

VERÄNDERUNG DER SENSORISCHEN UND ANALYTISCHEN QUALITÄT VON NATURTRÜBEM APFELSAFT DURCH PROZESSMODIFIZIERUNG

MONIKA GRAF, WALTER BRANDES, CHRISTIAN BADER und MANFRED GÖSSINGER

HBLA und BA für Wein- und Obstbau, Abteilung Obstverarbeitung
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: Monika.Graf@weinobst.at

Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, welchen Einfluss die Parameter Maischestandzeit (0 h vs. 4 h), Grobtrubabtrennung (Sedimentation vs. Zentrifugation) und Verarbeitungstemperatur (4 °C vs. 18 °C) auf sensorische und analytische Parameter von naturtrübem Apfelsaft haben. Es konnte gezeigt werden, dass die Sedimentation und warme Verarbeitung der Äpfel die Trübung im Saft signifikant erhöhen (39 bzw. 27 %, $p \leq 0,001$). Vier Stunden Maischestandzeit bewirken neben einer intensiveren Gelbfärbung (Erhöhung der b^* -Werte von $3,5 \pm 1,9$ auf $9,7 \pm 3,2$), auch eine Erhöhung der Gehalte an Calcium um 17 % auf $54,1 \pm 2,5$ mg/l und Magnesium um 24 % auf $48,3$ mg/l ($p = 0,000$). Die Gesamtphenolgehalte wurden jedoch durch die Standzeit von $247,2 \pm 20,8$ mg/l auf $68,8 \pm 9,3$ mg/l vermindert. Es konnte auch eine Verbesserung der sensorischen Eigenschaften des Apfelsaftes beobachtet werden: Geruchstypizität ($p = 0,000$) sowie Geschmacksintensität ($p = 0,008$) und -typizität ($p = 0,000$) wurden in den Varianten mit Maischestandzeit von den Kostern signifikant besser beurteilt. Dies konnte auch durch die Aromaanalyse bestätigt werden. Für die Aromaprofile wurden 33 verschiedene Aromastoffe analysiert. Bei der Hauptkomponentenanalyse zeigte sich, dass die Aromaprofile der Saftvarianten je nach Einsatz der Maischestandzeit differenziert werden konnten. Sieben verschiedene Ester sowie Hexanol und 2-Hexen-1-ol dienten für diese Differenzierung als Leitvariablen.

Schlagwörter: Direktsaft, Maischestandzeit, Verarbeitungstemperatur, Grobtrubabtrennung, Aromaprofil, Mineralstoffgehalt

Changes in sensory and analytical quality of cloudy apple juice by process modification. The aim of this work was to find out how mash maceration time (0 h vs. 4 h), coarse pulp separation (sedimentation vs. centrifugation) and processing temperature (4 °C vs. 18 °C) influence the sensory and analytical parameters of cloudy apple juice. It could be shown that sedimentation and warm processing of the apples increase the juice turbidity significantly (39 and 27 %, $p \leq 0,001$). In addition to a more intensive yellow-coloring (increase of b^* -values from $3,5 \pm 1,9$ to $9,7 \pm 3,2$), 4 h mash maceration time causes an increase of calcium and magnesium contents of 17 % to $54,1 \pm 2,5$ mg/l and 24 % to $48,3$ mg/l respectively ($p = 0,000$). However, the total phenolic contents were decreased from $247,2 \pm 20,8$ mg/l to $68,8 \pm 9,3$ mg/l by mash maceration. An enhancement of the sensory properties of the apple juice could also be observed: in juices with mash maceration odor-typicity ($p = 0,000$), taste-intensity ($p = 0,008$) and taste-typicity ($p = 0,000$) were rated significantly higher by the tasters. This could also be confirmed by the aroma analysis. 33 different aroma compounds were analyzed for the aroma profiling. In the principle component analysis it could be shown, that the aroma profiles of the juices could be differentiated by the application of mash maceration. Seven different esters plus hexanol and 2-hexen-1-ol served as leading variables for this differentiation.

Keywords: not-from-concentrate juice, mash maceration time, processing temperature, coarse pulp separation, aroma profile, mineral nutrients

Durch die Verwendung von Horizontalpressen und den dazugehörigen Puffertanks kommt es in der großindustriellen Produktion von naturtrübem Apfelsaft automatisch zu Maischestandzeiten. Wegen der besseren Auslaugung der Maische sind diese zum Teil sogar erwünscht. Kleinproduzenten setzen wegen der geringeren Produktionsmenge hauptsächlich auf kontinuierlich laufende Bandpressen, wodurch keine Maischestandzeiten zustande kommen. Im Laufe der letzten Jahrzehnte gab es eine Reihe von Untersuchungen zum Einfluss von Maischestandzeiten auf verschiedene Qualitätsparameter im Saft (MEHLITZ und MINAS, 1966; DIETRICH et al., 2003). Es ist bekannt, dass eine Maischestandzeit, die zeitlich jedoch begrenzt sein sollte, positive Einflüsse auf qualitätsbestimmende Faktoren wie den Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen oder die Trubstabilität haben kann (STÄHLE-HAMATSCHEK, 1989). Der Einfluss auf Aromakomponenten und Gesamtphenolgehalt wird in den Arbeiten kontrovers beurteilt. Der Einfluss der Temperatur während der Maischestandzeit (RENARD et al., 2011) sowie die Art der anschließenden Grobtrubabtrennung – Sedimentation oder Zentrifugation – wurden in der Literatur bis jetzt wenig ausführlich behandelt.

In dieser Arbeit sollte beurteilt werden, ob sich durch die fehlende Maischestandzeit für Kleinproduzenten ein Nachteil ergibt oder ob auch ohne Maischestandzeit, dafür mit unterschiedlichen Verarbeitungstemperaturen oder Grobtrubabtrennungsmethoden, ein für den Konsumenten sensorisch, optisch und ernährungsphysiologisch attraktives Produkt hergestellt werden kann.

MATERIAL UND METHODEN

Die Äpfel stammten vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg. Es wurde eine 1:1-Mischung der Sorten 'Braeburn' (1500 kg) und 'Granny Smith' (1500 kg) mit einem Streif-Index von 0.11 ± 0.04 bzw. 0.09 ± 0.02 (STREIF, 1989) zu naturtrübem Saft verarbeitet. Es wurde ein 2³-Versuchsplan erstellt: Dabei variierten Verarbeitungstemperatur

der Früchte (4 und 18 °C), Maischestandzeit (0 und 4 h) sowie die Art der Grobtrubabtrennung (Zentrifugation und Sedimentation). Die Abkürzungen, die in der weiteren Arbeit für die einzelnen Varianten verwendet werden, sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Zur Safterstellung wurden die Äpfel gewaschen, mittels Schleuderfräse (Fa. Voran, Pichl, Österreich) zerkleinert und mit einer Bandpresse (Fa. Stossier, Pörtschach, Österreich) gepresst. Der gewonnene Saft wurde mit einem Röhrenpasteur (Fa. Fischer, Ebreichsdorf, Österreich) hochkurzweiterhitzt (80 °C, 20 sec) und zentrifugiert (Fa. GEA Westfalia, Oelde, Deutschland) bzw. für 16 Stunden in einem Tank für die Grobtrubabtrennung gelagert. Im Anschluss wurde der Saft in 1-l-Glasflaschen abgefüllt und für 20 min bei 80 °C pasteurisiert (Kammerpasteur; Fa. Balik, Wien, Österreich). Zur Absicherung der Ergebnisse wurde jede Variante in zweifacher Wiederholung hergestellt. Für die Aromaanalysen wurde ein Teil der Flaschen für einen Monat bei 4 °C gelagert, der Rest bei 18 °C.

Um den Einfluss der Verarbeitung auf optische Parameter bestimmen zu können, wurde in allen Versuchsäften Trübung und Farbe bestimmt. Die Messung der Trübung (NTU) erfolgte mit einem Trübungsphotometer (LTP 5; Fa. Dr. Lange, Düsseldorf, Deutschland) mit einer 1-cm-Küvette. Die Farbe wurde mit einem Farbmessgerät im L*a*b*-Farbraum bestimmt (Spectrophotometer CM-3500d; Reflexionsmessung, Lichtquelle D65, Bestrahlungswinkel 10°, 30 mm Küvette)(Fa. Konica Minolta, Langenhagen, Deutschland).

Zur ernährungsphysiologischen Bewertung wurde photometrisch mittels Folin-Ciocalteu-Reagens der Gesamtphenolgehalt gemessen (ZÖCKLEIN et al., 1994). Ebenso wurden die Gehalte von Kalium, Calcium, Magnesium, Natrium sowie Asche mittels Flammen-Atomabsorptionsspektroskopie bestimmt (Flammen AAS - UNICAM 939; Fa. Unicam, Georgensgmünd, Deutschland)(BARNA et al., 1980).

Um die sensorischen Unterschiede zu testen, wurden mit sieben geschulten Panelisten Verkostungen durchgeführt. Dabei sollte zuerst mit Hilfe von Dreieckstests

die Homogenität der Wiederholungen getestet werden. Im Anschluss wurden mittels unstrukturierter Skala (drei Wiederholungen) Farbe (dunkel-hell), Trübintensität (klar-sehr trüb), Geruchsintensität (niedrig-hoch) und -typizität (nicht typisch-sehr typisch), Geschmackintensität (niedrig-hoch) und -typizität (nicht typisch-sehr typisch) sowie Fruchtcharakter (dumpf-frisch) und Gesamturteil (schlecht-gut) der Versuchssäfte bewertet. Zusätzlich zur sensorischen Beurteilung wurde von jeder Variante mit Hilfe eines GC-MS-Systems, wie bei BRANDES et al. (2015) beschrieben, ein Aromaprofil erstellt.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS (Version 19; Fa. IBM, Wien, Österreich). Die Ergebnisse wurden mittels mehrfaktorieller ANOVA auf Mittelwertsunterschiede zwischen den hergestellten Varianten geprüft. Aus den Ergebnissen der Aromaanalysen wurden mittels Hauptkomponentenanalyse zwei Faktoren extrahiert. Für die inhaltliche Interpretation der Faktoren wurden die Aromastoffe mit einer besonders hohen Faktorladung in einem Ladungsdiagramm dargestellt und als Leitvariablen herangezogen. Die zugehörigen Faktorenwerte wurden in einem Streudiagramm dargestellt.

Tab. 1: Abkürzungen der einzelnen Saftvarianten nach Herstellungsparametern

Abkürzung	Herstellungstemperatur / Standzeit in h / Grobtrubabtrennung
K0S	Kalt / 0 h / Sedimentation
K0Z	Kalt / 0 h / Zentrifuge
W0S	Warm / 0 h / Sedimentation
W0Z	Warm / 0 h / Zentrifuge
K4S	Kalt / 4 h / Sedimentation
K4Z	Kalt / 4 h / Zentrifuge
W4S	Warm / 4 h / Sedimentation
W4Z	Warm / 4 h / Zentrifuge

Tab. 2: Mittelwert und Standardabweichung der Farb- und Trübungswerte

Variante	L*	a*	b*	NTU
K0S	31,3 ± 1,5	-2,1 ± 0,2	4,7 ± 0,4	472,5 ± 80,9
K0Z	24,9 ± 1,9	-1,4 ± 0,1	1,0 ± 0,6	216,3 ± 57,5
W0S	33,0 ± 1,2	-2,2 ± 0,1	5,8 ± 0,2	547,5 ± 54,3
W0Z	27,7 ± 0,2	-1,4 ± 0,1	2,4 ± 0,2	289,5 ± 1,3
K4S	30,9 ± 1,8	-2,3 ± 0,0	11,2 ± 1,0	470,3 ± 89,3
K4Z	22,7 ± 2,1	-2,3 ± 0,0	5,9 ± 0,6	148,5 ± 47,4
W4S	32,9 ± 0,6	-1,6 ± 0,2	14,0 ± 0,2	609,3 ± 24,1
W4Z	25,2 ± 1,0	-2,0 ± 0,2	7,7 ± 0,4	224,3 ± 22,3

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der sensorischen Analyse der einzelnen Saftvarianten.

Variante	Farbe	Trubintensität	Geruchsintensität	Geruchstypizität
K0S	70,6 ± 14,8	61,2 ± 17,0	65,0 ± 20,1	58,0 ± 22,8
K0Z	77,1 ± 12,4	29,4 ± 18,0	54,1 ± 22,9	59,6 ± 20,3
W0S	59,5 ± 18,0	67,8 ± 12,5	60,2 ± 21,6	58,1 ± 21,0
W0Z	79,0 ± 10,5	38,8 ± 18,1	60,2 ± 21,4	53,2 ± 21,2
K4S	30,9 ± 13,1	72,1 ± 17,8	67,2 ± 21,5	70,5 ± 18,1
K4Z	56,5 ± 15,6	20,4 ± 16,6	61,3 ± 20,9	67,7 ± 19,9
W4S	24,3 ± 8,1	78,1 ± 13,0	64,1 ± 24,0	73,3 ± 16,7
W4Z	38,8 ± 13,6	30,0 ± 15,8	66,0 ± 18,6	71,9 ± 17,0

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der sensorischen Analyse der einzelnen Saftvarianten

Variante	Geschmacksintensität	Geschmackstypizität	Fruchtcharakter	Gesamturteil
K0S	66,3 ± 19,3	62,6 ± 17,2	65,2 ± 22,6	57,9 ± 20,6
K0Z	66,8 ± 18,3	61,8 ± 21,7	77,0 ± 20,8	58,6 ± 18,5
W0S	66,6 ± 19,7	52,6 ± 18,4	60,2 ± 21,0	59,6 ± 16,8
W0Z	66,3 ± 16,5	54,3 ± 22,1	67,3 ± 25,0	55,6 ± 21,1
K4S	74,7 ± 12,0	70,2 ± 16,8	67,7 ± 18,7	68,1 ± 17,5
K4Z	70,5 ± 15,3	71,2 ± 15,8	66,7 ± 20,0	65,4 ± 16,5
W4S	72,8 ± 10,8	70,3 ± 16,9	58,0 ± 19,5	63,9 ± 16,7
W4Z	72,1 ± 14,7	72,8 ± 14,5	61,7 ± 20,6	65,9 ± 19,4

Tab. 5: Mittelwerte und Standardabweichungen der Mineralstoff- und Aschebestimmungen

Variante	Natrium [mg/l]	Kalium [mg/l]	Calcium [mg/l]	Magnesium [mg/l]	Asche [g/l]
K0S	n.n.	1162,5 ± 74,2	48,5 ± 3,5	39,0 ± 1,4	2,33 ± 0,14
K0Z	n.n.	1157,5 ± 88,4	45,0 ± 1,4	38,5 ± 0,7	2,33 ± 0,16
W0S	n.n.	1200,0 ± 15,6	47,5 ± 2,1	39,5 ± 0,7	2,42 ± 0,04
W0Z	n.n.	1197,5 ± 9,2	43,5 ± 0,7	38,5 ± 0,7	2,38 ± 0,01
K4S	n.n.	1200,0 ± 59,4	52,5 ± 0,7	47,0 ± 1,4	2,45 ± 0,11
K4Z	n.n.	1202,5 ± 70,0	57,5 ± 0,7	49,5 ± 0,7	2,46 ± 0,13
W4S	n.n.	1236,5 ± 4,9	51,5 ± 0,7	48,5 ± 0,7	2,47 ± 0,02
W4Z	n.n.	1226,5 ± 6,4	55,0 ± 0,0	48,0 ± 1,4	2,50 ± 0,02

n.n. = nicht nachweisbar

Tab. 6: Einfluss der Prozessparameter Verarbeitungstemperatur, Maischestandzeit und Grobtrubabtrennung auf verschiedene Saftcharakteristika

	Warm	4 h Maischestandzeit	Zentrifuge
Inhaltsstoffe			
Natrium	-	-	-
Kalium	-	-	-
Calcium	-	↑***	-
Magnesium	-	↑***	-
Asche	-	-	-
Gesamtphenole	-	↓***	-
Verkostung			
Farbe (Helligkeit)	↓***	↓***	↑***
Trubintensität	↑***	-	↓***
Geruchsintensität	-	-	-
Geruchstypizität	-	↑***	-
Geschmacksintensität	-	↑**	-
Geschmackstypizität	-	↑***	-
Fruchtcharakter	↓*	-	-
Gesamturteil	-	↑**	-
Farbe & Trübung			
L*	↑***	↓*	↓***
a*	↑***	↓***	↑***
b*	↑***	↑***	↓***
NTU	↑***	-	↓***

- = kein Einfluss ↑ = erhöht/höher ↓ = verringert/niedriger

*P = 0,05, **P = 0,01, ***P = 0,001

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

OPTISCHE PARAMETER

Die Trübung wurde signifikant durch die Art der Grobtrubabtrennung beeinflusst: Mit Hilfe der Zentrifuge konnte signifikant mehr Trub abgetrennt werden (Tab. 6). Diese Varianten wiesen daher eine geringere Trübung (zwischen 106 und 291 NTU) auf als die Varianten, bei denen die Grobtrubabtrennung ausschließlich durch Sedimentation erfolgte (391 bis 633 NTU) (Tab. 2), und lagen damit bereits unter der empfohlenen Mindesttrübung von 300 NTU (KRAPPENBAUER, 2004). Auch durch die Verarbeitungstemperatur wurde die Trübung signifikant verändert: 18 °C Verarbeitungstemperatur erhöhte die Trubintensität im Vergleich zu 4 °C Verarbeitungstemperatur. Allerdings waren die Auswirkungen nicht so groß wie bei der Grobtrubabtrennung. Die Maischestandzeit hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Trübung.

Bei der Farbmessung (Tab. 2) wurde festgestellt, dass der L*-Wert, der normalerweise Information über die Helligkeit der Probe gibt, in diesem Fall auch stark vom Trübungsgrad abhängig war: L*- und NTU-Werte korrelierten signifikant ($r = 0,98$; $p = 0,000$). Die optische/visuelle Beurteilung der Trübung bezieht hingegen auch die Bräunung mit ein (siehe sensorische Analyse) (Tab. 3). Bei den a*- und b*-Werten zeigte sich hauptsächlich eine Verschiebung der Gelb-Werte, die durch warme Verarbeitung, vierstündige Maischestandzeit und Sedimentation, also alle Vorgänge, welche die Oxidation des Saftes vorantreiben, an Intensität signifikant zunahm (Tab. 2 und 6; Abb. 1). Diese Zunahme spiegelte sich auch in den Verkostungsdaten wider.

ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCH RELEVANTE PARAMETER

Die gemessenen Mineralstoffgehalte (Tab. 5) entsprechen den in der Literatur vorhandenen Werten (GARNWEIDNER et al., 2007). Es zeigte sich, dass durch eine Maischestandzeit von vier Stunden die Gehalte an Calcium und Magnesium signifikant erhöht wurden. Die Erhöhung des Kaliumgehaltes war zwar erkennbar, jedoch nicht signifikant. Der Gehalt an Natrium lag in allen Varianten unter der Nachweisgrenze (Tab. 5 und 6). Der Gesamtphenolgehalt wurde durch die Maischestandzeit signifikant negativ beeinflusst ($p = 0,000$) (Abb. 2). Die gemessenen Gehalte lagen in den Varianten ohne Maischestandzeit im unteren Bereich, die Varianten mit Maischestandzeit lagen weit unter den Vergleichswerten aus der Literatur (OSZMIANSKI et al., 2011; ZIELINSKI et al., 2014). Dieses Ergebnis widerspricht zwar der Aussage von STÄHLE-HAMATSCHEK (1989), dass der Gesamtphenolgehalt durch Maischestandzeit erhöht wird, allerdings kommt es durch ebendiese Maischestandzeit zu Sauerstoffkontakt und damit einhergehend einer Oxidation der Maische, wodurch die Phenolgehalte deutlich verringert werden (RENARD et al., 2011). Eine Enzymierung der Maische mit pektinabbauenden Präparaten hätte die Werte laut ZIELINSKI et al. (2014) möglicherweise verbessern können. Verarbeitungstemperatur und Grobtrubabtrennung hatten keinen signifikanten Einfluss auf die genannten Parameter (Tab. 6).



Abb. 1: Aussehen der Säfte; von links: K0S, K0Z, K4S, K4Z, W0S, W0Z, W4S, W4Z

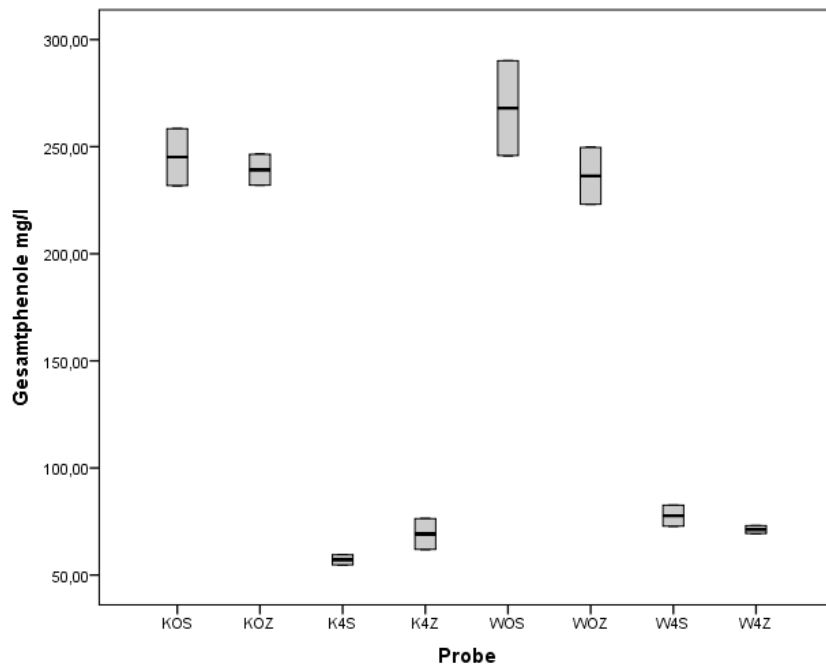


Abb. 2: Gesamtphenolgehalte [mg/l] in den einzelnen Saftvarianten

SENSORISCHE PARAMETER UND AROMAPROFILE

Die Ergebnisse der sensorischen Bewertung mittels unstrukturierter Skala sind in den Tabellen 3, 4 und 6 zusammengefasst. Auch die Beurteilung der Farbe (dunkel – hell) durch die Koster verhielt sich umgekehrt proportional zu den b^* -Werten der Farbmessung: Je höher die b^* -Werte (Gelbfärbung), desto dunkler empfanden die Koster die Farbe der Proben. Vor allem durch die Maischestandzeit von vier Stunden, aber auch durch die warme Verarbeitung und Grobtrubabtrennung durch Sedimentation, wurden die eingeschenkten Proben dunkler beschrieben. Die Trübung wurde von den Koster gemäß der Trübungsmessung empfunden: Die zentrifugierten und kalt verarbeiteten Varianten wurden als signifikant klarer erkannt. Der Fruchtcharakter wurde bei den kalt verarbeiteten Varianten etwas frischer wahrgenommen als bei den warm verarbeiteten ($p = 0,013$). Die Beurteilung der Geruchsintensität wurde von keinem Parameter signifikant beeinflusst. Die Geruchs- und Geschmackstypizität (beide $p = 0,000$) sowie die Geschmacksintensität ($p = 0,008$) wurden jedoch durch die Maischestandzeit signifikant verbessert. Im Gesamturteil brachte die vierstündige Standzeit daher ebenfalls eine signifikante Verbesserung ($p = 0,002$) (Tab. 3, 4 und 6).

Wie aus Tabelle 7 ersichtlich, streuen die Gehalte an ermittelten Aromaverbindungen über einen großen Konzentrationsbereich. Die gefundenen Mengen entsprachen den Angaben in der Literatur oder lagen weit darüber (ELSS et al., 2006; VALAPPIL et al., 2009; BRAGA et al., 2013). Die einzigen Aromakomponenten, die unter den in der Literatur gefundenen Werten lagen, waren 3-Methylbutanol und Essigsäure-3-Methylbutylester, die jedoch als Gärungsnebenprodukte gelten (SCHUMACHER et al., 1998) und somit mit einem niedrigen Gehalt als Qualitätsindikator dienen (KÜHNE et al., 2007). Bei der Hauptkomponentenanalyse wurden zwei Faktoren extrahiert, mit denen 64,1 % und 23,6 % der Varianz

im Datenset abgedeckt werden konnten. Die Aromastoffe mit einer besonders hohen Faktorladung – also jene Verbindungen, die im Ladungsdiagramm (Abb. 3) nahe einer der Achsen sehr weit außen liegen – wurden im Ladungsdiagramm dargestellt und als Leitvariablen herangezogen. Die zugehörigen Faktorenwerte wurden im Streudiagramm (Abb. 4) dargestellt: Dabei sind deutlich zwei Cluster erkennbar (Abb. 4b): Wenn auch die Streuung hoch erscheint, so lassen sich die Varianten ohne bzw. mit 4 h Maischestandzeit jeweils einem Cluster zuordnen. Die Gruppe von sieben Estern sowie Hexanol und 2-Hexen-1-ol, die auf Faktor 1 hoch laden (Abb. 3), sind alle Aromastoffe, die durch Maischestandzeit erhöht wurden. Dies ist aus Tabelle 7 ersichtlich. Faktor 1 entspricht in der Bedeutung sozusagen der Maischestandzeit. Von allen Prozessparametern ist die Maischestandzeit der Parameter, der den größten Einfluss auf die sensorische Qualität des Saftes aufwies, was sowohl durch die Aromaanalyse als auch durch die sensorische Analyse belegt werden konnte. Mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse können Säfte mit Maischestandzeit an Hand ihres Aromaprofils identifiziert werden. Diese Erkenntnis ist auch für weitere Untersuchungen von Bedeutung, die darauf abzielen, Proben aus dem Handel, deren genaue Herstellungsweise nicht bekannt ist, zu klassifizieren.

FAZIT

Es konnte gezeigt werden, dass die Verarbeitungstemperatur und die Art der Grobtrubabtrennung viel geringeren Einfluss auf den Großteil der Saftparameter haben als die Standzeit der Maische. Die Verarbeitungstemperatur und die Art der Grobtrubabtrennung haben lediglich Einfluss auf Aussehen und vor allem Trübungsintensität: Nicht zentrifugierte und warm verarbeitete Säfte weisen eine höhere Trübung auf. Eine Maischestandzeit von

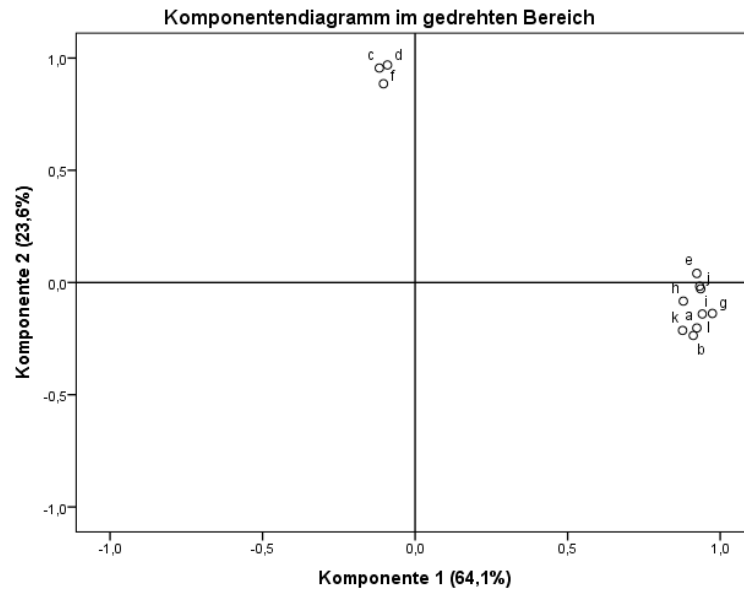


Abb. 3: Nach „Varimax“ rotiertes Faktorenladungsdiagramm der Aromastoffe für die Hauptkomponentenanalyse (a – Hexanol, b – 2-Hexen-1-ol, c – Essigsäurepropylester, d – Essigsäure-2-Methylbutylester, e – Essigsäurehexylester, f – Propansäurepropylester, g – Propansäurehexylester, h – Butansäurepentylester, i – Butansäurehexylester, j – 2-Methylbutansäurehexylester, k – Hexansäureethylester, l – Hexansäurebutylester)

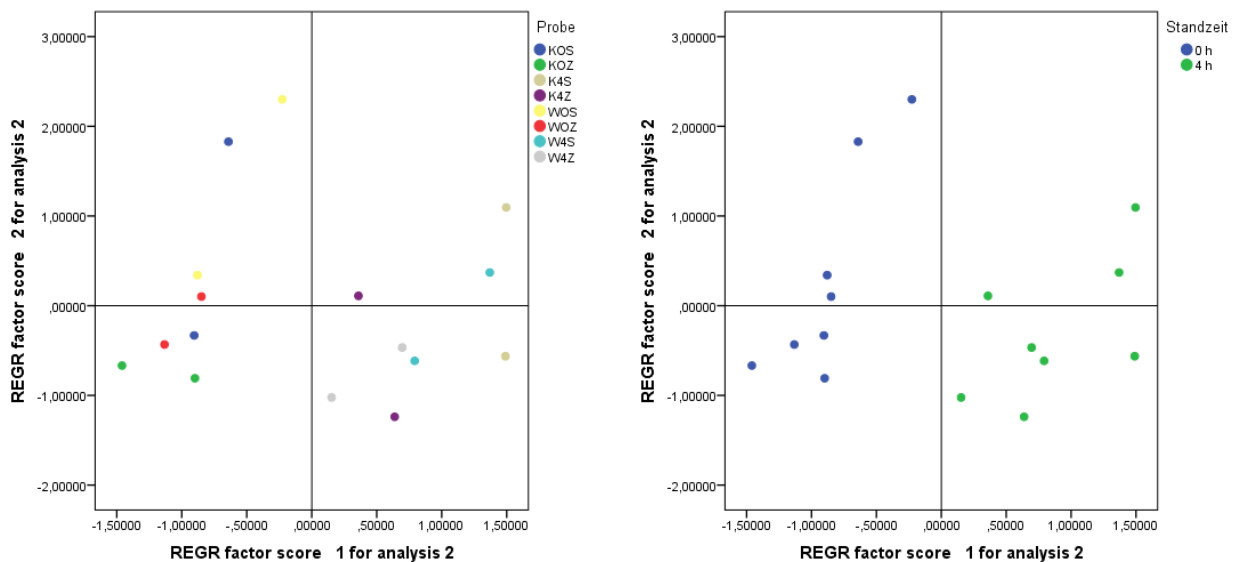


Abb. 4: Hauptkomponentenanalyse basierend auf der Konzentration der Aromastoffe in den hergestellten Saftvarianten: a) Streudiagramm der Scores, farblich eingeteilt nach den Saftvarianten b) Streudiagramm der Scores, farblich eingeteilt nach Dauer der Standzeit

Tab. 7: Mittelwerte und Standardabweichungen der Aromastoffe [$\mu\text{g/l}$], sowie Einfluss der Prozessparameter Verarbeitungstemperatur, Maischestandzeit und Grobtrubabtrennung

	Konzentration [$\mu\text{g/l}$]				Einfluss der Prozessparameter		
	Min	Max	MW	SD	Warm	4 h MST	Zentri- fuge
2-Methylbutanol	2315,5	4522,4	3357,1	696,9	-	↓*	↓***
3-Methylbutanol	6,1	22,1	11,3	4,3	↓*	-	↓*
Hexanol+	405,1	3897,0	1839,2	1327,5	↑**	↑***	↓***
2-Hexen-1-ol+	113,0	7332,1	3090,7	2977,9	↑**	↑***	↓**
Octanol	0,6	21,1	2,5	5,0	-	-	-
Hexanal	106,7	254,6	169,5	47,4	-	-	↓*
2-Hexenal	1151,1	3275,0	2076,8	663,8	-	↓***	↓*
Essigsäurepropylester	40,9	128,9	73,5	26,1	-	-	-
Essigsäurebutylester	336,4	1182,7	708,3	243,2	-	-	-
Essigsäure-2-Methylbutylester	602,2	1395,5	845,8	212,4	-	-	↓*
Essigsäure-3-Methylbutylester	0,4	2,0	0,78	0,43	-	-	-
Essigsäurepentylester	12,5	40,4	23,5	7,7	-	↓*	-
Essigsäurehexylester	77,0	279,9	184,5	60,5	-	↑**	-
Propansäurepropylester	8,8	31,7	19,5	6,8	-	-	-
Propansäurebutylester	9,2	29,3	16,6	4,5	-	-	-
Propansäurehexylester+	0,2	1,0	0,6	0,3	-	↑***	↓*
2-Methylpropansäureethylester	0,2	1,1	0,7	0,3	-	-	-
2-Methylpropansäurehexylester	0,03	0,1	0,1	0,0	-	↑*	-
Butansäureethylester	14,8	89,2	44,6	22,4	-	↑**	-
Butansäurepropylester	10,6	25,8	15,9	4,6	-	-	-
Butansäurebutylester	4,0	16,6	9,7	3,4	-	↑*	-
Butansäurepentylester+	0,03	0,2	0,1	0,1	-	↑**	-
Butansäurehexylester+	0,3	2,7	1,3	0,6	-	↑***	-
2-Methylbutansäuremethylester	0,7	6,9	3,5	2,0	-	-	-
2-Methylbutansäureethylester	3,3	39,6	17,9	11,9	↑*	↑**	-
2-Methylbutansäurebutylester	1,4	7,6	4,2	1,9	-	↑***	-
2-Methylbutansäurehexylester+	0,3	5,4	1,8	1,6	-	↑***	↓**
Hexansäuremethylester	0,2	1,4	0,5	0,3	-	-	-
Hexansäureethylester+	0,7	19,6	7,8	7,0	↑***	↑***	↓***
Hexansäurebutylester+	0,2	1,8	0,7	0,6	↓***	↑***	↓**
Hexansäure-2-Methylbutylester	0,02	0,2	0,1	0,1	↓*	↑**	-
Hexansäurehexylester	0,2	1,4	0,5	0,3	↓***	-	↓***
Farnesene	1,1	18,5	6,4	4,3	↓*	↑**	-
Ester Gesamt	1352,6	3109,4	1982,6	470,8	-	-	↓*

- = kein Einfluss ↑= erhöht/höher ↓= verringert/niedriger

*P = 0,05, **P = 0,01, ***P = 0,001, *Aromastoffe, die auf Faktor 1 der Hauptkomponentenanalyse hoch laden.

vier Stunden bringt hingegen neben einer intensiveren Gelbfärbung auch eine Erhöhung der Gehalte an Calcium und Magnesium sowie eine Verbesserung der sensorischen Eigenschaften. Produzenten, die keine effiziente Möglichkeit zur Durchführung einer Maischestandzeit haben, können sich zumindest mit der Tatsache beru-

higen, dass die ernährungsphysiologische Qualität der Produkte kaum unter der ausbleibenden Maischestandzeit leidet. Calcium und Magnesium zählen in Österreich nicht zu den Mangelnährstoffen (ELMADFA et al., 2012), und die Gesamtphenolgehalte werden durch die Maischestandzeit durch Oxidation signifikant reduziert.

LITERATUR

- BARNA, J., UND GRILL, F. 1980: Die Bestimmung des Aschegehaltes von Weinen und Fruchtsäften aus deren Kalium-, Magnesium-, Natrium, Calcium- und Phosphorgehalten. *Mitteilungen Klosterneuburg* 30: 247-249.
- BRAGA, C.M., ZIELINSKI A.A.F., DA SILVA, K.M., DE SOUZA, F.K.F., PIETROWSKI, G.A.M., COUTO, M., GRANATO, D., WOSIACKI, G. AND NOGUEIRA, A. 2013: Classification of juices and fermented beverages made from unripe, ripe and senescent apples based on the aromatic profile using chemometrics. *Food Chemistry* 141: 967-974.
- BRANDES, W., BAUMANN, R., WURM, L., KIELER, M. UND PATZL, W. 2015: Aromaprofile von Apfelsorten bei gleicher und unterschiedlicher Bewirtschaftung. *Mitteilungen Klosterneuburg* 65: 178-192.
- DIETRICH, H., RECHNER, A., PATZ, C.-D., BITSCH, R., BÖHM, V., BITSCH, I. UND NETZEL, M. 2003: Einfluss der Verarbeitung auf die phenolischen Antioxidantien von Apfelsäften. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 99 (1): 1-11.
- ELMADFA, I., HASENEGGER, V., WAGNER, K., PUTZ, P., WEIDL, N.-M., WOTTAWA, D., KUEN, T., SEIRINGER, G., MEYER, A., STURTZEL, B., KIEFER, I., ZILBERSZAC, A., SGARABOTTOLO, V., MEIDLINGER, B. UND RIEDER, A. 2012: *Österreichischer Ernährungsbericht 2012*. 1. Auflage – Wien, 2012
- ELSS, S., PRESTON, C., APPEL, M., HECKEL, F. AND SCHREIER, P. 2006: Influence of technological processing on apple aroma analysed by high resolution gas chromatography-mass spectrometry and on-line gas chromatography-combustion/pyrolysis-isotope ratio mass spectrometry. *Food Chemistry* 98: 269-276.
- GARNWEIDNER, L., BERGHOFER, E., WENDELIN, S., SCHOBER, V. UND EDER, R. 2007: Vergleich gesundheitsrelevanter Inhaltsstoffe in Apfelsäften aus biologischer beziehungsweise konventioneller Produktion. *Mitteilungen Klosterneuburg* 57: 108-115.
- KÜHNE, J., HENER, U., JUNG, J., MÜNCH, A., DIETRICH, H., PATZ, C.-D. UND MOSANDL, A. 2007: Zur Qualitätsbewertung von Apfelsaft – 3-Methylbutanol, 2-Methylbutanol und Ethanol als Kenngrößen. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 103 (6): 247-255.
- KRAPFENBAUER, G. 2004: Naturtrübe Apfelsäfte: Theorie und Praxis eines beliebten Getränkes. *Besseres Obst* 6: 20-23.
- MEHLITZ, A. UND MINAS, T.H. 1966: Über den Einfluss des Stehenlassens von Apfelmaische und die Bedeutung von Ascorbinsäurezusätzen auf die Saftqualität. *Flüssiges Obst* 33: 9-14.
- OSZMIANSKI, J., WOJDYLO, A. AND KOLNIAK, J. 2011: Effect of pectinase treatment on extraction of antioxidant phenols from pomace, for the production of puree-enriched cloudy apple juices. *Food Chemistry* 127: 623-631.
- RENARD, C.M.G.C., LE QUÉRÉ, J.-M., BAUDUIN, R., SYMONEAUX R., LE BOURVELLEC C. AND BARON, A. 2011: Modulating polyphenolic composition and organoleptic properties of apple juices by manipulating the pressing conditions. *Food Chemistry* 124: 117-125.
- SCHUMACHER, K., ASCHE, S., HEIL, M., MITTELSTÄDT, F., DIETRICH, H. AND MOSANDL, A. 1998: Methyl-Branched Flavor Compounds in Fresh and Processed Apples. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 46: 4496-4500.
- STÄHLE-HAMATSCHEK, S., 1989: Trubzusammensetzung und ihr Einfluss auf die Trübungsstabilität in naturtrüben Apfelsäften. *Flüssiges Obst* 56: 543-558.
- STREIF, J. 1989: Erfahrungen mit Erntetermin-Untersuchungen bei Äpfeln. *Besseres Obst* 34: 235-238.

VALAPPIL, Z.A., FAN, X., ZHANG, H.Q. AND ROUSEFF, R.L. 2009: Impact of Thermal and Nonthermal Processing Technologies on Unfermented Apple Cider Aroma Volatiles. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 57: 924-929.

ZIELINSKI, A.A.F., ALBERTI, A., BRAGA, C.M., DA SILVA, K.M., CANTERI, M.H.G., MAFRA, L.I., GRANATO, D., NOGUEIRA, A. AND WOSIACKI, G. 2014: Effect of mash maceration and ripening stage of apples on pheno-

lic compounds and antioxidant power of cloudy juices: A study using chemometrics. *LWT – Food Science and Technology* 57: 223-229.

ZÖCKLEIN B.W., FUGELSANG K.C., GUMP B.H. AND NURY F.S. 1994: *Wine Analysis and production*. – New York: Chapman and Hall, 1994.

Eingelangt am 21. März 2017