

BESTIMMUNG DES OPTIMALEN REIFEGRADES VON MARILLEN FÜR DIE VERARBEITUNG

MONIKA GRAF, KARIN KORNTHEUER 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 Reifegrad Marillen aufweisen müssen, um die beste Qualität von Verarbeitungsprodukten zu erzielen, und wie dieser ermittelt werden kann. Außerdem wurde untersucht, ob im Markt als gängigem Zwischenprodukt die Reife der Ausgangsware an Hand ausgewählter Zucker und Säuren bestimmt werden kann. Es konnte durch sensorische Analyse gezeigt werden, dass eine sorgfältige Auswahl der Früchte anhand der Reife eine signifikante Verbesserung des Verarbeitungsproduktes mit sich bringt. Zur Bestimmung der Reife eignen sich bekannte Methoden wie Farb- und Festigkeitsmessung. Zum Teil konnten Empfehlungen erarbeitet werden (Farbe nach Ctifl (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes): 'Ungarische Beste' ≥ 7 ; 'Bergarouge' und 'Kioto' ≥ 8 ; Festigkeit Standpenetrometer: 'Ungarische Beste' 0,8 bis 0,4 kg/cm², Festigkeit Durofel: 'Ungarische Beste' ≤ 55). Die Messung des NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) stellte eine Alternative zu den gängigen Methoden zur Reifebestimmung dar. Im Markt war die Reife der Ausgangsware nur bedingt mithilfe der Zucker- und Säurespektren bestimmbar, da diese durch Sorte und Jahr sehr stark beeinflusst wurden (z. B. Zitronensäure 2015: 'Ungarische Beste' $9,5 \pm 0,7$ g/kg; 'Bergarouge' $0,2 \pm 0,1$ g/kg; 'Kioto' $17,8 \pm 1,5$ g/kg; 2016: 'Ungarische Beste' $13,4 \pm 0,6$ g/kg; 'Bergarouge' $0,3 \pm 0,08$ g/kg).

Schlagwörter: Marille, Reife, Farbe, Festigkeit, Zucker, organische Säuren

Determination of the optimal ripeness stage of apricots for processing. The aim of this work was to find out which stage of ripeness apricots should have in order to yield the best quality in processed products and how it can be determined. Furthermore, it was investigated if it was possible to determine the stage of ripeness of the fruit in the puree, which is a popular semi-finished product, by analyzing the contents of selected sugars and organic acids. By sensory analysis it could be shown that selecting the fruit carefully by their stage of ripeness entails a significant improvement of the processed product. In order to determine the stage of ripeness popular methods such as color and firmness measurements are suitable. To some extent recommendations could be developed (color CTIFL: 'Ungarische Beste' ≥ 7 ; 'Bergarouge' and 'Kioto' ≥ 8 ; firmness by lever-operated penetrometer: 'Ungarische Beste' 0,8 to 0,4 kg/cm², firmness by Durofel: 'Ungarische Beste' ≤ 55). Measurement of NDVI can be used as an alternative to well-established methods for ripeness determination. The ripeness of the primary product could be determined only in a limited way in the puree by analyzing sugars and organic acids, since their contents were strongly influenced by cultivar and year (e. g. citric acid 2015: 'Ungarische Beste' $9,5 \pm 0,7$ g/kg; 'Bergarouge' $0,2 \pm 0,1$ g/kg; 'Kioto' $17,8 \pm 1,5$ g/kg; 2016: 'Ungarische Beste' $13,4 \pm 0,6$ g/kg; 'Bergarouge' $0,3 \pm 0,08$ g/kg).

Keywords: apricot, ripeness, colour, firmness, sugars, organic acids

Der Reifeprozess geht mit der Veränderung einer Vielzahl verschiedener Parameter, wie Respiration oder lösliche Trockensubstanz, einher. Auch Veränderungen in der Textur und das Weichwerden der Frucht – zurückzuführen auf Veränderungen der Struktur der Mittellamelle, welche zwischen den Zellen liegt – sind wichtige Ereignisse, die durch die Reifung zustande kommen (BIALLE et al., 1981). Die Marille im Speziellen weist eine sehr hohe physiologische Stoffwechsel- und Atmungsrate auf (INFANTE et al., 2006), wodurch zwischen dem unreifen und dem überreifen Stadium oft nur wenig Zeit vergeht. Die Bestimmung von Reifeparametern von Obst im Allgemeinen, aber auch von Marillen ist Gegenstand vieler wissenschaftlicher Arbeiten. Im Vordergrund steht dabei jedoch fast ausschließlich die Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes der Früchte für die Lagerung und für den Frischmarkt (VALENTINI et al., 2006, KIELER und WURM, 2015). Die Anforderungen an die Rohware für die Verarbeitung sind hingegen sehr ungenau definiert. Es gibt kaum Leitlinien in Bezug auf Reifeparameter, an die sich der Produzent halten kann. Noch schwieriger gestaltet sich der Ankauf eines Zwischenproduktes, wie zum Beispiel Marillenmark: Indikatoren, wie zum Beispiel die Grundfarbe der Frucht, die im Normalfall Auskunft über die Reife der Frucht gibt (WURM, 2002), können bei verarbeiteten Früchten nicht mehr gemessen werden. Der Produzent ist in diesem Fall, neben der Bestimmung von löslicher Trockensubstanz und Säuregehalt, hauptsächlich auf die Sensorik angewiesen. Im Zuge dieser Arbeit wurden sowohl die klassischen Reifeparameter wie Festigkeit, Farbe und Trockensubstanzgehalt an der Frucht, aber auch die Zucker- und Säurespektren von Marillenmark aus unterschiedlich reifen Früchten untersucht und sensorisch verglichen. Es sollte herausgefunden werden, ob die Analyse der Zucker- und Säurespektren eine geeignete Methode darstellt, um analytisch die Reife der Ausgangsfrüchte und die Eignung zur Weiterverarbeitung zu bestimmen. Weiters sollte herausgefunden werden, welche Werte die Früchte vor der Verarbeitung aufweisen sollten, um ein gutes sensorisches Ergebnis zu erzielen.

MATERIAL UND METHODEN

In den Jahren 2014, 2015 und 2016 wurden jeweils die Sorten 'Ungarische Beste' und 'Bergarouge' vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg für die Versuche herangezogen. Im Jahr 2015 wurde zusätzlich die Sorte 'Kioto' untersucht. Pro Sorte wurden an je zwei Terminen 60 kg Früchte geerntet, wovon jeweils 20 kg als reif, vollreif und überreif bezeichnet werden konnten. Die Einteilung wurde anhand der Färbung und Festigkeit der Früchte getroffen.

REIFEANALYSEN

Von jedem Reifegrad wurden zehn Früchte einer Reihe von Reifeuntersuchungen unterzogen. Zur Bestimmung des Chlorophyll-Gehaltes, der als Indikator für die Vitalität der Pflanze hinzugezogen werden kann (RUTKOWSKI et al., 2008), wurde mit einem Photodiode Array Spectrophotometer (CP Pigment Analyzer PA 1101, Control in Applied Physiology, Berlin-Falkensee, Deutschland) der Normalized Difference Vegetation Index [-1 bis 1] ($NDVI = (I_{780} - I_{660}) / (I_{780} + I_{660})$) gemessen. Der Normalized Anthocyanin Index [-1 bis 1] (NAI) gibt Aufschluss über den Anthocyanengehalt in der Schale, also über den Rotanteil der Farbe, und berechnet sich aus $NAI = (I_{780} - I_{550}) / (I_{780} + I_{550})$ (ZUDE et al., 2007; SOLOMAKHIN and BLANKE, 2007; KUCKENBERG et al., 2008). NDVI und NAI wurden beide mit demselben Gerät jeweils einmal auf der Sonnen- und einmal auf der Schattenseite der Frucht gemessen.

Die Farbe der Früchte wurde mit Ctifl Marillen-Farbtafeln (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, Frankreich) bestimmt. Auf einer Skala von 0 (dunkles Grün) bis 10 (dunkles Orange) wurde dabei die Grundfarbe der Frucht einer entsprechenden Tafel zugeordnet. Zum Vergleich wurden Grundfarbe und Deckfarbe mit einem Farbmessgerät (Spectrophotometer CM-3500d; Konica Minolta, Langenhagen, Deutschland) im $L^*a^*b^*$ - und $L^*C^*h^*$ -Farbraum ermittelt (Reflexionsmessung, Lichtquelle D65, Bestrah-

lungswinkel 10°, 8 mm Blende).

Die Festigkeit wurde mittels elektronischen Durofels (Setop Giraud-Technologie, Cavaillon, Frankreich) mit einem 10 mm²-Stempel an der Stelle des größten Umfangs an Sonnen- und Schattenseite gemessen und entsprechend der Indexpzahl von Durofel 10 (Skala 0 bis 100) angegeben. Als Vergleich wurde mit Hilfe eines Standpenetrometers (AFG 500 N; Mecmesin, Slinfold, Großbritannien) ebenfalls die Festigkeit ermittelt. Dazu wurden an beiden Seiten 1,5 cm² Schale entfernt, ein Stempel von 1 cm² Fläche 8 mm tief in das Fruchtfleisch gedrückt und die dafür notwendige Kraft gemessen. Die Festigkeit konnte schließlich in kg/cm² angegeben werden.

MARKHERSTELLUNG

Die restlichen Früchte der einzelnen Reifegrade wurden getrennt zu Mark verarbeitet: Mit einer Quetschmühle (Wottle Maschinenbau GmbH, Poysdorf, Österreich) wurde das Obst gequetscht, in einem Kupferkessel für den Thermoauflschluss auf 90 °C erhitzt und mit einer Passiermaschine (Josef Wiehsböck, Österreich) passiert. Aus dem so gewonnenen Mark wurden Proben gezogen und für die chemischen Analysen bei -18 °C tiefgefroren. Das restliche Mark wurde für 1 min auf 78 °C erhitzt und heiß in Konfitürengläser (230 g) abgefüllt. Die Lagerung bis zur Verkostung erfolgte über acht Wochen bei 4 °C.

PRODUKTANALYSEN

Zur Bestimmung der Titrierbaren Säuren wurden 10 g Mark mit 0,1 N NaOH auf pH-Wert 8,1 titriert. Nach Multiplikation des Verbrauchs mit dem Faktor 0,75 konnte der Gehalt an Titrierbaren Säuren in g/kg berechnet als Weinsäure angegeben werden. Mit einem Handrefraktometer (REF 711gB, Arcarda, Cuxhaven, Deutschland) wurde die lösliche Trockensubstanz (°Bx) gemessen (BLE, 2013).

Zur Bestimmung des Zucker- und Säurespektrums wurden die tiefgefrorenen Proben herangezogen. Die Ana-

lysen der organischen Säuren erfolgten auf AG 11 und AS 11 Säulen mit Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000 (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts/USA). Die Analysen der enthaltenen Zucker wurden auf einer Carbo Pac PA10 (4x250/4x50)-Säule, ebenfalls mit Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000, durchgeführt.

SENSORISCHE PRÜFUNG

Mit sechs geschulten Kostern wurden zur sensorischen Beurteilung des Marks Verkostungen durchgeführt. Mit Hilfe von Dreieckstests wurde erst die Homogenität der Wiederholungen überprüft. Im Anschluss wurden mittels unstrukturierter Skala verschiedene Parameter beurteilt (WEISS, 1981): In den Jahren 2014 und 2015 umfassten diese Parameter Geruchsintensität und -typizität, Geschmacksintensität und -typizität, Mundgefühl, Süß, Sauer und Gesamturteil. Im Jahr 2016 wurden die Markproben vor der Verkostung mit Zucker auf einen einheitlichen °Bx-Wert eingestellt und in Bezug auf Aromaintensität, Frische, Charakter (grün/reif, marmeladig), Mundgefühl (fasrig/sämig) und Gesamturteil bewertet.

Alle Messungen wurden in Doppelbestimmung durchgeführt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS 22.0 und Microsoft Excel. Signifikante Unterschiede wurden mittels Tukey-Test ermittelt und auf dem Niveau $\alpha = 0,05$ angegeben.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

REIFEANALYSEN

NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI), NORMALIZED ANTHOCYANIN INDEX (NAI)

Der NDVI nahm sowohl auf der Schatten- als auch auf der Sonnenseite bei jeder Sorte in jedem Jahr mit zunehmender Reife signifikant ab. Bis auf zwei Mal fand diese Abnahme zwischen den Reifegraden reif und vollreif statt, zwischen vollreif und überreif gab es in diesen

Fällen keine signifikanten Änderungen mehr. Dabei lagen die Werte bei der Sorte 'Ungarische Beste' zwischen -0,65 und 0,22 (Schattenseite) bzw. zwischen -0,67 und 0,15 (Sonnenseite), bei der Sorte 'Bergarouge' zwischen -0,68 und 0,73 (Schattenseite) bzw. zwischen -0,64 und 0,28 (Sonnenseite) und bei der Sorte 'Kioto' zwischen -0,64 und -0,21 (Schattenseite) bzw. zwischen -0,66 und -0,14 (Sonnenseite).

Die Messung des NAI ergab keine eindeutigen Ergebnisse. Teilweise waren zwar signifikante Unterschiede zwischen den Reifegraden feststellbar, allerdings gab es weder auf der Schatten- noch auf der Sonnenseite der Früchte eindeutige Tendenzen, wie sich die Werte im Laufe der Reife entwickeln.

FARBE – CTIFL, L*A*B*, L*C*H°

Wie schon in der Literatur beschrieben (WURM, 2002), stellte auch in diesem Versuch die Messung der Grundfarbe eine gute Möglichkeit zur Einteilung der Reifegrade dar. Durch die Messung mit den Ctifl-Farbtafeln konnte bei allen drei Sorten ein signifikanter Anstieg der Farbwerte mit voranschreitender Reife gezeigt werden. Die Werte reichten bei der Sorte 'Ungarische Beste' von 4 bis 10, bei der Sorte 'Bergarouge' von 3 bis 10 und bei der Sorte 'Kioto' von 6 bis 9. Die Durchschnittswerte der einzelnen Reifegrade waren über alle drei Jahre gesehen bei der Sorte 'Ungarische Beste' am niedrigsten (Tab. 1). Marillen der gleichen Sorten kommen üblicherweise mit noch geringeren oder ähnlichen Werten auf den Markt, als hier die unreifen Varianten aufwiesen, (KIELER und WURM, 2015).

Auch über die Farbmessung mit dem Spectrophotometer konnten Veränderungen in der Farbe gemessen werden. Die L*-Werte nahmen tendenziell sowohl auf der Sonnen- als auch auf der Schattenseite ab, wobei dieser Trend am deutlichsten bei der Sorte 'Ungarische Beste' beobachtet werden konnte. Während die a*-Werte auf der Sonnenseite keine eindeutigen Tendenzen zeigten, stiegen sie auf der Schattenseite bei allen Sorten signifikant an. Die b*-Werte hingegen veränderten sich eher auf der Sonnenseite: Bei allen drei Varianten war hier ein signifikanter Abfall zu beobachten. Die C*-Werte tendierten auf der Schattenseite der Sorten 'Bergarou-

ge' und 'Kioto' zum Anstieg, bei der Sorte 'Ungarische Beste' war dieser Trend nicht zu beobachten. Auf der Sonnenseite nahm der C*-Wert bei 'Ungarische Beste' und 'Bergarouge' ab, bei 'Kioto' gab es keine signifikanten Unterschiede. Der h°-Wert nahm bei allen Sorten signifikant ab, wobei dieser Trend in der Grundfarbe noch stärker wahrzunehmen war als in der Deckfarbe. Wird das Verhältnis von a* zu h° in der Grundfarbe berechnet, so zeigen sich bei 'Ungarische Beste' und 'Kioto' signifikante Unterschiede zwischen allen drei Reifegraden, bei 'Bergarouge' zwischen reif und vollreif (Abb. 1).

FESTIGKEIT

Der Festigkeitsabbau zwischen den einzelnen Reifegraden war mit beiden Varianten – Durofel und Standpenetrometer - signifikant feststellbar (Tab. 1). Es stellte sich heraus, dass für Früchte der Sorte 'Ungarische Beste', die zur Verarbeitung herangezogen werden sollen, die Festigkeitsmessung mittels Durofel nicht immer angewendet werden kann. Die Früchte sind teils schon so weich, dass die Textur auf diesem Weg nicht mehr erfasst werden kann. In Tabelle 1 sind nur die erfassten Werte inkludiert – die Werte in der überreifen Variante lagen daher sogar noch unter den angegebenen $22,75 \pm 18,15$ nach Durofel-Index. Alternativ bietet sich das Standpenetrometer an, dessen Werte bei den Messungen signifikant mit denen des Durofels korrelierten ($r = 0,793$ und $p = 0,000$). Auf dem Frischmarkt sind zumeist Früchte mit höherer Festigkeit zu finden, nur teilweise entsprechen die Werte den reifen und vollreifen Varianten dieses Versuchs. Spätestens die in diesem Versuch als überreif deklarierten Früchte sind am Frischmarkt nicht mehr erhältlich (KIELER und WURM, 2015).

PRODUKTANALYSEN

LÖSLICHE TROCKENSUBSTANZ UND TITRIERBARE SÄUREN

Bei allen drei Sorten konnte mit zunehmender Reife ein Anstieg der löslichen Trockensubstanz beobachtet werden, wobei die Unterschiede zwischen reif und vollreif markanter ausfielen als zwischen vollreif und überreif.

Tab. 1: Reifeparameter: Mittelwerte und Standardabweichungen der drei untersuchten Sorten 'Ungarische Beste' (UB), 'Bergarouge' (Ber) und 'Kioto' in den Untersuchungsjahren 2014 bis 2016; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile stehen für signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Reifeanalysen								
		Reif			Vollreif			Überreif		
		MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
NDVI Schattenseite	UB	-0,28	0,20	b	-0,51	0,10	a	-0,55	0,08	a
	Ber	-0,34	0,27	b	-0,54	0,11	a	-0,59	0,06	a
	Kioto	-0,41	0,11	b	-0,57	0,04	a	-0,58	0,05	a
NDVI Sonnenseite	UB	-0,42	0,18	b	-0,57	0,08	a	-0,57	0,06	a
	Ber	-0,36	0,18	b	-0,51	0,10	a	-0,54	0,07	a
	Kioto	-0,39	0,12	b	-0,53	0,07	a	-0,56	0,05	a
NAI Schattenseite	UB	0,59	0,21	a	0,68	0,15	b	0,71	0,14	b
	Ber	0,76	0,12	b	0,72	0,12	ab	0,68	0,13	a
	Kioto	0,81	0,13	a	0,76	0,10	a	0,76	0,07	a
NAI Sonnenseite	UB	0,79	0,14	a	0,83	0,14	a	0,82	0,13	a
	Ber	0,91	0,08	a	0,93	0,08	a	0,93	0,09	a
	Kioto	0,85	0,09	a	0,94	0,06	b	0,92	0,07	b
Farbe Ctifl	UB	6,13	1,19	a	7,78	0,90	b	8,42	0,72	c
	Ber	7,78	1,04	a	8,62	0,56	b	8,92	0,42	b
	Kioto	7,95	0,69	a	8,60	0,50	b	8,80	0,41	b
L* Grundfarbe	UB	62,08	3,10	b	61,14	2,91	b	58,87	4,49	a
	Ber	57,97	3,47	a	59,74	2,60	b	58,18	3,06	a
	Kioto	59,06	2,50	a	59,61	2,75	a	59,05	2,23	a
a* Grundfarbe	UB	14,83	4,27	a	20,37	3,92	b	21,81	3,61	b
	Ber	22,55	5,32	a	26,72	2,66	b	27,35	2,41	b
	Kioto	25,07	2,47	a	27,34	3,14	b	30,30	1,43	c
b* Grundfarbe	UB	44,42	3,36	b	44,15	3,27	ab	42,50	4,67	a
	Ber	43,73	4,56	a	46,34	2,98	b	44,78	4,05	ab
	Kioto	49,80	2,21	a	51,32	2,80	a	50,43	1,94	a
C* Grundfarbe	UB	47,00	3,55	a	48,71	4,17	a	47,87	5,11	a
	Ber	49,43	5,06	a	53,52	3,50	b	52,51	4,31	b
	Kioto	55,79	2,64	a	58,19	3,55	b	58,85	1,94	b
°h Grundfarbe	UB	71,61	5,04	c	65,41	3,54	b	62,87	3,60	a
	Ber	62,92	6,03	b	60,06	2,11	a	58,55	2,12	a
	Kioto	63,31	2,08	b	62,02	2,24	b	58,99	1,39	a
L* Deckfarbe	UB	54,78	5,68	b	52,28	7,20	b	46,91	7,09	a
	Ber	46,43	7,18	b	41,64	5,68	a	40,18	5,90	a
	Kioto	46,16	5,08	b	42,44	5,47	ab	40,95	7,47	a
a* Deckfarbe	UB	26,29	4,66	a	28,48	4,22	b	25,92	4,98	a
	Ber	30,41	4,97	a	33,21	4,07	b	32,66	3,90	b
	Kioto	34,22	4,46	a	36,76	3,52	a	36,26	3,46	a
b* Deckfarbe	UB	37,40	7,41	b	35,16	8,34	b	29,94	8,48	a
	Ber	29,44	8,83	b	23,57	8,17	a	21,50	7,68	a
	Kioto	32,31	7,77	b	27,08	7,84	ab	25,26	11,03	a
C* Deckfarbe	UB	46,24	5,29	b	45,86	5,50	b	40,02	7,93	a
	Ber	43,22	4,93	b	41,16	6,86	ab	39,47	6,68	a
	Kioto	47,68	4,33	a	46,18	4,85	a	45,06	7,23	a
°h Deckfarbe	UB	54,38	8,85	b	50,12	9,92	a	48,25	8,73	a
	Ber	43,21	11,74	b	34,33	8,31	a	32,35	7,71	a
	Kioto	42,84	9,48	b	35,77	8,54	ab	33,51	10,51	a
Standpenetro- meter (kg/cm ²)	UB	1,72	0,86	c	0,71	0,38	b	0,32	0,92	a
	Ber	3,44	1,59	c	1,97	1,48	b	0,79	0,55	a
	Kioto	5,07	1,50	b	3,31	1,01	a	2,62	0,98	a
Durofel	UB	63,98	10,49	c	48,33	12,77	b	22,75	18,15	a
	Ber	78,53	7,50	c	71,35	9,28	b	53,65	67,84	a
	Kioto	79,55	4,67	b	73,05	3,97	a	74,40	3,76	a

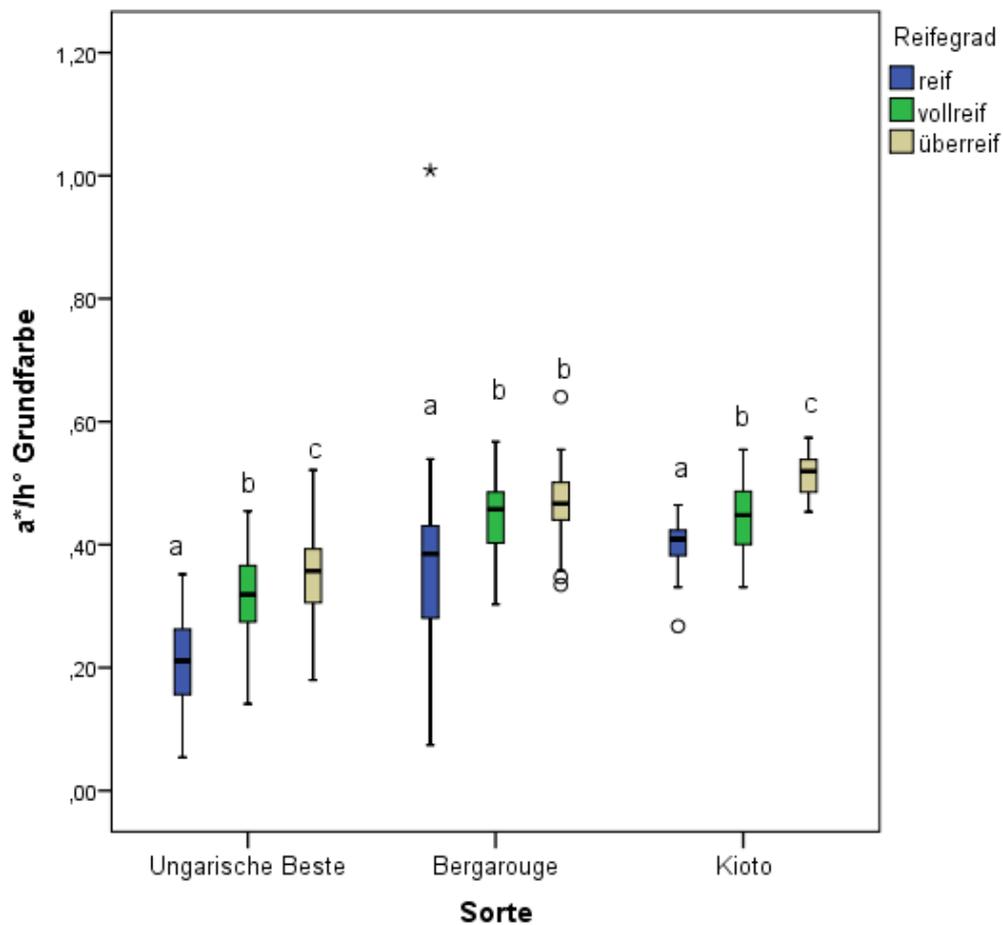


Abb. 1: Verhältnis der a*-Werte zu den h°-Werten in der Grundfarbe; unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Sorte zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$) zwischen den Reifegraden.

Dabei bewegten sich die Werte bei 'Ungarische Beste' zwischen 11,0 und 17,0 °Bx, bei 'Bergarouge' zwischen 10,5 und 17,5 °Bx und bei 'Kioto' zwischen 13,0 und 15,5 °Bx.

Auffallend waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Erntejahren: Bei den Sorten 'Ungarische Beste' und 'Bergarouge' waren die Werte im Jahr 2015 am höchsten – sie lagen zwischen 13,5 und 17,0 °Bx bzw. 13,5 und 17,5 °Bx. Im Jahr 2016 waren die Werte am niedrigsten: Hier variierten sie zwischen 11,0 und 14,5 °Bx bzw. 10,5 und 13,0 °Bx. 'Kioto' wurde nur im Jahr 2015 untersucht. Zurückzuführen sind diese Unterschiede auf die Schwankungen diverser Wetterdaten (Tab. 3): Im Jahr 2015 gab es den geringsten Niederschlag, die höchste Globalstrahlung und die höchste Durchschnittstempe-

ratur, wodurch die hohen Gehalte an löslicher Trockensubstanz in diesem Jahr erklärt werden können. Im Jahr 2016 gab es besonders viel Niederschlag, wodurch die Gehalte an löslicher Trockensubstanz relativ gering ausfielen.

Die Titrierbaren Säuren, berechnet als Weinsäure, bewegten sich bei 'Ungarische Beste' zwischen 13,50 und 22,05 g/kg, bei 'Bergarouge' zwischen 9,75 und 14,55 g/kg und bei 'Kioto' zwischen 22,50 und 26,93 g/kg. Die Werte nahmen zwischen den Reifegraden tendenziell ab, allerdings konnten kaum signifikante Unterschiede verzeichnet werden. Durch die trockene und heiße Witterung im Jahr 2015 waren die Säurewerte in diesem Jahr etwas niedriger als in den Vergleichsjahren.

Tab. 2a: Zucker- und Säuregehalt: Mittelwerte und Standardabweichungen der drei untersuchten Sorten 'Ungarische Beste' (UB), 'Bergarouge' (Ber) und 'Kioto' in den Untersuchungsjahren 2014 bis 2016; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile stehen für signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Produktanalysen								
		Reif			Vollreif			Überreif		
		MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
Brix	UB	12,67	1,03	a	14,17	1,34	b	15,08	1,18	b
°Bx	Ber	12,50	1,57	a	13,92	1,87	ab	15,50	1,91	b
	Kioto	13,25	0,29	a	15,00	0,00	b	15,25	0,29	b
Titrationssäure g/kg	UB	18,58	2,33	a	17,75	2,30	a	16,64	2,32	a
	Ber	12,58	1,19	a	12,18	1,06	a	12,09	1,85	a
	Kioto	24,6	2,42	a	25,13	2,08	a	25,43	0,43	a
Äpfelsäure g/kg	UB	7,01	1,09	a	6,77	1,14	a	6,18	1,17	a
	Ber	12,27	2,31	a	12,16	2,22	a	12,08	2,61	a
	Kioto	4,16	0,32	a	4,33	0,15	a	4,38	0,43	a
Chinasäure g/kg	UB	0,41	0,16	a	0,45	0,14	a	0,45	0,12	a
	Ber	1,16	0,14	a	1,28	0,24	a	1,38	0,25	a
	Kioto	1,04	0,04	a	1,24	0,10	b	1,34	0,11	b
Fumarsäure mg/kg	UB	295,50	81,07	a	259,50	67,13	a	243,50	90,87	a
	Ber	233,50	21,42	a	207,00	12,51	a	212,00	22,95	a
	Kioto	*			*			*		
Galacturonsäure g/kg	UB	1,55	1,68	a	1,65	1,78	a	1,49	1,56	a
	Ber	0,70	1,04	a	0,81	1,21	a	0,66	0,97	a
	Kioto	*			*			*		
Isocitronensäure mg/kg	UB	32,40	48,17	a	28,47	42,96	a	40,03	66,78	a
	Ber	95,17	83,43	a	91,33	73,49	a	86,17	70,32	a
	Kioto	*			*			*		
Oxalsäure mg/kg	UB	102,50	13,38	a	99,50	11,70	a	90,50	20,34	a
	Ber	86,00	4,40	a	70,25	7,63	a	79,75	9,22	a
	Kioto	*			*			*		
Phosphat mg/kg	UB	591,21	60,67	a	567,91	45,09	a	576,07	48,31	a
	Ber	513,44	89,22	a	501,38	58,83	a	539,48	37,81	a
	Kioto	341,4	19,0	a	367,7	11,4	a	363,0	48,5	a
Shikimisäure mg/kg	UB	170,00	33,97	a	184,25	26,91	a	194,00	24,12	a
	Ber	186,50	28,55	a	190,75	15,97	a	233,75	35,82	a
	Kioto	*			*			*		
Weinsäure mg/kg	UB	27,75	7,50	a	25,75	7,85	a	29,00	8,52	a
	Ber	18,75	12,97	a	19,00	13,37	a	16,75	12,58	a
	Kioto	*			*			*		

* Werte wurden nicht erhoben.

ZUCKER- UND SÄURESPEKTREN

In den Tabellen 2a und 2b sind die Ergebnisse der Zucker- und Säureanalysen dargestellt. Äpfel- und Zitronensäure waren, wie auch schon in der Literatur beschrieben (AYOUR et al., 2017; AKIN et al., 2008), die mengenmäßig am stärksten vertretenen Säuren. Bei 'Bergarouge' war Äpfelsäure die Hauptsäure: Die Werte reichten hier von 10,12 bis 17,25 g/kg. Bei 'Ungarische Beste' lagen die Werte bei $6,66 \pm 1,16$ g/kg, bei 'Kioto' bei $4,29 \pm 0,31$ g/kg. Im Jahr 2014 und 2016 konnte bei 'Ungarische Beste' zwischen den vollreifen und überreifen Früchten ein signifikanter Abfall dieser Säure beob-

achtet werden, bei 'Bergarouge' im Jahr 2015. Allerdings gab es zwischen den Erntejahren leichte Unterschiede im Äpfelsäuregehalt, wodurch über alle drei Jahre betrachtet keine signifikante Änderung zu verzeichnen war. Zitronensäure war bei den Sorten 'Ungarische Beste' und 'Kioto' die Hauptsäure. Die gemessenen Werte lagen hier zwischen 8,42 und 14,34 g/kg bzw. 16,05 und 19,79 g/kg. Zwischen den Reifegraden konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Bei 'Bergarouge' lagen die Zitronensäurewerte bei $0,26 \pm 0,06$ g/kg. In den Jahren 2015 und 2016 konnte hier ein signifikanter Abfall zwischen den reifen und vollreifen Früchten beobachtet werden.

Tab. 2b: Zucker- und Säuregehalt: Mittelwerte und Standardabweichungen der drei untersuchten Sorten 'Ungarische Beste' (UB), 'Bergarouge' (Ber) und 'Kioto' in den Untersuchungsjahren 2014 bis 2016; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile stehen für signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Produktanalysen								
		Reif			Vollreif			Überreif		
		MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
Zitronensäure g/kg	UB	11,35	1,97	a	11,10	1,98	a	10,88	1,93	a
	Ber	0,31	0,05	b	0,24	0,03	a	0,23	0,04	a
	Kioto	17,77	1,95	a	17,94	1,87	a	17,61	0,68	a
Glucose g/kg	UB	19,54	3,93	a	22,01	4,28	a	22,37	3,86	a
	Ber	20,33	5,78	a	24,18	8,22	a	26,70	8,82	a
	Kioto	20,48	1,03	a	27,72	2,04	b	26,25	2,96	b
Fructose g/kg	UB	6,47	1,50	a	7,01	1,21	a	6,71	0,82	a
	Ber	4,29	1,35	a	5,59	2,76	a	7,05	4,19	a
	Kioto	10,05	1,04	a	13,19	0,93	b	11,15	1,08	ab
Saccharose g/kg	UB	70,50	9,00	a	78,61	7,20	ab	83,52	49,19	b
	Ber	65,18	8,65	a	75,15	12,11	a	78,85	11,98	a
	Kioto	54,72	0,86	a	62,67	1,04	b	63,95	4,80	b
Arabinose mg/kg	UB	14,00	0,82	a	19,25	0,96	b	20,25	1,26	b
	Ber	46,25	28,48	a	47,50	24,02	a	60,00	26,02	a
	Kioto	*			*			*		
Galactose mg/kg	UB	9,0	0,00	a	11,00	0,82	b	12,50	0,58	c
	Ber	10,50	2,38	a	12,25	3,20	a	12,00	0,00	a
	Kioto	*			*			*		
Myoinosit g/kg	UB	3,65	2,25	a	3,52	2,19	a	3,36	2,13	a
	Ber	2,80	1,72	a	2,81	1,74	a	2,91	1,79	a
	Kioto	3,16	0,03	a	2,99	0,34	a	3,03	0,29	a
Rhamnose mg/kg	UB	1,00	1,15	a	2,00	1,63	a	2,75	1,26	a
	Ber	8,00	6,06	a	12,75	21,75	a	11,00	7,79	a
	Kioto	*			*			*		
Sorbit g/kg	UB	1,83	0,78	b	1,43	0,68	ab	1,11	0,63	a
	Ber	4,71	1,89	a	4,28	1,93	a	4,38	2,62	a
	Kioto	2,00	0,48	b	1,09	0,44	a	0,58	0,76	a
Xylitol mg/kg	UB	27,50	19,84	a	49,50	21,27	a	39,00	4,62	a
	Ber	n.n.			n.n.			n.n.		
	Kioto	*			*			*		
Xylose mg/kg	UB	197,24	129,90	a	196,84	128,51	a	189,06	130,32	a
	Ber	171,50	99,96	a	238,25	187,26	a	273,87	209,77	a
	Kioto	498,46	121,53	a	481,06	288,61	a	605,04	138,47	a

* Werte wurden nicht erhoben.

Auch Chinasäure war mengenmäßig stark vertreten. Bei 'Ungarische Beste' im Jahr 2016 und 'Kioto' im Jahr 2015 konnte im Verlauf der Reife ein signifikanter Anstieg beobachtet werden. Alle anderen Werte unterschieden sich nicht signifikant.

Mit fortschreitender Reife ist auch die Polygalacturonase aktiv. Es kommt zum Abbau von Pektin, der mit verringerter Fruchtfestigkeit einhergeht: Der Veresterungsgrad wird verringert, und die Pektinketten werden in kleinere Bruchstücke aufgespalten – es steigt der Galacturonsäuregehalt (Friedrich und Fischer, 2000). Zwischen den Reifegraden konnte in diesem Fall jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei

'Ungarische Beste' lagen die Werte bei $1,56 \pm 1,60$ g/kg, bei 'Bergarouge' bei $0,72 \pm 1,02$ g/kg.

Ebenso konnten bei Fumarsäure, Isocitronensäure, Oxalsäure, Phosphat, Shikimisäure und Weinsäure keine signifikanten Unterschiede zwischen den Reifegraden festgestellt werden. Auf Grund der geringen Menge und der nicht vorhandenen signifikanten Unterschiede wurden diese Säuren mit Ausnahme von Phosphat bei der Sorte 'Kioto' nicht bestimmt.

Saccharose bildete den Hauptbestandteil der löslichen Trockensubstanz. Mit Ausnahme von 'Bergarouge' im Jahr 2016 konnte bei allen Sorten in jedem Jahr ein signifikanter Anstieg zwischen reif und vollreif beobachtet

Tab. 3: Wetterdaten im Zeitraum April bis Juli in den Jahren 2014 bis 2016

	2014	2015	2016
Durchschnittliche Globalstrahlung [W/m ²]	152,01	232,81	222,14
Summe Niederschlag [mm]	278,60	164,40	357,60
Durchschnittstemperatur [°C]	16,18	17,60	16,12

werden. Auch über alle drei Jahre berechnet war dieser Unterschied bei 'Ungarische Beste' signifikant. Bei 'Ungarische Beste' reichten die Werte von 57,59 bis 89,26 g/kg, bei 'Bergarouge' von 53,71 bis 90,77 g/kg und bei 'Kioto' von 53,83 bis 68,25 g/kg.

Glucose war der zweitwichtigste Zucker. Auch bei diesem Zucker konnte mit Ausnahme von 'Ungarische Beste' im Jahr 2015 und 'Bergarouge' im Jahr 2016 in jedem Jahr ein signifikanter Anstieg von reif auf vollreif gemessen werden. Durch die Niveauunterschiede zwischen den Untersuchungsjahren konnte kein signifikanter Gesamtanstieg beobachtet werden. Die Werte lagen bei 'Ungarische Beste' zwischen 16,35 und 29,20 g/kg, bei 'Bergarouge' zwischen 12,75 und 34,52 g/kg und bei 'Kioto' zwischen 19,06 und 29,62 g/kg.

Die Fructosewerte variierten bei 'Ungarische Beste' von 3,74 bis 9,37 g/kg, bei 'Bergarouge' von 2,17 bis 13,33 g/kg und bei 'Kioto' von 8,94 bis 14,08 g/kg. Es konnte jedoch nur bei 'Kioto' ein signifikanter Anstieg festgestellt werden.

Die Werte für Arabinose, Galactose, Rhamnose und Xylitol zeigten zwar teilweise signifikante Unterschiede, allerdings waren die Werte in einem derart niedrigen Messbereich, in dem die Genauigkeit der Werte kaum garantiert werden kann.

Die Myoinositgehalte lagen bei 'Ungarische Beste' zwischen 0,63 und 6,60 g/kg, bei 'Bergarouge' zwischen 0,83 und 5,13 g/kg und bei 'Kioto' zwischen 2,66 und 3,43 g/kg. Sie variierten zwar zwischen den Untersuchungsjahren, zwischen den Reifegraden gab es aber keine signifikanten Unterschiede.

Bei Sorbit variierten die Werte für 'Ungarische Beste' zwischen 0,37 und 2,78 g/kg, für 'Bergarouge' zwischen 0,89 und 7,25 und für 'Kioto' zwischen 0,43 und 2,56

g/kg. Die Werte nahmen tendenziell mit der Reife ab – bei 'Ungarische Beste' im Jahr 2015, bei 'Bergarouge' im Jahr 2016 und bei 'Kioto' war diese Abnahme signifikant wahrnehmbar. Bei 'Ungarische Beste' war diese Abnahme trotz der Jahresunterschiede auch über alle drei Jahre gemessen signifikant.

Bei Xylose konnte in keinem Jahr bei keiner Sorte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die gemessenen Mengen variierten bei 'Ungarische Beste' von 'nicht nachweisbar' bis 482,19 mg/kg, bei 'Bergarouge' von 'nicht nachweisbar' bis 596,72 mg/kg und bei 'Kioto' von 78,46 bis 766,79 mg/kg.

SENSORISCHE PRÜFUNG

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen über alle drei Untersuchungsjahre zusammengefasst. Bei der Sorte 'Kioto' konnten bei keinem untersuchten Parameter signifikante Unterschiede in der sensorischen Untersuchung beobachtet werden.

Bei den Sorten 'Ungarische Beste' und 'Bergarouge' konnte eine signifikante Verbesserung des Gesamturteils zwischen den reifen und vollreifen Varianten gemessen werden. In den Jahren 2014 und 2015 wurden die Markproben von 'Ungarische Beste' aus überreifen Marillen etwas schlechter beurteilt als die Proben aus vollreifen Marillen. Auch im Mundgefühl konnte eine signifikante Verbesserung von reif auf vollreif bei 'Ungarische Beste' und 'Bergarouge' festgestellt werden. In der Geruchsintensität gab es nur bei 'Bergarouge' signifikante Verbesserungen zwischen reif und vollreif, die Werte der überreifen Varianten nahmen in der Intensität wieder etwas

Tab. 4: Sensorische Analyse: Mittelwerte und Standardabweichungen der drei untersuchten Sorten 'Ungarische Beste' (UB), 'Bergarouge' (Ber) und 'Kioto' in den Untersuchungsjahren 2014 bis 2016; unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile stehen für signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$).

		Sensorische Analysen								
		Reif			Vollreif			Überreif		
		MW	Stab		MW	Stab		MW	Stab	
Gesamturteil 2014-2016	UB	49,26	20,99	a	57,58	18,46	b	54,63	22,78	ab
	Ber	44,99	19,69	a	54,57	16,30	b	59,98	19,29	b
	Kioto	46,78	15,77	a	52,82	17,34	a	55,97	18,89	a
Mundgefühl 2014-2016	UB	52,89	21,96	a	62,60	19,34	b	61,88	21,27	b
	Ber	48,58	18,91	a	57,70	15,82	b	61,10	19,20	b
	Kioto	55,81	18,39	a	61,00	17,88	a	63,97	18,54	a
Geruchs- intensität 2014-2015	UB	55,98	21,69	a	58,27	21,58	a	61,33	17,46	a
	Ber	43,76	22,51	a	52,72	19,54	b	51,44	21,36	ab
	Kioto	52,03	19,21	a	49,44	20,59	a	47,75	21,42	a
Geruchstypizität 2014-2015	UB	62,23	19,40	a	64,74	20,42	a	63,21	19,46	a
	Ber	49,74	22,77	a	57,65	20,14	a	58,40	21,05	a
	Kioto	62,03	20,82	a	56,17	22,16	a	55,75	23,68	a
Geschmacks- intensität 2014-2015	UB	59,23	17,71	a	65,08	17,24	a	61,47	20,42	a
	Ber	52,83	19,14	a	56,14	19,08	a	59,34	18,14	a
	Kioto	53,36	18,69	a	59,61	22,74	a	61,72	20,42	a
Geschmacks- typizität 2014-2015	UB	52,32	21,73	a	61,38	18,32	b	51,03	22,41	a
	Ber	43,09	20,41	a	54,44	16,82	b	57,72	19,46	b
	Kioto	50,00	17,33	a	51,44	19,40	a	58,42	18,99	a
Aromaintensität 2016	UB	65,06	17,18	a	71,89	8,19	ab	76,39	17,31	b
	Ber	61,89	12,15	a	53,89	21,69	a	62,78	20,13	a
Frische 2016	UB	62,39	23,45	a	72,17	16,84	a	74,22	17,67	a
	Ber	62,67	12,00	a	65,72	11,99	a	69,33	18,85	a
Charakter/Reife 2016	UB	60,22	23,28	a	63,06	24,26	a	68,83	25,90	a
	Ber	52,61	16,23	a	69,17	9,54	b	68,11	17,26	b

ab. Auf die Geruchstypizität hatte die Reife bei keiner Sorte einen signifikanten Einfluss. Bei der Geschmacksintensität konnte lediglich im Jahr 2014 bei 'Bergarouge' eine signifikante Verbesserung mit steigendem Reifegrad beobachtet werden. Anders verhielt es sich bei der Geschmackstypizität: Diese nahm bei 'Ungarische Beste' und 'Bergarouge' von reif auf vollreif signifikant zu. Im Mark der Sorte 'Ungarische Beste' nahm die Geschmackstypizität bei der überreifen Variante wieder ab. Im Jahr 2016 wurden die Parameter Geschmacks- und Geruchsintensität durch Aromaintensität ersetzt: Bei

'Ungarische Beste' gab es eine signifikante Zunahme proportional zur Reife, bei 'Bergarouge' konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Der Parameter Frische wurde ebenfalls nur im Jahr 2016 erhoben – hier gab es keine signifikanten Veränderungen. Auch der Parameter Charakter wurde 2016 abgefragt: Bei allen Proben wurde der Charakter nicht als grün, sondern eher als reif und marmeladig beurteilt. Bei 'Ungarische Beste' gab es nur eine steigende Tendenz entlang der Reifegrade, bei 'Bergarouge' konnten signifikante Unterschiede beobachtet werden.

FAZIT

Durch die sensorische Analyse konnte gezeigt werden, dass eine sorgfältige Auswahl der Rohware an Hand der Reife eine signifikante Verbesserung der Qualität eines Verarbeitungsproduktes bewirkt. Vor allem im Mundgefühl, in der Geschmackstypizität und im Gesamturteil schnitten die Markproben aus vollreifen Früchten besser ab als aus reifen Früchten. Bei 'Ungarische Beste' können überreife Früchte allerdings das Ergebnis wieder verschlechtern. Es konnte gezeigt werden, dass sich für die Reifebestimmung bei Früchten für die Verarbeitung bis auf wenige Ausnahmen die gleichen Methoden eigneten wie bei Früchten für den Frischmarkt: Die relativ wenig erforschte und kaum angewandte Methode der NDVI-Messung bietet sich neben der Farbmessung als zerstörungsfreie Methode der Reifebestimmung an. Der NDVI sollte auf der Sonnen- und auf der Schattenseite für Verarbeitungsfrüchte der Sorten 'Ungarische Beste', 'Bergarouge' und 'Kioto' durchschnittlich unter -0,5 liegen. Die Messung des NAI erwies sich zur Reifebestimmung als wenig sinnvoll. Die Bestimmung der Grundfarbe mittels Ctifl-Farbtafeln erwies sich als einfache und schnelle Methode, um den Reifegrad der Früchte zu bestimmen. Für 'Ungarische Beste' sollte der Farbwert der Grundfarbe zumindest bei 7 liegen, bei 'Bergarouge' und 'Kioto' bei mindestens 8. Die Farbe der Früchte ließ sich auch mit einem Spectrophotometer im $L^*a^*b^*$ - und $L^*C^*h^*$ -Farbraum gut dokumentieren. In der Praxis

bedeutet ein Farbmessgerät jedoch einen erheblich höheren finanziellen Aufwand. Auch von der Handhabbarkeit her sind die Ctifl-Farbtafeln einfacher und flexibler. Allerdings ist etwas Übung der messenden Personen notwendig, um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Die Messung der Festigkeit ist ebenfalls eine passende Methode, um die Reife zu bestimmen. Für 'Ungarische Beste' sollten die Werte am Standpenetrometer etwa zwischen 0,8 und 0,4 kg/cm² liegen, mit dem Durofel unter 55. Allerdings eignet sich das Durofel nicht immer für sehr reife Früchte der Sorte 'Ungarische Beste', da die Festigkeit dann kaum mehr erfasst werden kann. Für 'Bergarouge' und 'Kioto' sollten noch weitere Untersuchungen angestellt werden, um Empfehlungen abgeben zu können.

Die Reife der Ausgangsware im Mark war an Hand der Zucker- oder Säurespektren nur bedingt bestimmbar. Die meisten analysierten Zucker stiegen, wie auch die Werte für die lösliche Trockensubstanz, zwar mit zunehmender Reife tendenziell an, variierten jedoch innerhalb der Untersuchungsjahre durch die unterschiedlichen Witterungseinflüsse. Der mengenmäßig am stärksten vertretene Zucker war erwartungsgemäß Saccharose, gefolgt von Glucose und Fructose. Die Säurespektren wurden hauptsächlich durch die Sorte, aber auch durch das Jahr beeinflusst. Die Bestimmung der Säuren eignet sich eher dazu, einen Hinweis zur verarbeiteten Sorte zu liefern als über den Reifegrad.

LITERATUR

AKIN, E.B., KARABULUT, I. AND TOPCU, A. 2008: Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry* 107: 939-948.

AYOUR, J., SAGAR, M., HARRAK, H., ALAHYANE, A., ALFEDDY, M.N., TAOURIRTE, M. AND BENICHO, M. 2017: Evolution of some fruit quality criteria during ripening of twelve new Moroccan apricot clones (*Prunus armeniaca* L.). *Scientia Horticulturae* 215: 72-79.

- BIALE, J.B. AND YOUNG, R.E. 1981: Respiration and ripening in fruits - retrospect and prospect. In: Friend, J. and Rhodes, M.J.C. (eds): *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*. p. 1-39. – London: Academic Press, 1981
- BLE 2013: Geräte und Messmethoden für die Qualitätskontrolle bei Obst, Gemüse und Speisekartoffeln. Empfehlungen vom „Arbeitskreis Qualitätskontrolle bei Obst, Gemüse und Speisekartoffeln“ beim Verband der Landwirtschaftskammern e.V. (<http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ernaehrung-Lebensmittel/Vermarktungsnormen/VermarktungsnormenObstGemuese/Geraetekatalog.pdf>) (26.4.17)
- FRIEDRICH, G. UND FISCHER, M. 2000: *Physiologische Grundlagen des Obstbaues*. 3. Aufl. S. 376 – Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 2000
- INFANTE, R., KRAEMER, F., LUCHSINGER, C., MENESES, C. AND AROS, D. 2006: Sensorial Post-Harvest Quality Evolution in Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars 'Palsteyn' and 'Grandir'. *Proc. XIIIth Int. Symp. on Apricot Breeding and Culture, Acta Hort.* 717, ISHS, 321-325.
- KIELER, M. UND WURM, L. 2015: Analytische und sensorische Prüfung von Marillensorten unterschiedlicher Herkunft. *Mitteilungen Klosterneuburg* 65: 33-48.
- KUCKENBERG, J., TARTACHNYK, I. AND NOGA, G. 2008: Evaluation of fluorescence and remission techniques for monitoring changes in peel chlorophyll and internal fruit characteristics in sunlit and shaded sides of apple fruit during shelf-life. *Postharvest Biology and Technology* 48: 231-241.
- RUTKOWSKI, K. P., MICHALCZUK, B. AND KONOPACKI, P. 2008: Nondestructive determination of Golden Delicious Apple Quality and Harvest Maturity. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 16: 39-52.
- Solomakhin, A.A. and Blanke, M.M. 2007: Overcoming adverse effects of hailnets on fruit quality and microclimate in an apple orchard. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2625-2637.
- VALENTINI, N., MELLANO, M., ANTONIONI, I. AND BOTTA, R. 2006: Chemical, Physical and Sensory Analysis for Evaluating Quality of Apricot Cultivars. *Proc. XIIth Int. Symp. on Apricot Culture and Decline, Acta Hort.* 701, ISHS, 559-563.
- WEISS, J. 1981: Rating scales in the sensory analysis of food stuffs. *Acta Alimentaria* 10: 393-405.
- WURM, L. 2002: *Marillen/Aprikosen – Anbau, Pflege, Verarbeitung*. Wien: Österreichischer Agrarverlag, 2002
- Zude, M., Birlouez-Aragon, I., Paschold, P.J. and Rutledge, D.N. 2007: Non-invasive spectrophotometric sensing of carrot quality from harvest to consumption. *Postharvest Biology and Technology* 45: 30-37.

Eingelangt am 23. August 2017