

Antioxidative Kapazität von Apfelsaft – klare und naturtrübe Apfelsäfte im Vergleich

Antioxidant capacity of apple juice – comparison of plain and naturally cloudy apple juices

D. Majchrzak, G. Binder

Zusammenfassung

Apfelsaft gehört mit einem Verbrauch von ca. 8 L/Kopf und Jahr zu den in Österreich beliebtesten Fruchtsäften und ist dadurch neben Obst und Gemüse eine wichtige Antioxidantien-Quelle in der täglichen Ernährung. In der vorliegenden Arbeit wurden sechs naturtrübe und vier klare im Handel erhältliche Apfelsäfte auf ihren Phenol- und Vitamin C-Gehalt sowie die antioxidative Kapazität und die sensorischen Eigenschaften untersucht.

Der Phenolgehalt (PhG) und die totale antioxidative Kapazität (TAC) wurden photometrisch gemessen (PhG: Folin-Ciocalteu Verfahren; TAC: ABTS-Methode). Vitamin C (TAA = total ascorbic acid) wurde mittels RP-HPLC/UV bestimmt.

Bei allen untersuchten Parametern wurden bei den trüben Apfelsäften höhere Werte im Vergleich zu den klaren beobachtet: PhG: trüber Saft MW=0,6 g/L, klarer Saft MW=0,3 g/L; TAC: trüber Saft MW=5,6 mmol TroloxÄ/L, klarer Saft MW=2,0 mmol TroloxÄ/L; TAA: trüber Saft MW=164 mg/L, klarer Saft MW=49 mg/L.

Die Ergebnisse der naturtrüben Apfelsäfte zeigen, dass es durch die Auswahl polyphenolreicher Apfelsorten und durch schonende Verarbeitung möglich ist, Apfelsäfte mit hohem antioxidativen Potenzial und somit mit höherem gesundheitlichen Nutzen zu produzieren.

Kennwörter:

Apfelsaft (klar/trüb), antioxidative Kapazität, Phenolgehalt, Vitamin C, sensorische Beurteilung

Summary

At the consumption of approximately eight liters/person/year, apple juice is one of Austria's favourite fruit juices, thus constituting an important source of antioxidants in daily nutrition apart from fruit and vegetables. The present study has been designed to compare the total phenolics, the vitamin C contents and the antioxidant capacity of different types of plain and naturally cloudy apple juices. Six selected commercially available cloudy and four plain apple juices were investigated. Additionally the sensory evaluation was done.

The total phenolics (PhC) and the total antioxidant capacity (TAC) were measured photometrically, vitamin C (TAA) contents were established using RP-HPLC/UV method.

An advantageous assessment of the cloudy apple juice in comparison to plain apple juice was observed in all examined parameters: mean PhC: cloudy juice=0.6 g/L, plain juice=0.3 g/L; mean TAC: cloudy juice=5.6 mmol TroloxE/L, plain juice=2.0 mmol TroloxE/L; mean Vitamin C: cloudy juice=164 mg/L, plain juice=4.9 mg/L.

Generally, under the here applied criteria, cloudy apple juice could be considered to be superior to its clear counterpart. The results show that by the choice of polyphenol-rich apple cultivars and minimisation of processing steps during juice production it is possible to produce apple juices with high antioxidant capacity and consequently with high health benefits.

Keywords:

apple juice (plain/cloudy), antioxidant capacity, total phenolics, vitamin C, sensory evaluation

Einführung

Frucht- bzw. Apfelsäfte sind wichtige Komponenten einer gesunden Ernährungsweise. In Österreich beträgt der Pro-Kopf-Verbrauch von Fruchtsäften 25,8 Liter pro Jahr. Mit einem Konsum von 8,4 Litern pro Kopf und Jahr ist der Apfelsaft der zweitbeliebteste Fruchtsaft nach dem Orangensaft [26]. Der Apfel bietet eine ausgewogene Mischung aus Spurenelementen, Vitaminen und sekundären Pflanzenstoffen. Die größte Gruppe innerhalb der sekundären Pflanzenstoffe bilden die Polyphenole, die auf Grund ihres hohen antioxidativen Potenzials und ihrer Radikalfänger-

eigenschaften zunehmend an Bedeutung gewinnen. Der Gehalt an Polyphenolen in Äpfeln ist stark sortenabhängig, korreliert mit dem Ausmaß des bitteren Geschmacks und ist verantwortlich für die antioxidative Kapazität [6, 14, 15, 24]. Ca. 35 % der antioxidativen Kapazität eines Apfels können durch bekannte nachgewiesene Polyphenole erklärt werden [25].

Die antioxidative Kapazität im Apfelsaft setzt sich aber nicht nur aus phenolischen Substanzen, sondern auch aus dem Gehalt an Ascorbinsäure zusammen [27].

Auf Grund der beschriebenen und diskutierten positiven Wirkungen auf die Gesundheit und der Tatsache,

dass schonende Herstellungsverfahren einen Einfluss auf die antioxidative Aktivität der Apfelsäfte haben [16], sollte bei der Herstellung von Fruchtsäften eine möglichst hohe antioxidative Kapazität angestrebt werden. Neben der quantitativen Bestimmung der Gehalte an Vitaminen und Polyphenolen kann die Messung der antioxidativen Kapazität interessante Daten für die Beurteilung des Produktes liefern.

Apfelsaftherstellung

Zur Herstellung von Apfelsaft (Abb. 1) werden die Äpfel nach der Anlieferung zunächst gewaschen und zu Maische gemahlen, welche anschließend gepresst wird. Zum Schutz vor Oxidation und zur Stabilisierung des Trubes wird L-Ascorbinsäure zugesetzt. Der instabile sogenannte „Grobtrub“ wird mittels Separation entfernt. Pektin und gelöste Stärke wirken wie Schutzkolloide und sind in der Lage, Trubpartikel durch Stabilisierung in Lösung zu halten. Sie müssen bei der vollständigen Klärung des Saftes abgebaut werden. Aus diesem Grund wird der hydrolytische Abbau schon in der Maische durch Zusatz pektolytischer und amolytischer Enzympräparate eingeleitet. Dies schafft nicht nur die Voraussetzung für die spätere Klärung des Saftes, sondern führt auch zu einer höheren Ausbeute und Verringerung der Trestermenge [9]. Zur besseren Haltbarkeit und Deaktivierung der im Apfel enthaltenen Enzyme, wird der Saft kurz auf ca. 80 °C erhitzt (Pasteurisation) und anschließend im Tank gelagert.

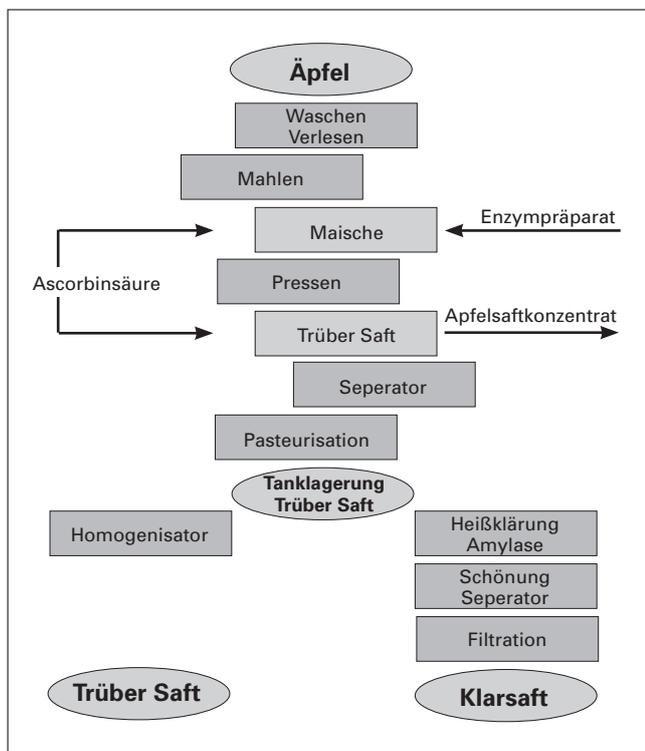


Abb. 1: Apfelsaftherstellung

Trübe Apfelsäfte

Für die Herstellung trüber Säfte wird der gelagerte Saft homogenisiert und dann abgefüllt. Durch die Homogenisierung wird die Partikelgröße auf max. 3 µm reduziert und somit die Voraussetzung für eine kolloidstabile Trübung geschaffen. Größere Teilchen können sich auf Dauer nicht in „Schwebelage“ halten und setzen sich am Boden ab [7].

Klare Apfelsäfte

Die Herstellung eines klaren Apfelsaftes erfordert zusätzliche Verfahrensschritte:

- Heißklärung mit Amylase, um noch vorhandene Stärke abzubauen,
- Schönung mit Gelatine, Bentonit oder Adsorbentharzen, um färbende Substanzen wie Polyphenole zu entfernen [20] oder
- Ultrafiltration zur Abtrennung von suspendierten oder kolloidal gelösten Teilchen, die eine unerwünschte Nachtrübung des klaren Saftes verursachen.

Einfluss der Apfelsaftverarbeitung auf die antioxidative Kapazität

Als wichtigste Einflussfaktoren für eine hohe antioxidative Kapazität im Apfelsaft werden von Rechner [16] die Wahl der Rohware und das Herstellungsverfahren beschrieben. Die Wahl der richtigen, polyphenolreichen Rohware bildet die Grundlage für eine hohe antioxidative Kapazität im späteren Produkt. Die Entsaftung, Maischestandzeit, der Gehalt an produkteigenen Polyphenoloxidasen, Separation, thermische Belastung und Schönung beeinflussen unter anderem die antioxidative Kapazität während der Herstellung.

Unter vier von Sluis et al. [24] untersuchten Apfelsorten wiesen die Jonagold-Äpfel den höchsten Gehalt an Flavonoiden und die höchste antioxidative Kapazität auf.

Apfelsäfte aus Jonagold-Äpfeln, die durch Direktpressung bzw. durch enzymatische Behandlung und Oxidation gewonnen werden, zeigen aber lediglich 10 % bzw. 3 % der antioxidativen Aktivität von frischen Äpfeln, gemessen anhand der Bestimmung der Inhibition der Lipidperoxidation (TBARS Assay). Nach dem Zusatz von Enzymen werden um 31 % weniger Phloridzin, 44 % weniger Chlorogensäure und 58 % weniger Catechine in der Maische aufgefunden, wodurch die niedrigere antioxidative Kapazität erklärt werden könnte [25]. Enzymatische Klärung führt neben der Verringerung des Polyphenolgehaltes auch z. B. zur Hydrolyse von Hydroxyzimtsäure-Verbindungen und zu Veränderungen der Proanthocyanidine [21].

Der Apfelverarbeitungsprozess beeinflusst nicht nur den Gehalt an Polyphenolen, sondern auch die Polyphenolzusammensetzung, so dass der Apfelsaft ein anderes Polyphenolmuster als die Apfelfrucht aufweist. Die höchste Konzentration im Apfelsaft

im Vergleich zu einem frischen Apfel zeigt aufgrund ihrer guten Wasserlöslichkeit die Chlorogensäure. Catechine reagieren sehr empfindlich auf Oxidation und ihre Konzentration nimmt während der Verarbeitung stark ab [16, 25]. Sie liefern jedoch das höchste antioxidative Potenzial im Apfel und Apfelsaft, der durch Direktpressung gewonnen wird. Ihr Beitrag liegt zwischen 25 und 30 % [25].

Bei der Anwendung des ABTS⁺-Radikalkationen-Tests (TEAC Assay) für die Bestimmung des antioxidativen Potenzials wurde durch Separation und Oxidation im Laufe der Herstellung von naturtrüben Apfelsäften ein Verlust von 20 bis 40 % an antioxidativer Kapazität – bezogen auf den frisch gepressten Saft – beobachtet [16]. Trübe und klare Apfelsäfte lassen sich ebenfalls anhand ihrer antioxidativen Kapazität voneinander unterscheiden. Der Mittelwert der klaren Säfte betrug in der Untersuchung von *Garnweidner* et al. 3 mmol/L [5], der der trüben 4 mmol/L. Das um 25 % niedrigere Potenzial der klaren Apfelsäfte kann vermutlich auf die im Trester verbleibenden phenolischen Substanzen zurückgeführt werden. *Sluis* et al. berichteten, dass der Gehalt eines Saftes an phenolischen Antioxidantien neben den Ausgangsgehalten der Früchte auch von sämtlichen Verarbeitungsschritten beeinflusst wird sowie dass die Flavonoide und andere Substanzen, die zur antioxidativen Aktivität der Säfte beitragen, im Trester bleiben und kaum in den Saft extrahiert werden [25].

Dabei muss erwähnt werden, dass sich die gesamte antioxidative Kapazität von Frucht bzw. Saft aus der Summe der antioxidativen Kapazitäten der bestimmten Polyphenole sowie aus dem antioxidativen Potenzial von Vitamin C zusammensetzt [12, 25]. Das bedeutet, dass die Verarbeitungsprozesse nicht nur den Gehalt an phenolischen Substanzen, sondern auch an Vitamin C verringern. Vitamin C reagiert gegenüber Sauerstoff, Licht oder Wärme sehr empfindlich. Direkt beim Auspressen fängt der Saft an, Vitamin C zu verlieren. Gegenüber der Frischfrucht geht ein großer Teil (88 %) bei der Verarbeitung verloren. Daher wird bei der Herstellung von Apfelsäften oft Ascorbinsäure als Antioxidationsmittel zugesetzt. Diese muss mit dem Klassennamen (z. B. Antioxidationsmittel) bzw. der E-Nummer (z. B. E 300) in der Zutatenliste deklariert werden. Sie verbraucht Sauerstoff und reduziert die farbigen Chinone zu farblosen Phenolen, zusätzlich hemmt sie die Polyphenoloxidasen, d. h. sie übt eine stabilisierende Wirkung auf die inhaltliche Zusammensetzung der Lebensmittel aus und wirkt unter anderem Vitaminverlusten und Farbveränderungen entgegen.

Die antioxidative Wirkung von Polyphenolen wurde in zahlreichen Studien belegt. *Bitsch* et al. [1] beobachteten eine signifikante ($p < 0,05$) Steigerung der antioxidativen Kapazität in Humanplasma nach dem

Verzehr von 700 mL Apfelsaft, was auf die enthaltenen phenolischen Verbindungen zurückgeführt werden kann. *Rechner* [16] stellte auch einen direkten Zusammenhang zwischen dem Vitamin C-Gehalt und der antioxidativen Kapazität in den analysierten Fruchtsäften fest. *Miller* und *Rice-Evans* [12] erforschten die Beteiligung von Inhaltsstoffen an der antioxidativen Kapazität (TEAC Assay = Trolox Equivalent Antioxidant Activity) von Orangen-, Johannisbeer- und Apfelsaft. Bei Apfelsaft hatte Vitamin C einen 6%igen Anteil an der gesamten antioxidativen Kapazität, während ca. 80 % den Polyphenolen zugeordnet werden konnten. Die Resultate einer Studie von *Wang* et al. [27], in der zwölf Früchte und fünf handelsübliche Fruchtsäfte auf ihre antioxidative Kapazität (ORAC Assay = Oxygen Radical Absorbance Capacity) untersucht wurden, zeigten, dass der Anteil von Vitamin C unter 30 % lag. Daraus wurde der Schluss gezogen, dass die antioxidative Kapazität zum Großteil auf dem Anteil an Flavonoiden beruhen dürfte. Die Ergebnisse der Untersuchungen von *Rechner* [16] weisen aber darauf hin, dass der Anteil der Ascorbinsäure an der totalen antioxidativen Kapazität (TEAC Assay) bei naturtrüben Apfelsäften bis zu 55 % betragen kann.

Auf Grund der beschriebenen und diskutierten positiven Wirkungen auf die Gesundheit und der Tatsache, dass nicht nur die Apfelsorte, sondern auch die Herstellungsverfahren einen Einfluss auf die antioxidative Aktivität der Apfelsäfte haben, wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit klare und naturtrübe Apfelsäfte hinsichtlich der totalen antioxidativen Kapazität, unter Berücksichtigung des Gesamtphenol- und Vitamin C-Gehaltes analysiert. Weiters fand eine sensorische Beurteilung der untersuchten Apfelsäfte mittels QDA (Quantitative Deskriptive Analyse) statt. Mit Hilfe einer Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit wurde ermittelt, ob klare oder naturtrübe Apfelsäfte von Konsumenten bevorzugt werden.

Methoden und Materialien

Material

Als Untersuchungsmaterial dienten insgesamt zehn Apfelsäfte, davon sechs naturtrübe und vier klare, die im Zeitraum von November 2005 bis Februar 2006 in mehreren Supermarktketten bzw. von einem Biobauern bezogen wurden.

Um einen besseren Vergleich erzielen zu können, wurde jeder Apfelsaft als trübe und klare Variante für die Untersuchung herangezogen. Zwei sortenreine Apfelsäfte konnten nur als naturtrübe Variante bezogen werden. Um jedoch den Einfluss der Apfelsorte auf die untersuchten Parameter zu erkunden, wurden auch diese beiden Säfte in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.

Untersuchte Apfelsäfte

Aus dem Supermarkt bezogen:

Saft A = Apfelsaft klar/naturtrüb

Saft B = Apfelsaft klar/naturtrüb

Saft C = Apfelsaft klar/naturtrüb

Vom Biobauern bezogen:

Saft D = Apfelsaft klar/naturtrüb

Sortenreine Apfelsäfte aus dem Supermarkt:

Saft E = „Jonagold“ Apfelsaft naturtrüb

Saft F = „Cox Orange“ Apfelsaft naturtrüb

Analytische Methoden

Allgemeine Probenaufbereitung

Die Apfelsäfte bedurften keiner speziellen Aufbereitung. Nach dem Einkaufen wurden sie kühl gelagert (+ 4 °C) und vor der Einzelbestimmung lediglich verdünnt und filtriert.

Bestimmung des Gesamtphenolgehalts

Der Gesamtphenolgehalt wurde nach der Methode von *Linskens* und *Jackson* [11] mit Folin-Ciocalteu Reagenz bestimmt.

Prinzip der Methode

Das Verfahren basiert auf der Oxidation phenolischer Hydroxylgruppen durch das Folin-Ciocalteu-Reagenz. Dabei wird das Reagenz selbst reduziert, wobei ein blauer Molybdän-Wolfram-Komplex entsteht. Die Intensität der Farbe ist proportional zur Konzentration der phenolischen Komponenten in der Probe und wird anhand der Absorption bei der Wellenlänge $\lambda = 720$ nm photometrisch gemessen.

Auswertung

Die Berechnung erfolgte anhand einer Eichgerade der Bezugssubstanz (+)-Catechin, die zwischen 40 und 1000 mg Catechin/L linear verläuft ($r=0,998$). Die Ergebnisse wurden in Catechin-Äquivalenten (g/L) angegeben. Der Variationskoeffizient der Methode (VK), die durch zehnmäßige Bestimmung eines Apfelsaftes ermittelt wurde, betrug 1,5 %.

Bestimmung der antioxidativen Kapazität (TAC = total antioxidant capacity)

Die totale antioxidative Kapazität (TAC) wurde nach der Methode von *Rice-Evans* und *Miller* [17] durchgeführt.

Prinzip der Methode

Das Prinzip der Methode beruht auf der relativen Fähigkeit von Antioxidantien, das Radikalkation von 2,2-Azinobis-[3-ethylbenzothiazolin-6-sulphonsäure] (ABTS⁺), welches charakteristische Absorptionsmaxima aufweist, in wässrigen Phasen abzufangen. Das blaugrün gefärbte Radikalkation ABTS⁺ wird durch Reaktion zwischen ABTS, Wasserstoffperoxid

und Metmyoglobin erzeugt und bei der Wellenlänge $\lambda = 734$ nm photometrisch vermessen. Antioxidantien unterdrücken entsprechend ihrer antioxidativen Kapazität die Bildung des Radikals. Das Maß der Hemmung der Bildung des ABTS⁺-Kations durch die Antioxidantien in der Probe wird mit der Hemmung durch die Standard-Substanz 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxysäure (Trolox) verglichen.

Auswertung

Die Konzentration wurde mittels Eichgerade der Bezugssubstanz Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxysäure), die zwischen 0,5 und 2,5 mmol Trolox/L linear verläuft ($r=0,989$), ermittelt. Die Ergebnisse wurden in mmol Trolox-Äquivalente/L (mmol Trolox/Ä/L) angegeben. Der ermittelte Variationskoeffizient der Methode betrug VK=3,8 %.

Vitamin C-Bestimmung

Die Vitamin C-Bestimmung erfolgte nach der von *Stark* [19] modifizierten RP-HPLC/UV-Methode von *Furosawa* [4].

Prinzip der Methode

Zur Bestimmung des Vitamin C-Gehalts in den Apfelsaftproben wurde nach Zusatz eines Reduktionsmittels (TCEP = Tris [2-carboxyethyl] Phosphin Hydrochlorid) der Dehydroascorbinsäure (DHAA)-Anteil zu Ascorbinsäure reduziert und die Gesamtascorbinsäure-Konzentration (TAA) als L-Ascorbinsäure (L-AA) gemessen.

Probenaufbereitung

20–30 mL Apfelsaft wurden in 50 mL Zenrifugen-Röhrchen übergeführt und bei 20 000 Umdrehungen pro Minute (Rotor SS-34, Temperatur 4–6 °C) 5 min zentrifugiert, um Partikel abzutrennen. Die Röhrchen wurden bis zur Analyse mittels HPLC zur Stabilisierung ins Eisbad gestellt.

Bestimmung der Gesamtascorbinsäure (TAA)-Konzentration

Zur Bestimmung der TAA wurde der Apfelsaft-Überstand 1:1 mit destilliertem Wasser (100 μ L:100 μ L) verdünnt und mit 200 μ L TCEP versetzt, um L(+)-Dehydroascorbinsäure (DHAA) zu L(+)-Ascorbinsäure (AA) zu reduzieren. Nach dem Mischen wurde diese Lösung 5 min in der Dunkelkammer bei Raumtemperatur inkubiert, anschließend in Abhängigkeit von der Konzentration mit 400 μ L (VF=8) oder 600 μ L (V=10) mobiler Phase [Acetonitril: 2 % Essigsäure = 20:80 v/v] angesäuert. Gleiche Volumina an Probenlösung bzw. Standardmesslösung (70 μ L) wurden in das HPLC-System (YMC HPLC column, J'sphere®, ODS-H80 250 x 4,6 mm² i. d. particle: S-4 μ m, 8 nm) injiziert und mit Merck Hitachi LaChrom UV Detector L-7400 bei der Wellenlänge 243 nm detektiert.

Auswertung

Zur Auswertung der Chromatogramme wurde eine Ascorbinsäure-Kalibrationskurve mittels linearer Regression erstellt und AA-Konzentrationen über die aufgezeichneten Flächen berechnet. Diese Konzentration wurde mit dem Verdünnungsfaktor (VK) multipliziert und in mg L-AA/L Apfelsaft angegeben. Die AA-Eichgerade wurde im Konzentrationsbereich 0,5 bis 10 mg/100 mL mit acht Standard-Konzentrationen (0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 7; 10 mg/100 mL) angelegt. Microsoft Office Excel 2003 diente zur Auswertung der Peakflächen. Der ermittelte Variationskoeffizient der Methode betrug $VK = 2,3\%$. Die Nachweisgrenze lag bei 0,02 mg/L.

Statistische Auswertung der Daten

Jede Probe wurde einer Zweifachbestimmung unterzogen, aus den beiden Ergebnissen wurden der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung berechnet. Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS/PC. Die Daten waren normal verteilt. Die Signifikanz wurde auf dem Niveau von 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit ($p < 0,05$) definiert. Die Korrelationen wurden mittels Pearson-Correlation ermittelt.

Sensorische Analyse

Im Rahmen der sensorischen Analyse wurden sowohl die objektive als auch die hedonische Prüfung durchgeführt. Die objektive Beurteilung der Apfelsäfte erfolgte anhand der Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA) nach Stone et al. [22], die hedonische (subjektive) Beurteilung, welche die Präferenzen der Konsumenten feststellen sollte, mittels Rangordnungstest nach Beliebtheit [3].

Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)

Die QDA zählt zu den analytischen Prüfungen und ist eine beschreibende, objektive Methode, mit der die Intensität der Produkteigenschaften durch geschulte Personen (deskriptives Panel) beurteilt werden sollte. Im ersten Schritt der QDA (beschreibende, qualitative Beurteilung) wurde eine Liste mit folgenden Attributen erstellt:

- Aussehen: Farbe, Trübheit;
- Geruch: Apfelaroma, fruchtig, säuerlich, süßlich, gärig/mostig;
- Geschmack: apfelartig, fruchtig, süß, sauer, gärig/mostig;
- Mundgefühl: pelzig, erfrischend, adstringierend;
- Nachgeschmack: apfelartig.

In der zweiten Phase der Beurteilung (quantitative Beurteilung) wurde die Intensität einzelner Attribute mit Hilfe einer numerischen Zehn-Punkte-Skala festgelegt.

Prüfer/Zahl der Prüfungen/Probenvorbereitung

Das deskriptive Panel bestand aus zehn geschulten Personen (Frauen im Alter von 23–28 Jahren), die je

Prüftermin (Vormittag und Nachmittag) vier (klare Apfelsäfte) bzw. sechs Proben (trübe Apfelsäfte) beurteilten. Die Prüfung erfolgte in Prüfkabinen, wobei den Prüferinnen ca. 30 mL Saft in farblosen Gläsern gereicht wurde. Die Apfelsäfte wurden mit dreistelligen Zufallszahlen codiert und gekühlt (+10 °C) zur Verkostung gereicht. Während der Verkostung stand den Prüferinnen Wasser zur Geschmacksneutralisation zur Verfügung.

Auswertung

Die Auswertung erfolgte mittels Excel-Programm. Für jedes Attribut, das in seiner Intensität geprüft wurde, wurden Mittelwerte, die aus zwanzig Beurteilungen (zehn Panelisten, zwei Wiederholungen) bestanden, errechnet. Die Produktprofile, die als Zusammenstellung aller untersuchten Eigenschaften zu interpretieren sind, wurden als „Spider-Webs“ grafisch dargestellt.

Rangordnungsprüfung (Präferenzprüfung) nach Beliebtheit

Bei der Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit wurden fünfzig Prüfpersonen (Frauen und Männer im Alter zwischen 23–28 Jahren) gebeten, ihre Präferenzen abzugeben und die klaren bzw. trüben Apfelsäfte nach Beliebtheit zu ordnen.

Auswertung

Bei der Auswertung wurde die Rangsumme der untersuchten Proben durch Addition der Einzelsummen der jeweiligen Rangstellen ermittelt. Die niedrigste Rangsumme kennzeichnete die beste Probe, die höchste die schlechteste. Die berechneten Testgrößen wurden mit entsprechenden tabellarischen Werten für zehn Prüfpersonen und vier (klare Säfte) bzw. sechs (trübe Säfte) Proben [10] verglichen, um festzustellen, ob zwischen den untersuchten Apfelsäften ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich ihrer Beliebtheit besteht.

Ergebnisse

Es wurde eine höhere Bewertung der trüben Apfelsäfte gegenüber den klaren in allen untersuchten Parametern beobachtet: Die Mittelwerte (MW) unterschieden sich signifikant ($p < 0,05$):

	trüber Saft	klarer Saft
TAA	164 mg/L	49 mg/L
PhG	0,6 g/L	0,3 g/L
TAC	5,6 mmol TroloxÄ/L	2,0 mmol TroloxÄ/L

Beim Vergleich der Probenpaare der gleichen Produktmarke (Apfelsaft naturtrüb/ Apfelsaft klar) wurde festgestellt, dass die naturtrüben Säfte im Mittel um mehr als 80 % mehr Vitamin C enthalten als die

Apfelsaft	TAA mg/L	PhG g/L	TAC mmol TroloxÄ/L
Saft B			
trüb	400±0,17	0,92±0,002	6,15±0,009
klar	55±0,09	0,33±0,002	2,16±0,008
Saft C			
trüb	390±0,99	0,54±0,001	5,15±0,002
klar	53±0,01	0,22±0,002	1,05±0,02
Saft A			
trüb	45±0,01	0,32±0,001	2,90±0,017
klar	55±0,07	0,23±0,012	1,65±0,037
Saft D			
trüb	46±0,01	0,78±0,001	8,10±0,001
klar	34±0,01	0,32±0,009	3,25±0,010
sortenreine Apfelsäfte (trüb)			
Saft E = „Cox Orange“	70±0,03	0,64±0,007	5,10±0,011
Saft F = „Jonagold“	30±0,01	0,46±0,02	5,00±0,007

Tab. 1: Vitamin C- (TAA), Phenolgehalt (PhG) und totale antioxidative Kapazität (TAC) in den untersuchten Apfelsäften (MW ± Sd)

klaren, was einerseits auf die Vitamin C-Anreicherung (Saft B und C), andererseits auf die Vitamin C-reiche Apfelsorte („Cox Orange“) und schonende Verarbeitung zurückgeführt werden kann (Tab. 1).

Der Produktvergleich ermöglichte auch die Feststellung, dass die schonenden Herstellungsverfahren der trübten Säfte einen positiven Einfluss auf die Gesamtphenolgehalte und die totale antioxidative Kapazität des Produkts ausüben. In jedem Probenpaar war der Phenolgehalt der trübten Säfte ca. 13 % (Saft A) bis ca. 64 % (Saft B) höher als in den klaren. Die klaren Apfelsäfte zeigten um 43 % (Saft A) bis 80 % (Saft C) niedrigere TAC-Werte als die trübten Säfte (Tab. 1).

Der klare Apfelsaft entsteht durch das Filtern von naturtrübem Apfelsaft und hat dadurch produktionstechnisch einen höheren Aufwand. Trotzdem liegt der Verkaufspreis des naturtrübten Apfelsafts über dem des klaren Apfelsafts.

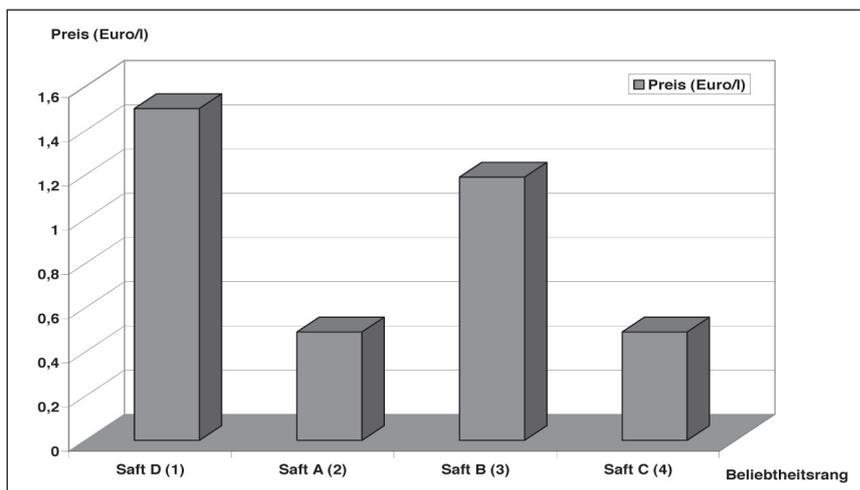
Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde mittels QDA festgestellt, dass die naturtrübten Apfelsäfte einen höheren sensorischen Wert als die klaren aufweisen und von den Konsumenten bevorzugt werden. Die Ergebnisse der hedonischen Rangordnungsprüfung zeigten, dass die beliebtes-

ten Säfte nicht unbedingt die Säfte mit hohem Preis sind (Abb. 3). Somit lässt sich ableiten, dass nicht der Preis (Abb. 2, 3), sondern, wie die Ergebnisse der QDA zeigten (Abb. 4, 5), das Aussehen (Trübheit, die mit Natur assoziiert wird), der fruchtige und apfelartige Geschmack sowie der apfelartige Nachgeschmack eines Apfelsaftes (Eigenschaften, die in den naturtrübten Säften stärker ausgeprägt waren als in den klaren), einen wesentlichen Einfluss auf die Präferenzen ausüben.

Diskussion

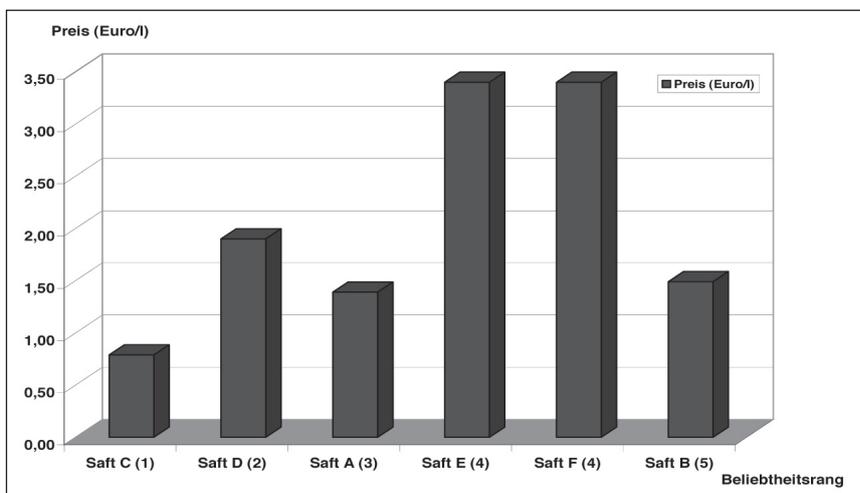
Die Ergebnisse der Gesamtphenolbestimmung in den klaren Apfelsäften der vorliegenden Untersuchung lagen im von zahlreichen Autoren angegebenen Bereich von 0,2 g/L bis 0,54 g/L [5, 8, 16].

Die gemessenen Gesamtphenolgehalte der untersuchten naturtrübten Apfelsäfte zeigten bei bestimmten Marken (z. B. Apfelsaft B) deutlich höhere Werte



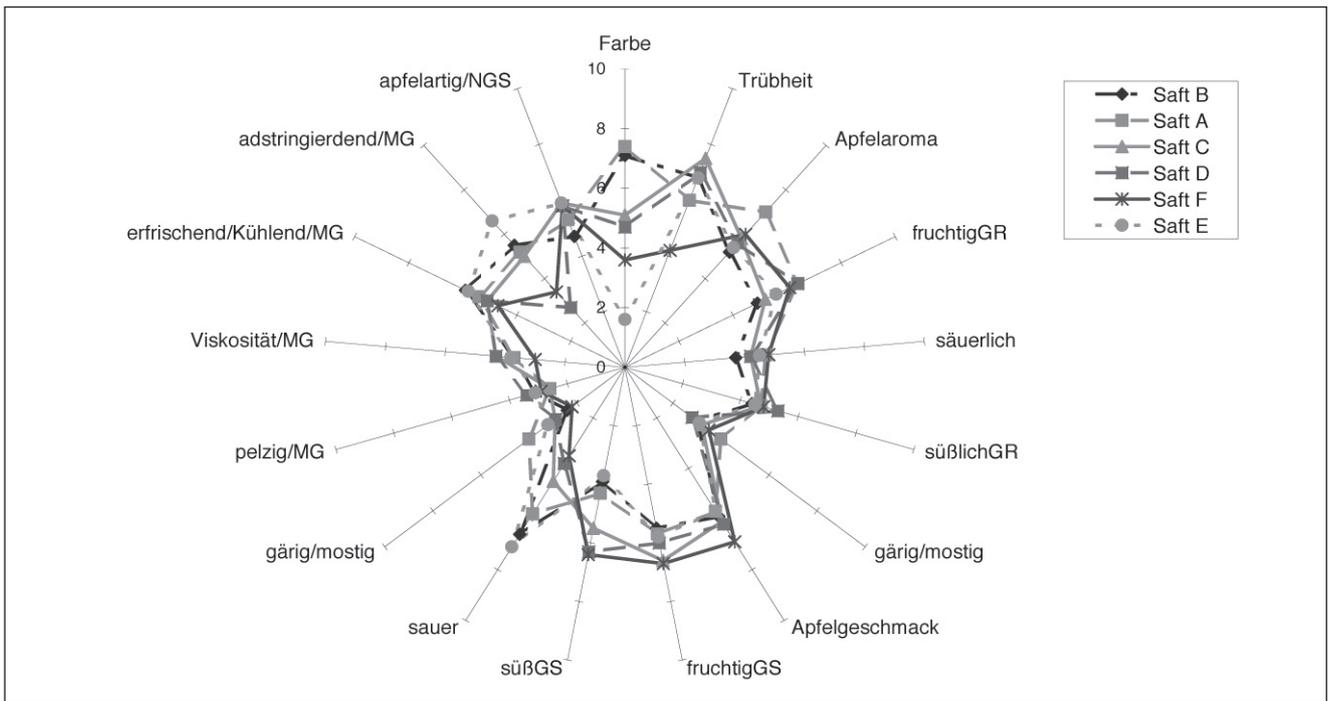
(1); (2); (3); (4) = der Beliebtheitsrang

Abb. 2: Der Beliebtheitsrang der klaren Apfelsäfte



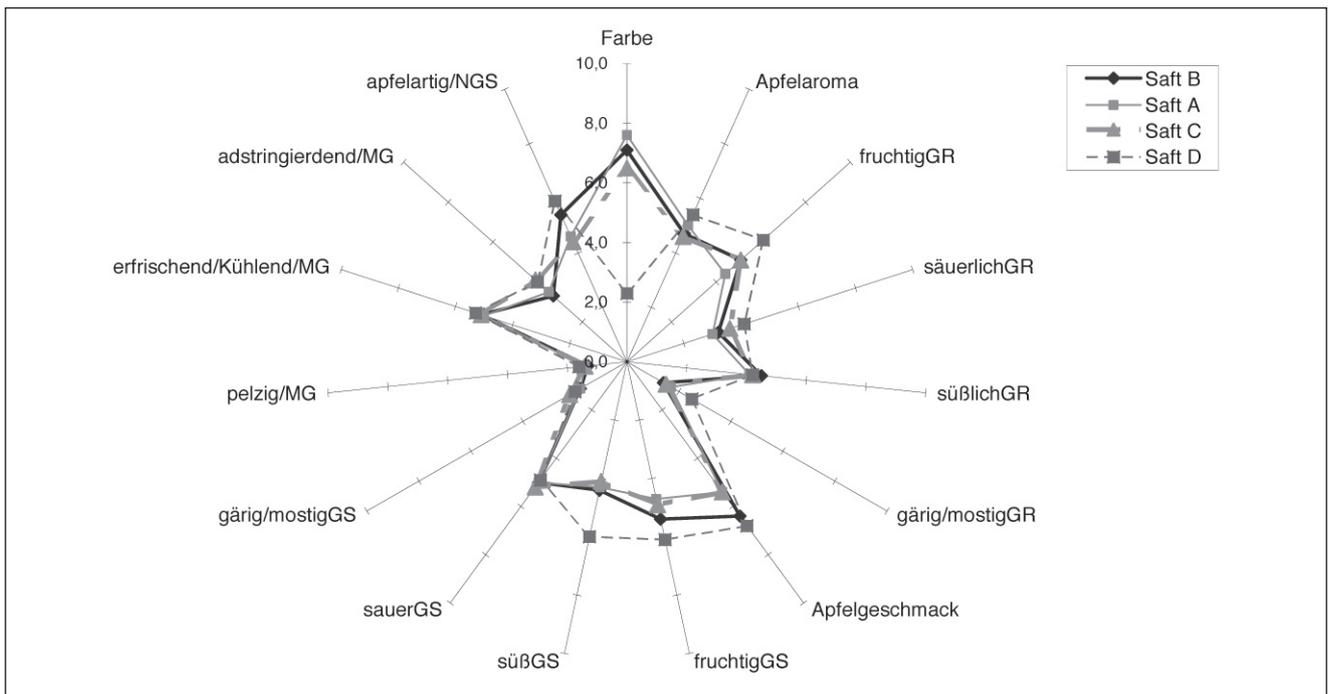
(1); (2); (3); (4); (5) = der Beliebtheitsrang

Abb. 3: Der Beliebtheitsrang der trübten Apfelsäfte



GS=Geschmack; GR=Geruch; NGS=Nachgeschmack; MG=Mundgefühl

Abb. 4: QDA Produktprofile von naturtrüben Apfelsäften



GS=Geschmack; GR=Geruch; NGS=Nachgeschmack; MG=Mundgefühl

Abb. 5: QDA Produktprofile von klaren Apfelsäften

als in den klaren. Diese Tatsache wurde auch in der Untersuchung von *Garnweidner et al.* [5], in der die trüben Apfelsäfte (ca. 0,299 g/L) signifikant mehr Gesamtphenole als die klaren (ca. 0,199 g/L) enthielten, beobachtet. Der Gesamtphenolgehalt beim naturtrüben Apfelsaft D aus Tafel- und Mostäpfeln lag im von

Thielen [23] für Mischsäfte aus Tafeläpfeln (0,3–0,7 g/L) und Mostäpfeln (0,8–2,2 g/L) angegebenen Bereich. Bei sortenreinem naturtrüben Apfelsaft aus „Jonagold“-Äpfeln fanden sowohl *Rechner* [16] als auch *Bitsch et al.* [2] etwas niedrigere Werte (0,3 g/L bzw. 0,4 g/L) als die in der vorliegenden Arbeit erfassten.

Da der Erntejahrgang und der Erntezeitpunkte der Apfelsorte, wie schon *Guyot et al.* [6] und *Rechner* [16] berichteten, den Gehalt an phenolischen Substanzen beeinflussen können, lassen sich geringe Unterschiede gut erklären.

Die totale antioxidative Kapazität der klaren Apfelsäfte der vorliegenden Studie lag in den Bereichen, die auch von anderen Autoren für klare Säfte angegeben wurden. *Henn* und *Stehle* [8] berichteten von TAC-Werten zwischen 1,2 und 2,2 mmol Trolox/Ä/L, *Rechner* [16] gab Werte zwischen 0,88 und 4,17 mmol Trolox/Ä/L an, bei *Rice-Evans* und *Miller* [18] lag die totale antioxidative Kapazität zwischen 1,7 und 3,2 mmol Trolox/Ä/L und bei *Garnweidner et al.* [5] bei 3,0 mmol Trolox/Ä/L. Die Streubreite, die in jeder erwähnten Untersuchung festgestellt wurde, kann durch unterschiedliche Rohware (andere Apfelsorten) und unterschiedliche Gehalte an L-Ascorbinsäure erklärt werden.

Da durch die Entfernung des Trubes bei der Herstellung der klaren Apfelsäfte auch antioxidativ wirksame, schwer wasserlösliche oligo- oder polymere Procyanidine, die an die Trübeilchen adsorptiv oder chemisch gebunden sind, entfernt werden, waren die Ergebnisse der naturtrüben Apfelsäfte, die eine bis zu 80 % (Saft C) höhere gesamte antioxidative Kapazität als die klaren Säfte zeigten, zu erwarten. Die in der vorliegenden Arbeit gemessene totale antioxidative Kapazität der untersuchten trüben Apfelsäfte war den von *Rechner* [16] erzielten Werten (1,72–6,31 mmol Trolox/L) ähnlich. Der höchste TAC-Wert, der im naturtrüben Apfelsaft D erfasst wurde, lag im von *Thielen* [23] festgestellten Bereich für Mischsäfte aus Tafel- (1–6 mmol Trolox/L) und Mostäpfeln (6–20 mmol Trolox/L). Die relativ hohen TAC-Werte der naturtrüben Apfelsäfte A bzw. C, die mit L-Ascorbinsäure angereichert waren, zeigten, dass der Anteil der L-Ascorbinsäure zur genaueren Beurteilung der antioxidativen Kapazität der Säfte beachtet werden sollte. *Rechner* [16], der den Einfluss der Verarbeitungstechnik auf die Polyphenole und die antioxidative Kapazität von Apfel- und Beerenobstsäften untersuchte, konnte nachweisen, dass bei naturtrüben Apfelsäften der Anteil von L-Ascorbinsäure (AA) an der totalen antioxidativen Kapazität mit 15–55 % teilweise sehr hoch ist. Der im Vergleich zu den anderen naturtrüben Säften deutlich niedrigere TAC-Wert des naturtrüben Apfelsaftes A, der ohne L-Ascorbinsäurezusatz hergestellt wurde, könnte die Feststellung von *Rechner* [16] bestätigen.

Die totale antioxidative Kapazität der untersuchten Apfelsäfte korrelierte signifikant mit dem Gesamtphenolgehalt der Proben ($r=0,914$, $p<0,01$). Eine vergleichbar hohe Korrelation ($r=0,936$, $p<0,01$) stellte auch *Rechner* [16] fest. *Garnweidner et al.* [5] berichteten dagegen von einem deutlich niedrigeren Korrelationskoeffizienten von $r=0,345$ ($p<0,05$). Eine differen-

zierte Analyse der Korrelation einzelner phenolischer Verbindungen in Apfelsäften (HPLC-Analyse) mit den TAC-Werten ergab jedenfalls in der Untersuchung von *Rechner* [16] eine niedrigere Abhängigkeit ($r=0,544$). Somit scheint die Analyse der Gesamtphenole hinsichtlich der generellen und orientierenden Einschätzung der antioxidativen Kapazität der Säfte aussagekräftiger zu sein als die Bestimmung einzelner phenolischer Verbindungen.

Der Durchschnittswert der totalen antioxidativen Kapazität (ca. 2 mmol Trolox/Ä/L; Streubreite: 1,05–3,25 mmol Trolox/Ä/L) der klaren handelsüblichen Apfelsäfte bestätigt, dass im Vergleich zu anderen Getränken [8, 16] klarer Apfelsaft als weniger gute Quelle für antioxidativ wirksame phenolische Verbindungen gilt. Dennoch erreichten die TAC-Werte der naturtrüben Apfelsäfte, die aus „Cox Orange“ (Saft E), „Jonagold“ (Saft F) bzw. Tafel- und Mostäpfeln (Saft D) hergestellt worden waren, im Durchschnitt bis 6 mmol Trolox/Ä/L. Mit einem Durchschnittswert von 5,6 mmol Trolox/Ä/L (Streubreite: 2,9–8,1 mmol Trolox/Ä/L) bestätigen die TAC-Resultate naturtrüber Apfelsäfte, dass man durch Auswahl polyphenolreicher Apfelsorten und schonende Verarbeitung Apfelsäfte mit höherem antioxidativen Potential und mit höherem gesundheitlichen Nutzen produzieren kann.

Die Tatsache, dass die phenolischen Verbindungen in den Apfelsäften bioverfügbar sind und entsprechende bioaktive Wirkungen entfalten können, wurde bereits in früheren Untersuchungen nachgewiesen. Neben Obst und Gemüse kann der tägliche Konsum von 250 mL hochwertigem Apfelsaft die Zufuhr an antioxidativ potenten Polyphenolen in der menschlichen Ernährung steigern [13]. Aufgrund des damit verbundenen gesundheitlichen Potenzials ist dies ein klares Argument für trübe Apfelsäfte, die aus polyphenolreichen Apfelsorten wie „Cox Orange“ erzeugt werden, oder für Mischsäfte aus Tafel- und Mostäpfeln (Saft D). Das bestätigte auch der im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführte Produktvergleich von klaren und trüben Apfelsäften. Die trüben Apfelsäfte enthielten im Mittel einen fast zweimal so hohen Phenolgehalt wie die klaren und zeigten dreimal so hohe TAC-Werte. Der Gesamt-Vitamin C-Gehalt (TAA) war in manchen der in der vorliegenden Arbeit untersuchten trüben Säfte (Saft A, C) viel höher (über 80 %) als in den klaren. Die statistisch signifikante Korrelation ($r=0,3704$, $p<0,05$) zwischen TAC-Werten und Vitamin C-Gehalten deutet darauf hin, dass neben dem hohen Polyphenolgehalt auch der zulässige und notwendige Zusatz von L-Ascorbinsäure als Antioxidationsmittel die antioxidative Kapazität der Apfelsäfte beeinflussen kann. Die Zugabe der L-Ascorbinsäure bei der Herstellung von Apfelsäften kann daher nicht nur unter dem Aspekt der Produktqualität und Stabilität, sondern auch zur Steigerung der antioxidativen Kapazität und gesundheitlichen Wertigkeit befürwortet werden.

Weiters wurde in der sensorischen Beurteilung der Apfelsäfte gezeigt, dass die Eigenschaften wie fruchtiger und apfelartiger Geschmack und Nachgeschmack, die in den trüben Apfelsäften stärker ausgeprägt waren, einen wesentlichen Einfluss auf die Konsumentenpräferenzen ausüben.

Schlussbetrachtung

Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass man durch Auswahl polyphenol- und Vitamin C-reicher Apfelsorten sowie schonende Verarbeitung (Herstellung der trüben Apfelsäfte) Apfelsäfte mit hohem antioxidativen Potential und somit mit höherem gesundheitlichen Nutzen produzieren kann.

Literatur

- [01] *Bitsch R.* et al.: Bioavailability of antioxidative compounds from Brettacher apple juices in humans. *Innovat Food Sci Emerg Tech* 2000; 1: 245–249.
- [02] *Bitsch I.* et al.: Hochwertige Fruchtsäfte aus speziellen Apfelsorten – Beitrag zu einer gesunden Ernährung im Rahmen der „5 am Tag“ – Kampagne. *Ernährungs-Umschau*, 2000; 47: 428–431.
- [03] *Busch-Stockfisch M.*: Rangordnungsprüfung. In: *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung (Busch-Stockfisch M., Hrsg.)*. B. Behr's, 1. Band: 1–8, Hamburg, 2002.
- [04] *Furusawa N.*: Rapid high-performance liquid chromatographic identification/quantification of total vitamin C in fruit drinks. *Food Control*, 2001; 12: 27–29.
- [05] *Garnweidner L., Berghofer E., Wendelin S., Schober V., Eder R.*: Vergleich gesundheitsrelevanter Inhaltsstoffe in Apfelsäften aus biologischer beziehungsweise konventioneller Produktion. *Mitteilungen Klosterneuburg* 2007; 108–115.
- [06] *Guyot S., Marnet N., Sanoner P., Drilleau J-F.*: Variability of the polyphenolic composition of cider apple (*Malus domestica*) fruits and juices. *J Agric Food Chem* 2003; 51: 6240–6247.
- [07] *Hamatschek J., Pecoroni S.*: Dekanter und Separatoren zur Herstellung von qualitative Hochwertigen Apfelsäften. *Flüssiges Obst* 1996; 63: 120–124.
- [08] *Henn T., Stehle P.*: Gesamtphenolgehalt und antioxidative Kapazität handelsüblicher Getränke. *Ernährungs-Umschau*, 1998, 45: 308–313.
- [09] *Jenniskens L.H.D., Voragen A.G.J., Plinik W., Posthumus M.A.*: Effect of the treatment of apple pulp with liquefying enzymes on the aroma of apple juice. 1991; *Lebensm Wiss Technol* 1991; 24: 86–92.
- [10] *Kramer A., Kahn G., Cooper D., Papavasiliou A.*: A non-parametric ranking method for the statistical evaluation of sensory data. *Chemical Senses and flavor* 1974; 1: 121–133.
- [11] *Linskens H.F., Jackson J.F.*: *Wine Analysis Modern methods of plant analysis*. Springer Verlag, Berlin, 1988, 200–203.
- [12] *Miller N.J., Rice-Evans C.A.*: The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and black currant drink. *Food Chem* 1997; 60: 331–337.
- [13] *Netzel M.* et al.: Bioaktive Fruchtsäfte *in vivo* Untersuchungen mit schwarzem Johannisbeeresaft, naturtrübem Apfelsaft und Mehrfruchtsaft. *Flüssiges Obst* 2002; 69: 113–116.
- [14] *Picinelli A., Suarez B., Mangas J.*: Analysis of polyphenols in apple products. *Z Lebensm Unters Forsch A*. 1997; 204: 48–51.
- [15] *Podsedek A., Markowski J., Wilska-Jeszka J., Anders B.*: Compositional characterisation of some apple varieties. *Eur Food Res Technol* 2000; 210: 268–272.
- [16] *Rechner A.*: Einfluss der Verarbeitungstechnik auf die antioxidative Kapazität von wertgebenden Apfel- und Beerensaftkomponenten. Dissertation Justus Liebig Universität Gießen, 2000.
- [17] *Rice-Evans C., Miller N.J.*: Total antioxidant status in plasma and body fluids. *Methods in Enzymology* 1994; 234: 279–293.
- [18] *Rice-Evans C., Miller N.J.*: Antioxidants- the case for fruit and vegetables in the diet. *Brit Food J*, 1995, 97: 35–40.
- [19] *Stark R.*: Bestimmung von Vitamin C (L-Ascorbinsäure und Gesamtascorbinsäure) in Lebensmitteln und Humanplasma. Diplomarbeit. Wien, Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien 2005.
- [20] *Schobinger U., Barbic I., Dürr P., Waldvogel R.*: Polyphenole in Apfelsaft-positive und negative Wirkungen. *Flüssiges Obst* 1996; 63: 267–271.
- [21] *Schobinger U.*: Herstellung von Saft- und Aromakonzentraten. In: *Frucht- und Gemüsesäfte (Schobinger U., Hrsg.)*. Eugen Ulmer Verlag Stuttgart, 2001; 314–378.
- [22] *Stone H., Sidel J.L., Oliver S., Woolsey A., Singleton R.C.*: Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Food Technolgy* 1974; 28: 24–33.
- [23] *Thielen Ch.*: Auswahl und Verarbeitung von Früchten zur Steigerung der Gehalte an phenolischen Antioxidantien in Fruchtsäften. Dissertation Technische Universität Kaiserslautern, 2006.
- [24] *Van der Sluis A., Dekker M., Jager A., Jongen W.*: Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: Effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2001; 49: 3606–3613.
- [25] *Van der Sluis A., Dekker M., Skrede G., Jongen W.*: Activity and concentration of polyphenolic

antioxidants in apple juice. 1. Effect of existing production methods. J. Agric. Food Chem 2002; 50: 7211–7219.

- [26] Verband der Fruchtsaftindustrie: Zahlen und Fakten. Getränke. 2005, 4–8.
[27] Wang H., Cao G., Prior R.L.: Total Antioxidant Capacity of Fruits. J Agric Food Chem 1996; 44: 701–705.

Adresse der Autoren:

*Ao. Univ. Prof. Dr. Dorota Majchrzak**
Mag. Gabriela Binder
Department für Ernährungswissenschaften
Universität Wien
Althanstraße 14
1090 Wien
t +43 1 4277 549 48
f +43 1 4277 9549
dorota.majchrzak@univie.ac.at

**korrespondierende Autorin*

Eingelangt am: 2.6.2008
Akzeptiert am: 5.12.2008



SOS-KINDERDORF

SOS-PATEN GESUCHT!

Helfen Sie den Kindern, werden Sie SOS-Kinderdorf-Pate!

Mit freundlicher Unterstützung von Coca-Cola, INTERSPAR, Marionnaud und NIVEA. Danke!

Ja, ich will Pate werden!

Rufen Sie uns an – Sylvia Fink und Hans Gregoritsch informieren Sie gerne unter unserer kostenlosen Tel.-Nr. **0800 / 80 80 81** oder unter www.sos-kinderdorf.at

DIE ERNÄHRUNG
ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR WISSENSCHAFT, RECHT, TECHNIK UND WIRTSCHAFT

NUTRITION
AUSTRIAN JOURNAL FOR SCIENCE, LAW, TECHNOLOGY AND ECONOMY

Offizielles Organ der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) und ihrer Sektionen und Zweigvereine, des Fachverbandes der Nahrungs- und Genussmittelindustrie Österreichs, des Schutzverbandes der österreichischen Lebensmittelindustrie

HERAUSGEBER: Fachverband der Lebensmittelindustrie
A-1030 Wien, Zaunergasse 1–3

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT:
Generaldirektor Univ.-Prof. Dr. iur. et rer. pol. W. Barfuß
Univ.-Prof. DI Dr. nat. techn. E. Berghofer
Univ.-Prof. DI Dr. nat. techn. Dr. h. c. E. Brandl
Vizepräsident des OGH Hon.-Prof. Dr. K. Brustbauer
Univ.-Prof. Dr. med. P. H. Clodi
Univ.-Prof. Dr. med. W. Druml
Univ.-Prof. Dr. agr. I. Elmadfa
Univ.-Prof. Dr. med. J. M. Hackl
Univ.-Prof. Dr. med. K. Irsigler
OR Dr. L. Jirovetz
Ass.-Prof. Dr. P. Paulsen
Hon.-Prof. Dr. iur. K. Smolka
Univ.-Prof. Dr. G. Sontag
ao. Univ.-Prof. Dr. I. Steiner
Univ.-Prof. Dr. med. R. Wenger

CHEFREDAKTEUR: Dr. Michael Blass

REDAKTION „WISSENSCHAFT“: DI Dr. Udo Pechanek, Mag. Marlies Gruber

ÖSTERREICHISCHE
SPIRITUOSENZEITUNG
FÜR INDUSTRIE, GEWERBE UND HANDEL
FACHBLATT FÜR DIE SPIRITUOSENENERZEUGUNG, WEIN- UND
OBSTBRENNEREIEN, FRUCHTSÄFTE UND SEKTERZEUGUNG
SOWIE GÄRUNGSESSIGE

Offizielles Organ des Verbandes der Spirituosenindustrie und des Schutzverbandes Österreichischer Spirituosen-, Sekt- und Fruchtsafthersteller

REDAKTION: Dr. Bruno Mayer

VERLEGER: Fachzeitschriftenverlagsges. m. b. H.
A-1030 Wien, Schwarzenbergplatz 6
t +43 1 715 31 93, f +43 1 715 48 19
redaktion@ernaehrung-nutrition.at
www.ernaehrung-nutrition.at

GESCHÄFTSFÜHRER: Dr. Bruno Mayer

LAYOUT: Verena Meixner
GRAFIK: Matthias Berke
KORREKTORAT: Dr. Christine Roiter

ERNÄHRUNG/NUTRITION – ISSN 0250-1554 – erscheint elfmal jährlich.
Nachdruck sämtlicher Artikel, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe, gegen Belegexemplar;
Zitierung von wissenschaftlichen Beiträgen: ERNÄHRUNG/NUTRITION.

JAHRESABONNEMENT:
Inland € 75,00; Einzelpreis Inland € 11,00 inkl. 10 % MwSt.
Ausland € 95,00; Einzelpreis Ausland € 13,00
Die Mindestbezugsdauer für ein Abonnement [11 Ausgaben] beträgt 1 Jahr.
Kündigungen bzw. Adresswechsel sind schriftlich oder per E-Mail an die Adresse unserer Abo-Verwaltung zu richten. Die Kündigung kann jeweils 3 Monate vor Ende des Bezugsjahres erfolgen.

ABONNEMENTVERWALTUNG/ANZEIGENANNAHME:
Verena Meixner
t +43 1 715 31 93, f +43 1 715 48 19
vmeixner@ernaehrung-nutrition.at
Anzeigen: Es gilt Tarifblatt 2009.

HERSTELLER: Ueberreuter Print GmbH, A-2100 Korneuburg

Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Publikation auf die konsequente Anwendung der geschlechtergerechten Schreibung von Personennamen, Berufsbezeichnungen etc. verzichtet. Bei ausschließlicher Nennung der männlichen Form gilt diese immer gleichwertig für Männer und Frauen.
Aus Gründen der sprachlichen Einheitlichkeit sind in dieser Publikation alle englischsprachigen redaktionellen Texte in britischem Englisch (British English) abgefasst.