte und Weinproduktion von großer Bedeutung. Kleine Mengen an veränderten Konzentrationen an Phenolen können den organoleptischen Eindruck signifikant ändern (Manns et al., 2013). Neben den Anbaufaktoren (Gebiet, Anbausystem) (Urcan et al., 2016) haben auch die Wahl der Sorten (Gagne et al., 2016; Jaitz et al., 2010; Urcan et al., 2016) und der Reifezeitpunkt großen Einfluss. In mehreren Studien beeinflusste beispielsweise eine längere Reife sowohl die Weinfarbe als auch das Mundgefühl von Weinen. Das wurde einerseits auf höhere Gehalte an extrahierbaren Flavonoiden in der Schale zurückgeführt, andererseits war der Gehalt an Proanthocyanidinen aus dem Samen

geringer bzw. war die Affinität des Zellwandmaterials für Proanthocyanidine, die sich in Form von unerwünschter Adstringenz bemerkbar machen, höher (Allegro et al., 2021). Aber auch die Verarbeitung selbst (Ky et al., 2014; Prasnikar et al., 2014; Hammer et al., 2020) ist für die Entwicklung des Weines wesentlich. Aufgrund von Bearbeitung und Lagerung und dabei ablaufender chemischer Reaktionen sind die Phenole des Weines komplexer als die der Traube. Die hochreaktiven Anthocyane in jungen Weinen und deren stabilere, aber weniger gut bestimmbare Polymere (Eder et al., 2014) sind für die Weinfarbe wichtig (Degenhardt et al., 2000) und haben somit einen Einfluss auf die Akzeptanz der Weine (Bosenko und Eder, 2011).

Somit spielt insgesamt für die Weinqualität Konzentration und Zusammensetzung von phenolischen Inhaltsstoffen eine wesentliche Rolle, weil sie Qualitätsindikatoren wie Weinfarbe, Mundgefühl und Geschmack sehr stark mitbestimmen. Phenolische Inhaltsstoffe werden daher für Bestimmungen der Weinqualität und der Authentizität herangezogen. Bei den Phenolen unterscheidet man zwischen Flavonoiden (z. B. Anthocyane, Flavan-3-ole, Flavonole) und Nicht-Flavonoiden (z. B. Phenolsäuren, Stilbene). Zur Bestimmung der Qualität und Authentizität von Weinen werden besonders Phenolsäuren, Flavonoide, Tannine und Stilbene analysiert (Merkyté et al., 2020).

Während viel über den Gehalt von phenolischen Verbindungen in Trauben aus reinen *Vitis vinifera* Kreuzungen (Europäer-Reben) bekannt ist, gibt es wenig Daten über pilzwiderstandsfähige (PIWI) Rebsorten. Unter PIWI-Rebsorten versteht man Sorten, die ursprünglich aus Kreuzungen zwischen *Vitis vinifera* und anderen Arten der Gattung *Vitis* gezüchtet wurden. Während *Vitis vinifera* gegen eine Reihe von Schaderregern hoch anfällig ist, weisen amerikanische und asiatische *Vitis*-Arten eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen zahlreiche Erreger auf. Bereits im 19. Jahrhundert wurde daher begonnen, interspezifische Kreuzungen mit dem Ziel erhöhter Widerstandskraft gegen Krankheiten und Schädlinge zu züchten. Zahlreiche dieser neuen Kreuzungen wiesen aber ungeeignete organoleptische Eigenschaften auf, die wesentlich durch ihre Phenolprofile bestimmt wurden. Im Lauf der Zeit entstanden durch gezielte Züchtung neue Rebsorten, die erhöhte Widerstandsfähigkeit mit hoher Weinqualität verbinden (Regner et al., 2020). Heutz-

tage können PIWI Rebsorten daher einen wesentlichen Beitrag leisten, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bzw. die Anzahl von Pflanzenschutzbehandlungen und damit unerwünschte Umwelteinflüsse zu reduzieren sowie die Produktionskosten zu senken (Pedneault and Provost, 2016). Allerdings sind phenolische Inhaltsstoffe von interspezifischen Kreuzungen und eine daran angepasste Weinbereitung wie bereits erwähnt noch zu wenig untersucht. In einer französischen Studie wurden beispielsweise die Phenolprofile der interspezifischen Kreuzungen 'Maréchal Foch', 'Corot noir' und 'Marquette' untersucht. Aufgrund des hohen Gehalts an Diglucosid-Anthocyanen (zum Beispiel dem Direktträger-Farbstoff Malvidin-3,5-glucosid) und des geringen Gehalts an kondensierten Tanninen wird erwartet, dass die Farbentwicklung und das Farbprofil in diesen Weinen, die aus hybriden Rebsorten hergestellt werden, von den monomeren Anthocyanen und ihrer potenziellen Rolle bei Copigmentierungsprozessen, an denen andere monomere phenolische Spezies beteiligt sind, bestimmt werden. Im Gegensatz dazu ist zu erwarten, dass die Bildung von polymeren Farbpigmenten in solchen Weinen eine untergeordnete Rolle spielt (Rice et al., 2017; Mansfield, 2015).

Ziel dieser Arbeit war es daher, erste Untersuchungen im Hinblick auf ausgewählte Phenole für einige an der HBLA und BA für Wein- und Obstbau gezüchtete PIWI-Rebsorten durchzuführen. Die Neuzüchtungen wurden mit ihrer Elternsorte verglichen, dazu wurden 'Grüner Veltliner' und die Grüner Veltliner-Kreuzungen 'Donauveltliner' und Zuchtnummer 'I139' sowie 'Blauer Burgunder' und dessen Kreuzungen 'Pinot Nova' und Zuchtnummer 'I178' untersucht. Für die Weinbereitung bzw. die Weinqualität wesentliche Phenole wurden aus Seihmosten und aus Schalenextrakten mittels RP-HPLC aufgetrennt und analysiert.

## Material und Methoden

Bei der Untersuchung von Traubensorten wurden jeweils eine Standardrebsorte, eine zugelassene neue PIWI-Sorte und eine noch nicht zugelassene PIWI-Neuzüchtung aus der gleichen Sortenfamilie ausgewählt. Es wurden jährlich je ca. 1 kg Traubenmaterial (4 bis 6 Trauben) der drei Weißweinsorten 'Grüner Veltliner' (GV), 'Donauveltliner' (DV; Kreuzung 'Grüner Veltliner' x 'Seyval blanc'), 'I139' (Zuchtnummer 1929-25,

Kreuzung 'Grüner Veltliner' x 'Malverina') sowie der drei Rotweinsorten 'Blauer Burgunder' (BB), 'Pinot nova' (PI; Kreuzung 'Blauer Burgunder' x 'Malverina'), 'I178' (Zuchtnummer 1924-25, Kreuzung aus 'Blauer Burgunder' x 'Malverina') verwendet. Die Trauben stammen aus dem Versuchsbetrieb Götzhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau in Langenzersdorf.

Die Lesedaten und Reifeparameter (ermittelt mittels Handrefraktometer bzw. durch Titration mit 2/15 mol/l Blaulauge) waren wie folgt:

GV: 2016: Lese 03.10., 20,0 °KMW, Säure 7,4 g/l;  
2017: Lese 19.09., 20,3 °KMW, Säure 6,3 g/l;  
DV: 2016: Lese 15.09., 18,5 °KMW, Säure 7,7 g/l;  
2017: Lese 14.09. 19,7 °KMW, Säure 4,5 g/l;  
I139: 2016: Lese 03.10., 19 °KMW, Säure 7,7 g/l;  
2017: Lese 07.09., 19,5 °KMW, Säure 8,1 g/l;  
BB: 2016: Lese 28.09., 22 °KMW, Säure 7,2 g/l;  
2017: Lese: 14.09.' 19,7 °KMW, Säure 5,8 g/l;  
PI: 2016: Lese: 17.10., 17,5 °KMW, Säure 7,5 g/l;  
2017: Lese: 05.10., 19,3 °KMW, Säure 6,5 g/l;  
I178: 2016: Lese: 17.10., 17,5 °KMW, Säure 10,2 g/l;  
2017: Lese: 19.09., 16,8 °KMW, Säure 13,8 g/l.

Die Trauben wurden sofort nach der Lese tiefgefroren (-25 °C). Analysiert wurden die phenolischen Substanzen der Beerenhäute und des Seihmostes. Die Probenvorbereitungen und Analysen erfolgten für Seihmost und für Beerenschalen mittels Gefriertrocknung gemäß Berghold et al. (2018). Alle Versuche wurden in zweifacher Durchführung realisiert.

Die chromatographischen Analysen wurden mit einer HPLC (Typ 1200, Agilent Technologies, Santa Clara, USA) durchgeführt. Injiziert wurden 5 µl Probe, zur Auftrennung wurde eine RP-Säule (Typ Poroshell 120 SB-C18 2.1 x 150 mm 2.7 Mikron, Agilent Technologies, Santa Clara, USA) und eine Säulentemperatur von 40 °C verwendet. Der Laufmittelgradient wurde mit Laufmittel A (0,5 % Ameisensäure) und Laufmittel B (100 % Methanol) bei einer Durchflussrate von 0,25 ml/min hergestellt. Mit einem Dioden Array-Detektor (Typ DAD SL, 1200 Series, Agilent Technologies Santa Clara, USA) wurden folgende Einzelverbindungen detektiert: Bei 280 nm (Gallussäure, Tyrosol, Catechin, Procyanidin B1, Procyanidin B2, Ethylgallat und Epicatechin) und bei 320 nm (Caftar-säure, Kaffeesäure, p-Cumarsäure und Ferulasäure). Die Verbindungen c-Coutarsäure, t-Coutarsäure und Fertarsäure wurden als Caftar-säure berechnet. Ausgewertet wurde mit der Software ChemStation for LC Rev.B.03.04(16)

(Agilent Technologies Santa Clara, USA). Die Bestimmung erfolgte mittels externen Vergleichs von Retentionszeiten und DAD-Spektren von externen Standards.

Die für die HPLC-Analyse verwendeten Standards wurden von folgenden Firmen gekauft: Firma Extrasynthese SAS (Genay, Frankreich): Ethylgallat (CAS-Nr: 831-61-8), Ferulasäure (CAS-Nr: 537-98-4), Procyanidin B1 (CAS-Nr: 20315-25-7), Procyanidin B2 (CAS-Nr: 29106-49-8), Cumarinsäure (CAS-Nr: 7400-08-0), Gallussäure (CAS-Nr: 149-91-7).

Firma Sigma-Aldrich Co. LLC (St. Louis, USA): Epicatechin (CAS-Nr: 490-46-0), Kaffeesäure (CAS-Nr: 331-39-5), Catechin (CAS-Nr: 225937-10-0), Tyrosol (CAS-Nr: 501-94-0).

Firma Dalton Pharma Services (Toronto, Kanada): Caftarsäure (CAS-Nr: 67879-58-7).

Die Laufmittel wurden mit Wasser (HPLC-grade, CAS-Nr: 7732-18-5), Methanol (HPLC-grade, CAS-Nr: 67-56-1) und Ameisensäure (CAS-Nr: 64-18-6) (alle von Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland) hergestellt.

Die bei der HPLC-Auswertung erhaltenen Mengen (mg/l analysierter Flüssigkeit) wurden auf mg/kg Trauben umgerechnet. Anschließend wurden die Konzentrationen der einzelnen Phenole zusammengerechnet und als Summe der (analysierten) Phenole bezeichnet.

Weiters wurden aus den gefriergetrockneten Schalen der Rotweinsorten die Anthocyane mit-

tels HPLC bestimmt (Eder et al., 1990), dabei erfolgte die Auswertung der einzelnen Peaks ausschließlich semi-quantitativ als Malvidin-3-glucosid-Äquivalente.

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Softwareprogramm IBM SPSS Statistics Version 26 (IBM, Wien, Österreich). Die Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität geprüft. Die Varianzhomogenität war überwiegend nicht gegeben. Es wurde dennoch eine zweifaktorielle ANOVA mit den Faktoren Untersuchungsjahr und Sorte ausgeführt. Weißweinsorten und Rotweinsorten wurden getrennt analysiert. Ebenso wurden die Gehalte der Schalen und der Pulpe getrennt betrachtet. Wenn die ANOVA signifikante Unterschiede aufzeigte, erfolgte ein Post Hoc-Test für die Sorten durch paarweise Vergleiche (nach Bonferroni).

Die Anthocyan-Profile wurden ausschließlich aus den einzelnen Peakflächen (ber. a. Malvidin-3-glucosid) der unterschiedlichen Retentionszeiten (es erfolgte keine genaue qualitative Zuordnung) mittels Heatmap bewertet. Die Kalkulierung der Heatmaps und Dendrogramme erfolgte dabei nach Babicki et al. (2017) ([www.heatmapper.ca](http://www.heatmapper.ca)). Als Clustermethode wurde die Methode Average Linkage gewählt. Euclidean wurde als Distance Measurement-Methode verwendet. Die Clustering erfolgte sowohl in den Reihen als auch in den Spalten. Die Spalten wurden aber als Scale Type verwendet.

## Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Gehalte an ausgewählten Phenolen in Beerenschale und Pulpe der Rebsorten 'Grüner Veltliner' (GV) und 'Donauveltliner' (DV) sowie der Zuchtnummer 'I139'; M: Mittelwerte in mg/kg Traube; SD: Standardabweichung in mg/kg Traube; die statistische Auswertung erfolgte mit zweifaktorieller ANOVA und, wenn signifikant, für den Faktor Sorte mit post hoc-Analysen (paarweise Vergleiche nach Bonferroni)

Gehalt in mg/kg Trauben	Grüner Veltliner (GV)				I139				Donauveltliner (DV)				paarweiser Vergleich nach Sorte
	2016		2017		2016		2017		2016		2017		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
<b>Schale</b>													
Gallussäure	n.n.	n.n.	0,10	0,14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,20	0,28	n.s.
c-Coutarsäure	8,05	0,49	9,05	0,49	4,75	0,35	3,70	n.n.	19,80	2,55	18,90	3,68	GVa, I139b, DVc
t-Coutarsäure*	21,30	1,70	18,65	3,18	11,40	4,10	6,20	0,14	34,50	4,24	27,55	2,62	GVa, I139b, DVc
Caftarsäure*	65,40	5,66	45,65	10,11	47,25	16,90	16,95	0,21	12,95	2,05	12,50	2,40	GVa, I139b, DVb
Ferulasäure*	n.n.	n.n.	1,50	n.n.	n.n.	n.n.	1,65	0,07	n.n.	n.n.	2,25	0,64	n.s.
Fertarsäure	2,40	0,28	2,05	0,21	5,50	1,13	6,50	0,71	0,25	0,35	1,25	0,92	GVa, I139b, DVa
Catechin*	11,10	0,71	4,50	0,42	7,30	1,27	3,05	0,78	26,90	3,39	6,00	1,27	GVa, I139a, DVb
Epicatecin	1,60	2,26	2,15	0,21	2,25	0,49	1,85	0,21	5,10	0,85	3,35	0,21	n.s.
Procyanidin B1	8,65	0,92	3,90	0,14	5,05	0,78	2,50	0,28	12,70	2,40	5,90	0,71	GVab, I139b, DVa
Procyanidin B2	1,30	1,84	1,70	2,40	3,20	0,28	1,10	1,56	7,55	4,17	2,60	3,68	n.s.
Tyrosol*	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	5,00	0,42	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	GVa, I139b, DVa
Gesamt*	119,75	13,36	89,30	16,55	91,70	25,88	43,50	2,69	119,70	10,89	80,40	9,76	GVa, I139b, DVab
<b>Pulpe</b>													
Gallussäure*	0,05	0,07	n.n.	n.n.	0,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,15	0,07	n.n.	n.n.	n.s.
c-Coutarsäure*	0,35	0,07	8,65	1,20	0,30	n.n.	6,30	1,27	1,50	n.n.	4,47	0,61	n.s.
t-Coutarsäure	3,65	0,78	2,45	0,92	2,40	0,42	1,75	0,64	5,70	0,71	5,17	0,91	GVa, I139a, DVb
Caftarsäure*	40,10	5,37	23,15	6,43	45,55	5,02	33,25	5,30	18,90	0,28	15,53	2,85	GVa, I139a, DVb
p-Coumar-säure	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	0,13	0,23	n.s.
Kaffeesäure*	n.n.	n.n.	1,10	n.n.	n.n.	n.n.	0,95	0,07	n.n.	n.n.	0,80	n.n.	GVa, I139ab, DVb
Fertarsäure*	1,20	0,14	1,80	n.n.	2,00	0,14	2,30	0,14	0,65	0,07	0,87	0,06	GVa, I139b, DVc
Catechin*	3,35	0,64	2,40	0,14	5,05	0,07	3,00	0,14	4,05	0,21	2,67	0,67	GVa, I139b, DVab
Epicatecin*	n.n.	n.n.	1,00	n.n.	2,45	0,07	2,10	0,14	0,75	1,06	1,77	0,31	GVa, I139b, DVa
Procyanidin B1	1,45	0,49	1,10	0,14	2,15	0,35	1,55	0,21	1,05	0,07	1,23	0,15	GVab, I139a, DVb
Procyanidin B2*	0,75	0,07	n.n.	n.n.	0,40	0,57	n.n.	n.n.	0,70	0,14	0,20	0,35	n.s.
Tyrosol*	1,65	0,78	n.n.	n.n.	15,40	2,12	n.n.	n.n.	1,70	0,28	n.n.	n.n.	GVa, I139b, DVa
Gesamt*	52,55	8,27	41,70	6,22	75,85	8,84	51,25	4,88	35,05	0,92	32,83	4,65	GVa, I139b, DVc

\* signifikanter Unterschied zwischen den Jahren,  $p \leq 0,05$

a,b,c: Sorten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant,  $p \leq 0,05$

n.n.: heißt nicht nachweisbar

n.s.: heißt nicht signifikant

Tab. 2: Gehalte an ausgewählten Phenolen in Beerenschale und Pulpe der Rebsorten 'Blauer Burgunder' (BB) und 'Pinot Nova' (PN) sowie der Zuchtnummer 'I178'; M: Mittelwerte in mg/kg Traube; SD: Standardabweichung in mg/kg Traube; die statistische Auswertung erfolgte mit zweifaktorieller ANOVA und, wenn signifikant, für den Faktor Sorte mit post hoc-Analysen (paarweise Vergleiche nach Bonferroni)

Gehalt in mg/kg Traube	Blauer Burgunder (BB)				I 178				Pinot Nova (PN)				paarweiser Vergleich nach Sorte
	2016		2017		2016		2017		2016		2017		
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	
<b>Schale</b>													
c-Coutarsäure*	1,80	0,14	3,25	0,49	4,85	0,07	6,80	0,57	2,80	0,14	4,50	0,42	BBa, I178b, PNc
t-Coutarsäure*	5,95	0,78	9,25	1,91	20,50	0,71	39,95	9,97	13,70	1,98	29,90	4,10	BBa, I178b, PNb
Caftarsäure	7,60	0,71	11,65	3,46	23,70	0,57	51,85	10,25	16,45	1,48	32,70	4,67	BBa, I178b, PNc
Ferulasäure*	1,00	1,41	1,90	n.n.	n.n.	n.n.	1,70	n.n.	0,90	1,27	2,00	0,14	
Fertarsäure*	0,30	0,42	1,30	n.n.	2,25	0,21	3,50	0,42	2,40	1,41	2,65	0,35	BBa, I178b, PNb
Catechin*	13,00	0,14	7,25	0,35	9,65	1,06	7,10	0,57	11,60	1,27	7,45	0,49	n.s.
Epicatecin*	n.n.	n.n.	2,95	0,07	1,40	1,98	2,75	0,49	n.n.	n.n.	4,50	0,71	n.s.
Procyanidin B1*	5,70	0,14	4,40	0,85	4,10	0,14	4,25	0,21	7,35	0,35	6,25	0,78	BBa, I178a, PNb
Procyanidin B2	3,55	0,21	2,50	3,54	2,80	0,71	1,40	1,98	5,10	0,14	4,40	6,22	n.s.
Tyrosol*	5,05	0,07	n.n.	n.n.	7,40	0,85	n.n.	n.n.	4,55	0,50	n.n.	n.n.	BBa, I178b, PNa
Gesamt*	44,00	0,71	44,35	3,75	76,60	0,42	119,25	22,84	64,85	7,14	94,30	17,82	BBa, I178b, PNb
<b>Pulpe</b>													
Gallussäure	0,05	0,07	n.n.	n.n.	0,10	n.n.	0,05	0,07	0,10	n.n.	0,05	0,07	n.s.
c-Coutarsäure*	0,55	0,07	5,30	0,28	0,60	n.n.	6,20	0,14	0,75	0,07	5,30	0,42	n.s.
t-Coutarsäure*	3,85	0,21	2,65	0,21	4,40	0,28	4,05	0,49	5,40	0,14	5,25	0,35	BBa, I178b, PNc
Caftarsäure*	39,10	5,66	27,55	1,91	35,55	1,63	29,60	1,56	65,45	1,34	62,35	2,47	BBa, I179a, PNb
Kaffeesäure	0,40	0,57	0,85	0,07	0,50	0,71	1,00	n.n.	0,40	0,57	0,95	0,07	n.s.
Fertarsäure*	1,00	n.n.	1,35	0,21	1,70	n.n.	1,85	0,07	2,35	0,07	2,40	0,14	BBa, I178b, PNc
Catechin*	3,05	0,21	1,60	n.n.	2,90	n.n.	1,95	0,07	4,45	0,64	3,45	0,07	BBa, I17a, PNb
Epicatecin*	0,55	0,78	1,05	0,07	n.n.	n.n.	2,50	0,14	n.n.	n.n.	2,90	0,42	n.s.
Procyanidin B1*	1,55	0,21	1,30	0,14	1,00	n.n.	0,80	0,14	2,25	0,21	1,90	0,14	BBa, I178b, PNc
Procyanidin B2*	0,60	0,14	n.n.	n.n.	0,80	n.n.	0,30	0,42	0,70	n.n.	0,35	0,49	n.s.
Tyrosol*	3,70	0,28	n.n.	n.n.	29,05	2,05	n.n.	n.n.	4,20	0,28	n.n.	n.n.	BBa, I178b, PNa
Gesamt*	54,40	5,37	41,75	2,76	76,55	3,04	48,30	1,70	86,00	1,98	85,00	2,12	GVa, I139b, DVc

\* signifikanter Unterschied zwischen den Jahren,  $p \leq 0,05$

a,b,c: Sorten mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant,  $p \leq 0,05$

n.n.: heißt nicht nachweisbar

n.s.: heißt nicht signifikant

Im Zuge der Untersuchungen wurden, wie auch schon bei Berghold et al. (2018) angeführt, größere Unterschiede in den Phenolgehalten in der Schale bzw. der Pulpe der Beeren festgestellt. Daher wurden diese in der Folge getrennt betrachtet. Die zweifaktorielle ANOVA zeigte für fast alle analysierten Phenole bei allen Sorten einen signifikanten Unterschied zwischen den Untersuchungsjahren auf (Tab. 1 und 2). Das war möglicherweise durch die unterschiedliche Witterung bedingt. Stress, wie z. B. durch Trockenheit, Wärme und Sonneneinstrahlung, verändert das Phenolprofil (Spayd et al., 2002; Koyama und Goto-Yamamoto, 2008; Ristic et al., 2007).

Einige der analysierten Phenole wurden in der gegenständlichen Untersuchung sowohl in der Schale als auch in der Pulpe nicht oder in ganz geringem Umfang festgestellt. Das traf für p-Cumarsäure, Gallussäure und Ethylgallat zu. Kaffeesäure konnte nur in der Pulpe und Ferulasäure nur in der Schale nachgewiesen werden. Nicht nachgewiesene Phenole sind in den Tabellen 1 und 2 nicht angeführt. Die Analyseergebnisse für die übrigen untersuchten Phenole sind nach Beerenfarbe und Analysenjahr sowie für Schale und Pulpe getrennt in Tabelle 1 bzw. Tabelle 2 dargestellt.

Der Gehalt an c-Coutarsäure war in der Schale der Weißweinsorten mit Werten zwischen 18,9

und 19,8 mg/kg Traube im 'Donauveltliner' signifikant höher als bei den anderen Sorten, die Werte in der Pulpe waren statistisch nicht unterscheidbar und bewegten sich zwischen 0,3 und 8,65 mg/kg Trauben. Bei den Rotweinen wurde in der Schale von 'I178' signifikant am meisten c-Coutarsäure (bis 6,8 mg/kg Traube) beobachtet. In der Pulpe ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei roten Sorten, die Werte bewegten sich zwischen 0,55 und 5,3 mg/kg Trauben. t-Coutarsäure war in der Schale der Weißweinsorten im Konzentrationen zwischen 6,2 und 34,5 mg/kg Trauben enthalten, die Gehalte waren in 'I139' signifikant am niedrigsten, in 'Donauveltliner' signifikant am höchsten. Auch in der Pulpe lagen die Werte in 'Donauveltliner' mit bis 5,7 mg/kg Trauben signifikant höher als in den anderen beiden Sorten mit maximal 3,65 mg bei 'Grüner Veltliner' und 2,4 mg bei 'I139'. 'I178' und 'Pinot Nova' enthielten in der Schale zwischen 13,7 und 39,95 mg t-Coutarsäure pro kg Trauben, diese Werte lagen signifikant höher als jene für 'Blauer Burgunder' mit maximal 9,25 mg. In der Pulpe bewegten sich die Gehalte zwischen 2,65 mg (BB 2017) und 5,4 mg (PI 2016) pro kg Trauben, alle drei Sorten waren signifikant unterschiedlich, die Konzentrationen waren bei 'Blauer Burgunder' am geringsten, bei 'Pinot Nova' am höchsten. Bei den Weißweinsorten wurde der signifikant höchste Gehalt an Caftarsäure in der Schale von 'Grüner Veltliner' im Jahr 2016 mit im Mittel 65 mg/kg Trauben nachgewiesen. Die geringsten Werte für diese Substanz ergaben sich für die Sorte 'Donauveltliner', sowohl in der Schale (maximal 12,95 mg) als auch in der Pulpe (maximal 18,9 g/kg Traube) lagen die nachgewiesenen Mengen signifikant unter denen der beiden anderen Sorten. Bei den Rotweinsorten wies die Zuchtnummer 'I178' in der Schale die signifikant höchsten Werte auf (2016: Mittelwert 23,7 mg/kg Trauben, 2017: 51,85 mg/kg), in der Pulpe waren die Gehalte bei 'Pinot Nova' signifikant am höchsten (2016: Mittelwert 65,45 mg/kg Trauben, 2017: 62,35 mg/kg).

Ferulasäure wurde sowohl bei Rot- als auch bei Weißweinen nur in der Schale nachgewiesen. Die Gehalte bewegten sich zwischen 0 und 2,25 mg/kg Trauben und zeigten weder bei Rot- noch bei Weißweinen signifikante Sortenunterschiede. Für Fertarsäure ergaben sich bei den Weißweinsorten Werte von 0,25 und 6,5 mg/kg Trauben in der Schale und 0,65 bis 2,3 mg/kg

Trauben in der Pulpe. Die Werte für 'I139' lagen jeweils signifikant höher als die der beiden anderen Sorten. Bei den Rotweinsorten ergaben sich zwischen 0,3 und 3,5 mg/kg in der Schale und 1,0 bis 2,4 mg/kg in der Pulpe. In beiden Jahren waren die Werte für 'Blauer Burgunder' signifikant am geringsten.

Beim Catechin ergaben sich in der Schale der Weißweinsorte die signifikant höchsten Werte für 'Donauveltliner', nämlich bis zu 26,90 mg/kg Trauben (2016), während in der Pulpe die Werte für 'I139' mit 5,05 bzw. 3,0 mg/kg Taube 2016 bzw. 2017 signifikant am höchsten waren. In den Rotweinsorten lagen die Werte für die Schale statistisch nicht unterscheidbar zwischen 7,45 und 13 mg/kg Traube, in der Pulpe wurden für 'Pinot Nova' signifikant höhere Werte ermittelt als für 'Blauer Burgunder' und 'I178', 2016 lag der mittlere Gehalt in der Pulpe bei 'Pinot Nova' bei 4,45 mg/kg Trauben, 2017 bei 3,45 mg.

Für Epicatechin wurden in den Weißweinsorten Werte zwischen 1,6 und 5,1 mg/kg Trauben in der Schale und 0 bis 2,45 mg/kg Trauben in der Pulpe nachgewiesen, die Werte unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Sorten. In den Rotweinsorten lagen die Gehalte zwischen 0 und 4,5 mg/kg Trauben in der Schale und 0 und 2,9 mg in der Pulpe, auch hier wurde kein signifikanter Sortenunterschied ermittelt.

Für Procyanidin B1 wurden in der Schale von Weißweinen Gehalte zwischen 2,5 und 12,7 mg/kg Traube ermittelt, die Werte für 'Donauveltliner' waren am höchsten. In der Pulpe dagegen lagen die Werte für 'Donauveltliner' mit 1,05 bis 1,23 mg/kg Trauben signifikant niedriger als für 'Grüner Veltliner' und 'I139' mit 1,1 bis 2,15 mg/kg Trauben. Bei Rotweinsorten wurden zwischen 4,1 und 7,35 mg/kg Trauben nachgewiesen, die Werte für 'Pinot Nova' lagen signifikant höher als die der beiden anderen Sorten. Auch in der Pulpe zeigte 'Pinot Nova' die signifikant höchsten Werte, 2016 wurden durchschnittlich 2,25 mg, 2017 1,9 mg/kg Trauben nachgewiesen.

Der Gehalt an Procyanidin B2 lag bei Weißweinsorten in der Schale bei 1,3 bis 7,55 mg/kg Trauben und in der Pulpe zwischen 0 und 0,75 mg/kg Trauben. In der Schale der roten Sorten wurden Gehalte zwischen 1,4 und 5,10 mg/kg Trauben, in der Pulpe Werte zwischen 0 und 0,8 mg/kg Trauben erhoben. Signifikante Sortenunterschiede wurden nicht ermittelt.

Die Gehalte an Tyrosol lagen in der Schale von 'I139' 2016 im Mittel bei 5 mg/kg Traube. In der

Schale der anderen Sorten bzw. 2017 wurde die Substanz nicht nachgewiesen. In der Pulpe war der Gehalt an Tyrosol in 'I139' mit Werten von 15,4 mg (2016) und 2,12 mg (2017) signifikant höher als in 'Grüner Veltliner' und 'Donauveltliner' mit Werten von 0 bis 1,7 mg/kg Trauben. Die Gehalte an Tyrosol lagen in den Schalen der roten Sorten 2016 zwischen 4,55 und 7,4 mg/kg Trauben, 2017 wurde es nicht nachgewiesen. In der Pulpe der Rotweinsorten wurde die Substanz ebenfalls nur 2016 nachgewiesen, die mittleren Werte für 'I178' lagen bei 29,05 mg, für 'Blauer Burgunder' bei 3,7 mg und 'Pinot Nova' bei 4,2 mg.

Der aufsummierte Wert aller untersuchten Phenole in der Schale der Weißweinsorten war bei 'I139' mit durchschnittlich 91,7 mg (2016) und 43,5 mg (2017) signifikant niedriger als in 'Grüner Veltliner' mit 119,75 mg im Jahr 2016 und 89,3 mg im Jahr 2017. 'Donauveltliner' mit durchschnittlichen Werten von 119,7 mg (2016) und 80,4 mg pro kg Trauben (2017) unterschied sich von keiner der beiden anderen Sorten signifikant. In der Pulpe von 'I139' dagegen waren die Werte von durchschnittlich 75,85 mg (2016) und 51,25 mg (2017) signifikant höher als jene von 'Grüner Veltliner' mit 52,55 mg (2016) bzw. 41,7 mg (2017) sowie 'Donauveltliner' mit 35,05 mg (2016) und 32,82 mg (2017). Bei den roten Sorten lag der Gesamtgehalt aller analysierten Phenole für 'Blauer Burgunder' mit rund 44 mg/kg Trauben in beiden Jahren signifikant niedriger als für 'I178' und 'Pinot Nova' mit Werten zwischen 64 mg und 119 mg pro kg

Trauben. Auch die Pulpe von 'Blauer Burgunder' enthielt mit 54,4 mg (2016) und 41,75 mg (2017) insgesamt signifikant weniger Phenole als 'I178' mit 76,55 mg (2016) und 48,3 mg (2017). Die signifikant höchsten Werte wurden für 'Pinot Nova' mit 86 mg (2016) und 85 mg (2017) erhoben.

Der Abbildung 1 ist eine Heatmap der Anthocyan-Profile der roten Traubensorten zu entnehmen (Abb. 1). Die Clusterung erfolgte analog zur Rebsorte unabhängig vom Jahrgang. Wie bereits Eder et al. (1994) feststellten, kann anhand der monomeren Anthocyan-Profile und multivariater statistischer Auswertung eine Authentifizierung von Rebsorten gelingen. Während die Verbindungen mit späten Retentionszeiten (RT >38 min) in 'Blauer Burgunder' nicht nachweisbar sind, können diese Verbindungen sehr wohl in den PIWI-Kreuzungen identifiziert werden. Umgekehrt konnten Anthocyane mit frühen Retentionszeiten (vor allem RT 22,69 min; RT 29,00 min; RT: 31,2 min) in den 'Blauer Burgunder'-Trauben in höheren Konzentrationen gefunden werden, während die Verbindungen mit der Retentionszeit 19,3 min und 25,9 min kaum zur Unterscheidung der Rebsorten beitragen. Eine Trennung von PIWI-Rebsorten und klassischen Rebsorten lässt sich aber anhand der Heatmap-Auswertung auch nicht erkennen. Die Neuzüchtung mit der Zuchtnummer 'I178' dürfte anhand der Anthocyan-Profile der Rebsorte 'Blauer Burgunder' ähnlicher sein als die Rebsorte 'Pinot Nova'.

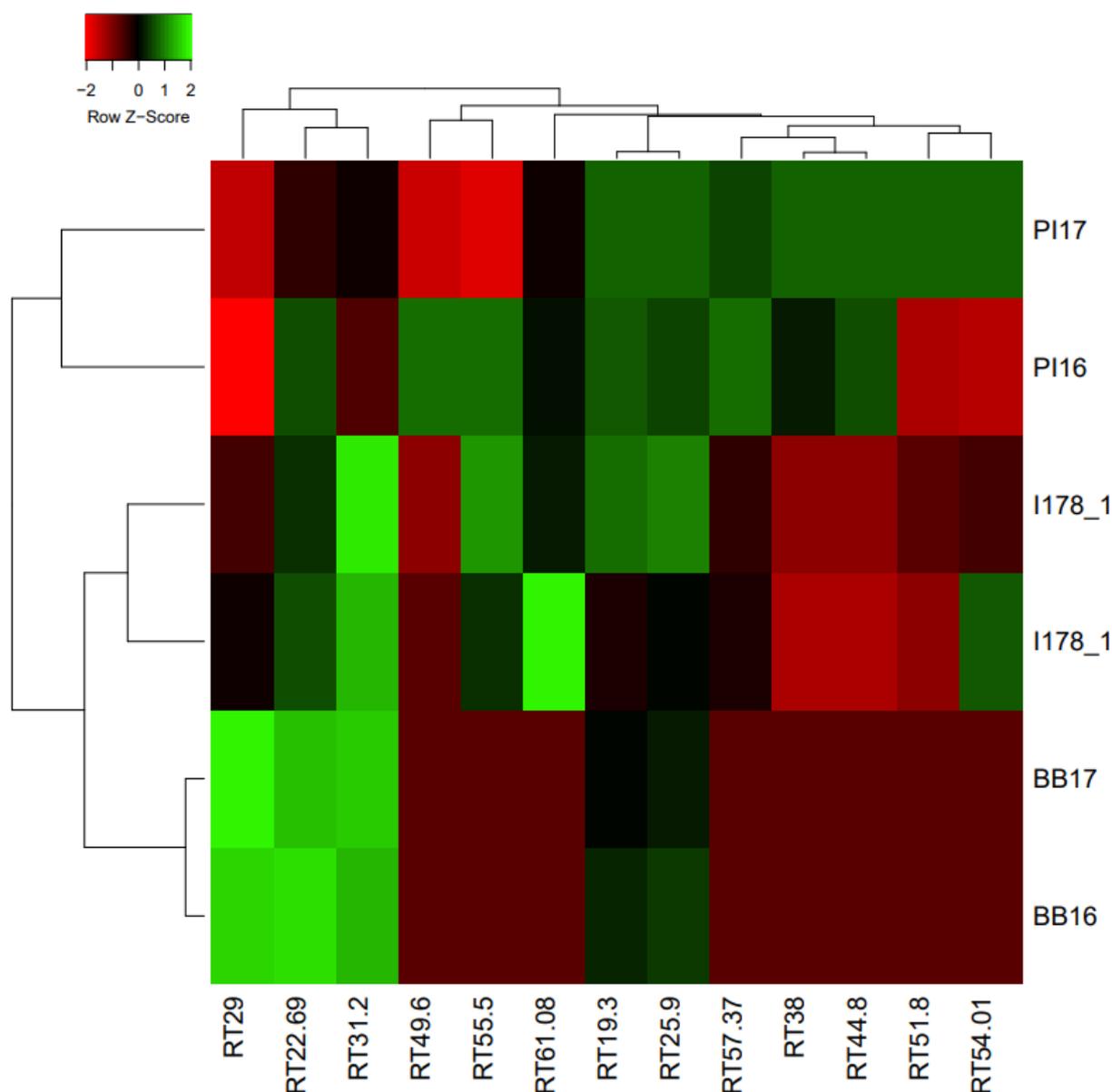


Abb. 1: Heatmap der Anthocyan-Profile Trennung anhand der Peakfläche (ber. a. Malvidin-3-glucosid) und der Retentionszeit (RT in min): PI = 'Pinot Nova'; BB= 'Blauer Burgunder'; I178 = Kreuzung mit der Zuchtnummer 'I178'

### Schlussfolgerungen

Das Ziel der Arbeit war der Vergleich der Phenole unterschiedlicher Sorten, wobei etablierte *Vitis vinifera*-Sorten pilzwiderstandsfähigen Sorten gegenübergestellt wurden. Es wurde sowohl die Zusammensetzung als auch die Summe der analysierten Phenole verglichen. Sortenspezifische Unterschiede konnten sowohl in der Schale als auch in der Pulpe nur teilweise festgestellt werden. Die Konzentrationen an einzelnen Phenolen in der Schale und der Pulpe zeigten bei einigen Substanzen signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Zu dem Ziel des Vergleichs von pilzwiderstandsfähigen Rebsorten mit herkömmlichen Sorten ist zu

sagen, dass anhand der vorliegenden Untersuchungen keine klare Trennung zwischen Standardrebsorte und Hybridsorte anhand der analysierten Stoffe möglich war. Bei den Weißweinsorten konnte in der gegenständlichen Untersuchung weder anhand der phenolischen Einzelsubstanzen noch anhand der Gesamtgehalte zwischen den beiden Sortengruppen unterschieden werden. Bei den Rotweinsorten sind einzelne Phenole und der Gehalt der summierten Einzelphenole bei 'Blauer Burgunder' niedriger als bei den beiden Hybridsorten. Inwieweit diese Unterschiede einen önologischen und in weiterer Folge sensorischen Effekt auf die Weine haben, ist aus

den Daten nicht ableitbar. Anhand der Anthocyanprofile lässt sich eine Authentifizierung nach Rebsorte unabhängig vom Jahrgang erkennen, allerdings ist eine Unterscheidung von PIWI- und herkömmlichen Rebsorten nicht möglich. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass aufgrund der vorliegenden ersten Daten eine Authentizitätsüberprüfung der einzelnen Sorten anhand der Zusammensetzung möglich scheint, allerdings keine Trennung zwischen PIWI- und herkömmlichen Rebsorten.

## Literatur

**Allegro, G., Pastore, C., Valentini, G., Filippetti, I.** 2021: The Evolution of Phenolic Compounds in *Vitis vinifera* L. Red Berries during Ripening: Analysis and Role on Wine Sensory—A Review. *Agronomy*, 11, 999.

<https://doi.org/10.3390/agronomy11050999>

**Babicki, S., Arndt, D., Marcu, A., Liang, Y., Grant, J. R., Maciejewski, A., Wishart, D. S.** 2016: Heatmapper: web-enabled heat mapping for all. *Nucleic acids research*, 44(W1): W147-W153.

**Bennet, R., Wallsgrove, R.** 1994: Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New Phytology* 127: 617-633.

**Berghold, S., Wendelin S., Eder, R.** 2018: Vergleich zweier Probenvorbereitungsmethoden für die Analyse von Traubenphenolen mittels HPLC. *Mitteilungen Klosterneuburg* 68: 241-249.

**Degenhardt, A., Hofmann, S., Knapp, H., Winterhalter, P.** 2000: Preparative isolation of Anthocyanins by High-Speed Countercurrent Chromatography and Application of the Color Activity Concept to Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 5812-5818.

**Eder, R., Beyer, B., Patzl-Fischerleitner, Wendelin, S., Hann, S.** 2014. Determination of pyranoanthocyanine and malvidin-3-glucoside content in red wines of different vintages via LC-MS/ESI. *Mitt. Klosterneuburg* 64: 183-192.

**Eder, R., Glatz, Ch., Wendelin, S.** 2016: Ethylgalate – a new positive health related phenol in red wine? 28th Int. Conference on

Diese Fragen sollten in weiterführenden Untersuchungen überprüft werden.

## Danksagung

Für das zur Verfügung gestellte Traubenmaterial danken wir der Abteilung Rebzüchtung unter der Leitung von HR Dr. Ferdinand Regner.

Polyphenols. ICP 2016 Vienna, 11.-15. July 2016  
Polyphenols Communication: 374-375.

**Eder, R., Wendelin, S., Barna, J.** 1990: Auftrennung der monomeren Anthocyane mittels HPLC. *Mitteilungen Klosterneuburg* 40: 69-75.

**Eder, R., Wendelin, S., Barna, J.** 1994: Klassifizierung von Rotweinsorten mittels Anthocyanalyse. 1. Mitteilung: Anwendung multivariater statistischer Methoden zur Differenzierung von Traubenproben. *Mitteilungen Klosterneuburg* 44: 201-212.

**Gagne, M.-P., Angers, P., Pedneault K.** 2016: Phenolic Compounds Profile of Berries and Wines from five Fungus-Resistant Grape Varieties. *Ann Food Process Preserv* 1 (1): 1003.

**Hammer, S., Winterhalter, P., Zänglein M.** 2020: Modellversuche zur Ermittlung des Einflusses einzelner Traubenbestandteile auf den Polyphenoleintrag in maischevergorenen Weißweinen. *Mitteilungen Klosterneuburg* 70: 129-147.

**Huber, E., Wendelin, S., Kobler, A., Berghofer, E., Eder, R.** 2005: Einsatz eines optischen Sensors bei der Traubenannahme zur Ermittlung der phenolischen Qualität von Rotweintrauben. *Mitteilungen Klosterneuburg* 55: 201- 210.

**Jaitz, L., Siegl, K., Eder, R., Rak, G., Abranko, L., Koellensberger, G., Hann, S.** 2010: LC-MS/MS analysis of phenols for classification of red wine according to geographic origin, grape variety and vintage. *Food Chemistry* 122: 366-372.

**Koyama, K., Goto-Yamamoto, N.** 2008: Bunch Shading During Different Developmental Stages Affects the Phenolic Biosynthesis on Berry Skins

of 'Cabernet Sauvignon' Grapes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 133 (6): 743-753.

**Ky, I., Lorrain, B., Kolbas, N., Crozier, A., Teissedre P.-L.** 2014: Wine by-Products: Phenolic Characterization and Antioxidant Activity Evaluation of Grapes and Grape Pomaces from Six Different French Grape Varieties. *Molecules* (19): 482-506 doi:10.3390/molecules19010482.

**Manns, D. C., Coquard Lerner, C. T. M., Mansfield, A.K.** 2013: Impact of Processing parameters on the Phenolic profile of Wines produces from Hybrid Red Grapes Meréchal Foch, Corot noir, and Marquette. *Journal of Food Science* 78 (5): C696-C702.

**Merkytė, V., Longo, E., Windisch, G., Boselli, E.** 2020: Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity. *Foods* 2020, 9: 1785. <https://doi.org/10.3390/foods9121785>

**Obreque-Slier, E., Pena-Neira, A., Lopez-Solis, R., Zamora-Marin, F., Ricardo-Da Silva J., Laureano O.** 2010: Comparative Study of the Phenolic Composition of Seeds and Skins from Carmenere and Cabernet Sauvignon Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) during Ripening. *J. Agric. Food Chem.* (58): 3591-3599.

**Pajovic Scepanovic, R., Wendelin, S., Forneck, A., Eder, R.** 2019. Suitability of flavan-3-ol analysis to differentiate grapes from Vranac, Kratosija and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Montenegro. *Australian J. Grapes & Wine Research* 25: 376-383.

**Pedneault, K., Provost, C.** 2016: Fungus resistant grape varieties as a suitable alternative for organic wine production: Benefits, limits, and challenges, *Scientia Horticulturae*, 208: 57-77.

**Pereira, D.M., Valentão, P., Pereira, J., Andrade, P.B.** 2009: Phenolics: From chemistry to biology. *Molecules* 2009, 14: 2202-2211; doi:10.3390/molecules14062202.

**Prasnikar, N., Hann, S., Eder R.** 2014: Orange-Weine – Erfassung der chemisch-Physikalischen Zusammensetzung. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 110: 383-390.

**Regner, F., Trimmel, N., Eisenheld, C., Hack, R., Rockenbauer, A., Philipp, C., Nauer, S., Ferschl,**

**E., Eitler, C.** 2020: Charakterisierung der neuen Rebsorte 'Donauveltliner' ('KLBG. 1979'). *Mitteilungen Klosterneuburg* 70: 44-61.

**Rice, S., Koziel, J. A., Dharmadhikari, M., Fennell, A.** 2017: Evaluation of tannins and anthocyanins in marquette, frontenac, and St. croix cold-hardy grape cultivars. *Fermentation*, 3(3): 47.

**Ristic, R., Downey, M. O., Iland, P. G., Bindon, K., Francis, I. L., Herderich, M., Robinson, S. P.** 2007: Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties. *Australian Journal of Grape and Wine Research* vol 13 (2): 53-65.

**Sandhu, A., Gu, L.** 2010: Antioxidant Capacity, Phenolic content, and Profiling of Phenolic Compounds in the Seeds, Skin, and Pulp of *Vitis rotundifolia* (Muscadine Grapes) As Determined by HPLC-DAD-ESI-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* vol. 58 (8): 4681-4692.

**Spayd, S.E., Tarara, J.M., Mee, D.L., Ferguson, J.C.** 2002: Separation on Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53: 171-182.

**Urcan, D.E., Lung, M.-L., Giacosa, S., Torchio, F., Ferrandino, A., Vincenzi, S., Segade, S., Pop, N., Rolle, L.** 2016: Phenolic Substances, Flavor Compounds, and Textural Properties of Three Native Romanian Wine Grape Varieties. *International Journal of Foods Properties*, 19 (1): 76-98, doi: 10.1080/10942912.2015.1019626.

**Zöchling, A., Reiter, E., Eder, R., Wendelin, S., Liebner, F., Jungbauer, A.** 2009: The flavonoid kaempferol is responsible for the majority of estrogenic activity in red wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 60: 223-232.

Eingelangt am 7. Oktober 2020