

Aenderungen der Zucker- und Vitamin-C-Gehalte in Früchten während der Reifung

Autor(en): **Trautner, K. / Somogyi, J.C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **69 (1978)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-983331>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aenderungen der Zucker- und Vitamin-C-Gehalte in Früchten während der Reifung

*K. Trautner** und *J. C. Somogyi*

Institut für Ernährungsforschung, Rüslikon-Zürich
(Direktor: Prof. Dr. *J. C. Somogyi*)

In früheren Untersuchungen konnten wir feststellen, daß sich der Zuckergehalt verschiedener Obstarten aus unterschiedlichen Anteilen an Glucose, Fructose und Saccharose zusammensetzt. Diese «Verteilungsmuster» der Zucker sind für einzelne Gruppen von Obstarten wie Kernobst, Steinobst, Beerenobst usw. charakteristisch und werden bei Obst handelsüblicher Qualität durch Sorte, Herkunft und Reifegrad nicht prinzipiell beeinflußt (1, 2). Es interessierte die Frage, ob diese typischen Verteilungsmuster sich erst im Laufe der Reifung herausbilden oder bereits im unreifen Obst vorliegen. Ferner sollte geprüft werden, ob im handelsüblichen Obst, das unbekanntes und uneinheitliches Reifegrades ist, bestimmte Zuckeranteile stärker variieren oder vielleicht niedriger sind als in Obst definierter und einheitlicher Reife. Denn es sollte für die Qualität des Obstes nicht nur Aussehen und Geschmack, sondern auch der Gehalt ernährungsphysiologisch wertvoller Inhaltsstoffe maßgebend sein. Aus diesem Grunde wurden die Untersuchungen auch auf die Veränderungen des Vitamin-C-Gehaltes während der Reifung ausgedehnt.

Es gibt bereits eine Anzahl von Publikationen, die die Veränderung der Zuckergehalte bei einigen Obstarten während der Reifung zum Inhalt haben (3—11). Dennoch hielten wir es aus mehreren Gründen für notwendig, die hier veröffentlichten Untersuchungen durchzuführen. Erstens sind die von den oben erwähnten Autoren benutzten Methoden und Berechnungsgrundlagen sehr unterschiedlich und die Resultate deshalb quantitativ kaum vergleichbar. Zweitens haben wir handelsübliches Obst und Obst definierten Reifegrades mit identischen Methoden untersucht, so daß Übereinstimmungen oder Unterschiede in den Ergebnissen nicht methodisch bedingt sein können. Drittens wurden bisher nur wenige entsprechende Angaben über die in der Schweiz angebauten Obstsorten publiziert; da jedoch mindestens bei einigen Obstarten die Zuckergehalte sortenabhängig sind, schien auch hier eine Ergänzung vorhandener Daten wünschenswert.

* Lehrstuhl für experimentelle Zahnheilkunde der Universität Würzburg.

Material und Methoden

Von jeder Obstart wurden unreife, halbreife und reife Proben geerntet. Die Einteilung in diese drei Kategorien geschah durch erfahrene Fachleute im wesentlichen nach visuellen Gesichtspunkten. Als unreif wird Obst bezeichnet, bei dem die für reife Früchte typische Farbe noch nicht oder nur unvollkommen ausgebildet ist und das weder durch Nachlagerung noch Nachreifung zufriedenstellende Normen an Geschmackswerten und Inhaltsstoffen erreichen kann. Beim halbreifen Obst sind Farbbildung, Geschmackswerte und Inhaltsstoffe noch nicht optimal. Als reif bzw. pflückreif wird Obst bezeichnet, wenn Größe und Farbe voll ausgebildet sind, die Früchte zufriedenstellende Geschmackswerte und Inhaltsstoffe aufweisen und dazu die notwendige Transport- und Lagerfähigkeit besitzen (Definition in Anlehnung an *Stoll*, persönliche Mitteilung).

Um repräsentative Werte zu erhalten, erstreckten sich die Untersuchungen über einen Zeitraum von drei Jahren. An *Kernobst* wurden 198 Proben von Äpfeln und 54 Proben von Birnen analysiert. Äpfel der Sorten Gravensteiner, Schweizer Orangen und Jonathan sowie Birnen der Sorte Williams wurden in allen drei Untersuchungsjahren analysiert. Äpfel der Sorte Stark Earliest während zwei Jahren. An *Steinobst* gelangten Zwetschgen der Sorte Fellenberg, Aprikosen der Sorte Luizet sowie Pfirsiche und Kirschen verschiedener Sorten zur Untersuchung. Von Zwetschgen wurden in allen drei Jahren insgesamt 99 Proben analysiert. Aprikosen und Pfirsiche wurden nur je zwei Jahre mit einer relativ geringen Zahl von Proben (30 bzw. 21) untersucht. Von Kirschen wurden während der Untersuchungsperiode 147 Proben von fünf Sorten analysiert: Mischler (drei Jahre); Rote Lauber (drei Jahre); Schauenburger, Basler Adler und Märgeli je ein Jahr. Von *Beerenfrüchten* konnten nur Erdbeeren untersucht werden, und zwar die Sorten Humigrande und Corella je zwei Jahre und die Sorte Wädenswil 6 während eines Jahres. Die Gesamtzahl der Proben betrug 79. Von Trauben wurden in drei Jahren 30 Proben der Sorte Riesling Silvaner analysiert.

Die verschiedenen Apfelsorten sowie die Kirschen außer der Sorte «Basler Adler» wurden von der Obstbauzentrale Oeschberg in Koppigen BE bezogen. Kirschen der Sorte «Basler Adler» erhielten wir vom Versuchsbetrieb Breitenhof in Wintersingen BL der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil. Birnen, Zwetschgen und Erdbeeren stammten aus einem Obstbaubetrieb bei Wädenswil ZH, die Trauben von einem Weinbauern aus Meilen ZH. Aprikosen erhielten wir aus dem Wallis (Station fédérale de recherches agronomique de Changins, Conthey VS) und Pfirsiche aus dem Waadtland (Fédération vaudoise des sociétés d'agriculture et de viticulture, Centre fruitier, Perroy VD).

Zur Extraktion der Zucker wurden von jeder Probe 100 g Material aus mehreren Früchten, z. B. 6 Äpfeln, 10 Aprikosen, ca. 20 Kirschen, Erdbeeren, Trauben usw., mit 500 ml Äthanol (96%) im elektrischen Mixergerät zerkleinert. Unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Proben betrug die Endkonzentration an Äthanol ca. 70–80%. Anschließend wurde durch ein Faltenfilter filtriert, der Rückstand auf dem Filter mehrmals mit Äthanol (75%) nachgewaschen und die vereinigten Filtrate auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt. Die Bestimmung der

drei Zucker Glucose, Fructose und Saccharose erfolgte enzymatisch mit der Hexokinase-Methode nach *Klotzsch* und *Bergmeyer* (12).

Für die Extraktion des Vitamins C wurden von jeder Probe 100 g Material aus mehreren Früchten mit 200 ml Metaphosphorsäure (5%) im elektrischen Mischgerät zerkleinert, filtriert und im Filtrat der Gesamtvitamin-C-Gehalt (Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure) mit der 2,4-Dinitrophenylhydrazin-Methode nach *Roe et al.* (13) bestimmt. Bei einem Teil der Proben wurde der Vitamin-C-Gehalt auch fluorimetrisch ermittelt (14).

In dieser Arbeit sind die Werte als g Zucker bzw. als mg Gesamtvitamin C in 100 g eßbarem Anteil der frischen Früchte angegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 1 bis 8 zusammengefaßt.

Daraus geht hervor, daß bei *Aepfeln* der Glucosegehalt keine nennenswerten Änderungen zeigte im Gegensatz zur Fructose, die in allen drei Jahren von unreif nach reif eine signifikante Zunahme aufwies. Noch deutlicher ausgeprägt war dieser Anstieg bei der Saccharose. Entsprechend den Veränderungen dieser zwei Zucker stieg auch der Gesamtzuckergehalt während der Reifung deutlich an. Der Anteil der drei Zuckerarten Glucose, Fructose und Saccharose am Gesamtzucker war in allen drei Jahren sehr einheitlich: der Anteil an Glucose betrug 12—21%, an Fructose 55—66% und an Saccharose 14—30%. Auch die absoluten Mengen (Gramm Zucker pro 100 g eßbarer Anteil) zeigten im Vergleich der einzelnen Jahre keine großen Differenzen. Ebenso fanden sich keine prinzipiellen Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten. Das typische Verteilungsmuster, d. h. das Ueberwiegen des Fructoseanteils, war bereits anfangs September bei den noch unreifen Früchten ausgebildet. Dieser Befund stimmt überein mit den Ergebnissen anderer Autoren (Uebersicht (4)), die nur zu Beginn der Fruchtentwicklung im Juni weniger Fructose als Glucose fanden (Tabelle 1).

Der Gehalt an Vitamin C nahm während des Reifungsvorganges im Mittel aller untersuchten Sorten schwach zu. Hier zeigten sich jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten. Während bei den Sorten *Gravensteiner* und *Stark Earliest* kein Anstieg des Vitamin-C-Gehaltes festzustellen war, wies er bei *Jonathan* und *Schweizer Orangen* in allen drei Untersuchungsjahren stets eine signifikante Zunahme während der Reifung auf. Die Sortenabhängigkeit des Vitamin-C-Gehaltes bei *Aepfeln* und der Einfluß von Klima, Boden, Düngung usw. wurden bereits mehrfach beschrieben (4). *Koch* und *Bretthauer* (15) fanden bei der Sorte *Schöner von Boscoop* einen außerordentlich starken Rückgang des Gesamtvitamin C während der Reifung, beginnend kurz nach dem Anschwellen des Fruchtknotens. Diese Autoren beziehen jedoch den Vitamin-C-Gehalt auf die Trockenmasse, und es dürfte die Änderung des Wassergehaltes hier wohl der ausschlaggebende Faktor gewesen sein, denn vom Stadium halbreif nach reif fanden auch sie eine Zunahme des Vitamin-C-Gehaltes. Auch *Kott* (16) fand den höchsten Vitamin-C-Gehalt in den ganz frühen Entwicklungsstadien, nach

Tabelle 1

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Äpfeln unterschiedlichen Reifegrades
 Sorte: Jonathan, Schweizer Orangen, Gravensteiner, Stark Earliest

	N	Glucose		Fructose		Saccharose		Gesamt		Vitamin C	
		%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	mg/100 g	Diff.
<i>1973</i>											
Unreif	24	1,20 ± 0,06	NS	4,76 ± 0,13	S5	1,48 ± 0,13	S6	7,45 ± 0,24	S6	9,3 ± 0,75	NS
Halbreif	27	1,26 ± 0,07	NS	5,34 ± 0,14	NS	2,16 ± 0,15	S1	8,76 ± 0,27	NS	11,6 ± 1,02	NS
Reif	15	1,11 ± 0,08	NS	5,38 ± 0,07	S5	2,54 ± 0,12	S6	9,03 ± 0,18	S6	12,1 ± 1,57	NS
<i>1974</i>											
Unreif	15	1,28 ± 0,11	NS	4,41 ± 0,17	NS	1,13 ± 0,08	S6	6,78 ± 0,18	S6	9,2 ± 0,99	S1
Halbreif	16	1,31 ± 0,09	NS	4,73 ± 0,18	NS	1,78 ± 0,10	S6	7,82 ± 0,22	S5	12,1 ± 1,14	NS
Reif	20	1,38 ± 0,09	NS	4,97 ± 0,16	S2	2,73 ± 0,10	S6	9,02 ± 0,25	S5	12,6 ± 1,09	S2
<i>1975</i>											
Unreif	24	1,31 ± 0,10		4,03 ± 0,14	S3	0,88 ± 0,05	S6	6,23 ± 0,19	S2	12,3 ± 0,52	S3
Halbreif	28	1,04 ± 0,08	S1	4,47 ± 0,13	S6	1,27 ± 0,07	S6	6,79 ± 0,19	S6	14,2 ± 0,61	NS
Reif	29	1,08 ± 0,08	NS	4,83 ± 0,11	S2	2,10 ± 0,08	S6	7,99 ± 0,20	S6	13,4 ± 0,72	NS

N = Anzahl der Proben

% = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p <0,05, S2 p <0,025, S3 p <0,010, S4 p <0,005, S5 p <0,0025, S6 p <0,0010

Tabelle 2

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Birnen unterschiedlichen Reifegrades
Sorte: Williams

	N	Glucose % Diff.	Fructose % Diff.	Saccharose % Diff.	Gesamt % Diff.	Vitamin C mg/100 g Diff.
1973						
Unreif	6	0,64 ± 0,07 S3	4,43 ± 0,32 S5	0,31 ± 0,06 NS	5,39 ± 0,33 S6	5,5 ± 0,45 S1
Halbreif	6	0,86 ± 0,03 NS NS	5,65 ± 0,09 NS NS	0,50 ± 0,12 S5 S6	7,00 ± 0,06 S6 NS S4	4,5 ± 0,33 S5 S6
Reif	6	0,95 ± 0,19 NS NS	4,92 ± 0,40 NS NS	1,47 ± 0,22 S5 S6	7,34 ± 0,50 NS S4	2,2 ± 0,53 S5 S6
1974						
Unreif	6	0,80 ± 0,07 NS NS	4,80 ± 0,16 S5	0,55 ± 0,10 S6	6,15 ± 0,12 S6	7,7 ± 0,26 S1
Halbreif	6	0,78 ± 0,06 NS NS	5,74 ± 0,23 NS S5	1,26 ± 0,10 S6 NS	7,78 ± 0,25 S6 NS S6	5,7 ± 0,34 S5 S6
Reif	6	0,74 ± 0,10 NS NS	5,70 ± 0,17 NS S5	1,63 ± 0,21 S6 NS	8,06 ± 0,28 NS S6	2,3 ± 0,21 S5 S6
1975						
Unreif	6	0,58 ± 0,05 S5	4,70 ± 0,20 S4	0,58 ± 0,05 S6	5,87 ± 0,24 S6	13,8 ± 0,36 S6
Halbreif	6	0,94 ± 0,07 NS NS	5,54 ± 0,18 NS NS	1,04 ± 0,08 S6 S6	7,52 ± 0,25 S6 NS S2	8,4 ± 0,44 S6 S6
Reif	6	0,62 ± 0,06 NS NS	0,15 ± 0,38 NS NS	1,30 ± 0,09 S2 S6	7,08 ± 0,53 NS S2	4,5 ± 0,20 S6 S6

N = Anzahl der Proben

%/o = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p < 0,05, S2 p < 0,025, S3 p < 0,010, S4 p < 0,005, S5 p < 0,0025, S6 p < 0,0010

Tabelle 3

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Zwetschgen unterschiedlichen Reifegrades
Sorte: Fellenberg

	N	Glucose		Fructose		Saccharose		Gesamt		Vitamin C	
		%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	mg/100 g	Diff.
1973											
Unreif	9	2,24 ± 0,16	S2	0,61 ± 0,05	S2	1,76 ± 0,12	S6	4,62 ± 0,32	S6	0,7 ± 0,13	S6
Halbreif	9	2,63 ± 0,08	S6 S6	0,75 ± 0,03	S6 S6	4,16 ± 0,26	S6 S6	7,54 ± 0,33	S6 S6	2,0 ± 0,17	S3 S6
Reif	9	3,30 ± 0,09		1,14 ± 0,07		5,35 ± 0,16		9,80 ± 0,21		3,3 ± 0,47	
1974											
Unreif	12	2,44 ± 0,06	NS	0,82 ± 0,04	NS	1,89 ± 0,18	S6	5,15 ± 0,19	S6	1,5 ± 0,20	S2
Halbreif	12	2,51 ± 0,08	S6 S6	0,79 ± 0,03	S6 S4	4,04 ± 0,16	S6 S6	7,33 ± 0,23	S6 S6	2,3 ± 0,29	NS S5
Reif	12	3,15 ± 0,33		0,97 ± 0,03		5,82 ± 0,35		9,94 ± 0,41		3,0 ± 0,43	
1975											
Unreif	12	1,91 ± 0,07	S1	0,64 ± 0,03	NS	3,35 ± 0,20	S1	5,94 ± 0,23	S2	2,4 ± 0,18	NS
Halbreif	12	2,13 ± 0,09	S4 S6	0,73 ± 0,05	S5 S6	3,95 ± 0,28	S6 S6	6,84 ± 0,37	S6 S6	2,7 ± 0,27	S6 S6
Reif	12	2,48 ± 0,08		0,96 ± 0,05		6,14 ± 0,34		9,59 ± 0,43		4,7 ± 0,38	

N = Anzahl der Proben

%/o = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p < 0,05, S2 p < 0,025, S3 p < 0,010, S4 p < 0,005, S5 p < 0,0025, S6 p < 0,0010

Tabelle 4

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Aprikosen unterschiedlichen Reifegrades
Sorte: Luizet

	N	Glucose % Diff.	Fructose % Diff.	Saccharose % Diff.	Gesamt % Diff.	Vitamin C mg/100 g Diff.
1973						
Unreif	6	0,54 ± 0,03	0,22 ± 0,02	2,04 ± 0,20	2,80 ± 0,20	2,7 ± 0,24
Halbreif	6	0,72 ± 0,04 S4	0,27 ± 0,02 NS	3,56 ± 0,48 S4	4,55 ± 0,53 S4	4,4 ± 0,53 S3
Reif	6	0,86 ± 0,04 S2 S6	0,35 ± 0,02 S2 S6	4,21 ± 0,20 NS S6	5,42 ± 0,22 NS S6	4,7 ± 0,37 NS S6
1974						
Unreif	4	1,31 ± 0,07	0,30 ± 0,03	0,45 ± 0,15	2,06 ± 0,12	1,1 ± 0,30
Halbreif	4	0,91 ± 0,04 S4	0,30 ± 0,04 NS	4,71 ± 0,39 S6	5,92 ± 0,47 S6	3,5 ± 0,56 S4
Reif	4	1,31 ± 0,08 S4 NS	0,47 ± 0,04 S3 S3	5,19 ± 0,46 NS S6	7,00 ± 0,55 NS S6	5,3 ± 0,93 NS S5

N = Anzahl der Proben

% = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p < 0,05, S2 p < 0,025, S3 p < 0,010, S4 p < 0,005, S5 p < 0,0025, S6 p < 0,0010

Tabelle 5

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Pfirsichen unterschiedlichen Reifegrades
Sorte: Red Haven

	N	Glucose		Fructose		Saccharose		Gesamt		Vitamin C	
		%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	mg/100 g	Diff.
<i>1974</i>											
Unreif	4	0,81 ± 0,06	NS	0,93 ± 0,04	NS	4,80 ± 0,39	NS	6,54 ± 0,46	NS	5,1 ± 0,33	NS
Halbreif	4	0,82 ± 0,05	NS NS	0,95 ± 0,02	NS NS	5,33 ± 0,41	NS S1	7,10 ± 0,47	NS S1	6,5 ± 0,81	NS NS
Reif	4	0,93 ± 0,06		1,00 ± 0,05		5,64 ± 0,27		7,57 ± 0,34		6,2 ± 0,68	
<i>1975</i>											
Unreif	3	0,60 ± 0,07	NS	0,71 ± 0,09	NS	4,71 ± 0,42	NS	6,03 ± 0,53	NS	13,3 ± 0,62	S3
Halbreif	3	0,67 ± 0,14	NS NS	0,55 ± 0,17	NS NS	4,58 ± 0,70	S1 S2	5,80 ± 0,89	S1 S2	17,1 ± 0,99	NS S3
Reif	3	0,71 ± 0,10		0,87 ± 0,05		5,94 ± 0,28		7,52 ± 0,30		17,4 ± 0,87	

N = Anzahl der Proben

% = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p < 0,05, S2 p < 0,025, S3 p < 0,010, S4 p < 0,005, S5 p < 0,0025, S6 p < 0,0010

Tabelle 6

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Kirschen unterschiedlichen Reifegrades
 Sorte: Mischler, Rote Lauber, Schauenburger, Basler Adler, Märgeli

	N	Glucose		Fructose		Saccharose		Gesamt		Vitamin C	
		%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	mg/100 g	Diff.
<i>1973</i>											
Unreif	11	3,60 ± 0,29	S6	2,61 ± 0,24	S6	0,24 ± 0,09	NS	6,45 ± 0,52	S6	3,4 ± 0,89	NS
Halbreif	19	4,93 ± 0,20	S5 S6	3,86 ± 0,15	S6 S6	0,16 ± 0,05	S1 NS	8,95 ± 0,33	S6 S6	4,2 ± 0,53	NS S1
Reif	21	5,78 ± 0,18		4,73 ± 0,15		0,33 ± 0,06		10,83 ± 0,32		5,4 ± 0,60	
<i>1974</i>											
Unreif	12	3,15 ± 0,26	S6	2,23 ± 0,18	S6	0,17 ± 0,05	NS	5,60 ± 0,43	S6	4,1 ± 0,66	NS
Halbreif	15	5,35 ± 0,17	S6 S6	4,42 ± 0,25	S6 S6	0,10 ± 0,03	NS NS	10,00 ± 0,33	S6 S6	4,8 ± 0,86	NS S1
Reif	15	6,59 ± 0,14		5,39 ± 0,09		0,12 ± 0,04		12,29 ± 0,21		8,9 ± 1,37	
<i>1975</i>											
Unreif	16	2,18 ± 0,14	S6	1,28 ± 0,09	S6	0,66 ± 0,09	NS	4,12 ± 0,26	S6	3,4 ± 0,36	NS
Halbreif	18	3,92 ± 0,20	S6 S6	2,83 ± 0,18	S6 S6	0,83 ± 0,14	S1 NS	7,57 ± 0,27	S6 S6	4,0 ± 0,60	NS NS
Reif	20	5,12 ± 0,26		4,36 ± 0,17		0,46 ± 0,15		9,93 ± 0,26		4,0 ± 0,43	

N = Anzahl der Proben

% = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p <0,05, S2 p <0,025, S3 p <0,010, S4 p <0,005, S5 p <0,0025, S6 p <0,0010

Tabelle 7

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Trauben unterschiedlichen Reifegrades
Sorte: Riesling Silvaner

	N	Glucose		Fructose		Saccharose		Gesamt		Vitamin C	
		%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	%	Diff.	mg/100 g	Diff.
1973											
Unreif	6	3,02 ± 0,17		2,36 ± 0,15		0,32 ± 0,10		5,70 ± 0,35		4,6 ± 0,22	
Halbreif	6	4,90 ± 0,26	S6	4,60 ± 0,24	S6	0,38 ± 0,15	NS	9,88 ± 0,43	S6	4,6 ± 0,31	NS
Reif	6	5,84 ± 0,12	S4	5,97 ± 0,11	S6	0,24 ± 0,04	NS	12,05 ± 0,24	S6	4,5 ± 0,39	NS
1974											
Unreif	6	3,84 ± 0,22		2,97 ± 0,19		0,74 ± 0,05		7,55 ± 0,42		3,6 ± 0,26	
Halbreif	6	4,99 ± 0,29	S4	4,63 ± 0,31	S6	0,74 ± 0,04	NS	10,37 ± 0,58	S5	1,6 ± 0,11	S6
Reif	6	6,50 ± 0,11	S6	6,15 ± 0,19	S5	0,99 ± 0,22	NS	13,64 ± 0,37	S6	2,3 ± 0,23	S3
1975											
Unreif	6	5,25 ± 0,26		5,09 ± 0,23		0,89 ± 0,24		11,23 ± 0,42		5,5 ± 0,27	
Halbreif	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Reif	6	5,95 ± 0,25	S1	5,97 ± 0,13	S5	1,42 ± 0,14	S1	13,23 ± 0,40	S5	6,4 ± 0,40	NS

N = Anzahl der Proben

% = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p < 0,05, S2 p < 0,025, S3 p < 0,010, S4 p < 0,005, S5 p < 0,0025, S6 p < 0,0010

Tabelle 8

Zucker- und Vitamin-C-Gehalt von Erdbeeren unterschiedlichen Reifegrades
Sorte: Corella (1973, 1975), Humigrande (1973, 1975), Wädenswil 6 (1974)

	N	Glucose % Diff.	Fructose % Diff.	Saccharose % Diff.	Gesamt % Diff.	Vitamin C mg/100 g Diff.
<i>1973</i>						
Unreif	14	1,52 ± 0,06 S2	1,71 ± 0,06 S1	0,66 ± 0,07 S4	3,89 ± 0,14 S5	38,7 ± 2,43 NS
Halbreif	14	1,72 ± 0,06 NS S4	1,88 ± 0,06 S2 S6	0,95 ± 0,07 NS S2	4,56 ± 0,16 S1 S5	41,3 ± 2,79 NS NS
Reif	15	1,81 ± 0,08	2,09 ± 0,07	1,03 ± 0,15	4,93 ± 0,27	40,9 ± 3,00
<i>1974</i>						
Unreif	8	1,38 ± 0,06 S1	1,50 ± 0,05 S1	2,09 ± 0,12 NS	4,97 ± 0,19 S2	64,7 ± 3,12 NS
Halbreif	8	1,53 ± 0,05 NS S1	1,66 ± 0,08 NS S5	2,60 ± 0,29 NS S5	5,79 ± 0,27 NS S6	67,8 ± 2,67 NS NS
Reif	8	1,54 ± 0,06	1,77 ± 0,06	2,83 ± 0,16	6,14 ± 0,21	65,7 ± 4,27
<i>1975</i>						
Unreif	4	1,29 ± 0,16 NS	1,69 ± 0,12 NS	0,72 ± 0,12 S1	3,70 ± 0,22 NS	43,5 ± 7,35 NS
Halbreif	4	1,48 ± 0,15 NS NS	1,69 ± 0,12 NS NS	1,10 ± 0,15 NS S5	4,27 ± 0,31 NS S1	49,2 ± 7,90 NS NS
Reif	4	1,58 ± 0,05	1,86 ± 0,07	1,34 ± 0,05	4,78 ± 0,10	46,3 ± 8,50

N = Anzahl der Proben

%/o = g Zucker in 100 g eßbarem Anteil, bezogen auf Frischgewicht. Angegeben ist der Mittelwert ± mittlerer Fehler des Mittelwertes

Diff. = Differenz der Werte unreif/halbreif, halbreif/reif, unreif/reif

NS = Differenz nicht signifikant

S = Differenz signifikant (t-Test) S1 p < 0,05, S2 p < 0,025, S3 p < 0,010, S4 p < 0,005, S5 p < 0,0025, S6 p < 0,0010

einem vorübergehenden Abfall soll es dann aber wieder zum Anstieg bis zur Vollreife der Frucht kommen.

Bei *Birnen* zeigte ebenso wie bei den Äpfeln der Glucosegehalt keine ausgeprägte Änderung während der Reifung. Der Anteil an Fructose nahm dagegen vom Stadium unreif nach halbreif signifikant zu und wies dann keine Veränderung mehr auf. Der Anteil der Fructose am Gesamtzucker lag zwischen 67 und 82%; Anteil und absolute Mengen wiesen im Vergleich der drei Jahre keine großen Unterschiede auf. Signifikant war auch die Zunahme des Saccharosegehaltes und — als Folge des Anstiegs von Fructose und Saccharose — des Gesamtzuckergehaltes. Der Vitamin-C-Gehalt nahm in allen drei Jahren während des Reifens sehr stark ab, eine Entwicklung, die wir bei keiner anderen Obstart finden konnten. Auch *Koch* und *Bretthauer* (15) beobachteten eine stetige Vitamin-C-Abnahme während des Reifevorganges bei der Sorte Williams Christ (Tabelle 2).

Der Gehalt an allen drei Zuckern Glucose, Fructose und Saccharose stieg bei *Zwetschgen* während der Reifung an. Die Unterschiede zwischen den Stadien unreif/reif waren in allen Jahren und für alle Zucker stets mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit unter 1% signifikant. Am stärksten war die Zunahme der Saccharose, die mit einem Anteil von 55—64% der dominierende Zucker der reifen Früchte war. Entsprechende Resultate wurden auch von *Rees* (17) mitgeteilt, daß nämlich Früchte in frühen Entwicklungsstadien im Gegensatz zu reifen Früchten praktisch keine Saccharose enthalten. Der Vitamin-C-Gehalt nahm während der Reifung stets signifikant zu (Tabelle 3).

Bei *Aprikosen* war eine schwache Zunahme des Glucose- und Fructosegehaltes zu beobachten. Deutlich ausgeprägt war hingegen der Anstieg der Saccharose, vor allem vom Stadium unreif nach halbreif. Entsprechendes gilt auch für das Vitamin C (Tabelle 4).

In *Pfirsichen* änderten sich die Gehalte an Glucose und Fructose während des Reifeprozesses nicht, die Zunahme an Saccharose war gering. Die Vitamin-C-Gehalte zeigten sowohl hinsichtlich der Änderung während der Reife als auch in ihrer Höhe starke Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsjahren. Wegen der geringen Zahl untersuchter Proben haben die Ergebnisse mit Aprikosen und Pfirsichen nur hinweisenden Charakter. Sie stimmen jedoch prinzipiell überein mit den Resultaten von *Deshpande* und *Salunkhe* (18), daß bei diesen Obstarten der Saccharosegehalt während der Reifung stetig ansteigt (Tabelle 5).

Bei *Kirschen* stiegen die Gehalte an Glucose und Fructose während des Reifevorganges kontinuierlich an. Sowohl die Unterschiede zwischen den Stadien unreif/halbreif als auch zwischen denen halbreif/reif waren in allen Jahren mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1% signifikant. Entsprechendes gilt auch für den Gesamtzuckergehalt. Die Saccharosegehalte waren stets sehr gering, sie zeigten erhebliche Schwankungen und die beobachteten Unterschiede zwischen den Reifestadien waren dementsprechend zufallsbedingt. Eine kontinuierliche Zunahme der Glucose- und Fructosegehalte von sehr frühen Entwicklungsstadien an fanden auch *Willing* (10) sowie *Constantinides* und *Bedford* (3) bei verschiedenen Sorten von Süß- und Sauerkirschen. Nach *Willing* (10) soll in reifen Kir-

schen der Fructoseanteil den Glucoseanteil häufig übersteigen. Diesen Befund konnten wir bei keiner der von uns untersuchten fünf Sorten jemals bestätigen.

Die Vitamin-C-Werte wiesen bei Kirschen eine mit dem Reifeprozess steigende Tendenz auf, die jedoch bei den einzelnen Sorten unterschiedlich stark ausgeprägt war. *Koch* und *Bretthauer* (15) fanden bei Süßkirschen ebenfalls überwiegend ein Ansteigen der Vitamin-C-Gehalte, bei Schattenmorellen jedoch häufiger eine abnehmende Tendenz während des Reifens (Tabelle 6).

Trauben wiesen ähnlich wie Kirschen neben annähernd gleichen Teilen an Glucose und Fructose nur einen geringen Saccharosegehalt von 1—10% des Gesamtzuckers auf. Auch bei dieser Obstart nahmen die Gehalte an Glucose und Fructose während der Reifung kontinuierlich zu, während der niedrige Saccharosegehalt nur geringfügig schwankte. In unreifen Früchten dominierte die Glucose, während in reifen Früchten das Verhältnis Glucose : Fructose annähernd 1 : 1 betrug. Entsprechende Resultate erhielt auch *Kliwer* (6, 7), der die Zuckergehalte in verschiedenen Traubensorten von der Blüte bis zur Vollreife bestimmte. Bemerkenswert ist, daß dieser Autor in voll- und überreifen Früchten Glucose- und Fructosewerte von 9—11% bzw. von 12—14% fand. Diese Gehalte sind etwa doppelt so hoch wie in den von uns analysierten Trauben. Auch Trauben der Art *Vitis rotundifolia* weisen ähnliche Veränderungen der Zuckergehalte während der Reife auf, beachtlich ist hier allerdings der recht hohe Saccharosegehalt von über 1,5% des Frischgewichtes bei reifen Früchten (5).

Die Vitamin-C-Gehalte ließen keine einheitliche Tendenz einer Änderung erkennen, die Streubereiche waren groß. *Ournac* und *Poux* (8) sowie *Gigliotti* (19) teilten mit, daß ausgehend von sehr frühen Entwicklungsstadien der Vitamin-C-Gehalt bis zum August hin stark abnahm und dann konstant blieb oder nur noch geringen Rückgang zeigte (Tabelle 7).

Bei *Erdbeeren* stieg der Zuckergehalt während der Reifung an, am stärksten ausgeprägt waren die Unterschiede zwischen den Stadien unreif/halbreif. Daß bei den Proben 1975 die Differenzen nicht signifikant waren, dürfte an der geringen Probenzahl liegen. Die Tendenz war jedoch die gleiche wie in den beiden anderen Untersuchungsjahren. Die Sorten *Corella* und *Humigrande* wiesen einen deutlich geringeren Anteil an Saccharose auf als die Sorte *Wädenswil 6*, nämlich 17—28% gegenüber etwa 45% des Gesamtzuckers. Aufgrund des höheren Saccharoseanteils ist auch der Gesamtzuckergehalt bei der Sorte *Wädenswil 6* höher als bei den beiden vorgenannten Sorten. Einen stetigen Anstieg des Zuckergehaltes fand auch *Woodward* (11) bei der Sorte *Red Gauntlet*, er bestimmte jedoch nur den Gesamtzuckergehalt.

Die Vitamin-C-Gehalte der Erdbeeren waren deutlich höher als die aller anderen hier untersuchten Obstarten. Eine Zunahme während des Reifeprozesses war nicht erkennbar. Die Unterschiede im Vitamin-C-Gehalt zwischen den Sorten *Humigrande* einerseits und *Corella* sowie *Wädenswil 6* andererseits waren mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von kleiner als 0,5% signifikant, die Unterschiede zwischen *Corella* und *Wädenswil 6* jedoch zufallsbedingt. *Koch* und *Bretthauer* (15) fanden für die Sorte «Späte von Leopoldshall» in zwei Versuchsjahren eine deut-

liche Zunahme und in einem Versuchsjahr eine Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes. Sie bezogen allerdings ihre Werte auf die Trockensubstanz (Tabelle 8).

Allgemein läßt sich feststellen, daß bei den meisten Obstarten die typischen Verteilungsmuster der drei Zucker Glucose, Fructose und Saccharose schon im unreifen Obst ausgeprägt sind und sich während des Reifevorganges kaum prinzipiell ändern. Bei Äpfeln und Birnen dominiert von Anfang an die Fructose, das Verhältnis von Glucose zu Saccharose allerdings verschiebt sich während des Reifens zugunsten der Saccharose. Bei den Steinobstarten Aprikose und Pfirsich beträgt der Saccharosegehalt bereits in unreifen Früchten über 70%; bei Zwetschgen hingegen ist im unreifen Obst der Saccharoseanteil oft niedriger als der Glucoseanteil und übersteigt diesen erst in späteren Stadien. Demnach entwickelt sich bei Zwetschgen das typische Verteilungsmuster erst im Laufe der Reifung. In Erdbeeren erwiesen sich die Anteile der einzelnen Zucker als stark sortenabhängig: während bei den Sorten Corella und Humigrande der Saccharoseanteil im Durchschnitt nur 22% beträgt, erreicht er bei der Sorte Wädenswil 6 Durchschnittswerte von über 40%. Die sortentypischen Verteilungsmuster sind aber in allen Reifestadien vorhanden. Damit ist auch erklärt, weshalb wir bei früheren Untersuchungen handelsüblichen Obstes bei Erdbeeren so starke Streuungen für die Anteile der Saccharose erhielten (2).

Zum Schluß sollte die Frage geprüft werden, ob ein Unterschied im Gehalt verschiedener wertgebender Inhaltsstoffe zwischen handelsüblichem, im Laden gekauften Obst und definitionsgemäß reifem Obst besteht. Ein solcher Vergleich ist jedoch aufgrund der in der Literatur mitgeteilten Angaben kaum möglich, weil sowohl die Analysenmethoden als auch die Berechnungsgrundlagen, die den Arbeiten verschiedener Autoren zugrunde liegen, unterschiedlich sind. Die Angaben sind teils auf Frischgewicht, teils auf Trockengewicht bezogen und gelten entweder für eine bestimmte Einwaage oder für eine gewisse Anzahl von Früchten.

Die von uns in handelsüblichem Obst und in Früchten definierten Reifegrades ermittelten Werte sind jedoch mit identischen Methoden erhalten worden. Ein Vergleich unserer früheren Angaben (1, 2) mit den in dieser Arbeit mitgeteilten Werten zeigt, daß zwischen den Zuckergehalten von Früchten bekannter Sorte und einheitlichen Reifegrades und denen von im Laden gekauften Obst keine prinzipiellen Unterschiede bestehen. Das handelsübliche Obst wies Werte auf, die im Durchschnitt genau so hoch waren wie bei Früchten, die nach der eingangs gegebenen Definition als reif zu bezeichnen waren.

Dank

Die Arbeit wurde mit der Unterstützung der Eidg. Alkoholverwaltung durchgeführt, wofür wir unseren besten Dank aussprechen möchten.

Für die Ueberlassung einiger Enzympräparate danken wir der Firma Boehringer, Mannheim.

Zusammenfassung

In Obst definierten Reifegrades (unreif, halbreif, reif) wurden die Gehalte an Glucose, Fructose und Saccharose sowie an Gesamtvitamin C bestimmt. Zur Untersuchung ge-

langten Aepfel, Birnen, Zwetschgen, Aprikosen, Pfirsiche, Kirschen, Trauben und Erdbeeren. Die Versuchsdauer betrug drei Jahre.

Der Gesamtzuckergehalt der verschiedenen Obstarten setzt sich aus unterschiedlichen Anteilen an Glucose, Fructose und Saccharose zusammen. Diese «Verteilungsmuster» der Zucker sind bei den meisten Obstarten bereits im unreifen Zustand prinzipiell vorhanden. Zucker- und Vitamin-C-Gehalte steigen während des Reifens an. Bei Birnen jedoch wurde eine signifikante Abnahme des Vitamins C während der Reifung in allen drei Jahren gefunden. Früchte, die nach der in dieser Arbeit gegebenen Definition als «reif» bezeichnet sind, weisen keine höheren Zuckergehalte auf als handelsübliches Obst.

Résumé

Les teneurs en glucose, fructose et saccharose, ainsi qu'en vitamine C totale ont été déterminées dans des fruits à des degrés de maturation définis (pas mûr, faiblement mûr, mûr). Des pommes, des poires, des prunes, des abricots, des pêches, des cerises, du raisin et des fraises ont été analysés. Les essais ont été poursuivis 3 ans.

Les sucres totaux des diverses sortes de fruits sont constitués de glucose, fructose et saccharose. Le répartition type de ces sucres existe déjà dans la plupart des fruits à l'état non mûr. Les teneurs en sucres et en vitamine C augmentent au cours de la maturation. Dans les poires, toutefois, une diminution significative de la teneur en vitamine C a été constatée les 3 années des essais. Les fruits répondant à la définition «mûr» donnée dans ce travail n'ont pas une teneur en sucre plus élevée que les fruits courants du commerce.

Summary

In fruits with defined degree of ripeness (unripe, halfripe, ripe) the contents of glucose, fructose and sucrose as well as of vitamin C have been determined. Different varieties of apples, pears, plums, apricots, peaches, cherries, strawberries and grapes have been investigated. These experiments lasted over three years.

The total sugar content of the various species of fruits is composed of different amounts of glucose, fructose and sucrose. The distribution patterns of sugars are in principle already present in most varieties of fruits at the unripe stage. Sugar- and vitamin C content increase during the ripening process. In pears on the other hand a significant decrease of the vitamin C content was observed during ripening in all three years of the investigation. The sugar contents of the fruits described as ripe in this paper were not higher than in those fruits which were commercially available.

Literatur

1. *Dako, D. Y., Trautner, K. und Somogyi, J. C.*: Der Glukose-, Fruktose- und Saccharosegehalt verschiedener Früchte. *Schweiz. med. Wochschr.* **100**, 897—903 (1970).
2. *Dako, D. Y., Trautner, K. und Somogyi, J. C.*: Untersuchungen über den Glukose-, Fruktose- und Saccharosegehalt verschiedener Früchte. *Bibl. Nutr. Dieta* **15**, 184—198 (1970).

3. *Constantinides, S. M. and Bedford, C. L.*: Sugars in red tart cherries and their changes during maturation. *J. Food Sci.* **29**, 804—807 (1964).
4. *Hulme, A. C.*: Some aspects of the biochemistry of apple and pear fruit. In: E. M. Mrak and G. F. Steward (Eds): *Advances in Food Research*, Vol. 3, pp. 297—413. Academic Press, New York and London 1958.
5. *Johnson, L. A. and Carroll, D. E.*: Organic acid and sugar content of scuppernong grapes during ripening. *J. Food Sci.* **38**, 21—24 (1973).
6. *Kliewer, M. W.*: Changes in concentration of glucose, fructose, and total soluble solids in the flowers and berries of *Vitis vinifera*. *Am. J. Enol. Viticult.* **16**, 101—110 (1965).
7. *Kliewer, M. W.*: The glucose-fructose ratio of *Vitis vinifera* grapes. *Am. J. Enol. Viticult.* **18**, 33—41 (1967).
8. *Ournac, A. et Poux, C.*: Acide ascorbique dans le raisin au cour de son développement. *Ann. technol. agr.* **15**, 193—202 (1966).
9. *Whiting, G. C.*: Sugars. In: A. C. Hulme (Ed): *The biochemistry of fruits and their products*, Vol. 1, pp. 1—31. Academic Press, London and New York 1970.
10. *Willing, H.*: Phänologische und chemische Untersuchungen zur Fruchtentwicklung bei Kirschen. *Arch. Gartenbau* **8**, 561—594 (1960).
11. *Woodward, J. R.*: Physical and chemical changes in developing strawberry fruits. *J. Sci. Food Agr.* **23**, 465—473 (1972).
12. *Klotzsch, H. und Bergmeyer, H.-U.*: Enzymatische Bestimmung von Glucose und Fructose. In: H.-U. Bergmeyer (Hrsg): *Methoden der enzymatischen Analyse*, pp. 99 und 196. Verlag Chemie, Weinheim 1962.
13. *Roe, J. H., Mills, M. B., Oesterling, M. J. and Damron, C. M.*: The determination of keto-1-gulonic acid, dehydro-1-ascorbic acid, and 1-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. *J. Biol. Chem.* **174**, 201—208 (1948).
14. Association of Official Agricultural Chemists. *Official. Methods of Analysis*, 11th. ed., p. 778. AOAC, Washington 1970.
15. *Koch, J. und Bretthauer, G.*: Ueber den Vitamin-C-Gehalt reifender Früchte. *Landwirtsch. Forsch.* **9**, 51—61 (1956).
16. *Kott, V.*: The dynamics of the 1-ascorbic acid content of fruits during development. *Sbornik Ceskoslov. akad. zemedelskych ved* **26A**, 427 (1953), zitiert nach Hulme (1958).
17. *Rees, D. I.*: *J. Sci. Food Agric.* **9**, 404—410 (1958), zitiert nach Whiting (1970).
18. *Deshpande, P. B. and Salunkhe, D. K.*: *Food Technol.* **18**, 1195—1242 (1964), zitiert nach Whiting (1970).
19. *Gigliotti, A.*: L'acido ascorbico nel ciclo di maturazione delle uve merlot e raboso piave. *Riv. viticolt. Enol.* **27**, 15—26 (1974).

Prof. Dr. J. C. Somogyi
Nidelbadstraße 82
CH-8803 Rüschiikon