

Anthocyane, Gesamtphenole und antioxidative Kapazität in kommerziellen roten Traubensäften, schwarzen Johannisbeer- und Sauerkirschnektaren

| Anthocyane | Flavonoide | Fruchtsäfte | Gesamtphenole | Nektare |

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, wie Polyphenole, besitzen nachweislich präventive Effekte in Bezug auf die Entstehung vieler chronischer Krankheiten. Sie spielen in der Ernährung des Menschen eine wichtige Rolle, da sie Bestandteil fast aller pflanzlicher Lebensmittel des täglichen Verzehrs sind, wie Obst, Gemüse, Cerealien, Kaffee, Tee oder Wein [1]. Ein wichtiger Vertreter aus der Familie der Flavonoide ist die Gruppe der Anthocyane, denen einige gesundheitsfördernde Eigenschaften nachgewiesen wurden. Diese roten oder blauen Farbstoffe sind hauptsächlich in Beerenobst und den daraus hergestellten roten Fruchtsäften zu finden [2].

Allerdings ist die Aufnahme der Anthocyane in der deutschen Bevölkerung sehr gering. Es wird geschätzt, dass die durchschnittliche tägliche Aufnahme an Anthocyanen nur etwa 2,7 mg pro Person beträgt. In den USA wurde hingegen eine tägliche Aufnahme von etwa 180-200 mg pro Person ermittelt [3,4]. Neben der ohnehin schon geringen Aufnahmemenge wird vermutet, dass die Bioverfügbarkeit von Anthocyanen beim Menschen sehr gering ist, sodass ein Interesse besteht, die Konzentration dieser wertvollen Inhaltsstoffe in Lebensmitteln schon während der Herstellung zu erhöhen [5].

Kommerziell erhältliche Säfte und Nektare, wie z. B. Traubensaft, Johannisbeer- oder Sauerkirschnektar haben oft schon einen langen Transport und eine gewisse Lagerzeit hinter sich gebracht, bis sie den Endverbraucher erreichen. Die Folge dieser Lagerung ist eine niedrige Konzentration an monomeren Anthocyanen. Über die Konzentration an Anthocyanen und Polyphenolen in kommerziell erhältlichen Säften und Nektaren gibt es allerdings nur wenige Informationen. Dieser Artikel befasst sich deswegen mit Gehalten an Anthocyanen und Gesamtphenolen sowie der antioxidativen Kapazität von roten Traubensäften, Johannisbeer- und Sauerkirschnektaren aus dem deutschen Einzelhandel.

MATERIAL UND METHODEN

Im März 2011 wurden an der Forschungsanstalt Geisenheim im Fachgebiet Weinanalytik und Getränkeforschung 25 kommerziell erhältliche rote Traubensäfte, 17 schwarze Johannisbeernektare und 18 Sauerkirschnektare analysiert. Es wurden Anthocyanengehalt (Summe HPLC), Gesamtphenolgehalt (Folin-Ciocalteu), antioxidative Kapazität (TEAC) und °Brix bestimmt. Die angewendeten Methoden sind bei Will et al. und Bonerz et al. ausführlich beschrieben [6,7].

ERGEBNISSE

Die Gehalte an löslichen Feststoffen im Traubensaft reichten von 16,4 bis 18,7 °Brix, im Johannisbeernektar von 13,2 bis 16,6 °Brix und im Sauerkirschnektar von 12,4 bis 16,9 °Brix. Die mittleren Brix-Werte waren im Traubensaft mit 17,1 °Brix \pm 0,6 SD am höchsten verglichen mit den Johannisbeer- und Sauerkirschprodukten mit 14,4 \pm 1,1 SD und 14,8 \pm 1 SD (Tab. 1).

Tab. 1: Brix-Werte von 25 roten Traubensäften, 17 schwarzen Johannisbeer- und 18 Sauerkirschnektaren

°Brix	Traubensaft	Schwarzer Johannisbeernektar	Sauerkirschnektar
n	25	17	18
Median	17,0	14,0	14,9
Mittelwert	17,1	14,4	14,8
Standardabweichung	0,6	1,1	1,0
Min	16,4	13,2	12,4
Max	18,7	16,6	16,9

ROTE TRAUBENSÄFTE

In Traubensaft sind hauptsächlich 3-O-Monoglucoside der Anthocyane Malvidin, Peonidin, Cyanidin, Petunidin und Delphinidin zu finden (Abb. 1). Pelargonidin-Glucoside sind in Trauben bisher nicht dokumentiert. Das Anthocyanprofil in 24 der 25 Traubensäfte war annähernd identisch. Das Hauptanthocyan ist das Malvidin-3-glucosid.

In 24 der analysierten Traubensäfte wurden zudem acylierte Anthocyane detektiert (Delphinidin-3-(6"-O-acetyl)glucosid, Petunidin-3-(6"-O-acetyl)glucosid, Malvidin-3-(6"-O-acetyl)glucosid. In einem der Säfte (Nr. 6) wurden diese acylierten Verbindungen nicht gefunden. Stattdessen konnten folgende Diglucoside nachgewiesen werden: Petunidin-3,5-diglucosid, Peonidin-3,5-diglucosid und Malvidin-3,5-diglucosid, was auf die Sorte der Trauben zurückzuführen ist, aus denen der Saft hergestellt wurde [8] (Abb. 2, Nr. 6 ohne Daten). Die mittlere Anthocyankonzentration in den Traubensäften betrug 35,4 mg/L (\pm 35 mg/L SD), wobei die höchste Konzentration in der Probe Nr. 6 gefunden wurde (197,5 mg/L). Die Anthocyanengehalte in den Traubensäften als Summe HPLC wurden berechnet als Malvidin-3-glucosid.

Die Gehalte an Gesamtphenolen (Folin) reichten von 566 mg/L bis 2593 mg/L (Mittelwert 1060 \pm 378 SD) und die TEAC-Werte von 4,8

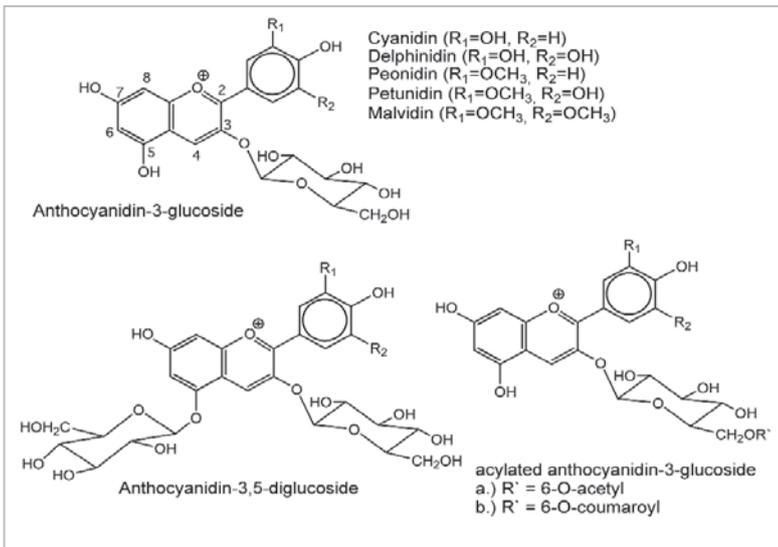


Abb. 1: Chemische Strukturen der Hauptanthocyane in roten Trauben

Tab. 2: Anthocyankonzentrationen, Gesamtphenolgehalte und TEAC-Werte von 25 roten Traubensäften

	Anthocyane [mg/L]	Gesamtphenole [mg/L]	TEAC [mmol Trolox/L]
Median	26,3	978	8,4
Mittelwert	35,4	1060	9,8
Standardabweichung	35	378	4
Min	14,1	566	4,8
Max	197,5	2593	26,0

Tab. 3: Anthocyankonzentrationen, Gesamtphenolgehalte und TEAC-Werte von 17 schwarzen Johannisbeernektaren

	Anthocyane [mg/L]	Gesamtphenole [mg/L]	TEAC [mmol Trolox/L]
Median	97	1588	16,8
Mittelwert	120	1568	17,2
Standardabweichung	97	316	3,2
Min	31	1053	11,8
Max	450	2313	23,7

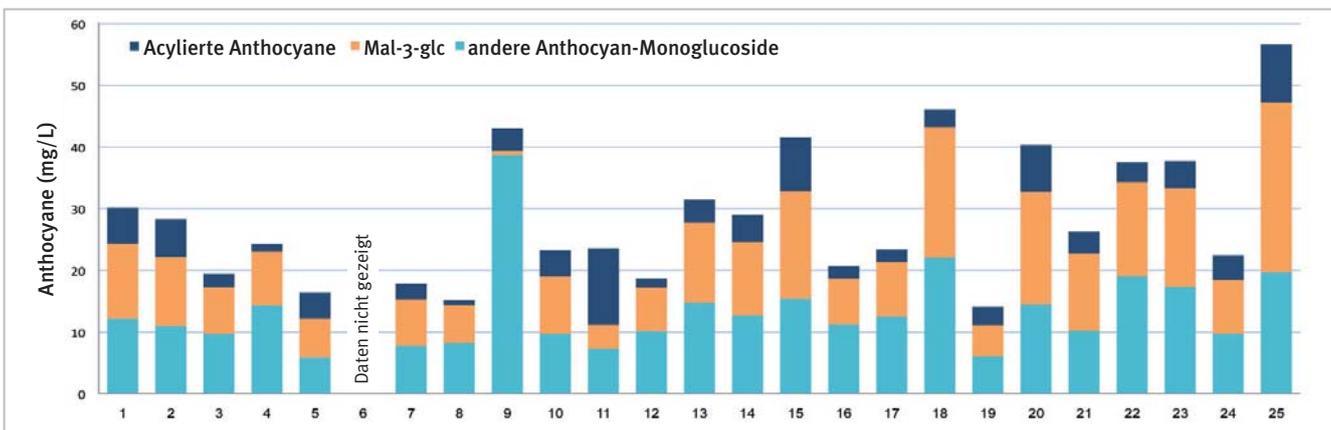


Abb. 2: Anthocyanprofil und -gehalt [mg/L als Malvidin-3-glucosid] von verschiedenen roten Traubensäften (n=25); acylierte Anthocyane = Delphinidin-3-(6"-O-acetyl)glucosid, Petunidin-3-(6"-O-acetyl)glucosid, Malvidin-3-(6"-O-acetyl)glucosid, andere Anthocyan-Monoglucoside = Delphinidin-3-glucosid, Cyanidin-3-glucosid, Peonidin-3-glucosid, Petunidin-3-glucosid

bis 26 mmol Trolox/L (Mittelwert 9,8 ± 4 SD). Traubensaft Nr. 6 hatte ebenfalls die höchsten Gesamtphenolgehalte und TEAC-Werte.

SCHWARZE JOHANNISBEERNEKTARE

Schwarze Johannisbeeren besitzen vier Hauptanthocyane: Delphinidin-3-rutinosid, Cyanidin-3-rutinosid, Delphinidin-3-glucosid, und Cyanidin-3-glucosid in einem Verhältnis von etwa 50:30:10:1 (Abb. 3). Acylierte Anthocyane sind als Minorkomponenten ebenfalls detektierbar. Die Konzentrationen an Anthocyanen in diesen 17 Produkten waren vergleichsweise niedrig, was auf die Verdünnung (Nektar) und die Alterung zurückzuführen ist. Es wurden vier verschiedene Anthocyane gefunden (Abb. 4): Delphinidin-3-rutinosid als Hauptanthocyan, Delphinidin-3-glucosid, Cyanidin-3-rutinosid und Petunidin-3-(6"-O-coumaroyl)glucosid [9].

Cyanidin-3-glucosid wurde ebenfalls detektiert, allerdings wurde der spezifische Peak von dem des Hauptanthocyan (Delphinidin-3-rutinosid) überdeckt. Die Anthocyankonzentration lag im Bereich von 31 mg/L (Nr. 31) bis 450 mg/L (Nr. 39) (Mittelwert 120 ± 97 SD). Die Anthocyanengehalte als Summe HPLC in Johannisbeernektaren

wurden berechnet als Cyanidin-3-glucosid. Mittlere Gesamtphenolgehalte lagen bei 1568 mg/L (± 316 SD) und TEAC-Werte bei 17,2 mmol Trolox/L (± 3,2 SD). Der Johannisbeernektar mit den höchsten Gesamtphenolgehalten und TEAC-Werten war die Probe Nr. 39 (2313 mg/L, 23,7 mmol Trolox/L).

SAUERKIRSCHNEKTARE

Die Anthocyane in Sauerkirschen setzten sich hauptsächlich aus Cyanidin-Derivaten zusammen (Abb. 5).

Das Hauptanthocyan in den Sauerkirschnektaren war das Cyanidin-3-(2-glucosyl)rutinosid, gefolgt von Cyanidin-3-rutinosid, Cyanidin-3,5-diglucosid und 5-Carboxypyranocyanidin-3-(2-glucosyl)rutinosid (Abb. 6). Die zuletzt erwähnte Verbindung ist natürlicherweise nicht in Sauerkirschen enthalten, sondern entsteht erst während der Verarbeitung und der Lagerung [7,10].

Die analysierten Sauerkirschnektare hatten eine mittlere Anthocyankonzentration von 52 mg/L (± 35 SD) und schwankten von 12 mg/L (Nr. 55) bis zu 158 mg/L (Nr. 52). Die Anthocyanengehalte als

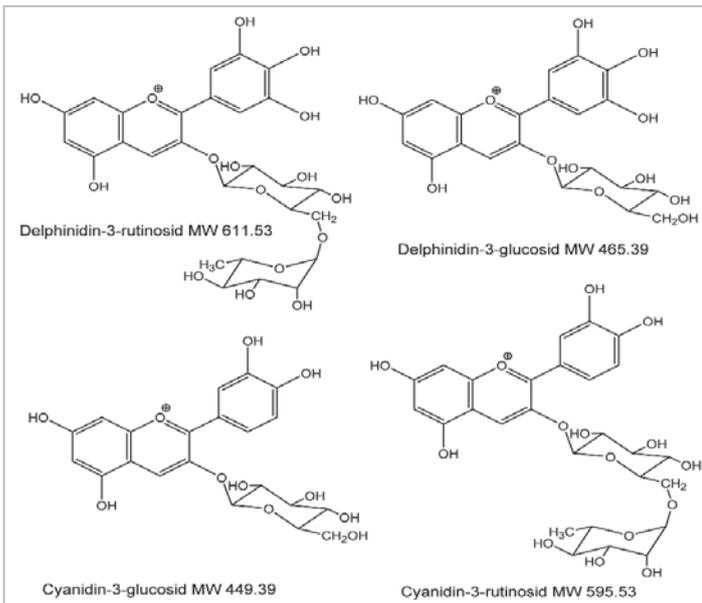


Abb. 3: Chemische Strukturen der Hauptanthocyane in schwarzen Johannisbeeren

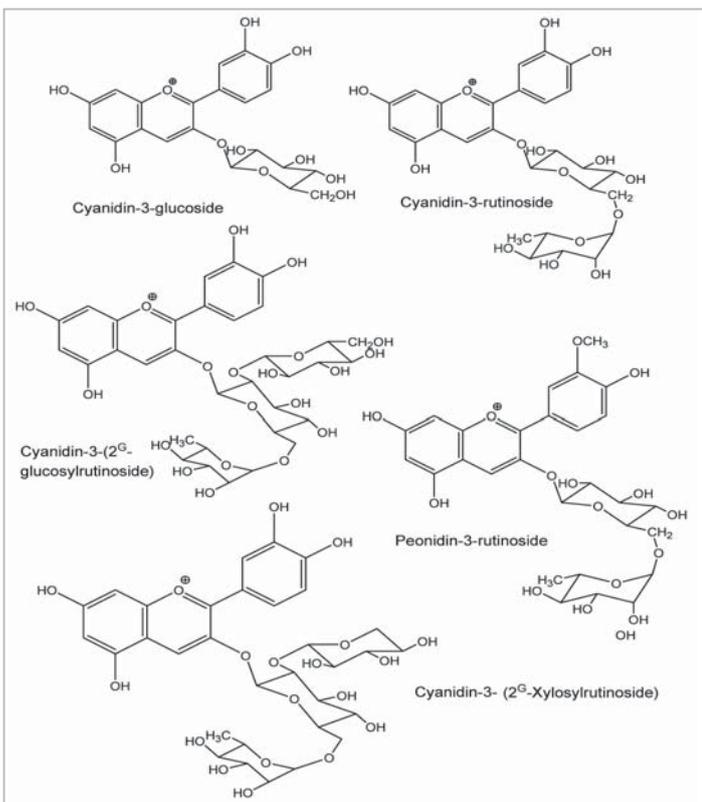


Abb. 5: Chemische Strukturen der Hauptanthocyane in Sauerkirschen

Tab. 4: Anthocyankonzentrationen, Gesamtphenolgehalte und TEAC-Werte von 18 Sauerkirschnektaren

	Anthocyane [mg/L]	Gesamtphenole [mg/L]	TEAC [mmol Trolox/L]
Median	46	1132	10,3
Mittelwert	52	1220	11,2
Standardabweichung	35	333	4,0
Min	12	800	6,3
Max	158	1940	17,3

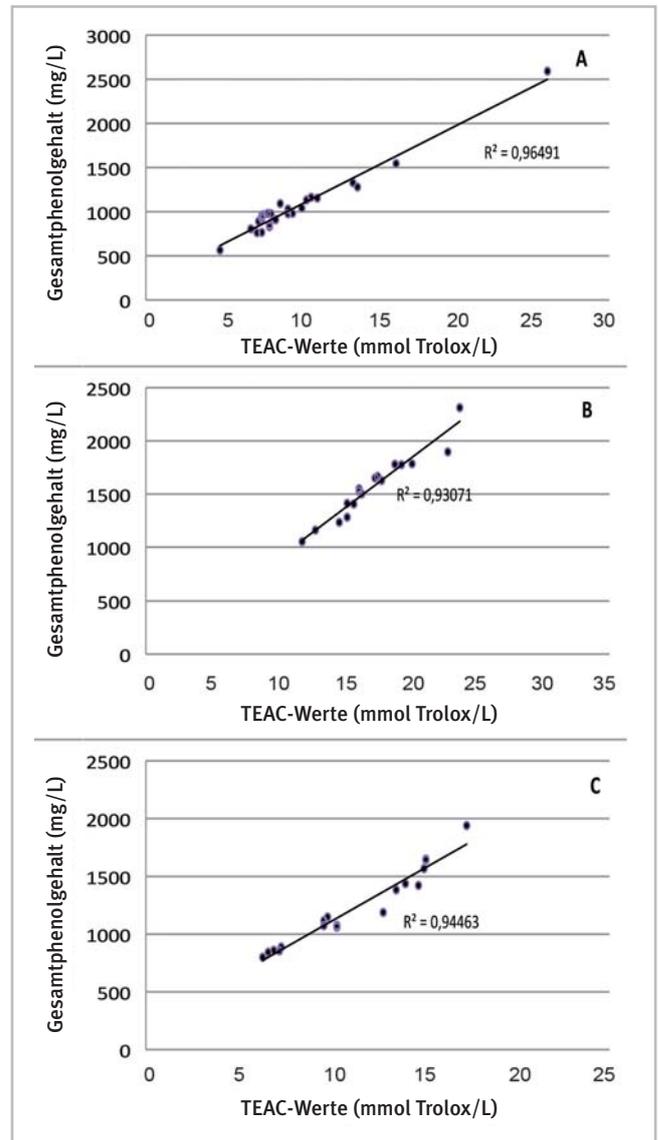


Abb. 7: Korrelation zwischen Gesamtphenolgehalt [mg/L] und TEAC-Werten [mmol Trolox/L] in 25 roten Traubensäften (A), 17 schwarzen Johannisbeemektaren (B) und 18 Sauerkirschnektaren (C)

Summe HPLC in Sauerkirschnektaren wurden berechnet als Cyanidin-3-glucosid (Tab. 4)

Die Konzentration der Gesamtphenole reichte von 800 mg/L bis 1940 mg/L (Mittelwert 1220 ± 333 SD). Die mittleren TEAC-Werte lagen bei den Sauerkirschnektaren bei 11,2 mmol Trolox/L (± 4 SD) und bewegten sich im Bereich von 6,3 bis 17,3 mmol Trolox/L.

DISKUSSION

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anthocyanprofile der Säfte und Nektare eindeutig den verschiedenen Fruchtsorten zuzuordnen sind. Dies ist auf genetische Faktoren zurückzuführen und ermöglicht zudem den Nachweis von unerwünschten Verschnitten. In allen drei Gruppen der analysierten Säfte und Nektare war die Schwankungsbreite der Anthocyan- und Gesamtphenolgehalte innerhalb der Proben sehr hoch. Die Korrelation zwischen Gesamtphenolgehalt und TEAC-Werten war in den drei Gruppen jedoch eindeutig (Abb. 7). Dieser Zusammenhang wurde bereits in zahlreichen Studien beschrieben.

Der Gehalt an Antioxidantien, wie Anthocyanen und andere Polyphenole in Fruchtsäften wird hauptsächlich von vier wichtigen Faktoren beeinflusst:

- Auswahl der geeigneten Sorte
- Verarbeitung
- Fruchtgehalt im Nektar
- Lagerbedingungen und Alterung

Um einen anthocyanreichen Saft zu produzieren ist es zunächst wichtig, eine geeignete Sorte auszuwählen. Anhand der analysierten Produkte sticht Probe Nr. 6 besonders hervor, denn dieser Saft wurde aus einer anderen Traubensorte hergestellt. Dies lässt sich mit Hilfe des Anthocyanprofils eindeutig nachweisen (3,5-Diglucoside). Dieser Zusammenhang besteht nicht nur bei Trauben, sondern auch bei Johannisbeeren und Sauerkirschen. Dietrich et al. gibt einen mittleren Anthocyanengehalt von 2599 mg/l und eine Gesamtphenolkonzentration von 6082 mg/L in verschiedenen Johannisbeersäften an (100 % Fruchtsaft, 16 °Brix) [13]. Bonerz et al. detektierte eine Anthocyankonzentration von 569-858 mg/L und einen Gesamtphenolgehalt von 2704-4998 mg/L in Säften verschiedener Sauerkirschsorten (15,3 °Brix) [7]. Der Vergleich mit diesen Werten zeigt, dass die Gehalte in den vorliegenden Proben aus dem Handel sehr niedrig waren.

Oh et al. analysierte verschiedene Säfte aus koreanischen Traubensorten und fand Anthocyankonzentrationen von 184-1044 mg/L [18]. Mullen et al. gab eine Anthocyankonzentration von 13-133 mg/L in kommerziellen roten Traubensäften aus Großbritannien an [11]. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit den Daten der vorliegenden Arbeit.

Neue Traubensorten, wie Accent und Dakapo sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen, denn sie weisen eine Anthocyankonzentration von meist > 1000 mg/L auf. Abbildung 8 zeigt die Unterschiede zwischen den kommerziell erhältlichen Säften und Säften der Sorten Accent und Dakapo aus den Jahren 2009, 2010 und 2011 (mittlere Gehalte, n=3). Des Weiteren ist der Anthocyanengehalt von 20 kommerziell erhältlichen Traubensäften aus dem Jahr 2010 dargestellt, welcher im Vergleich zu 2011 geringer war (Summe HPLC 15 mg/L ± 9 SD). Bei der Herstellung dieser Traubensäfte scheint es übliche Praxis zu sein, roten und weißen Traubensaft zu verschneiden, wodurch der Anthocyanengehalt erheblich absinkt. Pour-Nikfardjam et al. [12] konnte zeigen, dass

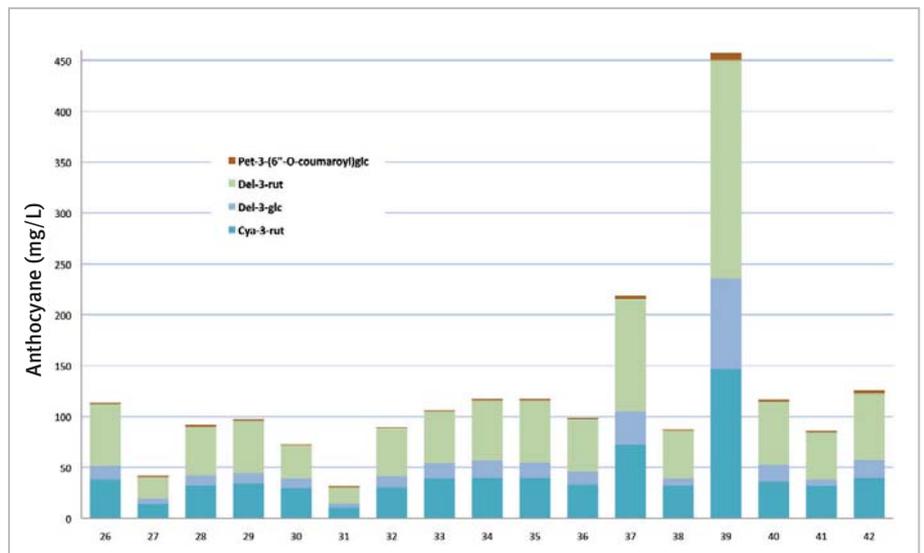


Abb. 4: Anthocyanprofil und -gehalt [mg/L als Cyanidin-3-glucosid] von verschiedenen schwarzen Johannisbeernektaren (n=17); Pet-3-rut = Petunidin-3-(6''-O-coumaroyl)glucosid, Del-3-rut = Delphinidin-3-rutinosid, Del-3-glc = Delphinidin-3-glucosid, Cya-3-rut = Cyanidin-3-rutinosid

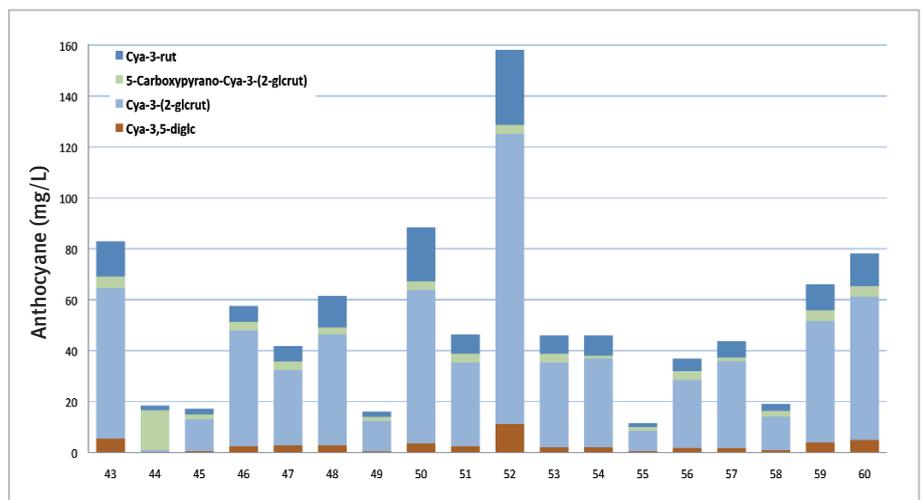


Abb. 6: Anthocyanprofil und -gehalt [mg/L als Cyanidin-3-glucosid] von verschiedenen Sauerkirschnektaren (n=18); Cya-3-rut = Cyanidin-3-rutinosid, Cya-3,5-diglc = Cyanidin-3,5-diglucosid, Cya-3-(2-glc) = Cyanidin-3(2-glucosylrutinosid), 5-Carboxypyran-Cyanidin-3-(2-glucosylrutinosid)

mittels Verhältnis von Anthocyanen und farblosen Phenolen (Phenolensäuren, Flavonoiden) eine Unterscheidung möglich ist, ob es sich um 100 % rote Sorten handelt oder um Verschnitte von roten und weißen Trauben.

Die Verarbeitungsmethoden zur Herstellung der Säfte haben ebenfalls einen enormen Einfluss auf den Gehalt an Anthocyanen und anderen Antioxidantien. Beispielsweise spielt die Art der Klärung eine große Rolle, denn die phenolischen Verbindungen sind meist an Trübungspartikel gebunden, die durch diesen Schritt entfernt werden [13]. Da Anthocyanen nicht thermostabil sind, hat die Pasteurisierung der Säfte einen Einfluss, insbesondere die Zeit, die vergeht, bis die Säfte nach einer Pasteurisierung bei 85 °C wieder Raumtemperatur erreichen. Kechinski et al. zeigte, dass der Abbau der Anthocyanen einer Kinetik 1. Ordnung folgt, was bedeutet, dass je höher die Temperaturen sind, desto niedriger ist die Stabilität der Anthocyanen [14].

Die Lagerbedingung von Fruchtsäften spielt außerdem eine bedeutende Rolle. Studien haben gezeigt, dass nur etwa 50 % der Anthocyanen im Saft nach einer Lagerung von sechs Monaten bei 20 °C erhalten bleiben [15]. Dieser Zusammenhang gilt nicht nur für Traubensäfte, sondern kann auch auf Johannisbeer- [16] und Sauerkirschprodukte

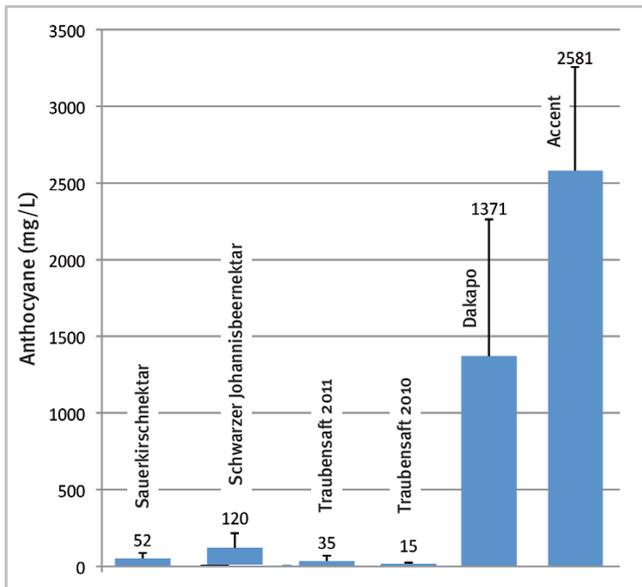


Abb. 8: Mittlerer Anthocyangehalt [mg/L] in Sauerkirschnektaren (n=18), Johannisbeernektaren (n=17), Traubensäften aus 2011 (n=25), Traubensäften aus 2010 (n=20) und in Säften aus den Traubensorten Dakapo und Accent aus den Jahren 2009, 2010 und 2011 (beide Sorten n=3)



[17] angewendet werden. Lagerungstemperaturen von weniger als 4 °C scheinen die optimale Bedingung für den maximalen Erhalt von Antioxidantien über einen längeren Zeitraum zu schaffen.

FAZIT

Im Vergleich zu vorangegangenen Studien und den Daten aus der Literatur, kann gesagt werden, dass der Gehalt an Anthocyanen in kommerziell erhältlichen Säften und Nektaren sehr gering ist. Bei der Recherche zeigte sich aber auch, dass es wenig Daten zu dieser Art von Säften gibt, da Anthocyanforschung z. B. im Bereich von Humanstudien oder Zellkulturstudien oft auf Produkte

fokussiert ist, die besonders hohe Gehalte aufweisen. Wenn man allerdings die niedrige Anthocyan-Bioverfügbarkeit von < 1 % beachtet, scheint es einleuchtend, den Anthocyangehalt in Säften zu maximieren, um überhaupt einen positiven gesundheitliche Nutzen zu erzielen.

Auch wenn es aus ökonomischen Gründen nicht möglich erscheint, Säfte im Handel bei 4 °C zu lagern, ist es durchaus realisierbar, geeignete Sorten auszuwählen und die Herstellungsmethoden zu optimieren.

Besonders im Fall der Traubensäften, sind die Anthocyangehalte überraschend niedrig. Die Gründe dafür sind vermutlich auf den Verschnitt von roten mit weißen Traubensäften, die Auswahl ungeeigneter Sorten und die schnelle Alterung zurückzuführen.

LITERATUR

1. Clifford MN (2000) J Sci Food Agric 80:1063-1072
2. Stintzing FC, Carle R (2004) Trends in Food Science & Technology 15:19-38
3. Wang LS, Stoner GD (2008) Cancer Letters 269:281-290
4. Watzl B, Briviba K, Rechkemmer G (2002) Ernährungs-Umschau 49:148-150
5. Scalbert A, Manach C, Morand C, Rémésy C, Jiménez L (2005) Crit Rev Food Sci and Nutr 45:287-306
6. Will F, Fröhling B, Hofmann D, Rühl E, Dietrich H (2010) Dtsch Lebensm Rundsch 105:695-702
7. Bonerz D, Würth K, Dietrich H, Will F (2007) Eur Food Res Technol 224: 355-364
8. Xianli W, Prior R (2005) J Agric Food Chem 53:2589-2599
9. Gavrilova V, Kajdzanoska M, Gjamovski V, Stefova M (2011) J Agric Food Chem 59:4009-4018
10. Steimer S, Sjöberg P (2011) J Agric Food Chem 59:2988-2996
11. Mullen W, Marks SC, Crozier A (2007) J Agric Food Chem 55:3148-3157
12. Pour Nikfardjam, M (2002) Polyphenole in Weißweinen und Traubensäften. Dissertation
13. Dietrich H (2004) FRUIT PROCESSING 14:50-55
14. Kechinski C, Guimaraes P, Norena C, Tessaro I, Marczak L (2010) J Food Science 75:C173-C176
15. Iversen C (1999) J Food Sci 64:37-41
16. Würth K, Bonerz D, Will F, Patz C, Quast P, Hillebrand S, Winterhalter P, Dietrich H (2009) Dtsch Lebensm Rundsch 105:176-182
17. Will F, Hilsendegen P, Patz C, Dietrich H (2005) J Applied Botany and Food Quality 79:12-16
18. Oh Y, Lee, J, Yoon, S, Oh, C, Choi, D, Choe, E., Jung, M (2008) J Food Science 73:378-388

AUTOREN:

Bettina Fröhling, Dr. Claus-Dieter Patz,
Prof. Dr. Helmut Dietrich, Prof. Dr. Frank Will
Forschungsanstalt Geisenheim
65366 Geisenheim

FLÜSSIGES OBST – Online-Ausgabe

- schnelle Information rund um den Globus
- Links zu Firmen aus allen Bereichen der Fruchtsaft-Industrie
- Online-Bestellungen von Abonnement, Büchern, Rubrikanzeigen
- geschützter Bereich: komplette Print-Ausgabe als PDF-Download
- Online-Abo: EUR 120,- p.a. + MwSt.
- In Kombination mit einem Print-Abo FLÜSSIGES OBST: nur EUR 60,- p.a. + MwSt.

