

Bestimmung des optimalen Reifegrades von Äpfeln für die Saftproduktion

Monika Graf*, Manuel Bucher, Dietmar Stelzer, Karin Korntheuer und Manfred Gössinger

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
Wiener Straße 74, A-3400 Klosterneuburg

*Korrespondierende Autorin: monika.graf@weinobst.at

Zusammenfassung

Der optimale Reifegrad für die Saftproduktion unterscheidet sich vom empfohlenen Reifegrad, den Äpfel bei der Einlagerung haben sollten. Um den richtigen Zeitpunkt für die Verarbeitung zu definieren, wurden klare Säfte sowohl aus frisch geernteten Äpfeln als auch nach unterschiedlichen Lagerzeiten produziert. 'Jonagold' Äpfel wurden in drei aufeinanderfolgenden Erntejahren untersucht, 'Golden Delicious', 'Ilzer Rosenapfel', 'Pinova' und 'Red Topaz' wurden in jeweils einem Erntejahr analysiert. Äpfel zur Saftproduktion sollten den Maximalwert des klimakterischen Anstiegs der Respiration bereits erreicht haben, da diese Säfte bei Verkostungen besser bewertet werden. 'Jonagold' Äpfel sollten zu diesem Zweck einen Streif-Index von $\leq 0,05$ und eine Festigkeit von $\leq 6,5 \text{ kg/cm}^2$ aufweisen. C*-Werte (Buntheit) von ≥ 37 in der Grundfarbe und ≥ 43 in der Deckfarbe scheinen ebenfalls von Vorteil zu sein. Die Farbwerte könnten auch einen Hinweis auf die maximale Lagerdauer geben, bevor die Saftqualität abnimmt. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um Empfehlungen für die weiteren Apfelsorten geben zu können.

Schlagwörter: Reife, Verarbeitung, Respiration, Streif-Index, Farbe, Zucker, Säure

Abstract

Determination of the optimal ripeness stage of apples for juice production. The optimal degree of ripeness for juice production differs from the recommended ripeness level for storage. In order to find the right point in time for processing, clear juices were produced from freshly harvested apples, and after different durations of storage. 'Jonagold' apples were studied in three consecutive years; 'Golden Delicious', 'Ilzer Rosenapfel', 'Pinova' and 'Red Topaz' were analysed in one year each. Apples for juice production should have reached the maximum value of the climacteric peak in respiration before processing since those juices are ranked higher in tastings. In order to meet this point for 'Jonagold' apples Streif-Index should be $\leq 0,05$ and firmness $\leq 6,5 \text{ kg/cm}^2$. C*-value in base colour ≥ 37 and C*-value in cover colour ≥ 43 also seems to be advantageous. Colour values could also indicate the maximum storage duration before juice quality worsens. Further studies are required to find recommendations for the remaining varieties.

Keywords: ripeness, processing, respiration, Streif-Index, colour, sugar, acid

Einleitung

Im Zuge der Reifung bzw. der Lagerung kommt es im Apfel zu verschiedenen Veränderungen, unter anderem bei: Festigkeit, Stärkegehalt, Säuregehalt, Schalenfarbe oder Zuckergehalt (Wurm et al. 2010). Auch die Aromabildung geht mit der Reife einher. Sie steht in engem Zusammenhang mit der Festigkeitsabnahme und der Ethylenproduktion (Gabioud et al. 2009), sowie der Respiration. Die maximale Aromaproduktion wird etwa gleichzeitig mit dem Höhepunkt der Respiration, also der maximalen CO₂-Abgabe, erreicht (Song und Bangerth, 1996). Martínez Vega et al. (2014) zeigten, dass durch Nachlagerung der Äpfel das Zucker/Säure-Verhältnis verbessert werden konnte und mehr interessante fruchtige Aromakomponenten feststellbar waren. Poll (1985) fand ähnliche Ergebnisse: Er teilte die Äpfel in die Gruppen „unreif“, „pflückreif“, „späte Ernte“, „genussreif“ und „langzeitgelagert“ ein. Er konnte zeigen, dass das sensorisch empfundene Fruchtaroma und der Gehalt an flüchtigen Inhaltsstoffen im produzierten Saft in der Reihenfolge „unreif“, „pflückreif“, „späte Ernte“, „genussreif“ zunahmen und bei Saft aus langzeitgelagerten Äpfeln wieder abnahmen. Auch die Trubstabilität im naturtrüben Saft ist am respiratorischen Höhepunkt am besten (Wang et al. 2022).

Da Äpfel im Sinne der besseren Lagerfähigkeit deutlich vor Erreichen der maximalen CO₂-Abgabe geerntet werden, empfiehlt sich eine zusätzliche Lagerung der Früchte vor deren Verarbeitung. Die Respiration ist jedoch von verschiedenen Faktoren abhängig: Sorte und Temperatur sind entscheidend (Wurm 2010), hinzu kommen Jahrgangsunterschiede (Gössinger et al. 2016). Es gibt also keine CO₂-Abgabe-Werte, die für die Verarbeitung allgemein empfohlen werden können.

Ziel war es nun, andere Werte zu finden, die diesen respiratorischen Peak darstellen bzw. damit ins Verhältnis zu setzen und als „besten Verarbeitungszeitpunkt“ zu definieren. Für Äpfel, die für die Lagerung bzw. den Frischmarkt bestimmt sind, wird üblicherweise der Streif-Index herangezogen. An der Veränderung von diesem Wert orientierte sich dieser Versuch. Es wurde versucht, eine Empfehlung für den idealen Streif-Index zu generieren und Hinweise zu anderen Reifeparametern zu finden, die sich markant verändern und so den idealen Verarbeitungszeitpunkt abbilden können.

Material und Methoden

Verschiedene Apfelsorten wurden in den Jahren 2014 ('Jonagold', 'Golden Delicious', 'Ilzer Rosenapfel', 'Pinova'), 2015 ('Jonagold', 'Red Topaz') und 2016 ('Jonagold') vom Versuchsgut Haschhof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg für Versuche herangezogen. Jede Sorte wurde an je einem Termin geerntet und nach unterschiedlich langen Lagerzeiten bei 2-4°C an drei bis fünf Terminen (Tab. 1) zu Saft verarbeitet. Die Verarbeitungszeitpunkte orientierten sich an regelmäßigen Streif-Index-Messungen: Sobald sich der Streif-Index wesentlich verändert hatte, wurde ein neuer Verarbeitungstermin angesetzt. Dabei wurden jeweils 200 kg verarbeitet und in je 2 Wiederholungen aufgeteilt.

Tab. 1: Ernte- und Verarbeitungsdaten

Sorte	Jahr	Erntedatum	Verarbeitungstermin	Verarbeitungsdatum	Kalenderwoche
Golden Delicious	2014	22.9.2014	1	23.09.2014	39
			2	16.10.2014	42
			3	10.11.2014	46
			4	02.12.2014	49
Ilzer Rosenapfel	2014	8.10.2014	1	09.10.2014	41
			2	02.12.2014	49
			3	02.03.2015	52+10
Jonagold	2014	17.09.2014	1	23.09.2014	39
			2	28.10.2014	44
			3	17.11.2014	47
			4	15.12.2014	51
			5	13.01.2015	52+3
Pinova	2014	19.09.2014	1	23.09.2014	39
			2	28.10.2014	44
			3	17.11.2014	47
			4	15.12.2014	51
			5	13.01.2015	52+3
Jonagold	2015	14.10.2015	1	15.10.2015	42
			2	09.11.2015	46
			3	21.12.2015	52
			4	29.02.2016	52+5
Red Topaz	2015	25.10.2015	1	27.10.2015	44
			2	17.11.2015	47
			3	21.12.2015	52
			4	03.02.2016	52+5
Jonagold	2016	24.09.2016	1	25.09.2016	39
			2	16.11.2016	46
			3	21.12.2016	51

Reifeanalysen

An jedem Verarbeitungstermin wurden vor der Saffherstellung von jeder Wiederholung zehn Äpfel den nachfolgend beschriebenen Reifeuntersuchungen unterzogen.

Die Respirationsraten wurden, wie bei Schnürer et al. (2014) beschrieben, mit einer CO₂-Sonde (Almemo FY A600-CO₂ H & Almemo 2590-3S; Ahlborn, Holzkirchen, Deutschland) bestimmt und als mg CO₂/(h*kg) berechnet.

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, Germany) 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 einem Farbmessgerät (Spectrophotometer CM-3500d; Fa. Konica Minolta, Langenhagen, Deutschland) im L*a*b*- und L*C*h°-Farbraum ermittelt (Reflexionsmessung, Lichtquelle D65, Bestrahlungswinkel 10°, 8 mm Blende). Im CIELAB

System $L^*a^*b^*$ kann jede Farbe in einer Horizontalebene (gleiche Helligkeitsstufe) exakt durch a und b Koordinaten beschrieben werden ($+a^*=$ rot, $-a^*=$ grün, $+b^*=$ gelb, $+b^*=$ blau). Im CIELAB System $L^*C^*h^\circ$ kann jede Farbe in einer Horizontalebene (gleiche Helligkeit) durch C und h exakt beschrieben werden. C^* entspricht der Buntheit (Entfernung vom Mittelpunkt) und h° dem Winkel auf dem Kreis. Grund- und Deckfarbe der Äpfel wurden getrennt voneinander gemessen.

Die Festigkeit wurde mit Hilfe eines Standpenetrometers (AFG 500 N, Fa. Mecmesin, Slinfold, Großbritannien) analysiert. 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 wurde in kg/cm² angegeben.

Zur Bestimmung des Stärkeabbauwertes wurden die Äpfel horizontal halbiert und die Schnittfläche in eine Jod-Lösung getaucht. Die entstehende Blaufärbung wurde nach einer Ctifl Stärkeabbautabelle (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes, Paris, France) von 1-10 beurteilt. Dabei wurde abwechselnd die obere und untere Apfelhälfte verwendet.

Die jeweils andere Apfelhälfte wurde entsaftet (Juicer HR 1861, Fa. Philips, Amsterdam, Niederlande). Im gewonnenen Saft wurde mit einem Handrefraktometer (REF 711gB, Fa. Arcada, Cuxhaven, Deutschland) die lösliche Trockensubstanz ($^{\circ}\text{Bx}$) bestimmt (BLE 2013). Durch Berechnung von Fruchtfleischfestigkeit/ (Stärkeabbauwert x lösliche Trockensubstanz) konnte der Streif-Index, eine gängige Methode zur Reifebestimmung, ermittelt werden (Streif, 1996).

Weiters wurden 10 ml Saft zur Bestimmung der titrierbaren Säuren 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/L berechnet als Weinsäure angegeben werden.

Saftherstellung

Die Äpfel wurden zu klarem Saft verarbeitet. Dazu wurden die Früchte gewaschen, mittels Schleuderfräse (Fa. Kreuzmayr, Wallern an der Trattnach, Österreich) zerkleinert und mit einer Bandpresse (Fa. Stossier, Pörschach, Österreich) gepresst. Der gewonnene Saft wurde mit Fructozym P (2 ml/hl, Fa. Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) enzymiert. Nach 15 Minuten wurde das am Tag zuvor angesetzte Bentonit (2 g/l) eingerührt (NaCalit, Fa. Erbslöh). Nach jeweils weiteren 15 Minuten wurden dem Saft Kieselsol (50 ml/hl, Klarsol Super, Fa. Erbslöh) und Gelatine (50 ml/hl, Erbigel liquid, Fa. Erbslöh) zugesetzt. Nach einer Einwirk- und Absetzzeit von rund 24 Stunden wurde der blanke Saft abgezogen. Daraus wurden Proben gezogen und für die chemischen Analysen (Zucker- und Säurespektrum) bei -18°C tiefgefroren. Lag die titrierbare Säure unter 5 g/L, so wurde der Saft mit Zitronensäure (Fa. Jungbunzlauer Austria AG, Wulzeshofen, Österreich) auf diesen Wert aufgesäuert. Im Anschluss wurde der Saft in 1-Liter-Glasflaschen abgefüllt und 20 Minuten bei 80°C in einem Berieselungspasteur (Fa. Kreuzmayr) pasteurisiert. Die Lagerung der Säfte erfolgte bis zur Verkostung bei 17-20°C.

Produktanalysen

Das Zucker- und Säurespektrum wurde anhand der tiefgefrorenen Proben bestimmt. Die Analysen der organischen Säuren (Äpfelsäure, Bernsteinsäure, Chinasäure, Citronensäure, Fumarsäure, Galacturonsäure, Isocitronensäure, Oxalsäure, Phosphat, Shikimisäure) erfolgten auf AG 11 und AS 11 Säulen mit Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000 (Fa. Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, USA). Die Analysen der enthaltenen Zucker (Arabinose, Fructose, Galactose, Gesamtzucker, Glucose, Glycerol, Myo-inositol, Rhamnose, Rutinose, Saccharose, Sorbit, Xylitol, Xylose) wurden auf einer Carbo Pac PA10 (4x250/ 4x50) Säule, ebenfalls mit

Ionenchromatographie Dionex Serie ICS 3000, wie bei Weiss (1995) beschrieben, modifiziert nach den Arbeitsanweisungen Dionox AN122, durchgeführt.

Sensorische Prüfung

Zu jedem Verarbeitungstermin wurden zwei Äpfel und der frisch produzierte und pasteurisierte Saft von 2 bis 4 geschulten Kostern verkostet und verbal beschrieben. Zur weiteren sensorischen Beurteilung der Säfte und zum Vergleich der Verarbeitungstermine wurden mit sechs geschulten Kostern Verkostungen durchgeführt. Erst wurde mit Hilfe von Dreieckstests die Gleichheit der Wiederholungen überprüft. Im Anschluss wurden mittels unstrukturierter Skala verschiedene Parameter beurteilt (Weiss, 1981): Diese umfassten Geruchsintensität und -typizität, Geschmacksintensität und -typizität, Mundgefühl und Gesamturteil.

Statistische Auswertung

Alle Messungen wurden in Doppelbestimmung durchgeführt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels SPSS 26 und Microsoft Excel. Die Ergebnisse wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität geprüft. Signifikante Unterschiede wurden mittels einfaktorieller ANOVA mit dem unabhängigen Faktor Erntetermin und anschließendem Tukey-Test oder Dunnett T3 für jedes Erntejahr ermittelt und auf dem Niveau $\alpha = 0,05$ angegeben. Für die Verkostungsdaten wurde der LSD-Test angewendet.

Ergebnisse und Diskussion

‘Jonagold’

Die Sorte ‘Jonagold’ wurde in allen drei Versuchsjahren untersucht. Um Sorten- und Jahrgangsunterschiede der anderen untersuchten Sorten auszuschließen, wurden in erster Linie die Daten dieser Sorte zur Interpretation herangezogen.

Bei der Verkostung der Äpfel zeigte sich, dass beim ersten Verarbeitungstermin, direkt nach der Ernte (zwischen Ende September und Mitte Oktober, Tab. 1), die Früchte knackig und saftig waren, ein gutes Zucker-Säure-Verhältnis aufwiesen und das Aroma wenig ausgeprägt war. Bei den späteren Verarbeitungsterminen (mit Abständen von drei bis sieben Wochen, Tab. 1) waren die Äpfel bezogen auf die Textur „gerade richtig zum Essen“, sehr fruchtig und aromatisch, sowie die Säure deutlich milder als beim ersten Termin. Beim letzten Verarbeitungstermin (zwischen Ende Dezember und Ende Februar, Tab. 1) wurden die Äpfel als leicht mehlig, mit schwachem, reifem Aroma und fehlender Säure beschrieben. Diese Beschreibung und die Tendenz, dass die Säfte der „mittleren Verarbeitungstermine“ bevorzugt wurden, fand sich auch in der Verkostung der Säfte mit verbaler Beurteilung unmittelbar nach der Verarbeitung wieder.

Bei der Beurteilung mittels unstrukturierter Skala (Tab. 2 a) wurden die Säfte des 1. Verarbeitungstermins in allen 3 Untersuchungsjahren in fast allen Kategorien am schlechtesten beurteilt. Im Jahr 2015 konnte zwischen 1. und 2. Verarbeitungstermin eine signifikante Verbesserung bei Geschmackstypizität und Gesamturteil gezeigt werden. Im Jahr 2016 war ein Unterschied bei Geruchsintensität, Geruchstypizität und Geschmacksintensität signifikant erkennbar. In Geruchs- und Geschmacksintensität konnte in diesem Jahr beim letzten Verarbeitungstermin

wieder eine signifikante Verschlechterung gezeigt werden. Grundsätzlich war diese Verbesserung nach dem 1. Termin und Verschlechterung bis zum letzten Termin in den Gesamturteilen in allen 3 Untersuchungsjahren erkennbar, allerdings nicht immer signifikant nachweisbar. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass bei 'Jonagold' die Lagerung der Früchte vor der Verarbeitung zu einer Geschmacksverbesserung des Saftes führt. Dauert diese Lagerung zu lange, kommt es wieder zu Qualitätseinbußen.

Die Messung der Respiration zeigte, dass die CO₂-Abgaberraten von Jahr zu Jahr in ihrer Intensität variieren (Tab. 3 b). In allen drei Untersuchungsjahren gab es einen signifikanten Anstieg der CO₂-Abgabe vom ersten zum zweiten Verarbeitungstermin mit anschließendem signifikantem Abfall bis zum letzten Verarbeitungstermin. Bei 'Jonagold' decken sich die Verkostungsergebnisse sehr gut mit den CO₂-Messungen und zeigen, dass die Verarbeitung erst zum respiratorischen Maximum stattfinden sollte.

Bei Betrachtung der weiteren Analysenergebnisse fällt auf, dass der Streif-Index, der wie erwartet im Laufe der Lagerung abnahm, jeweils beim ersten Termin über 0,05 lag, bei den weiteren Terminen darunter (Tab. 3 b, Abb. 1). Die Autoren schlagen vor, hier eine „Qualitätsgrenze“ zur Saftherstellung zu definieren. Da sich der Streif-Index aus Festigkeit, °Brix und Stärkeabbauwert zusammensetzt, konnte dieser Trend auch in der Festigkeit abgelesen werden. Hier lässt sich die Grenze bei etwa 6,5 kg/cm² festlegen. Laut Wurm et al. (2010) sollte bei 'Jonagold' die Fruchtfleischfestigkeit bei der Einlagerung der Äpfel bei 6,5-7,0 kg/cm² liegen. Die Ergebnisse dieses Versuchs zeigen, dass die Äpfel für die Saftherstellung eine geringere Festigkeit aufweisen sollen als für die Einlagerung.

Bei den Farbwerten zeigte sich ein gegenläufiger Trend beim C*-Wert der Grundfarbe und der Deckfarbe: Dieser stieg während der Lagerung an. In der Grundfarbe lag die Grenze bei etwa 43, in der Deckfarbe bei etwa 37. Sobald die Äpfel einen höheren C*-Wert aufwiesen, wurde der Saft besser beurteilt. Diese Grenzen für die Verarbeitungsqualität sind jedoch nicht so eindeutig wie bei Streif-Index und Festigkeit.

Beim 3. (letzten) Verarbeitungstermin im Jahr 2016, wo die Säfte in Geruchsintensität und Geschmacksintensität signifikant schlechter beurteilt wurden als beim 2. Termin, fiel auf, dass die Äpfel einen signifikant höheren b*-, °h- und L*-Wert in der Deckfarbe aufwiesen (Tab. 3 a+b). Sie lagen auch deutlich über den Werten der Jahre 2014 und 2015, bei denen die Verschlechterung beim letzten Termin nur als Tendenz, jedoch nicht signifikant gezeigt werden konnte. Es wird vermutet, dass sich hier durch die Farbe ein Indikator für den richtigen Verarbeitungszeitpunkt ablesen lässt.

Im Jahr 2016 fiel bei den 'Jonagold' Säften außerdem auf, dass im Saft des 3. Termins (der wie erwähnt etwas schlechter beurteilt wurde als der 2. Termin) der niedrigste Wert an Oxalsäure gemessen wurde (24,3 ± 0,5 mg/l) (Tab. 4 a).

Bei den restlichen Reife-, Säure- und Zuckeranalysen konnten bei 'Jonagold' keine weiteren Zusammenhänge mit der sensorischen Beurteilung gefunden werden.

Tab. 2a: Verkostungsergebnisse der Säfte (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) mittels unstrukturierter Skala (n = 6). Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Verkostung unstrukturierte Skala					
	1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Jonagold 14					
Geruchsintensität	97,5 $\pm$ 7,5 a	101,7 $\pm$ 6,4 a	106,9 $\pm$ 6,1 a	107 $\pm$ 4,3 a	107,1 $\pm$ 5,5 a
Geruchstypizität	78,6 $\pm$ 8,3 a	84,4 $\pm$ 6,3 a	94,7 $\pm$ 7,2 a	89,2 $\pm$ 3,4 a	88,3 $\pm$ 7,6 a
Geschmacksintensität	112,1 $\pm$ 8,9 a	114,7 $\pm$ 5,2 a	111,2 $\pm$ 7 a	116,7 $\pm$ 8,1 a	115,4 $\pm$ 3,4 a
Geschmackstypizität	85,5 $\pm$ 6 a	91,2 $\pm$ 10,1 a	86,2 $\pm$ 4,5 a	93,2 $\pm$ 7 a	93,7 $\pm$ 5,5 a
Mundgefühl	83,3 $\pm$ 6,3 a	84,4 $\pm$ 8,3 a	82,8 $\pm$ 4,7 a	89,5 $\pm$ 5,2 a	89,1 $\pm$ 5,4 a
Gesamturteil	79 $\pm$ 8,4 a	84,8 $\pm$ 9,1 a	85 $\pm$ 2,7 a	89,1 $\pm$ 5,8 a	87,7 $\pm$ 4 a
Jonagold 15					
Geruchsintensität	43,4 $\pm$ 5,5 a	52,5 $\pm$ 15,9 a	57,3 $\pm$ 8,4 a	59,9 $\pm$ 10,1 a	
Geruchstypizität	46 $\pm$ 9,5 a	57 $\pm$ 12,3 a	59,1 $\pm$ 8 a	50,7 $\pm$ 20,5 a	
Geschmacksintensität	55,4 $\pm$ 5,6 a	63,8 $\pm$ 9,2 a	69,1 $\pm$ 7,8 a	66,5 $\pm$ 8,3 a	
Geschmackstypizität	48,9 $\pm$ 9,5 a	68,6 $\pm$ 8 b	65,1 $\pm$ 6,7 b	62 $\pm$ 18,3 b	
Mundgefühl	61,9 $\pm$ 2,9 a	70 $\pm$ 11,2 a	70 $\pm$ 4 a	69,7 $\pm$ 12,5 a	
Gesamturteil	45,5 $\pm$ 10,1 a	61,8 $\pm$ 9,7 b	64,9 $\pm$ 7,1 b	56,7 $\pm$ 18,5 b	
Jonagold 16					
Geruchsintensität	55,3 $\pm$ 10,6 a	80,9 $\pm$ 4,1 c	70,9 $\pm$ 8,2 b		
Geruchstypizität	65,1 $\pm$ 12,9 a	82,7 $\pm$ 6,1 b	81,4 $\pm$ 11 b		
Geschmacksintensität	75,7 $\pm$ 11 a	90,8 $\pm$ 5,1 b	81 $\pm$ 7,7 a		
Geschmackstypizität	67 $\pm$ 14,1 a	81,7 $\pm$ 8,5 a	73,4 $\pm$ 12,4 a		
Mundgefühl	74,1 $\pm$ 8,7 a	72,7 $\pm$ 7,5 a	72,2 $\pm$ 10 a		
Gesamturteil	57 $\pm$ 15,1 a	77,7 $\pm$ 7,2 a	67,6 $\pm$ 13,2 a		
Golden Delicious					
Geruchsintensität	82 $\pm$ 10,9 a	81,9 $\pm$ 9 a	85,8 $\pm$ 7 a	85,3 $\pm$ 5,4 a	
Geruchstypizität	73,2 $\pm$ 15,6 b	83,6 $\pm$ 2 b	79,9 $\pm$ 6,1 b	46,9 $\pm$ 4,4 a	
Geschmacksintensität	84,3 $\pm$ 6,5 a	82 $\pm$ 2,7 a	89,3 $\pm$ 8 a	81,4 $\pm$ 10 a	
Geschmackstypizität	74,2 $\pm$ 13,4 b	83,5 $\pm$ 4,2 b	82,5 $\pm$ 3,9 b	50,9 $\pm$ 7,8 a	
Mundgefühl	92,8 $\pm$ 9,9 a	97,6 $\pm$ 6,5 a	101,5 $\pm$ 7,4 a	81,5 $\pm$ 5,8 a	
Gesamturteil	81,3 $\pm$ 14,3 b	89,3 $\pm$ 4,5 b	92,7 $\pm$ 4,3 b	57,4 $\pm$ 5,7 a	
Ilzer Rosenapfel					
Geruchsintensität	77,1 $\pm$ 13,5 a	74,2 $\pm$ 5,2 a	85,4 $\pm$ 12,5 a		
Geruchstypizität	75 $\pm$ 17,4 a	75,5 $\pm$ 5,2 a	62,3 $\pm$ 22,2 a		
Geschmacksintensität	89,6 $\pm$ 12,9 a	92,2 $\pm$ 3,5 a	79,9 $\pm$ 15 a		
Geschmackstypizität	75,4 $\pm$ 17,2 a	75,7 $\pm$ 4,8 a	59,5 $\pm$ 17,2 a		
Mundgefühl	94,7 $\pm$ 14,6 a	93,5 $\pm$ 7,4 a	79,2 $\pm$ 15,6 a		
Gesamturteil	70,3 $\pm$ 20,7 a	73 $\pm$ 6,3 a	53,7 $\pm$ 20,6 a		

Tab. 2b: Verkostungsergebnisse der Säfte (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) mittels unstrukturierter Skala (n = 6). Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Verkostung unstrukturierte Skala					
	1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Pinova					
Geruchsintensität	84,7 $\pm$ 4,2 a	78,4 $\pm$ 8,1 a	80,9 $\pm$ 6,5 a	81,2 $\pm$ 5,7 a	84,4 $\pm$ 4,2 a
Geruchstypizität	92,5 $\pm$ 5,8 a	86,2 $\pm$ 6,2 a	92,3 $\pm$ 3,7 a	90,6 $\pm$ 5,4 a	94,9 $\pm$ 6,3 a
Geschmacksintensität	86,2 $\pm$ 8,2 a	87,3 $\pm$ 6,2 a	93,2 $\pm$ 4,3 a	89,6 $\pm$ 4,5 a	94,1 $\pm$ 5,8 a
Geschmackstypizität	84,7 $\pm$ 7,8 a	86,3 $\pm$ 8,2 a	88,2 $\pm$ 2,4 a	86,1 $\pm$ 3,5 a	91,6 $\pm$ 6 a
Mundgefühl	73,4 $\pm$ 9,1 a	76,1 $\pm$ 9,3 a	82,6 $\pm$ 7,8 a	79,1 $\pm$ 8 a	82,6 $\pm$ 7,3 a
Gesamturteil	85 $\pm$ 6,5 a	84 $\pm$ 10,7 a	84,7 $\pm$ 3,9 a	82,7 $\pm$ 4 a	88 $\pm$ 8,4 a
Red Topaz					
Geruchsintensität	67,9 $\pm$ 11,4 a	61,2 $\pm$ 10,8 a	80,5 $\pm$ 9,3 b	62 $\pm$ 8,6 a	
Geruchstypizität	70,5 $\pm$ 14 a	77,4 $\pm$ 7,3 a	78,4 $\pm$ 12,4 a	68,3 $\pm$ 5,4 a	
Geschmacksintensität	70,8 $\pm$ 11,7 b	71,2 $\pm$ 10,2 b	77,8 $\pm$ 7,5 b	62,6 $\pm$ 5,5 a	
Geschmackstypizität	68,8 $\pm$ 14,1 a	77,2 $\pm$ 12,1 a	75,7 $\pm$ 14,1 a	60,1 $\pm$ 5,2 a	
Mundgefühl	61,1 $\pm$ 13,1 a	78,3 $\pm$ 13,4 a	74 $\pm$ 10,3 a	64,9 $\pm$ 10,5 a	
Gesamturteil	62,2 $\pm$ 15 a	76,2 $\pm$ 13,4 a	72,8 $\pm$ 15,3 a	57,3 $\pm$ 10,8 a	

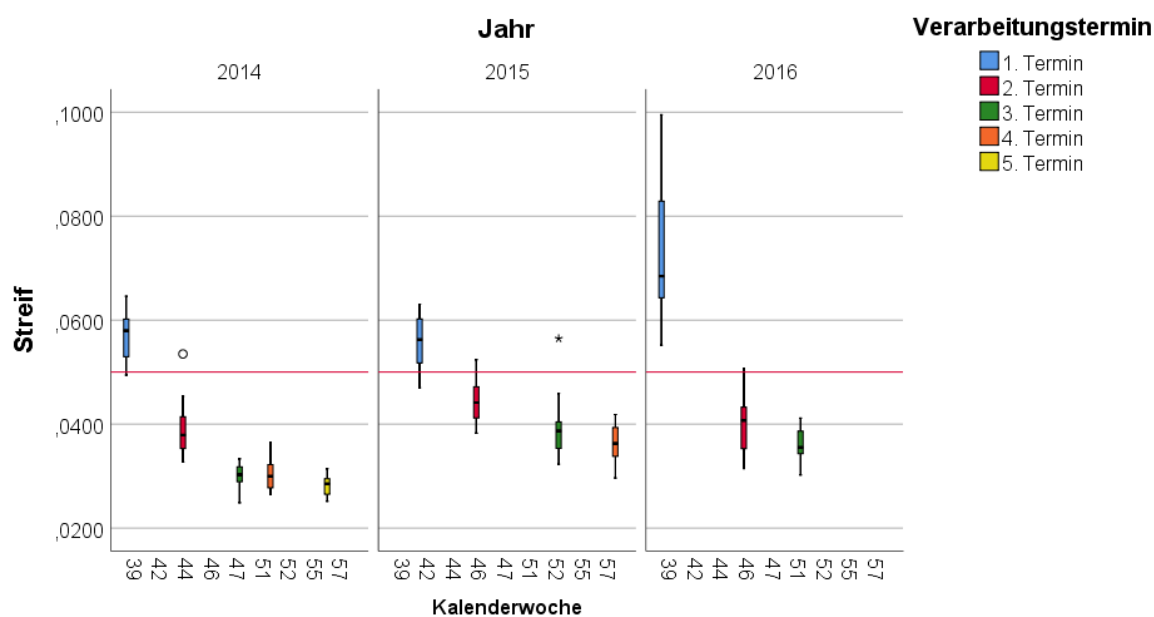


Abb.1: Streif-Index Jonagold

Tab. 3a: Analyseenergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Reife für Äpfel der Sorte ‚Jonagold‘. Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Reifeanalysen Jonagold						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
NDVISchatten n = 20	2014	0,19 $\pm$ 0,23 a	-0,22 $\pm$ 0,30 bc	-0,13 $\pm$ 0,22 c	-0,36 $\pm$ 0,20 ab	-0,43 $\pm$ 0,20 a
	2015	-0,24 $\pm$ 0,16 c	-0,32 $\pm$ 0,19 bc	-0,44 $\pm$ 0,17 b	-0,65 $\pm$ 0,05 a	
	2016	-0,05 $\pm$ 0,25 b	-0,23 $\pm$ 0,19 a	-0,25 $\pm$ 0,22 a		
NDVISonne n = 20	2014	0,22 $\pm$ 0,13 c	-0,02 $\pm$ 0,31 b	0,09 $\pm$ 0,20 bc	-0,21 $\pm$ 0,18 a	-0,25 $\pm$ 0,17 a
	2015	-0,05 $\pm$ 0,16 c	-0,08 $\pm$ 0,21 c	-0,25 $\pm$ 0,21 b	-0,49 $\pm$ 0,10 a	
	2016	0,12 $\pm$ 0,30 b	-0,01 $\pm$ 0,17 ab	-0,07 $\pm$ 0,26 a		
NAISchatten n = 20	2014	-0,22 $\pm$ 0,37 b	-0,52 $\pm$ 0,18 a	-0,44 $\pm$ 0,35 ab	-0,25 $\pm$ 0,38 ab	-0,53 $\pm$ 0,24 a
	2015	-0,57 $\pm$ 0,12 ab	-0,52 $\pm$ 0,24 b	-0,62 $\pm$ 0,08 ab	-0,64 $\pm$ 0,08 a	
	2016	-0,60 $\pm$ 0,09 b	-0,60 $\pm$ 0,07 b	-0,67 $\pm$ 0,04 a		
NAISonne n = 20	2014	0,74 $\pm$ 0,21 a	0,69 $\pm$ 0,22 a	0,65 $\pm$ 0,28 a	0,61 $\pm$ 0,33 a	0,61 $\pm$ 0,30 a
	2015	0,67 $\pm$ 0,44 ab	0,51 $\pm$ 0,42 a	0,75 $\pm$ 0,26 ab	0,80 $\pm$ 0,16 b	
	2016	0,58 $\pm$ 0,39 b	0,85 $\pm$ 0,12 c	0,25 $\pm$ 0,35 a		
L* Grundfarbe n = 20	2014	61,2 $\pm$ 8,2 a	70,7 $\pm$ 4,4 b	69,8 $\pm$ 5,3 b	65,9 $\pm$ 8,1 ab	69,6 $\pm$ 9,7 b
	2015	70,1 $\pm$ 3,3 a	72,8 $\pm$ 3,6 ab	74,3 $\pm$ 2,6 bc	76,1 $\pm$ 3,8 c	
	2016	70,7 $\pm$ 2,8 a	72,8 $\pm$ 3,4 b	75,7 $\pm$ 2,0 c		
a* Grundfarbe n = 20	2014	4,1 $\pm$ 11,1 ab	-0,4 $\pm$ 4,9 a	1,3 $\pm$ 7,7 a	12,5 $\pm$ 11,6 b	8,1 $\pm$ 13,9 ab
	2015	-3,2 $\pm$ 2,9 a	-2,4 $\pm$ 4,4 a	-0,7 $\pm$ 2,4 a	3,9 $\pm$ 4,6 b	
	2016	-6,0 $\pm$ 2,6 a	-3,9 $\pm$ 2,0 b	-3,8 $\pm$ 1,0 b		
b* Grundfarbe n = 20	2014	37,1 $\pm$ 6,7 a	44,6 $\pm$ 4,4 b	43,2 $\pm$ 4,4 b	41,7 $\pm$ 7,5 ab	46,7 $\pm$ 9,4 b
	2015	41,9 $\pm$ 2,6 a	44,3 $\pm$ 4,8 a	48,5 $\pm$ 3,0 b	50,9 $\pm$ 3,6 b	
	2016	40,0 $\pm$ 2,5 a	43,1 $\pm$ 3,1 b	44,2 $\pm$ 3,5 b		
C* Grundfarbe n = 20	2014	39,2 $\pm$ 4,4 a	44,8 $\pm$ 4,3 b	44,0 $\pm$ 3,0 b	45,5 $\pm$ 3,8 b	50,0 $\pm$ 4,6 c
	2015	42,1 $\pm$ 2,6 a	44,5 $\pm$ 4,6 a	48,6 $\pm$ 3,0 b	51,3 $\pm$ 2,7 b	
	2016	40,5 $\pm$ 2,6 a	43,3 $\pm$ 3,1 b	44,4 $\pm$ 3,5 b		
°h Grundfarbe n = 20	2014	81,9 $\pm$ 18,6 ab	90,1 $\pm$ 6,4 b	87,6 $\pm$ 11,5 b	72,4 $\pm$ 17,0 a	78,8 $\pm$ 19,4 ab
	2015	94,2 $\pm$ 4,1 b	92,9 $\pm$ 6,4 b	90,7 $\pm$ 2,8 b	85,5 $\pm$ 6,1 a	
	2016	98,5 $\pm$ 3,5 b	95,3 $\pm$ 2,5 a	94,9 $\pm$ 1,2 a		
L* Deckfarbe n = 20	2014	37,6 $\pm$ 4,3 a	39,4 $\pm$ 4,7 a	41,8 $\pm$ 7,6 a	41,7 $\pm$ 6,9 a	42,8 $\pm$ 6,6 a
	2015	38,0 $\pm$ 8,6 a	40,8 $\pm$ 7,2 a	38,3 $\pm$ 6,0 a	36,7 $\pm$ 4,1 a	
	2016	42,7 $\pm$ 8,1 b	36,6 $\pm$ 3,4 a	50,4 $\pm$ 7,6 c		
a* Deckfarbe n = 20	2014	30,9 $\pm$ 3,1 a	32,1 $\pm$ 6,2 ab	30,6 $\pm$ 6,6 a	34,7 $\pm$ 4,3 ab	36,1 $\pm$ 5,1 b
	2015	29,0 $\pm$ 6,5 a	31,6 $\pm$ 6,3 a	36,1 $\pm$ 3,7 b	38,6 $\pm$ 3,0 b	
	2016	26,7 $\pm$ 6,8 a	33,2 $\pm$ 2,4 b	27,8 $\pm$ 10,1 ab		
b* Deckfarbe n = 20	2014	18,8 $\pm$ 3,1 a	20,6 $\pm$ 4,2 a	22,3 $\pm$ 6,2 ab	22,8 $\pm$ 5,7 ab	25,1 $\pm$ 5,2 b
	2015	17,6 $\pm$ 6,3 a	20,8 $\pm$ 4,9 a	21,2 $\pm$ 5,1 a	20,0 $\pm$ 3,6 a	
	2016	20,7 $\pm$ 5,8 a	17,8 $\pm$ 2,9 a	28,0 $\pm$ 6,2 b		

Tab. 3b: Analyseenergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Reife für Äpfel der Sorte ‚Jonagold‘. Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Reifeanalysen Jonagold						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
C* Deckfarbe n = 20	2014	36,4 $\pm$ 1,5 a	38,6 $\pm$ 3,7 a	38,8 $\pm$ 2,7 a	42,0 $\pm$ 3,2 b	44,5 $\pm$ 2,2 c
	2015	34,9 $\pm$ 3,3 a	38,5 $\pm$ 4,0 b	42,2 $\pm$ 3,2 c	43,6 $\pm$ 4,0 c	
	2016	34,8 $\pm$ 2,3 a	37,7 $\pm$ 2,9 b	41,1 $\pm$ 2,7 c		
°h Deckfarbe n = 20	2014	31,4 $\pm$ 6,6 a	33,2 $\pm$ 10,2 a	36,3 $\pm$ 13,1 a	33,2 $\pm$ 9,0 a	35,0 $\pm$ 9,2 a
	2015	31,5 $\pm$ 14,3 a	33,7 $\pm$ 10,9 a	30,3 $\pm$ 7,4 a	27,1 $\pm$ 3,3 a	
	2016	38,2 $\pm$ 14,7 b	28,0 $\pm$ 3,8 a	45,5 $\pm$ 16,0 b		
Respiration n = 4	2014	28,08 $\pm$ 1,4 c	34,19 $\pm$ 3,59 d	25,30 $\pm$ 5,07 c	18,83 $\pm$ 2,71 b	14,53 $\pm$ 1,78 a
	2015	30,77 $\pm$ 2,13 b	44,07 $\pm$ 2,06 c	33,01 $\pm$ 2,01 b	26,39 $\pm$ 5,08 a	
	2016	25,94 $\pm$ 1,30 b	29,40 $\pm$ 2,64 c	20,99 $\pm$ 1,28 a		
Festigkeit (kg/cm²) n = 40	2014	7,2 $\pm$ 0,4 c	5,0 $\pm$ 0,5 b	3,9 $\pm$ 0,3 a	3,9 $\pm$ 0,4 a	3,7 $\pm$ 0,2 a
	2015	7,8 $\pm$ 0,6 c	6,0 $\pm$ 0,5 b	5,4 $\pm$ 0,8 a	5,0 $\pm$ 0,5 a	
	2016	7,3 $\pm$ 0,4 c	5,3 $\pm$ 0,6 b	4,4 $\pm$ 0,4 a		
Stärke n = 20	2014	9,6 $\pm$ 0,5 a	9,8 $\pm$ 0,4 ab	10,0 $\pm$ 0,0 b	10,0 $\pm$ 0,0 b	10,0 $\pm$ 0,0 b
	2015	9,9 $\pm$ 0,3 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	10,0 $\pm$ 0,0 a	
	2016	7,9 $\pm$ 1,0 a	9,6 $\pm$ 0,5 b	10,0 $\pm$ 0,0 b		
°Brix n = 2	2014	13,3	13,3	13,0	13,0	13,0
	2015	14,1	13,5	13,8	13,8	
	2016	13,0	13,8	12,3		
Streif n = 20	2014	0,057 $\pm$ 0,004 c	0,039 $\pm$ 0,005 b	0,030 $\pm$ 0,003 a	0,030 $\pm$ 0,003 a	0,028 $\pm$ 0,002 a
	2015	0,056 $\pm$ 0,005 c	0,044 $\pm$ 0,004 b	0,039 $\pm$ 0,005 a	0,036 $\pm$ 0,004 a	
	2016	0,073 $\pm$ 0,013 b	0,040 $\pm$ 0,005 a	0,036 $\pm$ 0,003 a		
Tit. Säure n = 2	2014	7,0	6,1	4,3	4,5	3,6
	2015	5,2	4,4	3,2	2,0	
	2016	8,0	6,6	5,6		

Weitere Sorten im Vergleich mit ‚Jonagold‘

Die Früchte der weiteren Sorten wurden von der Charakteristik her bei der Verkostung ähnlich beschrieben wie ‚Jonagold‘: Beim 1. Termin knackig und saftig mit gutem Zucker-Säure-Verhältnis und wenig ausgeprägtem Aroma. Später intensives, typisches Aroma mit noch ausgeglichenem Zucker-Säure-Verhältnis und abnehmender Festigkeit. Beim letzten Termin mehlig, wenig Säure und Aroma mit sehr reifen Noten. Die verbale Beschreibung der Säfte stimmte auch hier mit der der Äpfel gut überein.

Bei der sensorischen Prüfung mittels unstrukturierter Skala (Tab. 2 a+b) wurde bei allen Sorten, mit Ausnahme von ‚Pinova‘, der gleiche Trend wie bei ‚Jonagold‘ beobachtet: Die „mittleren“ Termine wurden besser beurteilt als der 1. und der letzte Verarbeitungstermin. Bei

‚Golden Delicious‘ wurde der letzte Termin in Geruchstypizität, Geschmackstypizität und Gesamturteil signifikant schlechter beurteilt. Bei ‚Red Topaz‘ wurde die Geruchsintensität beim 3. (vorletzten) Termin signifikant am besten beurteilt. Die Geschmacksintensität wurde beim letzten Termin signifikant schlechter bewertet. Bei ‚Ilzer Rosenapfel‘ wurden zwar keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen, allerdings ist zu erkennen, dass der Saft vom letzten Verarbeitungstermin in fünf von sechs Kategorien tendenziell schlechter beurteilt wurde. Die Verkostungsergebnisse weisen darauf hin, dass der letzte Verarbeitungstermin bereits zu spät angesetzt worden sein könnte. Bei ‚Pinova‘ wurden keine signifikanten Unterschiede erkannt.

Die Reifeanalysen und Analysen der Säuren und Zucker zeigten zum Teil interessante Trends. Diese sollen im Folgenden beschrieben werden. Die für

‘Jonagold’ ermittelten Richtwerte für gute weiteren Analysen konnten keine Verarbeitungsqualität für Streif, Festigkeit und sortenübergreifenden Empfehlungen erarbeitet Farbwert C* konnten jedoch nicht auf die anderen werden, hierfür sind weitere Untersuchungen Apfelsorten übertragen werden. Auch anhand der notwendig.

Tab. 4a: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Säureanalysen (n = 4).

Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Säureanalysen						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Äpfelsäure g/l	Jon 14	4,93 $\pm$ 0,1 c	5,33 $\pm$ 0,05 d	4,1 $\pm$ 0,26 b	4,3 $\pm$ 0 b	3,75 $\pm$ 0,06 a
	Jon 15	5,15 $\pm$ 0,06 d	4,65 $\pm$ 0,1 c	3,65 $\pm$ 0,06 b	2,85 $\pm$ 0,06 a	
	Jon 16	7,25 $\pm$ 0,1 c	6,44 $\pm$ 0,15 b	5,78 $\pm$ 0,03 a		
	GD	3,25 $\pm$ 0,49 a	2,75 $\pm$ 0,07 a	2,25 $\pm$ 0,07 a	2,3 $\pm$ 0 a	
	IR	5,1 $\pm$ 0,28 a	4,65 $\pm$ 0,35 a	3,85 $\pm$ 0,78 a		
	Pin	5,33 $\pm$ 0,05 c	4,13 $\pm$ 0,33 b	3,85 $\pm$ 0,1 ab	3,63 $\pm$ 0,17 a	3,6 $\pm$ 0,08 a
	RT	6 $\pm$ 0,84 b	6,47 $\pm$ 0,22 b	4,23 $\pm$ 0,24 a	3,75 $\pm$ 0,21 a	
Bernsteinsäure mg/l	Jon 14	10,5 $\pm$ 1,7 b	0 $\pm$ 0 a	22,8 $\pm$ 1,3 c	37 $\pm$ 4,2 d	41,8 $\pm$ 3,9 d
	Jon 15	n.n. a	n.n. a	79,1 $\pm$ 14,4 b	102 $\pm$ 13,4 c	
	Jon 16	n.n. a	32,5 $\pm$ 5,6 b	59 $\pm$ 1,4 c		
	GD	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	IR	n.n.	n.n.	n.n.		
	Pin	10,5 $\pm$ 0,6 a	30,8 $\pm$ 10,1 b	34,8 $\pm$ 2,1 b	60,8 $\pm$ 9,6 c	67,8 $\pm$ 13,1 c
	RT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
Chinasäure mg/l	Jon 14	133,8 $\pm$ 3,3 a	154,5 $\pm$ 8,2 bc	161,8 $\pm$ 3,9 c	136 $\pm$ 5,8 a	144 $\pm$ 6,1 ab
	Jon 15	178,7 $\pm$ 3,5 a	177,7 $\pm$ 2,7 a	209,5 $\pm$ 4,6 b	174,7 $\pm$ 8,1 a	
	Jon 16	161,3 $\pm$ 12,6 a	156,3 $\pm$ 11 a	221 $\pm$ 8,1 b		
	GD	135,2 $\pm$ 3,3 a	164 $\pm$ 6,1 b	166,5 $\pm$ 5,2 b	166,4 $\pm$ 3,4 b	
	IR	164,7 $\pm$ 18,2 a	123,2 $\pm$ 2,8 a	123,1 $\pm$ 8,6 a		
	Pin	286,5 $\pm$ 9 a	282 $\pm$ 5,5 a	281,3 $\pm$ 14,4 a	263,3 $\pm$ 25,6 a	261,5 $\pm$ 5,4 a
	RT	212,7 $\pm$ 2,3 a	208,4 $\pm$ 9,7 a	209,9 $\pm$ 5,8 a	209,7 $\pm$ 3,3 a	
Citronensäure mg/l	Jon 14	62,5 $\pm$ 5 a	55 $\pm$ 5,8 a	67,5 $\pm$ 9,6 a	90 $\pm$ 0 b	95 $\pm$ 5,8 b
	Jon 15	66,8 $\pm$ 6,5 a	85,3 $\pm$ 5,2 b	129,1 $\pm$ 2,6 c	168,6 $\pm$ 10,3 d	
	Jon 16	114,3 $\pm$ 16 a	161,3 $\pm$ 4,9 b	150,5 $\pm$ 1,7 b		
	GD	99,5 $\pm$ 0,2 c	77 $\pm$ 4 b	62,8 $\pm$ 0,2 a	102,6 $\pm$ 3,5 c	
	IR	65 $\pm$ 12 a	138,5 $\pm$ 6,2 b	208,3 $\pm$ 10 c		
	Pin	65 $\pm$ 19,1 ab	52,5 $\pm$ 15 a	62,5 $\pm$ 9,6 ab	80 $\pm$ 14,1 ab	87,5 $\pm$ 9,6 b
	RT	88,5 $\pm$ 3,1 a	95,8 $\pm$ 6,4 a	134,9 $\pm$ 5,1 c	124 $\pm$ 4,8 b	
Fumarsäure mg/l	Jon 14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	Jon 15	59,9 $\pm$ 1,1 b	60,3 $\pm$ 1,7 b	49,4 $\pm$ 3,2 a	45,3 $\pm$ 2,3 a	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	47,4 $\pm$ 2 b	29,7 $\pm$ 3,5 a	39,4 $\pm$ 0,9 b	29,1 $\pm$ 2,2 a	
	IR	35,7 $\pm$ 7,8 a	48,1 $\pm$ 4 a	39,1 $\pm$ 2,5 a		
	Pin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	RT	31,1 $\pm$ 1,7 b	33,8 $\pm$ 1,7 b	26,1 $\pm$ 3,2 a	23,9 $\pm$ 1,2 a	

Tab. 4b: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Säureanalysen (n =4).Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Säureanalysen						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Galacturonsäure mg/l	Jon 14	5 $\pm$ 1,6 a	0 $\pm$ 0 a	13,8 $\pm$ 1,3 b	19,8 $\pm$ 0,1 b	29,5 $\pm$ 7 c
	Jon 15	n.n. a	n.n. a	59,9 $\pm$ 1,4 b	75,5 $\pm$ 9,4 c	
	Jon 16	464,3 $\pm$ 216,3 a	292 $\pm$ 19,9 a	286,5 $\pm$ 25,9 a		
	GD	n.n. a	67,3 $\pm$ 5 c	18,7 $\pm$ 0,6 b	100,5 $\pm$ 5,2 d	
	IR	n.n. a	79,3 $\pm$ 12,8 a	245,5 $\pm$ 39,1 b		
	Pin	n.n. a	n.n. a	n.n. a	14,5 $\pm$ 3 b	19,5 $\pm$ 1,3 c
	RT	n.n. a	43,5 $\pm$ 1,6 b	211,6 $\pm$ 5,3 c	340,2 $\pm$ 8 d	
Isocitronensäure mg/l	Jon 14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	IR	n.n. a	18,8 $\pm$ 8,6 ab	26,2 $\pm$ 5,2 b		
	Pin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	RT	18,4 $\pm$ 4,5 a	12,7 $\pm$ 9,8 a	17,5 $\pm$ 4,3 a	18,2 $\pm$ 2,5 a	
Oxalsäure mg/l	Jon 14	33,8 $\pm$ 7,3 ab	42 $\pm$ 6,1 b	31 $\pm$ 2,2 ab	27,3 $\pm$ 5,3 a	27 $\pm$ 2,4 a
	Jon 15	69,6 $\pm$ 3,1 d	51,5 $\pm$ 1 c	44,6 $\pm$ 1,1 b	39,2 $\pm$ 1,6 a	
	Jon 16	43,5 $\pm$ 1,3 c	31,3 $\pm$ 0,5 b	24,3 $\pm$ 0,5 a		
	GD	56,6 $\pm$ 2,9 b	28,9 $\pm$ 1,3 a	31,6 $\pm$ 2 a	29,5 $\pm$ 2 a	
	IR	50,2 $\pm$ 6,4 a	50,6 $\pm$ 3,5 a	49,5 $\pm$ 1,4 a		
	Pin	35 $\pm$ 3,7 c	31,3 $\pm$ 4,8 bc	27,5 $\pm$ 2,6 ab	22,5 $\pm$ 2,4 a	22,5 $\pm$ 1,7 a
	RT	51,6 $\pm$ 2 c	48,3 $\pm$ 1,2 b	46,7 $\pm$ 1,6 b	40,9 $\pm$ 1,2 a	
Phosphat mg/l	Jon 14	70 $\pm$ 8,2 ab	67,5 $\pm$ 5 ab	57,5 $\pm$ 9,6 a	80 $\pm$ 8,2 b	75 $\pm$ 5,8 b
	Jon 15	100,4 $\pm$ 5,4 b	88,4 $\pm$ 3,7 a	82,3 $\pm$ 7,5 a	105,6 $\pm$ 4,5 b	
	Jon 16	185,5 $\pm$ 2,9 a	175,8 $\pm$ 7,9 b	146,5 $\pm$ 1,7 b		
	GD	122,8 $\pm$ 0,8 a	54 $\pm$ 5,7 a	65,3 $\pm$ 0,1 a	90,9 $\pm$ 46,5 a	
	IR	75,1 $\pm$ 13,1 a	118 $\pm$ 2,1 b	136,7 $\pm$ 4 b		
	Pin	77,5 $\pm$ 9,6 b	57,5 $\pm$ 9,6 a	70 $\pm$ 11,5 ab	75 $\pm$ 10 ab	80 $\pm$ 0 b
	RT	101,4 $\pm$ 57,2 a	75,6 $\pm$ 3,8 a	82,7 $\pm$ 3,6 a	105,2 $\pm$ 52,8 a	
Shikimisäure mg/l	Jon 14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	IR	n.n.	n.n.	n.n.		
	Pin	7,5 $\pm$ 0,6 ab	6,3 $\pm$ 1,5 a	7,3 $\pm$ 0,5 ab	8 $\pm$ 1,4 ab	9 $\pm$ 0,8 b
	RT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	

Tab. 5a: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Zuckeranalysen (n =4).Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Zuckeranalysen						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Gesamtzucker g/l	Jon 14	107,6 $\pm$ 5,2 ab	110,0 $\pm$ 2,5 bc	98,2 $\pm$ 5,3 a	117,4 $\pm$ 4,1 c	107,0 $\pm$ 4,1 ab
	Jon 15	71,1 $\pm$ 3,8 a	72,3 $\pm$ 1,1 a	75,5 $\pm$ 2,2 a	72,1 $\pm$ 0,9 a	
	Jon 16	90,0 $\pm$ 2,9 a	87,0 $\pm$ 5,8 a	88,8 $\pm$ 4,5 a		
	GD	76,3 $\pm$ 1,1 b	74,5 $\pm$ 1,0 b	73,3 $\pm$ 0,1 b	42,5 $\pm$ 0,6 a	
	IR	65,2 $\pm$ 1,3 a	51,1 $\pm$ 0,9 a	49,7 $\pm$ 8,9 a		
	Pin	90,5 $\pm$ 21,6 a	100,2 $\pm$ 7,2 a	105,7 $\pm$ 6,9 a	107,1 $\pm$ 8,4 a	86,8 $\pm$ 50,5 a
	RT	58,7 $\pm$ 8,8 a	55,9 $\pm$ 8,3 a	60,8 $\pm$ 4,4 a	59,4 $\pm$ 1,7 a	
Fructose g/l	Jon 14	60,9 $\pm$ 2,6 a	62,9 $\pm$ 1,0 ab	59,8 $\pm$ 1,8 a	66,9 $\pm$ 1,5 b	66,1 $\pm$ 2,7 b
	Jon 15	36,7 $\pm$ 2,3 a	37,9 $\pm$ 0,5 a	41,5 $\pm$ 1,4 b	41,0 $\pm$ 0,4 b	
	Jon 16	51,5 $\pm$ 1,7 a	49,0 $\pm$ 4,1 a	52,3 $\pm$ 2,9 a		
	GD	40,7 $\pm$ 0,6 b	40 $\pm$ 0,7 b	39,9 $\pm$ 0,1 b	24,2 $\pm$ 0,4 a	
	IR	33,9 $\pm$ 0,9 a	25,4 $\pm$ 0,3 a	26,7 $\pm$ 4,6 a		
	Pin	54,1 $\pm$ 12,8 a	58,5 $\pm$ 4,6 a	62,6 $\pm$ 3,9 a	63,5 $\pm$ 4,6 a	68,6 $\pm$ 2,8 a
	RT	28,6 $\pm$ 4,5 ab	27,4 $\pm$ 4,4 a	35,7 $\pm$ 4,03 b	33,6 $\pm$ 1,9 ab	
Glucose g/l	Jon 14	13,2 $\pm$ 0,7 a	16,4 $\pm$ 0,5 b	14,0 $\pm$ 1,3 a	13,1 $\pm$ 0,4 a	13,3 $\pm$ 0,5 a
	Jon 15	16,9 $\pm$ 0,5 b	16,9 $\pm$ 0,2 b	17,1 $\pm$ 0,4 b	15,0 $\pm$ 0,2 a	
	Jon 16	14,0 $\pm$ 0,8 a	13,8 $\pm$ 0,5 a	14,3 $\pm$ 1,3 a		
	GD	15,9 $\pm$ 0,4 c	14,6 $\pm$ 0 b	14,2 $\pm$ 0,4 b	7,5 $\pm$ 0,2 a	
	IR	8,6 $\pm$ 0,5 a	6,2 $\pm$ 0,2 a	6,0 $\pm$ 1,4 a		
	Pin	12,8 $\pm$ 3,1 a	13,3 $\pm$ 0,9 a	13,9 $\pm$ 0,8 a	13,4 $\pm$ 1,3 a	13,9 $\pm$ 0,4 a
	RT	9,7 $\pm$ 1,5 a	8,6 $\pm$ 1,6 a	9,4 $\pm$ 0,6 a	9,7 $\pm$ 0,3 a	
Saccharose g/l	Jon 14	33,6 $\pm$ 1,9 cd	30,7 $\pm$ 1,2 bc	24,4 $\pm$ 2,8 a	37,5 $\pm$ 2,8 d	27,6 $\pm$ 2,2 ab
	Jon 15	17,6 $\pm$ 1,1 a	17,6 $\pm$ 0,6 a	16,9 $\pm$ 0,9 a	16,2 $\pm$ 0,6 a	
	Jon 16	24,3 $\pm$ 0,5 a	24,3 $\pm$ 1,7 a	22,3 $\pm$ 0,5 a		
	GD	19,8 $\pm$ 0,2 b	19,9 $\pm$ 0,3 b	19,3 $\pm$ 0,4 b	10,9 $\pm$ 0,4 a	
	IR	22,8 $\pm$ 0,1 a	19,6 $\pm$ 0,8 a	17,1 $\pm$ 2,9 a		
	Pin	23,6 $\pm$ 5,7 a	28,5 $\pm$ 1,8 a	29,2 $\pm$ 2,2 a	30,2 $\pm$ 2,8 a	29,7 $\pm$ 0,4 a
	RT	20,5 $\pm$ 2,8 c	20,0 $\pm$ 2,3 ab	15,8 $\pm$ 0,4 a	16,1 $\pm$ 0,6 ab	
Arabinose mg/l	Jon 14	9,0 $\pm$ 1,4 b	7,8 $\pm$ 2,4 ab	4,8 $\pm$ 0,5 a	4,0 $\pm$ 2,9 a	7,5 $\pm$ 0,6 ab
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	27,0 $\pm$ 1,4 a	22,5 $\pm$ 0,7 a	16,0 $\pm$ 17 a	5,0 $\pm$ 0,0 a	
	IR	12,5 $\pm$ 0,7 a	16,0 $\pm$ 0,0 b	16,5 $\pm$ 0,7 b		
	Pin	9,5 $\pm$ 2,9 ab	8,8 $\pm$ 1,0 ab	11,0 $\pm$ 0,8 b	4,3 $\pm$ 3 a	6,0 $\pm$ 4,2 ab
	RT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	

Tab. 5b: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Zuckeranalysen (n =4).Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Zuckeranalysen						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Galactose mg/l	Jon 14	53,5 $\pm$ 27,1 ab	73,8 $\pm$ 18,8 b	23,3 $\pm$ 1 a	49,3 $\pm$ 15 ab	35,5 $\pm$ 4,4 a
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	40,3 $\pm$ 3,7 b	68,9 $\pm$ 5,8 b	50 $\pm$ 12,6 b	n.n. a	
	IR	157,1 $\pm$ 14,3 b	132,3 $\pm$ 12,2 ab	93,7 $\pm$ 1 a		
	Pin	75,8 $\pm$ 6,6 a	82,3 $\pm$ 8,5 a	94,5 $\pm$ 4,2 a	73,3 $\pm$ 29,9 a	56 $\pm$ 23,5 a
	RT	n.n. a	20,5 $\pm$ 5,3 b	n.n. a	n.n. a	n.n. a
Glycerol g/l	Jon 14	9,08 $\pm$ 0,89 a	9,33 $\pm$ 1,25 a	9,15 $\pm$ 0,85 a	11,05 $\pm$ 0,74 ab	11,5 $\pm$ 0,94 b
	Jon 15	15,38 $\pm$ 0,45 a	15,65 $\pm$ 0,47 a	15,68 $\pm$ 0,25 a	15,7 $\pm$ 0,64 a	
	Jon 16	10,25 $\pm$ 0,5 a	9,25 $\pm$ 0,96 a	9,5 $\pm$ 1 a		
	GD	15,1 $\pm$ 1,13 b	15,05 $\pm$ 1,2 b	14,75 $\pm$ 0,21 ab	11,45 $\pm$ 0,21 a	
	IR	14,7 $\pm$ 0 a	12,2 $\pm$ 1,27 a	12,35 $\pm$ 0,21 a		
	Pin	12,33 $\pm$ 2,13 a	11,4 $\pm$ 0,26 a	11 $\pm$ 0,44 a	10,15 $\pm$ 1,42 a	11,03 $\pm$ 0,66 a
	RT	11,4 $\pm$ 0,78 a	11,45 $\pm$ 0,52 a	30,63 $\pm$ 1,06 b	31,83 $\pm$ 0,65 b	
Myoinosit g/l	Jon 14	0,58 $\pm$ 0,07 ab	0,55 $\pm$ 0,07 ab	0,51 $\pm$ 0,03 a	0,67 $\pm$ 0,07 b	0,65 $\pm$ 0,05 b
	Jon 15	0,78 $\pm$ 0,1 a	0,75 $\pm$ 0,13 a	0,73 $\pm$ 0,13 a	0,78 $\pm$ 0,05 a	
	Jon 16	0,58 $\pm$ 0,05 a	0,55 $\pm$ 0,06 a	0,58 $\pm$ 0,05 a		
	GD	1,5 $\pm$ 0 b	1,3 $\pm$ 0 b	1,45 $\pm$ 0,07 b	1,05 $\pm$ 0,07 a	
	IR	1,6 $\pm$ 0,14 b	1,25 $\pm$ 0,07 ab	1,05 $\pm$ 0,07 a		
	Pin	0,65 $\pm$ 0,02 ab	0,65 $\pm$ 0,02 ab	0,65 $\pm$ 0,02 a	0,69 $\pm$ 0,09 ab	0,76 $\pm$ 0,05 b
	RT	0,8 $\pm$ 0,14 a	0,78 $\pm$ 0,13 a	1,6 $\pm$ 0,12 b	1,65 $\pm$ 0,1 b	
Rhamnose mg/l	Jon 14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	3 $\pm$ 4,2 a	3 $\pm$ 4,2 a	n.n. a	3,5 $\pm$ 0,7 a	
	IR	15 $\pm$ 1,4 a	17 $\pm$ 0 a	16,5 $\pm$ 0,7 a		
	Pin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	RT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
Rutinose mg/l	Jon 14	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	IR	n.n.	n.n.	n.n.		
	Pin	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
	RT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	

Tab. 5c: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Zuckeranalysen (n=4).Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Zuckeranalysen						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Sorbit g/l	Jon 14	3 $\pm$ 0,2 bc	2,83 $\pm$ 0,15 ab	2,65 $\pm$ 0,1 a	3,35 $\pm$ 0,17 d	3,2 $\pm$ 0 cd
	Jon 15	4,2 $\pm$ 0,47 a	4,3 $\pm$ 0,22 a	4 $\pm$ 0,2 a	4,08 $\pm$ 0,13 a	
	Jon 16	5,25 $\pm$ 0,5 a	6 $\pm$ 0 b	5 $\pm$ 0 a		
	GD	3,15 $\pm$ 0,21 b	2,95 $\pm$ 0,07 b	3,15 $\pm$ 0,07 b	1,4 $\pm$ 0,14 a	
	IR	6,1 $\pm$ 0,14 a	4,7 $\pm$ 0 a	5,15 $\pm$ 0,92 a		
	Pin	2,63 $\pm$ 0,1 a	2,95 $\pm$ 0,06 b	3,05 $\pm$ 0,06 bc	3,05 $\pm$ 0,13 bc	3,23 $\pm$ 0,05 c
	RT	2,83 $\pm$ 0,5 b	2,88 $\pm$ 0,96 b	1,98 $\pm$ 0,53 ab	1,23 $\pm$ 0,1 a	
Xylitol mg/l	Jon 14	228,8 $\pm$ 38,8 a	209,8 $\pm$ 98,4 a	172,5 $\pm$ 37,8 a	241 $\pm$ 49,5 a	238,3 $\pm$ 34,5 a
	Jon 15	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
	Jon 16	n.n.	n.n.	n.n.		
	GD	133 $\pm$ 9,9 a	123 $\pm$ 5,7 a	120 $\pm$ 8,49 a	85 $\pm$ 21,2 a	
	IR	166,5 $\pm$ 60,1 a	148,5 $\pm$ 41,7 a	147,5 $\pm$ 78,5 a		
	Pin	195 $\pm$ 7,6 a	218,3 $\pm$ 42,4 a	215,8 $\pm$ 27,6 a	223,3 $\pm$ 82,6 a	245,5 $\pm$ 67,9 a
	RT	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	
Xylose g/l	Jon 14	1,19 $\pm$ 0,1 b	0,87 $\pm$ 0,07 a	1,3 $\pm$ 0,01 b	1,48 $\pm$ 0,09 c	1,61 $\pm$ 0,08 c
	Jon 15	0,7 $\pm$ 0,18 a	1,15 $\pm$ 0,06 b	1,6 $\pm$ 0,14 c	1,8 $\pm$ 0 c	
	Jon 16	0,88 $\pm$ 0,05 a	1,38 $\pm$ 0,13 b	1,48 $\pm$ 0,15 b		
	GD	0,9 $\pm$ 0 a	1,35 $\pm$ 0,07 b	1,65 $\pm$ 0,07 c	0,7 $\pm$ 0 a	
	IR	0,9 $\pm$ 0 ab	0,6 $\pm$ 0 a	1 $\pm$ 0,14 b		
	Pin	0,77 $\pm$ 0,04 a	0,88 $\pm$ 0,1 a	1,09 $\pm$ 0,01 b	1,17 $\pm$ 0,1 bc	1,29 $\pm$ 0,09 c
	RT	0,45 $\pm$ 0,13 a	0,58 $\pm$ 0,15 a	0,95 $\pm$ 0,06 b	1,35 $\pm$ 0,1 c	

Reifeanalysen

Respiration

Bei 'Ilzer Rosenapfel' konnte das Erreichen des respiratorischen Maximums am 2. Verarbeitungstermin gut dargestellt werden (Tab. 6 c). Das deckte sich mit den Verkostungsergebnissen, auch wenn diese nicht signifikant unterschiedlich waren. Bei 'Red Topaz' wurde die maximale CO₂-Abgabe an den ersten beiden Terminen gemessen. Auch das deckte sich mit den Verkostungsergebnissen. Bei 'Golden Delicious' und 'Pinova' schwankten die Werte und zeigten bei 'Pinova' eine große Standardabweichung. Das könnte auf inhomogenes Probenmaterial zurückgeführt werden. So lässt sich auch erklären, warum bei 'Pinova' keine signifikanten Verkostungsergebnisse erzielt werden konnten.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Es zeigte sich, dass der NDVI auf der Schattenseite (Tab. 3 a und 6 a) mit Ausnahme von 'Golden Delicious' bei allen Sorten signifikant mit der Lagerung abnahm. 'Golden Delicious' war auch die einzige Sorte, bei der die Werte fast ausschließlich im positiven Bereich lagen (0,29 $\pm$ 0,41). Auch auf der Sonnenseite nahm mit Ausnahme von 'Golden Delicious' der NDVI Wert signifikant ab (Tab. 3 a und 6 a). Bei den Sorten 'Pinova', 'Ilzer Rosenapfel' und 'Red Topaz' konnte beim letzten Verarbeitungstermin jedoch wieder ein signifikanter Anstieg beobachtet werden.

Normalized Anthocyanin Index (NAI)

Die NAI-Werte zeigten zwar immer wieder signifikante Unterschiede, es wurden aber keine Trends oder Zusammenhänge festgestellt (Tab. 3 a und 6 a).

Farbe L*a*b*, L*C*h°

Der L*-Wert der Grundfarbe zeigte je nach Sorte unterschiedliche Verläufe. Bei 'Jonagold' wurde in allen drei Untersuchungsjahren ein signifikanter Anstieg im Laufe der Lagerung festgestellt. Bei 'Pinova' fiel der L*-Wert der Grundfarbe bei den ersten drei Terminen signifikant ab und stieg beim letzten Termin wieder an. Bei den anderen Sorten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Der a*-Wert der Grundfarbe stieg bei allen Sorten während der Lagerung tendenziell an, war jedoch nicht immer signifikant und zeigte leichte Schwankungen. Der Grünanteil nahm also wie erwartet ab, während der Rotanteil anstieg. Bei 'Pinova' lagen die Werte am höchsten und der Anstieg war am deutlichsten zu beobachten (von $8,3 \pm 11,7$ auf $31,4 \pm 13,2$). Der b*-Wert der Grundfarbe stieg mit Ausnahme von 'Pinova' und 'Red Topaz' bei allen Sorten signifikant an, der Gelbanteil nahm also zu. Ebenso stieg der C*-Wert der Grundfarbe signifikant bei allen Sorten an. °h Grundfarbe nahm im Laufe der Lagerung tendenziell ab. Dieser Trend war aber nur zum Teil signifikant nachweisbar.

Der L*-Wert der Deckfarbe zeigte keinen eindeutigen Trend. Auffallend war, dass die Werte von 'Golden Delicious' ($73,2 \pm 3,1$) deutlich höher waren als von den anderen Sorten ($39,7 \pm 7,1$) und damit im Bereich der L*-Werte der Grundfarbe lagen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass 'Golden Delicious' typischerweise keine Deckfarbe besitzt, sondern grünlich bis gelblich ausgefärbt ist.

Die a*-Werte der Deckfarbe schwankten im Laufe der Lagerung.

Bei den b*-Werten der Deckfarbe war bei 'Golden Delicious' ein signifikanter Anstieg zu beobachten (von $44,4 \pm 2,6$ auf $51,9 \pm 1,9$). Auch hier lagen die Werte deutlich höher als bei den anderen Sorten und damit in einem ähnlichen Bereich wie die b*-

Werte der Grundfarbe, zurückzuführen auf die flächendeckende grünlich/gelblich-Färbung. Bei 'Pinova' lagen die Werte beim 3. Termin signifikant höher ($31,9 \pm 9,5$) als bei den anderen Terminen ($23,0 \pm 4,8$). Die Werte von 'Red Topaz' schwankten und bei 'Ilzer Rosenapfel' gab es keine signifikanten Unterschiede.

Der C*-Wert der Deckfarbe stieg bei 'Golden Delicious', wie bei 'Jonagold', signifikant an. Die Werte 'Pinova' und 'Red Topaz' schwankten. Bei 'Ilzer Rosenapfel' wurden keine signifikanten Unterschiede verzeichnet.

°h Deckfarbe zeigte nur bei 'Jonagold' im dritten Untersuchungsjahr und bei 'Ilzer Rosenapfel' einen signifikanten Anstieg zwischen 2. und 3. Verarbeitungstermin, bei allen anderen Sorten gab es keine signifikanten Unterschiede. Auffallend war hier wieder die Sorte 'Golden Delicious' ($92,9 \pm 6,5$), wo die Werte deutlich über den Werten der anderen Sorten (zwischen $25,6 \pm 4,3$ 'Red Topaz' und $33,6 \pm 11,4$ 'Jonagold') lagen.

Streif-Index und titrierbare Säure

Die Fruchtfleischfestigkeit nahm bei allen Apfelsorten signifikant ab (Tab. 3 b und 6 c). Dabei fiel auf, dass die Äpfel der Sorten 'Ilzer Rosenapfel' und 'Red Topaz' trotz späterer Verarbeitung die höchste Festigkeit aufwiesen ('Ilzer Rosenapfel': Abfall von $9,6 \pm 1,1$ (1. Termin) auf $5,3 \pm 0,7$ kg/cm² (3./letzter Termin), 'Red Topaz': Abfall von $8,5 \pm 0,7$ (1. Termin) auf $5,4 \pm 0,4$ kg/cm² (letzter Termin)).

Die Stärkeabbauwerte stiegen bei allen Sorten im Zuge der Lagerung signifikant an. Bei allen Sorten war spätestens beim letzten Verarbeitungstermin die gesamte Stärke abgebaut.

Die Werte für die lösliche Trockensubstanz lagen bei $13,3 \pm 0,7$ °Bx. Es waren leichte Schwankungen zwischen den Verarbeitungsterminen der einzelnen Sorten zu beobachten, aber kaum signifikante Unterschiede oder Trends zu erkennen.

Der Streif-Index nahm wie erwartet bei jeder Apfelsorte während der Lagerung signifikant ab (Tab. 3 b und 6 c). Wie schon bei der Festigkeit zeigte 'Ilzer Rosenapfel' dabei die höchsten Werte ($0,111 \pm 0,024$ beim 1. Termin bis $0,039 \pm 0,006$ beim letzten Termin).

Die titrierbare Säure nahm ebenfalls wie erwartet bei jeder Apfelsorte signifikant während der Lagerung ab.

Produktanalysen

Es zeigte sich, dass die Gehalte an Äpfelsäure und Oxalsäure während der Lagerung signifikant abnahmen (Tab. 4 a+b). Nur bei 'Golden Delicious' und 'Ilzer Rosenapfel' war die Abnahme an Äpfelsäure, sowie bei 'Ilzer Rosenapfel' die Abnahme von Oxalsäure nicht signifikant nachweisbar.

Die Gehalte an Bernsteinsäure und Galacturonsäure nahmen, sofern diese nachweisbar waren, mit der Lagerung signifikant zu. Nur bei 'Jonagold' im Jahr 2016 war kein signifikanter Unterschied bei Galacturonsäure nachweisbar.

Alle anderen Säuren unterlagen einigen Schwankungen, es konnten jedoch keine eindeutigen Trends festgestellt werden.

Bei den analysierten Zuckern (Tab. 5 a, b, c) zeigte sich, dass Xylose während der Lagerung tendenziell anstieg. Bei allen Apfelsorten konnte ein signifikanter Anstieg beobachtet werden. Nur bei 'Jonagold' (im Jahr 2014) und bei 'Ilzer Rosenapfel' war der Gehalt beim ersten Verarbeitungstermin höher als beim zweiten. Alle anderen Zucker unterlagen Schwankungen, es konnten jedoch keine eindeutigen Trends identifiziert werden.

Tab. 6a: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Reifeanalysen für die Sorten ‚Golden Delicious‘, ‚Ilzer Rosenapfel‘, ‚Pinova‘ und ‚Red Topaz‘. Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Reifeanalysen andere Sorten						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
NDVISchatten n = 20	GD	0,39 $\pm$ 0,33 a	0,4 $\pm$ 0,26 a	0,24 $\pm$ 0,44 a	0,17 $\pm$ 0,5 a	
	IR	-0,29 $\pm$ 0,31 b	-0,53 $\pm$ 0,09 a	-0,5 $\pm$ 0,09 a		
	Pin	-0,32 $\pm$ 0,12 c	-0,42 $\pm$ 0,2 bc	-0,49 $\pm$ 0,11 ab	-0,54 $\pm$ 0,07 a	-0,58 $\pm$ 0,09 a
	RT	-0,4 $\pm$ 0,14 b	-0,48 $\pm$ 0,13 b	-0,6 $\pm$ 0,09 a	-0,62 $\pm$ 0,06 a	
NDVISonne n = 20	GD	0,2 $\pm$ -0,51 a	-0,55 $\pm$ 0,12 a	-0,55 $\pm$ 0,09 a	-0,54 $\pm$ 0,1 a	
	IR	-0,18 $\pm$ 0,22 ab	-0,35 $\pm$ 0,1 b	-0,34 $\pm$ 0,13 a		
	Pin	-0,25 $\pm$ 0,18 d	-0,36 $\pm$ 0,16 c	-0,52 $\pm$ 0,09 ab	-0,61 $\pm$ 0,06 a	-0,49 $\pm$ 0,07 b
	RT	-0,4 $\pm$ 0,1 b	-0,45 $\pm$ 0,1 ab	-0,52 $\pm$ 0,07 a	-0,4 $\pm$ 0,21 b	
NAISchatten n = 20	GD	-0,48 $\pm$ 0,1 a	-0,49 $\pm$ 0,08 a	-0,49 $\pm$ 0,11 a	-0,5 $\pm$ 0,13 a	
	IR	-0,15 $\pm$ 0,41 a	-0,24 $\pm$ 0,31 a	-0,16 $\pm$ 0,22 a		
	Pin	-0,45 $\pm$ 0,22 a	-0,11 $\pm$ 0,54 a	0,43 $\pm$ 0,63 b	0,76 $\pm$ 0,24 b	-0,36 $\pm$ 0,45 a
	RT	-0,28 $\pm$ 0,41 a	-0,38 $\pm$ 0,34 a	-0,37 $\pm$ 0,33 a	-0,32 $\pm$ 0,33 a	
NAISonne n = 20	GD	-0,51 $\pm$ 0,11 a	-0,55 $\pm$ 0,12 a	-0,55 $\pm$ 0,09 a	-0,54 $\pm$ 0,1 a	
	IR	0,85 $\pm$ 0,18 ab	0,88 $\pm$ 0,1 b	0,71 $\pm$ 0,28 a		
	Pin	0,5 $\pm$ 0,39 bc	0,72 $\pm$ 0,27 c	0,23 $\pm$ 0,58 ab	-0,12 $\pm$ 0,32 a	0,65 $\pm$ 0,37 c
	RT	0,93 $\pm$ 0,1 b	0,13 $\pm$ 0,03 a	0,91 $\pm$ 0,12 b	0,94 $\pm$ 0,06 b	
L* Grundfarbe n = 20	GD	71,2 $\pm$ 2,3 a	71 $\pm$ 2,1 a	71,3 $\pm$ 3,9 a	72,2 $\pm$ 3,2 a	
	IR	69,1 $\pm$ 7,1 a	66,7 $\pm$ 7,3 a	67,6 $\pm$ 5,2 a		
	Pin	69,2 $\pm$ 7,5 c	61,8 $\pm$ 10,4 b	39,4 $\pm$ 5,1 a	42,2 $\pm$ 6,2 a	67 $\pm$ 10,9 bc
	RT	66 $\pm$ 9,1 a	67,3 $\pm$ 7,9 a	68,1 $\pm$ 6,8 a	68,6 $\pm$ 5,3 a	
a* Grundfarbe n = 20	GD	-7,7 $\pm$ 2 a	-7,5 $\pm$ 1,2 a	-5,3 $\pm$ 3,5 ab	-3,7 $\pm$ 3,7 b	
	IR	6,4 $\pm$ 8 a	13,8 $\pm$ 9,9 b	10,9 $\pm$ 3,7 ab		
	Pin	8,3 $\pm$ 11,7 a	18,7 $\pm$ 13,2 ab	23,3 $\pm$ 14,5 bc	25 $\pm$ 10,1 bc	31,4 $\pm$ 13,2 c
	RT	8,4 $\pm$ 10 a	10,9 $\pm$ 11,8 a	13,5 $\pm$ 10,9 a	13,2 $\pm$ 7,5 a	
b* Grundfarbe n = 20	GD	45 $\pm$ 2,3 a	47,7 $\pm$ 2,2 b	49,2 $\pm$ 1,8 b	52,4 $\pm$ 1,6 c	
	IR	36,1 $\pm$ 6,2 a	35 $\pm$ 5,7 a	40,9 $\pm$ 3,8 b		
	Pin	35 $\pm$ 4,6 b	34,6 $\pm$ 8,2 b	33,8 $\pm$ 8,4 b	37,2 $\pm$ 6,4 b	24,5 $\pm$ 5,4 a
	RT	45,2 $\pm$ 8,3 a	48,6 $\pm$ 9,2 a	50,5 $\pm$ 8,1 a	51,4 $\pm$ 6,1 a	

Tab. 6b: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Reifeanalysen für die Sorten ‚Golden Delicious‘, ‚Ilzer Rosenapfel‘, ‚Pinova‘ und ‚Red Topaz‘. Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

Reifeanalysen andere Sorten						
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
C* Grundfarbe n = 20	GD	45,7 $\pm$ 2,1 a	48,3 $\pm$ 2,2 b	49,6 $\pm$ 1,8 b	52,7 $\pm$ 1,6 c	
	IR	37,5 $\pm$ 6,1 a	39,1 $\pm$ 3,4 a	42,5 $\pm$ 3,2 b		
	Pin	38 $\pm$ 2 a	42,5 $\pm$ 4 b	43,6 $\pm$ 2,1 b	46,5 $\pm$ 1,9 c	47,7 $\pm$ 3,8 c
	RT	47,5 $\pm$ 4,2 a	51,6 $\pm$ 5 b	53,8 $\pm$ 4,1 b	53,8 $\pm$ 3,6 b	
°h Grundfarbe n = 20	GD	99,8 $\pm$ 2,8 c	98,9 $\pm$ 1,5 bc	96,1 $\pm$ 4 ab	94,1 $\pm$ 4 a	
	IR	79,9 $\pm$ 12,3 b	68,4 $\pm$ 15,8 a	74,9 $\pm$ 5,8 ab		
	Pin	76,4 $\pm$ 19 b	60,5 $\pm$ 20,8 ab	56,7 $\pm$ 21,9 a	55,7 $\pm$ 14,8 a	68,3 $\pm$ 18,3 ab
	RT	78,3 $\pm$ 16,1 a	76,1 $\pm$ 16,3 a	74,2 $\pm$ 14,2 a	75 $\pm$ 9,9 a	
L* Deckfarbe n = 20	GD	72 $\pm$ 3,1 a	73,1 $\pm$ 3,3 a	73,8 $\pm$ 3,1 a	73,9 $\pm$ 2,7 a	
	IR	37,7 $\pm$ 4,6 a	37,9 $\pm$ 4,9 a	39,4 $\pm$ 6,6 a		
	Pin	45,6 $\pm$ 7 b	42,8 $\pm$ 5,9 ab	39,4 $\pm$ 5,1 a	42,2 $\pm$ 6,2 ab	44,1 $\pm$ 6,9 ab
	RT	33,9 $\pm$ 3,9 ab	35,8 $\pm$ 4,3 b	35,5 $\pm$ 5,3 b	31,4 $\pm$ 4,1 a	
a* Deckfarbe n = 20	GD	-4,4 $\pm$ 4,8 a	-3,8 $\pm$ 3,5 a	-0,8 $\pm$ 6,4 a	-1,1 $\pm$ 4,8 a	
	IR	33,6 $\pm$ 4 b	33,5 $\pm$ 3,6 b	29,8 $\pm$ 3,6 a		
	Pin	33,6 $\pm$ 5,3 a	36,7 $\pm$ 4,8 ab	37,8 $\pm$ 3,2 b	38,5 $\pm$ 4 b	38 $\pm$ 5 b
	RT	36 $\pm$ 4,2 ab	38,8 $\pm$ 2,3 b	38,7 $\pm$ 3 b	34,9 $\pm$ 5,3 a	
b* Deckfarbe n = 20	GD	44,4 $\pm$ 2,6 a	46,8 $\pm$ 2,2 b	47,7 $\pm$ 2,3 b	51,9 $\pm$ 1,9 c	
	IR	15,5 $\pm$ 3,6 a	15,7 $\pm$ 3,6 a	19 $\pm$ 6,6 a		
	Pin	22,2 $\pm$ 4,4 a	22,6 $\pm$ 3,9 a	31,9 $\pm$ 9,5 b	22,6 $\pm$ 5,5 a	24,5 $\pm$ 5,4 a
	RT	16,9 $\pm$ 4,5 ab	19,9 $\pm$ 3,9 b	19,7 $\pm$ 5,1 ab	16 $\pm$ 4,9 a	
C* Deckfarbe n = 20	GD	44,9 $\pm$ 2,5 a	47 $\pm$ 2,2 b	48,1 $\pm$ 2 b	52,1 $\pm$ 1,9 c	
	IR	37,1 $\pm$ 4,5 a	37,1 $\pm$ 4,4 a	35,9 $\pm$ 4,2 a		
	Pin	40,8 $\pm$ 2,6 a	43,4 $\pm$ 2,2 bc	42,8 $\pm$ 3 ab	45,3 $\pm$ 3,3 c	45,7 $\pm$ 1,7 c
	RT	39,9 $\pm$ 5,5 ab	43,7 $\pm$ 3,3 b	43,5 $\pm$ 4,7 b	38,5 $\pm$ 6,8 a	
°h Deckfarbe n = 20	GD	95,6 $\pm$ 6,4 a	94,7 $\pm$ 4,3 a	90,8 $\pm$ 7,8 a	91,2 $\pm$ 5,3 a	
	IR	24,6 $\pm$ 4,4 a	24,8 $\pm$ 3,7 a	31,9 $\pm$ 10 b		
	Pin	33,8 $\pm$ 9,2 a	31,9 $\pm$ 7,9 a	27,9 $\pm$ 4,3 a	30,8 $\pm$ 7,3 a	32,8 $\pm$ 9 a
	RT	24,7 $\pm$ 4,2 a	27 $\pm$ 4 a	26,6 $\pm$ 4,7 a	24 $\pm$ 3,7 a	

Tab. 6c: Ergebnisse (arithmetischer Mittelwert $\pm$ Standardabweichung) Reifeanalysen für die Sorten ‚Golden Delicious‘, ‚Ilzer Rosenapfel‘, ‚Pinova‘ und ‚Red Topaz‘. Unterschiedliche Buchstaben in einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($\alpha=0,05$)

		Reifeanalysen andere Sorten				
		1. Termin	2. Termin	3. Termin	4. Termin	5. Termin
Respiration n = 4	GD	32,79 $\pm$ 3,38 a	34,51 $\pm$ 2,12 ab	36,05 $\pm$ 3,13 bc	38,51 $\pm$ 2,07 c	
	IR	31,94 $\pm$ 6,9 a	44,39 $\pm$ 1,5 c	40,29 $\pm$ 4,57 b		
	Pin	28,89 $\pm$ 7,66 abc	36,72 $\pm$ 6,51 c	25,48 $\pm$ 8,43 a	28,01 $\pm$ 11,9 ab	34,99 $\pm$ 9,53 bc
	RT	29,96 $\pm$ 3,08 c	31,19 $\pm$ 1,33 c	27,11 $\pm$ 4 b	22,51 $\pm$ 1,71 a	
Festigkeit (kg/cm ²) n = 40	GD	8,1 $\pm$ 0,6 c	5,4 $\pm$ 0,6 b	4,8 $\pm$ 0,5 a	4,8 $\pm$ 0,6 a	
	IR	9,6 $\pm$ 1,1 c	6,8 $\pm$ 1,1 b	5,3 $\pm$ 0,7 a		
	Pin	7,2 $\pm$ 0,4 d	6,5 $\pm$ 0,4 c	5,9 $\pm$ 4,3 b	5,5 $\pm$ 0,9 b	4,9 $\pm$ 0,4 a
	RT	8,5 $\pm$ 0,7 c	5,9 $\pm$ 0,4 b	5,7 $\pm$ 0,3 ab	5,4 $\pm$ 0,4 a	
Stärke n = 20	GD	8,3 $\pm$ 1,3 a	9,6 $\pm$ 0,8 b	9,8 $\pm$ 0,4 b	10 $\pm$ 0 b	
	IR	6,9 $\pm$ 1,2 a	9,5 $\pm$ 0,7 b	10 $\pm$ 0 b		
	Pin	8,8 $\pm$ 1,2 a	9,8 $\pm$ 0,4 b	10 $\pm$ 0 b	10 $\pm$ 0 b	10 $\pm$ 0 b
	RT	9,2 $\pm$ 0,7 a	10 $\pm$ 0 b	10 $\pm$ 0 b	10 $\pm$ 0 b	
°Brix n = 2	GD	13,5	12,8	13,3	13,3	
	IR	13	14	13,3		
	Pin	11,3	12,3	13	12,9	12,3
	RT	14,3	13,8	14,8	14	
Streif n = 20	GD	0,075 $\pm$ 0,016 c	0,045 $\pm$ 0,006 b	0,037 $\pm$ 0,005 ab	0,036 $\pm$ 0,004 a	
	IR	0,111 $\pm$ 0,024 b	0,052 $\pm$ 0,01 a	0,04 $\pm$ 0,006 a		
	Pin	0,074 $\pm$ 0,012 d	0,053 $\pm$ 0,006 c	0,043 $\pm$ 0,004 b	0,04 $\pm$ 0,007 ab	0,036 $\pm$ 0,003 a
	RT	0,065 $\pm$ 0,009 c	0,043 $\pm$ 0,003 b	0,039 $\pm$ 0,002 ab	0,039 $\pm$ 0,003 a	
Tit. Säure n = 2	GD	5,3	3,9	3,9	3,7	
	IR	9,3	6,9	4,5		
	Pin	6,5	5,5	4,3	3,9	3,4
	RT	8,5	7,8	7,4	5,9	

Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass der ideale Verarbeitungszeitpunkt nicht dem Zeitpunkt entspricht, an dem Äpfel üblicherweise geerntet und eingelagert werden. Die Äpfel sollten nicht vor dem respiratorischen Maximum verarbeitet werden, da sich erst hier der Geschmack voll entwickelt hat. Auch wenn die Respiration bereits wieder abnimmt, hält sich diese Eignung zur Verarbeitung bei kühler Lagerung abhängig von der Sorte für wenige Wochen, bevor die Säfte wieder schlechter beurteilt werden. Da die Intensität der CO₂-Abgabe von Jahr zu Jahr variiert und deshalb keine Empfehlungen für bestimmte Grenzwerte abgegeben werden können, sollen andere Parameter zur Definition des idealen Verarbeitungszeitpunktes definiert werden. Für ‚Jonagold‘ kann ein Streif-Index von

unter 0,05 als ideal angesehen werden. Die Festigkeit soll nicht mehr als 6,5 kg/cm² betragen. Auch bei den Farbwerten der Fruchtschale lässt sich ablesen, dass in der Grundfarbe ein C*-Wert von über 43 und in der Deckfarbe ein C*-Wert von über 37 von Vorteil ist. Die Farbe könnte auch ein Indikator für die maximale Lagerzeit der Äpfel vor der Verarbeitung, insbesondere b*, °h- und L*-Wert, sein. Dazu müssen jedoch noch genauere Untersuchungen durchgeführt werden. Möglicherweise können auch der Chinasäure- und Oxalsäuregehalt Aufschluss über die maximale Lagerdauer von ‚Jonagold‘ geben. Die Empfehlungen zu ‚Jonagold‘ lassen sich nicht unmittelbar auf die anderen untersuchten Sorten umlegen. Für diese müssen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, da sich jede Sorte unterschiedlich verhält. Eine Herausforderung stellt außerdem immer die

Inhomogenität der Ware dar. In der Praxis finden sich manchmal große, gut versorgte, sonnengereifte Früchte neben kleinen, eher

unterentwickelten Äpfeln in der gleichen Charge wieder. Hier den richtigen Zeitpunkt zu definieren, ist für den Verarbeiter besonders schwierig.

Literatur

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/Sha'RedDocs/Downloads/DE/Ernaehrung-Lebensmittel/Vermarktungsnormen/VermarktungsnormenObstGemuese/Geraetekatalog.pdf>) (26.4.17)

Gabioud, S., Baumgartner, D., Höhn, E., Gasser, F., Bozzi Nising, A. 2009: Messung der Aromaentwicklung von 'Golden Delicious'. *AGRARForschung* 16(6): 210-215.

Gössinger, M., Berghold, S., Patzl, W., Kickenweiz, M., Schnürer, M. 2016: Einfluss ausgewählter Parameter auf die Apfel- und Apfelsaftqualität sowie Testung möglicher physikalisch-chemischer Parameter zur Bewertung von Äpfeln hinsichtlich deren Eignung zur Herstellung qualitativ hochwertiger Apfelsäfte bei den Sorten 'Golden Delicious', 'Gala' und 'Braeburn'. *Mitteilungen Klosterneuburg* 66: 127-137.

Kuckenberg, J., Tartachnyk, I., 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.

Martínez Vega, M., Varming, C., Skov, T., Toldam-Andersen, T.B. 2014: Post-harvest ripening increase cultivar specific sensory and analytical aroma profile in apple juice: A study of four commercial cultivars in Denmark. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science* 64(3): 244-251.

Poll, L. 1985: The influence of apple ripeness and juice storage temperature on the sensory evaluation and composition (volatile and non-volatile components) of apple juice. *LWT – Food Science and Technology* 18(4): 205-211.

Rutkowski, K. P., Michalczyk, B., Konopacki, P. 2008: Nondestructive determination of 'Golden Delicious' Apple Quality and Harvest Maturity. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 16: 39-52.

Schnürer, M., Groll, E., Gössinger, M. 2014: Effects of harvest ripeness and fruit storage on turbidity in cloudy apple juice. *Mitteilungen Klosterneuburg* 64: 96-104.

Solomakhin, A.A., 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.

Song, J., Bangerth, F. 1996: The effect of harvest date on aroma compound production from "Golden Delicious" apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. *Postharvest Biology and Technology* 8: 259-269.

Streif, J. 1996: Optimum harvest date for different apple cultivars in the 'Bodensee' area. In: de Jager, A., Johnson, D. and Hohn, E. (Eds.): *European Commission COST 94: The postharvest treatment of fruit and vegetables - Determination and prediction of optimum harvest date of apple and pears*. Proc. of June, 1994 workshop. Ireland: Loftus, 1996, pp. 15-21.

Wang, H., Yuan, J., Chen, L., Ban, Z., Zheng, Y., Jiang, Y., Jiang, Y., Li, X. 2022: Effects of fruit storage temperature and time on cloud stability of not from concentrated apple juice. *Foods* 11(17): 2568.

Weiss, J. 1981: Rating scales in the sensory analysis of food stuffs. *Acta Alimentaria* 10: 393-405.

Weiss, J. 1995: Ionenchromatographie. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1995, 2. Ausg.

Wurm, L., Lafer, G., Kickenweiz, M., Rühmer, T., Steinbauer, L. 2010: Erfolgreicher Obstbau. Ein Obstbau-Leitfaden unter besonderer Berücksichtigung qualitätsfördernder Maßnahmen. Wien: Agrarverlag, 2010

Zude, M., Birlouez-Aragon, I., Paschold, P.J., Rutledge, D.N. 2007: Non-invasive spectrophotometric sensing of carrot quality from harvest to consumption. *Postharvest Biology and Technology* 45: 30-37.

Eingelangt am 12. Dezember 2022