

Veränderung der Fruchthaltsstoffe bei Genotypen von *Prunus domestica* während der Reifeentwicklung und Lagerung

¹Mirjam Kreck, ²Erika Krüger, ¹Claus-Dieter Patz, ¹Evelin Schöpplein, ¹Petra Kürbel, ¹Helmut Dietrich

(Eingegangen am 14.03.2005)

Summary

Change of fruit ingredients in genotypes of *Prunus domestica* during maturation and storage

In the present paper the influence of maturation and storage on the inner quality of different genotypes of *Prunus domestica* L. was investigated. Genotypes 'Topper', 'Topking', 'Hauszweitsche' and 'Tophit' were harvested from early to overripe ripening stages over a period of three years. The harvested fruits were evaluated freshly and additionally after storage periods of two and three weeks. Analytical key parameters were colour (L*a*,b*, Hunter system), total titratable acid, soluble dry mass (°Brix), total phenolics, antioxidant capacity and sensorial acceptance. As could be expected, there was an increase of soluble dry mass and a decrease of acidity during maturation and during post-harvest storage. The most significant effects happened in the first two weeks of storage, whereas only marginal alterations could be observed in the third week. Among the sensorial properties, particularly sweetness and sourness were deciding about the general popularity of the fruits. There was a large acceptance of fresh overripe fruits picked at the end of the harvesting period.

Statistical correlations between analytical and sensorial parameters were mainly found between sweetness and soluble dry mass and between the attributes sourness/unripe/green/ astringency and total acidity. The overall popularity of the fruits maintained by the test panel did not correlate with any analytical parameter, but was more related to sensorial properties like sweetness, sourness, astringency or fruitiness. Consumers acceptance of the fruits was closely connected to popularity. The results showed that popularity, respectively quality was depending on complex interactions of different parameters such as sugar content, total acidity, fruit texture and particularly aroma.

Einleitung

Unter der Sammelart *Prunus domestica* werden vielfache Kreuzungen und Typengemische zusammengefasst, die oftmals nicht scharf voneinander abgegrenzt werden können.

In Deutschland entfällt der größte Anteil des Erwerbsobstbaus auf die länglichen, blauen Zwetschen, die vom Handel und den Verbrauchern oft auch als Pflaumen bezeichnet werden (DASSLER et al., 1991). Laut einer Umfrage der CMA (Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft GmbH) geben 24% der Befragten Pflaumen und Zwetschen als ihre Lieblingsobstsorte an. Von den Befragten wird gleichzeitig beklagt, dass im Handel die Ware oft nicht reif genug angeboten wird oder überreif und daher unappetitlich sei. Die innere Qualität von Pflaumen und vor allem die sensorische Akzeptanz bestimmen unter Anderem das Kaufverhalten der Kunden auf dem Frischmarkt. Bevor frische Pflaumen den Kunden erreichen, ist oftmals eine längere Lagerzeit vorangegangen. Wie sich Inhaltsstoffe während der Ernteperiode mit einer anschließenden Lagerung der Frischfrüchte ändern und welchen Einfluss der Erntezeitpunkt bzw. eine Lagerung auf die Veränderung der Qualität hat, ist bisher nicht ausreichend untersucht.

Ziel der Arbeit ist die Ermittlung analytischer Parameter in verschiedenen Genotypen von *Prunus domestica* L., um eine Veränderung der Inhaltsstoffe während der Reifeentwicklung und Lagerung mit ausgewählten Analysen belegen zu können. In den Genotypen 'Topper', 'Topking', 'Tophit' und 'Hauszweitsche' wurden ab beginnender Reife bis zum Stadium „hochreif“, über drei Erntejahre hinweg, im drei- bis viertägigem Rhythmus Früchte geerntet. Diese wurden sowohl als Frischware als auch nach zwei- bzw. dreiwöchiger Lagerung bewertet. Analysiert wurden in ausgewählten Ernte- und den dazugehörigen Lagerterminen Parameter, wie Saftfarbe (L*a*,b*), titrierbare Gesamtsäure, pH-Wert, lösliche Trockensubstanz (°Brix), Gesamtphenole, antioxidative Kapazität (TEAC) und die sensorische Akzeptanz in Form einer deskriptiven Sensorik.

Material und Methoden

Material

Die Pflaumen stammten aus dem Versuchsanbau der Forschungsanstalt Geisenheim, Deutschland. Es wurden drei Geisenheimer Neuzüchtungen ('Topper', 'Topking', 'Tophit') und die bekannte Sorte 'Hauszweitsche' für die Versuche herangezogen. Die Untersuchungen wurden über mehrere Erntejahre wie folgt durchgeführt: Jahr 2000: 'Hauszweitsche', 'Tophit', 'Topper'; Jahr 2001: 'Hauszweitsche', 'Topking', 'Topper'; Jahr 2002: 'Tophit', 'Topking', 'Topper'; Jahr 2003: 'Hauszweitsche', 'Topking'.

Geerntet wurde ab beginnender Reife bis zum Stadium „hochreif“ in einem drei- bis viertägigen Rhythmus. Die Pflaumen wurden sowohl als Frischware als auch nach zwei- bzw. dreiwöchiger Lagerung untersucht.

Die Lagerung erfolgte bei ca. 4 °C Kaltlagerung mit normal zusammengesetzter Lagerluft. Die analytischen Untersuchungstermine erstreckten sich auf die Früchte ab beginnender Reife („halbreif“), reife Früchte („reif“) und hochreife Früchte am Ende der Ernteperiode („hochreif“) in frischem Zustand und nach einer Lagerzeit von zwei und drei Wochen.

Eine deskriptive Sensorik wurde mit den Früchten aller Erntetermine in frischem und gelagertem Zustand durchgeführt.

Probenvorbereitung für Analysen

Ein repräsentativer Querschnitt der entsteineten Pflaumen wurde mit einem handelsüblichen Haushaltsmixer püriert und anschließend zwei Stunden im Wasserbad bei 45 °C enzymiert (Fructocym MA, Fa. Erbslöh). Die Proben wurden danach zentrifugiert (Zentrifuge Fa. Hettich, ROTANTA 460RS), der klare Überstand wurde zur Analyse eingesetzt.

Analytische Untersuchungsmethoden

Zur Charakterisierung der Pflaumen wurden diese, wie oben beschrieben, aufgearbeitet und nachfolgende Analysen nach der Methodensammlung der Internationalen Fruchtsaftunion (IFU) bzw.

nach der Amtlichen Sammlung von Untersuchungsmethoden nach §35 LMBG durchgeführt.

Die Dichte wurde mit dem Biegeschwinger und die Brix über den Brechungsindex ermittelt. Die Gesamtsäure (mit 1/3 mol/L NaOH bis pH 8,1 titriert, als Äpfelsäure berechnet) wurde potentiometrisch bestimmt. Die Gesamtphenole wurden nach Folin (SINGLETON et al., 1965) mit (+)-Catechin als Referenzsubstanz ermittelt. Für die Bestimmung der antioxidativen Kapazität mittels TEAC-Decolorisation wurde die Methode von RE et al. (1999) modifiziert. Die Werte sind als „trolox equivalent antioxidative capacity“ (TEAC) angegeben. Die Farbe der Säfte wurde mittels CIELAB-System (L^*, a^*, b^*) unter Verwendung von Normallicht D65 und einem Minolta CR-300-System festgelegt.

Sensorik

Die sensorische Bewertung der Proben erfolgte nach einer deskriptiven Sensorik mit 10 bis 12 Prüfern (geschulte Prüfer). Um einen repräsentativen Querschnitt zu erreichen, wurden die Pflaumen geviertelt und auf Probierrgläser verteilt. Bewertet wurden folgende Attribute auf einer Skala von 0 (= niedrigste) bis 10 (= stärkste Ausprägung): *Geruch* mit unreif/grün, fruchtig, würzig, gärig, untypisch/fremd; *Geschmack* mit Süße, Säure, Zucker/Säure (0 = sauer, 10 = süß), adstringierend, fruchtig, würzig, saftig, fremdartig; *Fruchtfleisch* mit Konsistenz (0 = fest, 10 = weich) und die *Beliebtheit*. Vorbereitung und Auswertung der Prüfbögen erfolgte mit dem Sensorikprogramm FIZZ (Version 2.00K Acquisition)

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss der Sorte auf ausgewählte Inhaltsstoffe

Es ist bekannt, dass oftmals der Genotyp einer Frucht einen Einfluss auf die Inhaltsstoffe hat (HERMANN, 1996). Auch die Inhaltsstoffe der Geisenheimer Neuzüchtungen 'Topper', 'Tophit' und 'Topking' und der alten Sorte 'Hauszwetsche' unterscheiden sich deutlich. Die Tab. 1 zeigt Analyseergebnisse der frischen, nicht gelagerten, reifen Früchte. Auffällig ist ein hoher Gehalt der löslichen Trockensubstanz in der Sorte 'Topking' mit 23,90 °Brix im Vergleich zu 'Tophit' (16,08 °Brix) und 'Topper' (16,32 °Brix).

Die Gesamtsäure setzt sich in Pflaumen aus verschiedenen Fruchtsäuren zusammen, den größten Anteil nimmt die Äpfelsäure mit bis zu 90% ein. Neben Äpfelsäure kann man in Pflaumen bis zu 2,5% Citronensäure (bezogen auf die Gesamtsäure), wenig Chinasäure (> 1%) und in Spuren Oxalsäure nachweisen (SOUCI et al., 1969).

Die Sorten 'Tophit' und 'Hauszwetsche' weisen mit 12,31 g/L bzw. 12,42 g/L ähnliche Gesamtsäuregehalte auf. Dagegen war in den reifen Früchten der Sorte 'Topper' deutlich weniger Gesamtsäure (8,16 g/L) und in der Sorte 'Topking' eine höhere Konzentration (15,54 g/L) nachweisbar. Trotz der deutlichen Unterschiede in der Gesamtsäurekonzentration schwanken die pH-Werte in relativ engen Grenzen (zwischen pH 3,11 'Tophit' und 3,25 'Topper'). Die Fruchtsäuren werden durch andere Inhaltsstoffe (Salze u.a.) abgepuffert.

Die Bestimmung der Gesamtphenole nach Folin erfasst neben den Anthocyanen (Anthocyanidinglycoside und -rutinoside) die farblosen Phenole. Den größten Anteil an farblosen Phenolen machen die Hydroxyzimtsäure-Verbindungen aus (98% der Phenole). Hauptverbindung ist die Neochlorogensäure (3-Caffeoylchinasäure) vor der Chlorogensäure (5-Caffeoylchinasäure) (WILL et al. 2000, KIM et al. 2003). Neben den Chinasäureestern sind auch Glucoseester nachgewiesen worden (HERRMANN, 1996; DONOVAN et al., 1998). Die Gesamtphenolgehalte sind stark sortenabhängig. Während 'Topking' mit 1542 mg/L einen hohen Gehalt aufweist, können in der Sorte 'Topper' nur vergleichsweise geringe Mengen (824 mg/L) nachgewiesen werden. Auch die antioxidative Kapazität (TEAC, mmol/L Trolox) weist in der Sorte 'Topking' mit 13,23 mmol/L den höchsten und in 'Topper' mit 6,97 mmol/L den niedrigsten Wert auf. Die Ergebnisse der Gesamtphenolbestimmung und die Analyse der antioxidativen Kapazität zeigen eine deutliche Korrelation (Korrelationskoeffizient $r^2 = 0,9725$), die bereits von KIM et al. (2003) für Pflaumen beschrieben wurde.

Einfluss der Reifeentwicklung auf die Saftfarbe (L^*, a^*, b^*)

Die typische blau-violette Farbe der Pflaumen ist auf die Anthocyane (Anthocyanidinglycoside und -rutinoside) zurückzuführen, die vor allem in der Schale lokalisiert sind. In Pflaumen wurden als Hauptanthocyane Cyanidin-3-rutinosid, Peonidin-3-rutinosid, Cyanidin-3-glucosid und Peonidin-3-glucosid nachgewiesen (KIM et al., 2003; CHUN et al., 2003; DONOVAN et al., 1998). Eine Beurteilung der Farbe bzw. eine Bewertung der Summe der farbgebenden Substanzen ermöglicht die Messung mittels CIELAB-System (L^*, a^*, b^*). Wie in Tab. 2 dargestellt, verändern sich die Saftfarbe und somit die Konzentrationen der Anthocyane während der Reife.

In allen untersuchten Sorten nimmt die Helligkeit (L^*) von L^* (27,76-30,81, halbreif) nach L^* (22,71-23,89, hochreif) ab. Mit zunehmender Reife findet eine Verschiebung von dunkelrot nach rot (Rot-Grün-Achse (a^*)) statt; hier können leichte sortenabhängige Unterschiede festgestellt werden. Auf der Blau-Gelb-Achse (b^*)

Tab. 1: Einfluss der Sorte auf ausgewählte Inhaltsstoffe in frischen, reifen Früchten der Erntejahre 2000 bis 2003.

	° Brix	Gesamtsäure g/L	pH	Gesamtphenole mg/L Catechin	TEAC mmol/L Trolox
Topper n = 3 Jahre Standardabw.	16.32 1.03	8.16 0.42	3.25 0.02	824 191	6.97 1.26
Tophit n = 2 Jahre Mittelabw.	16.08 3.01	12.31 0.49	3.11 0.05	1219 285	8.65 1.55
Hauszwetsche n = 3 Jahre Standardabw.	19.20 1.83	12.42 0.82	3.22 0.07	908 382	10.70 4.85
Topking n = 3 Jahre Standardabw.	23.90 3.45	15.54 0.61	3.19 0.02	1542 440	13.23 3.55

Tab. 2: Beurteilung der Saftfarbe (L*, a*, b*) während der Reifeentwicklung in halbreifen, reifen und hochreifen Früchten.

Reifezustand	halbreif			reif			hochreif		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Topper (n = 3)	30.81	24.31	16.46	24.27	16.71	6.06	22.71	12.57	4.22
Tophit (n = 2)	28.38	26.78	13.86	25.61	22.61	8.81	23.89	18.08	6.23
Hauszwetsche (n = 3)	27.76	22.96	12.19	25.42	21.96	8.10	23.19	14.11	4.41
Topking (n = 3)	29.37	28.91	15.81	24.19	16.53	6.23	23.15	14.64	4.76

verschieben sich die Werte bei allen Sorten mit zunehmender Reife deutlich nach blau. In hochreifen Früchten liegt b* zwischen 4,22-6,23. In der Summe verschiebt sich die Farbe in Richtung blau-violett.

Einfluss der Lagerung

Die Ergebnisse der Bestimmung der L*, a*, b*- Werte in halbreifen, reifen und hochreifen Früchten nach einer Lagerzeit von zwei bzw. drei Wochen zeigen, dass Pflaumen während einer Lagerung nachreifen können. In Abb. 1 ist exemplarisch für die Sorten 'Topking' und 'Topper' die Verschiebung der Blau-Gelb-Achse (b*) in Richtung blau dargestellt.

Alle Sorten zeigen eine signifikante Verschiebung der Farbe in Richtung Blau, wenn halbreife Früchte zwei und drei Wochen gelagert werden (s. Abb. 1). Je reifer die Früchte in frischem Zustand sind, desto weniger ändert sich die Saftfarbe während der Lagerung. Halbreif geerntete Früchte zeigen nach dreiwöchiger Lagerung ähnliche Farbwerte wie frische hochreife Früchte. In Hochreif geernteten Früchten können auch nach einer Lagerung keine signifikanten Farbänderungen mehr festgestellt werden. Die Lagerung hat auch einen deutlichen Einfluss auf die Gesamtsäurekonzentration. Wie erwähnt, ist in ungelagerten Früchten der Gesamtsäuregehalt stark sortenabhängig. In Abb. 2 sind exemplarisch die Änderungen während der

Lagerung von halbreifen, reifen und hochreifen Früchten der beiden Sorten 'Topking' (hoher Gesamtsäuregehalt in reifen, frischen Früchten mit 15,54 g/L) und 'Topper' (niedriger Gesamtsäuregehalt in reifen, frischen Früchten mit 8,16 g/L) dargestellt. In beiden Sorten nimmt die Konzentration während der Lagerung halbreifer Früchte signifikant ab. Die mittlere Konzentration halbreifer, ungelagerter Früchte der Sorte 'Topking' betrug 18,3 g/L, nach einer Lagerzeit von drei Wochen waren noch 13,9 g/L nachweisbar. In hochreifen, frischen Früchten dieser Sorte wurden 12,7 g/L nachgewiesen, nach 3 Wochen Lagerung wurden 11,1 g/L analysiert. Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Änderung der Konzentration während der Lagerung halbreifer Früchte, während in hochreifen Früchten nur noch geringe Abnahmen festgestellt wurden.

Abb. 3 zeigt den Einfluss der Lagerung auf die lösliche Trockensubstanz exemplarisch an den Sorten 'Topking' und 'Topper'. Einerseits ist ein deutlicher Sortenunterschied der reifen bzw. hochreifen Früchte in ungelagertem Zustand erkennbar. Während in halbreifem Zustand (ungelagert) beide Sorten ähnlich niedrige Werte aufweisen (15,1 ° Brix, 'Topking' halbreif; 14,0 ° Brix, 'Topper' halbreif), steigt der Gehalt mit zunehmender Reife in der Sorte 'Topking' wesentlich stärker an (25,7 ° Brix, 'Topking' hochreif; 17,8 ° Brix, 'Topper' hochreif). Die Sorte 'Hauszwetsche' und 'Tophit' weisen ähnliche Reifeverläufe auf wie die Sorte 'Topper'. Ein signifikanter Anstieg

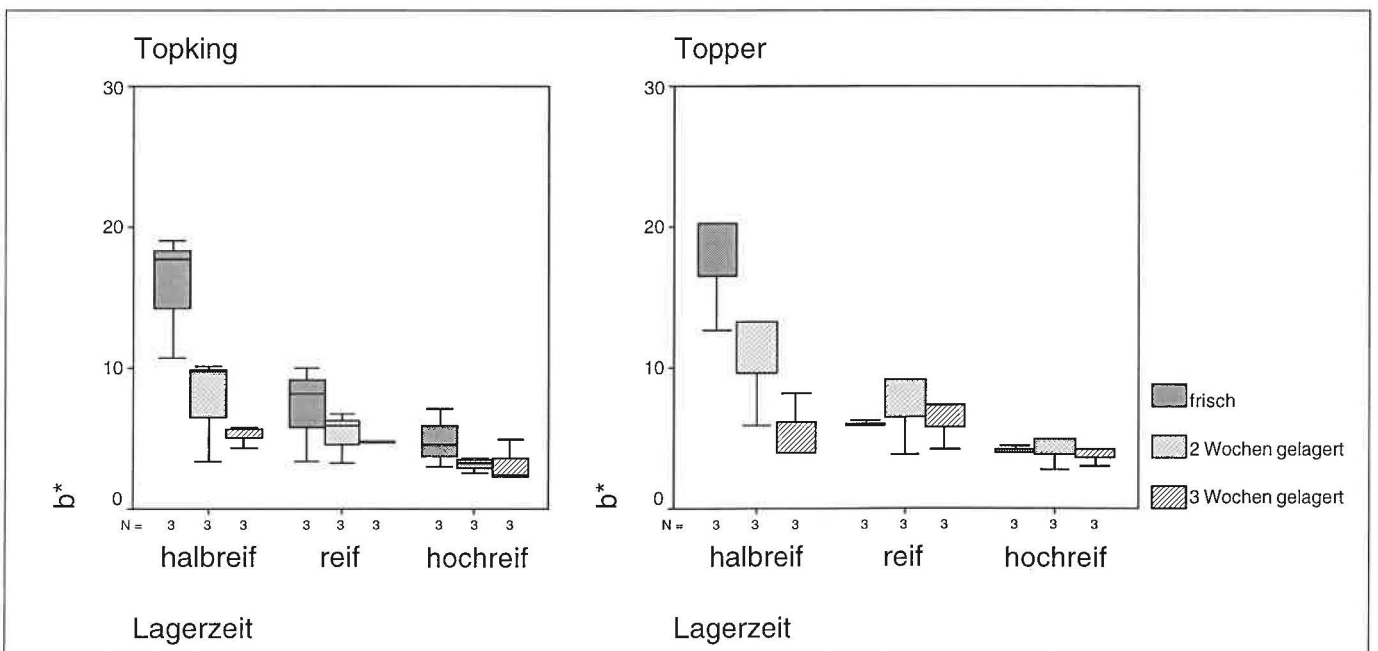


Abb. 1: Farbverschiebung (b*-Achse) im Saft der Sorten 'Topking' und 'Topper' in halbreifen, reifen und hochreifen Früchten ohne Lagerung (frisch) und nach 2- bzw. 3-wöchiger Lagerung (n=3).

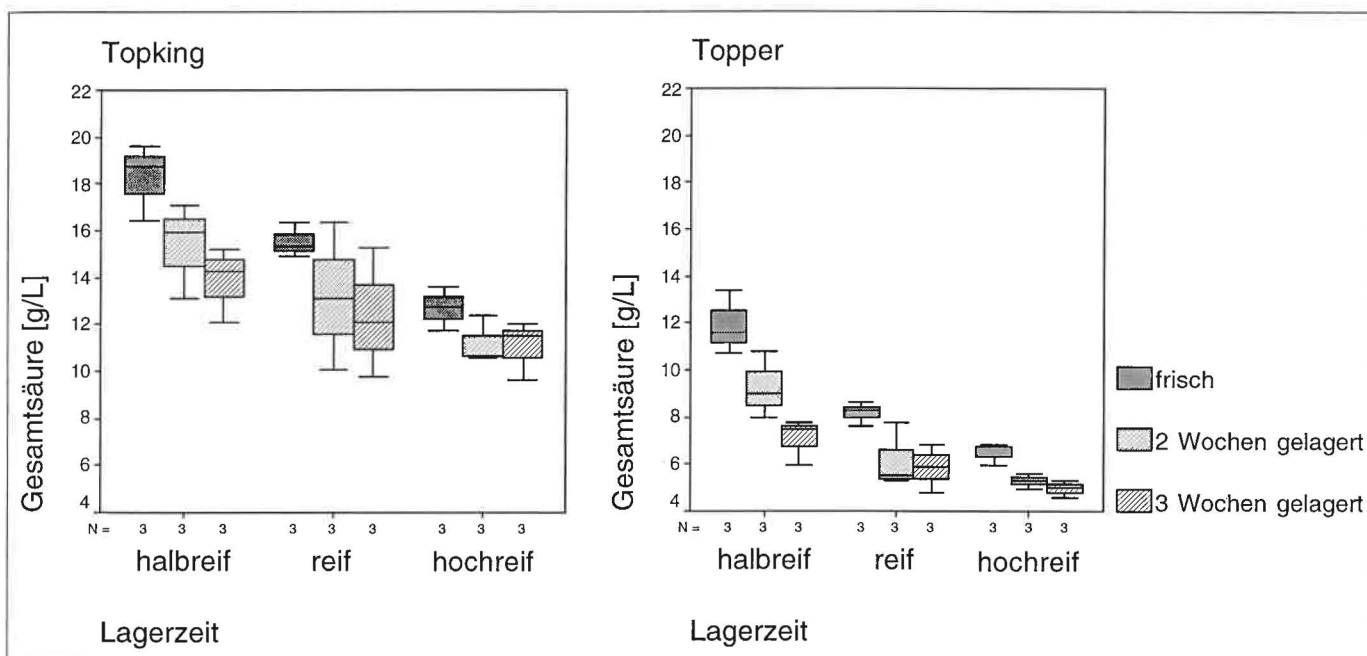


Abb. 2: Änderung der Gesamtsäure (als Äpfelsäure berechnet, pH 8,1) in den Sorten 'Topping' und 'Topper' in halbreifen, reifen und hochreifen Früchten ohne Lagerung (frisch) und nach 2- bzw. 3-wöchiger Lagerung (n=3).

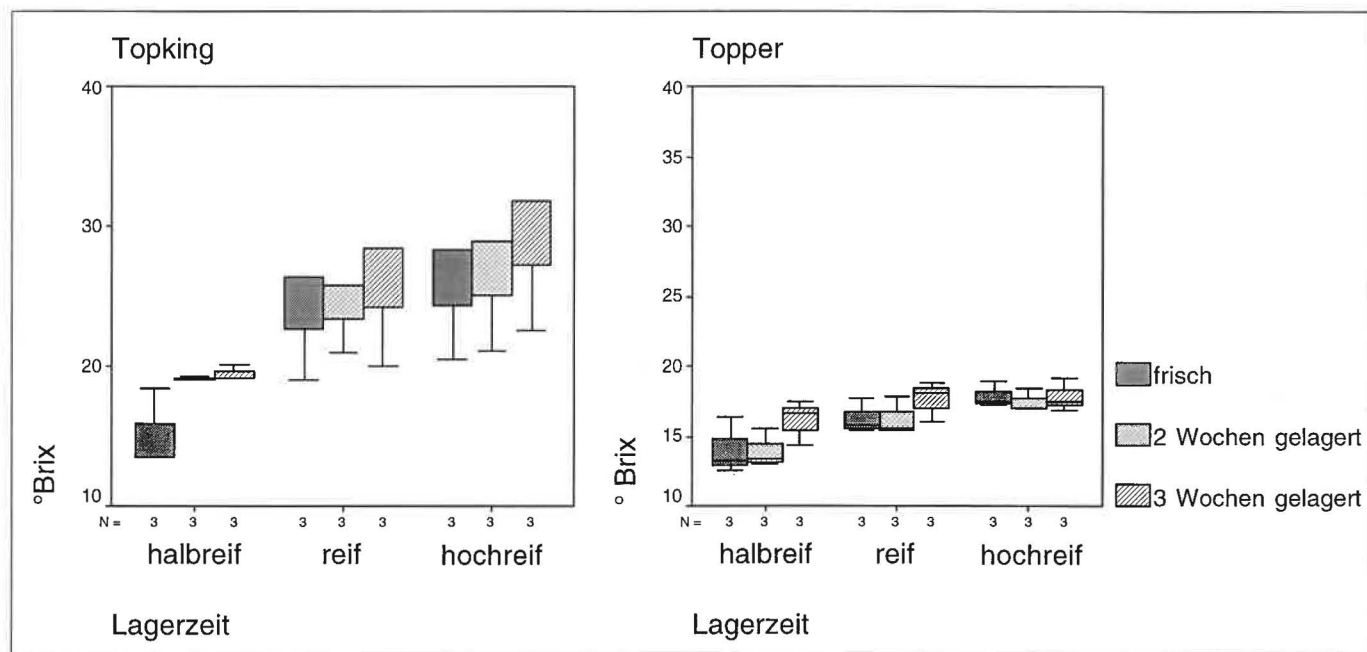


Abb. 3: Änderung der °Brix in den Sorten 'Topping' und 'Topper' in halbreifen, reifen und hochreifen Früchten ohne Lagerung (frisch) und nach 2- bzw. 3-wöchiger Lagerung (n=3).

der °Brix kann bei der Sorte 'Topping' nach zweiwöchiger Lagerung der halbreifen Früchte beobachtet werden, während zwischen den zwei- und dreiwöchigen Lagerungen kein Unterschied festgestellt werden kann. In reifen und hochreifen Pflaumen der Sorte Topping können nach dieser Lagerung nur leichte Änderungen analysiert werden. Nach Lagerung der Sorten 'Topper', 'Tophit' und 'Hauszweitsche' sind in allen Reifestadien (halbreif, reif und hochreif) nur

sehr geringe Anstiege der °Brix erkennbar.

Der Gesamtphenolgehalt und der TEAC weisen ebenfalls deutliche Sortenunterschiede in reifen, nicht gelagerten Früchten auf (vgl. Tab. 1). In den halbreifen Früchten aller Sorten ist nach zweiwöchiger Lagerung ein signifikanter Anstieg zu beobachten, zwischen den zwei und drei Wochen gelagerten Früchten lassen sich keine Unterschiede mehr nachweisen. In reifen und hochreifen Früchten sind auch nach

Lagerung nur geringe Steigerungen des Gesamtphenolgehaltes und der antioxidativen Kapazität messbar.

Sensorik

Ziel der sensorischen Prüfung war eine möglichst umfassende sensorische Charakterisierung des Geruchs und des Geschmacks, der Konsistenz und der Beliebtheit über den gesamten Ernteverlauf ab beginnender Reife in frischen sowie in zwei und drei Wochen gelagerten Früchten.

In Abb. 4 und 5 sind exemplarisch die Ergebnisse der Sorte 'Topking' (Jahr 2003) in frischem Zustand und nach 3-wöchiger Lagerung für ausgewählte Attribute über den gesamten Ernteverlauf dargestellt.

In frischen, nicht gelagerten Früchten der Sorte 'Topking' nimmt das Empfinden der Unreife/Grüne und der Säure und Adstringens während des Ernteverlaufs deutlich ab. Attribute wie Saftig, Fruchtig, Süße und die Beliebtheit werden während der Reife mit ansteigenden Punktzahlen bewertet. Auffällig ist, dass am Ende der Ernteperiode hochreife Früchte am Beliebtesten waren. Andere Ergebnisse werden nach einer Lagerung von drei Wochen erzielt. Von Beginn der Ernteperiode an werden die Früchte nicht als unreif/grün oder adstringierend empfunden. Die Konsistenz wird über den gesamten Zeitraum hinweg mit hohen Punktzahlen beurteilt, d. h. die Früchte sind sehr weich. Die Süße wird insgesamt stärker, die Säure schwächer empfunden. Trotzdem sind die Früchte nicht beliebter im Vergleich zu den frischen Früchten, am Ende der Ernteperiode wird die Beliebtheit der gelagerten Früchte wesentlich schlechter bewertet. Auch in der Sorte 'Tophit' (Jahr 2003) wird die Süße, Saftigkeit, Fruchtigkeit und Beliebtheit mit zunehmender Reife stärker empfunden. Diese Sorte scheint aber lagerfähiger zu sein, denn auch die drei Wochen gelagerten Pflaumen werden relativ gut bewertet (ähnliche Beliebtheit wie frische, reife Pflaumen). Frische Früchte der Sorte 'Topper' werden im Reifeverlauf ähnlich bewertet wie die Sorte 'Topking' und

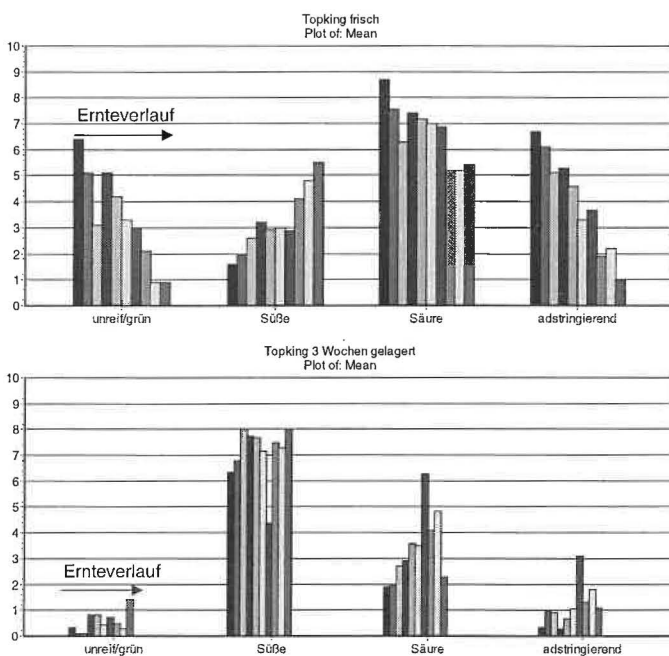


Abb. 4: Bewertung der sensorischen Attribute unreif/grün, Süße, Säure, Adstringens in frischen (oben) und drei Wochen gelagerten Früchten (unten) der Sorte 'Topking' auf einer Skala von 0 (= geringste Intensität) bis (10 = stärkste Ausprägung).

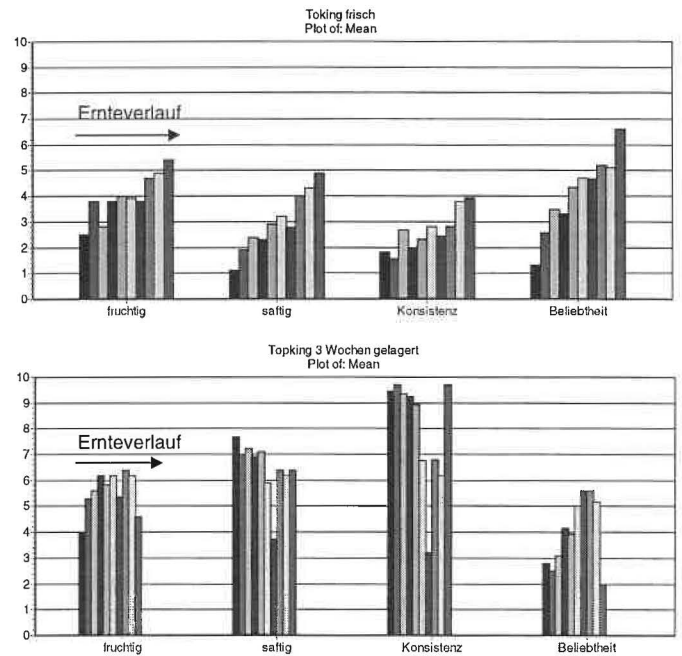


Abb. 5: Bewertung der sensorischen Attribute Fruchtig, Saftig, Konsistenz und Beliebtheit in frischen (oben) und drei Wochen gelagerten Früchten (unten) der Sorte 'Topking' auf einer Skala von 0 (= geringste Intensität) bis (10 = stärkste Ausprägung).

'Tophit'. Unterschiede werden aber nach einer Lagerung (3 Wochen) deutlich: die Früchte werden ab der Mitte der Ernteperiode nach einer Lagerung relativ schlecht bewertet. Die Saftigkeit, Fruchtigkeit und Beliebtheit nehmen deutlich ab, die Konsistenz wird mit sehr weich angegeben. Daraus kann man schlussfolgern, dass die Sorte 'Topper' nicht lange lagerfähig ist.

Eine ausführliche Darstellung der sensorischen Ergebnisse ist in Vorbereitung.

Die Sorte 'Hauszwetsche' zeigt weniger deutliche Ergebnisse, erkennbar sind aber ähnliche Verläufe während der Ernteperiode in frischen Früchten wie bei der Sorte 'Topking'. Hochreife frische Früchte der Sorte 'Hauszwetsche' werden aber insgesamt schlechter bewertet als die Früchte der Sorte 'Topking'.

Korreliert man die Ergebnisse der Sensorik nach Pearson (2-seitiger Test), stellt man einen deutlichen Zusammenhang einzelner sensorischer Attribute fest (s. Tab. 2). Die Bewertung des Begriffs „Beliebtheit“ steht in direktem Zusammenhang mit der zu erwartenden Kaufeigenschaft auf dem Frischmarkt. Auf einem Signifikanzniveau von 99% korreliert dieser Begriff positiv mit der Bewertung der „Süße“ ($r^2 = 0,891$) und wird negativ von den Attributen „unreif“ ($r^2 = 0,915$), „sauer“ ($r^2 = 0,854$) und „adstringierend“ ($r^2 = 0,965$) beeinflusst. Das heißt, je süßer und weniger sauer, unreif und adstringierend die Früchte bewertet werden, desto beliebter sind sie. Ein Zusammenhang zwischen den sensorischen Ergebnissen und den Analyseergebnissen ist in Tab. 2 dargestellt.

Aus Tab. 2 ist zu entnehmen, dass der Begriff „süß“ mit der °Brix korreliert ($r^2 = 0,587$, Signifikanzniveau 95%). Dies erfüllt die Erwartungen, da der größte Anteil der löslichen Trockenmasse auf Kohlenhydrate zurückgeführt werden kann.

Die Gesamtsäure korreliert mit den Begriffen „unreif“ ($r^2 = 0,694$, Signifikanzniveau 95%), sauer ($r^2 = 0,570$, Signifikanzniveau 95%) und adstringierend ($r^2 = 0,564$, Signifikanzniveau 95%). Ein stärkeres sensorisches Säureempfinden resultiert also aus einer höheren Gesamtsäurekonzentration. Gleichzeitig wird aber auch eine stärkere

Tab. 2: Korrelation ausgewählter sensorischer Attribute und Analysen (nach Pearson, 2-seitiger Test) aller untersuchten Jahrgänge und Sorten.

	Sensorik unreif Korrelation r ²	Sensorik süß Korrelation r ²	Sensorik sauer Korrelation r ²	Sensorik adstringierend Korrelation r ²	Sensorik Beliebtheit Korrelation r ²
Sensorik unreif	1				
Sensorik süß	-0.765	1.000			
Sensorik sauer	0.790	-0.840	1.000		
Sensorik adstringierend	0.893	-0.728	0.857	1.000	
Sensorik Beliebtheit	-0.915	0.891	-0.854	-0.965	1.000
° Brix	-0.140	0.587	-0.111	-0.101	0.097
Gesamtsäure	0.694	-0.411	0.570	0.564	0.026
Gesamtphenole	-0.146	0.297	-0.427	-0.267	-0.166
TEAC	-0.137	0.241	-0.380	-0.253	-0.122

„Unreife“ festgestellt. Auch dies ist zu erwarten, da bei halbreifen Früchten gleichzeitig eine höhere Gesamtsäurekonzentration nachgewiesen werden kann. Unreife Früchte werden gleichzeitig auch stärker adstringierend empfunden. Adstringens wird in der Literatur mit dem Polymerisationsgrad der Procyanidine in Zusammenhang gebracht (BROSSAUD et al., 2001). Oligomere Procyanidine (DP 1-5) haben einen stärker bitteren, polymere (DP 6-10) einen stärker adstringierenden Geschmack. Für den Gesamteindruck ist das Verhältnis von oligomeren zu polymeren Procyanidine wichtig. (LEA et al., 1978). Es wurde keine Korrelation des Attributes „Adstringens“ mit den Ergebnissen der Gesamtphenolbestimmung und TEAC festgestellt, da in Pflaumen in erster Linie monomere Anthocyane (Anthocyanidinglycoside und -rutinoside) und farblose Phenole (z.B. Hydroxymethylsäureverbindungen) enthalten sind.

Der Begriff „Beliebtheit“ korreliert mit keinem der hier dargestellten Analyseergebnisse, jedoch mit mehreren sensorischen Attributen, die wiederum direkt mit Analyseergebnissen (°Brix, Gesamtsäure) in Zusammenhang stehen. Aufgrund dieser Ergebnisse ist zu schlussfolgern, dass die Beliebtheit und somit die zu erwartende Kaufeigenschaft von vielen Faktoren abhängt. Eine Rolle spielen die Konsistenz, Fruchtfleisfestigkeit, Süße, Gesamtsäure und nicht zuletzt das Aroma. Halbreif geerntete Früchte enthalten nur wenig Aroma, das auch bei einer Lagerung nicht entstehen kann.

In diesem Problem wird auch eine deutliche Diskrepanz zwischen den Erwartungen für die Frischvermarktung und der potentiellen Verarbeitung zu Saft erkennbar. Die beste innere Qualität, d.h. die farbstärksten, aromatischsten und auch beliebtesten Früchte sind die frischen, nicht gelagerten Früchte am Ende der Ernteperiode. Halbreif geerntete Früchte werden trotz einer Nachreife während der Lagerung schlecht bewertet. Die beste Qualität kommt beim Kunden an, wenn reif geerntete Früchte maximal zwei Wochen gelagert und zur Lagerung geeignete Sorten ausgewählt werden. Erst sogenannte „hochreife“ Früchte haben eine sehr hohe innere Qualität, sind aber für eine Lagerung ungeeignet. Diese Früchte sollten direkt vermarktet werden und sind vor allem für die Saftverarbeitung aufgrund ihrer Farb- und Aromastärke interessant. Da einer Vermarktung auf dem Frischmarkt oft eine Lagerung vorangeht, sollte hier ein Umdenken stattfinden.

Zusammenfassung

Ziele der Arbeit sind die Ermittlung analytischer Parameter in verschiedenen Genotypen von *Prunus domestica*, um eine Reifeentwicklung und eine Veränderung der Inhaltsstoffe während der Lagerung mit ausgewählten Analysen belegen zu können. In den

Genotypen 'Topper', 'Topking', 'Tophit' und 'Hauszwetsche' wurden über drei Erntejahre hinweg ab beginnender Reife bis zum Stadium „hochreif“ im drei- bis viertägigem Rhythmus Früchte geerntet. Diese wurden sowohl als Frischware als auch nach zwei- bzw. dreiwöchiger Lagerung bewertet. Analysiert wurden in ausgewählten Ernte- und Lagerterminen Parameter, wie Farbe (L*, a*, b*), titrierbare Säure, lösliche Trockensubstanz (°Brix), Gesamtphenole, antioxidative Kapazität (TEAC) und die sensorische Akzeptanz.

Es konnten sortentypische Veränderungen während der Reifeentwicklung und Lagerung mit den oben genannten Analyseparametern ermittelt werden.

Festgestellt wurde eine sortenabhängige Zunahme der löslichen Trockensubstanz und Abnahme der Gesamtsäure während des Ernteverlaufs. Einen deutlichen Einfluss auf die inneren Parameter der Früchte zeigten auch die Analysen der zwei und drei Wochen gelagerten Früchte. Die deutlichsten Veränderungen wurden in den halbreif geernteten Früchten der Sorte 'Topking' nach zwei- bzw. dreiwöchiger Lagerung festgestellt. Beobachtet wurde eine signifikante Abnahme der Gesamtsäure und eine deutliche Zunahme der löslichen Trockensubstanz nach einer Lagerzeit von zwei Wochen. Zwischen den zwei und drei Wochen gelagerten Früchten wurden nur geringe Unterschiede festgestellt.

Die Ergebnisse der Sensorik, insbesondere Begriffe wie Süße, Säure, Beliebtheit, spiegeln die zunehmende Reife wieder. Auffällig war eine hohe Beliebtheit der frisch geernteten „hochreifen“ Früchte. Korrelationen der Analyseparameter mit der Sensorik zeigten einen deutlichen Zusammenhang des Attributes „Süße“ mit der löslichen Trockensubstanz und Attribute „Säure“, „unreif/grün“, „adstringierend“ mit der titrierbaren Gesamtsäure. Der Begriff „Beliebtheit“ korreliert nur indirekt mit den Analyseparametern, jedoch konnten deutliche Zusammenhänge zwischen sensorischen Attributen, wie „Süße“, „Säure“, „Adstringens“, „Fruchtigkeit“ und der „Beliebtheit“ festgestellt werden. Dies verdeutlicht, dass die Verbraucherakzeptanz, die sich in erster Linie auf die Beliebtheit stützt, erst durch das Zusammenspiel einiger innerer Parameter (Zuckergehalt, Säuregehalt, Aroma, Fruchtfleisfestigkeit, u.a.) erklärt werden kann.

Danksagung

Diese Studie wurde im Rahmen eines interdisziplinären Projektes (SPS-Projekt) der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt. Für fachliche und finanzielle Unterstützung bedanken wir uns bei allen beteiligten Personen.

Literatur

- BROSSAUD, F., CHEYNIER, V., NOBLE, A.C., 2001: Bitterness and astringency of grape and wine polyphenols. *Aust.J.Grape Wine Res.* 7, 33-39.
- CHUN, O.K., KIM, D.-O., MOON, H.Y., KANG, H.G., LEE, C.Y., 2003: Contribution of individual polyphenolics to total antioxidant capacity of plums. *J. Agric. Food Chem.* 51, 7240-7245.
- DASSLER, E., HEITMANN, G., 1991: *Obst und Gemüse. Eine Warenkunde.* 182-188, 4. Auflage. P. Parey Verlag, Berlin, Hamburg.
- DONOVAN, J.L., MEYER, A.S., WATERHOUSE, A.L., 1998: Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). *J. Agric. Food Chem.* 46, 1247-1252.
- HERRMANN, K., 1996: *Inhaltstoffe der Pflaume. Die Industrielle Obst- und Gemüseverwertung* 4, 114-121.
- KIM, D.-O., CHUN, O.K., KIM, Y.S., MOON, H.Y., LEE, C.Y., 2003: Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J.Agric.Food Chem.* 51, 6509-6515.
- LEA, A.G.H., ARNOLD, G.M., 1978: The phenolics of ciders: bitterness and astringency. *J.Sci.Food Agric.* 29, 478-483.
- MILLER, N.J., RICE-EVANS, C., DAVIS, M.J., 1993: A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidative status in premature neonates. *Clin. Sci.* 84, 407-412.
- RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M. RICE-EVANS, C.A., 1999: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic.Biol.Med.* 26, 1231-1237.
- SAUCI, S.W., FACHMANN, W., KRAUT, H., 1969: *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen.* P-II, 6. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- SINGLETON, V.L., ROSSI, J.A. Jr., 1965: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16,144-158.
- WILL,F., BANASCZYK, J., PLOCHARSKI, W., DIETRICH, H., 2000: Preparative isolation of neochlorogenic acid from *Sorbus domestica* fruits – concentrations in fruit juices, nectars and fruit wines. *Obst-, Gemüse- und Kartoffelverarbeitung* 85, 238-241

Anschrift der Autoren:

Dr. Mirjam Kreck, Fachgebiet Weinanalytik und Getränkeforschung,
Forschungsanstalt Geisenheim, Rüdesheimer Straße 28, D-65366
Geisenheim

E-mail: M.Kreck@fa-gm.de

Dr. Erika Krüger, Fachgebiet Obstbau, Forschungsanstalt Geisenheim,
Von-Lade-Straße 1, D-65366 Geisenheim