

Geschmack bei Obst und Gemüse

Eine neue Herausforderung für die Züchtung

Hartwig Schulz (Quedlinburg)

Wir alle als Verbraucher wünschen uns qualitativ hochwertige Lebensmittel. Gemüse soll knackig, Obst soll frisch sein, und schmecken soll es außerdem. Während in der Vergangenheit die Züchtungsziele bei neuen Obst- und Gemüsekulturen in erster Linie in einem hohen Ertrag und in spezifischen Resistenzen gegen Schaderreger lagen, rückt in der Züchtungsforschung heute auch die Verbesserung der geschmacklichen Eigenschaften stärker in den Vordergrund. Geschmack ist jedoch – so denkt man – etwas Subjektives. Lassen sich Geschmack und Aroma, läßt sich das wohlige Gefühl beim Beißen in eine leckere Frucht überhaupt objektivieren?

ligen Anteile der Hauptnährstoffe Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße repräsentiert ist. Lebenswichtige Stoffe wie Vitamine und Mineralstoffe, aber auch unerwünschte Verbindungen – etwa Oxalsäure, Alkaloide oder bestimmte Proteine (z. B. Allergene) – charakterisieren den *Gesundheitswert*. Darüber hinaus ist es dank der bemerkenswerten Fort-

WAS IST 'QUALITÄT' FÜR DEN ZÜCHTER?

Die Qualität pflanzlicher Agrarprodukte wird unter anderem durch den Standort (Licht, Boden, Klima) und durch menschliche Einflüsse (Anbaubedingungen) bestimmt. Vor allem sind es aber die genetischen Anlagen, die die Entwicklung der Pflanzen und die Ausprägung ihrer Eigenschaften steuern. Der Züchtungs-

forschung kommt hier also eine besondere Bedeutung zu.

Bei den durch Züchtung beeinflussbaren Qualitätsmerkmalen handelt es sich zunächst einmal um den *Nährwert*, der durch die jewei-



Tab. 1: Klassifizierung unterschiedlicher Aromatypen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung

Aromatyp	Kulturart	Aroma-Schlüsselkomponente
Aroma wird durch eine komplexe Mischung vieler Aromastoffe geprägt	Erdbeere	Säuren, Ester, Alkohole, Lactone, Carbonylverbindungen
Aroma wird durch einige wenige Aromakomponenten bestimmt	Tomate Pfirsich Apfel	Hexanal, (E)-2-Hexenal, (Z)-3-Hexenal, β -Ionon, 2-Isobutylthiazol γ -Lactone, d-Lactone, Ester Ethyl-2-methylbutyrat, Hexanal, (E)-2-Hexenal
Aroma wird entscheidend durch eine Aromakomponente geprägt; andere Aromastoffe runden das Profil lediglich ab	Himbeere Birne Knoblauch	1-(4-Hydroxyphenyl)-3-butanon (E)-2-(Z)-4-Methyldecadienoat, (E)-2-(Z)-4-Ethyldecadienoat Di-2-propenylsulfid

schritte in der Aromaanalytik heute möglich, bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Rahmen der Züchtung Einfluß auf den *Genußwert* von Agrarprodukten zu nehmen. In diesem Zusammenhang sind gleichermaßen die nichtflüchtigen Inhaltsstoffe (Geschmacksstoffe) wie Zucker, Fruchtsäuren und Bitterstoffe als auch die flüchtigen Aromastoffe von Bedeutung. Schließlich spielt noch der *Eignungswert* eine Rolle, der durch die technologischen Prozesse (Ernte, Verarbeitung, Lagerung) bestimmt wird.

Darüber hinaus kann auch eine Resistenz gegenüber bestimmten Schädlingen und Pflanzenkrankheiten zur Qualität von Agrarprodukten beitragen: Widerstandsfähige Sorten müssen weniger mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden. Das Risiko von unerwünschten Rückständen ist dadurch geringer.

BEISPIEL AROMA

Am Beispiel des Aromas von Agrarprodukten soll veranschaulicht werden, wie man sich dem Begriff 'Qualität' analytisch nähern kann.

Dabei wird schnell klar, daß Geschmack und Aroma viel mit Chemie zu tun haben.

Dank der stürmischen Entwicklung auf dem Gebiet der instrumentellen Analytik ist es heute möglich, Aromen sehr detailliert zu charakterisieren und mit Testergebnissen aus sensorischen Untersuchungen (d. h. Geschmacks- und Geruchsproben) in



Zur Bestimmung von Pflanzeninhaltsstoffen werden physiko-chemische und physikalische Techniken eingesetzt

Einklang zu bringen. Während in Obstfrüchten das jeweils typische Aroma bereits in der intakten, reifen Frucht voll ausgeprägt ist, werden die Aromen in rohem Gemüse oftmals erst im Verlauf küchentechnischer Prozesse (Zerkleinern, Kochen) oder beim Verzehr in der Mundhöhle durch das Kauen bzw. durch die Enzyme im Speichel gebildet. Man unterscheidet demzufolge zwischen den Aromen, die im Rahmen des Stoffwechsels im pflanzlichen Gewebe entstehen (Primär-Aromen) und den durch enzymatische, oxidative oder thermische Einflüsse gebildeten Sekundär-Aromen.

Darüber hinaus lassen sich Aromen hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung in drei Gruppen unterteilen (Tabelle 1). Bei der ersten Gruppe wird der Aromaeindruck durch eine komplexe Mischung vieler Aromastoffe verursacht. Dies ist zum Beispiel bei Erdbeeren der Fall, deren Aroma sich aus einer Vielzahl verschiedener Ester, Alkohole, Lactone, Carbonylverbindungen und Säuren zusammensetzt. Der zweiten Gruppe werden solche Aromen zugeordnet, die durch einige wenige Leitsubstanzen bestimmt sind (Beispiel: Tomaten, Äpfel). Bei der drit-

ten Gruppe, zu der unter anderem Birnen und Knoblauch zählen, ist das Aroma im wesentlichen durch eine einzelne Aromakomponente geprägt; weitere Stoffe tragen hier nur zur Abrundung des gesamten Aromaeindrucks bei.

ANALYTISCHE UND SENSORISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Am Institut für Qualitätsanalytik der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) wird das gesamte Spektrum der Qualitätsforschung und -züchtung an Obst- und Gemüsekulturen sowie an Kräutern und Heilpflanzen bearbeitet. Dabei ist die Aromaforschung ein wichtiges Teilgebiet.

Zur Bestimmung von Pflanzeninhaltsstoffen werden hier bevorzugt physiko-chemische und physikalische Techniken eingesetzt. Diese weisen im Vergleich zu den chemischen Analysemethoden eine bedeutend bessere Trennleistung und Selektivität auf. Sie erfordern darüber hinaus geringere Probenmengen und liefern vor allem in wesentlich kürzerer Zeit Ergebnisse. Überwiegend werden verschiedene

chromatographische Methoden angewendet, mit denen sich die Stoffgemische in ihre Einzelkomponenten auftrennen lassen.

Zusätzliche Informationen kann die sogenannte Gaschromatographie(GC)-Olfaktometrie geben. Hierbei werden gasförmige Proben aufgetrennt und durch eine Strömungsteilung in zwei Bahnen gelenkt. Ein Teil der Probe erreicht den GC-Detektor, während der andere Teil zu einem sogenannten „Sniffing-Port“ geleitet wird. Dort registriert eine entsprechend geschulte Person kontinuierlich die jeweiligen Geruchseindrücke (Abb. 1), die an-

me der Atmungsintensität der Früchte festzustellen, das heißt, die reifen Früchte verbrauchen Sauerstoff und geben Kohlendioxid (CO₂) ab. Im Verlauf des Reifeprozesses nimmt die Atmung wieder langsam ab. Der Anstieg der CO₂-Produktion ist auf die Steigerung der Eiweiß-Synthese in den Früchten zurückzuführen. Außerdem ist bei mehreren Obstkulturen während dieser Zeit eine deutliche Änderung in den einzelnen Stoffwechselwegen zu beobachten.

Die Konzentration der gebildeten Aromastoffe ist bei den in Europa handelsüblichen Obst- und Gemüseprodukten außerordentlich gering. Oftmals beträgt der Aromaanteil weniger als 30 mg/kg, und der Gehalt einzelner Aromastoffe mit starker Intensität kann teilweise sogar unterhalb von 1 µg/kg liegen.

Um die bei der technologischen Verarbeitung auftretenden Aromaveränderungen und Aromafehler bereits bei der Züchtung neuer Sorten mit zu erfassen, müssen züchtungsbegleitend Studien zur technologischen Qualität im Labormaßstab durchgeführt werden. Nur so läßt sich berücksichtigen, daß einige Aromastoffe erst durch die Verarbeitungsprozesse oder die Enzyme des Mundspeichels chemisch verändert und „aktiviert“ werden.

Die Synthesewege zur Bildung der primären Aromastoffe sind heute bis auf wenige Ausnahmen bekannt. Wie in Abbildung 2 dargestellt, gehen diejenigen Aromastoffe, die zur Gruppe der aliphatischen, unverzweigten Alkohole, Ester, Aldehyde, Säuren, Ketone und Lactone zählen, aus dem Fettsäure-Stoffwechsel hervor, während die aliphatischen methylverzweigten Verbindungen aus dem Aminosäure-Stoffwechsel stammen. Darüber hinaus weiß man, daß die sehr zahlreichen aromatischen Mono- und Sesquiterpen-Verbindungen Produkte des Terpen-Stoffwechsels sind. Andere Verbindungen werden im Zimtsäure-Metabolismus gebildet.

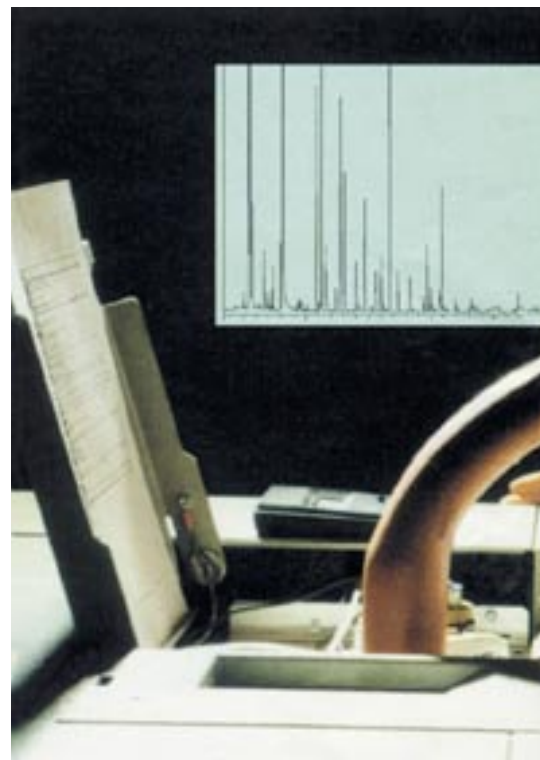


Abb. 1: Am „Sniffing-Port“ werden die verschiedenen Geruchseindrücke einer Probe von einer geschulten Testperson genau registriert. Später werden diese Angaben den Signalen aus dem Gaschromatographen (kleines Bild) zugeordnet

LAGERUNG UND AROMA

Um die Früchte länger haltbar zu machen, werden sie heute oftmals unter sogenannten „controlled atmosphere“ (CA)-Bedingungen gelagert. Hierbei wird die Sauerstoffkonzentration in der Luft des Lagerraums künstlich erniedrigt und die Konzentration von CO₂ entsprechend erhöht. Das führt zu einer Verlangsamung des Stoffwechsels in den Pflanzenzellen und damit unmittelbar zu einer längeren Haltbarkeit. Allerdings muß bei diesem Prozeß eine verminderte Aromaproduktion in Kauf genommen werden. Werden Äpfel zu lange gelagert, so lassen sich darüber hinaus erhöhte Gehalte von Acetaldehyd und Ethanol feststellen, die auch auf das Auftre-

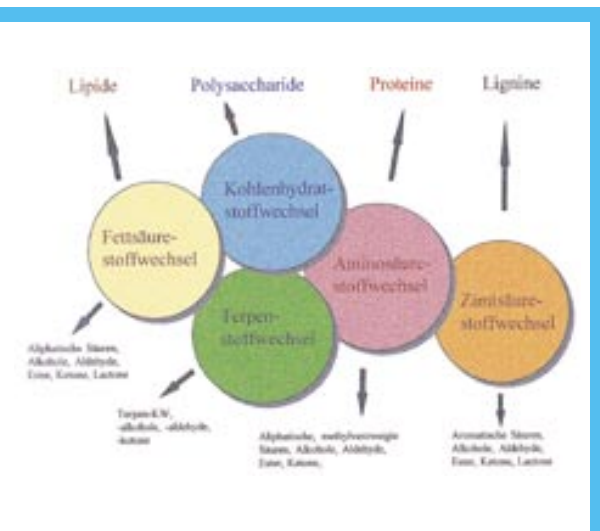


Abb. 2: Die Bildung aromaaktiver Inhaltsstoffe in Obst und Gemüse

schließend mit den synchron erhaltenen GC-Signalen in Zusammenhang gebracht werden.

BILDUNG DER AROMASTOFFE

Während die in Obst- und Gemüse vorkommenden primären Inhaltsstoffe wie Zucker, Fette und Proteine teilweise bereits vor der Ernte gebildet werden, setzt die Synthese der Aromastoffe bei Obstkulturen zu meist erst während der Reifephase ein. Dabei ist zunächst eine Zunah-



ten von Kernhaus- und Schalenbräune hinweisen können.

VERARBEITUNG UND AROMA

Bei der Charakterisierung und Bewertung der individuellen Aroma-Eindrücke sind nicht nur die Aromastoffe im intakten, pflanzlichen Gewebe zu betrachten. Auch die bei Verletzung der pflanzlichen Zellen einsetzenden enzymatischen Prozesse sind von Bedeutung. Hierbei können aus nichtflüchtigen Vorläufersubstanzen (Präkursoren) flüchtige Aromastoffe entstehen, die oftmals in den intakten Pflanzen gar nicht vorkommen. Das gilt insbesondere für einige *Allium*-Arten (z. B. Zwiebel, Knoblauch, Schnittlauch und Porree). In der Zwiebel kommt hauptsächlich der aus den Aminosäuren Valin und Cystein gebildete Präkursor 1-Propenylcysteinsulfoxid vor. In Gegenwart des Enzyms Alliinase werden aus diesem Stoff in mehreren Reaktionsschritten die beiden wichtigen Aroma-Schlüsselver-

bindungen Diallyldisulfid und Diallylthiosulfonat gebildet. Auch während des Kochvorgangs kommt es bei Zwiebeln zu charakteristischen Stoffumwandlungen, die das Aroma prägen.

Bei der Zerkleinerung von Tomaten und Gurken wandeln verschiedene Enzyme die Fettsäuren Linol- bzw. Linolensäure aus dem pflanzlichen Gewebe in wichtige Aromastoffe um, zum Beispiel in C₆-Alkohole und C₆-Aldehyde. In Abbildung 3 wird am Beispiel der Tomate verdeutlicht, in welcher Weise – ausgehend von Linolensäure – in Gegenwart des Enzyms Lipoxygenase zunächst über die Zwischenstufe Hydroperoxifettsäure die wichtigen Aromastoffe Hexanal und 3-Hexenal gebildet werden. Durch die Einwirkung weiterer Enzymsysteme (Alkoholdehydrogenase und Isomerase) werden Hexanol, 2-Hexenal, 3-Hexenol und 2-Hexenol erzeugt, die ebenfalls für das typische Tomatenaroma bedeutsam sind. Unterschiede im Aroma verschiedener Tomatensorten sind meist auf die unterschiedliche Zusammensetzung und Konzentration der entsprechenden Verbindungen zurückzuführen.

Die dargestellten Beispiele zeigen, daß es bei der durch Züchtung angestrebten Aromaverbesserung in Obst und Gemüse unbedingt erforderlich ist, ein umfassendes Verständnis für den pflanzlichen Stoffwechsel zu entwickeln. Darüber hinaus muß die Weiterverarbeitung der Agrarprodukte mit berücksichtigt werden, denn die Qualitätsanforderungen orientieren sich letztendlich am verzehrfertigen Produkt. Es reicht daher nicht aus, lediglich Aromakomponenten im frischen Pflanzenmaterial zu analysieren. Auch die bei der Zubereitung, Weiterverarbeitung und Haltbarmachung auftretenden Veränderungen im Aromaprofil müssen sehr sorgfältig charakterisiert werden. Die Arbeiten des Instituts für Qualitätsanalytik der BAZ schaffen somit die Grundlagen für eine erfolgreiche Züchtung aromatischer, wohl-schmeckender und hochwertiger Obst- und Gemüsesorten. ■

*Dir. und Prof. Dr. Hartwig Schulz,
Bundesanstalt für Züchtungsfor-
schung an Kulturpflanzen, Institut für
Qualitätsanalytik, Neuer Weg
22/23, 06484 Quedlinburg*

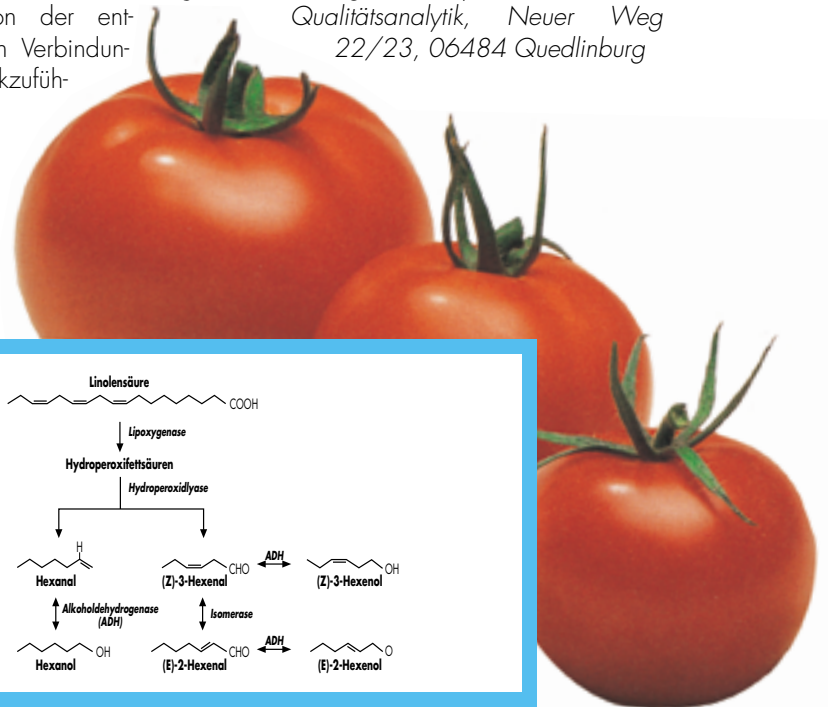


Abb. 3: Die Bildung von Aromastoffen in der Tomate, ausgehend von der Linolensäure