



Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel)

e.V.

XXIV. Vortragstagung
Qualitätsaspekte von
Obst und Gemüse

13./14. März 1989

in

Ahrensburg

Geschäftsstelle
Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel) (DGQ) e.V.

Düsternbrooker Weg 17-19
2300 Kiel 1
Tel.: (0431) 5 97-36 71 (8.00-12.00 Uhr)

Wissenschaftliche Leitung:

W. Feldheim, Kiel

Organisationskomitee:

F. Venter, Freising
H.-J. Wiebe, Hannover
R. Reimann-Philipp, Ahrensburg
W. Feldheim, Kiel

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
Eröffnung und Begrüßung W. Feldheim, Kiel	5
Schwerpunkte in der Forschung zur Verbesserung der Qualität von Gemüse in den Niederlanden H.H.H. Titulaer, P.H.M. Dekker, Lelystad/Niederlande	9
Einfluß der Sorte auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen in Gemüse J. Habben, J.-P. Ohms, Hannover	23
Züchtung auf Nitratarmut - Ein Beitrag zur Verbesserung der Qualität von Gemüse H. Junge, S. Handke, Ahrensburg	33
Sortenunterschiede im Nitratgehalt von Kopfsalat und Spinat U. Behr, H.-J. Wiebe, Hannover	47
Sorten- und Umwelteinflüsse auf die Qualität von Tomaten H. Heine, J.-P. Ohms, Hannover	56
Qualitätseigenschaften aktueller Erdbeersorten in Norwegen K. Haffner, S. Vestrheim, Aas-NLH/Norwegen	75
Genetische (Qualitäts-)Reserven in Obstwildarten H. Schimmelpfeng, Freising	84
Der Pflanzenzüchter im Dienste der Präventivmedizin und Rohstofflieferant für die Herstellung von Phytotherapeutika M. Schnock, Ehrenkirchen	89
Inhaltsstoffe von Brokkoli, weißem und grünem Blumenkohl A. Wedler, C. Wonneberger, Geisenheim, Osnabrück	92
Qualitätsuntersuchungen an Gemüse aus konventionellem und alternativem Anbau H.-J. Kopp, K.-D. Paduch, K. Gierschner, Hohenheim	102
Possibilities for reduction of mechanical damages during distribution of apples N.-A. Ericsson, Alnarp/Schweden	126
Long-term storage of Chinese cabbage H. Hoftun, Aas-NLH/Norwegen	137

	Seite
Storage of Chinese cabbage (<i>Brassica pekinensis</i>) in relation to harvest time N. Poulsen, Aarslev/Dänemark	151
Pre-cooling as an aid for quality preservation of perishable vegetables during long-distance transport in Sweden K. Mattsson, Alnarp/Schweden	159
Haltbarkeit von Fertigsalaten und frischen Speisepilzen in Folienbeuteln J. Henze, Bonn	167
Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität und Haltbarkeit von vorverpackten, küchenfertigen Frischgemüsen E. Höhn, D. Pulver, Wädenswil/Schweiz	182
Biogene Amine als Qualitätsindikator von Sauerkraut U. Künsch, H. Schärer, A. Temperli, Wädenswil/Schweiz	192
Sensorische Texturprofilanalyse (TPA) am Beispiel der Sortenprüfung für die Herstellung von pasteurisierten Einlegegurken K. Schmidt, Weihenstephan	205
Tomatenpaprika für die industrielle Verarbeitung H. Buckenhüskes, Hohenheim	227
Maschinelle Texturprüfverfahren zur Voraussage der Verarbeitungseignung frischer Einlegegurkenfrüchte J. Weichmann, Weihenstephan	245
Schwarzkochneigung von Sellerie - ein verbesserter Schnelltest G. Krischke, Weihenstephan	253

Eröffnungsansprache

W. Feldheim, Kiel

Liebe Mitglieder und Freunde unserer Gesellschaft,
meine sehr verehrten Damen und meine Herren!

Die beiden letzten Vortragsveranstaltungen der DGQ 1987 in Berlin und 1988 in Karlsruhe entsprachen zwar mit ihren Themen auch den Zielen unserer Gesellschaft, sie hatten aber eine starke ernährungsbezogene Komponente. Deshalb wurde auf der letzten Mitgliederversammlung beschlossen, auf der nächsten, der diesjährigen Veranstaltung, die Qualität pflanzlicher Nahrungsmittel selbst in den Mittelpunkt zu stellen und damit das Urinteresse der Mitglieder der Gesellschaft anzusprechen. Ein Vorbereitungscommittee wurde gegründet, das unter der Leitung von Herrn Kollegen Venter hervorragende Arbeit geleistet hat. Dafür möchte ich mich auch an dieser Stelle bedanken.

Für das Hauptthema unserer Veranstaltung: Qualitätsaspekte von Obst und Gemüse, konnte eine Gruppe von bedeutenden Vortragenden gewonnen werden. In 24 Referaten werden wir uns heute und morgen einen guten Überblick über das Gebiet erarbeiten können, wobei Vorträge und Diskussionen gleichermaßen dazu beitragen sollen.

Die Internationalität unserer Redner - 5 Vortragende aus Nachbarländern konnten gewonnen werden - entspricht guter DGQ-Tradition. Die Referenten und besonders unsere ausländischen Kollegen möchte ich recht herzlich begrüßen und mich bei ihnen für die Teilnahme an der Veranstaltung bedanken.

Natürlich hat es bei der Vorbereitung der Veranstaltung auch Pannen gegeben. Ursprünglich war Hannover als Tagungsort vorgesehen, Herr Kollege Wiebe war als Organisator vor Ort gewonnen worden. Als die Vorbereitungen fast abgeschlossen waren, stellte sich heraus, daß in der vorgesehenen Zeit keine Übernachtungsmöglichkeiten in oder um Hannover zu erhalten waren. Eine fieberhafte Suche, quer durch ganz Mitteldeutschland, von Braunschweig bis Bonn setzte nun ein, leider vergeblich. Herr Kollege Reimann-Philipp kam dann auf die geniale Idee, die Tagung hier in der Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung abzuhalten, und da dies die letzte Möglichkeit war, die Veranstaltung zu dem vorgesehenen Termin durchzuführen, habe ich den Vorschlag dankbar angenommen.

Die Ernährungssituation der Bevölkerung hängt von der Menge und Art der Lebensmittel ab, die für die Zusammenstellung der täglichen Kost zur Verfügung stehen.

Die Auswahl der Lebensmittel durch den Verbraucher kann durch die Wissenschaft nur wenig beeinflusst werden, kaum jemand läßt sich - von Notzeiten mit Lebensmittelrationierung abgesehen - vom Verzehr seiner Lieblingsgerichte abhalten oder sonst Vorschriften machen.

Etwas anderes ist es mit den für die Nahrungsherstellung verwendeten Rohstoffen. Hier kann durch züchterische Maßnahmen erreicht werden, daß der Gehalt an ernährungsphysiologisch bedeutsamen Inhaltsstoffen besonders hoch ist und damit dem Verbraucher hochwertige Produkte angeboten werden, unter denen er auswählen kann.

Beispiele hierfür sind der Vitamingehalt von Obst oder der Ballaststoffgehalt pflanzlicher Rohprodukte, aber auch die modernen Methoden zur Verbesserung der Haltbarkeit oder der Herabsetzung von Nährstoffverlusten. Manche Stoffe möchten wir auch in möglichst geringen Konzentrationen in den Lebensmitteln haben - auch hier kann die Qualität durch Züchtung verbessert werden.

Im Rahmen der zu beobachtenden allmählichen Umstellung der Ernährung: eine erwünschte Herabsetzung der Aufnahme an Lebensmitteln tierischer Herkunft und dafür ein verstärkter Verzehr von Getreideprodukten, Obst und Gemüse, ist das Tagungsthema von besonderem Interesse. Gemüse, Kopfsalat, Kohlrabi und Spinat, Tomaten, Blumenkohl, Chinakohl, Paprika, Sellerie und Gurken, aber auch Erdbeeren und Äpfel sind die Hauptakteure unserer diesjährigen Veranstaltung.

Ich möchte nun den Lauf der Dinge nicht weiter aufhalten und Herrn Kollegen Venter bitten, den Vorsitz für die Vormittagsvorträge zu übernehmen.

Prof. Dr. W. Feldheim

Präsident der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung
(Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V. DGQ

Geschäftsstelle:

Düsternbrooker Weg 17-19

2300 Kiel 1 (FRG)

Schwerpunkte in der Forschung zur Verbesserung der Qualität von Gemüse in den Niederlanden.

H.H.H. Titulaer und P.H.M. Dekker

Einleitung

Der Produktionswert der niederländischen Landwirtschaft betrug in 1988 rund 33 Milliarden h.Fl. Für die Versorgung der eigenen Bevölkerung wird hiervon ungefähr 40% gebraucht, der Rest muß exportiert werden. Mit dieser Menge hat der Agrarexport einen Anteil von 20 bis 25% im Gesamtexport der Niederlande. Dieser Export von Agrarprodukten besteht aus Produkten unterschiedlicher Sektoren wie der Viehhaltung (Fleisch), der Milchverwertung (Butter, Käse), der Tierhaltung (Eier), der Tierproduktion (Fleisch), des Ackerbaus (Kartoffeln) und des Gartenbaues.

Im Gartenbau gibt es verschiedene Sektoren, die in Tab. 1 für die Jahre 1975-1988 nach Produktionswert geordnet sind. Zwischen 1975 und 1988 hat die Gesamtproduktion im Gartenbau um 250% zugenommen. Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die Gesamtproduktion rd. 10 Milliarden h.Fl. beträgt. Der Gemüseanteil für den Frischmarkt liegt bei rd. 34% der Gesamtproduktion und für Freilandgemüsebau bei rd. 10% der Gesamtproduktion. Die 10 wichtigsten Gemüsearten im Freilandgemüsebau sind in Reihenfolge ihres Produktionswertes Chicoree, Zwiebeln, Möhren, Rosenkohl, Spargel, Porree, Blumenkohl, Bohnen, Weißkohl und Salat.

Die Arbeitsgruppe "Qualitätsforschung Freilandgemüse" hat einen Bericht zusammengestellt über die Probleme, die hinsichtlich der Qualität des Produktes, so wie es den Konsumenten erreicht, als Ausgangspunkt genommen.

Probleme während der Produktion, die die Qualität für den Konsumenten nicht beeinflussen aber einen großen Einfluß haben auf das Betriebsresultat des Produzenten, werden in diesem Bericht nicht behandelt. Anbauprobleme wie z.B. Kohlfiegen beim Blumenkohl, die sich nicht äußern in der Qualität des Ernteproduktes, werden nicht in diesem Bericht behandelt.

In der Aufzählung sind 27 verschiedene Gemüsearten mit insgesamt 134 Qualitätsproblemen bezogen. Ausgehend von diesen Qualitätsproblemen stellte man sich die folgenden Fragen:

1. Wie schlimm sind die Qualitätsprobleme, die auftreten können zwischen Ernte und Konsument?

Tabelle 1. Verlauf des Versteigerungsumsatzes bei Gartenbauprodukten in den Niederlanden 1975-1988.

Quelle: Markt-Info, PGF, nr. 209 Dezember 1988.

	Versteigerungsumsatz (Millionen H.Fl.)						1988 gegen 1987 %
	1975	1980	1985	1986	1987	1988	
Ernährungsgartenbau	1.658	2.336	3.073	2903	3287	3218	- 2
Gemüse:	1308	1969	2678	2504	2887	2792	- 3
Unter Glas	858	1337	1911	1879	2097	2002	- 5
Freiland	398	552	647	515	654	650	- 1
Champignons	52	80	120	110	136	140	+ 4
Obst:	307	330	363	363	369	393	+ 7
Unter Glas	29	30	27	30	28	23	- 18
Freiland	278	300	336	333	341	370	+ 9
Übrige	43	37	32	36	31	33	+ 6
Zierpflanzen	1113	2059	3300	3436	3689	4060	+ 10
Schnittblumen	962	1648	2463	2527	2689	2950	+ 10
Topfpflanzen	-	-	753	811	891	992	+ 11
Beetpflanzen	-	-	46	53	57	58	+ 2
Übrige	-	-	38	45	52	60	+ 15

2. Sind genügend Sachkenntnisse bekannt in der Praxis über den Beratungsdienst derartig beraten zu können, damit das Problem einigermaßen gelöst werden kann?
3. Wie hoch ist die Erwartung das Problem durch Forschung lösen zu können? Hierbei sollte im voraus schon angegeben werden müssen, ob die Lösung gefunden werden kann in der Sorte, der Kultur, der Lagerung oder in den Absatzkanälen.

Die Qualitätsprobleme, die festgestellt wurden durch die Arbeitsgruppe "Qualitätsforschung Freilandgemüse" können in 4 Gruppen (Klassen) eingeteilt werden:

- a. Pilzbefall der Gewächse;
- b. Physiologische Abweichungen und/oder Abreifung der Gewächse;
- c. Problemen oder Wünsche für spezifische Produkteigenschaften;
- d. Negative Einflüsse von übrigen parasitären Befällen.

a. Pilzbefall der Gewächse

Es gibt ungefähr 20 verschiedene Pilzarten die Qualitätsprobleme verursachen können. Die wichtigsten sind Botrytis-, Sclerotini-, Phytophthora-, Rhizoctoniaarten und Phythium.

Ein Teil dieser Pilze sind sehr polyphag, aber es gibt auch solche die nur eine Kultur befallen können. Die Probleme werden teils verursacht durch den Aufbau einer schädlichen Pilzpopulation infolge einer zu engen Fruchtfolge, aber auch durch Pilze deren Sporen sich sehr leicht durch die Luft (Atmosphäre) verbreiten, wodurch ein Befall der Kultur unabhängig von der Fruchtfolge stattfindet.

Die Probleme beschränken sind nicht auf den Befall im Feld, sondern auch während der Lagerung und beim Absatz können Pilzbefälle auftreten.

Vorbeugen oder Bekämpfen der Pilzbefälle ist oft nicht oder nur zum Teil möglich. Zum Thema Pilzbefall können die folgenden Bemerkungen gemacht werden.

- Es besteht ein Bedürfnis für weitere, grundlegende Informationen über die Empfindlichkeit der Sorten für Pilzbefall. Wenn solche Informationen vorhanden sind oder gefunden werden, soll an Hand dieser Informationen die Resistenzzüchtung intensiviert werden.
- Infolge einer Änderung in der Zielsetzung des Pflanzenschutzamtes in den Niederlanden werden die Pflanzenschutzmittel nicht mehr durch dieses Amt untersucht. Es wird daher auch keine Zulassung der Mittel durch dieses Amt mehr abgegeben.

Die Untersuchung für die Zulassungsanfrage wird jetzt nur noch durch die Industrie gemacht. Durch diese Entwicklung können die Interessen des Freilandgemüsebaues stark geschädigt werden.

- Nach dem Vorbild der Entwicklung im Ackerbau werden im Freilandgemüsebau Ansätze gemacht in Richtung der Entwicklung von Integrierten Betriebssystemen. In diesen Integrierten Betriebssystemen richtet man sich auf einen minimalen Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln ein. Während dieser Entwicklung und der damit zusammenhängenden Forschung muß sehr stark auf die Qualitätsaspekte geachtet werden, insbesondere auf den Einfluß des geänderten Anbausystems auf den Pilzbefall.
- Bei Lagerung von Freilandgemüse gibt es noch viele Probleme. So ist noch zu wenig bekannt, wie der phytosanitäre Zustand des Produktes das Lagerungsergebnis beeinflussen kann, oder wie der phytosanitäre Zustand des Produktes zu Beginn der Einlagerung gemessen werden kann.

b. Physiologische Abweichungen und/oder Abreifung der Gewächse

Bei fast allen Gemüsen gibt es Probleme die zurück zu führen sind auf physiologische Vorgänge innerhalb der Pflanze. Teilweise werden diese Vorgänge verursacht durch eine Störung der Verhältnisse in der Pflanze. Aber auch natürliche Alterungsprozesse können Ursachen sein für Qualitätsbeeinflussung. Mit Ausnahme von Spargeln und Rhabarber werden die Freilandgemüse in demselben Jahr geerntet wie sie gepflanzt oder gesät worden sind. In Einzelfällen gibt es noch den Winteranbau. Während der Wachstumperiode durchlaufen die Gewächse eine natürliche Entwicklung von jung nach alt. In manchen Fällen wird die Qualität des Produktes bestimmt durch die Wahl des Erntezeitpunktes. Witterungszustände können manchmal den Wachstumsrhythmus stören, speziell wenn um die Wachstumperiode zu verlängern, sehr früh oder sehr spät gepflanzt oder gesät wird. Auf Grund der Erscheinungsformen von Qualitätsfehlern unterscheidet man unter anderem: brauner Kern, Rotfärbung, und Fäule bei niedrigen Temperaturen von Chicoreeköpfen, Wachstumsrisse bei Karotten, Rand im Salat, Hohlheit bei Spargeln usw. Die Ursachen dieser Qualitätsfehler sind für fast alle Erscheinungsformen verschieden.

Mögliche Ursachen die eine Rolle spielen können sind eine gestörte Mineralienbilanz, Aspekte des Wasserhaushaltes, oder die direkte Folge der Temperaturen im Feld oder während die Lagerung. Meistens spielen mehrere Faktoren eine Rolle.

Ein gutes Beispiel ist Chicoree. Diese Kultur hat zwei Wachstumsfasen. Eine im Feld und eine beim Treiben.

Die Aussaat geschieht Anfang Mai und die Ernte der Wurzeln findet im September bis November statt je nach Art der Sorte. Bei der Ernte müssen die Wurzeln sich in einem Ruhezustand befinden. Dazu müssen die Wurzeln ein bestimmtes Reifestadium erreicht haben. Die Wurzeln werden dann vom Feld ins Lagerhaus transportiert und aufbewahrt ($\leq 2^{\circ}\text{C}$) und während der darauffolgenden Periode (bis nächsten September) teilweise getrieben.

Während der Lagerzeit dürfen keine Verluste durch Rotte entstehen. Untersuchungen haben gezeigt, daß gut gereifte Wurzeln fast keine Ausfälle aufweisen während der Lagerzeit. Wenn der Reifezustand bei der Ernte schlecht ist, können Rotteverluste bis 100% auftreten, sogar bei Lagerung der Wurzeln bei Temperaturen um rund 0°C .

Ursache der mangelhaften Abreifung der Wurzeln ist meistens ein zu hohes Angebot von Bodenstickstoff während der Reifephase, meistens verursacht durch eine zu hohe Düngung mit organischen Düngemitteln.

Die Chicoreewurzeln werden getrieben in einer Klimakammer die ganz verdunkelt ist. Früher geschah das Treiben in Beeten im Boden und die Wurzeln wurden mit Erde zugedeckt.

Heutzutage findet das Treiben in aufgeschichteten Kästen in Wasserkultur statt. Dabei wird in einem Durchflusssystem Nährlösung entlang der Wurzeln geleitet. Die Wasser- und Lufttemperaturen werden getrennt reguliert. Innerhalb von 4 Wochen ist eine Triebperiode beendet.

Während und nach dem Treiben und zuletzt bei der Aufbewahrung des Frischproduktes können sich Qualitätsprobleme äußern. Während des Treibens sind es hauptsächlich Pilze, die die Qualität beeinflussen. In Abhängigkeit des Zeitpunktes des Befalls hat dies für den Produzenten zur Folge, daß er überhaupt keine Köpfe ernten kann, oder daß er Köpfe erntet ein einer niedrigen Qualitätsklasse. Bei der Ernte der Köpfe werden manchmal auch negative Qualitätsmerkmale beobachtet sowie Rotfärbung oder brauner Kern. Meistens treten diese Symptome auf, ohne daß eine Erklärung für die Ursache gegeben werden kann. Es ist oft schwer, eine Diagnose zu stellen.

In Frankreich und den Niederlanden hat man Untersuchungen gemacht, die braune Kernkrankheit zu bekämpfen. Dazu wurde ein Versuch gemacht, wobei die Wurzeln vor dem Treiben 24 Stunden in eine Kalziumchlorid oder Kalziumnitrat haltige Lösung getaucht wurden. (v. Kruistum 1988) Die Resultate stehen in Tabelle 2.

Tabelle 2. Ertrag an Chicoreeköpfen (kg per 100 Wurzeln) und Prozentsatz blanke Kerne (%) von Wurzeln getaucht (24 Std.) in eine Lösung von Leitungswasser, 20 g.l⁻¹ CaCl₂, oder 20 g.l⁻¹ Ca(NO₃)₂. Sorte: Flash; Durchmesser Wurzeln, 4-5 cm; 050288, PAGV-LeIystad. (v. Kruistum 1988)

Versuchsglied	Kopfertrag.		%	%
	kg. 100 W ⁻¹			
	KL.I	Gesamt	KL.I	blanke Kerne
Unbehandelt	13,4	19,3	69	32
Tauchen in:				
- Leitungswasser	10,1	14,4	70	34
- Kalziumchlorid	6,8	11,2	61	70
- Kalziumnitrat	2,6	8,3	31	85

Aus den Resultaten geht hervor, daß das Tauchen in einer Lösung mit 20 gl⁻¹ CaCl₂ oder Ca(NO₃)₂ gegenüber unbehandelt die braune Kernkrankheit mit rd. vierzig bis 50 Prozent zurückdrängt. Dabei gibt es aber sehr starke Ertragseinbußen, wobei der Effekt von Nitrat stärker ist als der von Chlorid. Auch der Einfluß von Nitrat auf die Qualitätsklasse ist stark negativ. Tauchen in Leitungswasser gibt auch schon eine Ertragsverminderung. Wahrscheinlich werden die Wurzeln während des Tauchens mehr oder weniger erstickt. In einem anderen Versuch (Schröen 1988) wurde festgestellt, daß die Ertragseinbußen bei den Köpfen und den Qualitätsklassen eingeschränkt werden können und nach dem Tauchen die Wurzeln 2 Wochen im Kühlhaus zu lagern und erst dann mit dem Treiben zu beginnen.

In Tab. 3 sind die Resultate angegeben von einem Versuch, wobei der Einfluß der Elemente Kali und Kalzium auf das Zurückdrängen der braunen Kernkrankheit untersucht worden ist.

Tabelle 3. Einfluss des Tauchens 24 Stunden vor dem Treiben in verschiedenen Lösungen auf den Kopfertrag (kg./100 W.) und Prozentsatz (%) blanke Kerne und Hohlheit. Sorte: Flash; Durchmesser Wurzeln, 4-5 cm; 190588, PAGV-LeIystad. (v. Kruistum 1988)

Versuchsglied	Kopfertrag (kg. /100 W.)		blanke Kern	Hohlheit
	KL.I	Gesamt		
Tauchen in:				
Leitungswasser	4,8	12,9	58	50
Kalziumnitrat	2,6	12,7	82	9
Kalinitrat	2,4	10,9	47	37

Aus diesen Resultaten (Tabelle 3) geht hervor, dass die Abnahme der braunen Kernkrankheit deutlich zurück zu führen ist auf den Einfluss des Kalzium-Ions. Das Kalzium spielt wahrscheinlich überhaupt eine wichtige Rolle im Bezug auf die Qualität bei Chicoree.

In der Saison 1985/1986 wurde in verschiedenen Gebieten ein bisher unbekanntes Qualitätsproblem bei Chicoree wahrgenommen. Beim, laut Vorschrift der Versteigerung, Konditionieren des Chicorees bei Temperaturen von 1 bis 4°C, entstanden beim Aufwärmen, z.B. im Laden, innerhalb des Kopfes eingefallene rotbraun gefärbte Flecken. Die Flecken sind stark begrenzt, und kommen vor auf der Aussenseite des Blattes innerhalb des Kopfes. Der gefärbte Teil liegt sehr oberflächlich, und die Haut kann mit einem Messer leicht abgezogen werden. Nach einer Untersuchung zeigte sich, dass diese "Beschädigung" auftrat in Abhängigkeit der Lagertemperatur und Lagerdauer. Bei einer Lagertemperatur von über 6°C trat kein Schaden auf. Bei Lagertemperaturen von 0-3°C und danach aufwärmen bis 15°C entstanden deutlich Schäden. Weil diese Beschädigung nur auftrat, wenn der Chicoree bei Temperaturen von 0-3°C gelagert wurde, hat dieses Qualitätsmerkmal den Namen: "Niedrige Temperaturfäule" bekommen (holl. = Lage temperatuur bederf).

In einem Versuch (v. Kruistum 1987) sind in 26 Betrieben Wurzelproben genommen worden. Bei diesen Wurzelproben sind alle Elemente analysiert worden. Drei Wochen später sind auf diesen Betrieben Proben von Chicoreeköpfen genommen, die danach 4 Tage bei 1°C gelagert wurden und danach bei rd. 9°C noch drei bis fünf Tage aufbewahrt wurden. Nach diesem Vorgang wurden die Chicoreeköpfe beurteilt auf das Vorkommen von rotbraunen Flecken wie oben beschrieben und danach analysiert auf Kali, Kalzium, Magnesium und Phosphor. Bei der ersten Beurteilung der Köpfe nach der Behandlung zeigte sich schon eine große Variation zwischen den Köpfen der verschiedenen Betriebe. Darum wurde eine Einteilung in Gruppen gemacht. Die Gruppen 1 bis 3 haben max. ein bis einzige Flecken auf zwei oder drei Blättern. Zu Gruppe 4 bis 6 gehören Köpfe, die drei oder mehrere Flecken auf wenigstens drei Blättern haben. Diese Resultate stehen in Tab. 4

Tabelle 4. Untersuchungen über das Vorkommen von niedriger Temperatur-Fäule (v. Kruistum 1987).

Gruppe	Zahl der Betriebe	Anteil befallener Köpfe %	Be schreibung des Befalls
1	5	0	kein
2	6	15	sehr leicht
3	3	45	leicht
4	4	53	mässig
5	5	69	schwer
6	2	81	sehr schwer

Aus dieser Tabelle 4 geht hervor, dass bei einer Toleranz von einem Anteil von 15% befallenen Köpfen nur 11 Betriebe Qualitätsklasse I liefern können. Neben dem Temperatureinfluss wurde nach einer Relation mit der chemischen Zusammensetzung der Wurzeln gesucht. Es zeigte sich eine zuverlässige Relation zwischen dem Auftreten von niedriger Temperatur-Fäule und dem K/Ca-Verhältnis (berechnet als K_2O/CaO , als Gewichtsprozentsatz in der Trockensubstanz der Wurzeln). Ein K/Ca-Verhältnis höher als 8 muss vermieden werden (Figur 1). Über diesem Wert gibt es fast keine Partei die frei ist von niedriger Temperatur Fäule . Das K/Ca-Verhältnis in den Köpfen hat kein Einfluss auf die niedrige Temperatur Fäule. Düngung während dem Treiben hat keinen Einfluß.

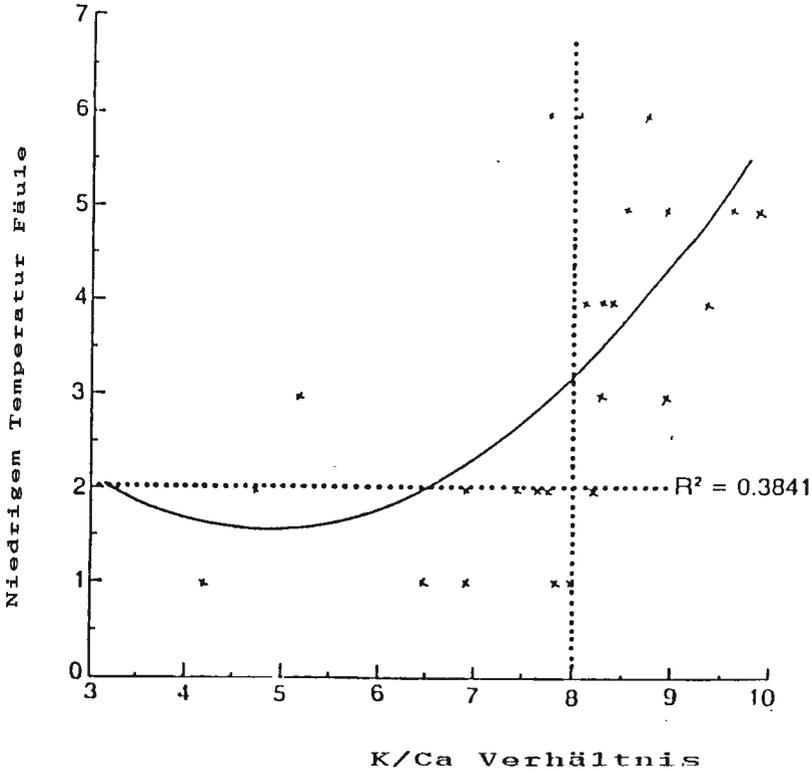
Weitere physiologische Abweichungen die die Qualität beeinflussen können sind:

- Schossneigung : Sellerie, Porree, Fenchel, Chinakohl, Rettich.
- Braunfärbung : Spargel, Chinakohl, Rosenkohl.
- Rotfärbung : Weisskohl, Chicoree.
- Weissfärbung : Spinat.
- Gelbe Blätter : Karotten, Rosenkohl.
- Nitratgehalt : Salat, Spinat, Rote Rüben usw.
- Wachstumsrisse : Karotten, Spargeln, Kohlrabi

Zur Lösung dieser und anderer Qualitätsprobleme mit physiologischem Hintergrund, sind mehr Kenntnisse nötig um die wahrgenommenen Fehlererscheinungen erklären zu können.

Der Produzent von Freilandgemüse muß eine gute, auf die speziellen Anbauprobleme gerichtete Beratung erhalten. Die Untersuchung, um eine derartige Beratung möglich zu machen, muß interdisziplinär angesetzt werden.

Die physiologische Reife eines Gewächses spielt eine wichtige Rolle bei der Auf-



Figur 1. Relation zwischen dem K/Ca-Quotient, gemessen in der Trockensubstanz der Wurzeln, und dem Auftreten von niedriger Temperatur-Fäule. Der Massstab für niedrige Temperatur Fäule ist 1 bis 6. Das Mass für ein Befall in Klassen 1 um 2 ist noch akzeptabel, im Klassen 3 bis 6 nicht mehr.

bewahrung oder Lagerung. Die Frage ist, ob es schon Kriterien gibt, um diese physiologische Reife für die verschiedene Gemüsearten zu messen.

C. Probleme und Wünsche für spezifische Produkteigenschaften

In dieser Gruppe sind einige Teilprobleme zusammengefaßt, die nicht direkt in die andere Gruppe eingeteilt werden können. Die Probleme sind meistens Kulturspezifisch. Es sind nicht nur Probleme, sondern auch Wünsche hinsichtlich der Qualität. So gibt es Aspekte in Bezug auf die Farbe im Innern und ausserhalb der Produkte, die Form, die Sortierung und Festigkeit, den Geschmack, die Faserigkeit und Konzistenz.

- Gerade in dieser Gruppe ist es notwendig, objektive Qualitätskriterien zu entwickeln,
- Der Vorzug des Konsumenten muss beachtet werden.
- Bei der Sortenprüfung muss mehr Acht auf den Geschmack gegeben werden statt auf die Produktivität als wichtigstes Kriterium.
- Um die gewünschten Sortierungs- und Grössenverhältnisse besser steuern zu können, sind mehr Kenntnisse über die Entwicklung der Gewächse notwendig.

Bei der Versuchsstation für den Acker- und Freilandgemüsebau werden seit einigen Jahren Wachstumskurven ermittelt für verschiedene Gemüsearten. Je nach Wachstumsdauer des Gewächses werden wöchentlich oder zweiwöchentlich Proben entnommen von ganzen Pflanzen. Diese werden aufgeteilt in Blatt, Rispe, Stengel, und Frucht und danach gewogen, getrocknet (70°C) und durch eine chemische Analyse werden die wichtigsten Elementen bestimmt. So kann die Entwicklung während des Wachstumsgut verfolgt werden. Die Ernteprodukte werden direkt vom Felde beurteilt auf Qualität und in Abhängigkeit der Gemüseart wird das Ernteprodukt gelagert oder konserviert und danach wieder auf Qualität beurteilt.

Die Gemüsearten die bis jetzt auf diese Weise untersucht worden sind, sind Eisalat (Slangen u. Titulaer 1988), Weisskohl (Titulaer e.a. 1989), Zwiebeln (Titulaer e.a. 1989), Chicoree (Spätjens e.a. 1988) und Einlegegurken (Slangen, Titulaer e.a. 1989). Von den Einlegegurken ist die Stickstoff-Aufnahmekurve dargestellt in Figur 2. Daraus ist zu sehen das die Stickstoffaufnahme und dadurch auch die Wachstumsentwicklung in drei Phasen auf zu teilen ist, nämlich

Phase I : Entwicklung Hauptstengel, Anfang Entwicklung Seitenstengel, Ernte 1-2. Gesamt N-Aufnahme $\pm 80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ Anfang Fruchtbildung.

Phase II : Weitere Entwicklung Seitenstengel, ständige Produktion von Früchten. Ernte 3-7 Gesamt N-Aufnahme bis $\pm 250 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Phase III : Anfang des Absterbens der Blätter Zurückgang der Fruchtproduktion. Ernte 8-9 Gesamt N-Aufnahme $\pm 230 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Während dieses Versuches wurde wöchentlich eine gleiche Menge Nährlösung über Tropfenbewässerung verabreicht. In Figur 2 ist dies dargestellt durch die gestrichelte Linie. Zusammen mit dem N_{min} -Gehalt beim Pflanztermin ($\pm 80 \text{ kg N ha}^{-1}$) war das N-Angebot in Übereinstimmung mit der Punkt-Strich-Linie .

Deutlich ist zu sehen, daß auf diese Weise in Phase I zuviel Stickstoff gegeben wurde und in Phase II zu wenig. In Phase III wurde wieder zuviel Stickstoff gegeben und das war die Ursache für einen hohen N_{min} -Restgehalt im Boden beim Abschluss des Anbaus.

Neben den hier oben genannten Faktoren, die die Qualität von Gemüse negativ beeinflussen können, gibt es noch Fragen über die richtige Aufbewahrungs- und Lagertechnik so wie:

- Was sind die optimalen Lagerungsbedingungen von Gemüse hinsichtlich der Temperatur, relativen Luftfeuchtigkeit und Zusammensetzung der Atmosphäre?
- Wie können diese Bedingungen wirtschaftlich realisiert werden?

Spezifische Probleme und Wünsche für die Produkteigenschaften sind:

1. Geschmack: u.a. bei Chicoree, Karotten, Sellerie, Rosenkohl, usw.
2. Form, Sortierung und Festigkeit: u.a. bei Chicoree, Karotten, Einlegegurken, Eissalat, Salat, Porree, Buschbohnen, usw.
3. Farbe: u.a. Zwiebeln, Karotten, Porree, Blumenkohl, Rhabarber, Blattfrüchte, usw.
4. Faserigkeit: u.a. bei Spargeln, Bleichsellerei, Broccoli, Kohlrabi, usw.
5. Härte und Konzistenz: u.a. Einlegegurken und Zwiebeln.

D. Negative Einflüsse von übrigen parasitären Befällen

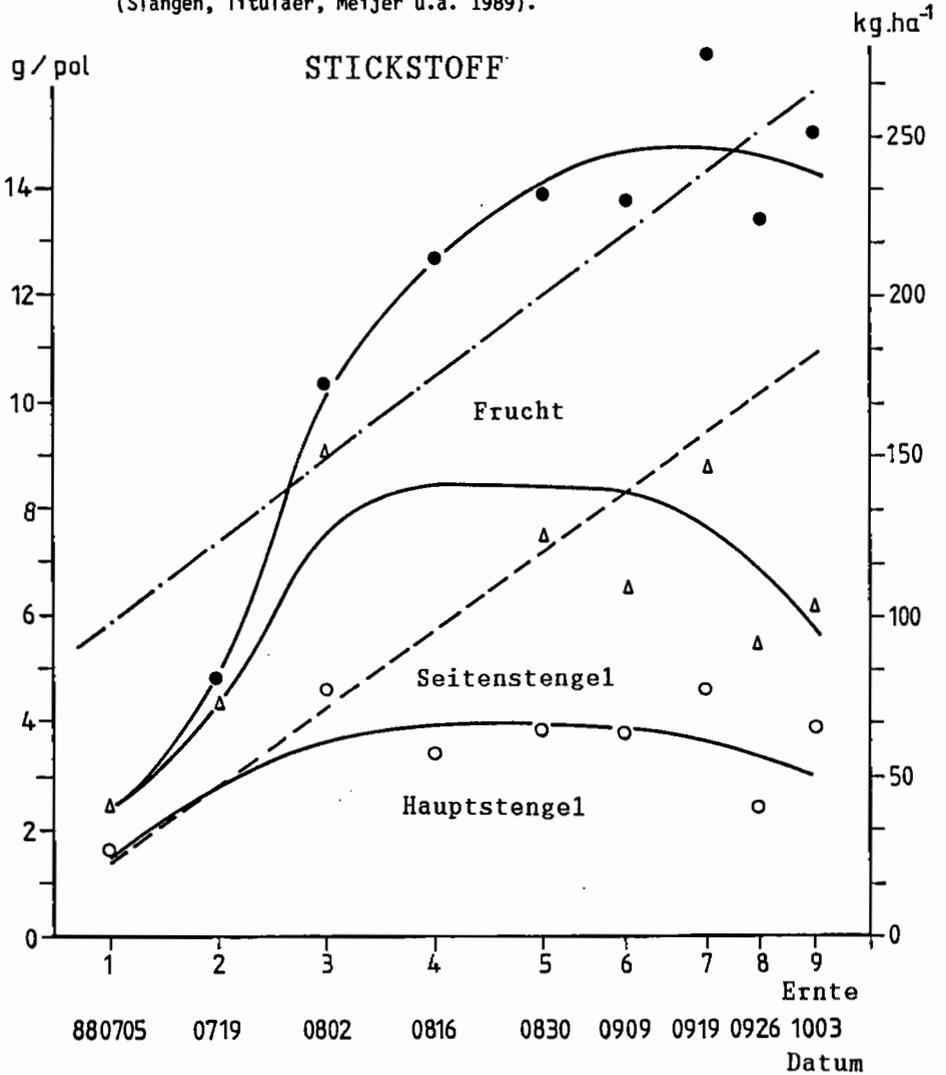
Außer Pilzen können auch Insekten, Bakterien, Viren, Nematoden, Schnecken und Mäuse verantwortlich sein für Qualitätsprobleme bei Freilandgemüsen. Auch Vögel können Probleme geben. Schäden durch Insekten sind meist zweierlei, durch die direkte Anwesenheit (Laus im Salat) und durch Saugschäden und Fraß. Bekämpfung von Insekten ist gut möglich, aber die Anforderungen, die hinsichtlich zur Umwelt eingeordnet werden und die Bemühungen um die Rückstandsgelalte zu erniedrigen, fordern eine weitere Forschung in dieser Richtung. Gute Resultate bei der Reduzierung des Mittelverbrauches sind erreicht worden bei der Bekämpfung der Karottenfliege. Durch eine Saatbehandlung ("coating") mit Chlorofenvinfos spp 25% wird nur $\pm 100 \text{ g ha}^{-1}$ Mittel gebraucht statt 16 kg ha^{-1} bei breitwürfiger Anwendung (Ester, Neuvel u. Wijnholds 1989). Gegen Bakterien- und Virenkrankheiten sind meistens keine guten Schutzmöglichkeiten vorhanden.

Figur 2. Stickstoff (g/Pflanze) kg. ha^{-1} aufgenommen durch Einlegegurken, unterteilt in Aufnahme durch: Stengel, Seiten-Stengel und Früchte, während der Wachstumsperiode. Feldversuch Horst 1988.

- - - N Düngung über Fertigation

- . - N Angebot Düngung + Nmin Gehalt

(Slangen, Titulaer, Meijer u.a. 1989).



Die Forschung wird sich in Zukunft richten auf die Untersuchung von möglichen Relationen zwischen Sortenunterschieden und Empfindlichkeit gegenüber Krankheiten- und Plagen. Die Resistenzzüchtung muss sehr stark intensiviert werden, speziell in Richtung der Resistenzzüchtung gegen Bakterienkrankheiten. Untersuchungen, um den Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln im Gemüsebau zu reduzieren, müssen eine hohe Priorität haben, damit Rückstände bis auf Null zurück gebracht werden.

Schlussfolgerungen

- Zur Lösung der Probleme werden neben einer hohen Anstrengung für die Forschung hinsichtlich der Bekämpfung der Ursachen der Probleme, auch hohe Ansprüche an die Forderungen, die gestellt werden um die Umwelt zu schützen. Speziell in den Fällen wo der Gebrauch von Pflanzenschutzmitteln verboten wird oder herabgesetzt werden muss, besteht Forschungsbedarf.
- Die Forschung in der Richtung von integrierten Anbau- und Betriebssystemen muss dazu stark gefördert werden.

Literatuur

- Ester, A. J. Neuvel und K.H. Wijnholds (1989) Gangen in peen: wortelvlieg of wortelmineervlieg. Gewasbescherming . Dossier 2, 21-23.
- Kruistum, G. van (1988) Bruine pit in witlof. Stand van het onderzoek. Groente en Fruit 70-71.
- Saane, J. van und G. van Kruistum (1987) Lage temperatuur bederf bij witlof. Groente en Fruit 70-71.
- Schroën, F. (1988) Persönliche Mitteilung.
- Slangen, J.H.G., H.H.H. Titulaer und C.A.E. Rijkers (1988) Landw. Forsch. Kongress Band VDLUFA Bonn 1988 im Druck.
- Slangen, J.H.G., H.H.H.; Titulaer, H. Meyer, e.a. (1989) Fertigatie augurken 1988, Veldproeven te Breda en Hordt, Intern Verslag PAGV p 43 Lelystad 1989.
- Spatjens, L.N. Mul, G. van Kruistum und A.L. Smit (1988) Groeianalyse van witlof en opzet van het simulatiemodel. Interne Mededeling nr. 526, PAGV p 168 Lelystad 1988.
- Titulaer, H.H.H. e.a. (1989) Die Nährstoff- Aufnahme durch Weisskohl. In Vorbereitung.
- Titulaer, H.H.H. e.a. (1989) Die Nährstoff- Aufnahme durch Zwiebeln. In Vorbereitung.

Einfluß der Sorte auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen in Gemüse

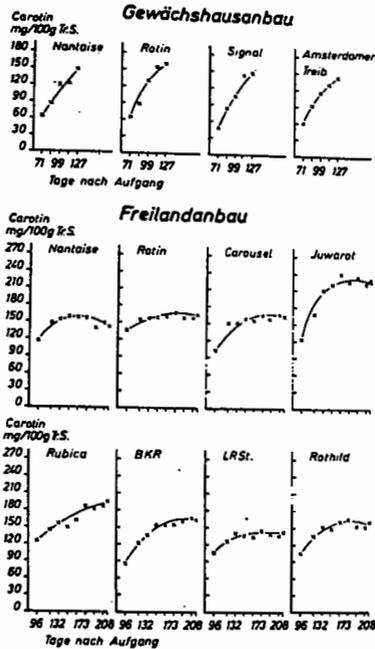
HABBen, J. und J.- P. Ohms, Bundessortenamt Hannover

Die Frage, in welchem Umfang der Gehalt an ernährungsphysiologisch wichtigen Inhaltsstoffen in Gemüse durch Sortenwahl beeinflußt werden kann, wird immer wieder diskutiert (FRITZ u. HABBen 1972, STEVENS 1974, MUNGER 1987). Nach FRITZ u. HABBen (1972) übt die Sorte den größten Einfluß auf die Qualität aus, gefolgt von Reifestadium (Erntetermin), ökologischen Faktoren (Licht, Temperatur, Boden), Anbautechnik (Standweite, Bewässerung, Pflanzenschutz) und Düngung (Menge, Nährstoffverhältnis, Nährstoffform, Termin). Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über den Einfluß der Sorte im Vergleich zum Einfluß anderer Faktoren auf die Qualität des Gemüses zeigen aber, daß diese Rangfolge nicht allgemeingültig ist. Die Möglichkeiten und Grenzen, die Qualität durch Sortenwahl zu beeinflussen, soll nachfolgend am Beispiel einiger Inhaltsstoffe aufgezeigt werden.

Carotin

Große Sortenunterschiede bestehen im Carotingehalt von Möhren (Abb. 1). Aus der Abbildung ist zu erkennen, daß neben der Sorte der Erntezeitpunkt einen starken Einfluß auf den Carotingehalt ausübt, wobei der Carotingehalt umso höher ist, je später geerntet wird. Neuere Sorten enthalten mehr Carotin als alte Sorten, die in der Regel ein großes helles Herz aufweisen, während dieses bei den modernen Sorten rot durchgefärbt ist. Durch das Zuchtziel, die Herzfarbe zu verbessern, wurde auch der Carotingehalt deutlich erhöht. Sorten mit schlecht durchgefärbtem Herzen sind heute - zumindest im Erwerbsanbau - kaum noch im Handel.

Abb. 1: Einfluß der Sorte und des Erntetermins auf den Carotiningehalt von Möhren (nach FRITZ u. HABBen 1977).



Die Möglichkeiten, den Carotiningehalt von Möhren durch Züchtung zu verbessern, sind aber noch nicht ausgeschöpft. In den USA wurden kürzlich mit 'Beta III' und 'HCM' Sorten gezüchtet, die den Carotiningehalt der derzeit angebaute Sorten übertreffen sollen (SIMON 1987).

Bei Spinat scheinen die Sortenunterschiede im Carotiningehalt geringer zu sein. BEHR (1988) fand in 8 frühen und 5 späten Sorten jeweils nur eine Sorte, die

deutlich weniger Carotin enthielt. Den größten Einfluß auf den Carotingehalt in Spinat übten Witterung und Erntezeitpunkt aus.

Im Gegensatz zu Möhren und Spinat enthalten Tomaten mit durchschnittlich 0,4 mg pro 100 g Frischsubstanz nur geringe Mengen an Carotin. Das vorherrschende Carotinoid der Tomate ist das Lycopin, das die rote Farbe der Tomatenfrucht bedingt, aber keine Provitamin A-Aktivität aufweist. In den USA ist es gelungen, mit 'Caro-Rich' und 'Caro-Red' Sorten zu züchten, deren Carotingehalt 8- bis 10mal höher ist als der anderer Sorten. Diese Sorten haben sich aber nicht durchsetzen können, da sie orangefarbene Früchte haben, der Verbraucher aber rote Tomaten bevorzugt (TIGCHELAAR 1987).

Vitamin C

Der Vitamin C-Gehalt von Tomaten variiert unter dem Einfluß von Sorte und Umwelt in weiten Grenzen. In Untersuchungen von FRITZ et al. (1976) mit 31 Sorten deutscher, ungarischer, bulgarischer, französischer und nordamerikanischer Herkunft lag der Vitamin C-Gehalt zwischen 15 und 37 mg/100g Frischsubstanz. Da die Sorten aber in verschiedenen Jahren und unter unterschiedlichen Bedingungen (Freiland- und Gewächshausanbau) angebaut sowie zu verschiedenen Zeitpunkten geerntet wurden, läßt sich nicht abschätzen, welchen Anteil die Sorten an der Variation hatten. In neueren deutschen und niederländischen Sorten, die unter gleichen Bedingungen angebaut und geerntet wurden, waren die Unterschiede im Gehalt an Vitamin C gering (HEINE und OHMS 1989). Lediglich Sorten aus der Gruppe der kleinfrüchtigen sog. Kirschtomaten enthielten signifikant mehr Vitamin C. Die Möglichkeiten, den Vitamin C-Gehalt in Tomaten durch Züchtung zu erhöhen,

sind begrenzt, da hoher Vitamin C-Gehalt mit Kleinfrüchtigkeit gekoppelt ist. Von einer Sorte ('Double-riech') ist bekannt, daß bei ihr gezielt auf hohen Vitamin C-Gehalt gezüchtet worden ist. Obwohl sie durchschnittlich doppelt soviel Vitamin C enthält wie andere Sorten, hat sie sich wegen anderer Nachteile nicht durchsetzen können (TIGCHELAAR 1987).

Organische Säuren

Der Einfluß der Sorte auf den Gehalt an organischen Säuren soll am Beispiel der Oxalsäure in Rhabarber und Spinat dargestellt werden. Rhabarber gehört zu den Polygonaceen, Spinat zu den Chenopodiaceen, Familien die bekanntlich sehr hohe Mengen an ernährungsphysiologisch unerwünschten Oxalaten speichern können.

In Untersuchungen von LIBERT und CREED (1985), die 78 zum gleichen Termin geerntete Rhabarbersorten analysierten, variierte der Oxalatgehalt von 3,35 % bis 9,48 % bezogen auf die Trockensubstanz. Die Verteilung der Oxalatgehalte zeigt Tab. 1.

Tabelle 1: Verteilung der Oxalatgehalte in 78 Rhabarbersorten (nach LIBERT und CREED, 1985)

Oxalatgehalt % in TS	Zahl der Sorten
< 4	6
4 - 4,9	16
6 - 5,9	31
7 - 6,9	7
8 - 7,9	12
9 - 8,9	2
> 9	4

Der Oxalsäuregehalt von Rhabarber wird danach sehr stark durch die Sorte beeinflusst.

Anders liegen die Verhältnisse bei Spinat (BEHR 1988, v. SENGBUSCH et al. 1965). In Untersuchungen von BEHR (1988) mit 13 Spinatsorten bestanden zwar signifikante Sortenunterschiede, der Einfluß des Jahres und des Erntezeitpunkts war aber wesentlich größer als der der Sorten. Bei Roten Beten ist der Sorteneinfluß etwa so groß wie der Jahreseinfluß (GARTE, HABBEN u. WEDLER 1989).

Nitrat

Der Nitratgehalt wird in starkem Maße durch die Stickstoffversorgung und das Lichtangebot beeinflusst. Der Einfluß der Sorte scheint je nach Gemüseart unterschiedlich zu sein. Bei Spinat ist der Sorteneinfluß gering (BEHR 1988, NES, v. u. GROENWOLD 1989). Es ist jedoch eine Sorte gezüchtet worden, die im Frühjahrsanbau weniger Nitrat enthält, wenn sie später geerntet wird als andere Sorten. Die späte Ernte ist bei dieser Sorte deshalb möglich, da sie später als andere Sorten in die generative Phase übergeht. Der geringere Nitratgehalt bei späterer Ernte dürfte primär vor allem durch das größere Lichtangebot bedingt sein. Bei Salat im Anbau unter Glas konnten dagegen große Sortenunterschiede unabhängig vom Erntezeitpunkt nachgewiesen werden (BEHR 1988). Bei Roten Beten enthalten Sorten mit weißer und gelber Rübenfarbe, deren Bedeutung hier allerdings gering ist, deutlich weniger Nitrat als Sorten mit roter Rübenfarbe. Aber auch in der Gruppe der Sorten mit roter Rübenfarbe gibt es signifikante Sortenunterschiede (GARTE, HABBEN u. WEDLER 1989).

Schlußbemerkungen

Die Beispiele lassen erkennen, daß der Einfluß der Sorte auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen je nach Inhaltsstoff und bei gleichem Inhaltsstoff je nach Gemüseart sehr unterschiedlich sein kann. Eine allgemeingültige Aussage über die Bedeutung der Sorte im Vergleich zu der anderer Faktoren läßt sich deshalb nicht machen.

In den meisten Untersuchungen wurden derzeit verbreitet angebaute Sorten analysiert. Würden man das gesamte vorhandene genetische Material untersuchen, wären die Sortenunterschiede sicher noch größer. Dies wäre auch der Fall, wenn gezielt auf den Gehalt an Inhaltsstoffen gezüchtet würde, was bisher nur in wenigen Fällen geschehen ist.

Häufig wird die Forderung gestellt, in den Qualitätsnormen der EWG auch die innere Qualität stärker zu berücksichtigen und in die höchste Güteklasse nur Sorten aufzunehmen, die einen hohen Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen aufweisen. Dem steht entgegen, daß der Einfluß von Witterung, Reifestadium und Behandlung nach der Ernte oft größer ist als der der Sorte. Hinzu kommen praktische Schwierigkeiten: In der Sortenliste des Bundessortenamtes sind derzeit über 500 und im Sortenkatalog der EWG 1989 rund 7.250 Gemüsesorten (z.B. 975 Tomatensorten, 684 Buschbohnsorten, 661 Salatsorten, 355 Weißkohlsorten) eingetragen. Eine großer Teil dieser Sorten ist auch in der Bundesrepublik Deutschland im Handel. Anders als bei landwirtschaftlichen Arten ist bei Gemüse aufgrund von Vorschriften der EWG eine Wertprüfung keine Voraussetzung

für die Sortenzulassung. Über den Wert der Sorten einschl. ihres Gehaltes an Inhaltsstoffen liegen deshalb wenig objektive Prüfungsergebnisse vor. Auch wenn der Gehalt an Inhaltsstoffen bekannt und eine Zuordnung bestimmter Sorten in die höchste Güteklasse obligatorisch wäre, dürfte eine Kontrolle kaum möglich sein, denn Gemüsesorten sehen sich oft so ähnlich, daß sie am geernteten Produkt in der Regel nicht zu unterscheiden sind. Zudem ist bekannt, daß der Gehalt an Inhaltsstoffen auf dem Wege vom Erzeuger zum Verbraucher abnimmt. Es fehlen dem Handel Schnellmethoden, mit denen die aktuelle Qualität gemessen werden könnte.

Wenn es auch nicht praktikabel erscheint, derzeit Inhaltsstoffe in die EWG-Qualitätsnormen aufzunehmen, ist aber sinnvoll, ernährungsphysiologisch wertvolle Sorten im Anbau zu bevorzugen und im Vertragsanbau vorzuschreiben, sofern diese Sorten auch andere Vorzüge wie z.B. Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge aufweisen.

Die Kenntnisse über den Gehalt an ernährungsphysiologisch wichtigen Inhaltsstoffen in Gemüsesorten und ihre Variation unter dem Einfluß anderer Faktoren sind noch sehr lückenhaft. Bei vielen Gemüsearten liegen nur Ergebnisse über Sortenunterschiede bei einem oder wenigen Inhaltsstoffen vor. Um Sortenempfehlungen geben zu können, ist es notwendig, daß weitere ernährungsphysiologisch wichtige Inhaltsstoffe in Sorten systematisch geprüft werden, wobei auch der Einfluß von Jahreszeit, Witterung, Boden, Reifestadium, Anbautechnik und deren Wechselwirkung mit dem Sorteneffekt zu berücksichtigen ist.

Zusammenfassung

Anhand von Beispielen wurde dargestellt, welchen Einfluß die Sorte auf den Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen ausübt. Große Sortenunterschiede bestehen im Carotingehalt von Möhren, während sich Spinatsorten im Carotingehalt weniger unterscheiden. Bei Tomaten enthalten kleinfrüchtige Sorten deutlich mehr Vitamin C als andere; wie stark die Variation der Sorten mit mittelgroßen und großen Früchten sorten- und umweltabhängig ist, bedarf weiterer Untersuchungen.

Der Gehalt an Oxalsäure in Rhabarber wird sehr stark durch die Sorte beeinflusst. Bei Spinat bestehen ebenfalls signifikante Sortenunterschiede, doch ist der Einfluß des Jahres und des Erntezeitpunktes weit größer als der der Sorte.

Der Nitratgehalt in Spinat kann derzeit durch Sortenwahl nur wenig beeinflusst werden, während es bei Salat für den Anbau unter Glas Sorten gibt, die deutlich weniger Nitrat speichern. Bei Roten Beten enthalten Sorten mit weißer und gelber Rübenfarbe weniger Nitrat als andere Sorten.

Den Gehalt an qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen in Gemüsesorten zum Bestandteil der Qualitätsnormen der EWG zu machen, erscheint bei dem großen Sortenangebot, den lückenhaften Kenntnissen über den Gehalt an Inhaltsstoffen, der starken Variation durch Umweltfaktoren und den Veränderungen nach der Ernte nicht sinnvoll.

Literatur

- BEHR, U., 1988: Sortenvergleich zum Gehalt an Nitrat und anderen qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen in Kopfsalat (*Lactuca sativa* L. var. capitata L.) und Spinat (*Spinacia oleracea* L.). Diss. Universität Hannover.
- FRITZ, D. u. J. HABBEN, 1972: Schwankungen der Inhaltsstoffe einiger Gemüsearten und ihre Ursachen. Kurze Mitteilung auf dem Weltdüngerkongress 1972 in Baden bei Wien.
- FRITZ, D., J. HABBEN, B. REUFF u. F. VENTER, 1976: Die Variabilität einiger qualitätsbestimmender Inhaltsstoffe von Tomaten. Gartenbauwissenschaft 41, 104-109.
- FRITZ, D. u. J. HABBEN, 1977: Einfluß des Erntezeitpunktes auf die Qualität verschiedener Möhrensorten. Gartenbauwissenschaft 42, 185-190.
- GARTE, L., J. HABBEN u. A. WEDLER, 1989: Der Einfluß von Sorte und Umwelt auf Inhaltsstoffe in Roten Beten. Referat auf der 26. Wiss. Arbeitstagung der Deutschen Gartenbauwiss. Gesellschaft, 1.-4.3.1989, Geisenheim.
- HEINE, H. u. J.-P. OHMS 1989: Sorten- und Umwelteinflüsse auf die Qualität von Tomaten. Vortrag bei der XXIV. Vortragstagung der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) DGQ eV, 13./14.3.1989, Ahrensburg.
- LIBERT, B. u. C. CREED, 1985: Oxalate content of seventy-eight rhubarb cultivars and its relation to some other characters. Journal of Horticultural Science 60 (2), 257-261.

- MUNGER, H.M., 1987: Adaption and breeding of vegetable crops for improved human nutrition. In: QUEBEDEAUX, B. u. BLISS F.A. (Hrsg.): Horticulture and Human Health. Proceedings of the 1st International Symposium on Horticulture and Human Health, Arlington, Va., USA, 12.-15.04.1987. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 177 - 184.
- NES, van M. u. R. GROENWOLD, 1989: Op korte termijn geen rassen mit laag nitraatgehalte. Groenten en Fruit 44 (34), 42-43.
- SENGBUSCH, v. R., I. SÜCKER u. S. HANDKE, 1965: Untersuchungen über den Gehalt an Oxalsäure in Spinat (*Spinacia oleracea*) als Grundlage für die züchterische Bearbeitung dieses Merkmals. Züchter 35, 90-98.
- SIMON, P.W., 1987: Genetic improvement of carrots for meeting human nutritional needs. In: QUEBEDEAUX, B. u. BLISS F.A. (Hrsg.): Horticulture and Human Health. Proceedings of the 1st International Symposium on Horticulture and Human Health, Arlington, Va., USA, 12.-15.04.1987. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 208-214.
- STEVENS, M.A., 1974: Varietal influences on nutritional value. In: P.L. WHITE u. N. SELVEY (Hrsg.): Nutritional qualities of fresh fruits and vegetables. Futura Publ. Mt. Kisco, N.Y., 87 - 110.
- TIGCHELAAR, E.C., 1987: Genetic improvement of tomato nutritional quality. In: QUEBEDEAUX, B. u. BLISS F.A. (Hrsg.): Horticulture and Human Health. Proceedings of the 1st International Symposium on Horticulture and Human Health. Arlington, Va., USA, 12.-15.04.1987. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 185-190.

ZÜCHTUNG AUF NITRATARMUT

- EIN BEITRAG ZUR VERBESSERUNG DER QUALITÄT VON GEMÜSE

H. Junge & S. Handke

Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche Pflanzenzüchtung
Bornkampsweg 31
D-2070 Ahrensburg

Zuchtziel 'Nitratarmut'

Die Aufgabe, Gemüsesorten mit verringerten Nitratgehalten zu entwickeln, stellt sich dem Pflanzenzüchter erst seit wenigen Jahren [JUNGE & HANDKE, 1986].

Den allgemeinen Hintergrund für diese Zielsetzung bilden gesundheitspolitische Überlegungen, Belastungen der Nahrung mit Schadstoffen möglichst gering zu halten (Schema 1). Zusätzlich existieren jedoch mittlerweile Festsetzungen von Grenzwerten¹ für Nitratgehalte in bestimmten Blatt- und Wurzelgemüsearten, die von verschiedenen Ländern - neben der bekannteren Trinkwasserverordnung - zur Minimierung des Nitratrisikos für den Menschen erlassen wurden. Für die Zukunft angestrebt wird eine allgemeine Obergrenze von $\leq 2500 \text{ mg NO}_3^-/\text{kg}$ Frischmasse [VW DIEST, 1986]. Die gesetzgeberischen Vorgaben werden dadurch verständlich, daß bis zu 70% der täglich vom Menschen aufgenommenen Nitratmengen aus dem Gemüseverzehr stammen können [TREMPE, 1980]. Die Regelungen betreffen dabei solche Gemüsearten, die Pflanzenfamilien mit Neigung zu besonders hoher Nitratakkumulation angehören. Hierzu zählen beispielsweise Asteraceen (Kopfsalat, Endivien), Brassicaceen (Radies) oder Chenopodiaceen (Spinat, Rote Rüben) [VENTER, 1984].

Auf die Forderungen nach niedrigen Nitratgehalten in Gemüseprodukten - sei es seitens des Gesetzgebers oder aufgrund eines gestiegenen Qualitätsbewußtseins der Verbraucher - hat primär der Anbauer zu reagieren und zielgerecht zu handeln. Den grundlegenden Ansatz für die Verminderung der Nitratgehalte bilden daher pflanzenbauliche Maßnahmen. Wie nachfolgend dargelegt wird, lassen sich jedoch aus Kulturempfehlungen allein keine gesicherten Erfolgsgarantien für ausreichend niedrige Nitratwerte ableiten.

Unserer Meinung nach sollten deshalb pflanzenzüchterische Strategien das Konzept zur Erzeugung von nitratarmem Gemüse unterstützen.

¹ In der BRD wurden bislang lediglich Richtwertempfehlungen herausgegeben [ANONYM, 1986].

Einflußgrößen auf den Nitratgehalt in Pflanzen

Während der Produktionsphase kann prinzipiell eine Senkung der Nitratgehalte von Gemüseerzeugnissen durch Anwendung optimaler Kulturmaßnahmen (vor der Ernte) bzw. geeigneter Erntebedingungen in Angriff genommen werden². Die in Schema 2 summarisch dargebotenen Wahlmöglichkeiten stellen jedoch keine Patentlösungen dar: In ihnen spiegelt sich vielmehr der Einfluß mannigfaltiger Faktoren auf das Merkmal "Nitratgehalt von pflanzlichem Gewebe" wieder (Schema 3). Nur sehr günstige Kombinationen dieser Größen können zu den gewünschten, niedrigen Nitratwerten führen. [Übersichten s. z.B. CORRÉ & BREIMER, 1979; VAN DIEST, 1986].

Der "Nitratgehalt" stellt demnach keinen konstanten, kalkulierbaren Wert dar. Er unterliegt vielmehr - in Abhängigkeit von Spezies und Genotyp - dem Wechselspiel zwischen Nährstoffaufnahme und Stickstoffbedarf des Individuums, zwischen N-Metabolismus und Zwischenspeicherung (Akkumulation) im Gewebe. So erklären sich die großen Schwankungsbreiten, die für die einzelnen Gemüsearten in der (umfangreichen) Literatur angegeben werden [vergi. z.B. CORRÉ & BREIMER, 1979; ROORDA VAN EYSINGA, 1984; VLASSAK et al., 1987]. Auch die Konzentrationsabstufungen an Nitrat in den verschiedenen Pflanzenteilen, mit hohen Werten in Aufnahme- und Transportorganen (Wurzeln, Stielen, Blattrippen) bzw. geringen Gehalten in Blattspreiten oder Früchten, beruhen auf diesen Mechanismen.

In der Regel bildet ein großes, pflanzenverfügbares Stickstoffangebot die zentrale Vorbedingung für hohe Akkumulationsraten. Der Einfluß der N-Versorgung wird allerdings durch weitere Variablen, insbesondere Klimabedingungen und Parameter, die mit dem Entwicklungszustand der Pflanzen verknüpft sind, (oft unberechenbar) modifiziert. Die stärkste Wirkung auf physiologische Regulierungsvorgänge scheint die aktuelle Lichtmenge auszuüben, dh. hohe Strahlungsintensitäten fördern den Umsatz von Nitrat, Lichtmangel begünstigt die Speicherung und kann über den Einfluß der N-Düngung dominieren [BEHR, 1988; STEINGRÖVER, 1986]. Für die Erstellung eines umfassenden Gesamtbildes, das auch andere Einflußgrößen (wie z.B. Temperatur, Wurzelmasse, Nitratreduktase-Aktivität etc.) einbezieht, bestehen noch erhebliche Wissenslücken [LAMBERS et al., 1986; ULLRICH et al., 1987].

Die Schwierigkeiten, Gemüsequalitäten mit gesichert niedrigen Nitratgehalten zu erzeugen, können daher nicht verwundern. Grundlage der Produktion wird zwar immer die Anwendung einer angepassten, maßvollen N-Düngung³ und die Vermeidung lichtarmer Kultur- bzw. Ernteperioden bleiben müssen [WEHRMANN & SCHARPF, 1988]. Klimaverhältnisse, ebenso der verfügbare N-Gehalt des Bodens

² Möglichkeiten, Nitratgehalte nach der Ernte z.B. durch Putzen, Blanchieren etc. zu mindern, sollen hier nur erwähnt werden.

³ Dies ist vor allem aus Gründen des Grundwasserschutzes zur Vermeidung von Nitratreinträgen erforderlich.

lassen sich jedoch nicht genau genug vorhersagen. Anzumerken bleibt ferner, daß eine suboptimale Stickstoffernährung von Gemüsekulturen zwar zu niedrigeren Nitratgehalten führen kann, aber auch mit Ertragseinbußen und Qualitätsminderungen verknüpft ist [VAN DER BOON et al., 1986]. Es erscheint daher sinnvoller, das Konzept zur Produktion nitratarmer Gemüses zu erweitern, dh. neben äußeren Faktoren zusätzlich das genetische Potential der Pflanzen zu berücksichtigen und zu nutzen.

Entwicklung nitratarmer Varianten als züchterische Aufgabe

In *Schema 4* sind allgemeine Vorbedingungen für eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung des quantitativen Merkmals "Nitratakkumulation" wiedergegeben: Variabilität, Heritabilität, Selektionskriterien.

Genetische Unterschiede

Die Hoffnung, genetische Eigenschaften für die Erzeugung nitratarmer Gemüsequalitäten nutzen zu können, konnte sich zunächst auf die Ergebnisse von Sortenversuchen stützen. Über gesicherte Unterschiede in der Nitratspeicherung von Sorten wurde vor allem bei Salat [BLOM-ZANDSTRA & EENINK, 1986; REININK et al., 1987; BEHR, 1988; REININK, 1988] (vergl. *Abbildung 1*) und bei Radies [JUNGE & HANDKE, 1983, 1986; NIEUWHOFF & GIEZEN, 1986; NIEUWHOF et al., 1988] berichtet. Zu bemerken bleibt allerdings, daß der Begriff "Sortenunterschied" hier im allgemeinen (nur) die Beibehaltung einer bestimmten Rangfolge bedeutet, ohne daß daraus die genaue Höhe der Nitratgehalte der einzelnen Sorte vorausgesagt werden kann. Ebenfalls erwähnt werden muß, daß Innerhalb von Populationen (Sorten) selbst erhebliche Spannweiten im Nitratgehalt der Individuen anzutreffen sind [JUNGE & HANDKE, 1986; NIEUWHOFF et al., 1988]. Diese Beobachtungen mögen zusammengenommen die Erklärung dafür bieten, daß die Bewertung sortenspezifischer Nitratgehalte bei bestimmten Gemüsekulturen auf unterschiedliche Auffassungen trifft (z.B. bei Spinat [BEHR, 1988; HANDKE & JUNGE, 1983]) oder wie etwa bei Roten Rüben für äußerst schwierig, wenn nicht für unmöglich gehalten wird [WONNEBERGER & WEDLER, 1988]. Als Verursacher der Variabilität dürften die schon erwähnten Wechselwirkungen verschiedener äußerer Einflüsse auf die Nitratakkumulation in Betracht kommen - in Kombination mit der für die Züchtung zu nutzenden genetischen Bandbreite.

Die genauen genetischen Faktoren für das unterschiedliche Verhalten der Sorten bleiben allerdings beim heutigen Erkenntnisstand noch weitgehend unklar; die Speicherung von Nitrat wird wahrscheinlich durch einen polygenen Merkmalskomplex bestimmt [REININK & GROENWOLD, 1987]. Denkbar ist zum einen die Auswirkung morphologischer Merkmale, wie z.B. variierende Blattflächen- oder Rippenanteile [VENTER, 1982]. (Bereits praktisch genutzt für die Sortenzüchtung wurden Unterschiede im Wachstumsverhalten von Spinatmutanten [HANDKE, 1984],

s. weiter unten). Andererseits sollten physiologische Faktoren sich sortentypisch auswirken, z.B. Photosynthese- oder Nitratreduktase-Aktivitäten [REININK, 1988]. Entscheidend für Züchtungserfolge wird letztlich die ausreichende Heritabilität des Merkmals "geringe/hohe Nitratakkumulation" sein, dh. die Variabilität der Nitratgehalte innerhalb von Populationen sollte weniger durch Umwelteinflüsse als durch die genetische Komponente verursacht sein.

Selektionskriterien

Bis zum Vorliegen genauerer Kenntnisse der genetischen Hintergründe, die bei Sorten bzw. Individuen zu niedrigen oder hohen Nitratgehalten führen, läßt sich eine Auslese auf das Züchtungsziel "Nitratarmut" noch nicht mit Hilfe spezifischer Merkmalsausprägungen vornehmen [REININK, 1988].

Rahmenbedingungen für die Selektion werden in Schema 5 vorgeschlagen. Die Strategien erwachsen den Anforderungen nach möglichst schnellen und effektiven Ausleseschritten - mittels Untersuchungsmethoden, bei denen lebensfähige Pflanzen für die anschließenden Kreuzungs- bzw. Vermehrungsschritte erhalten bleiben müssen. Das Stadium der Testung sollte so gewählt werden, daß es eine Prognose für den Nitratgehalt der Zuchtobjekte im vermarktungsfähigen Zustand zuläßt. Aus dem zuletzt angeführten Grund bereiten geeignete Frühselektionsverfahren, bei denen z.B. vom Nitratgehalt von Sämlingen auf das erntereife Produkt geschlossen werden muß, noch große Schwierigkeiten. Gesicherte Beziehungen zwischen der durchschnittlichen Nitratakkumulation von Jungpflanzen und ausgewachsenen Pflanzen (Köpfen) fanden sich bislang nur bei verschiedenen Salattypen [BEHR, 1988; REININK, 1988] und wurden in Züchtungskonzepte übernommen [REININK, 1988].

Züchtung auf Nitratarmut - Beispiele

Spinat

Bei Spinat sind noch keine Ergebnisse einer *gezielten* Auslese auf geringe Nitratgehalte bekannt geworden. Dennoch existiert aufgrund von Züchtungsarbeiten der BFA Ahrensburg die Sorte 'LAVEWA' (van Waveren), die zu bestimmten Anbauzeiten niedrigere Nitratwerte erreichen kann als andere Vergleichssorten [HANDKE, 1980, 1984]. Ursache scheint das verlängerte vegetative Wachstum diese Spinattyps zu sein, wodurch das N-Angebot des Bodens besser ausgenutzt und in den Pflanzen gespeichertes Nitrat abgebaut wird (Tabelle 1). Da sich der Sortenvorteil nicht in allen Anbauphasen (z.B. im Herbst) nutzen läßt, wird eine weitere züchterische Verbesserung des Materials zur Senkung der Nitratgehalte angestrebt.

Salat

Große züchterische Anstrengungen zur Senkung der Nitratgehalte von Salat wurden wegen der großen ökonomischen Bedeutung der Kultur im Unterglasanbau in den Niederlanden unternommen [REININK & GROENWOLD, 1987; REININK, 1988]. Die Ergebnisse von Sortenversuchen und von Nachkommenschaftsprüfungen aus der Kreuzung geeigneter, nitratärmerer Linien (*Abbildung 2*) - mit befriedigenden Heritabilitäten - zeichnen günstige Perspektiven für den erfolgreichen Fortgang der Arbeiten.

Radies

Sowohl in den Niederlanden als auch an der BFA Ahrensburg wurde für den winterlichen Unterglasanbau mit Untersuchungen an Radies zur Senkung der zeitweise extrem hohen Nitratgehalte begonnen [JUNGE & HANDKE, 1986; NIEUWHOF & GIEZEN, 1988]. Beide Arbeitsgruppen verwenden selektierte Einzelpflanzen aus der relativ nitratarmen Sorte 'BOY' nach Analysen an halbierten Knollen als Ausgangsmaterial für die Züchtung. Das genetische Potential in Radies wurde trotz starker Umwelteinflüsse als brauchbar beurteilt. Während das niederländische Projekt inzwischen mit der Abgabe von Basismaterial an private Zuchtbetriebe vor dem Abschluß steht [IVT (1988)], werden die züchterischen Möglichkeiten in Ahrensburg unter Einbeziehung weiterer Qualitätskriterien fortgesetzt. Um den Modellcharakter des Vorhabens zu betonen, werden an der BFA nicht nur Selektionen auf niedrige Nitratgehalte weiter verfolgt, sondern auch Individuen mit sehr hohen Nitratwerten in die Vermehrungszyklen einbezogen. In *Tabelle 2* und *Abbildung 3* sind Ergebnisse der ersten Prüfung von Nachkommenschaften nach Selbstung (I_1) bzw. Familienbestäubung (A_1) nitratarmer oder nitratreicher Radies-Einzelpflanzen wiedergegeben. Den Darstellungen ist zu entnehmen, daß einige der selektierte Populationen sich in der Verteilung der Nitratgehalte deutlich von der Ausgangssorte 'BOY' unterscheiden und damit die Richtung des Ausleseverfahrens auf niedrigere bzw. höhere Nitratwerte wiedergeben.

Schlußbemerkungen

Auf dem Wege zum Zuchtziel "Nitratarmut" bei Gemüse liegen viele Stolpersteine in Form störender Einflußfaktoren auf die Nitratakkumulation, die eine sichere Beurteilung von Versuchsergebnissen behindern und die rasche Bewertung des Pflanzenmaterials erschweren. Die bisher vorliegenden positiven Resultate sollten jedoch Anlaß sein, diese Strategie als Beitrag zur Qualitätssteigerung pflanzlicher Nahrungsmittel weiter zu verfolgen.

Literatur

- ANONYM (1986); Richtwerte '86 für Nitrat in Gemüse. Ergänzung zur Veröffentlichung von Richtwerten. (BGBl. 29(5), 22-23)
- BEHR, U. (1988); Sortenvergleich zum Gehalt an Nitrat und anderen qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen in Kopfsalat (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) und Spinat (*Spinacia oleracea* L.); Dissertation, Universität Hannover
- BLOOM-ZANDSTRA, M. & EENINK, A.H. (1986); Nitrate content and reduction in different genotypes of lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111, 908-911
- BOON VAN DER, J., PIETERS, J.H., SLANGEN, J.H.G. & TITULAER, H.H.H. (1986); The effect of nitrogen fertilization on nitrate accumulation and yield of some field vegetables. In: Fundamental, ecological and agricultural aspects of nitrogen metabolism in higher plants (LAMBERS, H., NEETESON, J.J. & STULEN, I., eds.), pp. 489-492. M. Nijhof Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster
- CORRÉ, W.J. & BREIMER, T. (1979); Nitrate and nitrite in vegetables. Pudoc Wageningen, Niederlande
- DIEST VAN, A. (1986); Means of preventing nitrate accumulation in vegetable and pasture plants. In: Fundamental, ecological and agricultural aspects of nitrogen metabolism in higher plants (LAMBERS, H., NEETESON, J.J. & STULEN, I., eds.), pp. 455-471; M. Nijhof Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster
- HANDKE, S. (1980); A mutant with a very long lasting vegetative phase in spinach. EUCARPIA Meeting on Leafy Vegetables, Littlehampton, Großbritannien
- HANDKE, S. (1984); Green matter yield and nitrate content in a dioecious spinach genotype with a long vegetative phase. Proceedings EUCARPIA Meeting on Leafy Vegetables, pp. 110-114; Versailles, Frankreich
- HANDKE, S. & JUNGE, H.D. (1983); Der Nitratgehalt in den Blattgemüsen Salat und Spinat. In: Nitrat in Gemüse und Grundwasser (FRITZ, D., Lenz, W., VENTER, F. & WENDT, T., Herausg.), pp.109-117. Universitätsdruckerei Bonn
- IVT (1988); Radish. IVT Annual Report 1988, 79
- JUNGE, H.D. & HANDKE, S. (1983); Untersuchungen des Nitratgehaltes in Treibradies und Kopfkohl. In: Nitrat in Gemüse und Grundwasser (FRITZ, D., Lenz, W., VENTER, F. & WENDT, T., Herausg.), pp.100-108. Universitätsdruckerei Bonn
- JUNGE, H.D. & HANDKE, S. (1986); Zur Frage von Sortenunterschieden in der Nitratspeicherung einiger Gemüsearten. Untersuchungen an Treibradies und Spinat, unter besonderer Berücksichtigung von Einzelpflanzen. Ber. Ldw. 64, 269-280
- LAMBERS, H., NEETESON, J.J. & STULEN, I., Eds. (1986); Fundamental, ecological and agricultural aspects of nitrogen metabolism in higher plants. M. Nijhof Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster
- NIEUWHOFF, M. & GIEZEN, S. (1986); Verschillen voor nitraatgehalte tussen radijssassen. Zaadbelangen 40, 207-208

- NIEUWHOFF, M. & GIEZEN, S. (1988); Genotypical variation in nitrate content of radish roots and prospects for reducing nitrate content by breeding. In: Symposium on the fertilization of vegetables under protected cultivation (DIEST VAN, A., ed.), Acta Horticulturae **222**, 101-104
- NIEUWHOF, M., KEULEN VAN, H.A. & HOOGENDIJK, J.M. (1988); Non-genetic variation in nitrate content of radish. In: Symposium on the fertilization of vegetables under protected cultivation (DIEST VAN, A., ed.), Acta Horticulturae **222**, 93-99
- REININK, K. (1988); Improving Quality of lettuce by breeding for low nitrate content. In: Symposium on the fertilization of vegetables under protected cultivation (DIEST VAN, A., ed.), Acta Horticulturae **222**, 121-128
- REININK, K. & GROENWOLD, R. (1987); The inheritance of nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Euphytica **36**, 733-744
- REININK, K., GROENWOLD, R. & BOOTSMAN, A. (1987); Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. Euphytica **36**, 11-18
- ROORDA VAN EYSINGA, J.P.N.L. (1984); Nitrate and glasshouse vegetables. Fertilizer Res. **5**, 149-156
- STEINGRÖVER, E. (1986); Nitrate accumulation in spinach. Dissertation, Rijksuniversiteit Groningen, Nederlande
- TREMP, E. (1980); Die Belastung der schweizerischen Bevölkerung mit Nitraten in der Nahrung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **71**, 182-194
- ULLRICH, W.R., APARICIO, P.J., SYRETT, P.J. & CASTILLO, F., Eds. (1987); Inorganic nitrogen metabolism. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- VENTER, F. (1982); Über das Vorkommen von Nitrat in Gemüse. Proceedings 5th Joint CIQ-DGQ Congress, pp. 197-208; Universität Kiel
- VENTER, F. (1984); Nitrat in Gemüse. In: Blickpunkt Nitrat (HESPELER, O. & HENTSCHEL, G., Herausg.), pp.II-VII; Zentralverband Gartenbau, Bonn
- VLASSAK, K., VERMEULEN, J. & DELVAUX, J. (1987); Nitraten in Groenten; I.W.O.N.L., Brüssel, Belgien
- WEHRMANN, J. & SCHARPF, H.-C. (1986); Nitrat in Grundwasser und Nahrungspflanzen. AID Heft **1136**
- WONNEBERGER, C. & WEDLER, A. (1988); Rote Rüben, Anbau - Düngung - Qualität. Fachhochschule Osnabrück

**ZÜCHTUNG AUF NITRATARMUT
EIN BEITRAG ZUR QUALITÄTSVERBESSERUNG VON GEMÜSE**

HINTERGRUND: Minimierung des "Nitratrisikos"

ZIEL: Senkung der Nitratgehalte in (pflanzlichen) Nahrungsmitteln

durch pflanzenbauliche und **züchterische*** Maßnahmen

bei "nitratreichen" **Gemüsearten** (Salat, Spinat*, Radies*, Rote Rüben* u.a.)

*) Projekte der BFA Ahrensburg

Schema 1

BEEINFLUSSUNG DER NITRATGEHALTE IN GEMÜSEPRODUKTEN

MÖGLICHKEITEN

- **..VOR DER ERNTE**
 - Wann?** Kulturperiode (Licht)
 - Was?** Sorten
 - Wodurch?** Kulturverlauf (N-Düngung),
genetische Eigenschaften
 - **..BEI DER ERNTE**
 - Wann?** Zeitpunkt (Licht)
 - Was?** Pflanzenteile
 - Wodurch?** Erntetechnik
 - **..NACH DER ERNTE**
 - Wann?** Lagerung
 - Was?** Pflanzenteile
 - Wodurch?** Zubereitung
-

Schema 2

ABHÄNGIGKEIT DER NITRATKONZENTRATION IN PFLANZEN
FAKTOREN MIT WECHSELWIRKUNGEN

- **PFLANZENART**
 - Pflanzenteil
 - Genotyp
 - Morphologie
 - Physiologie (N-Metabolismus und ?)
 - **ENTWICKLUNGSBEDINGUNGEN**
 - Stadium (Alter)
 - Ernährung
 - N-Angebot (-Verfügbarkeit)
 - Klima
 - Temperatur
 - Licht (Intensität, Photoperiode)
-

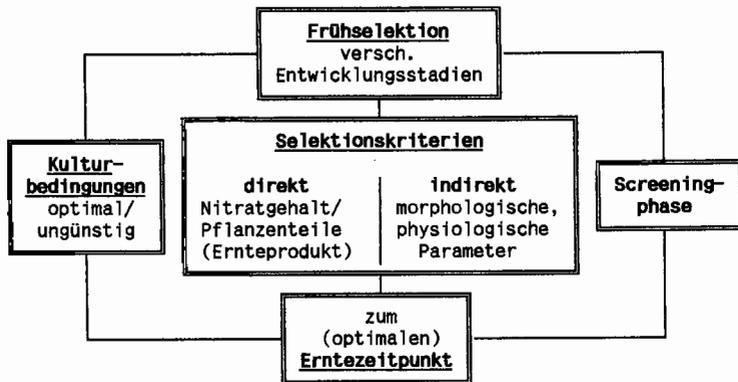
Schema 3

NUTZUNG NITRATARMER VARIANTEN IN DER ZÜCHTUNG
VORBEDINGUNGEN

- **VARIABILITÄT** in der *Nitratakkumulation*
 - Unterschiede zwischen Sorten,
 - innerhalb von Populationen;
 - ausreichende **HERITABILITÄT** des Merkmals '*Nitratakkumulation*';
 - geeignete **SELEKTIONSKRITERIEN**.
-

Schema 4

**SELEKTION AUF GERINGE NITRATAKKUMULATION IN GEMÜSE
STRATEGIEN**



Schema 5

SORTEN Mittelwerte			
	LAVEWA*	SUBITO	FRÜH- REMONA
Aussaat	21.10.87		
Ernte	25.04.88	14.03.88	06.04.88
Trockenmasse [%]	11,4*	8,0	7,8
Nitratgehalte [mg NO ₃ ⁻ /kg FM]			
Mischprobe	1060*	3520	2990
Blatt	830*	2450	2190
Stiel	1620*	7460	6020

*) signifikant bei $\alpha=0,05$

Table 1

Überwinterungsversuch mit Spinat (Folienhaus 1987/88) zur Überprüfung der Nitratgehalte der lange-vegetativen Sorte LAVEWA und zweier Normalsorten

1984/85		1985	1987/88		... 1988/89
Auslese		Vermehrung	Prüfung /		Auslese
Einzelpflanzen (EP)		Nachkommenschaften			
EP#	Nitrat ¹⁾	Nitrat ¹⁾			
"Nitratarme"		"Nitratarme"			
85-140/1-7	1470 ²⁾	(I ₁) NPS ₁	2380 ³⁾	2220 ⁴⁾	
85-140/2-1	1440	(I ₁) NPS ₂	2100	1930	
85-140/2-14	1380	(I ₁) NPS ₃	1960	1800	
85-140/3-27	1170	(I ₁) NPS ₄	1840	1780	
"Nitratreiche"		"Nitratreiche"			
85-140/3-26	2620 ²⁾	(A ₁) NRS ₁	2860 ³⁾	2750 ⁴⁾	
85-140/2-23	3830	(I ₁) NRS ₁	3420	3140	
Ausgangssorte (zum Vergleich)					
BOY	2070 ³⁾	BOY	2180 ³⁾	2140 ⁴⁾	

¹⁾ Nitratgehalt [mg NO₃⁻/kg FM] der Knollen (bei Ernteg = 20mm)

²⁾ Einzelwerte; ³⁾ arithmet. Mittel; ⁴⁾ Median

Table 2

Entwicklung von Varianten mit niedriger und hoher Nitratakkumulation aus der Radies-Sorte BOY. Übersicht über das Ausleseverfahren und die Ergebnisse der ersten Nachkommenschaftsprüfung 1987/88 (Gewächshaus, frostfrei). Vergleich der Nitratgehalte von sechs Nachkommenschaften (NPS bzw. NRS: "nitratarme" bzw. "nitratreiche" Selektion) mit den betreffenden, selektierten Einzelpflanzen und der Ausgangssorte BOY.

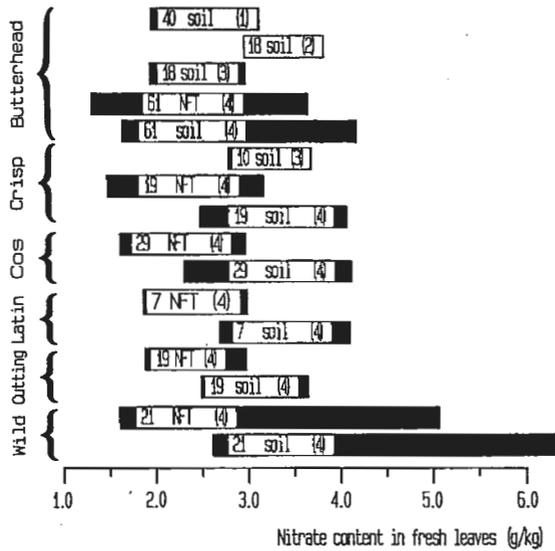


Abbildung 1

Spannweite der Nitratgehalte in frischen Blättern unterschiedlicher Salat-Typen, mehrere Sortenversuche in Erdkultur (soil) oder Nährlösung (NFT) zusammengefaßt. Quelle: REININK, 1988.

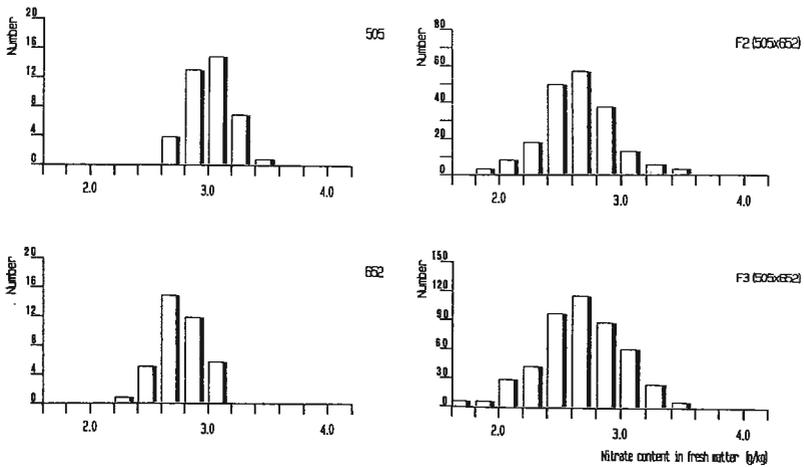


Abbildung 2

Häufigkeitsverteilung der Nitratgehalte in der Frischmasse von Salatpflanzen der Elternlinien '505' bzw. '562' und sowie der F₂- und F₃-Populationen der Kreuzung '505' x '562'. Quelle: REININK & GROENWOLD, 1987.

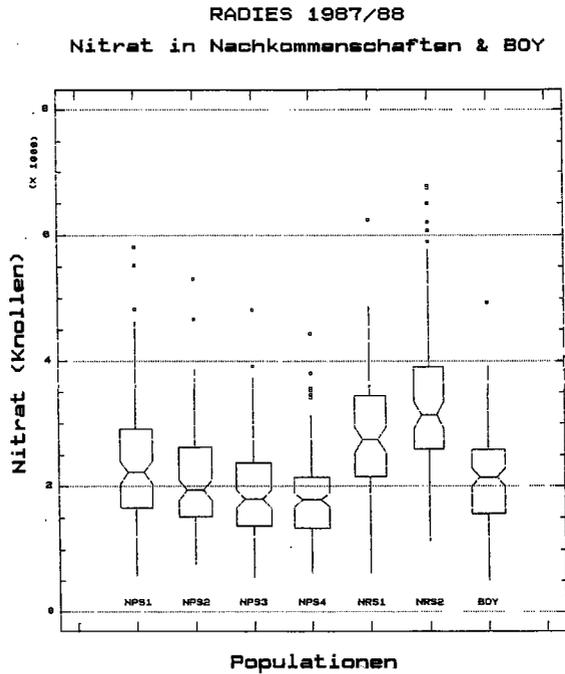


Abbildung 3

Untersuchung von Nitratgehalten [mg NO₃/kg Frischmasse] in einzelnen Radiesknollen (Gewächshaus, frostfrei), Nachkommenschaften selektierter nitratarmer bzw. nitratreicher Einzelpflanzen der Sorte BOY. Darstellung der Werte von sechs Populationen (NPS bzw. NRS: "nitratarmer" bzw. "nitratreiche" Selektionen) als 'Notched-Box-Whisker-Plot' im Vergleich zur Ausgangssorte BOY.

Sortenunterschiede im Nitratgehalt von Kopfsalat und Spinat

Ursula Behr ¹⁾ und H.-J. Wiebe ²⁾

1. Einleitung

Kopfsalat und Spinat sind Gemüsearten deren gesundheitlicher Wert aufgrund der relativ hohen Nitratgehalte zunehmend in Frage gestellt wird. Auf der Suche nach praktikableren Wegen zur Senkung des Nitratgehaltes wurde beim Bundessortenamt geprüft, ob zwischen den Sorten von Kopfsalat und Spinat deutliche Unterschiede im Nitratgehalt bestehen. Aus Freiland- und Gefäßversuchen wurden 300-400 g Frischsubstanz je Variante gefriergetrocknet und der Nitratgehalt mit einer ionensensitiven Elektrode bestimmt.

2. Kopfsalat

Versuche mit 20 Kopfsalatsorten bei einer Solltemperatur von 5° C ergaben bei Herbst- und Frühjahrspflanzung signifikante Unterschiede im Nitratgehalt (Tabelle 1). Bei Mittelwerten um 3000 ppm Nitrat betragen die Differenzen zwischen den Sorten bis zu 1000 ppm. Noch größere Unterschiede im Nitratgehalt fanden EENINK et al. (1984) zwischen mehr als 1000 Salatgenotypen der IVT-Genbank in Wageningen. In den folgenden Versuchen wurde geprüft, wodurch die gefundenen Unterschiede im Nitratgehalt zu erklären sind.

Variationen in der Nitratakkumulation können durch Unterschiede in der Nitrataufnahme oder der Nitratassimilation (Nitratreduktion) sowie indirekt durch die Morphologie oder durch den Gehalt anderer osmotisch wirksamer Komponenten des Zellsaftes verursacht werden.

¹⁾ Bundessortenamt Hannover

²⁾ Institut für Gemüsebau, Universität Hannover

2.1 Morphologische Merkmale

In zwei Sätzen wurden alle 20 Sorten von 5 Personen bonitiert. Zwischen der Ausprägung von Merkmalen, wie Kopfgröße, Umblattanteil, Kopffestigkeit, Blattfestigkeit, Blasigkeit sowie Blattfarbe, und dem Nitratgehalt ergaben sich keine eindeutigen Korrelationen. Auch die getrennte Analyse einzelner Pflanzenteile brachte keine Hinweise.

Tabelle 1: Nitratgehalte, Kopfgewichte und TS-Gehalte der Salatsorten (Mittelwerte über alle Erntetermine)

Sorten	Nitrat (ppm FS)		Nitrat ppm FS	Kopfgewicht g	TS-Gehalt %
	SA1 Frühjahr	SA2 Herbst			
Panlight	3024	4393	3708	213	4.70
Panvit	3097	4157	3627	211	4.82
Jessy	2953	4130	3541	270	4.19
Ravel	2654	4258	3456	264	4.26
Hamlet	2731	4160	3446	247	4.33
Larissa	2598	4262	3430	235	4.45
Verdi	2734	3965	3350	225	4.38
Nanda	2679	3949	3314	217	4.78
Pascal	2542	4049	3296	274	4.07
Deci-Minor	2674	3857	3266	249	4.35
Nadia	2561	3778	3169	219	4.39
Salomon	2420	3844	3132	263	4.35
Mir	2334	3900	3117	238	4.28
Topaas	2172	4038	3105	255	4.23
Norden	2335	3816	3075	230	4.40
Baccarat	2038	4033	3036	235	4.15
Diamant	2471	3554	3013	249	4.36
Pandora	2322	3696	3009	247	4.27
Karma	2137	3766	2952	259	4.28
Bellona	2023	3240	2632	244	4.37
Mittelwert	2525	3942	3234	242	4.37
GD 0.05	670	421	390	24	0.25

In einem späteren Versuch zeigte sich, daß die Rangfolge der Sorten im Nitratgehalt bereits im Jungpflanzenstadium vorhanden ist (Abb. 1). Nach diesen Ergebnissen kann die Morphologie der Sorten nicht ursächlich für die Unterschiede im Nitratgehalt verantwortlich sein.

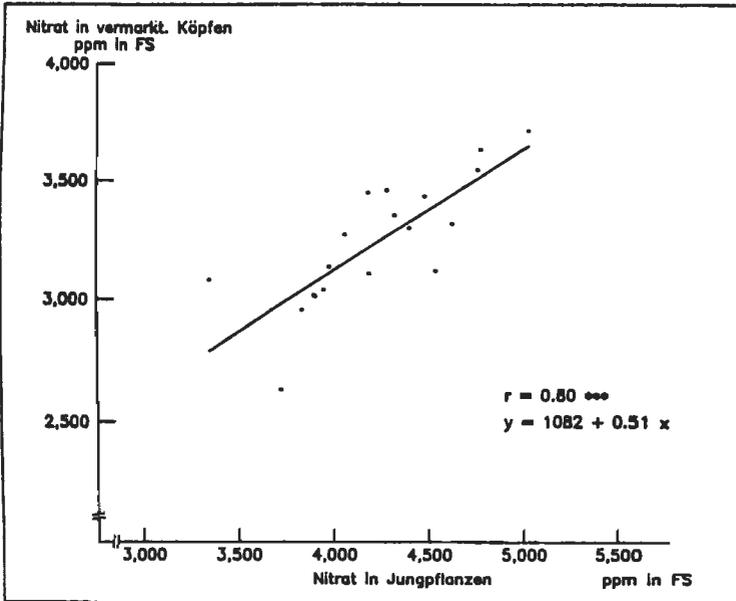


Abb. 1: Beziehungen zwischen dem Nitratgehalt in Jungpflanzen und vermarktungsfähigen Köpfen von 19 Kopfsalatsorten

2.2 Nitrataufnahme und Nitrateinbau

Von 4 Sorten wurde als Maß für die N-Aufnahme ihr Gesamt-N-Gehalt (N_t) und als Indikator für die Nitratassimilation der org. gebundene N bestimmt. Die Unterschiede im Nitratgehalt werden nach Abb. 2 stärker durch den N_t -Gehalt als durch den organisch gebundenen N-Gehalt bestimmt. BLOM-ZANDSTRA und EENINK (1986) fanden auch keinen Zusammenhang zwischen dem Nitratgehalt und der Nitratreduktion der Sorten.

Den größten Einfluß hat danach die N-Aufnahme und nicht die Nitratreduktion. Unterschiede in der Nitrataufnahme könnten durch unterschiedliches Wurzelwachstum verursacht sein.

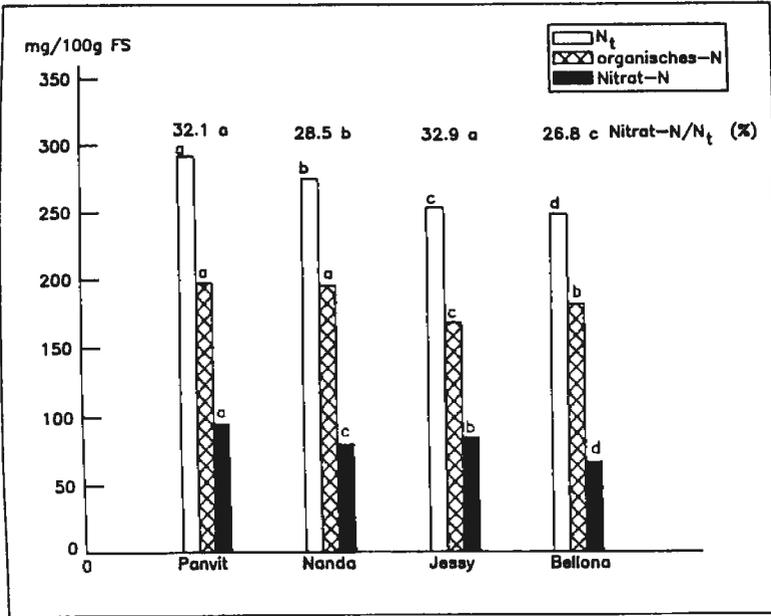


Abb. 2: N-Fraktionen und Nitratindizes der Salatsorten

Hierdurch bedingte Unterschiede müßten sich bei einem konstanten Nährstoffangebot in einer Nährlösung verringern. Die Versuche in einer belüfteten Nährlösung erfolgten in Klimakammern mit 8 Klx für 12h bei 18° C/14° C. Bei einem Teil der Gefäße wurde die Nährlösung für 6 Tage durch Wasser ersetzt, um zu prüfen, ob sich die Sorten in der Geschwindigkeit der Anpassung unterscheiden.

Bei kontinuierlichem N-Angebot waren die Unterschiede im Nitrat-Gehalt zwischen den geprüften Sorten ebenso groß wie bei einer Kultur im Boden (Abb. 3). Abnahme und Wiederanstieg im Nitratgehalt infolge einer 6-tägigen Unterbrechung des N-Angebotes erfolgte bei allen Sorten parallel. Sortenspezifische Reaktionen waren nicht zu erkennen.

Zusätzliche Bestimmungen der gelösten Kohlenhydrate Glucose, Fructose und Saccharose ergaben eine deutlich negative Korrelation mit dem Nitratgehalt.

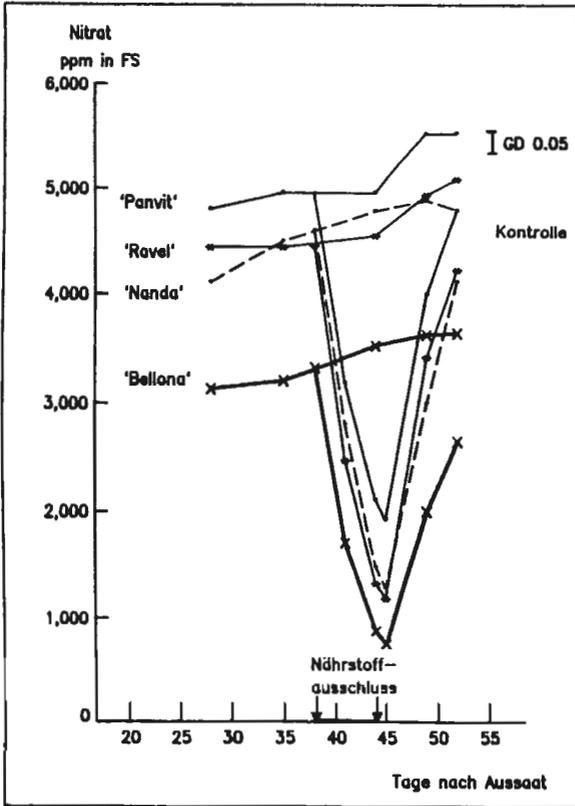


Abb. 3: Nitratgehalte der Salatsorten bei kontinuierlicher (Kontrolle) und unterbrochener Nährstoffversorgung

2.3 Organische und anorganische Osmotica im Zellsaft

Nitrat erfüllt im Zellstoffwechsel eine unspezifische Funktion als Osmoticum. In dieser Funktion kann Nitrat durch andere Osmotica ersetzt werden, wie BLOM-ZANDSTRA und LAMPE (1985) für Kopfsalat und STEINGRÖVER (1986) für Spinat nachweisen konnten. Um zu prüfen, ob der Gehalt anderer Osmotica die unterschiedlichen Nitratgehalte der Sorten bedingt, wurde ein Versuch mit 19 Sorten durchgeführt. Nach einheitlichen Kulturbedingungen wurde die Frischsubstanz mit flüssigem Stickstoff schockgefroren und später mit einem Druck von 2 MPa Preßsaft gewonnen. Im Preßsaft wurde das osmotische Potential sowie der Gehalt an osmotisch wirksamen Komponenten

bestimmt. Im osmotischen Wert gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten (Abb. 4). Sortenbedingte Unterschiede im Partialdruck von Nitrat werden durch Chlorid, Malat, Glucose und Fructose ausgeglichen.

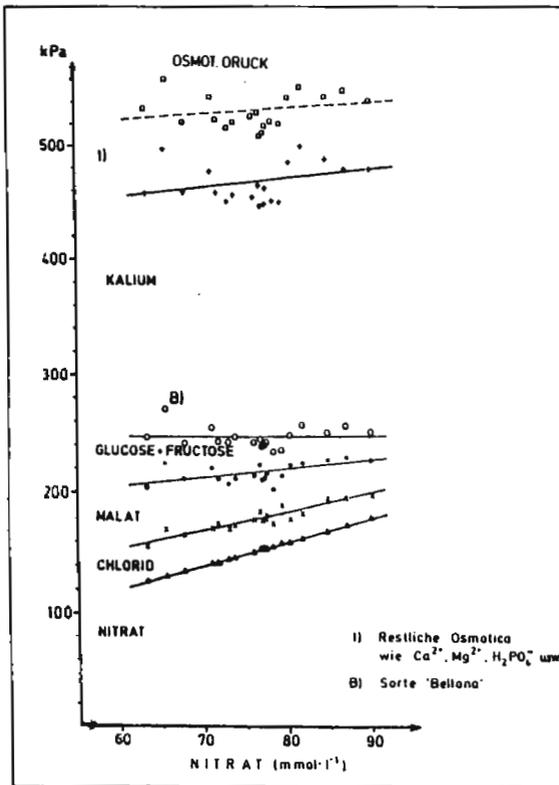


Abb. 4: Einfluß des Nitratgehaltes der Kopfsalatsorten auf den osmotischen Druck des Pflanzensaftes (Messwerte), und der Anteil einzelner Osmotica am osmotischen Druck (kumuliert für jede Sorte)

Danach haben nitratarme Sorten wahrscheinlich eine höhere Photosyntheserate. Der erhöhte Zuckergehalt führt zu einer verminderten Nitrataufnahme, die wiederum eine höhere Konzentration von Chlorid und Malat zum Ladungsausgleich nach sich zieht.

3. Spinat

Der Vergleich von ertragsabhängigen Inhaltsstoffen wird beim Spinat durch die unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten der Sorten erschwert. Im Sortiment besteht eine enge Korrelation zwischen der Wachstums- und Entwicklungsrate. Frühe Sorten schossen früh und wachsen schnell, während späte Sorten infolge des späten Schossens nach langer Kulturzeit die höchsten Blatterträge erreichen. Um den Einfluß der Ertrags- höhe auf den Nitratgehalt zu begrenzen, wurden die Sorten nur innerhalb der frühen und der späten Sortengruppen verglichen. Während der Erntezeit wurden die Freilandversuche 3-5 mal ausgewertet.

Tabelle 2: Nitratgehalte von Spinatsorten
(Mittelwerte über alle Erntetermine)

Sorten	Nitrat (ppm FS)				Mittelwerte der Sätze
	Sätze				
	Herbst 1985	Frühj. 1986	Herbst 1986	Frühj. 1987	
<u>früh</u>					
Jaguar	2077	--	2862	2710	2549
Spinoza	2342	--	2978	3125	2815
Polka	2675	--	3200	3003	2959
Monnopa	2322	--	2941	3247	2837
Majore	2337	--	3498	3164	3000
Alvaro	2098	--	3235	3220	2851
Norveto	2039	--	3230	3263	2840
Bloom. Long.	2898	--	3228	2964	3030
Mittel	2349	--	3146	3086	2860
GD 0.05	ns	--	ns	ns	466
SO x E (Sa) ¹⁾	ns	--	ns	ns	
<u>spät</u>					
Medania	1699	2700	3076	3253	2682
Carambole	2296	2864	3313	3000	2868
Norvak	2038	2691	3146	2897	2693
Wobli	1638	2638	2963	3028	2572
Lavewa	2024	2433	2855	2896	2552
Mittel	1939	2665	3071	3015	2673
GD 0.05	ns	ns	ns	ns	ns
SO x E (Sa) ¹⁾	ns	ns	ns	ns	

¹⁾ SO x E (Sa) = Wechselwirkung Sorte x Erntetermin innerhalb eines Satzes

In den einzelnen Sätzen traten keine gesicherten Unterschiede im Nitratgehalt der Sorten auf (Tab. 2). Nur im Mittel der Sätze hatte die frühe Sorte Jaguar einen signifikant niedrigen Nitratgehalt.

Mit wenigen Sorten wurde ergänzend geprüft, ob bei unterschiedlichem Stickstoffangebot Sortenunterschiede auftreten. Hierfür wurde im Februar ein Gefäßversuch im Gewächshaus mit 0,6, 1,2 und 1,8g N je Gefäß angelegt. Da keine Wechselwirkungen zwischen dem Nitratgehalt der Sorten und dem N-Angebot auftraten, sind nur die Mittelwerte über alle N-Stufen in Tabelle 3 enthalten. Auch hier waren die Unterschiede im Nitratgehalt gering und nach einer Kovarianzanalyse, mit Ausnahme für die Sorte Jaguar, nicht signifikant.

Tabelle 3: Nitratgehalt von Spinatsorten (Mittelwerte über Erntetermine und N-Stufen)

Sorten	Nitrat (ppm FS)		
	Sämlinge ¹⁾	Marktreife	
		gleiche Erntetermine	gleiche Erträge (Kova)
Jaguar	1901	(2593)	2737
Monnopa	1557	2945	3073
Medania	1525	2990	3016
Wobli	1839	3315	3213
Lavewa	1729	2948	2752
GD 0.05	219	244	474

4. Zusammenfassung

Beim Kopfsalat bestehen im Sortiment für den Anbau unter Glas signifikante Unterschiede im Nitratgehalt. Diese Unterschiede treten bereits im Jungpflanzenstadium auf, so daß die Morphologie der Köpfe keinen Einfluß auf den Nitratgehalt der Sorten hat. Die Ursachen für den unterschiedlichen Nitratgehalt liegen in der Nitrataufnahme. Nitratarme Sorten enthalten im Preßsaft mehr Zucker, Malat und Chlorid.

Beim Spinat wurde der Vergleich der Nitratgehalte durch die unterschiedlichen Entwicklungs- und Wachstumsraten der Sorten erschwert. Zwischen den geprüften Sorten wurden genetisch bedingte Unterschiede im Nitratgehalt nicht eindeutig festgestellt.

Literatur

- BEHR, U., (1988): Sortenvergleich zum Gehalt an Nitrat und anderen qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen in Kopfsalat (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) und Spinat (*Spinacia oleracea* L.). Diss., Univ. Hannover
- BLOM-ZANDSTRA, M. und J.E.M. LAMPE, (1985): The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown at different light intensities. *J. Exp. Bot.* **36**: 1043-1052
- BLOM-ZANSTRA, M. and A.H. EENINK, (1986): Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **111** (6): 908-911
- EENINK, A.H.; M. BLOM-ZANDSTRA; P.C.H. HOLLMANN; P. AARTS and R. GROENWOLD, (1984): Research on reduction of nitrate content in lettuce via breeding. Proceedings Eucarpia Meeting on leafy vegetables, Versailles
- STEINGRÖVER, E., (1986): Nitrate accumulation in spinach. Diss. Rijksuniversiteit Groningen, Niederlande

Sorten- und Umwelteinflüsse auf die
Qualität von Tomaten

Heidemarie Heine, J.-P. Ohms, Bundessortenamt

1. Einleitung

Der ernährungsphysiologische Wert der Tomate wird durch ihren Gehalt an Vitamin C und A, an Mineralstoffen, Zuckern, organischen Säuren und Aromastoffen bestimmt.

Der Zuckeranteil besteht im wesentlichen aus den reduzierenden Zuckern Fructose und Glucose, die in einem Verhältnis von ca. 1,1 : 1 vorliegen. Die vorherrschende organische Säure ist die Citronensäure, gefolgt von der Äpfelsäure, die in nur geringen Mengen vorliegt. Zucker und Säure sind neben den Aromastoffen die geschmackbestimmenden Inhaltsstoffe; hohe Zucker- und Säuregehalte begünstigen einen guten Geschmack. Um den Einfluß der genetischen und umweltbedingten Faktoren sowie die Variationsbreite einiger wertgebender Inhaltsstoffe in den zur Zeit auf dem Markt verbreiteten Sorten zu ermitteln, führte das Bundessortenamt 1986 und 1987 Untersuchungen mit 8 runden (2-3 kammrig) und 9 Fleischkammrigen Sorten durch.

Der Anbau erfolgte 1986 und 1987 in Hannover unter Glas und wurde praxisüblich durchgeführt. Die Inhaltsstoffe wurden an jeweils 6 Ernteterminen in der Zeit von Juni bis August ermittelte. Die Ernte der Tomatenfrüchte erfolgte im Umschlagsstadium grün/rot, die Analyse wurde nach 3-4tägiger Lagerung durchgeführt.

Darüber hinaus wurde ein Sortiment von runden und kleinfrüchtigen Kirschtomaten (je 4 Sorten) 1988 im Freiland und unter Glas angebaut und an 4 Ernteterminen im Juli/August auf verschiedene Inhaltsstoffe untersucht. Der Anbau erfolgte praxisüblich an der Prüfstation Bamberg des Bundessortenamtes. Die Inhaltsstoffanalysen wurden in Hannover durchgeführt.

Untersuchte Inhaltsstoffe

- Trockensubstanzgehalt
- Refraktometerwert (Erfassung der löslichen Feststoffe)
- Zucker (Fructose, Glucose, enzymatisch)
- titrierbare Säure (0,1 n Natronlauge auf pH 7,6, berechnet als Citronensäure)
- Vitamin C (enzymatisch)

Die Analysen wurden am frischen Material durchgeführt.
Sämtliche Angaben beziehen sich auf die Frischsubstanz.

2. Ergebnisse**2.1 Runde Tomaten und Fleischtomaten 1986, 1987**

Tabelle 1 enthält die Mittelwerte, Variationsbreiten und Variationskoeffizienten der Inhaltsstoffe von runden und Fleischtomaten getrennt nach Jahren.

Tabelle 1

Mittelwerte, Variationsbreiten und Variationskoeffizient für verschiedene Inhaltsstoffe					
	Trocken- substanz %	Refrakto- meterwert %	titrierbare Säure %	Zucker %	Vitamin C mg/100 g
1986					
runde Tom.	6,0(4,9-6,8)	4,8(4,0-5,3)	0,49(0,40-0,58)	2,7(2,1-3,3)	17(13-21)
Fleischtom.	5,6(4,8-6,1)	4,7(4,0-5,1)	0,51(0,36-0,64)	2,6(2,1-3,1)	15(8-21)
1987					
runde Tom.	5,9(4,7-7,1)	4,9(3,7-6,3)	0,46(0,36-0,55)	2,7(1,5-3,5)	16(9-23)
Fleischtom.	5,6(4,7-6,3)	4,6(3,9-5,2)	0,48(0,35-0,56)	2,7(1,8-3,5)	15(7-22)
Variations- koeffizient	5,9 5,0	7,3 5,5	9,0 7,4	8,5 9,1	14,2 16,0

Die Fleischtomatensorten weisen in beiden Jahren niedrigere Gehalte an Trockensubstanz und Vitamin C auf sowie einen niedrigeren Refraktometerwert als die runden Tomatensorten. Im enzymatisch ermittelten Zuckergehalt bestehen keine Unterschiede, während der Säuregehalt der Fleischtomatensorten in beiden Jahren höher ist.

SCHUPHAN (1962) gibt für Tomaten einen über 10 Jahre ermittelten durchschnittlichen Zuckergehalt von 2,9 % sowie einen Vitamin C-Gehalt von 31 mg/100g an.

FRITZ et al. (1976) ermittelten folgende durchschnittlichen Werte, die sich auf Fleischtomaten im Anbau unter Glas beziehen: Trockensubstanzgehalt 5,5 %, titrierbare Säure 0,36 %. Die von ihnen ermittelten Monosaccharide von 3,3 % und Vitamin C-Gehalte von 28 mg/100 g liegen über den von uns gefundenen Werten.

SOUCI et al. (1981) geben allgemein für Tomaten an: Trockensubstanzgehalt 5,8 %, Monosaccharide 2,2 %, titrierbare Säure 0,46 %, Vitamin C-Gehalt 23 mg/100 g.

Die in diesem Versuch ermittelten niedrigeren Vitamin C-Gehalte sind wahrscheinlich in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die Tomatenfrüchte - wie unter Praxisbedingungen - im Umschlagstadium grün/rot geerntet und einige Tage später analysiert wurden.

SALUNKHE et al. (1974) untersuchten verschiedene Tomatensorten in bestimmten Reifestadien und ermittelten für das Umschlagstadium ("breaker") einen durchschnittlichen Vitamin C-Gehalt von 17 mg/100 g, der mit den von uns gefundenen Werten übereinstimmt.

Die Variationskoeffizienten, die über beide Versuchsjahre ermittelt wurden, zeigen, daß der Trockensubstanzgehalt die geringsten Schwankungen aufweist, gefolgt vom Refraktometerwert. Die größten Schwankungen weist der Vitamin C-Gehalt auf.

Die Daten wurden varianzanalytisch verrechnet, um zu ermitteln, welche Faktoren den größten Einfluß auf die Variation der Inhaltsstoffe haben. Die größte Varianz weist der Faktor Erntetermin auf, d.h. die ermittelten Inhaltsstoffschwankungen sind in erster Linie durch die unterschiedlichen Umweltbedingungen während der jeweiligen Ernten erklärbar. Danach folgen der sortenspezifische und der jahresbedingte Einfluß auf die Variation der Inhaltsstoffe. Eine Ausnahme bildet der Säuregehalt, dessen Schwankungen vor allem durch den Einfluß der Sorte erklärt werden kann.

Insgesamt wurden geringere Sortenunterschiede im Zuckergehalt im Säuregehalt gefunden, wie sie auch von DAVIS und WINSOR (1969) ermittelt wurden.

Tabelle 2 enthält die Sortenmittelwerte der untersuchten Inhaltsstoffe getrennt nach Jahren sowie die entsprechenden Rangfolgezahlen für runde Tomaten. Der Vergleich der Mittelwertdifferenzen erfolgte nach dem multiplen t-Test mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit.

Tabelle 2

Sortenmittelwerte, Rangfolgen der Inhaltsstoffe												
Runde Tomaten												
Sorte	Trockensubstanz %				Refraktometer %				Säure %			
	1986		1987		1986		1987		1986	1987		
Hildares	6,22	2	6,14	2	5,02	1,5	4,93	5	0,49	5	0,44	5,5
Estrella	5,72	6,5	5,83	6	4,60	8	4,78	7	0,42	8	0,41	8
Estafette	5,96	5	5,78	7	4,75	4	4,75	8	0,50	3	0,43	7
Creon	5,72	6,5	5,87	5	4,74	5,5	5,03	3	0,49	5	0,50	1,5
Turbo	6,04	4	6,09	3	4,67	7	5,12	2	0,48	7	0,44	5,5
Rody	6,11	3	5,88	4	4,97	3	5,02	4	0,54	1	0,50	1,5
Carpy	5,57	8	5,53	8	4,74	5,5	4,89	6	0,49	5	0,45	4
Diplom	6,24	1	6,21	1	5,02	1,5	5,17	1	0,53	2	0,49	3
Grenzdifferenz 5 %	0,30		0,28		0,13		0,22		0,03		0,03	
Sorte	Zucker %				Vitamin C mg/100g							
	1986		1987		1986		1987					
Hildares	2,68	6	2,73	6	18,5	1	16,5	3				
Estrella	2,59	7	2,64	7	16,9	3	14,5	8				
Estafette	2,69	4	2,77	4	15,3	8	15,3	6				
Creon	2,69	4	2,74	5	16,1	6	15,7	5				
Turbo	2,69	4	2,85	1	15,8	5	16,8	2				
Rody	2,90	1	2,79	3	16,8	4	16,2	4				
Carpy	2,77	2	2,82	2	15,5	7	14,7	7				
Diplom	2,58	8	2,63	8	17,9	2	17,2	1				
Grenzdifferenz 5 %	0,16		n.s.		1,5		n.s.					

(n.s. = nicht signifikant)

Es besteht eine gute Übereinstimmung der Rangfolge in beiden Jahren für die Trockensubstanz-, Säure- und Zuckergehalte, dagegen weichen die Rangfolgen für den Refraktometerwert und den Vitamin C-Gehalt stärker voneinander ab. Von den geprüften Sorten hat 'Diplom' hohe Trockensubstanz- und Säuregehalte sowie einen hohen Vitamin C-Gehalt, während die Sorte 'Estrella' in allen Inhaltsstoffen geringe Gehalte aufweist.

Parthenokarpe Früchte sollen nach RICHTER (1972) verglichen mit samen tragenden Früchten einen höheren Gehalt an Trockensubstanz und Zucker sowie einen niedrigeren an Säure aufweisen. DIAZ et al. (1987) fanden in parthenokarpen Früchten ebenfalls höhere Gehalte an Trockensubstanz und löslichen Feststoffen, jedoch vergleichbare Säuregehalte. Die in diesem Versuch enthaltene parthenokarpe Sorte 'Carpy' wies den geringsten Trockensubstanzgehalt in beiden Jahren auf, jedoch einen vergleichsweise hohen Zuckergehalt. Im Säuregehalt nahm sie einen mittleren Platz ein, Refraktometerwert und Vitamin C-Gehalt waren niedrig. Stichproben ergaben, daß 'Carpy' auch samen tragende Früchte bildete.

Tabelle 3 enthält die Sortenmittelwerte der untersuchten Inhaltsstoffe getrennt nach Jahren sowie die entsprechenden Rangfolgezahlen für Fleischtomaten.

Tabelle 3

Sortenmittelwerte, Rangfolgen der Inhaltsstoffe Fleischtomaten												
Sorte	Trockensubstanz %				Refraktometer %				Säure %			
	1986		1987		1986		1987		1986		1987	
Dombo	5,60	7	5,22	9	4,90	2,5	4,62	6	0,51	5,5	0,47	5,5
Rainbow	5,75	2	5,92	3	4,90	2,5	4,68	5	0,56	1	0,52	1,5
Perfecto	5,63	6	5,93	2	4,77	5	4,72	3	0,54	2,5	0,52	1,5
Lotus	5,50	8	5,45	8	4,73	6	4,52	7	0,54	2,5	0,50	3
Adalya	5,70	3,5	5,99	1	4,55	8	4,69	4	0,52	4	0,51	4
Fontana	5,19	9	5,62	7	4,27	9	4,51	8	0,42	9	0,41	9
Pando	5,77	1	5,66	6	4,62	7	4,43	9	0,48	8	0,43	8
Alonso	5,70	3,5	5,79	4	4,97	1	4,89	1	0,51	5,5	0,48	5
Vemar	5,69	5	5,78	5	4,86	4	4,77	2	0,50	7	0,47	5,5
Grenzdifferenz 5 %	0,32		0,33		0,16		n.s.		0,05		0,04	
Sorte	Zucker %				Vitamin C mg/100 g							
	1986		1987		1986		1987					
Dombo	2,77	3	2,63	7	13,4	8	12,8	9				
Rainbow	2,74	4	2,73	4	15,8	4	16,7	4				
Perfecto	2,67	6	2,72	5	14,9	5	15,4	5				
Lotus	2,58	7	2,50	9	14,6	6	15,2	6				
Adalya	2,50	8	2,68	6	16,9	3	17,0	3				
Fontana	2,37	9	2,74	3	12,9	9	14,2	7				
Pando	2,68	5	2,58	8	14,1	7	13,2	8				
Alonso	2,91	2	2,95	2	18,0	1	18,3	1				
Vemar	2,93	1	2,97	1	17,3	2	17,6	2				
Grenzdifferenz 5 %	0,21		n.s.		2,6		n.s.					

(n.s. = nicht signifikant)

Bei den Fleischtomatensorten besteht eine gute Übereinstimmung der Rangfolge für die Säure- und Zuckergehalte sowie für den Vitamin C-Gehalt, dagegen weichen die Rangfolgen für den Trockensubstanzgehalt und Refraktometerwert stärker voneinander ab. Von den geprüften Sorten haben 'Alonso' und 'Vemar' hohe Gehalte an Zucker und Vitamin C sowie mittlere Säuregehalte. 'Fontana' und 'Pando' weisen in allen Inhaltsstoffen geringe Gehalte auf.

Abbildung 1 (s. Seiten 13, 14 und 15) gibt den Inhaltsstoffverlauf von verschiedenen runden Tomatensorten über die Ernten in beiden Jahren wieder. Der Zuckergehalt steigt 1986 von durchschnittlich 2,3 % bei der ersten Ernte bis 2,8 % bei der letzten Ernte an. Es ist bekannt, daß die Zuckerbildung vor allem von den Einstrahlungsbedingungen abhängt. Die Früchte der späteren Ernten stammen von höher inserierten Fruchtständen und sind damit einer günstigeren Einstrahlung ausgesetzt als Früchte unterer Fruchtstände. Ab 1987 stehen gemessene Einstrahlungswerte zur Verfügung, die zum Vergleich in Abbildung 1 aufgeführt sind. Es handelt sich um den Tagesmittelwert in Wh/m², der zwischen den einzelnen Ernteterminen berechnet wurde. Es ist ersichtlich, daß der höhere Anstieg im Zuckergehalt von der zweiten zur dritten Ernte mit dem höchsten Tagesmittelwert der Einstrahlung zusammenfällt.

Der Verlauf des Vitamin C-Gehalts der Sorten unterliegt größeren Schwankungen, wie dies bereits durch den höheren Variationskoeffizienten deutlich wurde. Aus dem Vergleich mit den ermittelten Einstrahlungswerten für 1987 ist erkennbar, daß der Vitamin C-Gehalt sehr viel stärker auf Änderungen in der Einstrahlung reagiert als der Zuckergehalt.

Der Verlauf des Säuregehalts ist in beiden Jahren unterschiedlich, verändert sich jedoch nur geringfügig über die Ernten, da hier in erster Linie der Sorteneinfluß überwiegt. Die titrierbare Säure reagiert weniger stark auf die Einstrahlung, sie wird vor allem durch die Düngung beeinflusst; insbesondere erhöht eine optimale Kaliumversorgung den Säuregehalt der Früchte. Der Zuckergehalt reagiert in weit geringerem Umfang auf Düngungsmaßnahmen (HOBSON und DAVIES, 1971).

2.2 Runde Tomaten und Kirschtomaten, 1988

Der zweite Versuch im Rahmen der Inhaltsstoffanalyse umfaßte Sorten von runden Tomaten und Kirschtomaten im Anbau unter Glas und im Freiland.

Tabelle 4 gibt die Mittelwerte und Variationsbreiten für runde Tomaten und Kirschtomaten getrennt nach Anbauart wieder.

Tabelle 4

Mittelwerte und Variationsbreiten für verschiedene Inhaltsstoffe					
	Trocken- substanz %	Refrakto- meterwert %	titrierbare Säure %	Zucker %	Vitamin C mg/, 100 g
Anbau u. Glas					
runde Tomaten	5,4(4,8-5,9)	4,5(3,9-5,3)	0,40(0,30-0,48)	3,0(2,5-3,6)	15(9-22)
Kirschtomaten	6,8(5,8-7,9)	5,7(5,1-6,6)	0,59(0,51-0,74)	3,7(3,2-4,4)	26(20-34)
Freiland					
runde Tomaten	6,7(5,7-7,5)	6,1(5,6-6,8)	0,53(0,43-0,63)	4,0(3,4-4,5)	23(13-30)
Kirschtomaten	8,0(6,8-9,4)	6,8(6,5-7,6)	0,72(0,59-0,91)	4,4(4,0-4,8)	35(26-49)

Insgesamt weisen die Tomatenfrüchte aus dem Freilandanbau höhere Inhaltsstoffgehalte auf als die aus dem Anbau unter Glas. Dabei sind die Kirschtomaten den runden Tomaten in allen untersuchten Inhaltsstoffen in beiden Anbauten überlegen; die Steigerung der Inhaltsstoffe im Freilandanbau ist jedoch für runde Tomatensorten höher als für die Kirschtomaten. Ein Vergleich von runden und Kirschtomaten in ihren Inhaltsstoffen erscheint im Hinblick auf die von PICHA (1987) beschriebenen Beobachtungen gerechtfertigt. Er fand für den Gehalt an Zuckern und organischen Säuren in Kirschtomatensorten zu verschiedenen Reifestadien die gleichen Veränderungen wie in den runden Tomaten; ebenso stimmten der vorherrschende Zucker (Fructose) sowie Säureanteil (Citronensäure) überein.

Die varianzanalytische Verrechnung umfaßte die Faktoren Sorte, Anbauart (unter Glas, Freiland) und Erntetermin. Die Schwankungen in der Trockensubstanz, im Refraktometerwert und im Zuckergehalt werden in erster Linie durch die unterschiedliche Anbauart - unter Glas, Freiland - erklärt. An zweiter Stelle folgt der sortenspezifische Einfluß und der des Erntetermins. Dagegen können die Schwankungen des Säuregehalts und des Vitamin C-Gehalts in erster Linie auf den Sorteneinfluß zurückgeführt werden.

Abbildung 2 (s. Seiten 16 und 17) gibt den Inhaltsstoffverlauf für runde Tomaten und Kirschtomatensorten im Freilandanbau wieder.

Der Zuckergehalt verändert sich nur geringfügig über die Ernten, die in der Zeit von Ende Juli bis Ende August durchgeführt wurden und damit eine kürzere Zeitspanne als im ersten Versuch umfaßten. Dies erklärt u. a. den geringeren Einfluß des Erntetermins auf die Inhaltsstoffschwankungen in diesem Versuch. Einige runde Sorten wie 'Diplom' und 'Hildares' erreichen z.T. die Zuckergehalte der großfrüchtigeren Kirschtomatensorten 'Freude' (durchschnittliches Fruchtgewicht 20 g) und 'Sweet Cherry' (durchschnittliches Fruchtgewicht 30 g).

Der durchschnittliche Vitamin C-Gehalt steigt über die Ernten von 23 mg/100 g auf 35 mg/100g. Dabei bestehen keine Wechselwirkungen zwischen den beiden Fruchttypen, so daß sich runde Tomaten und Kirschtomaten im Verlauf der Ernten deutlich voneinander trennen lassen. Der Säuregehalt steigt von 0,57 % bei der ersten Ernte bis 0,68 % bei der vierten Ernte an. Es bestehen, wie beim Vitamin C-Gehalt, keine Wechselwirkungen zwischen den Fruchttypen.

Tabelle 5 enthält die Sortenmittelwerte der untersuchten Inhaltsstoffe für den Anbau unter Glas und im Freiland. Der Vergleich der Mittelwertdifferenzen erfolgte nach dem multiplen t-Test mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit.

Tabelle 5

Sortenmittelwerte verschiedener Inhaltsstoffe									
Anbau unter Glas und im Freiland									
Runde Tomaten und Kirschtomaten									
	Trocken-		Säure		Zucker		Vitamin C		
	substanz		%		%		mg/100 g		
	%		%		%				
	Glas	Frl.	Glas	Frl.	Glas	Frl.	Glas	Frl.	
Kirschtomaten									
Cherita	7,7	8,9	0,70	0,76	3,9	4,7	29	39	
Sweet Cherry	7,0	8,3	0,56	0,73	3,8	4,1	26	33	
Sweet 100	5,9	7,6	0,52	0,72	3,3	4,5	24	34	
Freude	6,6	7,2	0,56	0,68	3,8	4,3	27	33	
Runde Tomaten									
Hildares	5,6	7,2	0,38	0,53	3,0	4,2	16	26	
Diplom	5,4	7,1	0,43	0,59	3,1	4,1	12	23	
Carpy	5,5	6,1	0,39	0,51	3,2	3,8	16	20	
Estrella	5,3	6,4	0,35	0,48	2,8	3,7	16	21	
Grenzdifferenz	0,7		0,07		0,5		5		
5 %									
(Frl. = Freiland)									

Die höchsten Gehalte an Zucker, Säure und Vitamin C weist die kleinfrüchtigste Kirschtomatensorte 'Cherita' (durchschnittliches Fruchtgewicht 12 g) auf. Von den vier geprüften runden Sorten haben 'Diplom' und 'Hildares' die höchsten Inhaltsstoffgehalte.

3. Zusammenfassung

Das Bundessortenamt untersuchte in zweijährigen Prüfungen den Gehalt an Vitamin C, organischen Säuren sowie Zuckern in Tomatensorten, die zur Zeit auf dem Markt verbreitet sind. In beiden Prüfjahren wurden 8 runde Tomaten- sowie 9 Fleischtomatensorten im Anbau unter Glas an sechs vergleichbaren Ernteterminen analysiert.

In diesem Versuch hatte der Erntetermin vor den Faktoren Sorte und Jahr den wesentlichsten Einfluß auf die Schwankungen der untersuchten Inhaltsstoffgehalte. Eine Ausnahme bildete der Säuregehalt, der in erster Linie durch die Sorte beeinflusst wurde.

In einem weiteren Versuch wurden Kirschtomaten und runde Tomaten unter Glas und im Freiland angebaut und an vier verschiedenen Ernteterminen auf die genannten Inhaltsstoffe untersucht.

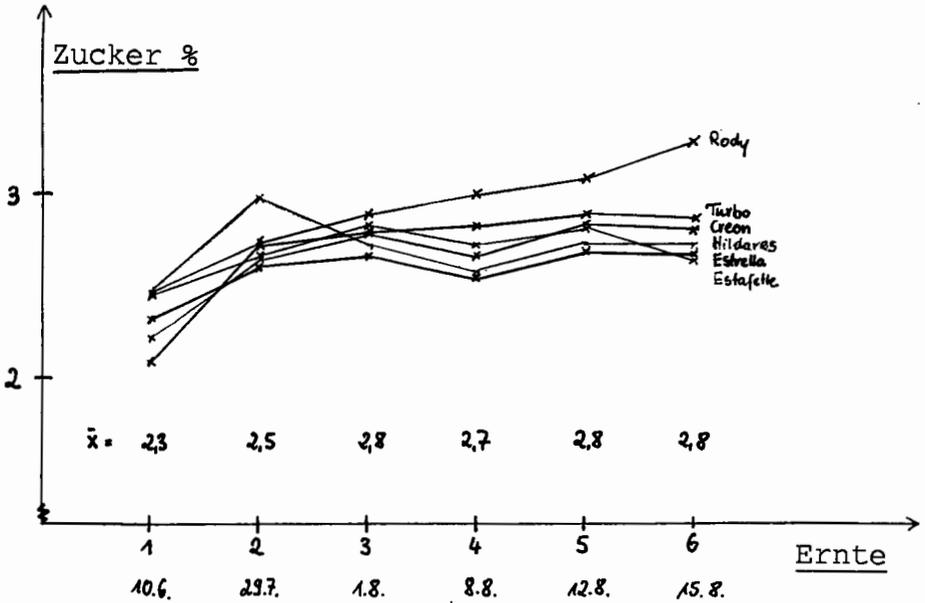
Die Gehalte der Früchte an Zucker, Säure und Vitamin C aus dem Freilandanbau waren höher als die der Früchte aus dem Anbau unter Glas, insbesondere stieg der Gehalt an Vitamin C um über 30 % an. Die Kirschtomaten wiesen insgesamt einen höheren Inhaltsstoffgehalt auf als die runden Tomaten.

Die Schwankungen der Trockensubstanz- und Zuckergehalte in den untersuchten Sorten wurden vor allem durch den Standort - unter Glas, Freiland - hervorgerufen, dagegen wurden die Veränderungen im Säuregehalt sowie im Vitamin C-Gehalt durch den Faktor Sorte beeinflusst. Der Einfluß des Erntetermins in diesem Versuch war geringer, weil u.a. die Inhaltsstoffuntersuchungen einen kürzeren Erntezeitraum umfaßten.

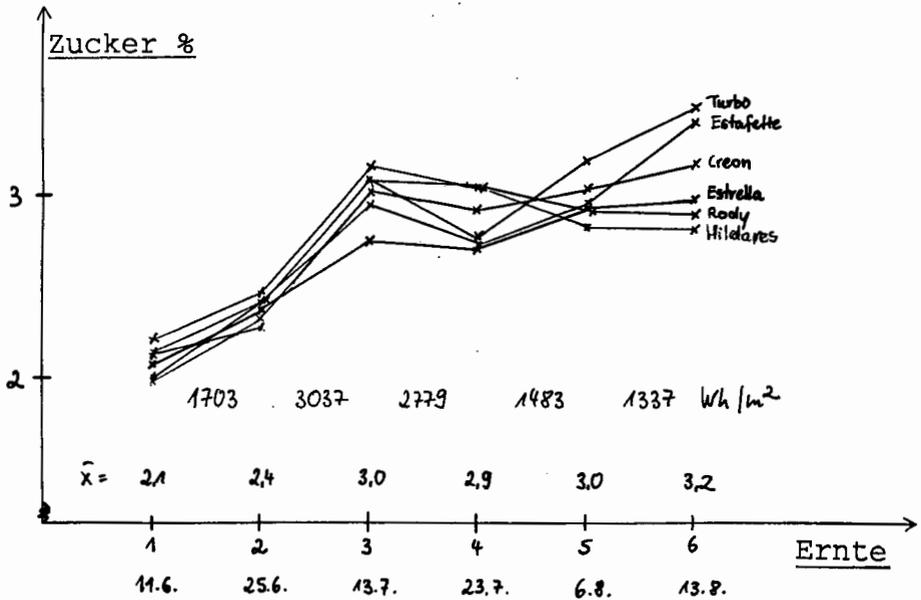
Insgesamt ist festzuhalten, daß in diesen Versuchen der umweltbedingte Einfluß (Erntetermin und Standort) auf die ermittelten Inhaltsstoffe - mit Ausnahme des Säuregehalts - höher war als der Sorteneinfluß.

Abbildung 1

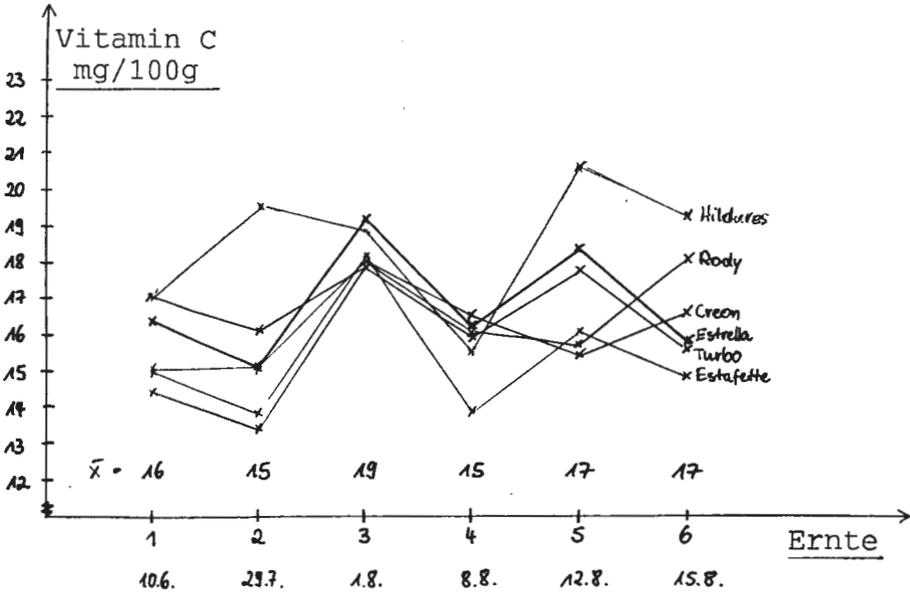
Runde (2-3kämrrige) Tomaten 1986



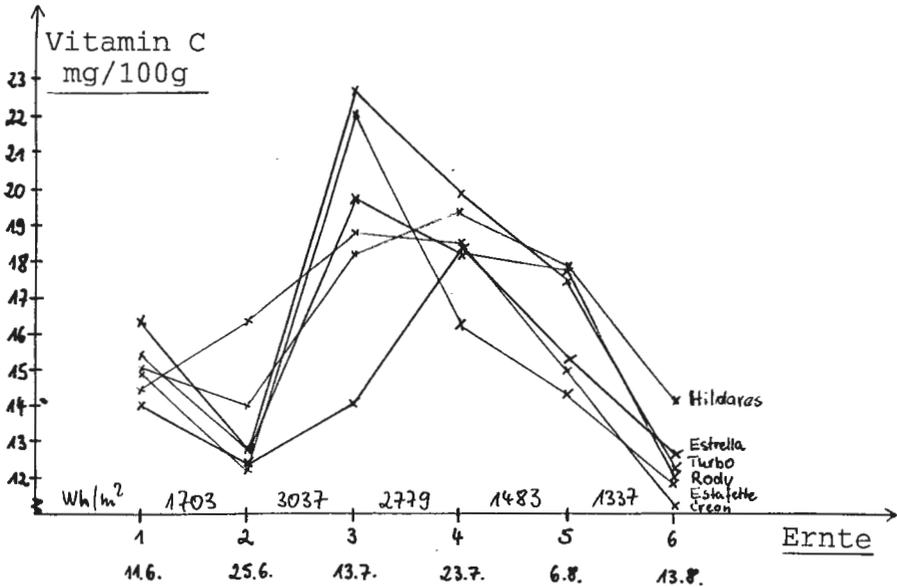
Runde (2-3kämrrige) Tomaten 1987



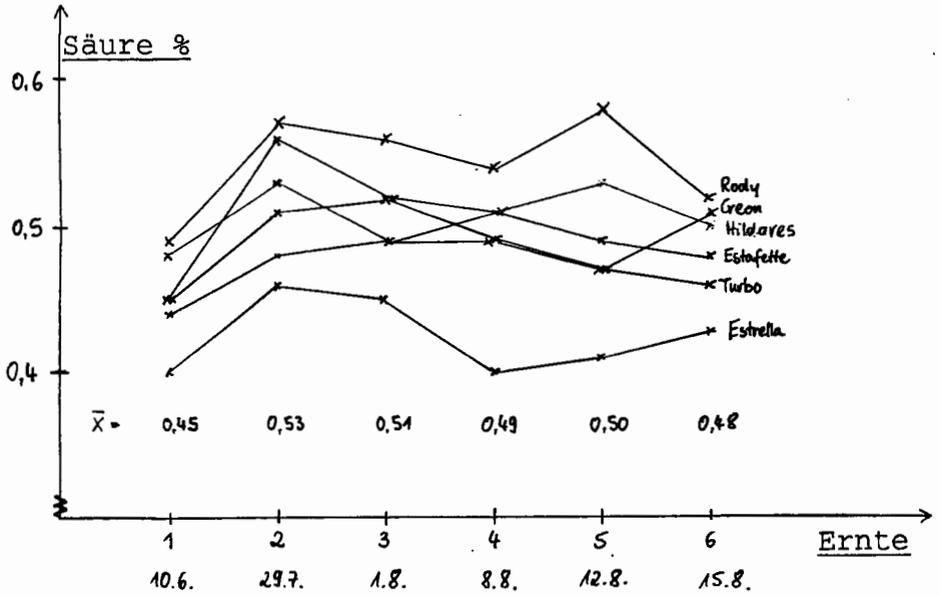
Runde (2-3kämrrige) Tomaten 1986



Runde (2-3kämrrige) Tomaten 1987



Runde (2-3kämrrige) Tomaten 1986



Runde (2-3kämrrige) Tomaten 1987

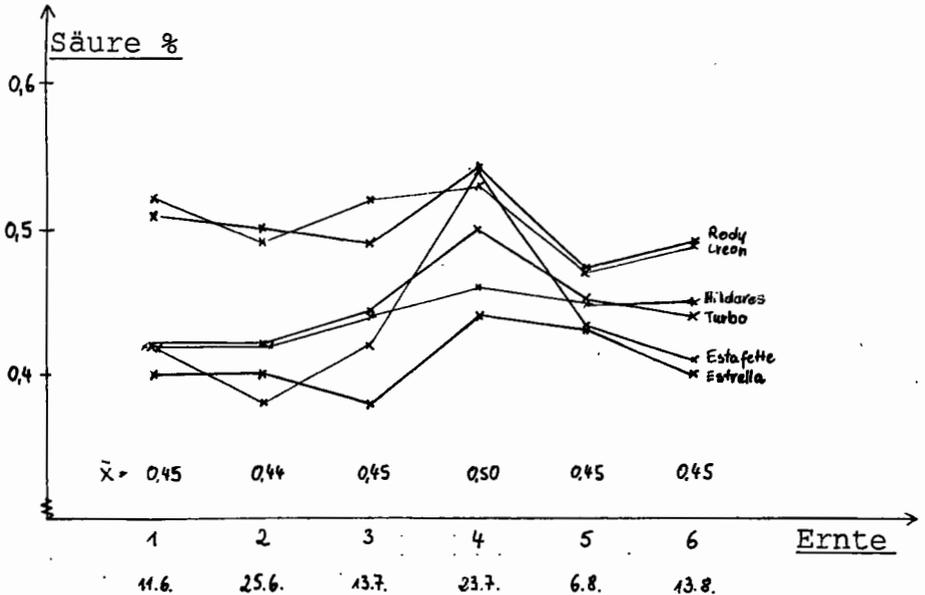
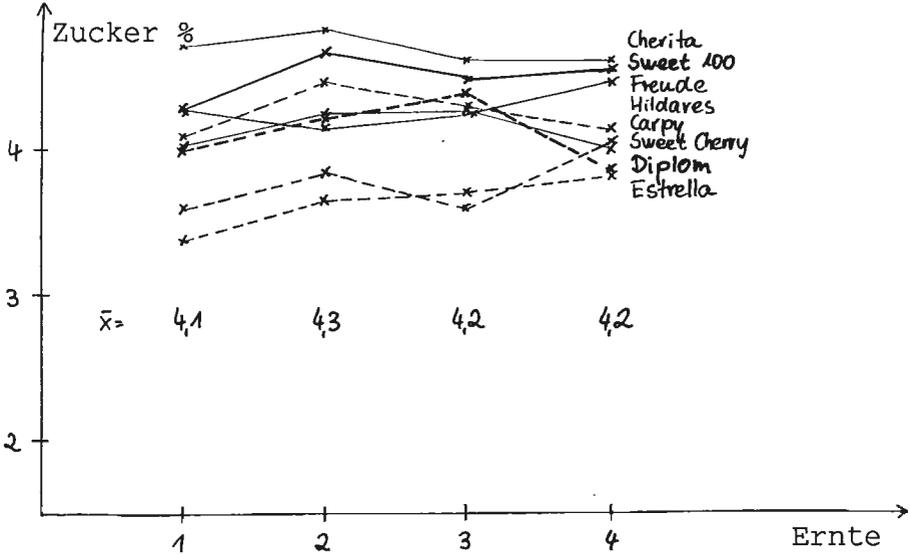
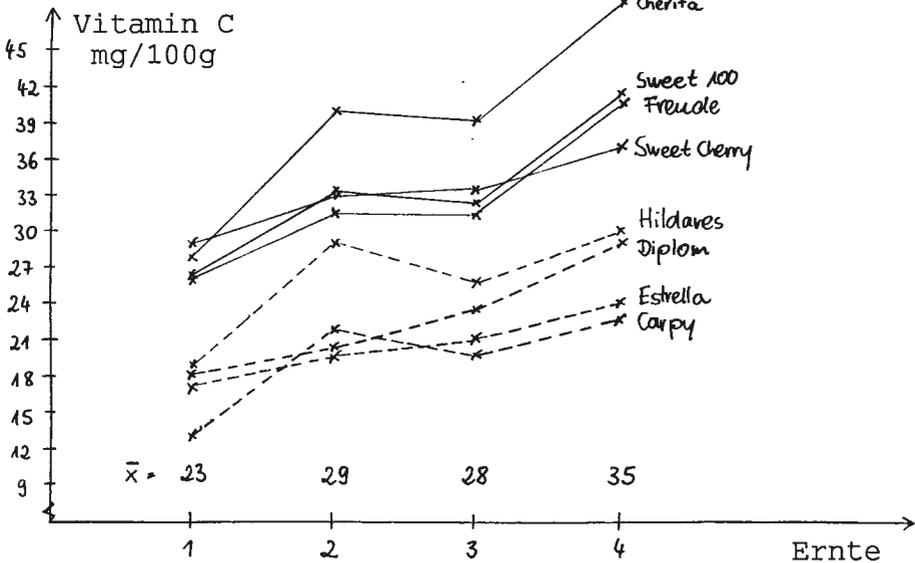


Abbildung 2

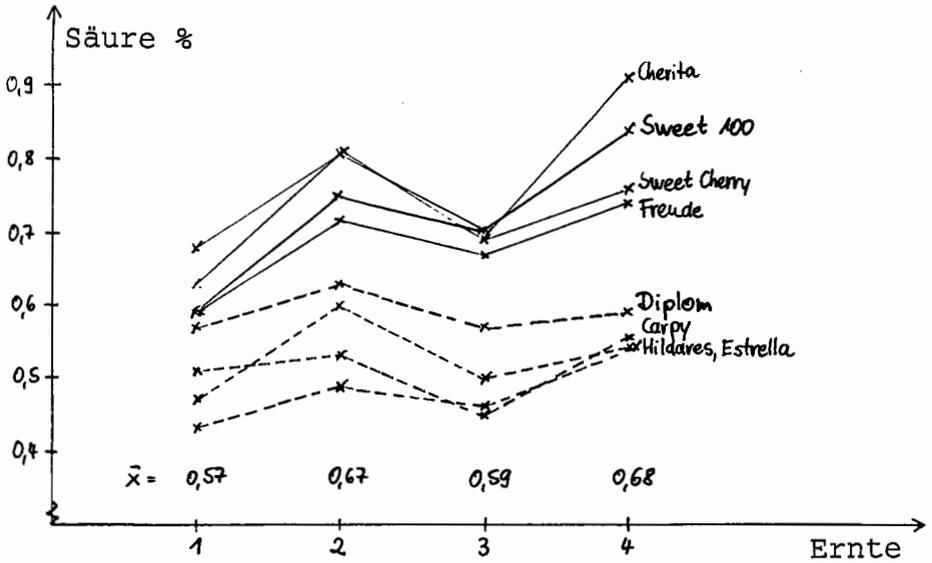
Kirschtomaten, runde Tomaten
Anbau im Freiland 1988



Kirschtomaten, runde Tomaten
Anbau im Freiland 1988



Kirschtomaten, runde Tomaten
Anbau im Freiland 1988



Literaturverzeichnis

- DAVIS, J.N. und G.W. WINSOR, 1969
Some Effects of Variety on the Composition and
Quality of Tomato Fruit
Journal of Horticultural Science, 44 (4) 331-42
- DIAZ, A.V. CASAS und J.D. HEWITT, 1987
Effects of Parthenocarpy on Fruit Quality in
Tomato
Journal of Horticultural Science, 112 (4),
S. 634-637
- FRITZ, D., J. HABBEN, B. REUFF und F. VENTER, 1976
Die Variabilität einiger qualitätsbestimmender
Inhaltsstoffe von Tomaten
Gartenbauwissenschaft, 41 (3), Eugen Ulmer, Stuttgart
- HOBSON, G.E. und J.N. DAVIES, 1971
The Biochemistry of Fruits and their Products,
Hulme, A.C. (ed.), Vol.2, London, New York:
Academic Press
- PICHA, D.H., 1987
Sugar and Organic Acid Content of Cherry Tomato
Fruit at Different Ripening Stages
Hort Science, Vol. 22 (1)
- RICHTER, E. , 1972
Der Gehalt an geschmackgebenden Inhaltsstoffen von
parthenokarpen und samenhaltigen Tomaten
Gartenbauwissenschaft 37 (1972) 3, S. 201-211

SALUNKE, D.H. und S.J. JADHAV, M.H. YU, 1974

Quality and Nutritional Composition of Tomato Fruit as
influenced by certain Biochemical and Physiological
Changes

Qual. Plant - Pl. Fds. hum. Nutr. XXIV, 1/2: 85-113

SCHUPHAN, W., 1962

Jahresbericht der Bundesanstalt für Qualitätsforschung
pflanzlicher Erzeugnisse in Geisenheim

SOUCI, S.W., W. FACHMANN und H. KRAUT, 1981

Die Zusammensetzung der Lebensmittel
Nährwerttabellen

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

Karin Haffner und Sigbjørn Vestrheim

Landwirtschaftliche Hochschule Norwegens

Inst. f. Gartenbau - Abt. Obstbau

Postbox 22

N-1432 AAS - NLH

QUALITÄTSEIGENSCHAFTEN AKTUELLER ERDBEERSORTEN IN NORWEGEN

Einleitung

Der Erdbeeranbau in Norwegen ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Der Anbau dieser Kultur ist bis nördlich des Polarkreises möglich, wie die Abbildung 1 zeigt.

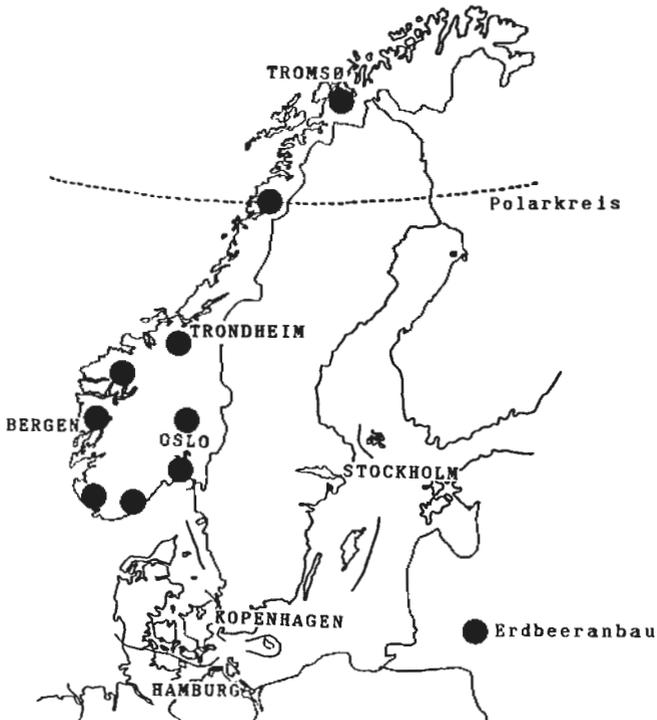


Abb. 1: Erdbeeranbauggebiete in Norwegen

In der folgenden Tabelle ist die wirtschaftliche Bedeutung der wichtigsten Obstkulturen in Norwegen aufgeführt.

Tabelle 1: Wirtschaftliche Bedeutung der wichtigsten Obstkulturen in Norwegen (1987):

Obstart	wirtschaftl. Bedeutung (DM)
Erdbeere	50.000.000
Apfel	36.000.000
Schw. Johannisbeere	18.000.000
Kirschen (süß u. sauer)	15.000.000
Obstbau gesamt	168.000.000

Die Erdbeeranbaufläche in Norwegen beträgt etwa 2.000 Hektar, während diese in der Bundesrepublik etwa dreimal so groß ist. Insgesamt werden im Jahresdurchschnitt etwa 19.000 Tonnen Erdbeeren geerntet, gegenüber ca. 50.000 Tonnen in der Bundesrepublik. Hier werden zusätzlich etwa 80.000 bis 100.000 Tonnen importiert, während die Importe in Norwegen nur etwa 2.000 Tonnen Erdbeeren ausmachen. Interessant ist, im Vergleich beider Länder, daß der jährliche Prokopfverbrauch in Norwegen etwa doppelt so hoch ist, nämlich 5,0 Kilogramm gegenüber 2,6.

Material und Methoden

In den Jahren 1983 bis 1988 wurden auf dem Versuchsgelände der Landwirtschaftlichen Hochschule in Aas zwei Erdbeersortenversuche durchgeführt. In beide Versuche gingen je zehn aktuelle Sorten verschiedener Herkünfte ein, wobei 'Senga Sengana' Kontrollsorte war, die übrigen Sorten gehen aus Tabelle 2 hervor.

In beiden Versuchen waren die Sorten als Blockversuche mit vier Wiederholungen gepflanzt. In jeden Block gingen für die verschiedenen Sorten 20 bzw. 25 Erdbeerpflanzen ein. In Versuch 1 waren die Pflanzen in Doppelreihen auf schwarze Folie gepflanzt, während Versuch 2 in einfachen Reihen mit Direktpflanzung angelegt war. Es wurden normale Pflanzenschutzmaßnahmen mit drei Botrytis-spritzungen (Euparen/Ronilan) durchgeführt.

In der Saison wurden die Früchte zweimal in der Woche geerntet.

Ertrag, Einzelfruchtgewicht und Fäulnisbefall wurden direkt nach der Ernte ermittelt. Der Geschmack der Früchte wurde von einer Sensorikgruppe (ca. 6 Personen) am Tag der Ernte beurteilt. Für die Qualitätsuntersuchungen wurden Proben tiefgefroren. Die Bestimmung der Fruchtfarbe (photometrisch), der löslichen Trockensubstanz (Refraktometerwert) und der titrierbaren Säure wurden im Fruchtsaft durchgeführt. Weiterhin wurde der Vitamin-C-Gehalt (L-Ascorbinsäure) mit Hilfe eines Hochleistungsflüssigkeitschromatographen (HPLC) in den Beeren bestimmt.

In Verbindung mit einer Diplomarbeit wurden weitere wichtige Qualitätsmerkmale, wie das Entfernen der Kelchblätter und die Farbe des Fruchtfleisches (Durchfärbung), für die beschriebenen Sorten des ersten Versuches untersucht.

Ein weiteres wichtiges Arbeitsgebiet in Verbindung mit Erdbeersortenversuchen ist die Lagerung, Haltbarkeit und Verpackung der Früchte, da Norwegen ein Land mit schwierigen und langen Transportwegen ist.

Ergebnisse und Diskussion

Der Obstanbauer ist neben guten Qualitätseigenschaften speziell an hohen Erträgen und großen, leicht zu pflückenden Beeren einer Sorte interessiert. In beiden Versuchen lagen signifikante Unterschiede in Bezug auf Ertrag und Beerengröße vor. Mit besonders hohen Erträgen hoben sich in Versuch 1 die Sorten 'Bounty' und 'Solprins' hervor, während 'Tago' und 'Sivetta' im unteren Bereich lagen. Die Vergleichssorte 'Senga Sengana' lag unter dem Durchschnittsertrag aller Sorten. In der zweiten getesteten Sortengruppe gaben die Sorten 'Gourmella' und 'Korona' hohe Erträge, während für 'Linn', 'Tye' und 'Karina' relativ niedrige Erträge ermittelt wurden. Die Vergleichssorte nahm in diesem Versuch eine etwas bessere Mittelstellung ein. Aus der Tabelle gehen weiterhin Informationen über die Beerengröße hervor. Die Kontrollsorte 'Senga Sengana' wies in beiden Versuchen Beerengrößen von etwa 8 und 10 Gramm auf. Das Einzelfruchtgewicht für diese Sorte lag damit unter dem Durchschnitt aller Sorten. Die Beerengröße der Sorten des ersten Versuches war sehr unterschiedlich; 'Fanil' und 'Bogota' hatten die höchsten

Einzelfruchtgewichte, während Früchte der Sorte 'Glima' im unteren Bereich lagen. Im zweiten Versuch war die Streuung um den Mittelwert wesentlich geringer, hier hob sich 'Gourmella' mit den größten Früchten hervor und 'Lumina' lag unter dem Durchschnitt, mit einem Einzelfruchtgewicht von 9 Gramm. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im Einzelnen.

Tabelle 2: Erträge und Einzelfruchtgewichte der Erdbeersorten, Versuche 1984-1988, As (Sorten nach Ertragsmenge sortiert).

Sorte	Ertrag (kg/ha)	Einzelfruchtgewicht (g/Beere)
<u>Versuch 1:</u>		
'Bounty'	22.097	9,5
'Solprins'	21.206	11,5
'Jonsok'	18.176	8,6
'Glima'	17.464	6,8
'Bogota'	16.929	14,6
'Fanil'	16.394	14,7
'Zefyr'	15.325	10,4
'S.Sengana'	15.147	8,4
'Sivetta'	14.612	10,0
'Tago'	11.761	11,3
Mittel	16.911	10,6
<u>Versuch 2:</u>		
'Gourmella'	17.865	12,4
'Korona'	16.345	12,2
'Lumina'	13.450	9,0
'S.Sengana'	13.070	10,2
'Troubadour'	12.865	12,0
'Frigg'	11.638	9,4
'Fructarina'	10.819	11,8
'Karina'	8.655	9,8
'Tyee'	6.988	10,4
'Linn'	4.562	10,2
Mittel	11.626	10,8

Im Zusammenhang mit den hier vorgestellten Sortenversuchen wurde besonderes Gewicht auf die Ermittlung der inneren Qualitäts-eigenschaften gelegt. Hierbei wurde nicht nur die Sorteneignung für den Frischverzehr geprüft, wo man besonderen Wert auf einen ausgewogenen aromatischen Geschmack legt, sondern auch für die verarbeitende Industrie. In Norwegen spielt die Erdbeer-

meladenproduktion eine herausragende Rolle und der wichtigste Rohstoff hierfür sind bisher fast ausschließlich Früchte der Sorte 'Senga Sengana'.

Für einen guten Geschmack spielt im allgemeinen der Zucker- und Säuregehalt des Obstes eine wichtige Rolle. Neben den chemischen Analysen wurde daher der Geschmack der frischgeernteten Beeren mit Hilfe einer Skala von 0 bis 9 Punkten (9=bester Geschmack, 5=mittelmäßig) beurteilt.

Tabelle 3: Lösliche Trockensubstanz (Refraktometerwert), titrierbare Säure, Zucker-Säureverhältnis im Fruchtsaft und Geschmack in Verbindung mit Erdbeersortenversuchen, Äs 1984-1988 (Sorten in alphabetischer Reihenfolge).

Sorte	Lösliche Trockensubst. (%)	Titrierbare Säure (%)	Zucker- säure- verhältnis	Geschmack (0-9Punkte)
Versuch 1:				
'Bogota'	9,3	0,78	12,1	4,6
'Bounty'	10,1	0,97	10,5	6,3
'Fanil'	9,3	0,95	9,8	4,5
'Glima'	8,4	1,18	7,1	5,7
'Jonsok'	8,0	0,99	8,1	5,2
'S.Sengana'	9,6	1,08	8,7	5,8
'Sivetta'	9,7	0,99	9,7	5,4
'Solprins'	8,8	1,09	8,1	5,6
'Tago'	9,5	0,90	10,7	6,0
'Zefyr'	10,8	1,08	10,2	5,4
Mittel	9,4	1,00	9,5	5,5
Versuch 2:				
'Frigg'	8,7	1,04	8,4	6,0
'Fructarina'	8,0	1,18	6,9	5,0
'Gourmella'	8,2	1,01	8,2	4,9
'Karina'	8,7	1,03	8,6	4,4
'Korona'	8,0	0,84	9,6	6,3
'Linn'	8,2	1,51	5,6	2,5
'Lumina'	8,0	0,97	8,3	5,6
'S.Sengana'	8,3	0,98	8,5	5,5
'Troubadour'	8,4	1,02	8,3	4,7
'Tye'e'	9,6	1,01	9,7	6,6
Mittel	8,4	1,04	8,3	5,2

Für alle untersuchten Merkmale wurden signifikante Sortenunterschiede ermittelt.

Aus Tabelle 3 geht hervor, daß für die Sorte 'Bounty' der beste Geschmack in Versuch 1 ermittelt wurde. Dies zeigt sich auch in einem überdurchschnittlich hohen Wert für das Zucker-Säureverhältnis. Die gleiche Tendenz ergab sich für die Sorte 'Tago'. Trotz eines hohen Zucker-Säureverhältnisses, das für die Sorte 'Bogota' gefunden wurde, bekam diese Sorte eine niedrige Geschmacksbewertung. Die Ursache hierfür können verschiedene Effekte sein: die Beeren dieser Sorte wiesen einen "flachen", wenig aromatischen Geschmack auf; außerdem wurde ein geringer Gehalt an titrierbarer Säure gemessen. Weiterhin beschrieben die Geschmacksprüfer die spezielle (geleeartige) Konsistenz der Erdbeeren der Sorte 'Bogota' als negativ.

In Versuch 2 hoben sich die Sorten 'Tyee' und 'Korona' durch einen besonders guten Geschmack hervor, während Beeren der Sorte 'Linn' mit 2,5 Punkten sich stark negativ hervorhoben.

In Korrelationsberechnungen wurde für den ersten Versuch kein enger Zusammenhang, weder für Zucker und Geschmack, noch für Zucker-Säureverhältnis und Geschmack, gefunden. Jedoch war der Säuregehalt und Geschmack in beiden Versuchen negativ korreliert. Weiterhin wurden für die zweite Sortengruppe ein Zusammenhang zwischen Zucker-Säureverhältnis und Geschmack gefunden.

Für die norwegische Konservenindustrie ist der wichtigste Qualitätsfaktor die Fruchtfarbe der Erdbeeren. Die dominierende Sorte 'Senga Sengana' mit relativ kräftiger Rotfärbung wird von der Marmeladenindustrie bevorzugt. Bei der Prüfung neuer Sorten wird daher in Norwegen eine starke Rotfärbung der Beeren als positives Qualitätsmerkmal angesehen.

In den vorliegenden Versuchen wiesen die Sorten 'Glima', 'Jonsok' und 'Zefyr' eine stärkere Rotfärbung als die Kontrollsorte 'Senga Sengana' auf. Die Sorten 'Korona' und 'Bounty', die in Zusammenhang mit diesen Untersuchungen von besonderem Interesse waren, lagen im Bereich von 'Senga Sengana'. Jedoch zeigen praktische Erfahrungen aus der Industrie, daß Erdbeermarmelade, mit der Sorte 'Bounty' als Rohware, eine sehr schwache Farbstabilität im Glas aufweist. Für die Sorten 'Bogota', 'Fanil', 'Gourmella',

'Karina', 'Lumina', 'Sivetta' und 'Troubadour' wurde in den Sortenversuchen eine schwache Rotfärbung ermittelt, und diese werden daher als wenig interessant für die Marmeladenproduktion angesehen.

Am Institut für Gartenbau - Abteilung Obstbau - hat die Ermittlung des Vitamin-C-Gehaltes in verschiedenen Obstsorten und Obstsorten in den letzten Jahren einen wichtigen Teil der Analysentätigkeit ausgemacht. Im Rahmen der hier vorliegenden Erdbeersortenversuche wurden insgesamt über 1400 Proben am Hochleistungsflüssigkeitschromatographen auf den Gehalt an Ascorbinsäure untersucht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Sorten der beiden Versuche nach dem Gehalt an Vitamin C sortiert.

Tabelle 4: Gehalt an L-Ascorbinsäure (mg/100g) in verschiedenen Erdbeersorten (As 1984-1988).

Sorte	L-Ascorbinsäure (mg/100g)
'Panil'	70
'Zefyr'	61
'Bounty'	57
'Tye'e'	53
'Gourmella'	53
'Troubadour'	50
'Linn'	50
'Karina'	47
'Fructarina'	46
'Korona'	45
'Frigg'	42
'Tago'	42
'Solprins'	41
'Lumina'	41
'Sivetta'	41
'S. Sengana'	40*
'Glima'	36
'Bogota'	34
'Jonsok'	34
Mittel	47

* Mittel beider Versuche

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß die Gehalte an Ascorbinsäure für die untersuchten Sorten stark schwanken. Festzuhalten bleibt, daß die Kontrollsorte 'Senga Sengana' im unteren Bereich

lag. Im Mittel wurden etwa 47 Milligramm L-Ascorbinsäure je 100 Gramm Probe (tiefgefrorene Beeren) ermittelt und damit läßt sich generell feststellen, daß die Erdbeere Vitamin-C-Gehalte in der Größenordnung von Apfelsinen, Grapefruits und Zitronen aufweist.

Schlußbemerkungen

Die Sorte 'Senga Sengana' spielt heute im norwegischen Erdbeeranbau immer noch die wichtigste Rolle. Etwa 80% des Anbaus stützen sich auf diese Sorte. Die Früchte eignen sich gut für den Frischmarkt und für die Konservenindustrie.

Ziel der Sortenversuche, die in den letzten Jahren an der Norwegischen Landwirtschaftlichen Hochschule in As durchgeführt wurden, war es, Sorten für den Anbau zu finden, die nicht die negativen Eigenschaften von 'Senga Sengana' - wie geringe Beerengröße und starke Botrytisanfälligkeit - aufweisen.

In diesen Versuchen hoben sich die Sorten 'Bounty' und 'Korona' positiv hervor. Für beide Sorten wurden höhere Erträge, eine geringere Botrytisanfälligkeit, etwas größere Beeren, ein besserer Geschmack und ein höherer Gehalt an Vitamin C als für die Kontrollsorte 'Senga Sengana' ermittelt.

Tabelle 5: Sortenliste für den norwegischen Erdbeeranbau (Reifezeit und Herkunft)

Sorte	Reifezeit	Herkunft
'Glima'	früh	Norwegen
'Zefyr'	früh	Dänemark
'Jonsok'	mittelfrüh	Norwegen
'Korona'	mittelspät	Niederlande
'Senga Sengana'	mittelspät	Bundesrepublik
'Bounty'	mittelspät	Kanada

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, sind die Sorten 'Bounty' und 'Korona' in die offizielle Sortenliste aufgenommen. Beide Sorten werden in den kommenden Jahren an Bedeutung im Anbau gewinnen. Sie werden jedoch kaum eine Rolle als Rohware für die Konserven-

industrie spielen: 'Bounty' wegen der schwachen Farbeigenschaften und 'Korona' wegen eines stark festsitzenden Kelches. Daher wird die Sorte 'Senga Sengana' auch in näherer Zukunft die Hauptsorte im norwegischen Erdbeeranbau bleiben.

Andere Sorten wie 'Elsanta' und 'Elvira' werden jetzt in die Sortenprüfung an der Landwirtschaftlichen Hochschule aufgenommen, in der Hoffnung, Sorten zu finden, die 'Senga Sengana' ablösen können.

Genetische (Qualitäts-)Reserven in Obstwildarten

H. Schimmelpfeng, Freising-Weihenstephan

Genetische Reserven aus Wildobstarten werden vorwiegend als Ersatz für auf dem Weg zum derzeitigen Marktstandard verlorengegangene Resistenzeigenschaften unserer Kultursorten gesehen. Sicher auch ein Qualitätsaspekt, wenn man an eine Produktion mit weniger Pflanzenbehandlungsmitteln denkt.

Darüber wird jedoch häufig vergessen, daß eine Reihe von Wildobstarten erst in jüngster Zeit in Kultur genommen wurde. Meist sind es Beerenfrüchte (Apfelbeere, Hagebutten, Eberesche, Heidelbeere, Preiselbeere, Holunder, Sanddorn), deren steigende Nachfrage nicht mehr aus Wildvorkommen abgedeckt werden kann.

Die (noch) enge Verbindung zu Wildformen bedeutet für den Anbauer neben einem höheren Maß an Widerstandsfähigkeit auch geringere Ansprüche an Standort und Pflege. Markt- und Gebrauchswert werden dagegen durch ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe (z.T. in völlig neuen Dimensionen) oder Biorohstoffe gekennzeichnet.

Die für den Gehalt an Inhaltsstoffen (neben einer langen Entwicklungszeit) optimale Oberflächen-Volumen-Relation setzt andererseits einer Inkulturnahme Grenzen, da die geringe Fruchtgröße hohe Erntekosten verursacht bzw. die Möglichkeit maschineller Ernteverfahren voraussetzt.

Aus den Arbeiten des Lehrstuhls für Obstbau der TU München-Weihenstephan soll der Rückgriff auf das Genpotential von Wildfrüchten an zwei Beispielen belegt werden.

1. Einbau des vesca-Genoms in die Gartenerdbeere

Unsere Gartenerdbeere entstand in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts aus den nord- bzw. südamerikanischen, oktaploiden Wildformen *Fragaria virginiana* und *F. choloensis*. Zu der zirkumpolar vorkommenden Walderdbeere (*F. vesca*) besteht keine unmittelbare Verbindung.

2. Züchterische Arbeiten an Sanddorn

Sanddorn hat sich bei uns nur noch an Reliktstandorten erhalten, an denen aufgrund des nährstoffarmen Bodens konkurrierende Pflanzen nur geringe Entwicklungschancen haben.

Kältefestigkeit (die der Blüten bis -13°C), N-Versorgung über Knöllchenbakterien, geringe Pflegeansprüche und der gesetzlich verordnete Schutz der Wildbestände lassen einen Anbau interessant erscheinen. Ernährungsphysiologisch sind Außen- und Innenfrucht von Bedeutung.

Die züchterische Bearbeitung hatte ursprünglich die Suche nach Mutanten (nach Röntgenbestrahlung von Saatgut) zum Ziel, die bei geringerer Bedornung und Ausbildung eines Trenngewebes zwischen Beere und Holzkörper die Ernte erleichtern sollte.

Inzwischen scheint die Verwendung polyploider Formen aussichtsreicher.

Als Erntemethode, die gleichzeitig einen maximalen Erhalt der Inhaltsstoffe garantiert, wird seit Jahren ein Frost-Drusch-Verfahren praktiziert. Dabei werden gut behangene Zweige abgeschnitten, gefrostet und anschließend gedroschen. Die gefrorenen Beeren springen bereits bei geringen Schlagimpulsen ab und werden in gefrorenem Zustand gelagert.

Großtechnisch ist dieses Verfahren mit Hilfe eines Frost-tunnels durchführbar, dem ein Wasch- und Trocknungsprozeß vorgeschaltet ist und eine Sieb- und Windsichtung folgt.

Nachdem andere Ernteverfahren aus Kostengründen indiskutabel sind, werden an den Züchter weitere Forderungen gestellt: Im Sinn einer Alternanzkultur müssen die Sträucher einen jahreszeitlich späten Schnitt vertragen und in der Folge gut regenerieren. Die damit verbundenen Ausfalljahre müssen durch eine hohe Ertragsleistung kompensiert werden. In der Praxis müssen der Erntetermin und die Maximalgehalte der wichtigsten Inhaltsstoffe aufeinander abgestimmt werden.

Unter diesen Vorgaben werden z.Z. aus einer größeren Population und mehreren Generationsfolgen Typen ausgelesen und auf ihren

Anbauwert geprüft. Die Analysendaten bewegen sich innerhalb der Bandbreite der in der Literatur mitgeteilten Werte.

**Bandbreite wertgebender Inhaltsstoffe ausgewählter Pflanzen
einer Sanddornpopulation (n = 16)**

U. Schaefer, P.P.S. Schmid, H. Schimmelpfeng, 1986 (3)

		Min.	Max.	Mittel
Trockensubstanz	%	14,1	25,1	19,6
Vitamin C	mg %	88	365	215
pH		2,5	3,0	2,7
Apfelsäure	%	1,1	4,0	2,6
Gesamtsäure	%	1,9	4,4	3,3
Glucose	mg %	105	1061	386
Fructose	mg %	19	414	192
Carotinoide	mg %	10,1	40,9	23,5

Inhaltsstoffe von Sanddornfrüchten

Friedrich, Schuricht, 1984 (5)

	mg / 100 g
Vitamin C	150 - 300
B 1 (Thiamin)	0,02 - 0,04
B 2 (Riboflavin)	0,03 - 0,05
B 9 (Folsäure)	0,80
E (Tocopherol)	5 - 15
F (strahlenschutz- wirksame unges. Fettsäuren)	
Bioflavanoide (Vitamin P- aktiv)	
Karotin	4 - 8
Zeaxanthin	
Quercetin	

Fettgehalt

Franke u. Müller, 1983 (2)

	Außenfrucht	Innenfrucht
anteilig (%)	5,06 %	9,10%
Myristinsäure	0,16	0,21
Palmitinsäure	46,77	13,20
Palmitoleinsäure	28,28	0,24
Stearinsäure	0,21	7,65
Ölsäure	18,43	17,37
Linolsäure	3,90	39,55
Linolensäure	2,21	21,78

- (1) Bauer, R. und Bauer, A.:
Hybridzüchtung in der Gattung *Fragaria*: 'Spadeka' - eine neue Sorte
mit dem Aroma der Walderdbeere
Erwerbsobstbau **21**, 1979, 151-161
- (2) Franke, W. und H. Müller:
Menge und Fettsäurezusammensetzung des Fruchtfleisch- und Samenfettes
von Sanddornfrüchten (*Hippophae rhamnoides* L.)
Angewandte Botanik **57**, 1983
- (3) Schaefner, U., P.P.S. Schmid und H. Schimmelpfeng:
Erste Ergebnisse einiger wertgebender Inhaltsstoffe von Beeren einer
Sanddornpopulation
Erwerbsobstbau **28**, 1986, 108-110
- (4) Spiegler, G., B. Schindwein und H. Schimmelpfeng:
Untersuchungen zur Selektion von dekaploiden *Fragaria x vescana*
Erwerbsobstbau **28**, 1986, 220-221
- (5) Friedrich, G. und W. Schuricht:
Seltene Kern-, Stein- und Beerenobst
Neumann Leipzig-Radebeul 1984

Der Pflanzenzüchter im Dienste der Präventivmedizin und als Rohstofflieferant für die Herstellung von Phytotherapeutika

M. Schnock

Aus der pflanzlichen Vielzahl hat der Mensch in Jahrtausenden eine sehr kleine Anzahl von Pflanzen für seine Ernährung, Gesunderhaltung und Gesundheit sowie zu seiner Erbauung und Freude als Nahrungs-, Arznei- und Zierpflanzen ausgewählt und damit seine geistige und körperliche Leistung sowie seine Lebenserwartung erheblich gesteigert. Mit Zunahme der Bevölkerung konnte der Bedarf an qualitativ wertvollen Drogen durch Sammeln nicht mehr gedeckt werden und Verfälschungen, minderwertige Herkünfte und unqualifizierte Ernte, Lagerung und Aufbereitung brachte den Phytopharmaka geringeres Vertrauen und in der ärztlichen Ausbildung weniger Bedeutung und damit weniger Anwendung ein. Sie wurden als Hausmittel abgestuft und man gab den allopathischen Mitteln den Vorzug.

Mit den ständig vergrößerten Erkenntnissen der Naturwissenschaften wurden die Voraussetzungen für die Verbesserung pflanzlicher Produkte geschaffen (Samuel Tesedick, Ungarn, Albrecht Thaer, Pharmazeut in Celle und Justus von Liebig, Chemiker in Gießen. Burbank in USA u.v.a.m.). Die Wiederentdeckung der Mendel'schen Gesetze um die Jahrhundertwende durch Correns, de Vries und von Tschermak eröffnete eine systematische und vererbare Steuerung von Genotypen und erlaubte erstmalig beständige, standardisierbare Pflanzen oder Sorten mit definierbaren äußeren und inneren Eigenschaften zu züchten.

Die Erkenntnisse in den letzten Jahrzehnten in den reinen und angewandten Naturwissenschaften sowie deren Umsetzung in Technik und Analytik finden bereits Anwendung in der Gentechnologie und Molekularbiologie und werden uns helfen, unsere Zuchtziele schneller, vielleicht auch sicherer und ökonomischer zu erreichen. Wir haben uns angewöhnt, von Obst und Gemüse als Nahrungspflanzen zu sprechen, deren Gehalt an wertvollen Vitaminen, Mineral- und Ballaststoffen für unsere Gesundheit nötig ist. Daneben haben

wir das Sortiment der Heil- und Gewürzpflanzen. Streng genommen sollte man vor allem das Gemüse den Heil- und Gewürzpflanzen zurechnen (D. Fritz et al. TASPO, 10, 85, S.6-7; I. Eder u. Chr. Weig, Ernährungsumschau 35, Jg. 88, Heft 6, 8, 11; Horticulture and Human Health, ASHS-Alexandria, Va. 1988- ISBN 0-13-394834-X).

Die Beziehungen zwischen Beta-Carotin, Ballaststoffgehalt und antikanzerogenen Wirkungen der Kohlarten sind vielfältig nachgewiesen worden. Ein höherer Infektionsschutz durch Vitamin A, C, E ist gegeben, die α - und γ -Linolensäuren verringern das Infarkt, Thrombose sowie Arteriosklerose-Risiko (Leinöl, Leinsamen). Die Veränderung des Fettsäurenmusters bei Gemüsen ist sehr wünschenswert, weil Gemüse keine oder wenig Cholesterone enthält. Diabetiker brauchen die Zufuhr von γ -Linolensäure. Aber auch ein Zuviel kann schaden, z.B. Vitamin A oder Retinoide sind ursächlich für die Erhöhung des Prostatakrebsrisikos zu nennen. Ein zu hoher Gehalt an Alkaloiden, wie Phaseolin in Bohnen, Pisin in Erbsen, Pyrolizidinen im Symphytum u.a. ist einer gesunden Diät abträglich. Ebenso ist der Gehalt an Nitrat, Oxal- und Phytinsäure zu verringern (Lit d. Fritz u. W. Feucht, Gemüse 11/1988). Die Pflanzenzüchtung kann und muß insbesondere für die Entwicklungsländer tätig werden und die wertgebenden Inhaltsstoffe in den vorhandenen Landsorten erkennen und erhalten sowie nur noch neue Sorten mit verbesserten Inhaltsstoffen einführen, wobei der Ertrag keine untergeordnete Rolle spielen darf. Die genetische Variabilität wertgebender Inhaltsstoffe wurde auch bei Spinat und Kopfsalat nachgewiesen (Diss. V. Behr, Hannover 1988).

Mit der Verabschiedung des Artenschutzgesetzes ist das Sammeln und Verbringen vieler Heil- und Gewürzpflanzen untersagt oder erschwert worden. Dazu kommt die gesetzlich bis 1992 vorgeschriebene Wiederzulassung mit Wirksamkeitsnachweis für viele alte Phytopharmaka oder der Verlust der Vertriebsgenehmigung. Der Pflanzenzüchter und Pflanzenbauer ist hier mit Hilfe der Bio-Chemie, Pharmazeuten (Diss. M. Sauter, Berlin 1984) und Mediziner gefordert, wertvolles Kulturgut zu erhalten und zu verbessern. Im folgenden wird die Züchtung, der Anbau und die Erhaltung eines standardisierten Phytopharmakas (GRANU FINK) am Beispiel des Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L. Convar. *citrullinia* I. Greb. var. *styriaca* I. Greb. forma Fink) dargestellt.

In der Volksmedizin oder Naturheilkunde ist die Wirksamkeit von Kürbiskernen und Kürbiskernöl gegen Blasenleiden, Entzündung der Harnwege und Verhütung des Prostata adenoms bei vielen Völkern der neuen und alten Welt seit vielen Jahrhunderten bekannt. Insbesondere ist der genetisch schalenlose, chlorophyll- und tocopherolreiche Ölkürbis als Phytotherapeutikum hierfür gut geeignet. Es ist wahrscheinlich im vorigen Jahrhundert in einem quasi sekundären Genzentrum durch Verlustmutationen der verkorkten Schale, durch mehr oder weniger erfolgreiche Selektion, in einer Landsorte der Steiermark entstanden. Unkenntnisse über Blütenbiologie, Befruchtung, Inzucht und Isolationsentfernungen und die Vererbung der gewünschten Eigenschaften ergaben ein ständig variables Produkt, welches primär der Speise- und Salatölversorgung der bäuerlichen Haushalte diente. Aus der Sorge, ausreichende Mengen Kerne in bestimmter Qualität kaufen zu können, um daraus ein pflanzliches Heilmittel herzustellen, erwuchs die Forderung nach einer qualifizierten Züchtung oder Sorte, welche im kontinentalen Klima Innerungarns bei sehr geringen Niederschlägen, uniform und früh, vor den ersten Nachtfrösten im Oktober abreift und vollmechanisch zu ernten ist. Die Züchtung begann 1967 mit Individualauslese in Kreuzungsnachkommenschaften, wodurch der Kornertrag, die Kornqualität und die Adaption an ungarische Wachstumsbedingungen erreicht und verbessert werden konnte. Düngungs-, Standraum-, Beregnungs- und Windschutzversuche mußten angelegt werden, um die Beständigkeit der Merkmale zu prüfen und zu beweisen. Die Entwicklung geeigneter stationärer und mobiler Erntegeräte erforderte große Ingenieurskunst und wurde hervorragend gelöst. Die entwickelten Sorten lassen sich im "Mäh"- "Pick up"-Drusch verlustfrei ernten und haben einen enormen Zuspruch bei den Vermehrern hervorgerufen. Auf mehreren 1000 Hektar werden heute ausreichende Mengen der Inhaltsstoffe in hervorragender Qualität geerntet. Der Gehalt an Tocopherolen, Mineralstoffen (besonders Magnesium, Zink, Eisen und Selen), β -Carotin und Δ^7 -Sterinen übertrifft alle bisher bekannten Kürbisherkünfte und Sorten.

A. Wedler und C. Wonneberger:

Inhaltsstoffe von Brokkoli, weißem und grünem Blumenkohl

Auch im Gemüsebau besteht der Trend, die Palette der angebotenen Arten und Sorten zu erweitern. Hierfür gibt es zahlreiche Beispiele. Besonders augenfällig ist diese Tendenz bei den Salaten. Wurde vor etwa 10 Jahren in den Geschäften fast ausschließlich Kopfsalat in Form des bekannten Buttersalates angeboten, so haben mittlerweile Blattsalate in verschiedenen Formen und Farben wie auch Eissalat einen je nach Markt unterschiedlichen Anteil eingenommen. Die Vermarktung wird mit steigender Produktvielfalt nicht unbedingt leichter, bietet aber durchaus manchen Betrieben Chancen, sich zugunsten des Verbrauchers vom Massenangebot abzusetzen.

Bescheidene Ansätze zur Produktdifferenzierung bestehen auch bei Blumenkohl. Nach herkömmlicher Vorstellung von Erzeugern, Handel und Verbrauchern muß Blumenkohl schneeweiß sein. Geschmacklich nicht ungünstig zu bewertende cremefarbene, gelbliche oder Rosa-bis Rotfärbungen oder Blume, die durch falsche Sortenwahl, Witterung und mangelnde Kulturtechnik bedingt sind, bedeuten nach den derzeitigen Qualitätsnormen eine Herabstufung der Handelsqualität oder den Ausschluß der Ware.

Seit einigen Jahren ist nun grüner Blumenkohl auf dem Markt, der in Italien schon länger bekannt ist. Italienisches, relativ heterogenes Ausgangsmaterial wurde vor 10 Jahren in den Niederlanden weiter bearbeitet und daraus dann die jetzige Sorte 'Alverda' gezüchtet. In den Niederlanden umfaßte der Anbau 1984 1/4 ha, 1986 13,5 ha, 1987 33 ha. Für 1988 kann man ca. 40 ha annehmen.

Eine weitere Bereicherung des Sortiments ist der sog. Romanesco, dessen Ausgangsmaterial ebenfalls aus Italien stammt und in den Niederlanden zu der Sorte 'Minaret' veredelt wurde. Dort wurden 1988 etwa 20 ha angebaut.

Für die Bundesrepublik Deutschland existieren keine offiziellen statistischen Angaben. Mann kann von wenigen ha ausgehen.

Untersuchungen

Nach einigen Vorversuchen 1987, deren Auswertung Unterschiede im Gehalt an Trockensubstanz, Nitrat und Vitamin C erkennen ließ, wurden 1988 an zwei Standorten in satzweisem Anbau neben weißem Blumenkohl der Sorte 'Celesta' die grünen Sorten 'Alverda' und 'Minaret' sowie bei einem Anbauermin Brokkoli der Sorte 'Corvet' mit einbezogen.

Die Düngung erfolgte im biologisch-organisch arbeitenden Betrieb mit Stallmist, am 2. Standort der FH Osnabrück mit Nitrophoska perfekt und Kalkammonsalpeter als Grund- und Kopfdüngung, indem auf N_{\min} -Sollwerte von 300 kg N/ha aufgedüngt wurde. Um den Einfluß vermindelter N-Düngung auf Ertrag und Qualität von 'Alverda' zu ermitteln, erhielt diese Sorte in zusätzlichen Varianten nur 200 kg N/ha.

Die Analysen, die in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Außenstelle Geisenheim, durchgeführt wurden, erstreckten sich auf Trockensubstanz, Gesamt- und Eiweiß-Stickstoff, Nitrat, Zucker (Mono-, Disaccharide), Vitamin C, Senföle, titrierbare Gesamtsäure, Chlorophyll a + b und die Mineralstoffe Chlorid, Phosphor, Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium. Die Angaben der ermittelten Gehalte, die nachfolgend in den graphischen Darstellungen aufgezeichnet sind, beziehen sich auf Frischsubstanz und sind als Mittelwerte der verschiedenen Sätze zusammengefaßt.

Ergebnisse

Die grünen Blumenkohlsorten 'Alverda' und noch mehr 'Minaret' waren in allen Sätzen später erntefertig und entwickelten kleinere, um ca. 30 % leichtere Blumen als die weiße Sorte, 'Celesta' (Darst. 1).

In Sortierung, Gewicht (Darst. 2) und Qualität bestanden zwischen den Varianten der N-Düngung keine statistisch signifikanten Unterschiede. Im Vergleich zu den grünen Sorten und Brokkoli lag der Trockensubstanzgehalt der weißen Sorte 'Celesta' um ca. 25 - 30 % niedriger (Darst. 3), der Gehalt an Gesamt- und Eiweiß-Stickstoff ebenfalls niedriger, der Nitratgehalt dagegen höher (Darst. 4). Im Gesamtzucker wiesen die grünen Sorten 'Alverda', in geringerem Umfang auch 'Minaret' und Brokkoli höhere Gehalte auf als die Sorte 'Celesta'. Auffallend war der hohe Anteil an Disacchariden bei der Sorte 'Minaret' (Darst. 5).

Die Senfö- und Säuregehalte waren in der Tendenz bei den grünen Sorten und Brokkoli höher als 'Celesta' (Darst. 6). Der dunkleren Farbe der Knospen entsprechend erreichte Brokkoli deutlich höhere Gesamtchlorophyllwerte als die sich hierin nicht unterscheidenden Varianten der grünen Sorten 'Alverda' und 'Minaret' (Darst. 9). Zu bemerken ist, daß jeweils mit dem späteren Erntetermin der Anteil an Chlorophyll b am Gesamtchlorophyllgehalt abnahm.

Im Mineralstoffgehalt enthielten Brokkoli und die grünen Blumenkohlsorten deutlich mehr Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium (Darst. 10).

Die aufgezeigten Unterschiede in den Gehalten der untersuchten Inhaltsstoffe zwischen weißem und grünem Blumenkohl waren auf beiden Standorten festzustellen.

Geschmacklich lagen die grünen Blumenkohlsorten zwischen der weißen Sorte und Brokkoli, wobei die Sorte 'Minaret' vom mineralisch gedüngten Standort die beste Note enthielt. Sie wies einen milden, abgerundeten, süßlichen Geschmack auf.

Bei einigen Versuchsvarianten der grünen Blumenkohlsorten traten ungewohnte Geschmackseindrücke auf, denen noch weiter nachgegangen werden muß.

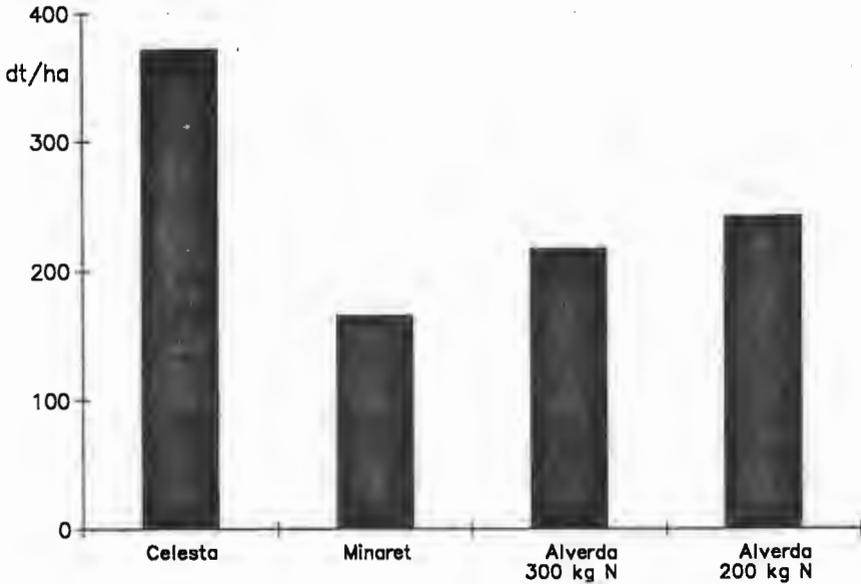
Zusammenfassung

In mehreren Sätzen angebauter grüner Blumenkohl der Sorten 'Alverda' und 'Minaret' brachte zwar geringere Erträge und kleinere Sortierungen als die weiße Sorte 'Celesta'. Doch wiesen die grünen Blumenkohlsorten höhere Gehalte an Trockensubstanz, Gesamt-Stickstoff, Eiweiß-Stickstoff, Mineralstoffen (P, K, Ca, Mg), Gesamtzucker, Senfölen (Ausnahme 'Minaret') und Vitamin C auf. Bei Brokkoli, Sorte 'Corvet', zeigten sich ähnliche Tendenzen. In den grünköpfigen Sorten und im Brokkoli lagen die Nitratgehalte wesentlich niedriger als in der weißen Sorte 'Celesta' (Darst. 11).

Die geringere N-Düngung (N_{\min} -Sollwerte 200 kg N/ha) hatte bei der Sorte 'Alverda' offensichtlich keinen negativen Einfluß auf Ertrag und Inhaltsstoffe. Im biologisch-organischen Anbau mit Stallmistdüngung zeichneten sich durchweg gleiche Ergebnisse ab. Dennoch bedürfen sie der weiteren Absicherung.

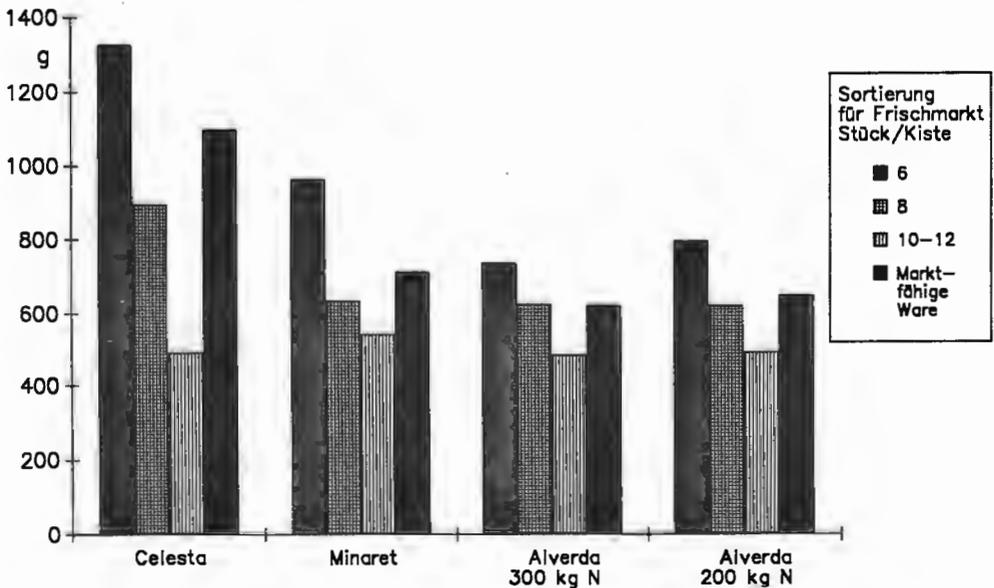
Darst.1:

Ertrag (dt/ha) verschiedener Blumenkohlsorten

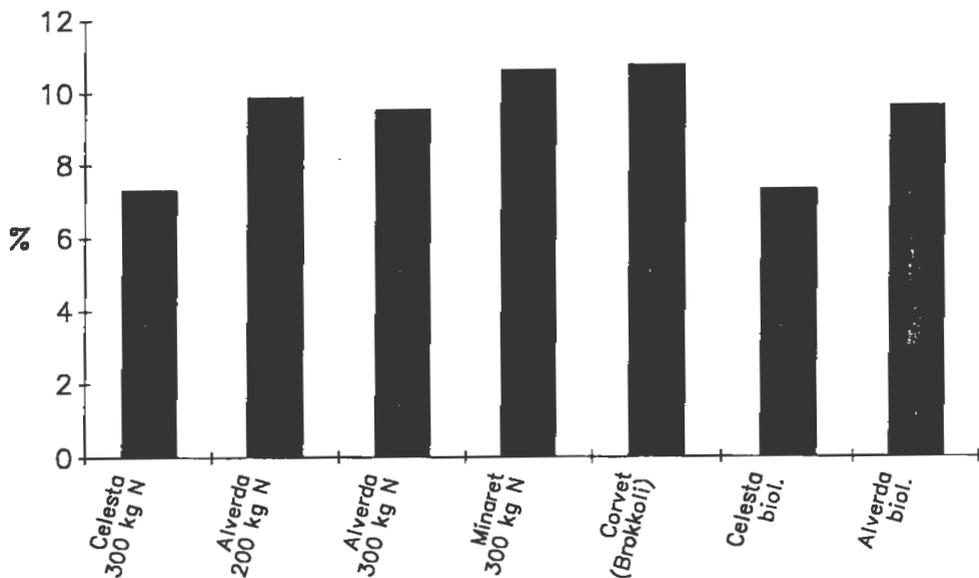


Darst.2:

Durchschnittsgewicht der Köpfe verschiedener Blumenkohlsorten

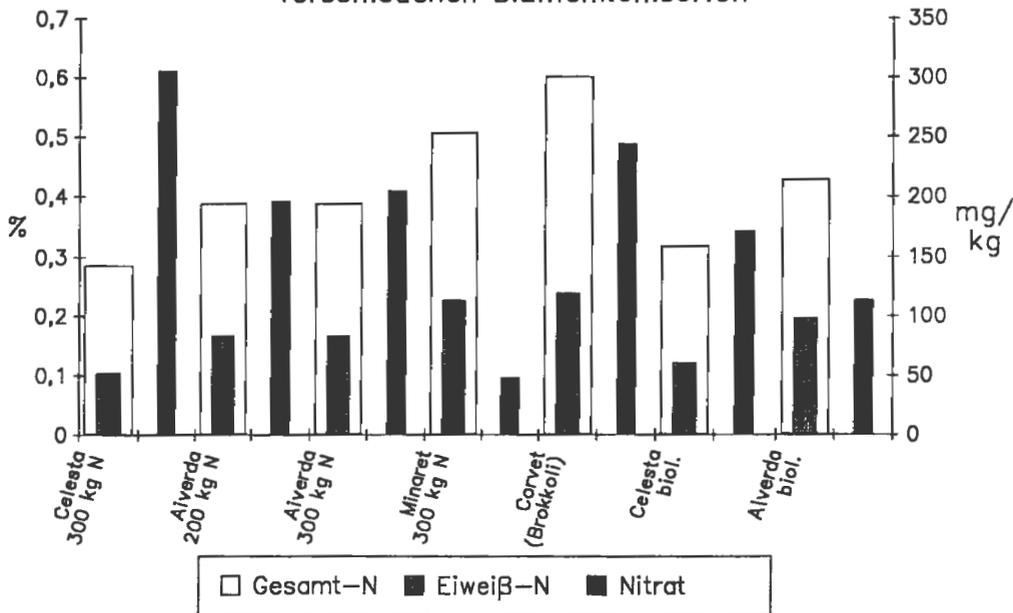


Gehalt an Trockensubstanz von verschiedenen Blumenkohlsorten



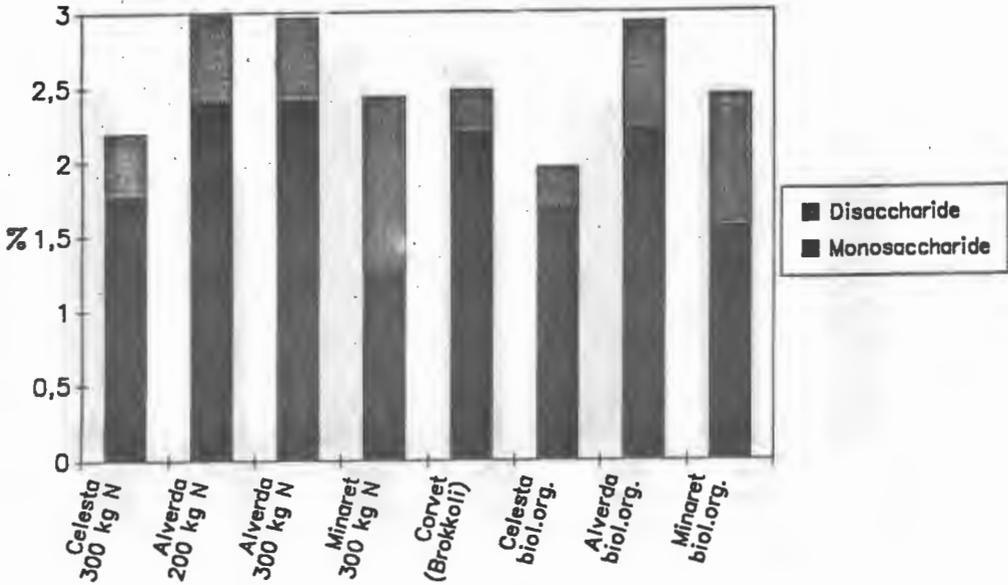
Darst.4:

Gesamt- und Eiweiß-N-Gehalt (in %), Nitratgehalte (in mg/kg) vor verschiedenen Blumenkohlsorten



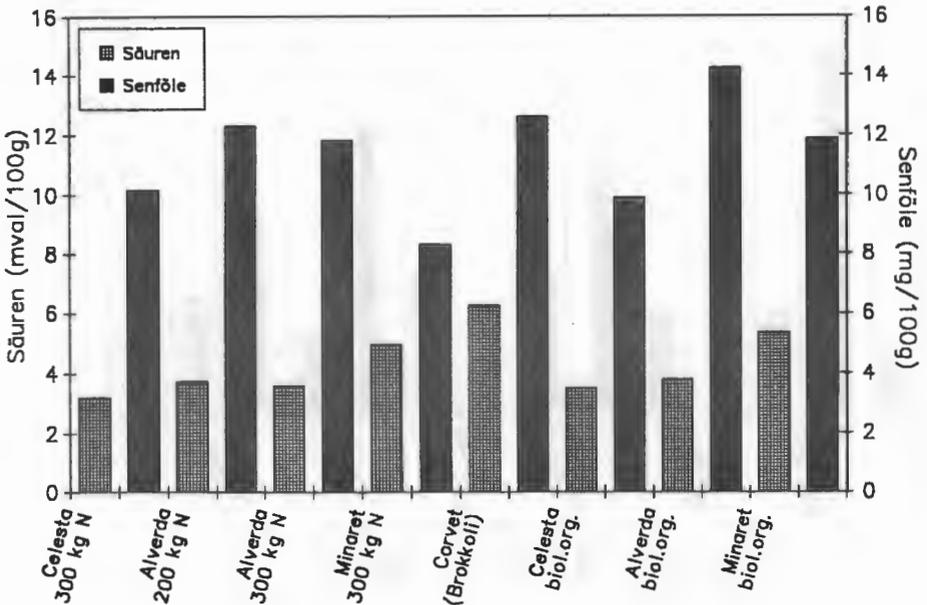
Darst. 5:

Zuckergehalte (in%) von verschiedenen Blumenkohlsorten

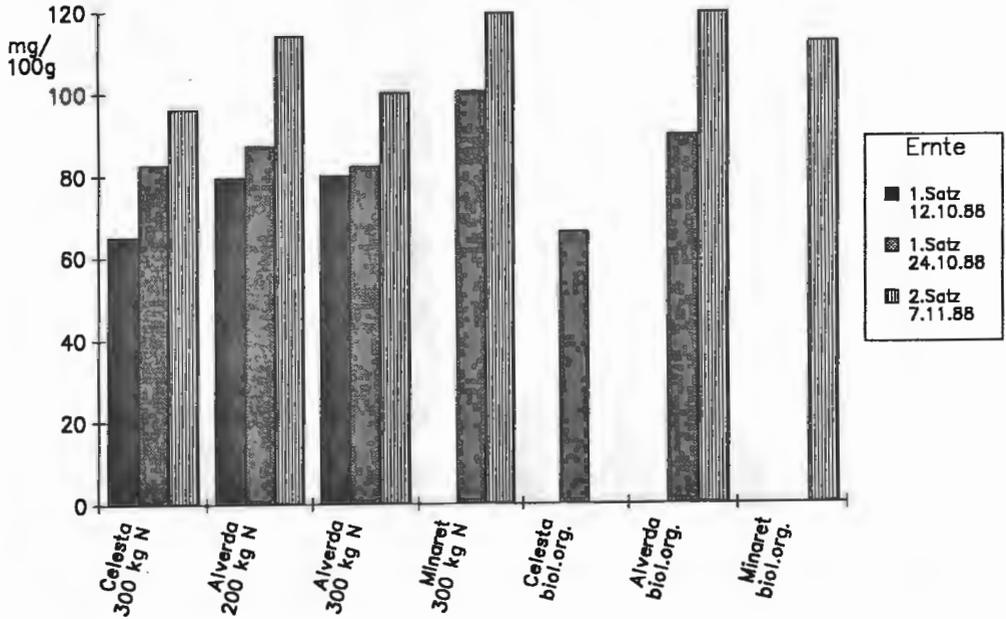


Darst. 6:

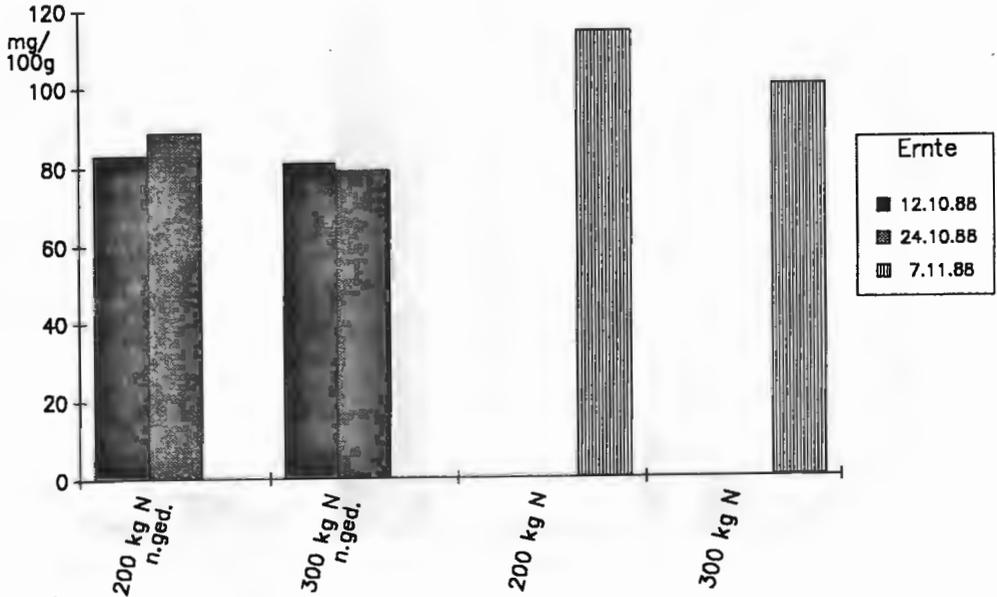
Senfö- und Säuregehalte von verschiedenen Blumenkohlsorten



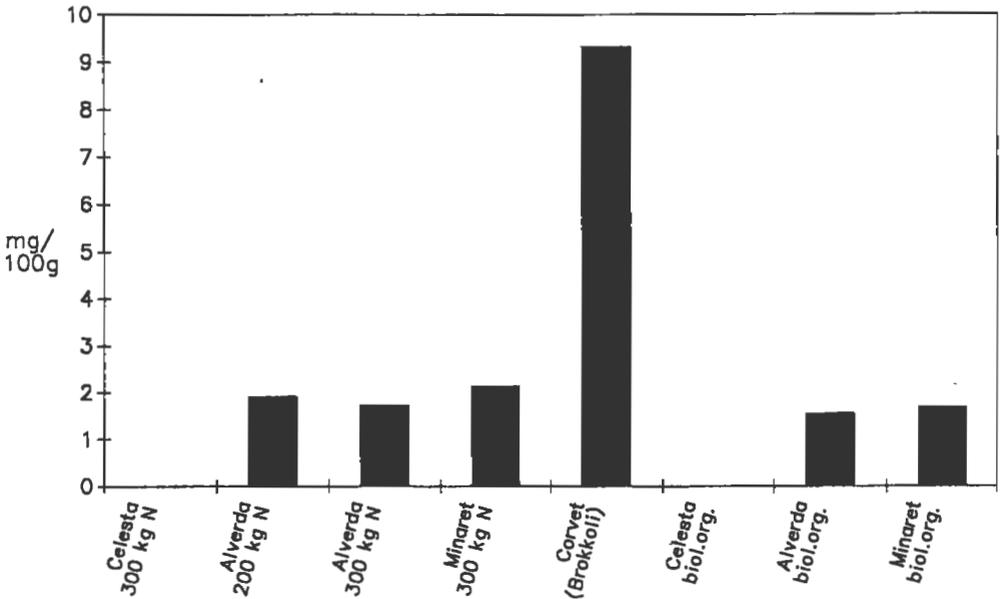
Vitamin C-Gehalte verschiedener Blumenkohlsorten (weiß und grün),
im Verlauf dreier Ernten



Vitamin C-Gehalt des grünen Blumenkohls 'Alverda' bei verschiedenen
Behandlungen

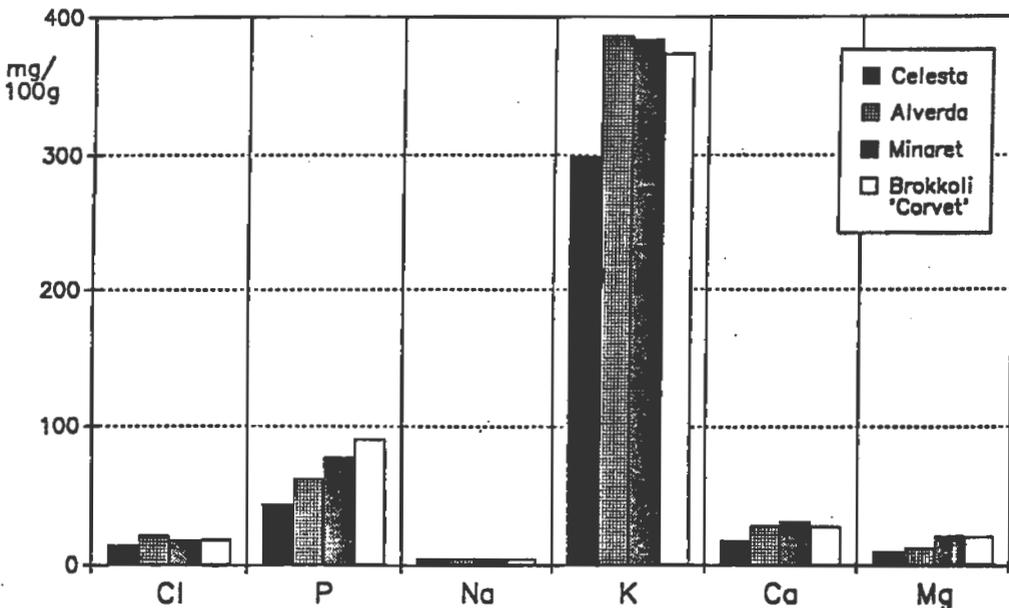


Darst. 9: Chlorophyllgehalte von verschiedenen Blumenkohlsorten



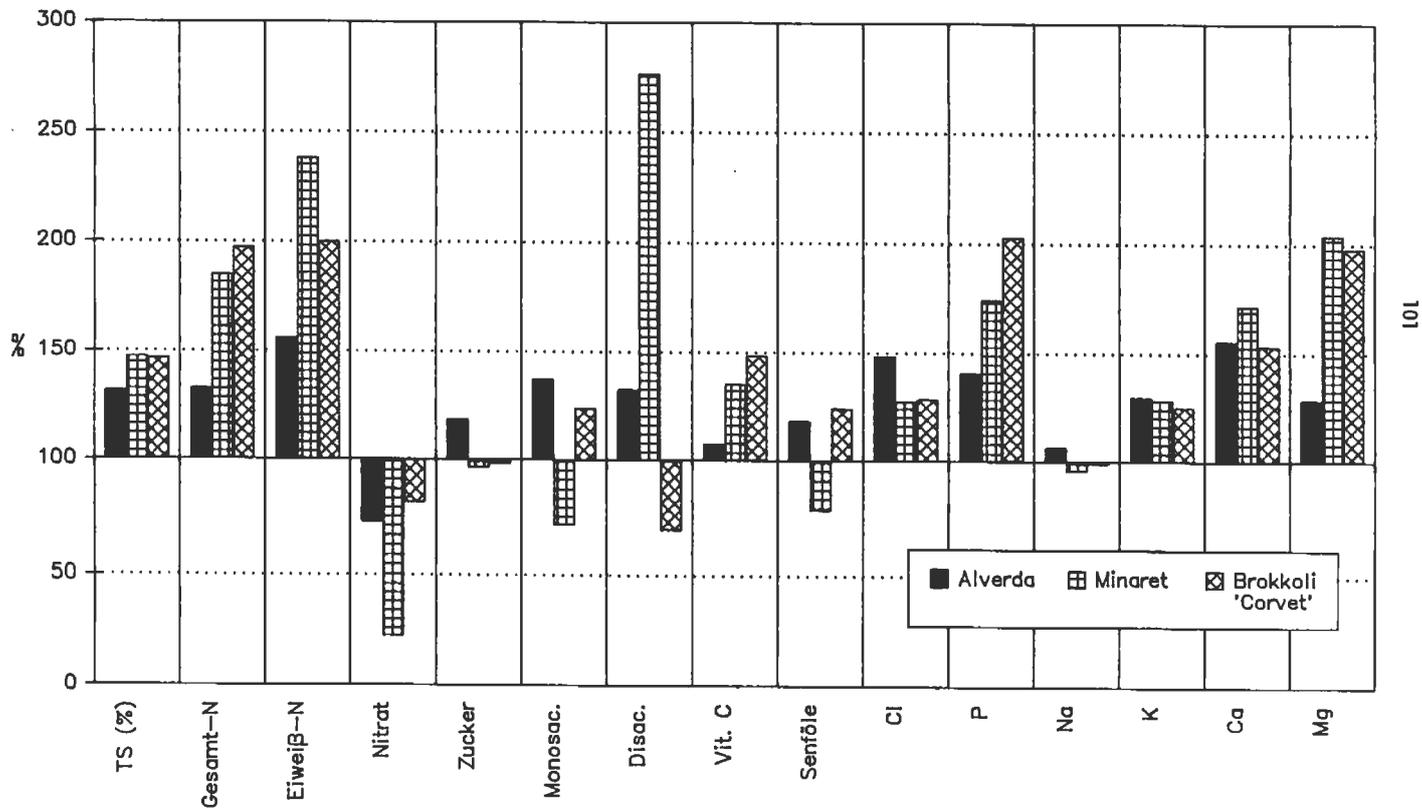
Darst. 10:

Mineralstoffe in weißem Blumenkohl 'Celesta', grünem Blumenkohl 'Alverde' und 'Minaret' und Brokkoli 'Corvet'.



Darst. 11:

Inhaltsstoffe von grünem Blumenkohl 'Alverda' und 'Minaret' und Brokkoli 'Corvet' in Relation zu weißem Blumenkohl 'Celesta'=100 (Mittelwert 3 aus Untersuchungen über alle Varianten, 3 Erntetermine, Brokkoli 1 Termin)



Qualitätsuntersuchungen an Gemüse aus konventionellem und alternativem Anbau

H.-J. Kopp, K.-D. Paduch und K. Gierschner
(Institut für Lebensmitteltechnologie der Universität
Hohenheim, Garbenstr. 25, 7000 Stuttgart 70)

EINLEITUNG:

Viele Verbraucher suchen ihrem gestiegenen Umweltbewußtsein sowie ihrem gewachsenen Mißtrauen gegenüber herkömmlichen Erzeugungs- und Verarbeitungsmethoden von Lebensmitteln durch den Einkauf von Produkten, die mit dem Präfix "bio" beworben sind, Rechnung zu tragen. Neben wenigen geschützten Warenzeichen, die auf die Erzeugung der Rohware Bezug nehmen und an Anbauverbände vergeben sind, findet man eine Vielzahl von phantasievollen Wortschöpfungen, die zur Zeit noch keiner gesetzlichen Regelung unterliegen. Die einzige rechtliche Handhabe stellt das LMBG mit § 17 Abs. 1 Nr. 4 und 5 (Schutz vor Irreführung und Täuschung) dar.

Zur Beschreibung der landwirtschaftlichen Produktionsmethoden findet man eine Vielfalt von Begriffen, die zum Teil von etablierten Anbauverbänden belegt sind (Tab. 1). Hier sollen im folgenden nur noch die Begriffe "alternativ" und "konventionell" Verwendung finden.

Durch die gestiegene Nachfrage hat sich auch die alternativ bewirtschaftete landwirtschaftliche Fläche stetig stark erhöht. Dabei betrug die jährliche Zunahme in den vergangenen Jahren mehr als 20% (Abb. 1).

Am 1.1.89 lag die Zahl der alternativ wirtschaftenden Betriebe in der BRD bei 2291 und damit um über 40 % höher als vor zwei Jahren.

Da die im Inland alternativ erzeugten landwirtschaftlichen Produkte nur ca. 0,2 % des Gesamtangebots ausmachen und noch ein etwa gleich hoher Anteil importiert wird, kann die Nachfrage, die auf ein Vielfaches des Angebots geschätzt wird, mit lauterer Mitteln nicht befriedigt werden.

Seit langem werden von verschiedenen Arbeitsgruppen bzw. Institutionen Produkte beider Anbaurichtungen untersucht. Dabei werden im allgemeinen die in Tab. 2 zusammengefaßten Kriterien zur Beurteilung herangezogen. Die Beurteilung von Erzeugnissen aus unterschiedlichen Anbauformen geschieht vornehmlich mit Hilfe chemisch-analytischer Methoden, wobei eine Vielfalt von Inhaltsstoffen erfaßt wird.

Aus allen bisher bekannt gewordenen Untersuchungen läßt sich keine allgemein anerkannte Methode ableiten, die zur Unterscheidung der Landbauichtung am Produkt dienen kann. Grundsätzlich rangiert die Beeinflussung der stofflichen Zusammensetzung durch die Art des Anbaus erst hinter den Einflußgrößen Sorte, Reifezustand und Standortfaktoren; daher ist es von entscheidender Bedeutung, ob die untersuchten Proben aus einem Versuchsanbau stammen oder durch Markterhebung gewonnen wurden. Hierin ist auch ein Grund für widersprüchliche Ergebnisse verschiedener Arbeitsgruppen zu sehen.

Mit der hier vorgestellten Arbeit soll ein weiterer Beitrag zur Diskussion über mögliche Unterscheidungsparameter für Gemüse aus alternativem und konventionellem Anbau geleistet werden. Hierzu wurde ein Versuchsanbau auf dem Gelände der Versuchsstation Ensmad in Zusammenarbeit mit dem Institut für Pflanzenbau der Universität Hohenheim gewählt. Dort standen zu Versuchsbeginn mehr als zwölf Jahre alternativ bewirtschaftete Flächen neben konventionell bewirtschafteten Vergleichsflächen zur Verfügung. Darüberhinaus wurde in einigen Fällen Versuchsmaterial aus anderen Anbauten

überprüft. Angebaut wurden im Freiland Möhren, Rote Bete und Weißkohl sowie Tomaten und Feldsalat im Folientunnel (Tab.3).

Neben ernährungsphysiologisch relevanten Inhaltsstoffen wurden auch solche überprüft, die nach umfangreichen Literaturrecherchen und Aussagen von zuvor befragten Experten möglicherweise zur Auffindung von Unterschieden geeignet sein könnten.

So ermöglicht beispielsweise die Erfassung von organischen Säuren Hinweise auf die Mineralstoff- und Stickstoffversorgung, die im alternativen Anbau andersartig geregelt sein kann. Außerdem kann hiermit der Reifezustand überprüft werden. Phenolische Inhaltsstoffe wurden überprüft, da eine Abhängigkeit von der Art der Nährstoffversorgung (insbesondere N-) und eine mögliche direkte Aufnahme von phenolischen Mono- bis Oligomeren durch die Pflanze diskutiert wird.

Von Seiten biologisch-dynamischer Forschungseinrichtungen wird darauf verwiesen, daß alternativ erzeugte Produkte hinsichtlich ihrer Stoffwechsellage günstiger zu beurteilen seien ("Gesunder Boden - Gesunde Pflanzen - Gesunde Menschen").

Zur Beschreibung von Stoffwechsellagen wird die Erfassung der drei Adeninnucleotide AMP, ADP, ATP, bzw. ihres Verhältnisses als grundlegende Größe angesehen (Tab.4).

Bei der Bestimmung der ultraschwachen Photonenemission wird die von lebendigen Geweben ausgesendete Lichtstrahlung gemessen. Laut Dr. Popp, der diese Untersuchungen in größerem Umfang durchführt, besteht ein Zusammenhang zwischen der Qualität eines Nahrungsmittels und der Entropiedifferenz beim Verzehr. Ein Rückschluß auf die Qualität sei dann indirekt über die Messung der Zellstrahlung möglich. Bereits vor Beginn unserer Untersuchungen waren mit dieser Methode Arznei- und Nahrungspflanzen aus unterschiedlichem Anbau sowie verarbeitete Lebensmittel untersucht und vielversprechende erste Ergebnisse erhalten worden.

ERGEBNISSE¹

Übereinstimmend mit den Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen wiesen die alternativ bewirtschafteten Flächen Mindererträge in der Größenordnung von ca. 20% auf. In einem Anbaujahr lag bei Möhren allerdings ein gegenteiliges Ergebnis vor (Abb.2).

Bei den dargestellten prozentualen Abweichungen der Inhaltsstoffgehalte alternativ erzeugter Produkte von denen aus konventionell bewirtschafteten Kontrollparzellen ist jeweils die Trockensubstanz als Bezugsgröße gewählt worden.

Tomaten

Der Ascorbinsäuregehalt alternativ erzeugter Tomaten lag 1987 ca. 17% über dem der konventionell bewirtschafteten Vergleichsparzellen. Im Vorjahr war mit knapp 30% mehr Ascorbinsäure im alternativen Anbau dieser Trend noch deutlicher zu erkennen (Abb. 3). Während in den letzten beiden Erntejahren die Sorte Plabet Hellfrucht angebaut wurde, handelt es sich bei der 1985 eingesetzten um die Sorte Creon. Es fällt auf, daß der Ascorbinsäuregehalt im Laufe der Vegetationsperiode ansteigt. Dies gilt für beide Anbaurichtungen auf demselben Niveau, wobei die Werte für Creon deutlich unter denen von Plabet Hellfrucht liegen.

Parallel zur Ascorbinsäurezunahme nimmt der Nitratgehalt ab. Im konventionellen Anbau liegen die Mengen dabei geringfügig höher. Ernährungsphysiologisch spielt dies bei Größenordnungen von 5-30

¹ Bei den nachfolgend dargestellten Werten handelt es sich um Zwischenergebnisse aus einem noch nicht abgeschlossenen Forschungsvorhaben; sie sind daher größtenteils in Trendform dargestellt.

mg/100 g TS allerdings keine Rolle (Abb.4).

Lycopin stellt die Hauptkomponente der Tomatencarotine dar und ist für deren rote Färbung verantwortlich. Obwohl häufiger höhere Lycopingehalte beim alternativen Anbau ermittelt wurden, läßt das Gesamtbild keinen Trend erkennen. Eine ähnliche Beobachtung wurde bei β -Carotin gemacht. Zusätzlich fällt hier auf, daß über die Vegetationsperiode der Vorteil für die alternativ angebauten Tomaten geringer wird. Auffällig sind die höheren Gehalte an γ -Carotin im alternativen Anbau, die in der zweiten Hälfte der Erntezeit beobachtet wurden (Abb.5).

Möhren

Als Vertreter für Wurzelgemüse wurden Möhren der Sorte Rothild in die Untersuchung einbezogen. Bei Betrachtung der dargestellten Nitratgehalte fällt auf, daß Proben der Parzelle 8 an den ersten beiden Ernteterminen deutlich mehr Nitrat enthalten als die konventionellen Vergleichsparzellen. Dies kann dadurch erklärt werden, daß bei dieser Parzelle nachgesät werden mußte und somit die Erntereife nicht erreicht war. Daß in Parzelle 8 grundsätzlich andere Gegebenheiten vorlagen, läßt sich auch am Ascorbinsäuregehalt erkennen (Abb.6).

Auffallende Unterschiede lassen sich am Gehalt an Äpfelsäure feststellen. Bis auf Parzelle 8 am ersten Erntetermin sind Mindergehalte im alternativen Anbau von ca. einem Drittel erkennbar (Abb.7).

Um den möglicherweise vorhandenen Einfluß des Kaliums auf den Malatstoffwechsel zu überprüfen, wurden die Kaliumgehalte in Möhren bestimmt. Auch hier zeigen die alternativ erzeugten Möhren des ersten Erntejahres deutlich geringere Gehalte. Bei Gegenüberstellung der Äpfelsäure- und Kaliumgehalte dieses Erntejahres ist dieser Zusammenhang auf einen Blick erkennbar. In beiden Fällen

zeigt wieder Parzelle 8 am ersten Erntetermin ein abweichendes Verhalten (Abb.7).

Vergleicht man die Gehalte an Äpfelsäure und Kalium im Folgejahr, so zeigen sich nur bei sehr viel höheren Kaliumgehalten in alternativen Anbau auch leicht erhöhte Äpfelsäuregehalte. Bei etwa gleichhohen Kaliumgehalten in beiden Anbauformen wird bereits weniger Äpfelsäure in alternativ angebauten Möhren gebildet, während bei geringeren Kaliumgehalten wie im Vorjahr deutlich geringere Äpfelsäuregehalte zu verzeichnen sind (Abb.8).

Wie andere Arbeitsgruppen bereits festgestellt haben, weisen alternativ bewirtschaftete Böden häufig leicht erhöhte Magnesiumgehalte gegenüber den konventionell bewirtschafteten Vergleichsflächen auf. Dies war auch in unserem Anbauversuch weitgehend der Fall. Die in allen drei Erntejahren festgestellten höheren Magnesiumgehalte in alternativ erzeugten Möhren geben diesen einen gewissen Qualitätsvorsprung, wenn man eine geringfügige Magnesium-Mangelernährung in der Bundesrepublik unterstellt (Abb.9).

Rote Bete

Rote Bete sind in andere Anbauversuche hauptsächlich wegen ihrer Nitratspeicherfähigkeit einbezogen worden. Interessanterweise wird dem Verzehr von Roten Beten von alternativer Seite eine gewisse Heilwirkung zugesprochen.

Die Nitratgehalte lagen im ersten Erntejahr bei diesem Anbauversuch im alternativen Anbau um ca. 50% unter denen der Rüben aus den Kontrollparzellen, die im Durchschnitt leicht unter 1000 mg/kg Frischsubstanz aufwiesen. Im darauffolgenden Anbaujahr waren die Mindergehalte im alternativen Anbau weniger ausgeprägt. Im dritten Anbaujahr ist keine Tendenz erkennbar; witterungsbedingt lagen hier die Nitratgehalte insgesamt auf sehr niedrigem Niveau (Abb.10). Auch aus dem Quotienten von organischem zu Nitrat-

Stickstoff, der als Qualitätskriterium angesehen wird, läßt sich 1987 kein Vorteil für eine der Anbaurichtungen ableiten (Abb.11). Der Vergleich der Betaningehalte in beiden Anbaurichtungen läßt eher auf eine Abhängigkeit vom Vegetationsstadium als von der Wirtschaftsweise schließen (Abb.12).

Alternativ angebautem Gemüse werden gelegentlich höhere (unerwünschte) Oxalsäuregehalte nachgesagt. Dies konnte bei den von uns untersuchten Proben nur an einem Erntetermin bestätigt werden (Abb.13).

Bei Roten Beten fielen häufig höhere Citronensäuregehalte im alternativen Anbau auf (Abb.14).

Weißkohl

Im Gegensatz zur verstärkten Nitratakkumulation in konventionell angebauten Roten Beten über zwei Erntejahre zeigte sich keine vergleichbare Entwicklung beim Weißkohl. Sehr geringe Unterschiede zwischen beiden Richtungen zeigten die Ascorbinsäuregehalte; man kann hier von praktisch gleichen Mengen sprechen.

Feldsalat

Ungewöhnlich geringe Nitratgehalte wurden mit deutlich unter 1000 mg/kg FS im Feldsalat in den letzten beiden Anbaujahren gemessen. Im ersten Jahr waren dagegen Nitratgehalte von bis zu 3000 mg/kg FS ermittelt worden mit geringeren Werten im alternativen Anbau. Relativ niedrige Ascorbinsäuregehalte wurden bei den o.a. hohen Nitratgehalten des ersten Erntejahres verzeichnet.

Die eingangs erwähnten Untersuchungen des Energieladungspotentials und der phenolischen Inhaltsstoffe sollen in zwei noch laufenden Dissertationen dargestellt werden. Hier soll nur exemplarisch auf einige Ergebnisse eingegangen werden.

Zur Bestimmung der Nucleotide wurde eine chromatographische Methode entwickelt, die auf Ionenpaartechnik beruht. Die hier dargestellten Chromatogramme (Abb.15) bzw. Energieladungspotentiale (Abb.16) beziehen sich auf einen Anbauversuch in Witzenhausen² mit Möhren der Sorte Rothild. Während auf den ersten Blick ein Unterschied anhand der Chromatogramme nicht augenfällig wird, zeigt die Berechnung der Energieladungspotentiale den Unterschied der in Abb.16 mit "KON1" bzw. "ALT1" bezeichneten Möhren deutlich. Bezugsgröße ist hierbei die ungedüngte Variante, die interessanterweise das höchste Energieladungspotential aufweist. Bei der Bestimmung phenolischer Inhaltsstoffe wurden in vielen Fällen höhere Gehalte in alternativ erzeugten Produkten festgestellt. Die hier dargestellten Chromatogramme (Abb.17) von Rothild-Möhren aus beiden Anbaurichtungen lassen dies schon am Gehalt von 3-Kaffeoyl-Chinasäure, dem Hauptpeak, deutlich werden. Ein Beispiel für die Ergebnisse aus den Untersuchungen der ultraschwachen Zellstrahlung zeigt Abb.18. Hier wiesen alternativ gedüngte Tomaten oftmals höhere Emissionsraten auf; ebenso verhielt es sich bei mit Kompost aufgedüngten Parzellen. Eine außerhalb des Vergleichsanbaus mitgeführte Hydrokultur-Variante zeigte grundsätzlich unterdurchschnittliche Emissionsraten. Für die letztgenannten Untersuchungen wurden alle Gemüseproben jeweils direkt nach der Ernte codiert an die Arbeitsgruppe Dr. Popp versandt.

Zusammenfassung

Es wurden fünf Gemüsespezies über drei Vegetationsperioden alternativ und konventionell angebaut. Die Produkte wurden

² Qualitätsforschungsprojekt der GH Kassel, Arbeitsgruppe Prof. Vogtmann, 1988

chemisch-analytisch sowie mit Hilfe einer ganzheitlichen Methode überprüft. Unterschiede zwischen den Anbaurichtungen, die sich tendenziell feststellen ließen, sind nicht über mehrere Erntejahre abzusichern. Auf eine Interpretation der einzelnen, bisher festgestellten unterschiedlichen Reaktionen der Pflanzen auf die verschiedenen Anbauformen wird hier verzichtet, da die Untersuchungen noch nicht ganz abgeschlossen sind.

Mit Sicherheit positiv zu bewerten sind die ökologischen Vorteile, die der alternative Landbau systembedingt mit sich bringt. Darüberhinaus ist die beispielgebende Funktion dieser Landwirtschaft zu erwähnen, die sich weniger an Ertragsmaximierung denn an umweltrelevanten Erfordernissen orientiert und sich in Ansätzen im integrierten Pflanzenbau wiederfinden läßt.

In diesem Zusammenhang sind die doch gemeinhin geringeren Nitratgehalte in alternativ erzeugtem Gemüse und die geringeren Nitratverlagerungen in den Untergrund und damit ins Grundwasser besonders hervorzuheben.

Die hier vorgestellte Arbeit wurde vom Ministerium für den ländlichen Raum Baden-Württemberg unterstützt.

Literaturliste

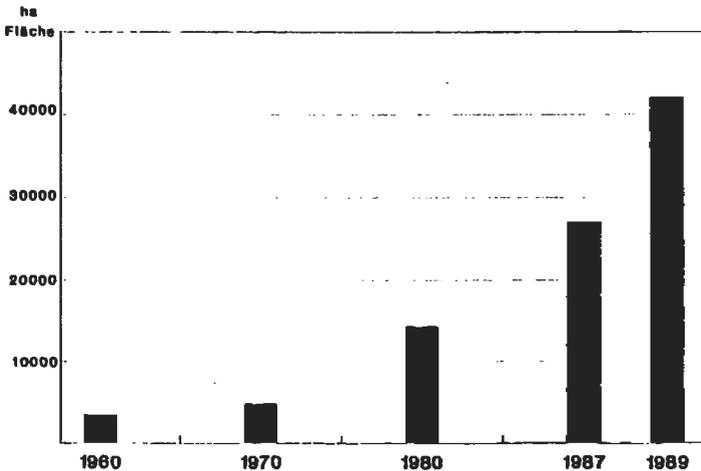
- Brugger G: AID-Heft 1070 (1987)
- Deutscher Bundestag, Ausschuß für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Protokoll der 16. Sitzung (1988)
- Diehl JF, Wedler A: BFE-Bericht 1977/1
- Hamm U: Agrarwirtschaft 36 255-260 (1987)
- Knorr D: Lebensm.-Wiss. u. Technol. 12 350-356 (1979)
- Lindner U: Gemüse 10 384-388 (1985) und 11 412-418 (1985)
- Popp FA: Biologie des Lichts. Paul Parey-Verlag (1984)
- Schuphan W: Qual. Plant. 4 333-358 (1974)
- Vetter H, Kampe W, Ranfft K: VDLUFA-Schriftenreihe Heft 7 (1983)

Häufig verwendete Begriffe zur Beschreibung der Landbaumethode

Alternativ	Konventionell
Biologisch	Herkömmlich
Ökologisch	Modern
Organisch	
Natur-, natürlich	
	Integrierter Pflanzenbau
Naturgemäß	
Biologisch-dynamisch	
Organisch-biologisch	
Kontrolliert-biologisch	
Kontrolliert-naturnah	

Tab. 1

Entwicklung der alternativ bewirtschafteten Fläche in der Bundesrepublik



(nach Lönzer 1982 u. Hamm 1989)

Abb. 1

ÜBLICHE UNTERSCHIEDUNGSKRITERIEN ZUR BEURTEILUNG VON PRODUKTEN VERSCHIEDENER ANBAUFORMEN

Chemisch-analytische Methoden:

Trockenmasse	+ -	Nitrat	(+)
Ätherisches Öl	(+)	Ascorbinsäure	(+)
Proteingehalt	(+)	Aminosäurespektrum	(+)
Saccharide	+ -	Mineralstoffe	+ -
PSM-Rückstände	(+)	Schwermetalle	-
Oxalsäure	(+)	B-Vitamine	+ -

Beurteilung anhand komplexer Merkmale:

Fütterungsversuche	+ -	Sensorische Analyse	(-)
Morphologie	(+)	Lagerungsverhalten	(+)

Ganzheitliche Methoden:

ultraschwache Photonenemission	(+)	Kupferchlorid- kristallisation	(+)
-----------------------------------	-----	-----------------------------------	-----

Tab. 2

ENERGIELADUNGSPOTENTIAL:

$$E = \frac{[ATP] + 0.5 \cdot [ADP]}{[AMP] + [ADP] + [ATP]}$$

Tab. 4

IN HOHENHEIM DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Untersuchte Gemüsespezies

Im Freiland: Möhren, Rote Bete, Weißkohl

Im Folienhaus: Tomaten, Feldsalat

Untersuchte, ernährungsphysiologisch relevante Komponenten

Ascorbinsäure	Nitrat
Saccharide	Gesamtstickstoff
Kalium und Magnesium	Oxalsäure
Carotine	Betanin

UNTERSUCHTE STOFFGRUPPEN, DIE DURCH DIE ANBAUWEISE BEEINFLUSST WERDEN KÖNNEN

Freie (und gebundene) phenolische Stoffe
 Kompostdüngung: Aufnahme von Mono-
 bis Oligomeren möglich
 Stickstoffversorgung: bei Mangel
 Stimulierung des Phenolstoffwechsels

Organische Säuren
 Mineralstoffversorgung: z.B. Korrelation
 von Kalium- und Malatkonzentration
 Stickstoffversorgung: Nitratdüngung
 stimuliert die Synthese organischer
 Anionen
 Kontrolle des Reifezustands: Vergleich-
 barkeit der untersuchten Proben

ENERGIEZUSTAND DER PFLANZLICHEN ZELLE

Adenosinmono-, -di- und -triphosphat
 (Möglicherweise befinden sich aufgrund langsameren
 Wachstums alternativ erzeugte Produkte energetisch
 auf höherem Niveau, weisen also ein höheres
 Energieladungspotential auf)

SONSTIGE UNTERSUCHUNGEN

Lipoxygenaseaktivität
 sensorische Beurteilung
 Bodenbeurteilung

GANZHEITLICHE METHODEN

Messung der ultraschwachen Photonenemission
 (Kaiserslautern)

Erträge in alternativ bewirtschafteten Parzellen, relativ zu Kontrollparzellen

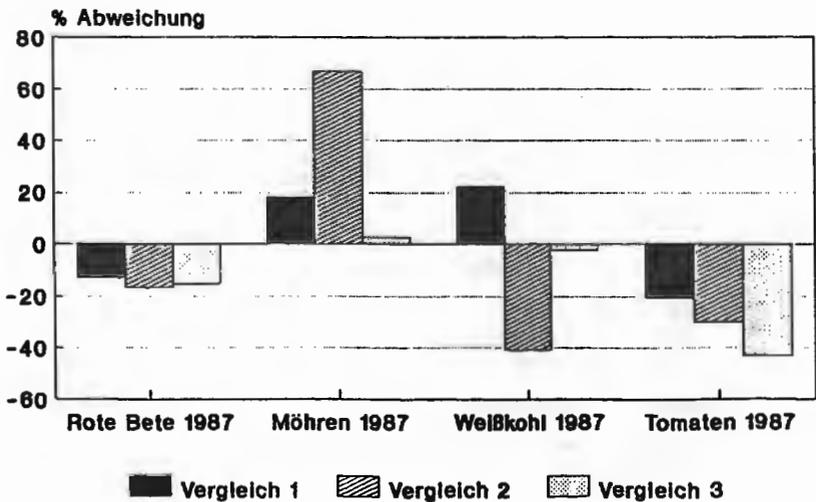
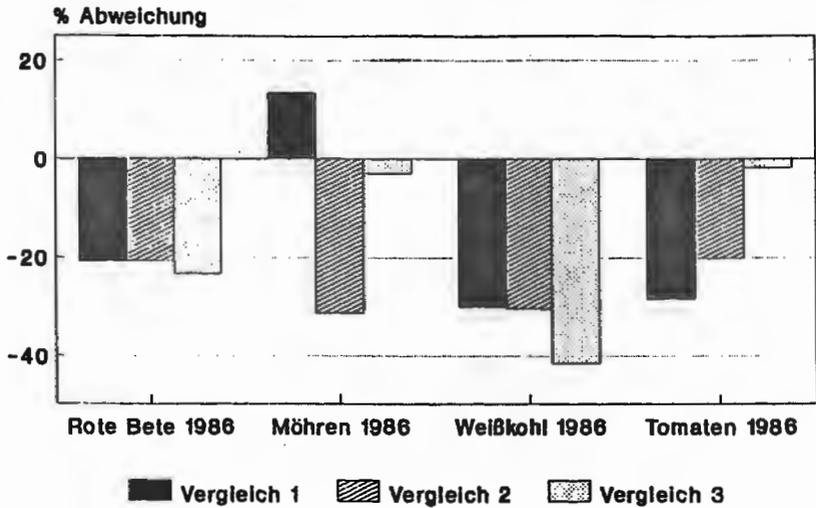


Abb. 2

Ascorbinsäure in alternativ erzeugten Tomaten (relativ zu Kontrollparzellen)

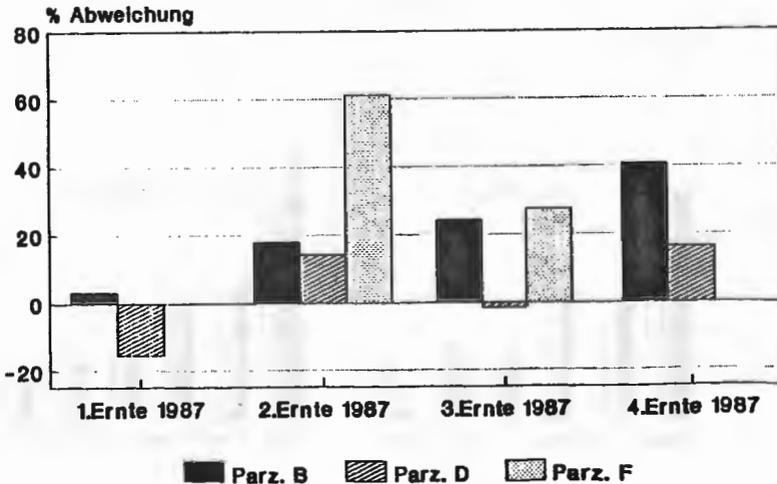
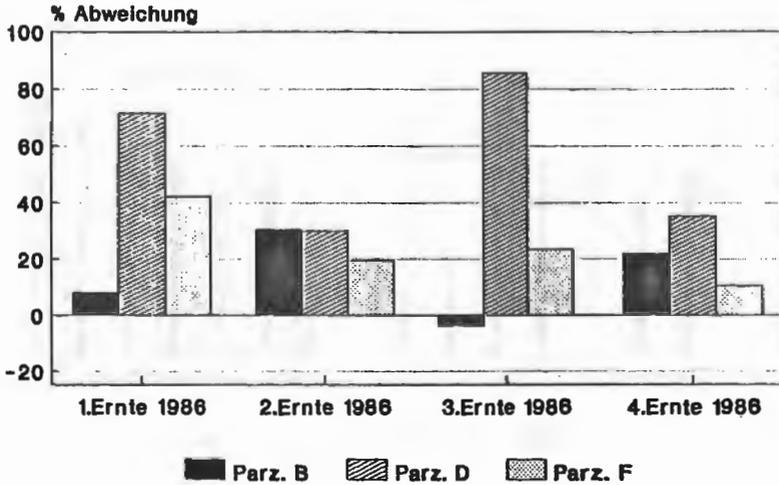
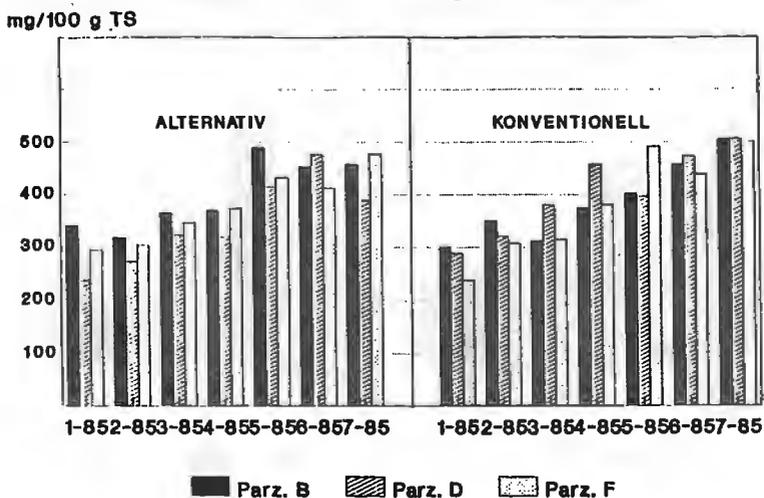
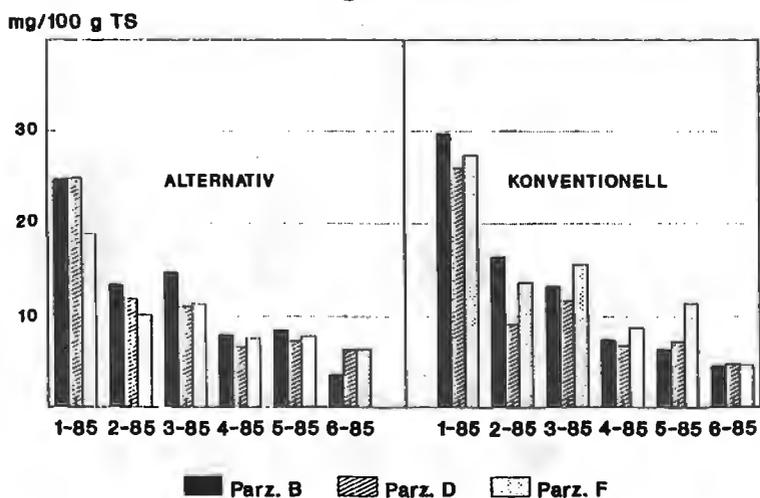


Abb. 3

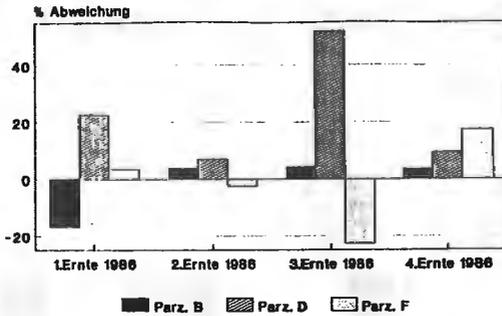
Ascorbinsäure in alternativ und konventionell erzeugten Tomaten



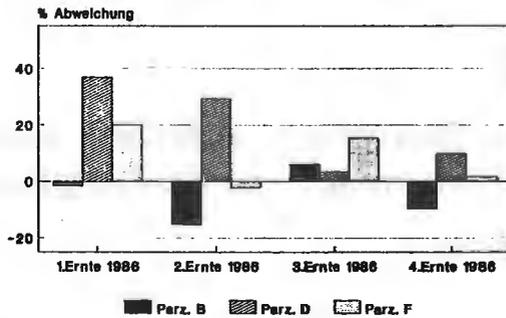
Nitrat in alternativ und konventionell erzeugten Tomaten



Lycopingehalt in alternativ erzeugten Tomaten (relativ zu Kontrollparzellen)



β -Carotingehalt in alternativ erzeugten Tomaten (relativ zu Kontrollparzellen)



γ -Carotingehalt in alternativ erzeugten Tomaten (relativ zu Kontrollparzellen)

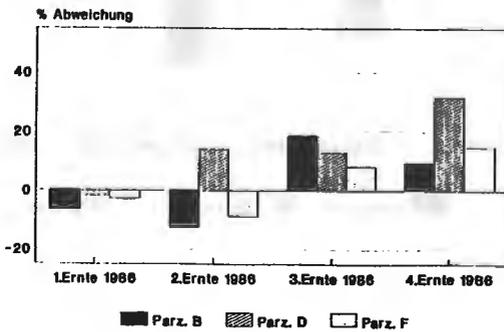
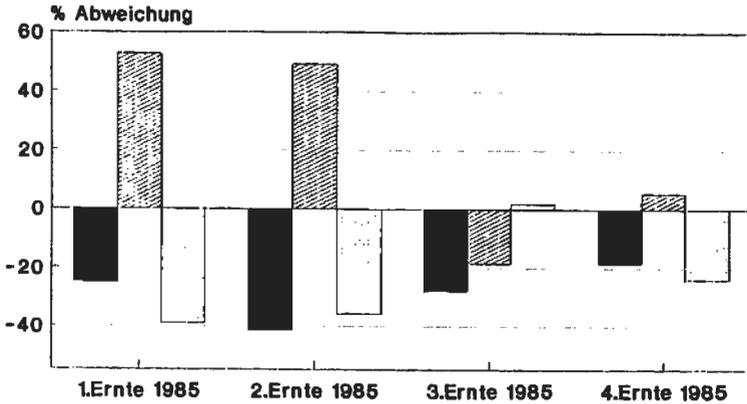
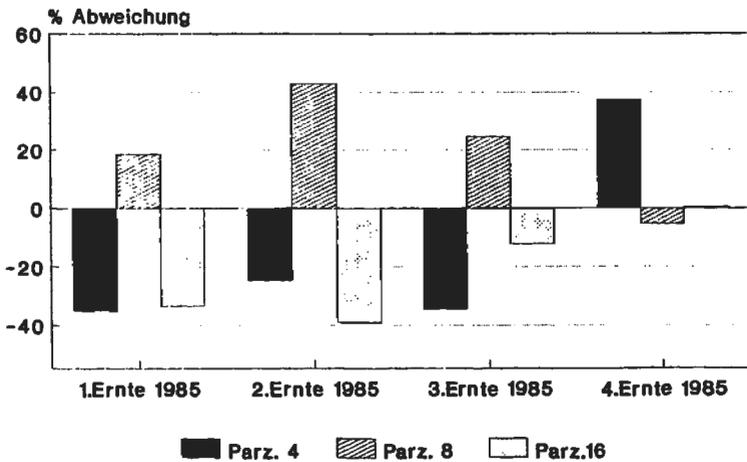


Abb. 5

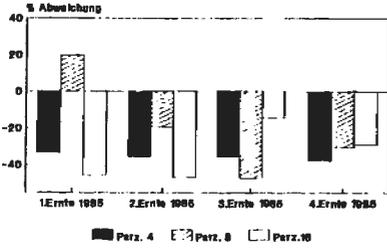
Nitratgehalt in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)



Ascorbinsäure in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)



Äpfelsäure in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)



Kaliumgehalt in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)

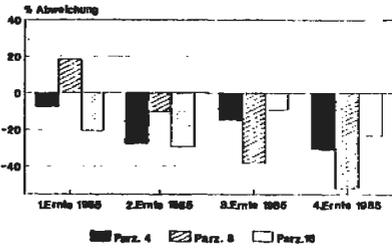
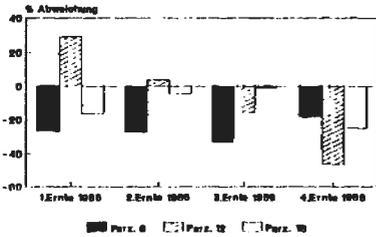


Abb. 7

Äpfelsäuregehalt in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)



Kaliumgehalt in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)

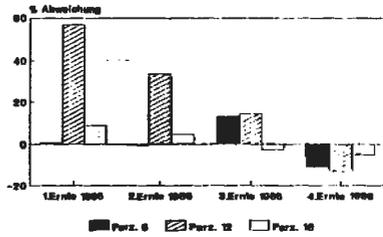
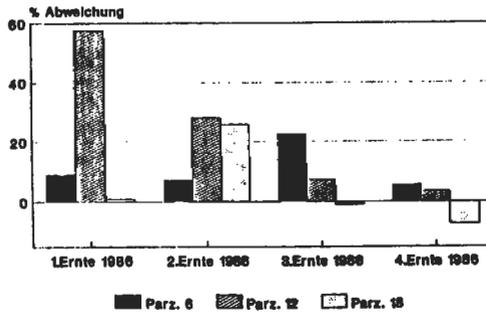
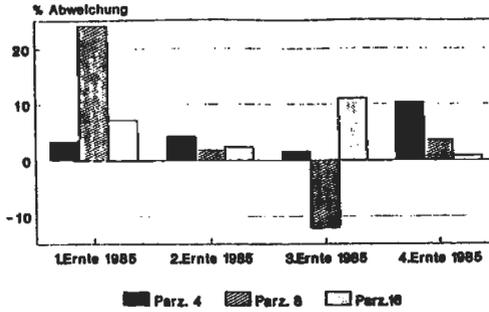


Abb. 8

Magnesiumgehalt in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)



Magnesiumgehalt in alternativ erzeugten Möhren (relativ zu Kontrollparzellen)

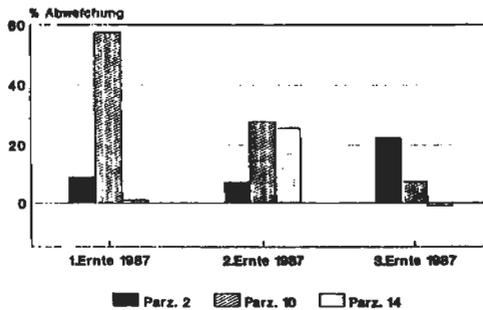
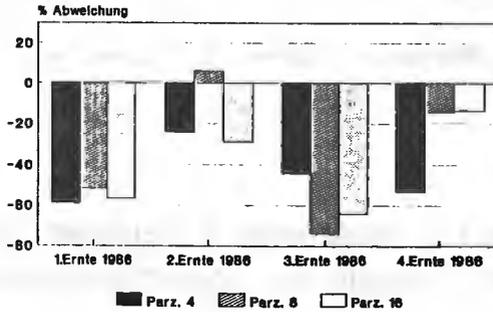
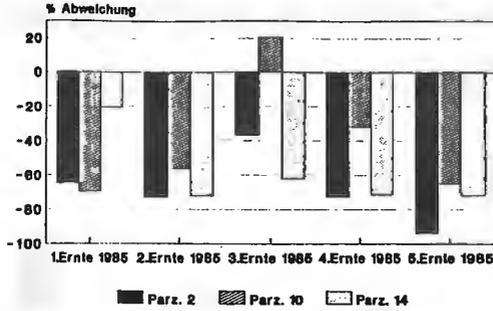
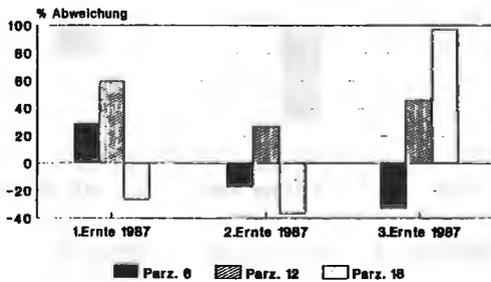


Abb. 9

Nitrat in alternativ erzeugten Roten Beten (relativ zu Kontrollparzellen)



Nitrat in alternativ erzeugten Roten Beten (relativ zu Kontrollparzellen)



Verhältnis von organischem zu Nitrat-Stickstoff in alternativ erzeugten Roten Beten (relativ zu Kontrollparzellen)

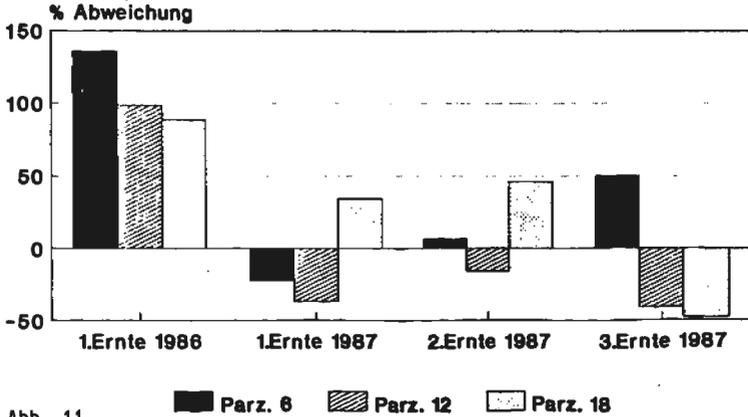
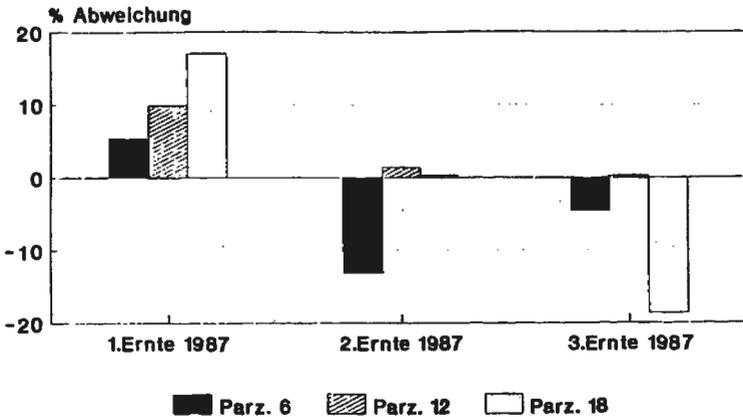


Abb. 11

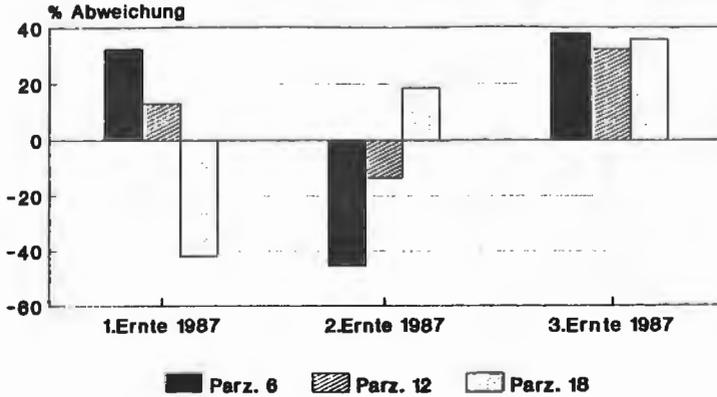
Betanin in alternativ erzeugten Roten Beten (relativ zu Kontrollparzellen)



Durchschnittswerte:
 735 (s= 58) mg/100 g TS (konventionell)
 735 (s=112) mg/100 g TS (alternativ)

Abb. 12

Gesamt-Oxalsäure in alternativ erzeugten Roten Beten (relativ zu Kontrollgruppen)



Durchschnittswerte:
652 ($\sigma=160$) mg/100 g TS (konventionell)
658 ($\sigma=116$) mg/100 g TS (alternativ)

Abb. 13

Citronensäure in alternativ erzeugten Roten Beten (relativ zu Kontrollparzellen)

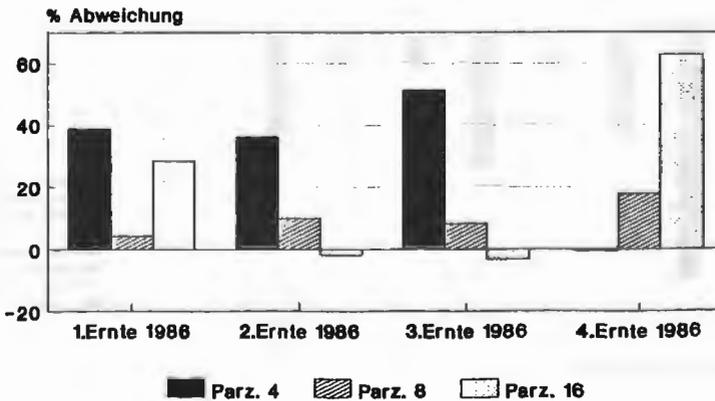
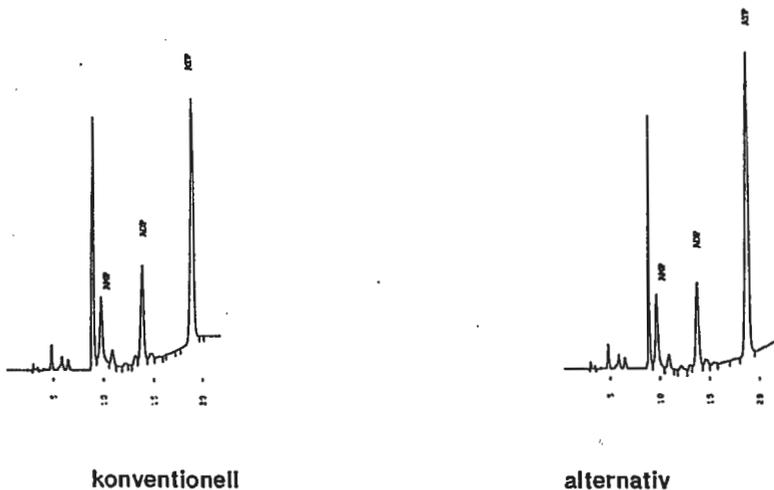


Abb. 14

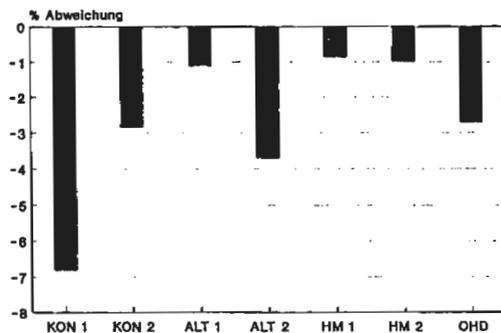
Nucleotide in konventionell und alternativ angebaute Möhren



Ionenpaarchromatographie (254 nm)

Abb. 15

Energieladung in Möhren (relativ zur ungedüngten Variante)

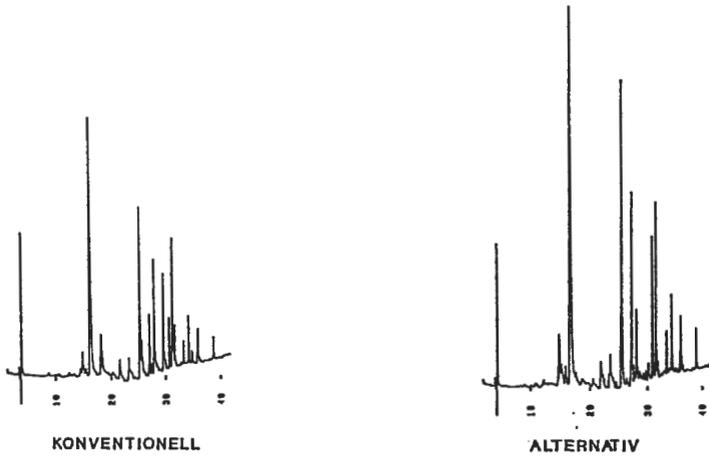


Besuchsgr58e=Kultivariante
 KON1=konventionell
 KON2=dto, aufgedüngt
 ALT1=alternativ
 ALT2=dto, aufgedüngt
 HM 1=kompostierter Hausmüll
 HM 2=dto, aufgedüngt
 OHD =organischer Handelsdünger

Anbauversuch Witzenhausen

Abb. 16

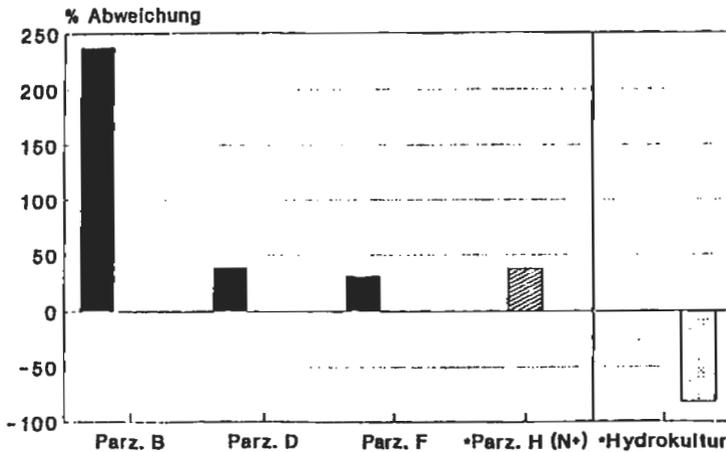
Freie phenolische Stoffe in Rothild-Möhren aus konventionellem und alternativem Anbau



RP-Chromatographie (330 nm)

Abb. 17

Photonenzählrate von alternativ angebauten Tomaten (relativ zu Kontrollparzellen)



Messung nach Anregung (3. Ernte 1987) • gegenüber Durchschnitt Kontrolle

Abb. 18

POSSIBILITIES FOR REDUCTION OF MECHANICAL DAMAGES DURING
DISTRIBUTION OF APPLES

Nils-Arthur Ericsson

I. INTRODUCTION

Mechanical damages during harvest and distribution of apples cause many problems. Mechanization of apple harvesting, sorting, grading and packing has led to increased interest over impact damage to fruit. A study in England carried out by the Department of Human Sciences, Loughborough University of Technology, summarized in Grower 1989 (1), shows that growers lose a lot of money through down-grading the fruit by poor picking and handling. The bruised apples give a bad appearance to the consumer and sometimes fruits begin to rot. From a biochemical point of view bruising cause stress in the fruit tissue leading to increased production of ethylene and as a consequence faster ripening.

Several publications deal with the nature of bruising, susceptibility of the fruit to bruising and factors influencing susceptibility to bruising. Schoorl and Holt (4) have studied the effect of storage and temperature to bruising. Klein (2) studied the effect of harvest date and length of storage time on bruise susceptibility. He also tried to correlate bruise susceptibility with differences in fruit parameters such as firmness, density, weight and volume.

Different methods have been used in studying bruising e.g. optical reflectance, CO₂ production from injured tissue, electronic apples with internal accelerometers and direct determination of number and area of the bruises.

The purpose of this study was to determine where the apples get most bruises in the postharvest handling system in order to be able to make arrangements to reduce the amount of bruised fruit.

II. METHODS

The investigation was carried out in the years 1987 and 1988. Apples of the varieties Gravenstein, Aroma and Ingrid Marie were harvested in a Swedish research orchard during the commercial harvest period. Figure 1 shows a diagram for postharvest handling system used in the investigation. The apples were picked in picking bags, emptied into a 350 kg bin and transported to store- and packhouse. The apples were stored until the consumption period for respective variety. Then the fruit was sorted, graded and packed in 12 kg cartons and transported to a wholesale distribution center. Samples consisting of three replicates of 25 fruits each were collected at ten places in the handling system. The samples collected at harvest were stored until the samples were collected in connection with sorting, grading and packing. Then all collected fruits were examined, the bruises on each apple counted and the bruise area determined. Bruises were graded in four classes in relation to bruise area. Bruises smaller than $0,5 \text{ cm}^2$ are not presented in the tables. Apples larger than 60 mm in diameter and of Class I were used in the investigation.

Two kg samples of Gravenstein and Ingrid Marie apples were bought at different retailers in the year 1988 in order to investigate the amount of bruised apples at consumer level.

In the year 1987 an electronic apple with an internal 3-axial accelerometer from Bioteknisk Institut, Kolding, Denmark was used in the study. Measurements were carried out at the same places as samples were collected for examination.

III. RESULTS

Per cent bruised apples is shown in table 1. The table shows that the varieties are very different in susceptibility to bruising. The variety Aroma was much more bruised than the other two varieties, followed by Gravenstein. There were no differences between the pickers in relation to making damage. The main problem area in the orchard was emptying the fruit into the bin. Fruit from the bottom layer in the bin was much more bruised than fruit from the top layer. The difference was 100 per cent or more.

The examination of the fruit after two months showed that the transport from field to storage room and perhaps internal transports in the storehouse caused a lot of bruised apples. It is, however, impossible to find out if same place in this part of the handling system is worse than another. Sorting and grading caused much bruising by the varieties Aroma and Ingrid Marie but not by the variety Gravenstein. One fourth to more than half of the fruit was bruised after packing. The apples in the top and in the middle layer of the cartons became more bruised than in the bottomlayer. Handling the cartons in connection with loading is sometimes very uncareful. We therefore loaded the cartons both careful and careless. The results in the tables are mean values of these loadings. The study shows that there could be differences of more than 25 per cent bruised fruit between careful and careless loadings. The distance from packhouse to wholesale distribution center was about 100 km and this short distance could sometimes increase the amount of bruised apples with 10-15 per cent. Fruit was bruised to nearly 100 per cent when it reached the consumer at the retail market. There are, however, many handling steps between wholesale distribution center and the market.

Table 2 to 4 shows number of bruises per 100 apples. Most bruises have an area of 0.5 - 1.0 cm². Bruises larger than 0.5 cm² were not found until Gravenstein and Ingrid Marie apples were sorted and graded and in a very little amount until the fruit of these varieties reached the consumer in the market. The variety Aroma had bruises larger than 1.0 cm² already after picking and the amount of bruised fruits was nearly 20 per cent after packing.

There were great differences in susceptibility to bruising between the two studied years. Apples harvested in 1988 were much more bruised.

Measurements with the electronic apple indicated that the risk for bruising was particularly great at two places in the handling system namely at emptying the first apples into the bin and between grading and packing. We also found many bruised apples in the samples collected at these two places.

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

The apples can be bruised at many places during the postharvest handling. Even if only six and seven samples from retail markets were examined it is surprising that as much as 80 to 100 per cent of the fruits are bruised. Bruised apples give a bad appearance to the consumers and lead certainly to some buyers resistance. Bioteknisk Institut, Denmark, 1985 (3) made a study and examined one hundred samples of apples bought at supermarkets. Every sample consisted of 2 kg prepacked apples. They found that all samples had bruised apples and only 9 per cent of 1738 apples had no bruises.

There were a lot of small bruises a part from the bruises included in the results in the tables. These bruises are of great importance not only for the appearance but also for the fruit tissue stress and increased production of ethylene. The fruits became overripe in a short time.

Our study indicate that the varieties differ about susceptibility to bruising. Apples of the variety Aroma, a Swedish cross between the varieties Ingrid Marie and Filippa seems to be very susceptible to bruising. Filippa apples are known to be difficult in handling because of bruising. It is obvious that it is necessary to handle some varieties more carefully than other varieties.

Many apples were bruised at emptying the first apples into the bin. The electronic apple also indicated that fruits fall 5 to 10 cm. Some of these apples fall down to the wooden bottom of the bin. Covering the bottom with a soft material may reduce bruising at this place in the handling system.

Many apples got bruises in connection with packing in cartons and in the year 1987 also in connection with grading. A better grading and packing technology may reduce bruising at this place in the handling system. Finally it is absolutely necessary to handle the fruit with more care from the wholesale distribution center to the retail market.

In our study we found great differences in susceptibility to bruising between the two years investigated. The apples were much more bruised in the year 1988. It is not understood what these differences depend on. The apples were harvested at the same degree of ripeness both years. Apples from 1988 harvest were sorted, graded and packed about one month later than fruit from the harvest in the year 1987. Klein (2) found that susceptibility to impact decreased during storage. Shoorl and Holt (4) on the other hand found increased susceptibility with increasing storage time. Few investigations have been carried out in order to study the effect of preharvest factors such as fertilization, irrigation and climate on bruising of apples. The climate during the growing seasons in 1987 and 1988 were quite different.

References

- Anonym. 1984. Apple Bruise study lays blame on pickers. Grower 102(6):6.
- Klein, J.D. 1987. Relationship of harvest date, storage conditions and fruit characteristics to Bruise susceptibility of apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci 112(1):113-118.
- Nissen, G. 1985. Stötskador på äpplen. Nordiska Jordbruksforskarens förening, Seminarium nr 83. Stencil.
- Schoorl, D. and Holt, J.E. 1977. The effects of storage time and temperature on the Bruising of Jonathan, Delicious and Granny Smith apples. J. Text. Studies 8:409-416.

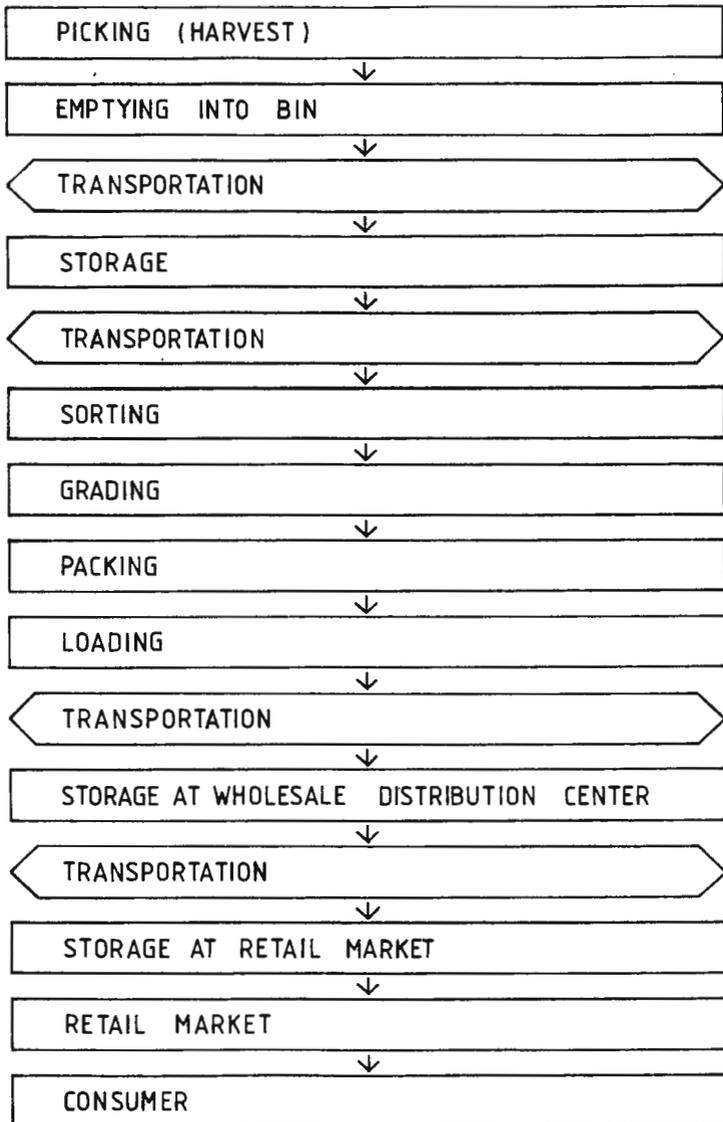


FIGURE 1. DIAGRAM OF POSTHARVEST HANDLING SYSTEM

Table 1. Per cent bruised apples by the varieties Gravenstein, Aroma and Ingrid Marie after different treatments. Bruises smaller than 0.5 cm² not included. Mean value 1987 and 1988

Handling system	Variety:		
	Gravenstein	Aroma	Ingrid Marie
Picking	4	6	1
Emptying into bin	6	14	7
Transport to storage room	11	28	18
Sorting and grading	26	36	15
Packing in cartons	27	58	24
Loading	28	70	24
Transport to wholesale distribution center	34	70	32
Displaying in retail market	97	100	81

Table 2. Number of bruises per 100 apples after different treatments. Variety: Gravenstein. Mean value 1987 and 1988

Handling system	Bruise area, cm ²			Total
	0.5-1.0	1.0-2.5	> 2.5	
Picking	3	0	0	3
Emptying into bin	6	0	0	6
Transport to storage room	12	0	0	12
Sorting and grading	35	2	0	37
Packing in cartons	39	1	0	40
Loading	37	1	0	38
Transport to wholesale distribution center	45	4	0	49
Displaying in retail market	45	15	0	60

Table 3. Number of bruises per 100 apples after different treatments. Variety: Aroma. Mean value 1987 and 1988

Handling system	Bruise area, cm ²			Total
	0.5-1.0	1.0-2.5	> 2.5	
Picking	6	2	0	8
Emptying into bin	22	5	0	27
Transport to storage room	36	6	0	42
Sorting and grading	40	7	0	47
Packing in cartons	85	17	1	103
Loading	118	24	2	144
Transport to wholesale distribution	137	34	2	173
Displaying in retail market	248	86	0	334

Table 4. Number of bruises per 100 apples after different treatments. Variety: Ingrid Marie. Mean value 1987 and 1988

Handling system	Bruise area, cm ²			Total
	0.5-1.0	1.0-2.5	> 2.5	
Picking	1	0	0	1
Emptying into bin	8	0	0	8
Transport to storage room	19	1	0	19
Sorting and grading	23	2	0	25
Packing in cartons	26	1	0	27
Loading	27	2	0	29
Transport to wholesale distribution center	40	2	0	42
Displaying in retail market	151	44	4	199

LONG-TERM STORAGE OF CHINESE CABBAGE

Halldor Hoftun¹

1. INTRODUCTION

In Norway the production of Chinese cabbage has increased from 30 to about 300 ha from 1979 to 1988. The summer production is high enough, but there is still need for more Chinese cabbage stored to January/February (Aadnesen 1989).

Up to this time long-term storage has not been possible without accepting high percentage of loss. The main reasons for this have been rotting, caused by different microorganisms, and brown midribs, a physiological disorder. The symptoms of this disorder are described by Schouten (1977). Apeland (1984) put forward the hypothesis that the brown midribs is a symptom of chilling injury.

As the temperature influences both the growth of microorganisms and the development of brown midribs, the recommended storage conditions have to be a compromise, based on both pathological and physiological considerations

In additions, results from many experiments conducted in different countries (i.e. Weichmann 1979, Schouten & Dam 1980) show great varietal differences in storage ability, mainly due to differences in susceptibility to chilling injury.

In order to prolong the storage period for Chinese cabbage, experiments with different varieties, and with different storage temperatures were conducted.

¹Anschrift: Agricultural University of Norway
Department of Horticulture
P.O.Box 22, N-1432 Aas-NLH, Norwegen

2. MATERIAL AND METHODS

All the storage experiments started in end of September or in the first days of October. In two experiments with different varieties there were night frost before harvesting with temperatures down to -2.3°C in 1985 and -3.5°C in 1986.

The experiments (except for one in ice bank store) were conducted in cold store. The humidity in cold store were kept high by use of perforated polyethylene bags or by storage in polyethylene lined bins. In the ice bank store polyethylene were not used. In this experiment there was only six head of each variety. In the other experiments there were two or four replicates with five head in each.

The experiments with different temperatures were as follows:

- Storage at 0°C for 20 and up to 100 days followed by storage at 5°C for 14 days.
- Storage at constant 0, 2.5 or 5°C from 40 to 160 days.
- Storage at 2.5 or 5°C in combinations with 0°C for different periods.

Loss due to transpiration, rotting and brown midribs were observed. In most of the experiments the heads were analysed for brown midribs, leaf by leaf. The amount of discolouration were judged as percentage of the total midrib area. The leaves are numbered from the outside.

In the varietal experiments in 1985/86 and 1986/87 heads in Class I were 600 g and more.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Weight loss

Weight loss due to transpiration varied with the storage conditions. In the ice bank store the weight loss was 13.1 per cent after three months at about 1°C . Chinese cabbage lined with

polyethylene film lost normally not more than one per cent of water per month.

3.2. Varieties

In table 1 the number of leaves with brown midribs and discoloured area in leaves of eighteen varieties of Chinese cabbage stored in cold store, or in ice bank store are presented. Great varietal differences were observed, both in number of leaves with brown midribs, in total discoloured area per head, and in discoloured area per leaf. An example of discoloured area in midribs of damaged leaves in the varieties 'Eishin' and 'Korko' is given in figure 1.

The number of leaves with brown midribs varied from 1 in 'KY4' to 32 in 'WR60' in cold store, and from 0 in 'C903 Sv' and 'Chiko' to 34 in 'WR60' in ice bank store. On the average there were 7 more damaged leaves in cold store than in ice bank store. The discoloured area was also highest in the cold store. The main reason for this results may be the higher temperature in the ice bank store. From a practical point of view the number of leaves with damage are most important because such leaves, without regard to the amount of damage, must be discharged before the Chinese cabbage are delivered.

In table 2 results from an experiment with nine varieties stored for two or four months are presented. There were significant varietal differences in three of four storage periods. For some of the varieties there are also great differences in the storage result from one year to another, for instance for 'China Express' after storage for four months.

It is well known that preharvest factors may influence the storage ability in Chinese cabbage (Shouten 1979 a, b, Rasmussen 1984, Mertens 1985, Nijssen 1988). Fritz & Weichmann (1981) observed that rainfall and mean relative humidity during the growth period may affect the quantity of losses during storage. According to this, more rain in 1985 than in 1986 may be one explanation for the differences in storage results between the

two years of variety trials. In 1985 the rainfall in August/September was 264 mm versus 150 mm in the same two months in 1986, the year, when the best storage results were obtained.

The temperatures before harvest may also influence the storage ability. The results from the variety trials indicate that Chinese cabbage may tolerate temperatures down to -3 to -4°C without serious damage. Only the outermost leaves were hurt by frost, and this damage did not affect the storage results significantly in this experiments. Damage by frost may, however, increase the susceptibility to attack by microorganisms during storage.

For most of the varieties in this experiment the results were better after storage at 2.5°C than at 0 or 5°C , especially for storage up to 120 or 160 days (table 3).

Due to our variety trials, and other experiments in Norway, the recommended varieties for long-term storage are 'China Express', 'Early Jade Pagoda', 'Hopkin' and 'Kingdom 65' (Guttormsen 1987).

3.3. Temperature

The amount of damaged leaves and total discoloured area of midribs per head in 'WR60' and 'Chiko' after storage for different periods at 0°C followed by storage for 14 days at 5°C are presented in table 4.

In 'WR60' the first sign of discolouration of the midribs was observed after 14 days at 5°C subsequent to 20 days at 0°C , and the damage increased with increasing storage time at 0°C . Subsequent storage for 14 days at 5°C enhanced both the amount of damaged leaves and the total discoloured area. This confirm the results obtained by Haugen (1985).

In 'Chiko' discolouration was observed after 60 days at 0°C followed by 14 days at 5°C . This variety was less sensitive to storage at 0°C than 'WR60'.

Results from storage at 0, 2.5 or 5°C constant, and of different storage periods at 0°C subsequent to different periods at 2.5 or 5°C are presented in table 5.

After storage at constant temperatures for 40 days, the best results were obtained at 0 and 5°C for 'WR60' and at 0 and 2.5°C for 'Tip Top' and 'Chiko'.

After 80 or 120 days the best constant storage temperature was 5°C for 'WR60', and 2.5°C for 'Tip Top' and 'Chiko'.

From this experiment, and from the experiments with nine varieties (table 3) the best storage temperature was 2.5°C for most of the varieties, especially after storage for 120 and 160 days. The main reasons for this were more leaves with brown midribs at 0°C and more rotting at 5°C than at 2.5°C. At 5°C there was also observed internal rotting of flower stem, especially after 160 days of storage.

For chilling sensitive varieties such as 'WR60' about 5°C seems to be the best storage temperature (Apeland 1984, table 5).

One alternative to prolong the storage period could be to keep the storage temperature above the level for chilling injury the first part of the storage period, and then lower the temperature to 0°C the last 1 or 1½ months. For the chilling-sensitive variety 'WR60' such treatment had no benefit to storage at 5°C constant for the same periods (table 5). For the medium sensitive varieties 'Tip Top' and 'Chiko', storage at different temperature-regimes gave about the same results as storage at the best constant temperature. For such varieties transferring from 2.5°C to 0°C for 1 or 2 months may reduce the growth of microorganisms, and thus prolong the storage period.

After storage for 160 days, the damage was great at all constant temperatures and at all temperature-combinations. At the end of this storage period rotting may have masked the discolouration of the midribs.

4. SUMMARY

To increase the production of Chinese cabbage in Norway, one important aim has been to extend the storage period. Long-term storage has not been possible without accepting high percentage of loss. The main problems are rotting, caused by different microorganisms, and brown midribs, a chilling injury. As the temperature influences both the growth of microorganisms and the development of brown midribs, the recommended storage conditions have to be a compromise based on both pathological and physiological considerations. There are also great differences between varieties in susceptibility to chilling injury.

From our experiments with long-term storage of Chinese cabbage we can draw forward following results:

1. After storage of 18 varieties for 3 months in cold store at 0° or in ice bank store at 1°C there were great varietal differences in number of leaves with brown midribs, and in the percentage of discoloured area per damaged leaf. The damage was also greatly affected by the storage temperature.
2. After storage at different temperatures, chilling injury became visible in 'WR60' after 40 days at 0 and 2.5°C, and in 'Tip Top' and 'Chiko' after 80 days at 0°C. The best storage temperature for most of the varieties tested was 2.5°C.
3. For chilling sensitive varieties storage up to 120 days at different temperature regimes, 2.5 or 5°C, for different periods with subsequent storage at 0°C gave no benefit compared to storage at the best constant temperature for the same period. For less sensitive varieties transferring from 2.5°C to 0°C for 1 or 2 months may improve the storage results, and thus prolong the storage period compared to storage at 0 or 2.5°C constant.
4. In Norway the recommended varieties for long-term storage are 'China Espress', 'Early Jade Pagoda', 'Hopkin' and 'Kingdom 65'. These varieties can be stored for four months at 2.5°C.

5. LITTERATURE

- Aadnesen, A. 1989. Mer grønnsaker i 1989? *Bondebladet* 16(5):14
- Apeland, J. 1984. Chilling injury in Chinese cabbage *Brassica campestris pekinensis* (Lour) Olsson. *Acta Hort* 157: 261-270.
- Fritz, D. & J. Weichmann 1981. Influence of weather conditions during growth on storage ability of different Chinese cabbage cultivars. *Proc. First Int. Symp. Chinese cabbage*: 271-278.
- Guttormsen, G. 1987. Sorter i kinakål for lagring. *Gartneryrket* 77(19): 453-454.
- Haugen, G. 1985. Lagring av kinakål ved ulike temperaturer og temperaturkombinasjoner, med særlig vekt på kjøleskade (chilling injury). Thesis, Dept. of Veg. Crops Agr. Univ. of Norway, 88 pp.
- Mertens, H. 1985. Berwarcondities belangrijk bij Chinese kool. *Groenten & Fruit* 41(17): 62-63.
- Nijssen, J. 1988. Bewaring Chinese kool. Mechanisch koelen ondanks verliezen. *Vollegrend* nr 10 1988: 14-15.
- Rasmussen, P. Molls 1984. Høstetidspunkt, behandling før lagring og holdbarhed. *NJF seminar* 68. Dyrking af kinakål s. 7.1-7.3.
- Schouten, S.P. 1977. Chinese kool under glas, let up bij bewaring. *Groenten & Fruit* 32 (27): 1969.
- Idem, 1979a. Last geoogste Chinese kool goed bewaarbaar? *Groenten & Fruit* 35(17) 44-45.
- Idem, 1979b. CA-bewaring van Chinese kool. *Groenten & Fruit* (17) 46-47.

Schouten, S.P. & R. van Dam (1980). Bewaring Chinese kool.
Groenten & Fruit 36(1) 46-47.

Weichmann, J., 1979. Die Haltbarkeit verschiedener
Chinakohlarten kohlsorten. Rhein. Monatsschr. 67: 456-457.

Table 1. Number of leaves with brown medribs, total discoloured area per head, and average discoloured area per leaf after storage for three months in cold store at 0°C or in ice bank store at 1°C. The area of discolouration are expressed as percentage of the total midrib area in damaged leaves.

Variety	Cold store			Ice bank store		
	Number of leaves with brown midribs	Total area per head	Average area per leaf	Number of leaves with brown midribs	Total area per head	Average area per leaf
KY4	1	2	2.0	7	23	3.3
C903 Sv.	11	133	12.1	0	0	0
Green Rocket	11	180	16.4	3	3	1.0
Chiko	12	322	26.8	0	0	0
Treasure Island	14	93	6.6	6	8	1.3
C902 Sv.	14	444	31.7	9	205	22.8
Nippon Sprint	17	482	28.4	19	240	12.6
C901 Sv.	18	286	15.9	8	60	7.5
Hopkin	22	385	17.5	5	6	1.2
Tip Top	22	857	39.0	15	257	17.1
Tardisto	22	420	19.1	24	317	13.2
Spring	24	491	20.5	13	144	11.1
Medania	25	247	9.9	8	12	1.5
ARZ 39-05	27	641	23.7	7	9	1.3
Eishin	29	2060	71.0	27	1059	39.2
Nippon Früh	31	718	23.2	20	649	32.5
Korko	31	856	27.6	31	187	6.0
WR60	32	1485	46.4	34	1290	37.9
Average	20.2	561	24.3	13.1	248	11.6

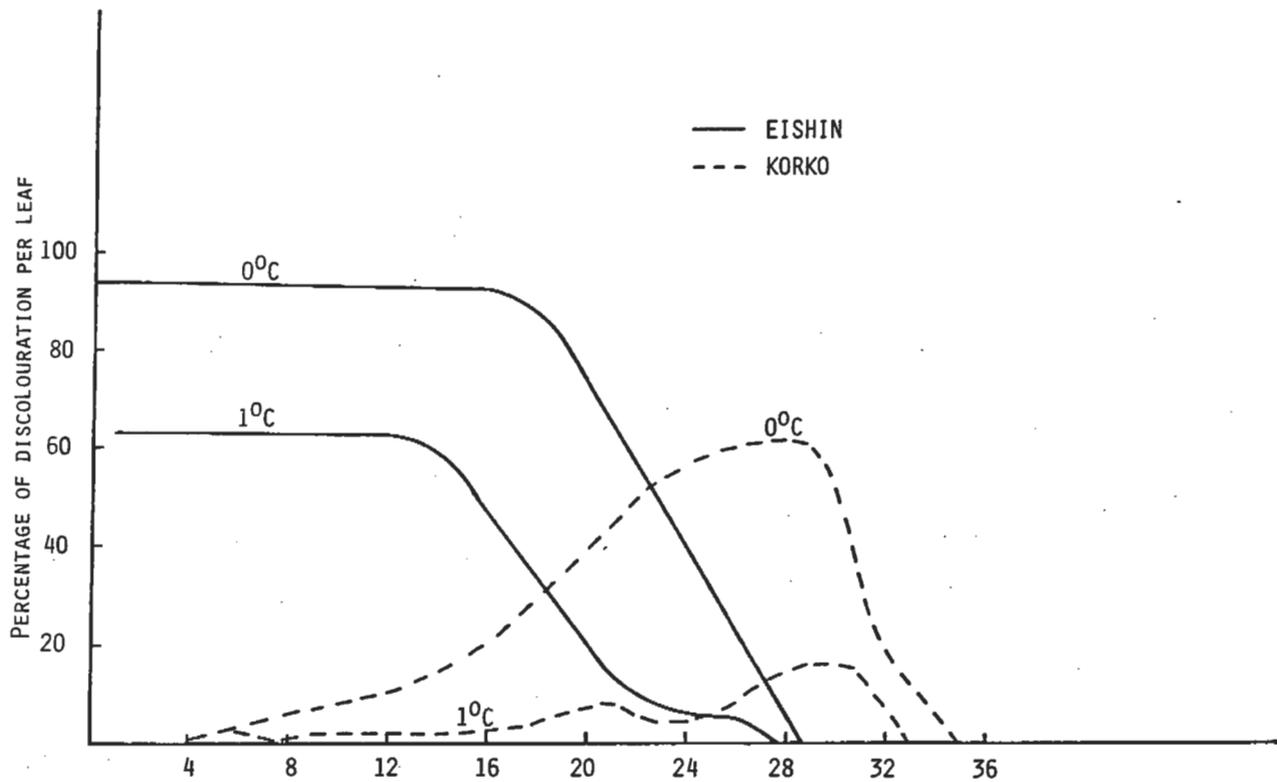


FIGURE 1. PERCENTAGE OF DISCOLOURATION IN MIDRIBS OF CHINESE CABBAGE AFTER STORAGE FOR 3 MONTHS IN COLD STORE AT 0°C OR IN ICE BANK STORE AT 1°C.

Table 2. Harvest dates, lowest temperature before harvest and percentage Chinese cabbage (weight) in Class I after storage at 0°C in polyethylene lined bins in 1985/86 and in 1986/87.

Variety	Har-vest dates 1985	Lowest tempera- ture 1985	Percentage Class I			Har-vest dates 1986	Lowest tempera- ture 1986	Percentage Class I		
			01.12.85	01.02.86	Average			01.12.86	01.02.87	Average
WR60	27.09	-2.3	54.0	2.9	28.5	-	-	-	-	-
Hopkin	17.09	1.0	70.5	24.9	47.7	01.10	-3.4	70.2	58.8	64.5
Green Rocket	01.10	-2.3	62.1	29.5	45.8	06.10	-3.5	69.3	59.7	64.5
Chiko	25.09	-2.2	83.6	40.7	62.2	06.10	-3.5	78.3	48.3	63.3
China Express	24.09	-0.7	81.3	19.4	50.4	23.09	-2.0	80.4	69.6	75.0
Granado	24.09	-0.7	78.8	31.2	55.0	06.10	-3.5	74.8	58.5	66.7
Kingdom 65	20.09	-1.0	77.9	52.6	65.3	23.09	-2.0	79.0	58.5	68.8
Kitakaze	23.09	-1.3	79.4	60.2	69.8	03.10	-3.4	83.7	65.6	74.7
Early Jade Pagoda	16.09	1.7	69.9	55.6	62.8	19.09	-2.0	68.9	66.5	67.7
Average			73.0	35.2	54.1			75.6	60.6	68.2
F-test			xxx	xxx				x	N.S.	
LSD 5%			6.8	17.9				9.4		

Table 3. Percentage of undamaged leaves in China cabbage after storage in perforated polyethylene bags at 0, 2.5 or 5°C for different periods. Average of two years.

Variety	0°C					2.5°C					5°C				
	Storage period, days				Aver- age	Storage period, days				Aver- age	Storage period, days				Aver- age
	40	80	120	160		40	80	120	160		40	80	120	160	
Hopkin	90.0	77.8	58.9	31.3	64.5	87.9	78.6	72.3	54.0	73.2	88.7	76.7	65.0	29.0	64.9
Green Rocket	91.6	77.6	61.1	40.7	67.8	89.2	79.7	64.3	33.0	66.6	82.0	75.4	33.0	8.0	49.6
Chiko	88.5	76.8	57.5	33.6	64.1	90.7	77.7	69.6	40.2	69.6	90.0	79.4	43.8	8.3	55.4
China Express	93.3	91.1	68.2	39.0	72.9	93.8	89.8	77.9	73.1	83.7	90.1	80.6	81.6	55.3	76.9
Granado	92.1	67.3	56.1	38.1	63.4	89.4	77.7	64.5	40.0	67.9	85.5	61.3	52.4	27.6	56.7
Kingdom 65	91.4	87.2	69.2	33.7	70.4	90.6	84.9	73.8	52.1	75.4	89.9	83.5	56.6	27.7	64.4
Kitakaze	92.9	91.1	78.4	52.0	78.6	93.1	88.7	79.2	65.9	81.7	92.3	81.2	69.3	39.5	70.6
Early Jade Pagoda	87.5	81.6	67.2	47.4	70.9	88.5	74.3	73.0	56.2	73.0	86.8	73.0	63.6	30.2	63.4
Average	90.9	81.3	64.6	39.5	69.1	90.4	81.4	71.8	51.8	73.9	88.2	76.4	58.2	28.2	62.8

Table 4. Percentage of damaged leaves (weight) and total discoloured area* of midribs per head after different storage periods at 0°C and after subsequent storage at 5°C for 14 days. *See table 1.

Treatment		WR60		Chiko	
Days at 0°C	Days at 5°C	% damaged leaves	Discoloured area	% damaged leaves	Discoloured area
20	0	4.6	0	1.6	0
20	14	6.2	1	3.1	0
40	0	2.7	11	0.7	0
40	14	23.7	107	21.6	0
60	0	28.6	183	16.7	0
60	14	43.9	298	23.2	8
80	0	49.2	578	10.6	2
80	14	65.1	796	40.9	58
100	0	55.9	450	22.7	43
100	14	65.4	591	34.0	47
Average 0°C		28.2	244	10.5	9
Average 0°C + 5°C		40.9	359	24.6	23

Table 5. Percentage undamaged leaves and total discoloured area* of the midribs after storage at indicated conditions. *See table 1.

Total storage period	Days at			WR60		Tip Top		Chiko	
	5°C	2.5°C	0°C	% undamaged leaves	Discoloured area	% undamaged leaves	Discoloured area	% undamaged leaves	Discoloured area
40	0	0	40	92.1	5	96.4	0	95.0	0
	0	40	0	83.1	40	94.5	0	94.3	3
	40	0	0	93.4	0	89.0	0	88.2	0
80	0	0	80	28.6	930	45.8	180	69.5	14
	0	80	0	54.4	394	89.8	2	84.3	0
	80	0	0	82.9	0	78.2	0	80.8	0
	0	40	40	48.2	557	69.4	37	85.6	4
	40	0	40	70.5	89	86.7	2	85.8	0
120	0	0	120	32.9	303	41.4	104	41.4	74
	0	120	0	48.9	251	79.9	0	70.9	5
	120	0	0	74.3	6	63.7	0	64.6	0
	0	40	80	37.8	289	72.3	30	84.7	0
	0	80	40	46.7	378	73.4	11	77.8	0
	40	0	80	44.3	285	71.6	0	72.5	2
	80	0	40	42.9	121	76.1	0	70.6	0
160	0	0	160	28.6	102	32.8	0	31.0	37
	0	160	0	42.4	141	39.3	0	56.5	10
	160	0	0	30.8	3	16.3	0	7.6	0
	0	40	120	19.5	165	53.3	0	60.8	3
	0	80	80	34.3	111	52.1	0	43.1	66
	0	120	40	41.3	49	40.5	0	62.0	0
	40	0	120	38.6	48	43.5	0	40.3	0
	80	0	80	42.9	30	40.7	0	35.5	0
	120	0	40	33.1	0	34.7	0	19.1	0

STORAGE OF CHINESE CABBAGE (BRASSICA PEKINENSIS) IN
RELATION TO HARVEST TIME

Niels Poulsen
National Research Centre for Horticulture
Institute of Vegetables
Kirstinebjergvej 6
DK-5792 Aarslev / Denmark

ABSTRACT

In Chinese cabbage an objective maturity criterion which could be used for evaluating the optimal plant quality at the harvest time in relation to long-time storage is still missing. The grower feels with his hands on the heads or make a few transverse sections of them to evaluate whether they are ready for storage.

To get a better knowledge of the relevant criteria for a good keeping quality in Chinese cabbage, a trial was carried out in 1987 with the cv. Kingdom. Two transplanting dates and three harvest times for each date were used. The growth in the field was examined by several test samples. During the cold storage period at 0 - 1°C the quality was examined five times. To simulate the shelf life conditions a subsequent storage at 5°C was carried out for 7 days after the cold storage period.

These results indicate that the keeping quality of Chinese cabbage appeared to be better after an early harvest than after a late one. This tendency was found to be enhanced when transverse sections were made of the heads, because many black spots were found inside the heads at the end of the storage period.

INTRODUCTION

Long time storage of Chinese cabbage (Brassica pekinensis) very often gives unpredictable results. In some cases the plant quality is acceptable good after three or even four months, and in others the quality is bad after this period of time and the product must be discarded. Optimizing the storage conditions (temperature, air humidity, hygiene) and use of particular suitable cultivars have increased the storage life. However, the storage life of Chinese cabbage is still unpredictable, a reason for that might be the plant quality at harvest. In this experiment the dependence on the harvest time for a good keeping quality is being elucidated.

MATERIAL AND METHODS

This trial was carried out at The Institute of Vegetables in The Danish Research Centre for Horticulture in Aarslev.

Plant material

Seeds of the cv. Kingdom was sown in an unheated glasshouse on July 21 and 31 respectively, and transplanted on August 13 and 20 respectively.

During the propagation the growth was followed by test samples to make transplanting at approximate equal plant size possible.

To get plants of different stages of maturity three harvest times were used for each transplanting date. So, from the first transplanting time harvest was executed on October 12, 19 and 23 respectively and as to the second one on October 22, 30 and November 9 respectively.

The crop was dressed twice with nitrogen giving 90 kg per ha in total. Fungicides were applied regularly during the growth.

Cold Storage

During the total storage period the temperature was kept in the temperature range of 0.0 - 1.0°C. The relative humidity in the air was kept at 93 - 95 %. The air was constantly stirred slowly by a fan.

At harvest heads of the best quality was selected for storage. No heads under 750 g were selected. Samples were taken to find the actual content of dry matter, sugar, and nitrate. In all cases the heads were dry on the surface by the beginning of storage. The heads were stored in plastic boxes with holes in the sides and with no holes in the bottom. Eight heads were placed upright in each box. A few data was collected from plants in the field after the last harvest.

Samples were examined after 0, 60, 90, 120 and 150 days of storage, and weight losses, trimming losses and content of dry matter, nitrate glucose, fructose and sucrose were measured.

Nitrate was measured by an ion selective electrode. Glucose, fructose and sucrose was determined by an enzymatical method.

The cold storage period was followed by seven days storage at 5°C to simulate shelf life conditions.

RESULTS

Weather

The precipitation was nearly sufficient during the growth period. It was only necessary to irrigate the crop three times. The max. and min. temperatures during the growth in the field can be seen from FIGURE 1.

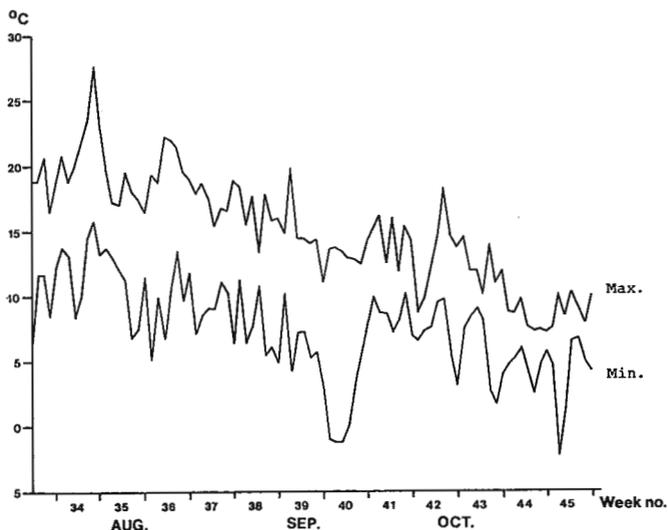


Figure 1. - The max. and min. temperature in 20 cm height during growth in the field.

Growth

Chinese cabbage is a fast growing plant. In Denmark this means that for storage purposes Chinese cabbage can be sown in July directly in the field or in a glasshouse with a subsequent transplanting in August and the Chinese cabbage will still be ready for storage before the winter (FIGURE 2).

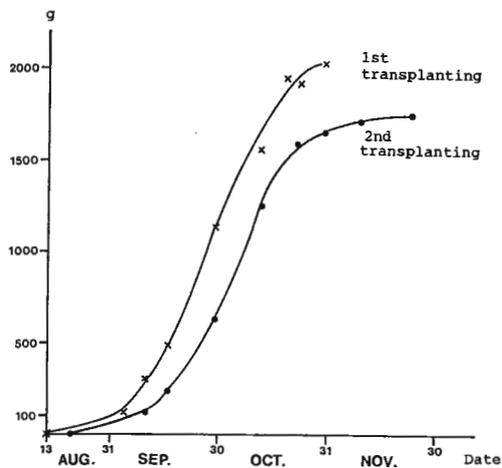


Figure 2. - Fresh weight per plant during the growth period (g fresh weight).

The dry matter percentage in the total above ground plant parts (FIGURE 3) and in the heads was decreasing during the development of the heads. However, at the second transplanting time there was a tendency towards a constant dry matter percentage.

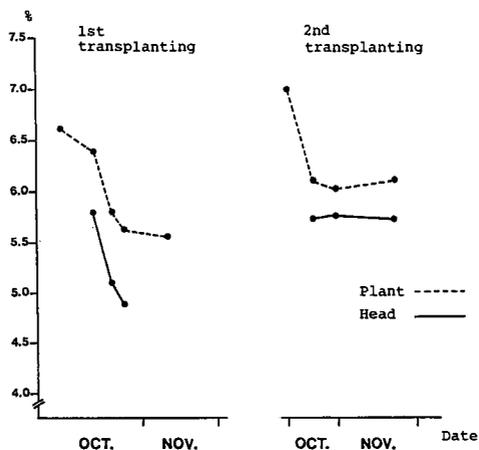


Figure 3. - Relative dry matter content in plants and in heads during the growth period.

The dry matter accumulation of the heads had nearly stopped at the first harvest at both transplanting dates (FIGURE 4). So, the fresh weight increase was mainly due to water accumulation.

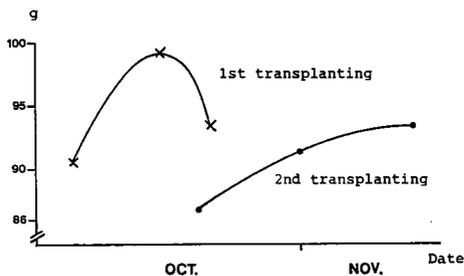


Figure 4. - Dry matter accumulation per head (g dry matter) during the growth period.

Cold storage

During the 150 days storage period the heads had a weight loss particularly due to transpiration, but also due to respiration (FIGURE 5). Besides this there was a trimming loss because the outer leaves had to be removed (FIGURE 6). In this experiment the subsequent seven days storage at 5°C to imitate shelf life had no noticeable effect on the quality.

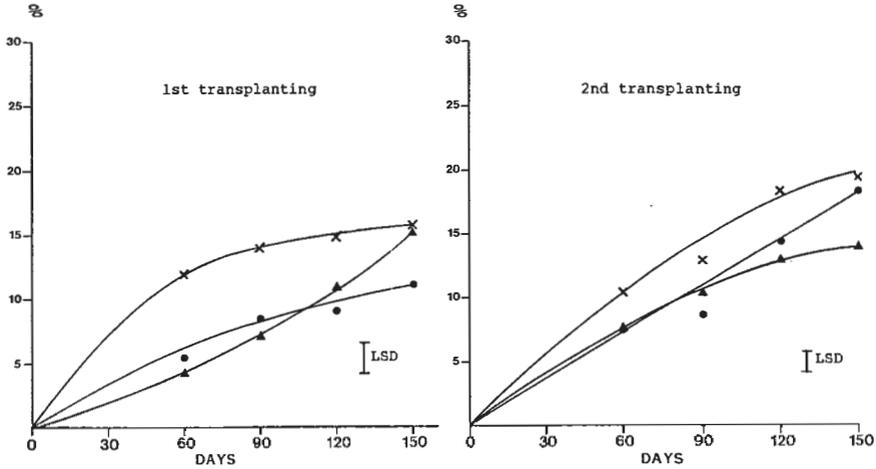


Figure 5. - Relative weight loss per head (%) at the end of the cold storage period.
Harvest no 1: x 2: ● 3: ▲

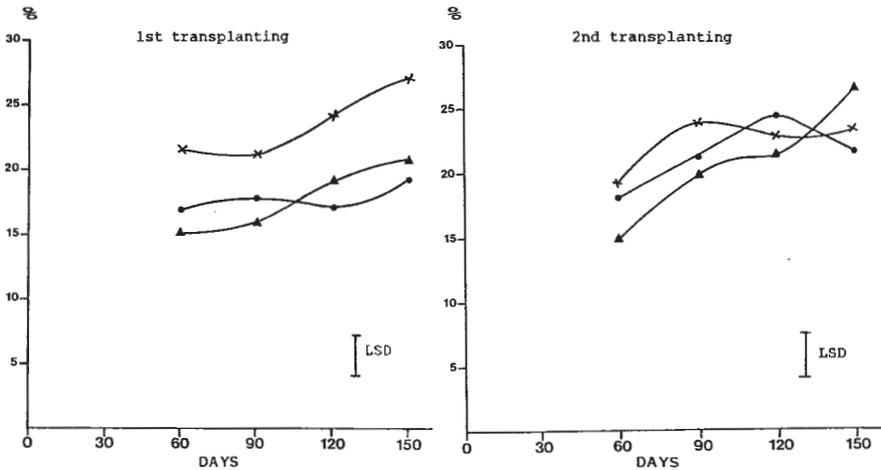


Figure 6. - Relative trimming loss per head (%) at the end of the cold storage period.
Harvest no 1: x 2: ● 3: ▲

Chemical composition

In the cell sap the nitrate content in most cases was a little higher at the beginning of the storage period than later on. In general the values were more constant at the second transplanting date than at the first one. However, in this experiment no significant difference in the nitrate level between the two transplanting dates or between the particular harvest times could be observed (FIGURE 7).

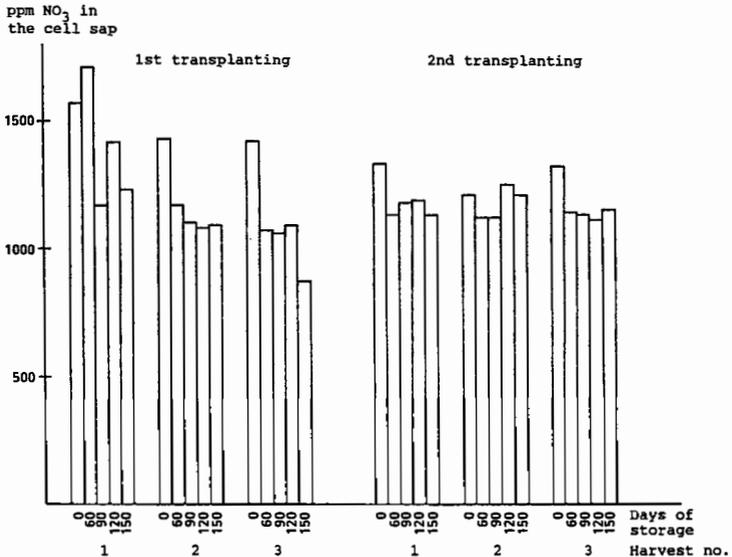


Figure 7. - Nitrate content in the cell sap during storage.

From a few data concerning the content of glucose, fructose and sucrose in the sap of heads at harvest time it can be seen that the content did not differ much on the particular dates (TABLE 1).

Table 1.- Glucose, fructose and sucrose in the cell sap at harvest time, ppm.

		1st transplanting	2nd transplanting
1st harvest	glucose	1580	1500
	fructose	880	830
	sucrose	19	27
2nd harvest	glucose	1450	1590
	fructose	800	890
	sucrose	19	27
3rd harvest	glucose	1420	1660
	fructose	760	920
	sucrose	11	46

After the seven days shelf life period the number of saleable heads was determined by evaluation of the quality. In general the keeping quality was good in this experiment giving no serious problems the first 90 days of storage. However, after 120 or 180 days of storage the outer quality was affected badly in some heads. And inside the heads many black spots were found. The nature of these black spots was not determined (FIGURE 8).

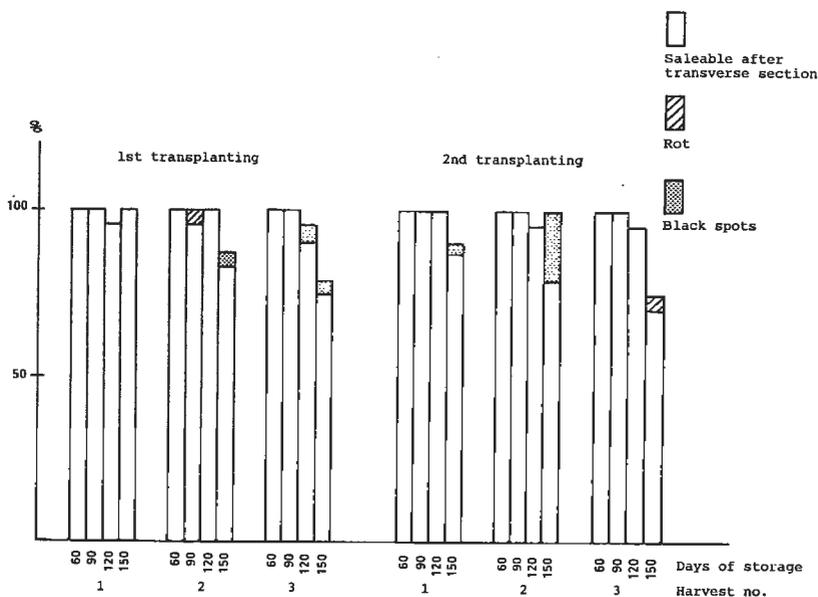


Figure 8. - Saleable heads (relative number) after the storage and shelf life period.

DISCUSSION

The main purpose of this experiment was to evaluate the affect of the harvest time on the keeping quality.

The results indicate that the growth rate determined as fresh matter accumulation was decreasing when the harvest for storage began (FIGURE 2). This can also be seen from the fact that the dry matter accumulation had nearly stopped (FIGURE 4). A similar pattern of dry matter accumulation curve has been found in related Brassica species (Rao S.C. & Horn F.P., 1986). The relative weight loss and trimming loss were in general largest from the first harvest date of both of the two transplanting dates (FIGURE 5 and 6). Possibly this could be explained from the fact that the heads were smaller when being harvested early than when being harvested late and thus having a larger relative surface. In spite of this, the best keeping quality (% saleable heads) was found from the first (early) harvest dates of both of the transplanting dates.

The nitrogen and in particular the nitrate content has been of great interest in evaluating the potential storability in Chinese cabbage (Liebhard P. & Holzerbauer A., 1985; Kraxner U. et al., 1988).

An apparent decrease in nitrate content during the storage period have been found by Liebhard P. and Holzerbauer A. (1985). However, it must be kept in mind that the trimming loss usually is increasing during the storage period. This means that the "heads" are different fractions of above ground plant material with a decreasing number of leaves, so the results in this experiment cannot confirm this finding.

The levels and the relative amounts of glucose, fructose, and sucrose found in this experiment corresponded to the values found by Wills et al. (1984).

The results in this paper were obtained only from one year. In 1988-89 the experiment will be repeated.

REFERENCES

- Kraxner U., Weichmann J. and Fritz D. 1988. Einfluss der Stickstoffdüngung auf Wachstum, Qualität und Haltbarkeit einiger Chinakohl-sorten. - *Bodenkultur* 39(2): 151 - 157.
- Liebhard P. and Holzerbauer A. 1985. Einfluss der Stickstoffdüngung und Standraumbemessung auf Ertrag, Qualität und Lagerfähigkeit von Chinakohl (*Brassica pekinensis* Rupr.). - *Bodenkultur* 36(2): 109 - 120.
- Rao S.C. and Horn F.P. 1986. Planting season and harvest date effects on dry matter production and nutrient value of Brassica spp. in the Southern Great Plains. - *Agronomy J.* 78(2): 245 - 253.
- Wills R.B.H., Wong A.W.K., Scriven F.M. and Greenfield H. 1984. Nutrient composition of Chinese vegetables. - *J.Agric.Food Chem.* 32: 413 - 416.

Pre-cooling as an aid for quality preservation of perishable vegetables during long-distance transport in Sweden.

Kristina Mattsson, Alnarp.

Precooling is important for keeping the quality of many perishable products. The cooling method is however important for the effect and benefit of the cooling on the quality of the products. This was shown for lettuce by Gorini (1973) and for broccoli by Perrin (1981).

The aim of this study was to investigate the efficiency of precooling in practical handling of vegetables today in Sweden and its effect on the quality. The aim was also to investigate temperatures and humidity during distribution from grower to retailer in order to find if there are any parts of the distribution where temperature and humidity divert too much from recommended values.

A majority of the vegetables grown and consumed in Sweden are distributed and sold by one of three retailer companies. These companies have similar distribution systems and the time it takes for the products to reach the retailer varies little between the companies.

It takes at least 45 to 50 hours for the vegetables to reach the retailer whether they are sent to the southern part of the country or far up north. Only distribution to a small area around Malmö and Helsingborg is quicker. This part holds the major vegetable growing district, the largest vegetable market Mäster Grön as well as central stores of the big companies. Distribution of vegetables to Stockholm is also relatively quick.

Pre-cooled vegetables are harvested one day and cooled over night before distributed the next day. They will therefore be 14 to 24 hours older than not cooled products.

Materials and Methods

Temperatures in pre-cooled and not cooled products were measured during distribution. The trials also included a measuring of air temperature and humidity surrounding the products all the way from grower to retailer. For this two Grant Squirrels, SQ8 2U/2L, -10°C to 40°C and 100 % r.h. were used registering air humidity and temperature as well as product temperature every 30 minutes.

Weight losses and quality were measured twice during distribution whereas trimming losses were measured upon arrival at the retailer. Both tomatoes and crisphead lettuce were distributed in cardboard boxes. The tomato boxes contained 5 kilos and the lettuce boxes 8 kilos of produce.

Two trials were carried out with tomatoes and therefore started in a greenhouse packing shed. Four trials with crisphead lettuce started in the field at harvest. After passing through the market and a wholesaler two of the trials were sent to Kalmar, in the southeast of Sweden and further to stores in Växjö and Avesta about 100 km from Kalmar. Another two trials were sent to Umeå 1300 km north of Malmö and from there to Skellefteå and Storuman 130 and 200 km from Umeå. The last two trials were sent to Västerås, west of Stockholm and to retailers in Flen, 90 km away and Torshälla 50 km away, figure 1.

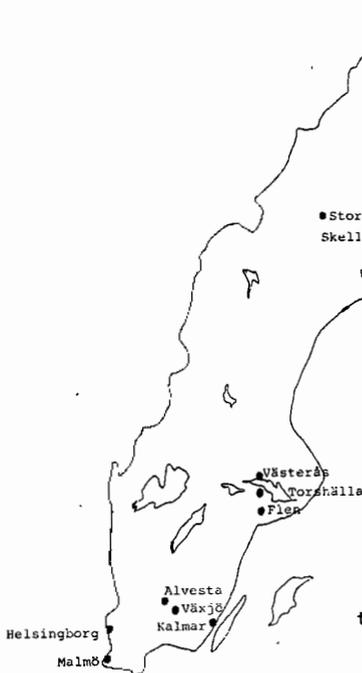


Figure 1. Map showing the geographical outline of the trials which started in Malmö and Helsingborg and were sent to three district stores in Kalmar, Umeå and Västerås. From the district store the products were sent to retailers in towns shown on the map in connection with the district store.

Results and discussion

Temperature and humidity during distribution will affect the quality of the products and the beneficial effects on quality by pre-cooling. A majority of Swedish vegetables being distributed through one of three big retailer companies, will remain in transit between grower and retailer for at least 45 - 50 hours. During this time the products are kept at ambient temperatures and humidity. Since cold sensitive products cannot be separated from those that should be kept at a temperature close to 0°C a temperature of 10°C is chosen as a compromise during distribution. These trials however showed a variation between 4°C and 16°C during this transit time.

The product temperature of iceberg lettuce at harvest varied between 17 and 23°C and for tomatoes between 20 and 25°C. After harvest, the products could remain up to 5 hours in the field exposed to sun and wind before being precooled or delivered to the vegetable market.

Pre-cooling is usually done overnight in a cold air store. In the trials tomatoes were cooled to 6 and 9°C and crisphead lettuce to 3, 4, 5 and 9°C. This cooling kept pre-cooled tomatoes more than 1°C colder than not cooled tomatoes for 15 - 24 hours whereas crisphead lettuce remained colder for 10 - 15 hours.

Not cooled products were harvested next morning. After harvest the vegetables are delivered to the vegetable market, Mäster Grön, in Helsingborg or Malmö and then sent to a central store of one of the retailer companies in the afternoon. During this time of handling and reloadings the temperature is often above 10°C and humidity may be as low as 65 % r.h.

At the wholesaler the products are again reloaded and in the evening leave for one of a number of district stores situated in various parts of Sweden. During the transport to the district store temperatures in the vehicles are adjusted by the drivers. How attentive drivers are to the temperature seems to vary since temperatures here varied between 4 and 14°C, but the cooling capacity of the vehicle also affects the temperature. Humidity during this transport was however high, probably because the products fill most of the loading spaces in the vehicles which are not opened before arrival at the district store.

The vehicle transporting the products may arrive at the district store late at night or early next morning if sent to one of the closest districts or at noon next day if sent up north. Independent of this, the following day is spent reloa-

ding, maybe trimming and consumer packaging and the following morning the vehicles with the products leave for the retailers. In connection with loadings at the district stores temperatures tend to be above 10°C. Humidity was often low and seemed to draw no or very little attention.

During transportation to the retailer, the vehicle may be opened several times for deliveries at different retailers why the the climate inside the vehicle may be difficult to keep at an optimal level.

On arrival at the retailer the products may once again be subjected to a warm spell before being moved into a cold storeroom. Storeroom temperatures varied between 0 and 9°C and humidity between 60 and 90 %.

Figure 2 shows temperature and humidity at all six trials during ten stages of the distribution.

During the 15 - 24 hours of pre-cooling which takes place before not cooled vegetables are harvested the cooled products lost weight and in the case of tomatoes continued to ripen.

After pre-cooling, weight loss and ripening in these trials was not decreased by the reduced temperature in the products to such an extent as to compensate for the losses during cooling. On arrival at the retailer weight loss of pre-cooled products was therefore slightly higher than that of not cooled products. Only in two trials though, one with tomatoes and one with crisphead lettuce were the differences significant. Precooled tomatoes in both trials had a darker shade of red than not cooled tomatoes upon arrival at the retailer. Trimming losses however showed no significant differences, see table 1.

Pre-cooling is important for many perishable products. Yet, after long distance distribution in Sweden it gave no beneficial effects on the quality of the products in our trials. The results indicate that pre-cooling ought to be done more quickly in order to enable continued distribution the same day. Pre-cooled products should not be 15 - 24 hours older than not cooled products as is often the case today.

More attention should also be given to temperature and humidity during pre-cooling in order to give the the products as low a temperature as possible after harvest. Vacuum cooling, which is a quicker method has been recommended as the best cooling method for lettuce (Aharoni, 1973: Dauplé, 1981: Gorini 1973). Precooling of tomatoes have however given less promising results (Liugaiah, 1983).

In order not to lose the beneficial effect of pre-cooling, the cooling ought to be followed by an unbroken coldchain at an even temperature and at as low a temperature as is practically and economically possible. It was also found that the people involved in the daily handling of the products ought to be more attentive to the importance of temperature, humidity and air speed when handling vegetables.

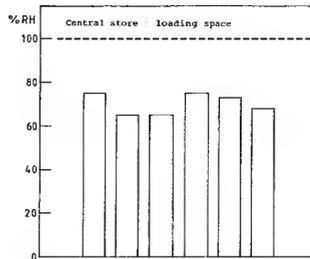
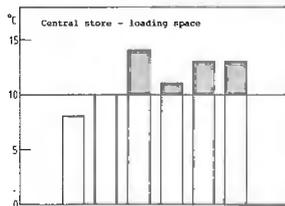
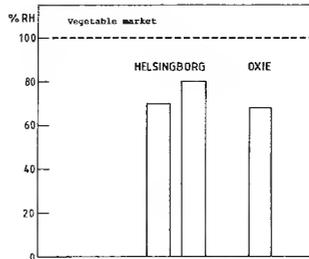
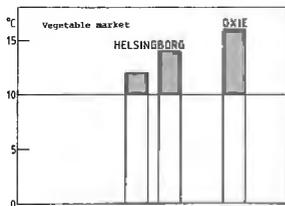
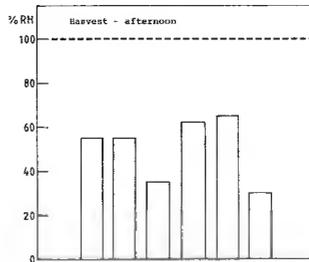
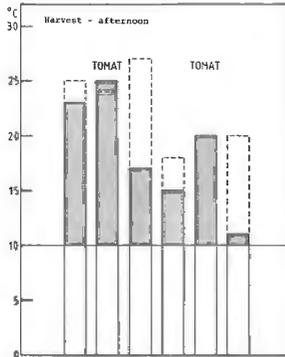
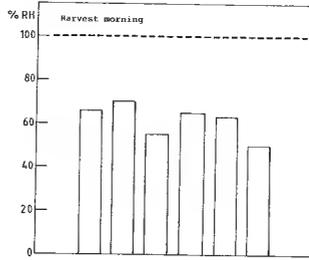
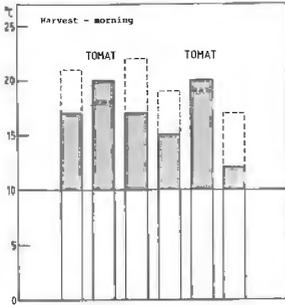
References

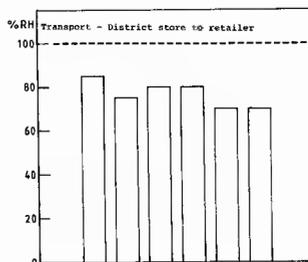
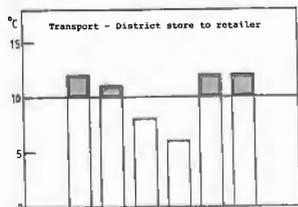
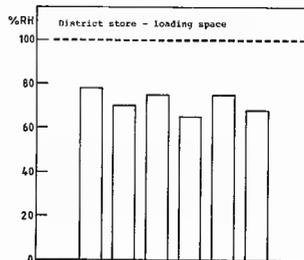
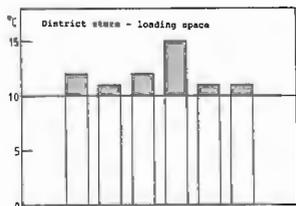
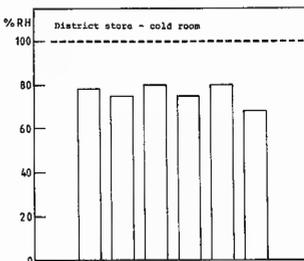
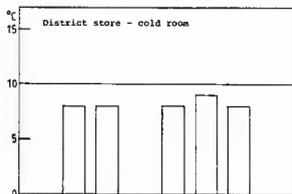
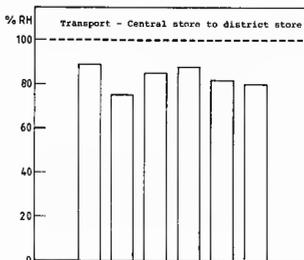
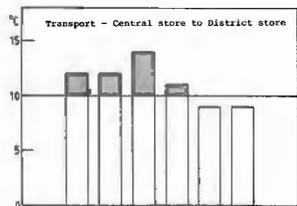
- Aharoni, N., Ben-Yehoshua, S. 1973. Delaying deterioration of romaine lettuce by vacuum cooling and modified atmospheres produced in polyethylene packages. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98 (5): 464 - 468.
- Dauplé, P, et al. 1981. Essais de conservation de laitue par l'utilisation combinée de la préréfrigération par le vide, d'atmosphères modifiées et du froid. *Revue Horticulture* No 222: 25 - 34.
- Gorini, F.L., Borinello, G., Uncini, L. 1973. Some trials of salad precooling. *Istituto sperimentale per le valorizzazione tecnologica dei prodotti agricoltura*, 173 - 188.
- Liugaiah, H.B., Huddar, A.G., Chikkasabbasma, V, Gowda, P.M. 1983. Effect of post-harvest treatments on the shelf life and quality of tomato. *Production technology of tomato and chilles. National seminar, Papers, Tamil Nadu Agr. University. Faculty of horticulture*, 93-95.
- Perrin, P.W. 1981. Method of cooling and storing broccoli affects shelf life. *Research review, Research station Agaziz, B.C*, 12 - 13.

Table 1. Percent weight and trim losses from initial weight, and stage of ripeness in tomatoes in pre-cooled and not pre-cooled products after 3 days' distribution.

Trial no	1	2	3	4	5	6
Product	tomatoes		crisphead			lettuce
<hr/>						
Weight losses						
Precooled	1,0a	0,9a	1,6a	2,5a	2,2a	1,7a
Not precooled	0,9a	0,7b	0,8b	2,1a	1,9a	1,7a
Trim losses						
Precooled				11,5a	18,1a	16,6a
Not precooled				8,0a	21,0a	18,6a
Colour						
Precooled	8,0a	8,0a				
Not precooled	7,0b	7,0b				

Colour values: 1 = green 5 = breaking stage 9 = fully ripe
 Values with the same letter not significantly different at 5 % level.





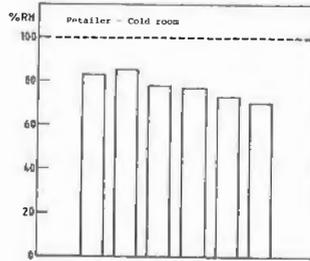
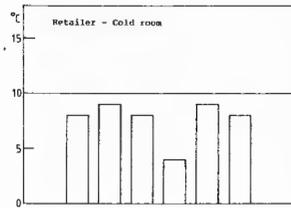
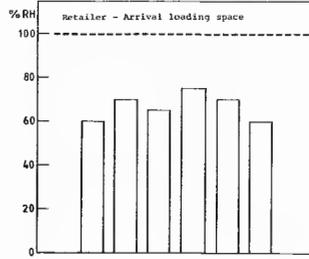
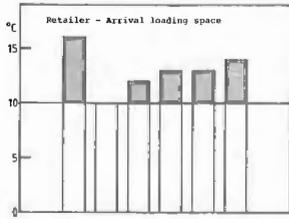


Figure 2. Temperature and humidity in 6 places during 10 trials with distribution of vegetables. Temperatures above 10°C, which is the distribution temperature desired, is shaded.

Haltbarkeit von Fertigsalaten und frischen Speisepilzen in Folienbeuteln

von J. Henze

Die Anwendung veränderter Atmosphären in der Lebensmitteltechnologie nimmt heute bereits einen breiten Raum ein. Wie Tab. 1 zeigt, geht es dabei um Frischhaltungsmethoden von langjährig erprobten CA-Verfahren (CA = controlled atmosphere) über die Anwendung hoher CO₂-Konzentration (15 - 30% CO₂) bei verderbnisempfindlichen Obst- und Gemüsearten bis hin zu Verfahren der Schutzgasanwendung zur Haltbarkeitsverlängerung von Verarbeitungsprodukten (Henze, 1988a).

Tab. 1: Anwendung veränderter CO₂-, O₂- und N₂-Gehalte in der Lebensmitteltechnologie (nach Henze, 1988a)

Beispiele für Veränderungen der Gasanteile an der Atmosphäre				
Anwendungsgebiet	Gehaltsanteile			Produkte
	% CO ₂	% O ₂	% N ₂	
Lagerung in kontrollierter Atmosphäre				
einseitig CA	5	16	79	Apfelsorten
zweiseitig CA	3	3	94	
zweiseitig (ULO)	0-1	1,5	98	
Frischhaltung unter hohen CO ₂ -Konzentrationen				
Gasmischungen mit Luft	15	in	Luft	Kirschen Beerenobstarten, Pilze
	20	in	Luft	
	30	in	Luft	
Gasmischungen mit erniedrigtem O ₂ -Gehalt	20-30	1	69-79	Erprobung bei Erdbeeren und Austernpilzen
in Folienbeuteln	steigend auf 20-50	sinkend auf 0	entspr. sinkend	Fertigsalate in Folien
Haltbarkeitsverlängerung in Schutzgasatmosphären				
Verpackung	100	0	0	Sauerkraut Joghurt, Brot Fruchtsaft frisches Fleisch
	0	0	100	
	30	70	0	

Salatarten und Pilze gehören, verglichen mit anderen Gemüsearten, zu den "Intensivatmern" (Henze und Hansen 1988). Je intensiver Ernteprodukte atmen, umso rascher altern sie und fallen im Zuge schwindender Resistenzeigenschaften einem mikrobiellen Verderb anheim. Ein weiterer Grund für die stark begrenzte Haltbarkeit von Salatarten ist, daß besondere Anforderungen an die Erhaltung der Turgeszenz gestellt werden (Henze, 1988c). Ähnliches gilt für Speisepilze (Henze, 1988b). Für beide Gemüsearten sind Frischhalttemethoden bekannt oder in Erprobung, bei denen man sich neben dem atmungshemmenden Effekt einer Temperaturabsenkung der starken Anreicherung der umgebenden Atmosphäre mit CO₂ bedient (Höhn, 1987; Bomar, 1988; Henze et al., 1988).

Material und Methoden

In den Jahren 1987 und 1988 wurden verschiedene Versuchsserien mit kommerziell hergestellten gebrauchsfertigen Salaten (Firma CVG-Nahrungsmittel GmbH, Oberhausen) durchgeführt. Von diesen Versuchen mit Salaten wird im Ergebnisteil die Beziehung zwischen den CO₂- und O₂-Gehalten in Polypropylenbeuteln mit Salaten und der Lagertemperatur aufgezeigt (Abb. 1).

Im Jahr 1988 lief eine weitere Serie, in der Eissalat und Champignons - beide Produkte innerhalb von 24 Stunden nach der Ernte - im Institut für Obstbau und Gemüsebau in Bonn zubereitet und in den Versuch genommen wurden. Der Eissalat wurde vom

Centralmarkt Bonn/Roisdorf

bezogen, und die Champignons stammten aus der Produktion der

Firma Schless KG

Xantener Champignon

D - 4232 Xanten

Als Folienmaterial diente 0,03 mm starkes Polypropylen und in speziellen Vergleichen gleichstarkes Material aus Polyethylen. Nach Befüllen der Folienbeutel wurden diese zugeschweißt und den vorgesehenen Versuchsvarianten zugeordnet.

Die Bestimmung der CO_2 -Gehalte in den Beutelatmosphären erfolgte mit Hilfe des Gasanalysators "Intersmat IGC 10M". Der O_2 -Gehalt wurde mit dem "Servomex Oxygen Analyser 580A" bestimmt. Je 3 Meßwerte für CO_2 bzw. O_2 wurden zu einem Durchschnittswert verrechnet; dabei diente ein Beutel jeweils nur für eine CO_2/O_2 Messung und wurde dann für organoleptische Bonituren oder andere Analysen - wie pH-Wert-Bestimmungen - verwendet. Der pH-Wert wurde potentiometrisch (Microprocessor, pH-Meter /pH 537) im Mazerat von Salatproben gemessen.

Die sensorischen Prüfungen umfaßten die "Frische-Parameter" Geruch, Geschmack, Aussehen und Konsistenz. Der Parameter "Geruch" hat sich im Falle von eingetüteten Salaten als der empfindlichste erwiesen. Er spiegelt früher als Beurteilungen des Geschmacks oder des Aussehens beginnenden Frischeverlust wider.

Ergebnisse und Diskussion

Mit der graphischen Darstellung in Abb. 1 soll hier einleitend auf die Bedeutung der Temperaturstufe, in der die geschlossenen Beutel lagern, hingewiesen werden. In der zugehörigen Versuchsserie war der CO_2 -Gehalt in den Beuteln in den ersten 24 Stunden nach Beutelverschluß bereits auf 13 bis 16% angestiegen, und der O_2 -Gehalt lag mit 1-2% nur noch geringfügig über 0%. Bei +1°C stieg der CO_2 -Gehalt vom 1. bis zum 20. Lagertag sukzessiv von ca. 13 auf 20%. Bei den höheren Temperaturstufen verlief der CO_2 -Anstieg rascher, und er erreichte höhere Werte

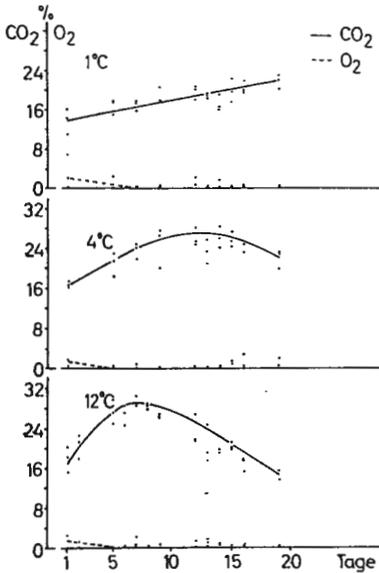


Abb. 1:

CO₂- und O₂-Konzentrationen in Polypropylen-Folienbeuteln mit "gebrauchsfertigem Salat" (Fa. CVG) in Abhängigkeit von der Lagerzeit und -temperatur (Beutelfüllung und -schließung am 29.07.1987).

Wenngleich die Qualitätserhaltung bei dem geprüften Salat in der Temperaturstufe +1°C eindeutig am höchsten war, wurden die weiteren Versuche bei +4°C durchgeführt. Das geschah um den Verhältnissen in der Praxis möglichst nahe zu kommen. Bei der heute üblichen Präsentation der Fertigsalate in Kühltheken werden Temperaturen niedriger als +4°C in der Regel nicht erreicht.

In den neueren 1988er Versuchsserien ging es um die Frage der Beimischung von Champignons zu gebrauchsfertigem Salat. Aus Gründen der Materialbeschaffung und der Gerätekapazitäten tasteten wir uns in Einzelexperimenten an die Thematik heran. Dem soll bei der nachfolgenden Darstellung der Ergebnisse dadurch Rechnung getragen werden, daß die für die jeweilige Versuchsanstellung maßgebliche Versuchsfrage genannt wird.

1. Frage: In welcher Weise verändern ganze Champignons die Atmosphäre in Folienbeuteln aus Polypropylen im Vergleich zu Polyethylen?

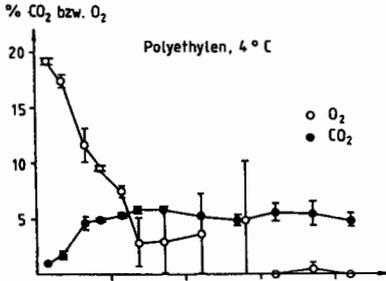
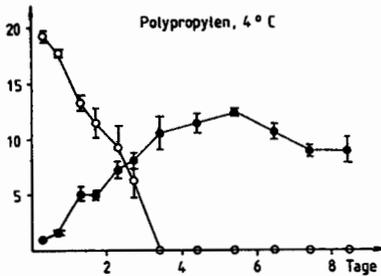


Abb. 2:
Veränderung der Atmosphäre durch frische Champignons (50g, ganz) in geschlossenen Folienbeuteln aus Polyethylen bzw. Polypropylen während der Lagerung bei +4°C.



Die Graphik in Abb. 2 läßt erkennen, daß die eingeschlossenen ganzen Champignons die CO₂- und O₂-Gehalte der Beutelatmosphären je nach Folienmaterial in unterschiedlicher Weise veränderten. Während es in Polypropylen bei +4°C innerhalb von 5 Tagen zu einem Anstieg des CO₂-Gehaltes auf 12% kam pendelten sich die Werte bei Polyethylen schon vom 2. Tag an auf Werte um nur 5% CO₂ ein.

Der O₂-Gehalt fiel in beiden Folienarten ähnlich rasch ab, im Bereich der 0%-Nähe ergaben sich für Polyethylen große Schwankungsbreiten. Mit diesen Ergebnissen lassen sich an Mischsalaten erhobene Befunde bestätigen (Henze, 1988c).

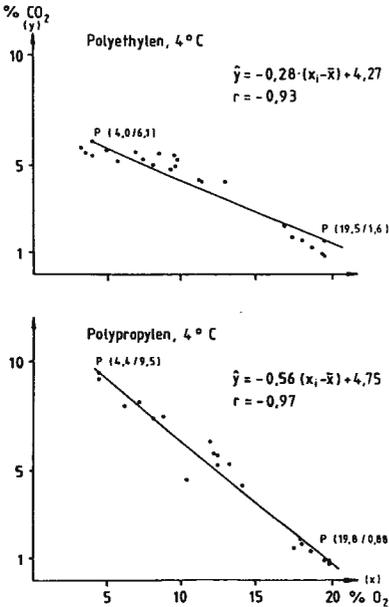


Abb. 3:
Korrelation zwischen O₂- und
CO₂-Gehalten in Folienbeuteln
mit eingeschlossenen Champi-
gnons

In Abb. 3 sind die Beziehungen zwischen CO₂- und O₂-Gehalten für beide Folienarten in Form der Regressionsgraden dargestellt. Die Graphik bringt zum Ausdruck, daß niedrigen O₂-Gehalten bei Polypropylen aufgrund einer geringen Permeabilität höhere CO₂-Werte zugeordnet sind.

2. Frage: Wie verhalten sich in Scheiben geschnittene frische Champignons in Polypropylen-Folienbeuteln bei +4°C im Vergleich zu ganzen Pilzen?

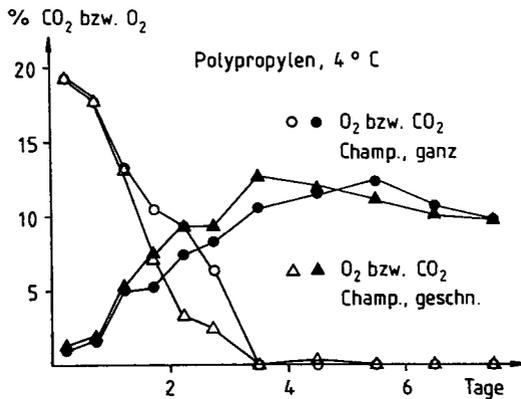


Abb. 4: Veränderungen der Atmosphäre in geschlossenen Polypropylen-Beuteln durch ganze bzw. in Scheiben geschnittene, frische Champignons während der Lagerung bei +4°C.

In Abb. 4 ist die Veränderung der Atmosphäre in Polypropylenbeuteln durch Champignonscheiben im Vergleich zu frischen ganzen Pilzen graphisch dargestellt. Auf die Einbeziehung der Symbole für die Standardabweichungen wurde hier aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Es zeigt sich, daß der Tendenz nach der O₂-Gehalt in den mit Champignon-Scheiben (50g) gefüllten Polypropylenbeuteln rascher absank bei gleichzeitig leicht erhöhtem CO₂-Anstieg im Vergleich zu den ganzen Champignons. Wenngleich dieser hier nur tendenziell gegebene Unterschied mit intensiviertem Gaswechsel als Folge von Wundreaktionen erklärbar gewesen wäre, so lag keine Signifikanz vor. Das bedeutet, daß sich in Scheiben geschnittene Champignons - was ihren Gaswechsel und damit die Beeinflussung der Atmosphäre in zugeschweißten Folienbeuteln anbetrifft - ähnlich verhalten wie ganze Pilze.

3. Frage: In welcher Weise verändert Eissalat - gewaschen und geschnitten, ohne Pilzbeimischungen - die Atmosphäre in Polypropylen-Folienbeuteln bei +4°C?

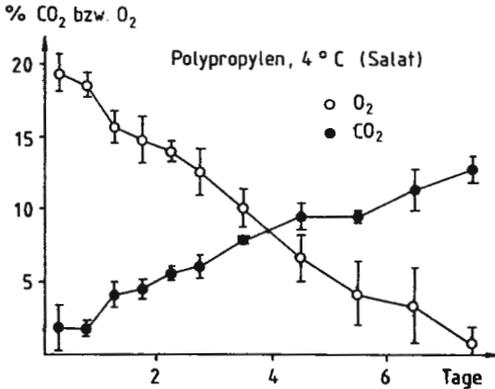


Abb. 5: Veränderung der Atmosphäre in geschlossenen Polypropylen-Beuteln durch Eissalat (150g, geschnitten) während der Lagerung bei +4°C.

Die Graphik (Abb. 5) zeigt, daß Eisbergsalat (gewaschen und geschnitten) - wenn er bei Einschluß in Folie bereits gekühlt ist - und dann in geschlossenen Polypropylenbeuteln bei +4°C weitergelagert wird, aufgrund seiner gedrosselten Atmungsintensität die Atmosphäre in den Beuteln nur langsam verändert. So sank hier der O₂-Gehalt fast linear von Werten um 20% innerhalb von 7 Tagen gegen 0% ab. Gegenläufig stieg CO₂ von Ausgangswerten um 0% auf 12-13%, um sich dann - wie andere Versuche gezeigt haben - auf diesem Niveau zu halten. Im Gegensatz zu früher gewonnenen Ergebnissen (Henze, 1988c), bedeutet das einen wünschenswert langsamen Verbrauch des O₂-Gehaltes in den Folienbeuteln und einen nur mäßigen Anstieg der CO₂-Konzentrationen.

Diese günstigen Resultate bei einer relativ wenig durchlässigen Folie (Polypropylen) sind in erster Linie auf die Versuchsbedingungen zurückzuführen, bei denen darauf geachtet wurde, daß schon gekühltes Gut in Folie eingeschlossen wurde. Außerdem wurde mit Eissalat eine robuste und relativ schwach atmende Salatart ausgewählt. So gesehen, erscheint also Eissalat als eine günstige Komponente bei einer Mischfüllung aus Salat und Champignons.

4. Frage: Wie verhält sich eine Mischung aus Eissalat und Champignon-Scheiben bei +4°C in Polypropylen-Folienbeuteln?

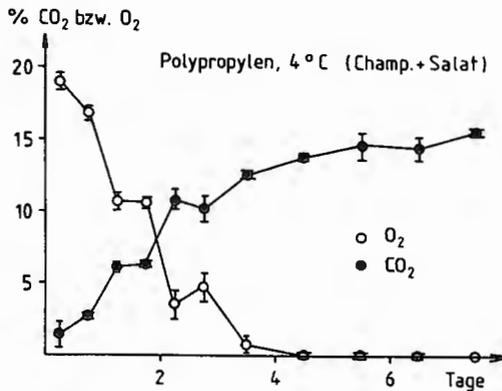


Abb. 6: Veränderungen der Atmosphäre in geschlossenen Polypropylen-Beuteln durch Eissalat plus Champignons (150g + 50g, geschnitten) während der Lagerung bei +4°C.

Die Graphik (Abb. 6) läßt die Veränderungen im CO_2 - und O_2 -Gehalt der Beutelatmosphäre erkennen. Ein Vergleich mit den Kurvenbildern für Pilze allein (Abb. 4) bzw. nur Salat (Abb. 5) zeigt deutlich, daß die Einflüsse der Mischung auf die Atmosphäre vorwiegend durch die Champignonkomponente geprägt sind. So war bei den von uns gewählten Mengen (150g Salat + 50g Champignons) der O_2 -Vorrat in den den bei $+4^\circ\text{C}$ lagernden Polypropylenbeuteln im Verlauf von 4 Tagen nahezu verbraucht. Wie hoch dabei der Anteil des durch die - wenn auch sehr geringe - Permeabilität nachströmenden Sauerstoffs war, kann aus diesen Versuchen nicht geschlossen werden. Auch der Verlauf der CO_2 -Kurve läßt eine Prägung durch die Champignonkomponente erkennen.

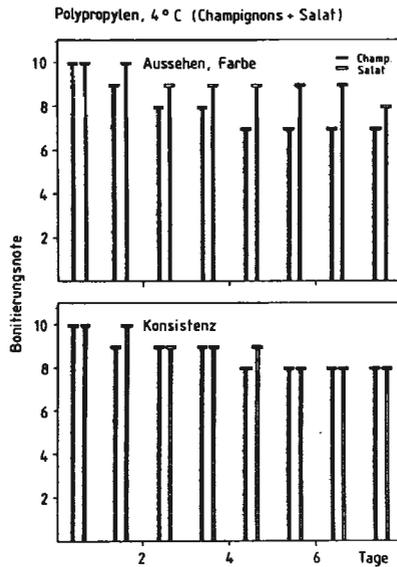


Abb. 7: Qualitätsverluste bei Eissalat + Champignons in Polypropylen-Beuteln bei $+4^\circ\text{C}$ in Abhängigkeit von der Lagerdauer, bonitiert an den Parametern "Aussehen" und "Farbe" sowie "Konsistenz"

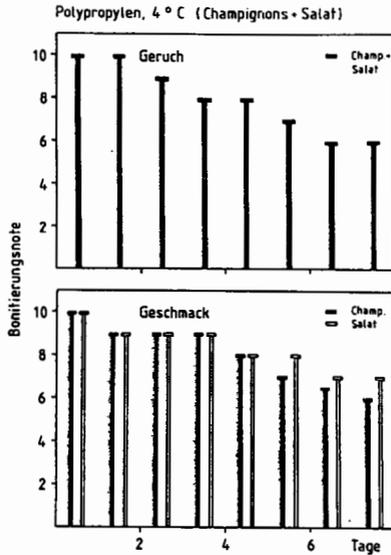


Abb. 8: Qualitätsverluste bei Eissalat + Champignons in Polypropylen-Beuteln bei +4°C in Abhängigkeit von der Lagerdauer, bonitiert an den Parametern "Geruch" und "Geschmack"

In den Abbildungen 7 und 8 sind Bonitierungswerte wiedergegeben, die von nur einer Person ermittelt wurden, die aber dennoch einen Eindruck von den Beziehungen zwischen Lagerzeit und sensorischer Qualität vermitteln können. Bei den in einzelnen bewerteten Parametern bedeutet 10 das Qualitätsoptimum. Während die Note 9 auch noch für hervorragende Frische steht beginnen bei Note 8 die Einschränkungen. Bei Note 7 ist z.B. das empfindlichste Merkmal "Geruch" noch produktspezifisch aber beginnend flach. Niedrigere Werte bedeuten auffälligen Frischeverlust.

In Abb. 7 sind die Bewertungen für die Parameter "Aussehen" und "Farbe" einerseits und "Konsistenz" andererseits getrennt für die Salat- bzw. Champignonkomponente wiedergegeben. Die Graphik (Abb. 7) läßt erkennen, daß der Salat im Verlauf der 8-tägigen Lagerzeit mit dem Merkmal "Aussehen/Farbe" länger im Optimalbereich blieb als die Pilze. Bei dem Merkmal "Konsistenz" hatten die Champignons keine Nachteile gegenüber dem Eissalat.

In Abb. 8 ist die Bewertung für das empfindliche Merkmal "Geruch" dargestellt. Hier ist der Eindruck maßgebend, der sich beim Öffnen des Folienbeutels ergibt. Deshalb ist eine getrennte Bewertung der Komponenten wie für das durch Verkostung bewertete Merkmal "Geschmack" nicht möglich. Die graphische Darstellung (Abb. 8) zeigt, daß die mögliche Lagerzeit der Folienbeutel am ehesten durch den am "Geruch" feststellbaren Frischeverlust begrenzt wurde.

Man kann also abschließend sagen, daß die Haltbarkeit der Eissalat-Champignon-Mischung im Vergleich mit dem relativ lange haltbaren Eissalat eingeschränkt wurde. Nach den von uns bewerteten Merkmalen erscheint jedoch eine Aufbewahrung von 4 bis 5 Tagen möglich. Diese Zeit läßt sich womöglich noch verlängern durch tiefere Lagertemperaturen und anderes Folienmaterial. Es sei hier ausdrücklich vermerkt, daß dieser Hinweis auf die Lagerfähigkeit von Salat + Champignons in Folienbeuteln noch unberücksichtigt läßt, daß sich evtl. weitere begrenzende Faktoren aus mikrobiologischer Sicht (Höhn, 1987; Bomar, 1988; Bomar und Knöpfel 1988) oder aus toxikologischen Gründen (Stijve et al. 1986; Stijve und Diserens 1988) ergeben.

Zusammenfassung

Aufbauend auf Versuchen zur Kurzzeitlagerung von verderbnisempfindlichem Obst und Gemüse unter modifizierten Atmosphären mit hohem CO₂-Gehalten wurde das Einschließen von gebrauchsfertigen Salaten in Folienbeuteln untersucht. Mit den erarbeiteten Ergebnissen konnte die sprunghafte Entwicklung der letzten Jahre auf diesem Sektor wegweisend begleitet werden.

Anlaß für die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit war die Frage, ob sich Champignons - in welcher Weise auch immer zubereitet - eignen, zusammen mit gebrauchsfertigem Salat in Folienbeuteln eingeschlossen und kurzfristig gelagert zu werden. Die noch nicht abgeschlossenen Versuchsserien besagen bisher:

- In Scheiben geschnittene frische Champignons verhalten sich hinsichtlich ihrer Atmungsintensität und damit der Beeinflussung der Atmosphäre in den Folienbeuteln ähnlich wie ganze Pilze
- Champignons in Polyethylenfolie eingebeutelt lassen den CO_2 -Gehalt bei $+4^\circ\text{C}$ atmungsbedingt binnen 2 Tagen auf 5 bis 7% ansteigen. Der O_2 -Gehalt nimmt nach 4 bis 5 Tagen bis auf 0% ab.
- In Polypropylenfolie sinkt der O_2 -Gehalt (bei $+4^\circ\text{C}$) bereits nach 3-4 Tagen auf 0%, während der CO_2 -Gehalt nach 4-6 Tagen Maximalwerte von ca. 15% erreicht.
- Werden geschnittenen Champignons gebrauchsfertigem Eissalat im Verhältnis 1 : 3 beigemischt und bei $+4^\circ\text{C}$ in Polypropylenbeuteln gelagert, so wird die Entwicklung der CO_2 - und O_2 -Anteile in der Beutelatmosphäre vorwiegend von dem Anteil an Pilzen geprägt.
- Organoleptische Bewertungen an Champignon-Eissalat-Mischungen ergeben eine höhere Stabilität der Salatkomponente gegenüber Qualitätsverlust.

Bei den Untersuchungen blieben mikrobiologische und toxikologische Aspekte bisher unberücksichtigt.

Literatur

Bomar, M.T., 1988: Mikrobiologische Bestandsaufnahme von Fertigsalaten in den Jahren 1985 und 1987. Ernährungs-Umschau 35, (11), 392-395.

Bomar, M.T. und S. Knöpfel, 1988: Zur technologisch-hygienischen Problematik der Fertigsalate. DKV-Tagungsbericht, München 16.-18.11.88, 697-713.

Henze, J., 1988a: Hohe CO₂-Konzentrationen als Hilfsmittel zur Frischhaltung von verderbnisempfindlichem Obst und Gemüse. Vortrag DGG-Tagung, Osnabrück 26.02.88.

Henze, J., 1988b: Storage and transport of pleurotus mushrooms in atmospheres with high CO₂ concentrations. Acta Horticulturae, im Druck.

Henze, J., 1988c: Lagerung von Frischkostsalaten in Folienbeuteln. DKV-Tagungsbericht, München 16.-18.11.88, 715-731.

Henze, J. und H. Hansen, 1988: Lagerräume für Obst und Gemüse. KTBL-Schrift 327.

Henze, J., N. Sharestany und Y.J. Yang, 1988: Frischhaltung von Austernpilzen unter hohen CO₂-Konzentrationen. Der Champignon 27, 3-8.

Höhn, E., 1987: Mikrobiologisch-hygienische Probleme bei neueren Lebensmittel-Verarbeitungs- und Haltbarmachungs-Verfahren; spezielle Probleme bei Obst und Gemüse. Schriftenreihe Schweiz. Ges. Lebensmittelhygiene, Heft 17, 49-65.

Reinert, Christa und J. Henze, 1989: Frischhaltung gebrauchsfertiger Salate unter modifizierter Atmosphäre in Folienbeuteln - mit experimentellen Beiträgen zur Beimischung von Champignons. Mitteilungen aus dem Institut für Obstbau und Gemüsebau der Universität Bonn, Heft 2, im Druck.

Stijve, T., R. Fumeaux and G. Philipposian, 1986: Agaritine, a p-Hydroxymethylphenylhydrazine Derivate in Cultivated Mushrooms (*Agaricus bisporus*), and in some of its Wild-Growing Relatives. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 82, 243-247.

Stijve, T. und H. Diserens, 1988: Harnstoff in Pilzen. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 84, 248-251.

Möglichkeiten zur Verbesserung der Qualität und Haltbarkeit von
vorverpackten, küchenfertigen Frischgemüsen

E. Höhn und D. Pulver

FrISCHE GemüSE werden im allgemeinen als "gesund" und als zu einer modernen, gesunden Ernährung gehörend eingestuft. Der Wunsch nach möglichst frischen und unveränderten, oder sog. "minimally processed" Produkten im Früchte- und Gemüsesektor (1), mit einem hohen Grad an Convenience, hat in den letzten Jahren zu einer stetig steigenden Nachfrage nach küchenfertigen Gemüsen in Kleinpäckungen geführt. In der Schweiz betragen die jährlichen Zuwachsraten im Umsatzvolumen dieser Produkte 10 - 20%, obwohl der Gesamtfrischgemüseverbrauch in den letzten Jahren eher einen stagnierenden Trend aufwies. Ursprünglich wurden von den Rüstbetrieben, die solche Produkte herstellen, nur Grossverbraucher beliefert. Kleinpäckungen für den Einzelhandel werden erst seit etwa 10 Jahren und zuerst nur in den kühleren Jahreszeiten von September bis Mai angeboten (2). Mischsalate sind vom Umsatzvolumen her die wichtigsten und bekanntesten dieser Produkte. Den grössten Anteil in den Mischsalaten haben Salatsorten, wie Endivien, Zuckerhut und ev. Eisberg. Neben diesen grünen Salatsorten werden Cicorino und je nach Preis und Angebot Weisskohl, Chinakohl, Maiskörner, Kräuter usw. beige-mischt. Neben den Mischsalaten, werden vermehrt andere küchenfertige Gemüseprodukte, wie beispielsweise geraffelte Karotten oder Sellerie, vermarktet und somit wird das Produkteangebot ständig breiter.

Alle diese Produkte sind leicht verderblich und sind auch unter idealen Bedingungen meistens nicht mehr als 5 bis 7 Tage haltbar. In der Regel werden deshalb Verkaufsfristen von 2 - 3 Tagen ab Abpackdatum eingehalten. Ein Grund für die leichte Verderblichkeit dieser Produkte liegt darin, dass küchenfertige Gemüse durch den eigenen Stoffwechsel ständigen Veränderungen und damit der Alterung oder Reifung und schliesslich dem Verderb unterworfen sind.

Normalerweise können aufgrund der Atmungsraten, wie aus den vorhergehenden Ausführungen von Henze (3) hervorgeht, Rückschlüsse auf die mögliche Haltbarkeit gezogen werden. Im weiteren muss den speziellen mikrobiologisch-hygienischen Aspekten dieser Produkte im Hinblick auf die Haltbarkeit und die Sicherheit für den Verbraucher, grosse Beachtung geschenkt werden. Im Gegensatz zu anderen Verarbeitungs- und Konservierungsmethoden, können bei der Herstellung von küchenfertigen Gemüsen keine chemischen Zusätze oder physikalische Behandlungen angewandt werden, die eine Abtötung oder Inaktivierung von pathogenen oder apathogenen Mikroorganismen bewirkt. Durch die Aufbereitung der Gemüse, wie Schälen oder Schneiden, wird im Gegenteil die Vermehrung von Mikroorganismen eher noch begünstigt.

Die Herstellung von küchenfertigen Gemüseprodukten setzt sich, wie in Abbildung 1 am Beispiel der Mischsalatherstellung gezeigt wird, aus mehreren Grundoperationen zusammen. Im Hinblick auf die Haltbarkeit und die mikrobiologisch-hygienische Qualität sind die Auswahl der Rohmaterialien, die Herstellung, die Eigenschaften des Verpackungsmaterials und die Aufbewahrungsbedingungen der Fertigprodukte massgebend.

HERSTELLUNG VON MISCHSALAT

Verarbeitungsschritte:

- Rohmaterialbeschaffung
- Putzen
- Schneiden
- Waschen
- Schleudern
- Abpacken in Beutel
- Lagerung

Abb. 1. Verarbeitungsschritte bei der Herstellung von küchenfertigem Mischsalat

Wie erwähnt wurde, sind die Möglichkeiten einer Reduktion der Keimzahlen während der Aufarbeitung von küchenfertigen Gemüseprodukten beschränkt. Die Ausgangskontamination der Rohmaterialien bestimmt somit weitgehend die hygienische Qualität des Endproduktes. Gemüse weisen natürlicherweise, verglichen mit anderen Lebensmitteln, hohe Keimbelastungen auf. Die Gesamtkeimzahlen schwanken in der Regel in Bereichen von 10^5 bis 10^8 KBE/g (3,5,6,7). Weil ein grosser Teil, der in der Schweiz zu Mischsalaten verarbeiteten Rohmaterialien aus Spanien importiert wird, soll auf eine Untersuchung über die Kontamination von verschiedenen Blattgemüsen, die in Spanien ausgeführt wurde, hingewiesen und einige Ergebnisse daraus entnommen werden (6). Proben wurden über eine Untersuchungsperiode von zwei Jahren ab Feld sowie im Handel gezogen. In 91.3% aller Proben wurden aerobe Gesamtkeimzahlen im Bereiche von 10^4 bis 10^8 und in 1.4% der Proben von mehr als 10^8 KBE/g gefunden, wobei der Durchschnittswert 10^5 KBE/g betrug. Im weiteren wurden in 86.1% aller Proben E. coli und in 7.5% der Proben Salmonellen gefunden, was auf einen hohen Grad von Fäkalienkontamination hinwies. In Proben, die in den Wintermonaten gezogen wurden, waren die Gesamtkeimzahlen tiefer als in den übrigen Jahreszeiten. Solche Untersuchungen zeigen somit, dass Rohmaterialien sehr unterschiedliche mikrobiologisch-hygienische Qualität aufweisen können. Theoretisch wäre somit eine Auswahl von geeignetem Material für die Verarbeitung möglich. Allerdings fehlen zur Zeit praxiserrechte Methoden, die die dazu erforderliche rasche Beurteilung des mikrobiologischen Zustandes des Rohmaterials ermöglichen würden. Im Uebrigen sind die Auswirkungen von den Kulturbedingungen auf die Keimbelastungen von Gemüsen noch wenig abgeklärt. Neben den mikrobiologischen Aspekten müssen die Rohmaterialien spezifische Anforderungen im Hinblick auf die Verarbeitung in küchenfertige Gemüseprodukte erfüllen (8).

Grosse Bedeutung für die Haltbarkeit und mikrobiologische Beschaffenheit von küchenfertigen Mischsalaten kommt dem Schneidevorgang zu. Ueblicherweise werden Messerwalzen eingesetzt und die Salate, je nach Walze, in Streifen von Breiten zwischen 6 mm bis zu 36 mm geschnitten. Eine mangelhafte Schnittqualität, verursacht durch stumpfe Messer oder aber Wahl von ungeeignetem Rohmaterial, fördert nicht nur die Verfärbung der Schnittstellen, wie Abbildung 2 zeigt, sondern auch das Wachstum von Mikroorganismen (9). Schlechtes

Schneiden steigert zudem die Atmungsraten der Gemüse und verkürzt dadurch deren Haltbarkeit.

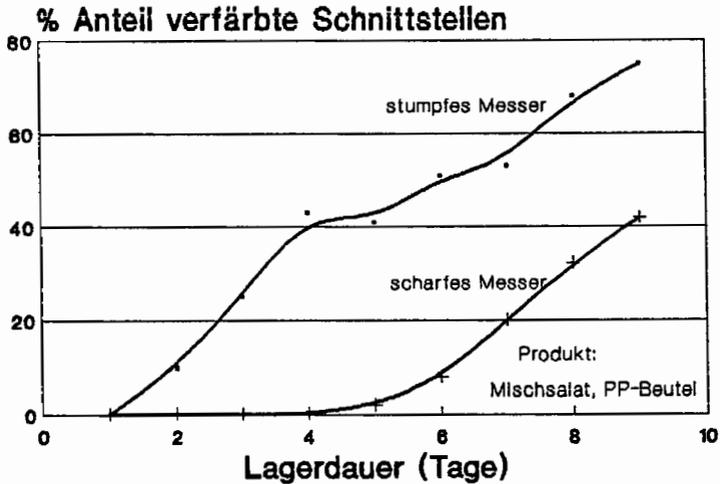


Abb. 2. Einfluss der Schnittqualität auf die Verfärbung der Schnittstellen beim Mischsalat.

Nach dem Schneiden wird der geschnittene Salat normalerweise in mehrstufigen Waschanlagen gewaschen. Durch den Waschvorgang können die Keimzahlen, wie Untersuchungen in einem Produktionsbetrieb zeigten (Tab. I.), um eine Zehnerpotenz reduziert werden (10). Ähnliche Reduktionen der Keimzahlen durch gründliches, haushaltmässiges Waschen wurden in anderen Untersuchungen (7) gefunden, währenddem Bomar (5) vor allem bei Enterobakterien keine herabsetzende Funktion des Waschens fand. Die Angaben in Tabelle I. zeigen auch, dass in den nachfolgenden Arbeitsschritten keine weitere Reduktion, sondern beim Wägen und Abpacken sogar ein leichter Anstieg der Keimzahlen zu verzeichnen war. Immerhin lagen die Keimzahlen im Endprodukt um etwa eine Zehnerpotenz tiefer als im

Rohmaterial. Während der weiteren Verarbeitung nach dem Waschen muss somit darauf geachtet werden, dass keine Neukontaminationen stattfinden und der weiteren Vermehrung der Mikroorganismen nicht Vorschub geleistet wird. Ein wichtiger Schritt stellt in dieser Hinsicht die möglichst vollständige Entfernung des Haftwassers nach dem Waschen dar (Schleudern), weil freies Wasser die Entwicklung von Mikroorganismen begünstigt. Gemäss einer holländischen Arbeit verschlechtern sich bei küchenfertig gerüstetem Endviensalat zudem die sensorischen Eigenschaften mit steigendem Anteil an Haftwasser (11).

Tab. 1: Herstellung von Mischsalat: mikrobiologische Stufenkontrolle

Probenahme	Gesamtkeimzahl	Enterobacteriaceen
	aerob. mesophil KBE/g	KBE/g
-----	-----	-----
Rohmaterial	1.4×10^7	2.2×10^6
Ende Waschbad	9.0×10^5	5.0×10^4
Salatschleuder	1.4×10^6	3.0×10^4
Abpackmaschine	3.7×10^5	1.0×10^4
Endprodukt	2.1×10^6	1.0×10^4
-----	-----	-----

Generell muss empfohlen werden, dass diese Produkte während des ganzen Herstellungsprozesses möglichst kühl bei Temperaturen zwischen 1 bis 5°C, höchstens aber bis 10°C zu halten sind. Insbesondere sollte der Waschvorgang mit gekühltem Wasser vorgenommen werden, und wenn immer möglich das Produkt in gekühltem Zustande abgepackt werden. Dadurch kann nicht nur die Vermehrung von Mikroorganismen und insbesondere von Pathogenen gehemmt werden, auch die Atmungsraten und andere Stoffwechselreaktionen der aufbereiteten Gemüse werden stark verlangsamt.

Die Aufrechterhaltung der Kühlkette darf oder sollte bei der weiteren Aufbewahrung und während der Verteilung der küchenfertigen Produkte nie unterbrochen werden. Von vielen Herstellern dieser Produkte wird deshalb empfohlen, dass diese bei 4°C gelagert werden, also unter ähnlichen Bedingungen wie andere leicht verderbliche Lebensmittel im Milch- oder Fleischproduktebereich. Dass dieser Empfehlung nachgelebt werden sollte, bestätigen eine Reihe von Arbeiten, in denen Zusammenhänge zwischen der Temperatur und Haltbarkeitsdauer sowie hygienischer und sensorischer Qualität untersucht wurden (2,3,5,10,11,12). Resultate aus eigenen Lagerversuchen mit Mischsalaten, bei denen Proben für 10 Tage bei 4, 10 und 20°C sowie jeweils für 7 Stunden bei 20°C und anschliessend für 41 Stunden bei 4°C aufbewahrt wurden, zeigen den Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Mikroorganismen (Abb. 3). Würde eine Gesamtkeimzahl von 10^8 KBE/g als obere Grenze für den Verzehr festgelegt, wären die Proben, die bei 20°C aufbewahrt wurden, schon nach 1.5 Tagen ungeniessbar gewesen. Diese Grenze wurde bei den bei 10°C gelagerten Proben nach 7 Tagen und bei 4°C nach 7 - 8 Tagen überschritten. Aus weiteren mikrobiologischen Untersuchungen an diesen Mischsalaten (10,2) ging hervor, dass die Keimbelastung durch Arten, wie Enterobakteriaceen, E. coli, Pseudomonaden und anaerobe mesophile Organismen, parallel zu den Zunahmen der aeroben Gesamtkeimzahlen verlief. Neben den direkten gesundheitlichen Risiken, die dadurch für den Endverbraucher entstehen können, sind aber auch weitere Auswirkungen der mikrobiellen Belastung auf Stoffumwandlungen in den Produkten in Erwägung zu ziehen. Bei Spinat, beispielsweise, ist bekannt, dass Nitrat auf mikrobiellem Wege in unerwünschtes Nitrit umgewandelt werden kann (13).

Die Entwicklung der Mikroorganismen und deren Einflüsse auf die Produkte ist nicht nur ausschliesslich von den Lagertemperaturen sondern auch von der Gemüseart und weiteren Faktoren abhängig. In diesem Zusammenhang interessieren die Auswirkungen einer modifizierten Atmosphäre (oft MAP genannt), wie sie in den Kleinpackungen von küchenfertigen Gemüsen vorliegen, auf die Entwicklung von Mikroorganismen. Wie von Henze (3) beschrieben wurde, verändert sich bei der Lagerung die Zusammensetzung der Atmosphäre innerhalb des Beutels in Abhängigkeit vom Produkt, vom Verpackungsmaterial und der

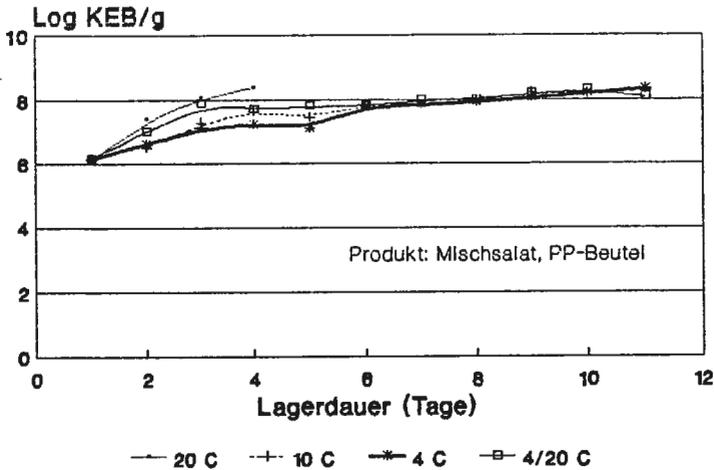


Abb. 3: Lagerung von Mischsalat: Aerobe Gesamtkeimzahlen in Abhängigkeit von der Lagertemperatur und Lagerdauer

Aufbewahrungstemperatur. Durch die Atmung der Produkte nimmt der Sauerstoffgehalt in der Regel ab und der Kohlendioxydgehalt zu. Langerak (12) hat Versuche mit in Polyäthylen vorverpackten, geschnittenem Endiviansalat durchgeführt. Proben wurden dabei in verschlossenen Beuteln und zum Vergleich in perforierten Beuteln abgepackt und während sieben Tagen gelagert. Nach 24 Stunden bei 10°C sank der Sauerstoffgehalt in den geschlossenen Beuteln auf 1 bis 2% ab und blieb während der weiteren Lagerung in diesem Bereiche. Der Kohlendioxydgehalt stieg gleichzeitig an und stabilisierte sich bei 8 bis 10%. In den perforierten Beuteln betrug der Sauerstoffgehalt während der ganzen Lagerdauer 15 - 18% und der Kohlendioxydgehalt erreichte Werte von 4 bis 6%. Obwohl somit beträchtliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Atmosphäre bestanden, wurden zwischen den beiden Varianten in mikrobiologischer Hinsicht keine Unterschiede festgestellt. Der Vitamin-C-Abbau schritt jedoch in den perforierten Beuteln wesentlich rascher voran als in den geschlossenen Beuteln. Nach der fünftägigen Lagerung fanden sich in den perforierten Beuteln noch 10% und in den geschlossenen Beuteln noch knapp 50% der ursprünglichen Mengen

Es scheint, dass nur durch extrem tiefe Sauerstoffgehalte, wie sie in Vakuumpackungen erreicht werden, die mikrobielle Entwicklung beeinflusst werden kann. Versuche, die dies zeigen, wurden mit in Scheiben geschnittenen Karotten in Vakuumpackungen sowie in normal verschlossenen Packungen durchgeführt (14). In Vakuumpackungen stiegen die Keimzahlen während der acht Tage dauerenden Lagerung langsamer an als in den "Normalpackungen". Zudem entwickelten sich in den Vakuumpackungen *Leuconostoc*-Arten, während diese in den Normalpackungen nicht nachgewiesen werden konnten. *Erwinia*-Arten entwickelten sich hingegen viel besser in den Normalpackungen als in den Vakuumpackungen. In den Vakuumpackungen wurde, wie zu erwarten war, die anaerobe Atmung induziert, wobei sich diese durch die Bildung von Kohlendioxyd bemerkbar machte. Dies hatte zur Folge, dass sich das Vakuum zurückbildete und die Packungen "locker" wurden. Bei einer Lagertemperatur von 15°C war die Packung nach zwei Tagen, bei 10°C nach vier Tagen und bei 4°C nach acht Tagen "locker".

Trotzdem konnte die Haltbarkeit durch die Vakuumverpackung verglichen mit der Normalverpackung bei einer Aufbewahrungstemperatur von 4°C von fünf Tagen auf acht Tage gesteigert werden. Die Vakuumverpackung wird sich jedoch, obwohl damit in vereinzelt Fällen eine Verlängerung der Haltbarkeit erzielt werden kann, nicht für alle Gemüsearten als geeignet erweisen. Aus wirtschaftlichen Gründen wird sich wahrscheinlich auch die Schutzgaspackung im Bereiche der küchenfertigen Gemüsen kaum durchsetzen. Es ist zudem zweifelhaft, ob sich durch Schutzgase eine Haltbarkeitsverlängerung im Vergleich mit den normalen Kunststoffbeuteln erzielen lassen würde.

Aus dem bisher erwähnten geht hervor, dass sich die modifizierte Atmosphäre in den Beuteln, sofern eine geeignete Zusammensetzung erreicht wird, günstig auf die Qualität der küchenfertigen Gemüseprodukte auswirken kann. Das frische Aussehen und die Knackigkeit können dadurch besser erhalten werden. Vitamin-C-Verluste und andere oxydative Veränderungen werden eingeschränkt. Hingegen scheint kein oder nur ein geringer Effekt auf die Entwicklung von Mikroorganismen erzielbar zu sein. Es fragt sich deshalb, ob durch die modifizierte Atmosphäre in den Packungen das Risiko einer Gesundheitsgefährdung

des Verbrauchers erhöht wird, weil die Produkte durch hohe Keimzahlen belastet sein können, ohne dass deren Aussehen feststellbar verändert und damit für den Verbraucher die Gefahr nicht wahrnehmbar ist (15). Henze (3) stellte in den Untersuchungen an Fertigsalaten und Speisepilzen in Folienbeuteln die Entwicklung eines Fehlgeruches fest, der die Haltbarkeitsdauer entscheiden mitbestimmt. In eigenen Versuchen, konnten wir feststellen, dass Proben mit hohen Keimzahlen in Bereichen von 10^8 KBE/g meist durch einen Fehlgeruch auffielen. Es scheint somit möglich, dass solche Proben anhand des Fehlgeruches erkennbar sind.

Schlussfolgerungen

Abschliessend kann festgestellt werden, dass der Verbrauch an in Kleinpackungen abgepackten küchenfertigen Gemüseprodukten auch in Zukunft weiter steigen wird und dass diese Produkte beim Endverbraucher beliebt sind. Es wurde darauf hingewiesen, dass dies Produkte leicht verderblich sind und während ihrer Herstellung, Vermarktung und Gebrauch eine sachgemässe Behandlung erfordern. Bei unsachgemässer Behandlung steigt das Risiko einer Gesundheitsgefährdung des Verbrauchers stark an. Nicht nur die Hersteller und Verteiler, sondern auch der Verbraucher sollte über genügend Kenntnisse verfügen, damit ein diesen neuartigen Produkten sachgerechtes Handling gewährleistet werden kann.

Literatur

1. Huxsoll, C.C. u. Bolin, H.H.: Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. 43(2), 124 - 128 (1989)
2. Höhn, E.: Haltbarkeitsverlängerung von leicht verderblichen Lebensmitteln durch Schutzgas- oder Vakuum-Verpackung: Spezielle Probleme bei Obst und Gemüse. In Mikrobiologisch-hygienische Probleme bei neueren Lebensmittel-Verarbeitungs- und Haltbarmachungs-Verfahren. Schweiz. Gesellschaft für Lebensmittelhygiene (SGLH), Schriftenreihe Heft 17, 49 - 65 (1987)
3. Henze, J.: Haltbarkeit von Fertigsalaten und frischen Speisepilzen in Folienbeutel. In Qualitätsaspekte von Obst und Gemüsen XXIII. Vortragstagung, Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Lebensmittel) E.V., Ahrensburg 13./14. März 1989

4. Marcy, G.: Potentielle bakteriologische Gefahren durch Frischkostsalate. Deutsche Lebensmittel Rdsch. 81, 78 - 80 (1985)
5. Bomar, M.T.: Mikrobiologische Bestandesaufnahme von Fertigsalaten in den Jahren 1985 und 1987. Ernährungs-Umschau 35, 392 - 395 (1988)
6. Garcia-Villanova Ruiz, B., Galvez Vargas, R. und Garcia-Villanova, R.: Contamination of fresh vegetables during cultivation and marketing. Internat. J. Food Microbiol. 4, 285 - 291 (1987)
7. Schüpbach, M.R.: Jahresbericht des Kantonalen Laboratoriums Basel Stadt für das Jahr 1980, p. 34 (1980)
8. Keller, F.: Eignung von Endivien, Frisee und Eissalaten für die Herstellung von Mischsalaten in April/Mai. Der Gemüsebau 51(17), 11 - 13 (1988)
9. Philipp, G.D.: Frischsalate aus Frischgemüse - Theoretische Grundlagen. Lebensmitteltechnik 7 - 8, 399 - 400 (1984)
10. Meyns, S.: Bakteriologische Untersuchungen an Mischsalat, Semesterarbeit, Institut für Lebensmittelwissenschaft, ETH-Z, Zürich, 1987
11. Hilckrost, R.A., Van der Meer, M.A. und Van der Vuurst de Vries, R.G.: Quality description of shredded endive. I. Preliminary research and statistical approach. Acta Alimentaria 12, 347 - 353 (1983)
12. Langerak, D.Is.: The influence of irradiation and packaging on the quality of prepacked vegetables. Ann. Nutr. Alim. 32, 569 - 586 (1978)
13. Klaushofer, H., Kaschlik, K. und Schaller, A.: Ergebnisse von Untersuchungen hinsichtlich der Nitratkonzentration auf die zeitabhängigen Veränderungen der Keim- und Nitritkonzentrationen von aufgetautem, hitzebehandeltem Tiefkühl-Spinatpüree (I). Confructa 16, 177 - 184 (1971)
14. Buick, R.K. und Damoglon, A.P.: The effect of vacuum packaging on the microbial spoilage and shelf-life of "ready-to-use" sliced carrots. J. Sci. Food Agric. 38, 167 - 175 (1987)
15. Hintlian, C.B. und Hotchkiss, J.H.: The safety of modified atmosphere packaging: a review. Food Technol. 40, 70 - 76 (1986)

Biogene Amine als Qualitätsindikator von Sauerkraut

U. Künsch
H. Schärer
A. Temperli

1. Einleitung

Nach der Richtlinie des Bundes für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V. für die Herstellung, Beurteilung und Kennzeichnung von Sauerkraut BLL (1985) gelten als Beurteilungskriterien für dessen Qualität u. a. (Tab. 1):

Tab. 1: Beurteilungsmerkmale von Sauerkraut

a) Allgemeine und sensorische

Sauerkraut ist

- genügend vergoren und von ausreichend fester Konsistenz,
- von hellem Aussehen,
- von arttypischem, kräftigem Geruch und Geschmack.

b) Analytische

- Refraktometerwert (Kochsalzfrei) ≥ 4.4
 - pH-Wert ≤ 4.1
 - Säuregehalt (als Milchsäure) ≥ 0.75 g/100 ml Presslake
 - Kochsalzgehalt 0.5 bis 3 g/100 ml Presslake
-

Erstaunlicherweise ist in der Richtlinie der Vitamin C-Gehalt nicht aufgeführt, der für die Qualitätsbeurteilung von Sauerkraut von entscheidender Bedeutung ist. Ein hoher Vitamin C-Gehalt steigert nicht nur den ernährungsphysiologischen Wert des Sauerkrauts, sondern verhindert auch die gefürchtete Grauverfärbung.

Neben den erwähnten Kriterien (Tab. 1) verlangt der moderne Konsument vermehrt gezielte Informationen sowohl über die im Produkt vorkommenden wertgebenden Inhaltsstoffe als auch über die wertvermindernden Komponenten. Zur letzteren Gruppe gehören auch Stoffe, die, bei der Einnahme des Nahrungsmittels physiologische Reaktionen wie Allergien, Kopfschmerzen, Diarrhöe etc. auszulösen vermögen. In diesem Zusammenhang ist die Stoffklasse der biogenen Amine von besonderem Interesse. Die biogenen Amine, die durch bakterielle Decarboxylierung von Aminosäuren entstehen, zeigen zum Teil starke pharmakologische Wirkungen. So vermag Histamin Kapillaren, Arteriolen und kleine Venen zu erweitern, was zu einer Blutdrucksenkung führt. Tyramin andererseits steigert den Blutdruck. Tierversuche haben auch ergeben, dass bei gleichzeitiger Verabreichung der Diamine Putrescin oder Cadaverin die Toxizität des Histamins infolge ungünstig veränderter Resorptionsverhältnisse verstärkt ist (RAMANTANIS (1984)).

Es ist bekannt, dass Sauerkraut unterschiedliche Mengen der 4 biogenen Amine Histamin, Tyramin, Putrescin und Cadaverin enthält. Die Angaben in der Literatur sind zum Teil widersprüchlich. MAYER und PAUSE (1972,1973) fanden Histamin als vorherrschendes Amin, während WORTBERG und ZIEPRATH (1981) hohe Putrescin Werte ermittelten.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, ein Verfahren zu entwickeln, das eine Verringerung des Gehaltes an biogenen Aminen ermöglicht und dadurch zu einer Verbesserung der Produktqualität führt.

2. Experimenteller Teil

2.1 Durchführung der Fermentation

25 kg Schnitzel von frisch geerntetem Weisskohl, mit 1.2 % NaCl versetzt, wurden in 30 Liter Plexiglas Fermenter von 29 cm Durchmesser und 50 cm Höhe eingefüllt. Die Abdeckung erfolgte mit rostfreien Stahlplatten (Druck: 25 g/cm²). Bei den

geimpften Varianten wurde *L. plantarum* (Vege-Start 10, Chr. Hansen's Laboratorium, Horsholm, Dänemark) als Starterkultur verwendet. 1.25 g der lyophilisierten Kultur wurden in 500 ml Wasser suspendiert und zu den Kohlschnitzeln gegeben. Die Endkonzentration betrug 2 Mio. Bakterien/g. Die Fermentation wurde bei 18 Grad durchgeführt.

2.2 Analytische Methoden

Probenahme

Nach dem Absaugen der überstehenden Lake wurde mit Hilfe eines rostfreien Stahlrohres von 1.8 cm Innendurchmesser ein Bohrling entnommen und in einer Handpresse ausgepresst. Die Analysen wurden in der Presslake vorgenommen.

Bestimmung der biogenen Amine

Der Gehalt an biogenen Aminen wurde durch HPLC und nachfolgender Fluoreszenzdetektion nach MAYER und PAUSE (1984) ermittelt. Die Presslake wurde vorgängig durch ein 0.45 µm Membranfilter filtriert.

Bestimmung von Essig- und Milchsäure

Die Konzentration der beiden organischen Säuren wurde mittels HPLC und nachfolgender RI-Detektion nach McCORD et al. (1984) bestimmt.

3. Resultate und Diskussion

In einer kürzlich durchgeführten Marktuntersuchung von Sauerkrautkonserven fanden wir zum Teil hohe Mengen an biogenen Aminen (Abb. 1).

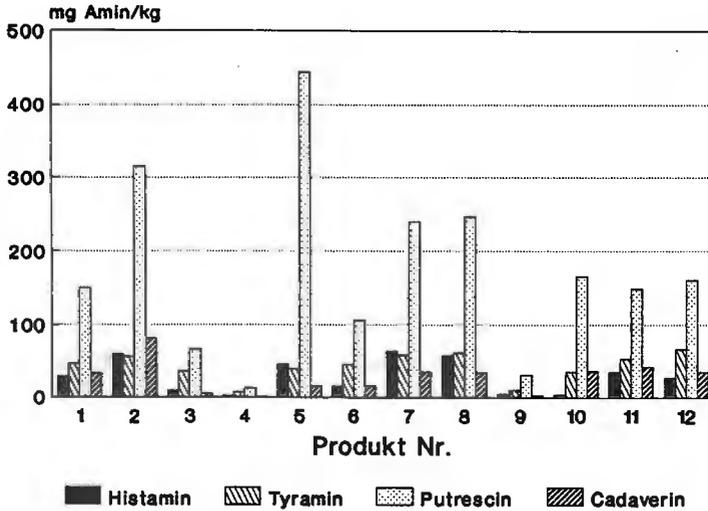


Abb. 1: Gehalt an biogenen Aminen in Sauerkrautkonserven (mg/kg)

Anzahl Hersteller: 7

Anzahl Produkte: 12

Anzahl Analysen: 40

Herkunft der Produkte: 1,2,3,6,7,8,10,11,12 = CH
4, 5, 9 = D

Bei den untersuchten Proben handelte es sich um einen Querschnitt durch die Produktpalette, die in der Schweiz im Handel angeboten wird. Der durchschnittliche Gehalt an Histamin betrug 29 mg/kg bei einem Tiefstwert von 2 mg/kg und einem Höchstwert von 63 mg/kg. Der Mittelwert bei Tyramin lag bei 43 mg/kg und umfasste einen Bereich von 7 bis 66 mg/kg. In Übereinstimmung mit WORTBERG und ZIEPRATH (1981) fanden wir ebenfalls grosse Mengen an Putrescin. Der Mittelwert betrug 174 mg/kg bei einem Bereich von 13 bis 443 mg/kg. Der Schwankungsbereich erstreckte sich beim Cadaverin von 1 bis 81 mg/kg, bei einem mittleren Wert von 28 mg/kg. Aus Abb. 1

geht hervor, dass die Produkte Nr. 4 und 9 nur geringfügige Mengen an biogenen Aminen aufwiesen (23 bzw. 49 mg/kg), während bei den andern zum Teil sehr hohe Putrescinwerte festgestellt wurden. Der höchste Gehalt an biogenen Aminen wurde in der Probe 5 ermittelt (511 mg/kg). Aus dem Säulendiagramm ist weiter ersichtlich, dass ein hoher Putrescin-gehalt nicht mit einem ebenfalls hohen Histaminwert korreliert. Das könnte bedeuten, dass die beiden Amine in zwei verschiedenen Stadien des Fermentationsprozesses gebildet werden.

Zur Abklärung des Verlaufs der Bildung der biogenen Amine wurden 25 kg Ansätze von Weisskohlschnitzeln unter den gebräuchlichen Bedingungen vergoren (1.2 % NaCl, 18 Grad).

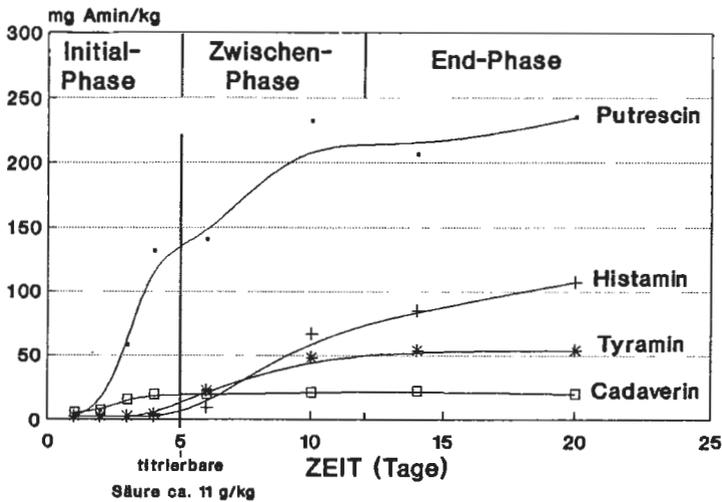


Abb. 2a: Bildung der biogenen Amine während der Sauerkrautgärung. Variante: Spontangärung.

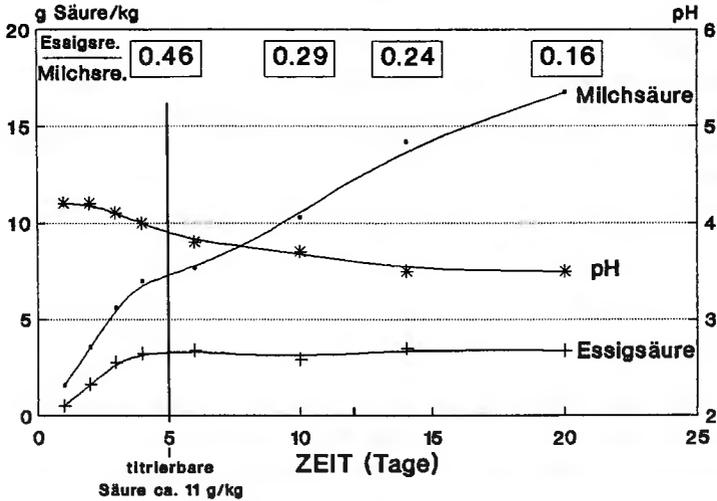


Abb. 2b: Bildung von Essigsäure und Milchsäure während der Sauerkrautgärung. Variante: Spontangärung.

Tab.2: Mikrobiologische Befunde. Variante: Spontangärung

Phase	Befund
Initial-	<ul style="list-style-type: none"> - Schnelles Wachstum von <i>Leuconostoc mesenteroides</i> - Bildung von Milch- <u>und</u> Essigsäure - Starke Bildung von Putrescin
Zwischen-	<ul style="list-style-type: none"> - Laktobazillen herrschen vor - Wachstum von <i>Pediococcus sp.</i> verläuft parallel zur Histaminbildung - Beachtliche Bildung von Putrescin und Tyramin
End-	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgeprägtes Wachstum von <i>Pediococcus sp.</i> verläuft parallel zur Histaminbildung - Der Gehalt an Putrescin und Tyramin bleibt annähernd konstant

Aus den Kurven der spontan vergorenen Variante (Abb. 2 a,b) ist ersichtlich, dass in den ersten 5 Tagen (Initialphase) nur 5 mg Histamin pro kg gebildet wurden, während in der gleichen Zeit der Putrescingehalt auf 130 mg/kg anstieg. Parallel dazu konnten 10 mg Tyramin/kg und 20 mg Cadaverin/kg ermittelt werden. Der pH-Wert fiel auf 3,9 und der Gehalt an titrierbarer Säure (auf pH 8.2 titriert) erreichte 11 g/kg. In der Anfangsphase der Gärung machte sich eine starke Vermehrung von *Leuconostoc mesenteroides*, bemerkbar (Tab.2). Gleichzeitig wurde Milchsäure und Essigsäure gebildet. Das Verhältnis von Essigsäure/Milchsäure betrug am 5. Tag 0.46, was nach MEHLITZ und GELBRICH (1965) dem Mittelwert eines qualitativ guten Sauerkrauts entspricht.

Beim Verlängern der Fermentationszeit auf 20 Tage stieg der Putrescingehalt weiter auf 230 mg/kg, derjenige von Histamin auf 105 mg/kg. Aber auch Tyramin nahm weiter zu und stieg auf 55 mg/kg, während der Cadaveringehalt unverändert bei 22 mg/kg verblieb. Parallel dazu fiel der pH-Wert auf 3.5 und der Gehalt an titrierbarer Säure stieg auf 22 g/kg. Die starke Zunahme des Milchsäuregehaltes bei unveränderter Essigsäurekonzentration äusserte sich im starken Abfall des Verhältnisses Essigsäure/Milchsäure auf 0.2.

In der Zwischenphase (6. bis 12. Tag) machte sich das Wachstum von *Pediococcus sp.* bemerkbar, und der Histamingehalt stieg parallel dazu an. Putrescin und Tyramin nahmen ebenfalls zu.

Die Endphase der Gärung (vom 13. bis 20. Tag) war durch eine starke Vermehrung von *Pediococcus sp.* und eine ausgeprägte Zunahme des Histamingehaltes gekennzeichnet. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit der Beobachtung von MAYER et al. (1973), wonach die Bildung von Histamin durch *Pediococcus cerevisiae* verursacht wird, der sich im Endstadium der Gärung stark vermehrt.

ANDERSSON (1988) stellte fest, dass nach Beimpfung von Gemüsen mit *L. plantarum* Fermentationsprodukte resultierten, die nur geringe Mengen an biogenen Aminen aufwiesen. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass *L. plantarum* keine Aminosäure-decarboxylaseaktivität enthält.

Zur weiteren Abklärung des Einflusses von Starterkulturen auf die Bildung von biogenen Aminen wurden die 25 kg Ansätze von Weisskohl mit einer käuflichen Reinkultur von *L. plantarum* beimpft. Aus den Kurven des Ansatzes, welcher mit 2 Mio. Bakterien/g beimpft wurde (Abb. 3 a,b), ist ersichtlich, dass in der Initialphase der Gehalt an Histamin, Tyramin und Cadaverin etwa auf dem Niveau des Kontrollansatzes verblieb. Der Putrescinwert war am Ende der Anfangsphase um ca. 70 % niedriger als im Kontrollansatz und erreichte noch 35 mg/kg. Trotz der Beimpfung mit *L. plantarum* dominierte in der Anfangsphase *Leuconostoc mesenteroides* (Tab. 3), was sich wiederum in der Bildung von 3 g/kg Essigsäure bemerkbar machte. Da der Gehalt an titrierbarer Säure ca. 12 g/kg betrug, resultierte ein Verhältnis von Essigsäure/Milchsäure von ca. 0.4.

Bei Fortführung der Gärung bis zum 20. Tag konnte, im Vergleich zum Kontrollansatz, bei den Aminen Histamin, Tyramin und Putrescin ein bedeutend langsamerer Anstieg festgestellt werden. Der Cadaveringehalt blieb wiederum unverändert.

In der Zwischenphase (6. bis 12. Tag) war *L. plantarum* vorherrschend und die Vermehrung von *Pediococcus sp.* eingeschränkt.

Auch in der Endphase (13. bis 20. Tag) war *L. Plantarum* vorherrschend und im Gegensatz zum spontanvergorenen Ansatz war das Wachstum von *Pediococcus sp.* gering, was sich in der niedrigen Bildungsrate des Histamins widerspiegelte.

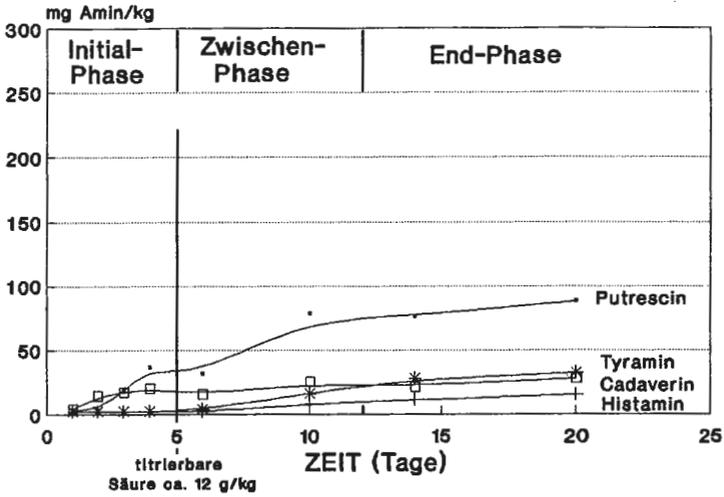


Abb. 3a: Bildung der biogenen Amine während der Sauerkrautgärung nach Beimpfung mit *L. plantarum* (2 Mio. Bakterien/g)

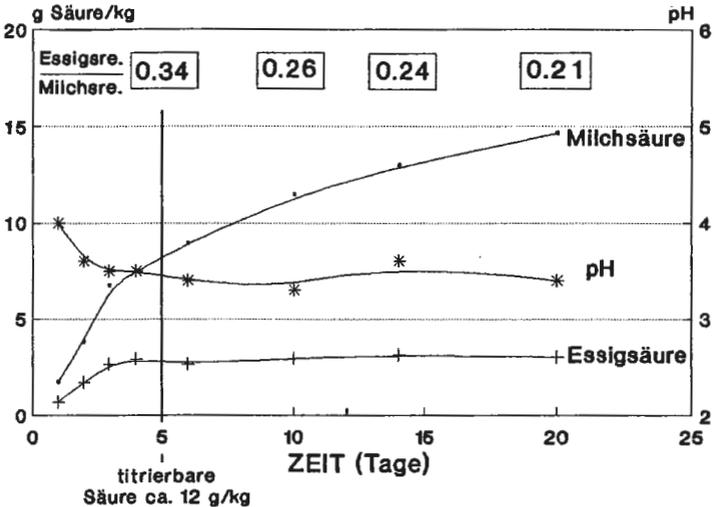


Abb. 3b: Bildung von Essigsäure und Milchsäure während der Sauerkrautgärung nach Beimpfung mit *L. plantarum* (2 Mio. Bakterien/g)

Tab.3: Mikrobiologische Befunde. Variante: Beimpft mit
L. plantarum (2 Mio. Bakterien/g)

Phase	Befund
Initial-	<ul style="list-style-type: none"> - Schnelles Wachstum von <i>Leuconostoc mesenteroides</i> - Starkes Wachstum von <i>L. plantarum</i> am Ende der Initialphase - Bildung von Milch- <u>und</u> Essigsäure - Schwache Bildung von Putrescin
Zwischen-	<ul style="list-style-type: none"> - <i>L. plantarum</i> herrscht vor - Wachstum von <i>Pediococcus sp.</i> ist gering. Bildung von Histamin ist gering - Abgeschwächte Bildung von Putrescin und Tyramin
End-	<ul style="list-style-type: none"> - <i>L. plantarum</i> herrscht vor - Stetige <u>langsame</u> Vermehrung von <i>Pediococcus sp.</i> - Langsamer Anstieg von Histamin, Tyramin und Putrescin

Die Bildung der biogenen Amine wurde an mehreren Serien von Ansätzen, welche Weisskohl von verschiedenen Produzenten und Ernteterminen umfassten, verfolgt. Obwohl zwischen den verschiedenen Experimenten eine relativ grosse Streuung im Gehalt an biogenen Aminen festgestellt wurde, bestätigte sich, dass Putrescin primär in der initialen Phase gebildet wird, während Histamin und Tyramin erst im späteren Verlauf in höher Konzentration auftreten.

4. Schlussfolgerung

Der Gehalt an biogenen Aminen in Sauerkraut stellt ein wichtiges Qualitätskriterium dar. Aufgrund der unerwünschten pharmakologischen Eigenschaften ist es wichtig, ihre Bildung im Fermentationsprozess zu unterdrücken.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Bildung von Histamin und Tyramin durch Abbrechen der Gärung bei einem Totsäuregehalt (als Milchsäure ausgedrückt) von ca. 10 g/kg unter Kontrolle gehalten werden kann.

Die Putrescinbildung lässt sich durch den Einsatz von Starterkulturen (z. B. *L. plantarum*) wirksam reduzieren.

Die Bildung von Cadaverin ist im allgemeinen niedrig und stellt kein Problem dar.

Nach unseren Untersuchungen ist es durchaus möglich, bei Beachtung einer guten Herstellungspraxis Produkte mit niedrigen Gehalten an biogenen Aminen zu erreichen. Ein qualitativ hochwertiges Sauerkraut sollte deshalb nicht mehr als 10 mg/kg Histamin, 20 mg/kg Tyramin, 5 mg/kg 2-Phenylethylamin, 50 mg/kg Putrescin und 25 mg/kg Cadaverin aufweisen.

Zusammenfassung

Die Erfassung der Qualität von Sauerkraut beschränkt sich heute fast ausschliesslich auf die Beschreibung einiger sensorischer Eigenschaften wie Geruch, Geschmack, Bissfestigkeit sowie auf den Vitamin C- und Säuregehalt. Der moderne Konsument verlangt aber vermehrt gezielte Informationen sowohl über die im Produkt vorkommenden wertgebenden Inhaltsstoffe als auch über die wertvermindernden Komponenten. Zur letzteren Gruppe, sie umfasst Stoffe, die, bei der Einnahme des Nahrungsmittels, eine Reihe physiologischer Reaktionen auszulösen vermögen (z. B. Allergien, Kopfschmerzen, Diar-

rhöe, etc.), gehört auch die Stoffklasse der biogenen Amine. Manche dieser Verbindungen besitzen pharmakologische u. a. blutdruckaktive Wirkung. In diesem Zusammenhang interessiert uns vor allem die Bildung der biogenen Amine im Verlauf der Sauerkrautgärung sowie die Abklärung von möglichen Massnahmen zu ihrer Verringerung.

In den im Handel angebotenen Sauerkrautkonserven konnten Histamin, Tyramin, Putrescin und Cadaverin in grösseren Mengen nachgewiesen werden. Der Totalgehalt der 4 Amine betrug zwischen 30 und 540 mg/kg. Die Marktanalyse ergab zudem, dass nur 17 % der untersuchten Proben Aminwerte unter 50 mg/kg aufwiesen. Aufgrund unserer Untersuchungen konnten wir feststellen, dass die Bildung der biogenen Amine während der Sauerkrautgärung in 2 Stufen verläuft: Bis zu 140 mg Putrescin pro kg wurden in der Anfangsphase der Gärung (1. - 5. Tag) gebildet, während Histamin und Tyramin relativ spät, d. h. nach einer Gärdauer von ca. 10 Tagen in merklichen Mengen entstanden. Die Untersuchungen mit dem Ziel die Bildung dieser unerwünschten Inhaltsstoffe im Produkt zu senken, erbrachten folgende Möglichkeiten: 1. Durch Verkürzen der Gärdauer - die Gärung ist bei einem Gesamtsäuregehalt von 9 bis 10 g/kg abubrechen - liess sich der Gehalt an Histamin und Tyramin auf ca. 5 mg/kg bzw. 10 mg/kg verringern. 2. Durch den Einsatz käuflicher Starterkulturen (z. B. *Lactobacillus plantarum*) konnte vor allem die Bildung von Putrescin wirksam reduziert werden.

Literatur

ANDERSSON, R.E., 1988: Biogenic Amines in Lactic Acid-fermented Vegetables. *Lebensm. -Wiss. u. -Technol.* 21, 68-69.

BLL - BUND FUER LEBENSMITTELRECHT und LEBENSMITTELKUNDE e.V.
1985: Richtlinie für die Herstellung, Beurteilung und Kennzeichnung von Sauerkraut. Heft 107

- McCORD, J.D., E. TROUSDALE and D.D.Y. RYU, 1984: An Improved Sample Preparation Procedure for the Analysis of Major Organic Components in Grape Must and Wine by HPLC. Am. J. Enol. Vitic. 35, 28-29.
- MAYER, K. und G. PAUSE, 1972: Biogene Amine in Sauerkraut. Lebensm. -Wiss. u. -Technol. 5, 108-109.
- MAYER, K., G. PAUSE und U. Vetsch, 1973: Bildung biogener Amine während der Sauerkrautgärung. Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 58, 307-309.
- MAYER, K. und G. PAUSE, 1984: Bestimmung von biogenen Aminen in Wein mit Hochleistungsflüssigkeitschromatographie. Lebensm. - Wiss. u. -Technol. 17, 177-179.
- MEHLITZ, A. und D. GELBRICH, 1965: Analysen von Handels-sauerkraut. Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 50, 598-602.
- RAMANTANIS, S., 1984: Histamin, Tyramin und Tryptamin in Lebensmitteln. Archiv für Lebensmittelhygiene 35, 73-80.
- WORTBERG, B. und G. ZIEPRATH, 1981: Zum Nachweis von Histamin neben Tyramin, Putrescin und Cadaverin in Lebensmitteln. Lebensmittelchemie u. gerichtl. Chemie 35, 89-92.

SENSORISCHE TEXTURPROFILANALYSE (TPA)
AM BEISPIEL DER SORTENPRÜFUNG FÜR DIE HERSTELLUNG
VON PASTEURISIERTEN EINLEGEGERURKEN

Schmidt, K.: Institut für Obst- und Gemüseverarbeitung
 Fachhochschule Weihenstephan

1. Einleitung:

Der verstärkte Anbau parthenocarper Sorten von Einlegegurken Anfang der 80er Jahre vor allem in Niederbayern ließ die Qualitätsfrage für die industrielle Verarbeitung zunächst unberücksichtigt. Im Vordergrund standen vorteilhafte Eigenschaften für die agrarische Produktion. Es zeigte sich bald, daß bei der Züchtung die vom Verbraucher geschätzten texturbezogenen Qualitäten wie z. B. Knackigkeit gerade bei der sogenannten 'Sauren Gurke' im Vergleich zu den Bestäubersorten vernachlässigt wurden. Eine eingehende Überprüfung wurde notwendig um die künftige Entwicklung zu steuern. J. Weichmann unternahm umfangreiche Untersuchungen zur Rohwarenqualität von Sorten von Einlegegurken. In unserem Hause begannen umfangreiche Untersuchungen zur Qualität des pasteurisierten Endproduktes. Eigens für diese Arbeiten unterzog sich unser Sensorik Panel einer Schulung für die allgemeine sensorische Texturprofilanalyse und entwickelte ein speziell auf die pasteurisierten Einlegegurken zugeschnittenes Modell. Anregung dafür waren Arbeiten von A. L. Szczesniak und M. A. Brandt, E. Z. Skinner und J. A. Colemann.

Abb. 1 gibt einen vereinfachten Einblick in die Regulationsmechanismen zur Beeinflussung der Qualität von Sorten von Einlegegurken z. B. über die TPA.

2. Komponenten eines sensorischen Texturprofils

Ein sensorisches Texturprofil ist das Ergebnis der Analyse eines Texturkomplexes mit den Sinnen im Hinblick auf seine mechanischen, geometrischen, Fett- und Feuchtigkeitseigenschaften mit ihrer Intensität sowie der Reihenfolge, in der sie vom ersten Biß über den ganzen Kauvorgang hin in Erscheinung treten.

Die Eigenschaften müssen klassifiziert und eindeutig definiert werden, damit alle Prüfer von einer Eigenschaft denselben Vorstellungsinhalt haben.

Die Prüfer müssen für jede Eigenschaft eine spezielle Prüftechnik erlernen. Wesentlich ist dabei die Erstellung und Übung von Standardbezugsskalen, die Standardisierung der Kaufrequenz und des Kaudrucks.

Abb. 2 bis 7 zeigen die von uns erarbeiteten Klassifizierungen und Definitionen texturbezogener Eigenschaften von pasteurisierten Einlegegurken in Anlehnung an die allgemeinen Richtlinien von Szczesniak, Brandt, Skinner und Colemann für die primär mechanischen Eigenschaften:

- Kohäsion
- Härte der Samenanlage (Endocarp)
- Härte der Fruchtwand (Pericarp)
- Ledrigkeit (Kohäsion) der Schale,

für die sekundäre mechanische Eigenschaft:

- Knackigkeit,

und die unter die sogenannten anderen, oder weder mechanischen noch

geometrischen Eigenschaften zählende:
- Saftigkeit

Es werden jeweils die physikalischen und sensorischen Definitionen so wie die speziellen Prüftechniken dargestellt.

In Abb. 8 sind weitere mechanische, geometrische und andere Eigenschaften enthalten die das Profil ergänzen aber für unsere Sortenprüfung zunächst als zweitrangig angesehen werden.

3. Messung der Intensitäten der Eigenschaften

Das, was eine Sensorik von einer organoleptischen Prüfung wesentlich unterscheidet, ist einmal die geschulte Sensoriker - Gruppe und zum anderem die Tatsache, daß mit der Sensorik wie mit einem Instrument gemessen werden kann. Bei der Sensorik erfolgt eine Bewertung anhand eines vorgegebenen Qualitätsstandards erst in zweiter Stufe. Wichtig ist dabei, daß zunächst objektive Meßwerte gewonnen werden. Diese können nach unterschiedlichen, auf den jeweiligen Anwender (z. B. Züchter, Anbauer oder Verarbeiter) zugeschnittenen Maßstäben (z. B. individuelle Standards und unterschiedliche Wichtung der einzelnen Eigenschaften) bewertet werden.

Die Skala für die sensorischen Meßwerte wird durch die Intensität der Merkmale dargestellt. Unsere Intensitätsskala ist gurkenbezogen erarbeitet und enthält 9 Abstufungen von 0 = nicht spürbar oder ausgeprägt bis 9 = sehr stark spürbar oder ausgeprägt. Die ganze Skala ist in Abb. 9 zu sehen.

4. Texturprofil

Wir praktizieren ein dreistufiges Profil.

Stufe I

In Stufe I prüfen wir die Kohäsion. Diese Prüftechnik (siehe Abb. 2) ist eine Konzession an den Verbraucher, der von einer Gurkenfrucht abbeißt.

Hier geht es um die Eindrücke und Empfindungen beim ersten Biß. Es hat sich für die Prüfung der Kohäsion als vorteilhaft erwiesen, nicht von der ganzen Gurke, sondern von der halbierten Gurke abzubeißen. Wir sind bestrebt nach Möglichkeit immer das mittlere Drittel einer Gurkenfurche für unsere sensorischen Prüfungen zu verwenden.

Stufe II

In der Stufe II werden nacheinander, sozusagen von innen nach außen die Härte der Samenanlage, die Härte der Fruchtwand und die Ledrigkeit der Schale gemessen. Dabei muß die Härte der Samenanlage zu Beginn des Beißvorganges registriert werden und kann mit derselben Probe nicht wiederholt werden. Die Härte der Fruchtwand kann durch wiederholtes Beißen nachgeprüft werden und ebenso die Kohäsion der Schale. Schon zu Beginn aber auch während des Kauvorganges kann die Saftigkeit und die Knackigkeit gemessen werden und gegen Ende des Kauvorganges kann anhand der Reste der Schale, die kurz vor der Schluckbereitschaft verbleiben, ein zusätzlicher Eindruck von der Ledrigkeit der Schale

gewonnen werden. Letztere Eindrücke gehören eigentlich schon zur Stufe III des Profils.

Unsere Sensorikbögen enthalten dieses Profil in der 1. Spalte, in der die zu prüfenden Merkmale aufgelistet sind, siehe Abb. 10.

In der Spalte 2 sind Intensitäten für die Merkmale als Schätzwerte angegeben wie sie durch die Vorstellung der Sensoriker unserer Gruppe als Verbraucher gesehen werden. So ist nach unserer Meinung die Texturbezogene Qualität einer idealen Gurke beschaffen und könnte als ideales Zuchtziel dienen. Aber wie schon eingangs erwähnt kann jeder Anwender unser Datenmaterial an seinem eigenen Standard messen.

5. Probenvorbereitung

Die Pasteurisation der Einlegegurken erfolgt nach PPI-Richtlinien.¹⁾ Die Gurken einer Stichprobe, in der Regel ein 720 ml Glas der Sortierung ' 6 - 9 oder ein 2650 ml Glas der Sortierung ' 6 - 9 werden quer halbiert und mit der Schnittfläche nach oben gestellt in einer Schale präsentiert. Die oberen 2 - 3 Gurken eines Glases die nicht voll im Aufguß liegen werden verworfen. Jeder Prüfer entnimmt 3 halbe Gurkenstücke und verfährt entsprechend dem Profil und der Prüftechnik. Die Ergebnisse werden unter der entsprechenden Code - Nummer in den Prüfbogen übertragen.

6. Auswertung der Ergebnisse

Zur statistischen Verrechnung wird in der Regel die einfache Varianzanalyse angewendet. Zur Bildung einer Rangfolge für die Sorten setzen wir die sensorischen Meßwerte in eine Bewertungsziffer um, die zusätzlich unterschiedlich gewichtet werden kann. Die Bewertungsziffern 1 bis 9 sind dabei absichtlich dem Karlsruher Bewertungsschema angepaßt. Auf diese Weise können Meßwerte negativer Eigenschaften (z. B. ist ein hoher Meßwert der Kohäsion unerwünscht) und solche positiver Eigenschaften (z. B. ist ein hoher Meßwert der Knackigkeit erwünscht) wie auch ambivalenter Eigenschaften (z. B. ist ein hoher aber auch niedriger Meßwert der Saftigkeit unerwünscht) in einem Summenparameter zusammengefaßt werden.

Jeder Eigenschaft ist eine Bewertungsfunktion zugeordnet. In ihr sind die Vorstellungen der Sensoriker von der Bewertung der einzelnen Eigenschaften verifiziert. Die Abb. 11 zeigt die Graphen mit den zugehörigen algebraischen Gleichungen.

Die Wichtungsfaktoren für die einzelnen Merkmale sind in der Tabelle 1 Spalte 4 angegeben. Diese Tabelle gibt ein Beispiel für die Bewertung und Bildung eines Summenparameters texturbezogener Eigenschaften (im vorliegenden Fall unserer Idealgurke) wieder. Bewertungsfunktionen wie Wichtungsfaktoren sind ein Vorschlag unserer Sensoriker. Beide können wie bereits erwähnt von den Anwendern unserer Meßwerte variabel gehandhabt werden. Wir sind bestrebt mit unseren Meßwerten eine Grundlage zu schaffen die nach den jeweiligen Bedürfnissen so unterschiedlicher Interessengruppen wie Züchter industrielle Verarbeiter und Anbauer in Landwirtschaft und Gartenbau bewertet werden können.

¹⁾ Richtlinien der Pickle Packers International (PPI)
Field - Research - Group (Abteilung Europa) zur Beurteilung von Einlegegurken.

Unser Standard ist die oben erwähnte Idealgurke, die bei ihrer Schöpfung 1983 der damals am besten beurteilten Bestäubersorte "Kor-bit" vergleichbar war und heute von Neuzüchtungen parthenocarper Sorten eingeholt wird.

Bei strenger Kopplung der einflußnehmenden Größen (siehe Abb. 1) sollte bei gemeinsamer Zielsetzung der Interessensgruppen (z. B. Qualitätsverbesserung) eine positive Entwicklung zu erwarten sein. Nach unserer Erfahrung ist eine solche Entwicklung eindeutig erkennbar; wie sie an der Gesamtbewertung der Ergebnisse von 1983 - 1987 in Abb. 12 - 16 sehen können.

Literatur:

Weichmann, J.: Einflüsse auf die Rohwarenqualität von Einlegegurken und Sellerie. IOGV 73 (1988) S. 310 - 315

Szczesniak, A. L.: Classification of Textural Characteristics. J. Food Science 28 (1963) 385 - 389

Brandt, M. A., Skinner, E. Z., Colemann, I. A.: Texture Profile Method. J. Food Science 28 (1963) 404 - 409

Danksagung:

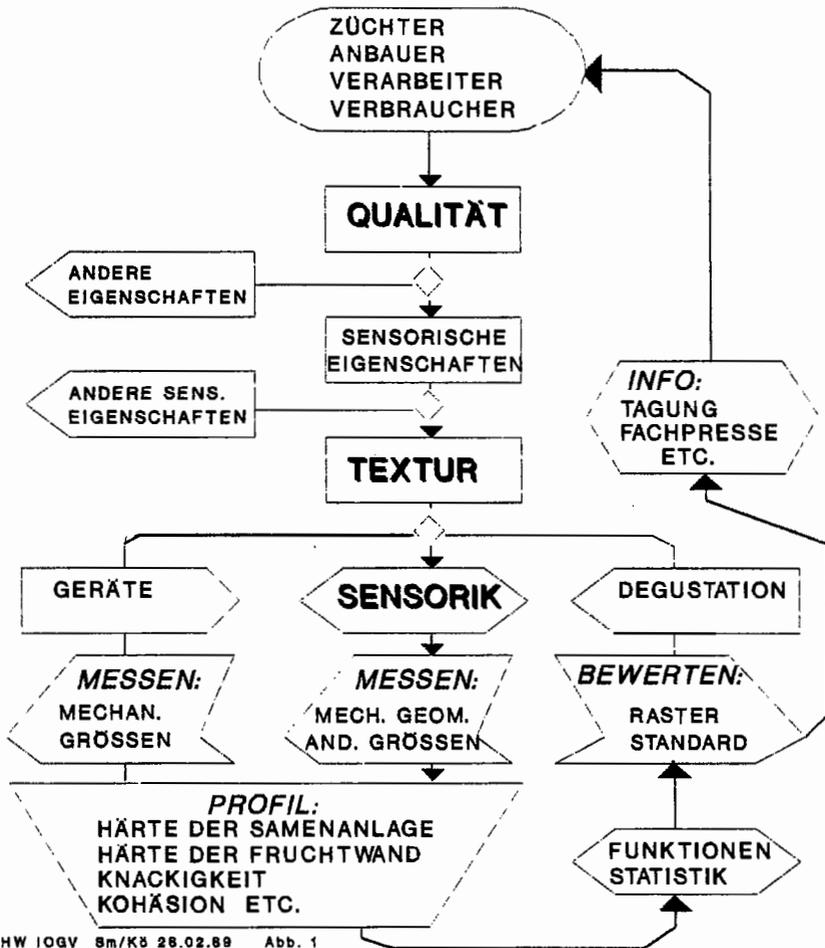
Diese Arbeiten wurden möglich durch den unermüdlichen Einsatz der Sensoriker des Instituts für Obst- und Gemüseverarbeitung, Frau Petra König, Frauke Pieper, Monika Schnitzler, Rosina Westermeier, Herrn Kurt Eid und Dr. Adolf Kraus.

Finanzielle Unterstützung fanden wir bei dem Verband der Deutschen Sauerkonservenindustrie und den Samenzüchterfirmen, Royal Sluis, Nickerson - Zwaan, Nunhems - Zaden, Zwaan - Pannevis, Rijk - Zwaan und Bejo.

Für die statistische Auswertung unserer Daten und die mathematische Bearbeitung unserer Bewertungsfunktionen sind wir unserem Mathematiker Prof. Dr. Ohmayer zu großem Dank verpflichtet.

INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

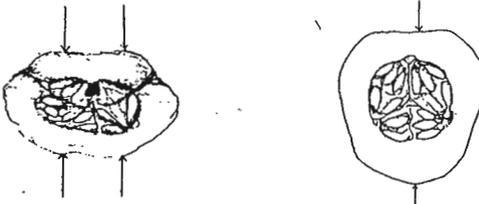
FLUSSDIAGRAMM ZUR QUALITÄTSKONTROLLE



INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG FH WEIHENSTEPHAN

Klassifizierung und Definition von Eigenschaften der TEXTUR von EINLEGEGERURKEN

KOHÄSION, *primäre mechanische Eigenschaft:*



Physikalische Definition: Ausmaß, in dem eine Probe deformiert werden kann, bevor sie bricht

Sensorische Definition: Das Ausmaß der Deformation einer halbierten Gurke zwischen den Schneidezähnen bevor die Schale bricht

Prüftechnik: Von einer quer zur Längsachse halbierten Gurke an der Schnittstelle ein ca. 2 cm dickes Stück abbeißen



INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG FH WEIHENSTEPHAN

Klassifizierung und Definition von Eigenschaften der TEXTUR von EINLEGGURKEN

HÄRTE DER SAMENANLAGE,

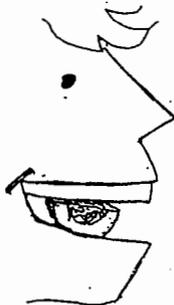
primäre mechanische Eigenschaft:



Physikalische Definition: Benötigte Kraft um eine bestimmte Deformation einer Probe zu erreichen

Sensorische Definition: Benötigte Kraft um die Samenanlage zwischen den Backenzähnen zusammen zu drücken bis ihr Gewebe bricht

Prüftechnik: Platziere eine ca. 1 cm dicke, halbierte Gurkenscheibe (aus dem Mittelteil einer Frucht) mit der Schnittfläche nach oben zwischen die Backenzähne und beiße zusammen. Beurteile die Kraft die nötig ist die Samenanlage bis zur härteren Fruchtwand zusammen zu drücken



INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Klassifizierung und Definition von Eigenschaften
der TEXTUR von EINLEGEGERURKEN

HÄRTE DER FRUCHTWAND,

primäre mechanische Eigenschaft:



Physikalische Definition: Benötigte Kraft um eine bestimmte Deformation einer Probe zu erreichen

Sensorische Definition: Benötigte Kraft um die Fruchtwand zwischen den Backenzähnen zusammen zu drücken bis ihr Gewebe bricht

Prüftechnik: Dieselbe Probe für die Prüfung der Härte der Samenanlage nach dem Durchbeißen der Samenanlage weiter zwischen den Backenzähnen zusammendrücken; beurteile die Kraft die nötig ist die Fruchtwand bis zur Schale zusammenzudrücken



INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

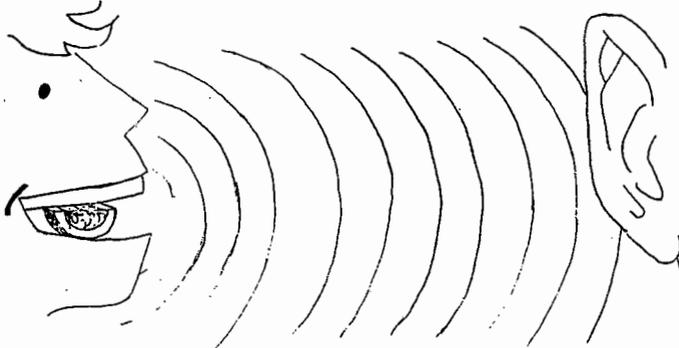
Klassifizierung und Definition von Eigenschaften
der TEXTUR von EINLEGGURKEN

KNACKIGKEIT, *sekundäre mechanische Eigenschaft*:

Physikalische Definition: Die Kraft, mit der eine Probe bricht. Ein Ergebnis aus einem hohen Härtegrad und einem geringen Maß an Kohäsion

Sensorische Definition: Spannkraft, mit der die Fruchtwand zerspringt und ihre Gewebsstruktur zerplatzt, verbunden mit einem spezifischen Geräusch

Prüftechnik: Eine Eigenschaft die zusammen mit der Härte der Fruchtwand geprüft wird.



INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

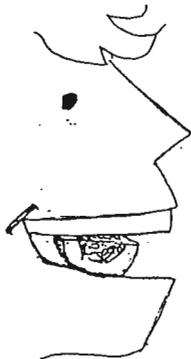
Klassifizierung und Definition von Eigenschaften
der TEXTUR von EINLEGEGERURKEN

SAFTIGKEIT, *sogenannte andere Eigenschaft:*

Physikalische Definition: Das Ausmaß der Phasentrennung von fester Struktur und strukturgebundenen wässrigen Lösungen durch Krafteinwirkung

Sensorische Definition: Menge des Saftes die beim Härte-test der Samenanlage und der Fruchtwand freigesetzt wird

Prüftechnik: Eine Eigenschaft die zusammen mit der Härte der Samenanlage und der Fruchtwand geprüft wird



INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Klassifizierung und Definition von Eigenschaften
der TEXTUR von EINLEGEGERURKEN

LEDRIGKEIT DER SCHALE,

primäre mechanische Eigenschaft:

Physikalische Definition: Ausmaß in dem eine Schale deformiert werden kann bis sie bricht

Sensorische Definition: Ausmaß der Deformierbarkeit der Schale während des Zerkleinerungsvorganges beim Kauen, sowie Menge und Zähigkeit verbleibender Rückstände nach Feststellung der Schluckfähigkeit

Prüftechnik: Dieselbe Probe für die Prüfung der Härte der Samenanlage und der Fruchtwand zwischen den Backenzähnen zerkauen, bis zur Schluckfähigkeit zerkleinern. Beurteile die Kohäsion der Schale und den Anteil verbleibender Rückstände der Schale nach dem 1. Schluckvorgang



**INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN**

Weitere *texturbezogene Eigenschaften* der **EINLEGEGERURKEN** sind

mechanische

Eigenschaften:

Gelstruktur der Samenanlage
Elastizität
Brüchigkeit
Kompaktheit
(Änderung der Dichtigkeit
im Querschnitt)
Ablösbarkeit der Schale
Kohäsion des Speisebreis
Kaubarkeit
Zerfallscharakteristik

geometrische

Eigenschaften:

Rauheit der Schale
Größe der Warzen
Flächendichte der Warzen
Wabenartigkeit der Samenanlage
(morphologische Ausprägung
des Samengehäuses)

andere

Eigenschaften:

Feuchtigkeit
Spritzigkeit
Homogenität des
Speisebreis

INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG FH WEIHENSTEPHAN

Intensitätsskala für Texturprofilanalyse

- 0 = nicht spürbar (ausgeprägt)
- 1 = gerade spürbar (-.-)
- 2 = gerade bis leicht spürbar (-.-)
- 3 = leicht spürbar (-.-)
- 4 = leicht bis mittel spürbar (-.-)
- 5 = mittel spürbar (-.-)
- 6 = mittel bis stark spürbar (-.-)
- 7 = stark spürbar (-.-)
- 8 = stark bis sehr stark spürbar (-.-)
- 9 = sehr stark spürbar (-.-)

INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG FH WEIHENSTEPHAN

NAME: DATUM:

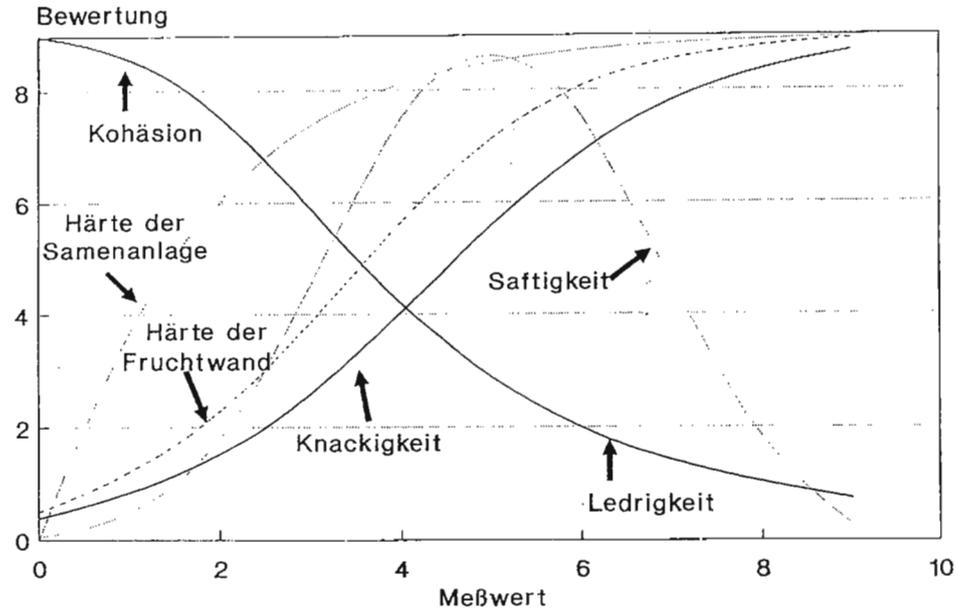
TEXTURPROFIL VON EINLEBEGURKEN

Probe Nr. sens. Merkmal	"Ideal- gurke"	1				2				3				4				5			
		1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}
		Kohäsion	2																		
Härte der Samenanlage	4																				
Härte des Perikarps	6,5																				
Knackigkeit	7,6																				
Saftigkeit	5,4																				
Ledrigheit der Schale	2																				
Probe Nr. sens. Merkmal	"Ideal- gurke"	6				7				8				9				10			
		1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}
		Kohäsion	2																		
Härte der Samenanlage	4																				
Härte des Perikarps	6,5																				
Knackigkeit	7,6																				
Saftigkeit	5,4																				
Ledrigheit der Schale	2																				

Intensitätsskala: 0 = nicht spürbar 2 = gerade -leicht spürbar 4 = leicht - mittel 6 = mittel - stark 8 = stark - sehr stark
 1 = gerade spürbar 3 = leicht spürbar spürbar spürbar spürbar
 5 = mittel spürbar 7 = stark spürbar 9 = sehr stark spürbar

INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Gurken - Sensorik
Bewertungsfunktionen



Oh / 11.12.1988
Datei GS2

FHW IOGV Sm/Kö 28.02.89

Abb. 11a

INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Bewertungsfunktionen der Meßwerte x
für die angegebenen Eigenschaften

KOHÄSION

$$\text{Bew.} = 9 / (1 + 0,03 \cdot x^{2,76})$$

HÄRTE DER SAMENANLAGE:

$$\text{Bew.} = 9 \cdot (1 - e^{-0,59x})$$

HÄRTE DER FRUCHTWAND:

$$\text{Bew.} = 9 / (1 + 17,20 \cdot e^{-0,85x})$$

KNACKIGKEIT:

$$\text{Bew.} = 9 / (1 + 22,34 \cdot e^{-0,72x})$$

SAFTIGKEIT:

$$\text{Bew.} = 9 / (1 + 0,03 \cdot e^{1,74 \cdot |(5-x)|})$$

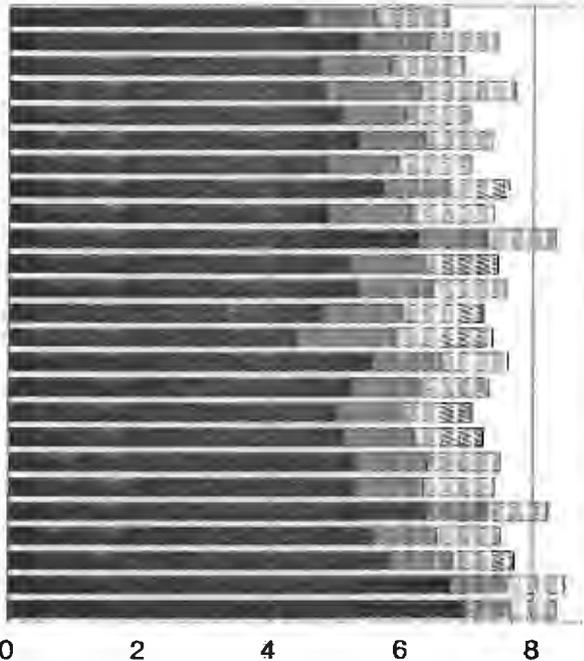
LEDRIGKEIT DER SCHALE:

$$\text{Bew.} = 9 / (1 + 0,03 \cdot x^{2,77})$$

INSTITUT FÜR OBST- U. GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Sorten

- 01 - Nanet
- 02 - RS 82031
- 03 - Colet
- 04 - Paragon
- 05 - Inge
- 06 - Carpavert
- 07 - Carpabel
- 08 - RZ 795
- 09 - RZ 794
- 10 - Melani
- 11 - Passion
- 12 - Accordia
- 13 - Bellinda
- 14 - Wilma
- 15 - Parmel
- × 16 - Passavia
- 17 - Nun 3024
- × 18 - Anka
- 19 - SG 873
- 20 - RS 82035
- × 35 - RZ 798
- 43 - Nun 3025
- 45 - Carpadon
- 46 - RS 85022
- 47 - RS 84053



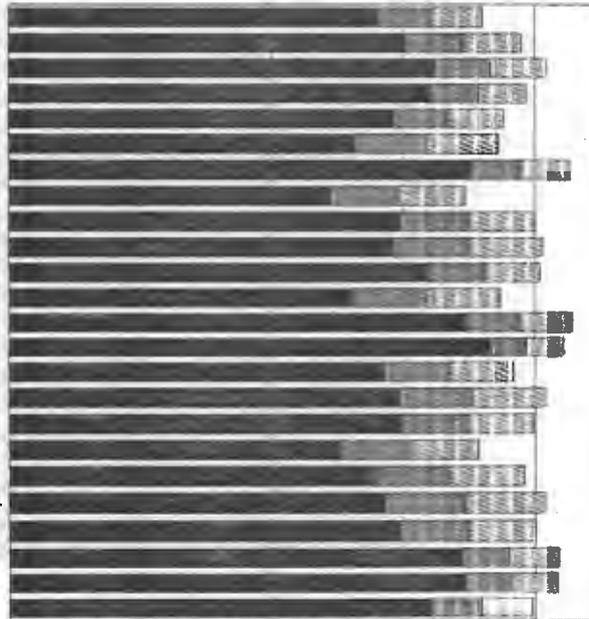
Gurken, 1984 - 1988
Mittelwerte der Bewertung
von parthenocarpn Sorten
(Teil 1)

 Standard-
 abweichung
 Bewertungs-
 ziffer minus
 Standardabw.

INSTITUT FÜR OBST- U. GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Sorten

- 48 - RS 83027
- 49 - RS 85033
- 50 - RS 85013
- 51 - RZ 797
- 52 - RZ 799
- 53 - Parnita
- 54 - Christine
- 56 - Nun 5052
- ✓ 57 - RZ 7880
- ✓ 58 - RZ 7890
- 59 - RS 85024
- 62 - Anita
- ✓ 63 - RS 87112
- ✓ 64 - RS 86071
- ✓ 65 - RZ 7900
- ✓ 66 - Nun 6909
- ✓ 67 - Nun 8935
- ✓ 68 - SG 864
- ✓ 69 - SG 7001
- × 70 - Niz 43-744
- 71 - Adonis
- ✓ 72 - Arena
- ✓ 73 - Alert
- ✓ 74 - RZ 1201



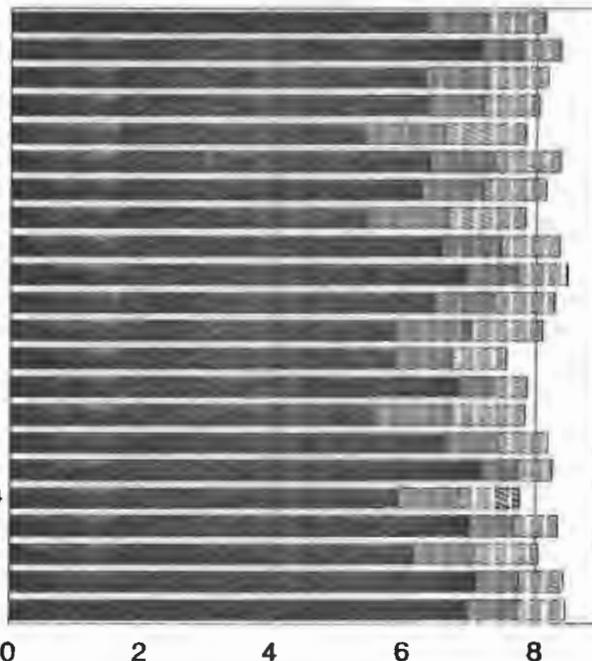
Gurken, 1984 - 1988
Mittelwerte der Bewertung
von parthenocarpn Sorten
(Teil 2)

-  Standard-
-  abweichung
-  Bewertungsziffer minus Standardabw.

INSTITUT FÜR OBST- U. GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Sorten

- 21 - Favola
- 22 - Medusa
- 23 - Mantos
- 24 - Levina
- 25 - Othello
- 26 - RS 81068
- 27 - Metula
- 28 - Osiris
- 29 - Naf Fanto
- 30 - RS 82049
- 31 - Ilonca
- 32 - Orestes
- 33 - Vesta
- 34 - Calico
- 55 - Fortos
- 60 - Sp 0033
- 61 - Elise
- 75 - Niz 43-734
- 76 - Nun 6147
- 77 - RS 87303
- 78 - RS 85044
- 79 - RS 87313



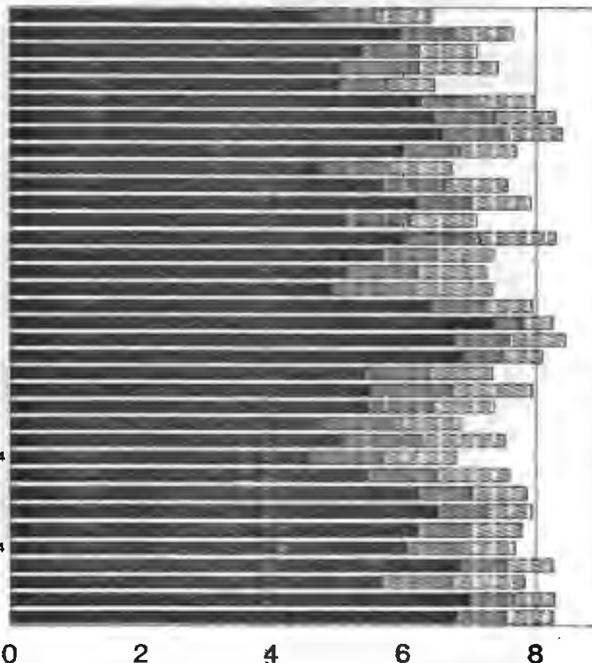
Gurken, 1984 -1988
Mittelwerte der Bewertung
von Normalsorten

 Standard-
 abweichung
 Bewertungsziffer minus
Standardabw.

INSTITUT FÜR OBST- U. GEMÜSEVERARBEITUNG FH WEIHENSTEPHAN

Sorten

- 03 - p Colet
- 10 - p Melani
- 16 - p Passavia
- 18 - p Anka
- 25 - n Othello
- 26 - n RS 81068
- 29 - n Naf Fanto
- 31 - n Ilonca
- 32 - n Orestes
- 35 - p RZ 798
- 43 - p Nun 3025
- 46 - p RS 86022
- 53 - p Parnita
- 64 - p Christine
- 55 - n Fortos
- 57 - p RZ 7880
- 58 - p RZ 7890
- 59 - p RS 86024
- 61 - n Elise
- 63 - p RS 87112
- 64 - p RS 86071
- 66 - p RZ 7900
- 66 - p Nun 6909
- 67 - p Nun 6935
- 68 - p SG 864
- 69 - p SG 7001
- 70 - p Niz 43-744
- 71 - p Adonis
- 72 - p Arena
- 73 - p Alert
- 74 - p RZ 1201
- 76 - n Niz 43-734
- 76 - n Nun 6147
- 77 - n RS 87303
- 78 - n RS 86044
- 79 - n RS 87313



GURKEN 1988, 1. ERNTE

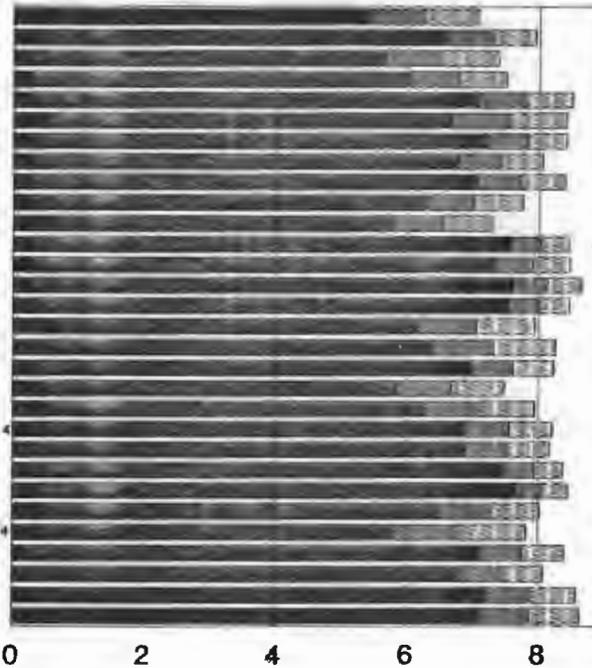
Mittelwerte der Bewertung
von Sorten des
1. Prüfdurchganges

- Standard-
- abweichung
- Bewertungs-
ziffer minus
Standardabw.

INSTITUT FÜR OBST- U. GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN

Sorten

- 03 - p Colet
- 16 - p Passavia
- 18 - p Anka
- 25 - n Othello
- 28 - n RS 81068
- 29 - n Naf Fanto
- 31 - n Ilonca
- 32 - n Orestes
- 35 - p RZ 798
- 55 - n Fortos
- 57 - p RZ 7880
- 58 - p RZ 7890
- 61 - n Elise
- 63 - p RS 87112
- 64 - p RS 86071
- 65 - p RZ 7900
- 68 - p Nun 8909
- 67 - p Nun 8935
- 88 - p SG 884
- 69 - p SG 7001
- 70 - p Niz 43-744
- 71 - p Adonie
- 72 - p Arena
- 73 - p Alert
- 74 - p RZ 1201
- 75 - n Niz 43-734
- 76 - n Nun 8147
- 77 - n RS 87303
- 78 - n RS 85044
- 79 - n RS 87313



GURKEN 1988, 2. ERNTE

Mittelwerte der Bewertung
von Sorten des
1. Prüfdurchganges

- Standard-
- abweichung
- Bewertungsziffer minus Standardabw.

**INSTITUT FÜR OBST- UND GEMÜSEVERARBEITUNG
FH WEIHENSTEPHAN**

Bewertung sensorischer Meßwerte und Bildung eines Summenparameters
texturbezogener Merkmale

Merkm ^{al}	Meßwerte (sensorisch)	Bewertung (9-Punkteschema)	Wichtung	Bewertung (gewichtet)
Kohäsion	2	7,66	x 2	15,32
Härte der Samenanlage	4	8,16	x 1	8,16
Härte der Fruchtwand	6,5	8,42	x 3	25,27
Knackigkeit	7,6	8,24	x 3	24,73
Saftigkeit	5,4	8,50	x 0,5	4,25
Ledrigkeit der Schale	2	7,67	x 1	7,67
			85,40 : 10,5 = 8,13	

TOMATENPAPRIKA FÜR DIE INDUSTRIELLE VERARBEITUNG

Herbert Buckenhüskes

EINLEITUNG

Darstellungen auf Gefäßen aus Grabfunden deuten darauf hin, daß der in die Familie der Solanaceae und die Gattung Capsicum gehörende Paprika bereits vor 3. - 4.000 Jahren in Peru angebaut wurde (SZÜCS, 1975). Die zahlreichen heute bekannten Kulturformen, die vielfach als eigenständige Arten beschrieben wurden, unterscheiden sich im wesentlichen durch Größe, Form und Farbe der Frucht, durch ihren mehr oder weniger scharfen Geschmack sowie durch die Dicke des Fruchtfleisches (MELCHIOR und KASTNER, 1974). Bis zum 19. Jahrhundert wurden praktisch ausschließlich die durch ihren unterschiedlich hohen Gehalt an Capsaicin scharf bis brennend scharf schmeckenden kleinfrüchtigen Gewürzpaprikasorten angebaut. Erst in den letzten Jahrzehnten hat der mildschmeckende, große Früchte tragende sogenannte "Süße Paprika" (engl. sweet pepper, bell pepper; franz. poivrons doux) als Gemüse Bedeutung erlangt. Mit seiner Verbreitung nahm die Anbaufläche des Paprikas von 1970 bis 1980 weltweit um ca. 30 % zu (KRUG, 1986).

Botanisch ist die Paprikafrucht eine Beere deren meist 3 - 5 Fruchtblätter verwachsen sind und einen Hohlraum umschließen (Abb. 1). Dieser ist oben frei, am Grunde aber durch unvollständige echte Scheidewände gekammert. An der Basis sitzt zentral die Placenta, auf der sich zahlreiche Samenanlagen befinden. Die Samen ragen frei in das Innere der Beere; sie sind platt-nierenförmig und weisen meist eine weiße bis hellgelbe Farbe auf (KRUG, 1986).

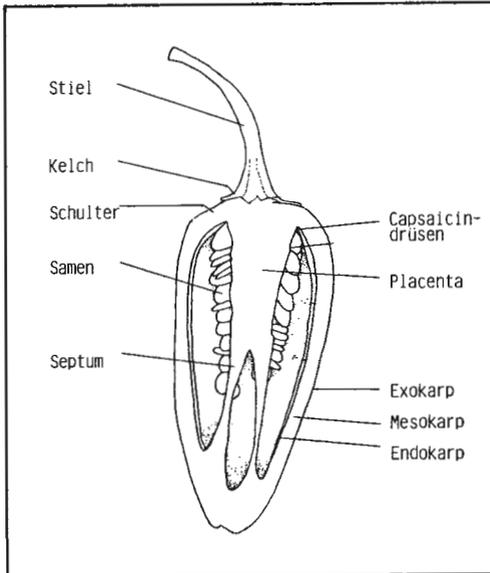


Abb. 1: Querschnitt durch eine Paprikafrucht (ANDREWS, 1985)

Entsprechend den International Standards of Fruit and Vegetables der Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD/OCDE, 1982) wird der Gemüsepaprika in Abhängigkeit von seiner Form in vier Typen eingeteilt (Abb. 2), wobei der hier besonders interessierende Tomatenpaprika einen eigenständigen Typus darstellt.

TOMATENPAPRIKA

Rein äußerlich betrachtet stellt sich der Tomatenpaprika als ein Übergang von der Tomate zum Paprika dar. Das Oberteil der Früchte erinnert an gerippte Tomaten, während der Boden die vierkantige Form der stumpfen Paprikasorten zeigt. Trotzdem

handelt es sich beim Tomatenpaprika um eine reine Paprika-Varietät und nicht um eine Kreuzung zwischen Tomate und Paprika, wie verschiedentlich und fälschlicherweise in der Literatur zu lesen ist (z.B. NEHRING, 1968).

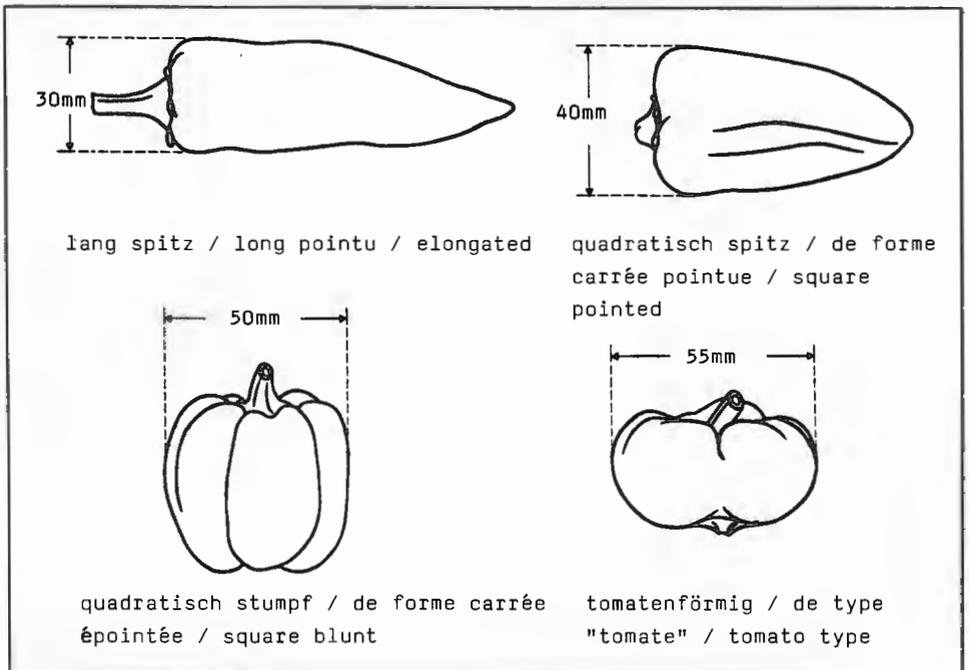


Abb. 2: Klasseneinteilung des Gemüsepaprikas nach dem OECD Standard, 1982 (die angegebenen Maße bedeuten den Mindestschulterdurchmesser für Frischmarktware)

Die Früchte des Tomatenpaprikas (kurz: Topa) sind flach, ihr Oberteil ist mehr oder weniger stark gerippt. Die Größe der Früchte variiert in Abhängigkeit von der Sorte und den jeweiligen Wachstumsbedingungen. Normal gewachsener Topa hat einen Schulterdurchmesser zwischen 7 und 11 cm, die Fruchtlänge variiert zwischen 3 und 6 cm, das Einzelfruchtgewicht zwischen 80 und 120 g. Das Fruchtfleisch ist mit einer Dicke von 5 - 8 mm relativ stark ausgeprägt. Der Geschmack des Tomatenpaprikas ist mild, jedoch gleichzeitig deutlich süß. Die Früchte wachsen mit dunkelgrüner Farbe heran und werden im Verlauf der Reife zunächst grau-grün mit einem bräunlichen Ton, bevor sie dann gelb-rote bis hell-rote Farbtöne annehmen; im vollreifen Zustand sind sie schließlich intensiv rot bis dunkelrot. Es werden allerdings auch gelbe Tomatenpaprikasorten am Markt angeboten, die aber keine wesentliche Bedeutung haben. Dieser gelbe Tomatenpaprika darf nicht mit dem ebenfalls für Verarbeitungszwecke erhältlichen Apfelpaprika (Almapaprika) verwechselt werden, der nicht die bei der Züchtung dominante gerippte Form, sondern vielmehr eine glatte aufweist und der im Gegensatz zum Topa normalerweise scharf schmeckt; es gibt aber auch hierbei eine industriell verwertete süße Sorte.

Die Entstehung und Geschichte des Tomatenpaprikas scheint bis heute nicht ganz klar zu sein. ANDREWS, 1985, berichtet, daß der tomatenförmige Paprika zu den ältesten Capsicum-Formen zählt und bereits von BESLER im Jahre 1613 in seinem *Celeberrimi eystettensis* dokumentiert wurde. Die Beschreibung dieses Paprikatyps als dickfleischige und nicht scharfe, sowohl in gelber als auch in roter Form vorkommende Varietät, stimmt mit der des europäischen Tomatenpaprikas überein. Abweichend ist dagegen die Angabe über die Form, nach der dieser "nur wenig länger sein soll als breit". Da die europäischen Formen idealerweise ein Verhältnis von Durchmesser zu Höhe von 2 : 1 aufweisen, ist es nicht sicher, ob in beiden Fällen von der gleichen Paprika-Varietät gesprochen wird.



Abb. 3: Gelber Tomatenpaprika

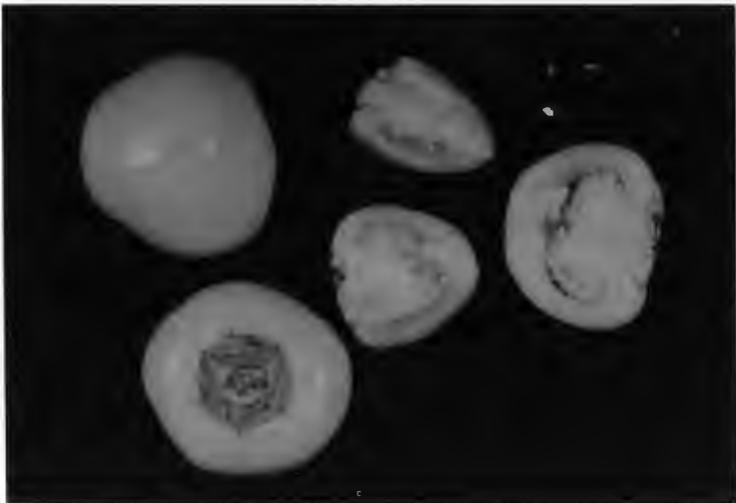


Abb. 4: Apfelpaprika

Nach Ansicht von SOMOS ist der Tomatenpaprika wahrscheinlich durch Mutation in Ungarn entstanden, möglicherweise aber auch gleichzeitig in Rumänien und Jugoslawien. Der großflächige Anbau des Topa wurde von Bulgarien aus in Ungarn eingeführt (SOMOS, 1985).

Die botanische Systematisierung des Tomatenpaprikas bereitet, wie die aller *Capsicum*-Arten, erhebliche Schwierigkeiten (BRÜCHER, 1977). Nach Ansicht von BUCHLOH, 1987, hängt dies damit zusammen, daß eindeutige Wildformen nicht bekannt sind. Vielmehr muß auch bei den sogenannten südamerikanischen Wildformen davon ausgegangen werden, daß diese bereits primitive Domestikationsformen darstellen.

Nach einer von TERPÓ, 1966, vorgenommenen Revision der wildwachsenden Arten und der kultivierten Sorten der Gattung *Capsicum* L., kommt dem Tomatenpaprika die botanische Bezeichnung *Capsicum annuum* var. *annuum* L. convar. *grossum* L. provar. *tetragonum* (Mill.) Terpó conc. *rubrum* Aug. zu, die allerdings nicht unumstritten ist (CSILLÉRY). Als synonyme Bezeichnungen sind in der Literatur zu finden:

- *C. cydoniaeforme* Hort.
- *C. tomatiforme* Fingerh.
- *C. dulce* Hort.
- *C. grossum lycopersicoides* Vilmorin-Andr.
- *C. lycopersiciforme* Aug.

Für die industrielle Verarbeitung wird Tomatenpaprika vorwiegend aus Ungarn (paradicsom alakú paprika), Jugoslawien, Griechenland, Bulgarien und Rumänien importiert; kleinere Mengen stammen aus Italien (peperone rosso tipo pomodoro). In Österreich wird Topa ausschließlich für den Eigenbedarf und in der Bundesrepublik Deutschland für den Frischmarkt angebaut.

In den Anbauländern wird der Tomatenpaprika nicht nur industriell verarbeitet, sondern auch in großem Umfang auf dem Frischmarkt angeboten. Als industrielle Verarbeitungsprodukte sind zu nennen: Sauergemüse, Paprikamark und paprikahaltige Würzzubereitungen (Saucen). In geringerem Umfang wird Topa auch zu Tiefkühlware verarbeitet oder als farbgebender Zusatz für Trockensuppen getrocknet.

In der Bundesrepublik Deutschland hat Tomatenpaprika als Frischgemüse nur eine untergeordnete Bedeutung. Die deutsche Sauerkonservenindustrie verarbeitet ihn praktisch ausschließlich zu Vierteln oder Streifen in Essig. In dieser Form wird er dann in den Einzelhandel gebracht oder als Halbfabrikat, beispielsweise in der Feinkostindustrie, weiterverarbeitet.

Über den Import an Tomatenpaprika liegen keine offiziellen Daten vor, weshalb die in Tabelle 1 genannten Zahlen aus der Menge an verarbeitetem Paprika abgeschätzt wurden. Hierbei wurde für die 10-l-Einheit eine Einwaage von 4.2 kg Paprika und eine Ausbeute von 65 % zugrunde gelegt.

INHALTSSTOFFE DES TOMATENPAPRIKAS

Über die Inhaltsstoffe des Tomatenpaprikas liegen in der Literatur nur vereinzelte Daten vor. An Rohwaren verschiedener Jahre aus Bulgarien, Griechenland, Rumänien und Ungarn konnten wir die in Tabelle 2 zusammengefaßten Daten ermitteln. Die ausgewiesenen Nitratgehalte stammen alle von ausgereiften Früchten. Einzelne Daten von grünen Früchten weisen darauf hin, daß der Nitratgehalt im Laufe der Reifung abnimmt.

Die untersuchten Topa-Proben wiesen im Mittel einen Pectingehalt von 0.74 %, bezogen auf das Frischgewicht, auf, die Gehalte streuten allerdings in einem weiten Bereich von 0.6 - 1.0 %. Der Veresterungsgrad des Pectins betrug 57 - 59 %.

Tab. 1: Produktionszahlen von Paprika in Essig (überwiegend Tomatenpaprika) und benötigte Rohware. (Berechnet unter den folgenden Annahmen: Paprikaeinwaage pro 10-l-Einheit = 4,2 kg; Ausbeute = 65 % (Quelle: Jahresberichte des VdS)

Jahr	Produzierte Einheiten (10-l-Basis)	Benötigte Menge geputzten Papr. (t)	Benötigtes Rohmaterial (t)
1976	1.618.000	6.795,6	10.445
1977	2.010.000	8.442,0	12.988
1978	2.103.000	8.832,6	13.589
1979	2.091.000	8.782,2	13.511
1980	1.737.000	7.295,4	11.224
1981	1.712.000	7.190,4	11.062
1982	1.462.000	6.140,4	9.447
1983	1.639.000	6.883,8	10.590
1984	1.490.000	6.258,0	9.628
1985	1.496.000	6.283,2	9.666
1986	1.429.000	6.001,8	9.233
1987	1.349.000	5.665,8	8.714

TARRACH und HERRMANN, 1986, untersuchten die Gehalte an organischen Säuren und Zuckern in grünem und rotem Topa der Sorte "Intopa". Die Ergebnisse wiesen darauf hin, daß der Gehalt an Äpfelsäure im Verlauf der Reifung ab- und der an Citronensäure zunimmt.

Der Vitamin C-Gehalt des Tomatenpaprikas wird nach DASSLER, 1969, mit 270 bis 400 mg pro 100 g Frischgewicht angegeben bei einem Mittelwert von 350 mg/100 g. Diese Werte gelten für den ausgereiften Paprika, der damit einer der Vitamin C-reichsten Gemüsearten ist.

Tab. 2: Analysendaten von Tomatenpaprika
(alle Werte bezogen auf 1.000 g Frischgewicht)

PARAMETER		PROBEN- ZAHL	DURCH- SCHNITT	VARIATION
pH		20	5.16	4.94 - 5.37
Wasser	g	21	-	89.70 - 93.30
Stickstoff	g	20	1.30	0.95 - 1.53
Protein	g	20	7.60	6.00 - 9.60
Nitrat	mg	11	17.5	12.0 - 23.0
Pectingeh. ber. als Galacturonsäure	als %	11	0.74	0.57 - 1.00

FELDHEIM, 1955, untersuchte fünf nicht näher bezeichnete Topa-Sorten auf ihren Gehalt an Vitamin E und fand Werte zwischen 0.30 und 0.58 mg pro 100 g Frischgewicht.

Eingehende Untersuchungen des Carotinoidgehaltes wurden von CHOLNOKY et al., 1955, durchgeführt. In rotem Tomatenpaprika fanden sie 235 mg Carotinoide pro kg. Die Zusammensetzung war wie folgt: 42 % Capsanthin, 10 % β -Carotin, 7 % Zeaxanthin, 6 % Capsorubin, 6 % Capsorubin/Capsanthin-Isomere, 5 % Cryptoxanthin, 5 % eines unbekanntes Epoxyds, 3-4 % Violaxanthin, 3 - 4 % Antheraxanthin und 3 - 4 % eines Zeaxanthin-Isomeren.

Nach DASSLER, 1969, sollen die grünen Früchte das Alkaloid Solanin enthalten, nähere Angaben konnten bisher allerdings nicht gefunden werden.

ANBAU VON TOMATENPAPRIKA

Die Standortansprüche des Tomatenpaprikas sind im wesentlichen mit denen des übrigen Gemüsepaprikas identisch. Infolge des hohen Wärmebedürfnisses erfolgt der Freilandanbau nur in warmen Klimaten mit ausreichender Wasserversorgung. Da die Lichtverhältnisse während der Wachstumsperiode einen entscheidenden Einfluß auf die Qualität des Paprikas besitzen, ist Ungarn das nördlichste Land, in dem ein Freilandanbau möglich ist.

In Ungarn erfolgt die Aussaat des Topa ab dem 5./6. März unter Folie. Erfahrungsgemäß treten zwischen dem 10. und 12. Mai oftmals noch Spätfröste auf, so daß das Auspflanzen ab Mitte Mai bis Anfang Juni mit 5 - 6 Pflanzen pro Quadratmeter beginnt. Heiße und gleichzeitig trockene Perioden sind dem Paprika abträglich, so daß nach dem Fruchtansatz bis zur beginnenden Reife gegebenenfalls bewässert werden muß und zwar 20 - 30 mm in 10 - 14 Tagen.

Wegen der langen Vegetationszeit des Topa von 160 bis 170 Tagen bis zur Rotfärbung, beginnt die Ernte in Ungarn üblicherweise erst ab dem 25. August; in ungünstigen Jahren kann sich der Beginn aber bis zum 5. September hinauszögern. Normalerweise werden die Felder bis zum Auftreten der ersten Fröste im Abstand von 10 Tagen beerntet. Als einziges Kriterium für die Erntefähigkeit gilt die Farbe; es werden vornehmlich voll rote Früchte geerntet, teilweise aber auch sogenannte bunte, die noch hellrot sind oder sogar noch grüne Stellen aufweisen.

Der Ertrag der Paprikapflanzen ist von vielen Faktoren abhängig und variiert in einem weiten Rahmen. Bei 5 - 6 Früchten, die jede Pflanze hervorbringt, schwanken die Hektarerträge zwischen 10 und 40 t, der durchschnittliche Ertrag dürfte bei etwa 20 t/ha liegen.

Die Qualität des Tomatenpaprikas ist nach Ansicht der Anbauer vom Erntezeitpunkt abhängig. Zu Beginn der Saison sind die Früchte normalerweise fester als später. Die Haupterntezeit ist der September, wo der Paprika auch am süßesten und geschmackvollsten ist. Im Oktober soll die Qualität dann nachlassen, was nach SOMOS wahrscheinlich mit den schlechteren Lichtverhältnissen zusammenhängt und sich in geringeren Vitamin C-, Trockensubstanz- und Zuckergehalten bemerkbar macht.

SORTEN

Die Qualität des Tomatenpaprikas ist von einer Reihe von Faktoren abhängig, wobei der Art des Bodens (Sand oder schwarzer Boden), der Möglichkeit der Bewässerung, der Anbautechnik, dem Pflanzenabstand und der Qualität des Saatgutes die größte Bedeutung zukommt. Während Form und Größe des Topa bei einer Sorte festliegen, verändert sich der Geschmack der Früchte in Abhängigkeit vom Standort, wofür neben den Bodenvor allem die Lichtverhältnisse sowie die Wasserversorgung verantwortlich sind. Dies ist auch der Grund dafür, daß in allen Anbauländern unterschiedliche Sorten zu finden sind. Die in Jugoslawien und Rumänien angebauten Sorten ähneln sehr den ungarischen und es besteht die Vermutung, daß sie aus diesen weiterentwickelt wurden. Die bulgarischen Sorten sind generell kleiner, die griechischen größer als die ungarischen. Geschmacklich sollen die ungarischen Sorten am ausdrucksvollsten und besten sein, was auf die besonderen klimatischen Bedingungen zurückgeführt wird. Während der Reifezeit herrschen normalerweise trockene Tage mit einer Temperatur zwischen 20 und 25 °C (bis 30 °C) vor und Nächte mit Temperaturen um 10 °C, so daß es in den Morgenstunden zur Taubildung kommt. Dieser Temperaturwechsel, in Verbindung mit einer geringen Wasserversorgung, scheint für den Reifeprozess des Tomatenpaprikas ideal zu sein.

In Ungarn sind derzeit drei Topa-Sorten zugelassen, nämlich Paradicsom alakú Szentesi, Pallagi und Korai, eine Neuentwicklung, Greygo, befindet sich im Versuchsanbau mit etwa 40 ha. Die wichtigsten Eigenschaften der genannten Sorten sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Die herausragende Sorte ist Szentesi, die bereits 30 Jahre alt ist und hervorragend gepflegt wurde. Nach Angaben verschiedener Seiten liegt der Anteil dieser Sorte am Gesamtanbau in Ungarn zwischen 80 und 90 %. Die Sorte ist sowohl für den Frischmarkt als auch für die industrielle Verarbeitung geeignet. Bei allen Vorteilen weist sie allerdings einen gravierenden Nachteil auf: ihre Neigung zur Kernhausverschimmelung.

Wenn im September die Nächte kühl werden, und der Paprika morgens mit Tau bedeckt ist, kommt es zum Öffnen der Spitzen der Früchte, was wahrscheinlich mit deren Flüssigkeitsdruck zusammenhängt. Durch die Öffnungen dringt Außenluft in die Hohlräume des Paprikas, wodurch ein Schimmelwachstum ermöglicht wird. Nach Untersuchungen von APONYI et al., 1987, erfolgt die Infektion bereits zur Blütezeit, in dem die Organismen über das Stigma und den Griffel in die jungen Früchte eindringen. Es ist aber auch eine weitere Infektion über die geöffnete Fruchtspitze möglich. Den Ergebnissen von APONYI et al., 1987, sowie HORVATH et al., 1987, zufolge besteht die Flora in verschimmelten Früchten zu 76 - 91 % aus Alternaria alternata, 5 - 18 % Botrytis cinerea, 1 - 2 % Fusarium ssp., 1 - 2 % Cladosporium ssp. sowie verschiedenen anderen Arten. Daneben findet man auch saprophytische Bakterien. Durch Spritzungen vor, während und nach der Blüte konnte die Infektionsrate auf ein Drittel gesenkt werden.

Bei der Sorte Szentesi ist das Schimmelproblem besonders groß und kann in ungünstigen Jahren 30 % der Früchte betreffen. Ein innerer Schimmelbefall des Paprika ist von außen her nicht zu erkennen und daher als besonders problematisch einzustufen. Große Hoffnungen werden deshalb in die neu entwickelte Topa-Sorte Greygo gesetzt, bei der die Fruchtspitze ganz geschlossen ist.

Tab. 3: Eigenschaften ungarischer Tomatenpaprikasorten

SORTE	P A R A D I C S O M A L A K Ö			
PARAMETER	SCZENTESI	PALLAGI	KORAI	GREYGO
Buschhöhe	40 - 45	40 - 45	40 - 45	45 - 50
Stand der Früchte	hängend	hängend	hängend	hängend
Fruchtfleisch (mm)	5 - 7	7 - 8	5.8 - 6.2	5 - 7
Fruchtgewicht (g)	90 - 110	90 - 100	90 - 100	
Fruchtdurchmesser (cm)	8 - 10	7 - 9		8 - 11
Fruchtlänge (cm)	3 - 5	4 - 5		4 - 6
Zahl der Rippen	3 - 4	3	3	3 - 4
Vegetationszeit (Tage)	140	135	135 (+ 25 bis Rotfärbung)	

TRANSPORT- UND LAGERBEDINGUNGEN

Nach HANSEN, 1985, sind die günstigsten Transport- und Lagerbedingungen für Gemüsepaprika Temperaturen von + 8 bis 9 °C, eine relative Luftfeuchtigkeit von 90-95 % und eine ausreichende Luftzirkulation, um die Bildung von Wärmenestern zu vermeiden. Unter diesen Bedingungen kann Gemüsepaprika maximal drei Wochen lang gelagert werden. Lagertemperaturen zwischen 0 und + 7 °C führen zu Kälteschäden, die sich je nach Temperatur und Lagerdauer als eingesunkene Flecken auf der Fruchtoberfläche als Verbräunen der Fruchtschale, des Kelches und der Samen sowie durch Pilzbefall bemerkbar machen. Die Schadsymptome treten dabei häufig erst nach dem Lagern bei höheren Temperaturen auf.

Untersuchungen zur CA-Lagerung von Tomatenpaprika wurden von SARAY und ALMASI, 1979, durchgeführt. Bei einer Lufttemperatur von 8 - 9 °C und einer Gasraumzusammensetzung von 3 % CO₂ + 2 % O₂ + 95 % N₂ konnte die Lagerfähigkeit auf 4 - 5 Wochen erhöht werden.

Seit 1961 wird Tomatenpaprika zunehmend in entkernter und geschnittener Form für die Verarbeitung importiert, um die Personalkosten zu reduzieren (DASSLER, 1969). Aus Ungarn werden jährlich etwa 10.000 t in dieser Form in verschiedene Länder exportiert. Mit der Lagerstabilität dieses Produktes haben sich SARAY et al., 1988, beschäftigt. Die Autoren kamen zu dem Schluß, daß geschnittener Paprika im Gegensatz zu ganzem durchaus ohne Kühl-schäden bei + 3 °C gelagert werden kann. Unter kontrollierter Atmosphäre (3 % CO₂ / 2 % O₂ / 95 % N₂) ist nach dem Gesamteindruck sowie nach den mikrobiologischen Befunden eine Lagerung von 3 bis 4 Tagen möglich.

In der Praxis der Versorgung mit Industriegemüse lassen die Transport- und Lagerbedingungen oft zu wünschen übrig. So sehen die Vorschriften von Exporteuren zwar Temperaturen zwischen 7 und 10 °C vor, doch sind die vorhandenen Vorkühl-

kapazitäten, vor allem in der Haupterntezeit, oftmals unzureichend. Weitere Unzulänglichkeiten ergeben sich auf den Transportfahrzeugen, wo die Kühlaggregate teilweise falsch angebracht oder nicht richtig eingestellt sind, so daß Kälteschäden bis hin zum Erfrieren des Paprikas, der in deren Nähe stand, nicht selten sind. Aus verschiedenen Ländern erfolgen die Anlieferungen zumindest teilweise sogar in offenen oder mit Planen bedeckten LKWs. In Anbetracht von Transportzeiten, die je nach Entfernung, Verkehrsverhältnissen sowie Zollformalitäten zwischen 5 und 10 Tagen betragen, bedarf diese Vorgehensweise keiner weiteren Diskussion.

Allgemein kann festgestellt werden, daß im Bereich des Transportes und der Lagerung des Tomatenpaprikas noch viele Fragen, auch vom theoretischen Ansatz her, offen sind und viele Aspekte im Sinne des Qualitätsgedankens besser organisiert und gelöst werden könnten.

DANKSAGUNG

Wesentliche Informationen, die in diesem Beitrag verarbeitet wurden, konnte ich im Rahmen einer Studienreise nach Ungarn gewinnen. Mein besonderer Dank gebührt in diesem Zusammenhang den folgenden Personen: Dr. I. Túri, Frau Barz, Dr. I. Terbe, Prof. Dr. A. Somos, Dr. T. Sáray, Dr. G. Pátkai, alle Universität Budapest; Dr. L. Zatykó, G. Csilléry, G. Botos, Forschungsinstitut Budatétény; G. Horváth, Dr. M. Pesti, Forschungsinstitut Szentes; Dr. K. Kapeller, Paprika Institut Kalocsa; Dr. L. Bene, Hungarofruct; E. Pétári, Konservenfabrik Nagykőrös sowie der Finn-Magyar Barátság, Szatymas. Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) sowie dem Ministerium für Bildung und Kultur der Volksrepublik Ungarn, danke ich für die Ermöglichung und Unterstützung des Studienaufenthaltes in Ungarn.

LITERATUR

ANDREWS, J.:

Peppers - the domesticated capsicums.

University of Texas Press, Austin, Texas, USA (1985)

APONYI, I.; O. KUJÁNI; B. BALOGH; A. VARGA:

Alternaria alternata on tomato shaped pepper and control possibilities.

Poster presented on the 1st International Symposium on Vegetables for Processing. Kecskemét, Ungarn 3.-7.08.1987

BRÜCHER, B.:

Tropische Nutzpflanzen.

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1977)

BUCHLOH, G.:

Persönliche Mitteilung: Universität Hohenheim (1987)

CHOLNOKY, L.; K. GYÖRGYFY; E. NAGY; M. PÁNCZÉL:

Acta Chim. Acad. Sci., Hung. 6, 143 (1955)

DASSLER, E.:

Warenkunde für den Fruchthandel.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg (1969)

FELDHEIM, W.:

Der Vitamin E-Gehalt der Paprika Früchte.

Z. Lebensm. Unters. Forsch. 104, 24-26 (1956)

HANSEN, H. (früher NICOLAISEN-SCUPIN):

Leitfaden für Lagerung und Transport von Gemüse und eßbaren Früchten.

Verlag Günter Hempel, Wolfsburg (1985)

HORVATH, G.; M. PESTI; E. SÁRKÖZI:

How to reduce the internal mould of the tomato shaped pepper.
Poster presented on the 1st International Symposium on Vegetable for Processing. Kecskemét, Ungarn 3.-7.08.1987

KRUG, H.:

Gemüseproduktion.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg (1986)

MELCHIOR, H.; H. KASTNER:

Gewürze. Botanische und chemische Untersuchung.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg (1974)

NEHRING, P.:

Frischgemüse.

In: SCHORMÜLLER, J.: Handbuch der Lebensmittelchemie.

Band V/2, S. 344

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1968)

OECD, Organisation for economic co-operation and development:

Poivrons doux. Sweet peppers.

OECD, Paris (1982)

SARAY, T.; E. ALMASI:

CA storage stability of tomato shaped paprika.

XV. International Congress of Refrigeration. Venice, C2/65.

Bulletin de l'Institut International du Froid 59(4), 1154
(1979)

SARAY, T.; H. BOHLING; W. HOLZAPFEL:

Lagerung und Transport von frischem, zerschnittenem Gemüse-
paprika.

DKV-Tagungsbericht. 15. Jahrg., München, Bd. 3 (1988)

SOMOS, A.:

The Paprika.

Akadémiai Kiadó, Budapest (1984)

SZÜCS, K.:

A fűszerpaprika termesztése és feldolgozása.

Zitiert in: SOMOS, A.: The Paprika.

Akadémiai Kiadó, Budapest (1984)

TARRACH, F.; K. HERRMANN:

Organische Säuren der Gemüsearten.

Z. Lebensm. Unters. Forsch. 183, 410-415 (1986)

TERPÓ, A.:

Kritische Revision der wildwachsenden Arten und der kultivierten Sorten der Gattung Capsicum L.

Feddes Repertorium 72(2/3), 155-191 (1986)

VdS, Verband der deutschen Sauerkonserven-Industrie e.V.:
Geschäftsbericht. Bonn (1977 ff.)

MASCHINELLE TEXTURPRÜFVERFAHREN ZUR VORAUSSAGE DER
VERARBEITUNGSEIGNUNG FRISCHER EINLEGEGERURKENFRÜCHTE

J. Weichmann

Technische Universität München

Lehrstuhl für Gemüsebau

-Nacherntephysiologie und Rohstoffqualität-
8050 Freising-Weihenstephan

1. Problem

Der Verbraucher erwartet von Gewürzgurken eine biß-fest knackige Textur, wie eine Umfrage des EMNID-Institutes (1980) ergab (in: Stähle-Hamatschek et al., 1985; Bohrer und Neugebohrn, 1985). Das gleiche Ergebnis wurde bereits bei einer 1961 durchgeführten Umfrage bei 400 Hausfrauen in den USA erhalten. 90 % der Befragten nannten als wesentlichstes Qualitätskriterium konservierter Einlegegurken die Knackigkeit (zitiert in Breene et al., 1972). So ist es nicht erstaunlich, daß die deutsche Sauerkonservenindustrie dieses Qualitätsmerkmal ebenfalls für ganz besonders wesentlich hält (Hengstenberg, 1987).

Allerdings gelingt es nicht allen Firmen, knackige Gurken zu produzieren. Jeweils im Winter der Jahre 1987/88 und 1988/89 wurden aus dem örtlichen Handel Gewürzgurken von unterschiedlichen Herstellern in vergleichbarer Sortierungsgröße beschafft und deren Textur gemessen. Von 12 Proben waren im Jahr 1987/88 nur 50 % als "noch knackig" zu bewerten. Im Jahr 1988/89 war von 19 Proben nur etwa ein Drittel "noch knackig" oder von besserer Textur.

Es ist erwiesen, daß die Textur verarbeiteter Einlegegurken im Wesentlichen durch die Rohware bestimmt wird (Weichmann, 1989). Besonders groß ist der Einfluß von Sorte und Erntetermin. Ein Verfahren, mit welchem bereits die Verarbeitungseignung der Rohware überprüft werden kann, könnte die Bemühungen der Industrie unterstützen, bessere Qualität bei Gewürzgurken zu erzeugen. Ein solches Verfahren könnte aber auch die Züchter bei ihrer Selektionsarbeit unterstützen.

2. Maschinelle Texturprüfverfahren

Maschinelle Texturprüfverfahren werden schon seit vielen Jahren in der Forschung bei Einlegegurken eingesetzt. Insbesondere hat man sich mit der Textur von Salzgurken beschäftigt. Bereits 1925 wurde von Magness und Taylor deren selbstentwickelter "Fruit-Pressure-Tester" benutzt, um objektivierte Texturuntersuchungen an rohen und verarbeiteten Gurken vorzunehmen.

Das Verfahren der maschinellen Texturprofilanalyse wurde erstmals von Breene et al. (1972) beschrieben, Jeon et al. (1973) definierten die im Kraft-Weg-Diagramm enthaltenen Texturparameter.

2.1. Texturprofilanalyse (TPA)

Die Methode der maschinellen TPA (Breene et al., 1972) wurde zunächst von Kleisinger und Weichmann (1985) sowie später von Weichmann (1987) vereinfacht:

Aus je 20 Gurkenfrüchten vergleichbarer Größe werden je zwei planparallele Scheiben von 10 mm Dicke geschnitten und für die TPA verwendet: Jede Scheibe wird zwischen Stempel und Platte gequetscht, die dabei auftretenden Kräfte werden gemessen. Die Flächen der Gurkenscheiben werden per Bildanalyse vermessen. Aus den erhaltenen Diagrammen werden mehrere Parameter ermittelt:

Verformung: Verformungsweg der Gurkenscheiben bis zur Bruchgrenze (mm);

Knackigkeit: Aufgewendete Kraft an der Bruchgrenze, bezogen auf die Fläche der Gurkenscheibe (MPa);

Festigkeit: Aufgewendete Kraft bei 7,5 mm Verformung, bezogen auf die Fläche der Gurkenscheibe (MPa);

Knackigkeitsmodul: Knackigkeit, bezogen auf Verformungsweg / Dicke der Gurkenscheibe.

2.2. Scherkraftmessung (SKM)

Ausgehend von der Tatsache, daß sich eine Gurke aus unterschiedlichen Geweben zusammensetzt (Exo-, Meso-, Endokarp) entwickelten Stähle-Hamatschek et al. (1985) ein Verfahren, bei welchem ein Gesamteindruck der Textur erhalten wird. Eine Mischprobe von 100 g Gurkenscheiben der Dicke 10 mm aus vergleichbaren Fruchtsektoren

ren wird in die Kramer-Scher-Zelle lagenweise eingeschichtet. Diese Probe wird mit definierter Vorschubgeschwindigkeit geschert. Aus dem erhaltenen Kraft-Weg-Diagramm können zwei Parameter entnommen werden:

Maximalkraft: (F_{\max}) höchster erhaltener Messwert, bezogen auf die Einwaage (N/g);

Energie: (E_{ges}) von der Kurve eingeschlossenen Fläche, bezogen auf die Einwaage (J/g).

2.3. Penetrometermessung (PEN)

Seit der Entwicklung eines "Fruit-Pressure-Testers" durch Magness und Taylor (1925) gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen, die sich mit vergleichbaren Geräten beschäftigen (z.B. Haller, 1941; Jones et al., 1954; Bell et al., 1955; Pflug et al., 1960). Die Forderung nach automatischer Datenerfassung führte in den letzten Jahren zu entsprechenden Weiterentwicklungen der Penetrometer. Heute gibt es netzunabhängig arbeitende Geräte mit Dehnungsmessstreifen als Sensor und Datenausgang. Ein derartiges Geräte wurde von uns in ein Stativ so eingespannt, daß mit einem einzigen Hebeldruck die unterlegte Gurke an definierter Stelle durchstoßen wird. Der Stempel hat wie frühere Geräte einen Durchmesser von 7,9 mm (5/16 Zoll), um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu sichern (z.B. mit Abbott et al., 1976). 20 Gurkenfrüchte werden jeweils im äußeren Drittel durchstoßen. Gemessen wird die dabei auftretende Maximalkraft.

3. Korrelations- und Regressionsanalyse

Mit Hilfe einfacher Regressionsanalyse wurden die Beziehungen zwischen den Texturprüfmethoden sowie zwischen der Textur frischer und konservierter Gurken ermittelt.

3.1. Vergleichbarkeit der Methoden

TPA und SKM

Alle Parameter der Texturprofilanalyse korrelieren sehr gut gesichert mit dem Maximal- und Energiewert der Scherkraftmessung.

Tabelle 1: Korrelationen zwischen Werten der TPA und SKM bei frischen Gurken

TPA	SKM	
	F_{\max}	Energie E_{ges}
Knackigkeit	0,61 ⁺⁺⁺	0,87 ⁺⁺⁺
Festigkeit	0,80 ⁺⁺⁺	0,62 ⁺⁺⁺
Knackigkeitsmodul	0,65 ⁺⁺⁺	0,85 ⁺⁺⁺

Die zugehörigen Regressionsgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{Knackigkeit} &= 0,216 + 0,225 * F_{\max} \\ \text{Knackigkeit} &= -0,219 + 0,0496 * E_{\text{ges}} \\ \text{Festigkeit} &= -0,213 + 0,424 * F_{\max} \\ \text{Festigkeit} &= -0,131 + 0,0507 * E_{\text{ges}} \\ \text{Knackigkeitsmodul} &= 0,634 + 0,548 * F_{\max} \\ \text{Knackigkeitsmodul} &= -0,221 + 0,111 * E_{\text{ges}} \end{aligned}$$

TPA und PEN

Alle Parameter der Texturprofilanalyse korrelieren hoch gesichert mit den Werten der Penetrometermessung.

Tabelle 2: Korrelationen zwischen Werten der TPA und PEN bei frischen Gurken

TPA	PEN
Knackigkeit	0,78 ⁺⁺⁺
Festigkeit	0,78 ⁺⁺⁺
Knackigkeitsmodul	0,74 ⁺⁺⁺

Die zugehörigen Regressionsgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{Knackigkeit} &= -0,009315 + 0,01416 * \text{PEN} \\ \text{Festigkeit} &= 0,142 + 0,01722 * \text{PEN} \\ \text{Knackigkeitsmodul} &= 0,5924 + 0,02791 * \text{PEN} \end{aligned}$$

3.2. Beziehungen zwischen der Textur frischer und konservierter Gurken

Die an frischen Einlegegurkenfrüchten ermittelten Texturwerte korrelieren signifikant mit den entsprechenden Werten konservier-

ter Früchte.

Tabelle 3: Korrelationen zwischen TPA-Werten frischer und konservierter Früchte

TPA frisch	TPA kons
Knackigkeit	0,64 ⁺⁺⁺
Festigkeit	0,52 ⁺⁺⁺
Knackigkeitsmodul	0,69 ⁺⁺⁺

Die zugehörigen Regressionsgleichungen sind:

$$\begin{aligned} \text{Knackigkeit (frisch)} &= 0,3778 + 1,3317 * \text{Knackigkeit (kons)} \\ \text{Festigkeit (frisch)} &= 0,4497 + 1,1543 * \text{Festigkeit (kons)} \\ \text{Knackigkeitsmodul (frisch)} &= 1,1249 + 1,1058 * \text{Kn.-Mod. (kons)} \end{aligned}$$

An frischen Gurken ermittelte Texturwerte können also in entsprechende Werte der konservierten Gurken umgerechnet werden.

4. Schnellmethode zum Prüfen der Rohware auf Verarbeitungseignung

Scherkraftmessung und Texturprofilanalyse erfordern einen hohen Geräteinsatz, sind also investitionsintensiv. Am wenigsten geräteintensiv ist die Penetrometermessung. Ein handelsübliches, netzunabhängig arbeitendes Penetrometer mit Datenausgang wird mit einem ebenfalls netzunabhängig arbeitenden Kleinrechner verbunden. Mit Hilfe entsprechender Software können die Penetrometerwerte übernommen und mit einer Identifizierungsnummer versehen werden. Nach Messung der Penetrometerwerte können diese mit den angegebenen Umrechnungsformeln in Werte anderer Verfahren und/oder konservierter Gurken umgerechnet werden.

Zum Beantworten der Frage, ob die Textur der frischen Gurken ausreichend ist, um nach dem Konservieren vom Verbraucher als knackig akzeptiert zu werden, wurde der Zusammenhang zu sensorisch ermittelten Werten überprüft. Das Konservieren und die zugehörige sensorische Bewertung wurde in einem Forschungs- und Entwicklungslabor der Sauerkonservenindustrie vorgenommen. Die Sensorik erfolgte analog dem Karlsruher Bewertungsschema mit einer 9-Punkte-Skala.

Zwischen Texturparametern frischer Gurken und den entsprechenden Sensorikwerten werden ebenfalls hochsignifikante Beziehungen ermittelt.

Tabelle 4: Korrelationen zwischen TPA-Werten frischer und Sensorikwerten konservierter Einlegegurken

TPA (frisch)	Sensorik (kons)
Knackigkeit	0,72 ⁺⁺⁺
Festigkeit	0,53 ⁺⁺⁺
Knackigkeitsmodul	0,75 ⁺⁺⁺

Die zugehörigen Regressionsgleichungen sind:

$$\text{Knackigkeit (frisch)} = -0,3003 + 0,09399 * \text{Sens. (kons)}$$

$$\text{Festigkeit (frisch)} = 0,05226 + 0,0744 * \text{Sens. (kons)}$$

$$\text{Knackigkeitsmodul (frisch)} = 1,0718 + 0,1935 * \text{Sens. (kons)}$$

Als Grenzwert für die Bewertung durch den Verbraucher wird der sensorische Wert für "noch knackig" genommen. Dies ergibt dann für die verschiedenen Texturprüfverfahren entsprechende Grenzwerte, welche von frischen Gurken erreicht oder besser überschritten werden müssen. Nur dann ist sichergestellt, daß die Textur der konservierten Gurken - ordnungsgemäßes Konservieren vorausgesetzt - verbrauchergerecht sein wird.

Tabelle 5: Grenzwerte für Texturparameter

Texturprüfmethode	Grenzwert für Verarbeitungswürdigkeit
TPA Knackigkeit	0,91
Festigkeit	1,01
Knackigkeitsmodul	2,33
PEN	64,92
SKM F_{\max}	3,06
Eges	22,76

5. Zusammenfassung

Knackigkeit der Früchte ist für den Verbraucher das wichtigste Qualitätsmerkmal verarbeiteter Einlegegurken. Das übliche Qualitätskontrollverfahren der sensorischen Bewertung des Fertigproduktes ist personal- und damit kostenintensiv und beinhaltet ein hohes wirtschaftliches Risiko. Es wurde deshalb untersucht, ob

maschinelle Texturprüfverfahren eine Aussage über die Knackigkeit von Gurken geben und ob die Knackigkeit frischer und verarbeiteter Gurken zueinander in enger Beziehung steht. Die Ergebnisse waren:

1. Maschinelle Texturprofilanalyse (TPA) ist ein geeignetes Verfahren zum Ermitteln der Textureigenschaften von Einlegegurken. TPA ist weitgehend automatisierbar, ermöglicht große Meßserien, die Ergebnisse werden in physikalischen Einheiten angegeben, sie sind räumlich und zeitlich vergleichbar.
2. Ergebnisse von Scherkraftmessungen sowie einfacher Penetrometermessungen (PEN) korrelieren gut mit entsprechenden Werten aus maschineller TPA.
3. Die Textureigenschaften frischer und verarbeiteter Einlegegurken stehen in enger Beziehung zueinander. Damit können die physikalischen Einheiten maschineller Prüfverfahren (TPA, SKM und PEN) in sensorische Bewertungen umgerechnet werden. Dies ermöglicht eine Voraussage der zu erwartenden Textur verarbeiteter Einlegegurkenfrüchte aus Messungen an frischen Früchten, d.h., die Verarbeitungseignung der Rohware ist messbar.

6. Literatur

- Abbott, J.A., Watada, A.E. und D.R. Massie, 1976: Effe-gi, Magness-Taylor, and Instron Fruit Pressure testing devices for apples, peaches and nectarines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 698 - 700.
- Bell, T.A., Etchells, J.L. und I.D. Jones, 1955: A method for testing cucumber salt-stock brine for softening activity. ARS-72-5.
- Bohrer, B. und D. Neugebohrn, 1985: Sortenversuche mit Einlegegurken. Industrielle Obst- und Gemüseverwertung 70: 466 - 474.
- Breene, W.M., Davis, D.W. und H. Chou, 1972: Texture profile analysis of cucumbers. J. Food Sc. 37: 113 - 117.
- Haller, H.M., 1941: Fruit pressure testers and their practical applications. USDA Circ. No. 627.
- Hengstenberg, E., 1987: Leserbrief. Ind. Obst- und Gemüseverwertung 72: 203.
- Jeon, I.J., Breene, W.M. und S.T. Munson, 1973: Texture of cucumbers: Correlation of instrumental and sensory measurements. J. Food Sc. 38: 334 - 337.
- Jones, I.D., Etchells, J.I. und R.J. Monroe, 1954: Varietal differences in cucumbers for pickling. Food Technol. 8: 415.
- Kleisinger, S. und J. Weichmann, 1985: Textur von Einlegegurkenfrüchten. Referat Jahrestagung der DGG, Hannover.

Magness, J.R. und G.F. Taylor, 1925: An improved type of pressure tester for the determination of fruit maturity. USDA Circ. No. 350.

Pflug, I.J., Joffe, F.M. und R.C. Nicholas, 1960: A mechanical recording pressure tester. Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bull. 43: 117.

Stähle-Hamatschek, S., Bohrer, B., Buckenhüskes, H. und K. Gierschner, 1985: Instrumentelle Texturmessungen an Einlegegurken. Ind. Obst- und Gemüseverwertung 70: 303 - 309.

Weichmann, J., Fritz, D., Kleisinger, S. und E. Gabriel, 1986: Stickstoff-Düngung und Textur parthenokarper Einlegegurken. Ind. Obst- und Gemüseverwertung 71: 120 - 123.

Weichmann, J., 1989: unveröffentlicht.

Danksagung: Der Firma Hengstenberg, Esslingen wird für die Konservierung und sensorische Bewertung der Einlegegurkenmuster auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

Schwarzkochnigung von Sellerie - ein verbesserter Schnelltest

G. Krischke
Technische Universität München
Lehrstuhl für Gemüsebau
8050 Freising - Weißenstephan

1. Problem, bisherige Testmethoden

Die Schwarzkochnigung von Sellerie stellt nach wie vor ein Problem dar. Manche Sorten reagieren auf thermische Behandlung beim Pasteurisieren oder Trocknen mit grauschwarzer Verfärbung. Zurückgeführt wird die Schwarzkochnigung auf die Reaktion von mehrwertigen Phenolen - bei Sellerie sind es Chlorogensäuren - mit Metallionen, hauptsächlich Eisenionen (Herrmann, 1976). Gesundheitlich stellt dieser Komplex keine Gefährdung dar, doch geht für den Verbraucher die Appetitlichkeit verloren. Außerdem kann ein metallischer Beigeschmack auftreten.

Die verarbeitende Industrie löst dieses Problem durch die Zugabe von Zitronen- oder Ascorbinsäure, da dann die Komplexbildung ausbleibt. Die Verarbeitungsindustrie kann auf den Zusatz von Säure verzichten, wenn sie hellbleibende Sorten verwendet. Die Schwarzkochnigung muß also getestet werden.

Bisher eingesetzte Methoden zum Überprüfen der Schwarzkochnigung von Sellerie weisen Schwächen auf:

Die **visuelle Bonitur** gekochten Selleries erfordert erheblichen Zeitaufwand zum Beurteilen der Verfärbungsintensität, vorher muß viel Zeit zur Schulung der Sensoriker aufgewendet werden. Das Ergebnis einer Bonitur sind handgeschriebene Listen, deren Inhalt für eine statistische Weiterbearbeitung auf geeignete Datenträger gebracht werden muß.

Der **Laugensprühtest** ist weniger zeitaufwendig, ist aber ebenso subjektiv wie eine Bonitur. Das Selleriegewebe verfärbt sich beim Besprühen mit Natronlauge je nach Schwarzkochnigung mehr oder weniger intensiv gelb. Die verschiedenen Gewebepartien reagieren jedoch unterschiedlich intensiv. Die Bonitur dieser Verfärbungen

liefert wie beim Kochtest handgeschriebene Urlisten.

2. Der Laugenschnelltest

2.1 Methodik

Auf der Basis des Laugensprühtests wurde ein schneller, objektiver und präziser Test entwickelt, der computergerecht Daten liefert:

Aus einer entsprechenden Stichprobe werden 20*20*5mm große, rohe Selleriestückchen mit definierter Oberfläche geschnitten. Nach gründlichem Durchmischen dienen vier Wiederholungen mit je 30g als Testmaterial. In 100ml 2%iger Kalilauge färben sich die Selleriestücke innerhalb von 10 min Einwirkzeit entsprechend ihrer Schwarzkochneigung mehr oder weniger gelb. Außerdem verfärbt sich die Lauge entsprechend:

Die einheitliche Gelbfärbung der Lauge stellt den Mittelwert der Verfärbung des gesamten Gewebes der Selleriestichprobe dar.

Die Gelbfärbung wird objektiv und quantitativ mit Hilfe eines Farbmeßgerätes bestimmt:

Die Meßsonde emittiert einen Laserblitz der Normlichtart C. Über Fotozellen wird der reflektierte Teil des Laserblitzes registriert und umgesetzt in drei Normfarbwerte mit der Bezeichnung L^* a^* b^* . Diese Farbkoordinaten sind im sogenannten CIELAB-System 1976 von der CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) festgelegt worden. Jede Farbe ist also exakt reproduzierbar durch drei Koordinaten bestimmt: a^* lokalisiert die Farbe auf der Rot-Grün-Achse, b^* auf der im rechten Winkel dazu liegenden Gelb-Blau-Achse. Diese beiden Achsen spannen einen Kreis des gesamten Farbspektrums auf, dem senkrecht die Farbhelligkeit als L^* untergeordnet ist.

Für das Bestimmen der Schwarzkochneigung genügt der b^* -Wert. Durch ihn ist die Gelbfärbung der Lauge so genau festgelegt, daß er als Maß für die Schwarzkochneigung dient, sofern bei gleichbleibender Schichtdicke der Lauge gemessen wird (Ergebniswerte beziehen sich auf 2,5cm).

2.2 Methodenvergleich

Acht Selleriearten wurden mit verschiedenen Methoden auf ihre Schwarzkochneigung überprüft (Tab.1). Jeweils 10 Sensoriker beurteilten Gewebestücke der Selleriearten auf ihre Verfärbung durch den Kochtest (9 min im kochenden Wasser; Gewebestückgröße 2*2*0,5cm) Das Boniturschema war an das Karlsruher Bewertungsschema angelehnt:

1 bedeutete "keine Graufärbung", 3 eine "leichte Graufärbung", die Note 5 war "deutlich grau" und 7 bedeutete bereits "dunkelgrau bis grauschwarz". Bei "fast schwarzem Gewebe" wurde mit 9 beurteilt.

Nach diesem Schema sind Correcta und Ruhm von Zwijndrecht schwarzkochend, die Sorten Ibis, Mentor, Monarch und Ofir hell, Invictus und Neve werden mit leichten Graufärbungen bewertet.

Im Vergleich zu diesem Kochtest wurde wie beschrieben roher Sellerie mit dem Laugenschnelltest überprüft. Die Messwerte dieses Tests geben die hohen Boniturwerte für Correcta und R.v.Zwijndrecht mit ebenfalls hohen Zahlen wieder. Helle Sorten haben entsprechend niedrige Werte. Die leichte Graufärbung der Sorte Invictus wird durch die Note 15,5 bestätigt. Die Sorte "Neve" wird mit dem Laugenschnelltest als weniger verfärbt bewertet als nach sensorischen Beurteilern. Hier zeigt sich die Überlegenheit und Unbestechlichkeit des Laugenschnelltests:

Die Prüfer bewerteten die Sorte "Neve" sehr unterschiedlich, zum Teil grau und dann mit hoher Note, zum Teil braun und deshalb mit 1. Das Farbmessgerät kam zu einem eindeutigen Ergebnis, da es die Schwarzkochneigung basierend auf chemischen Ursachen bestimmt: Die phenolischen Inhaltsstoffe, welche das Schwarzkochen auslösen, verfärben auch die Lauge. Die Korrelationsrechnung zwischen Bonitur und Messwerten ergab einen Korrelationskoeffizienten von 0,92.

3. Anwendung in der Praxis

Der modifizierte Laugenschnelltest ist ein schnelles, objektives System, das computergerecht Daten liefert.

Das Farbmessgerät besitzt einen genormten Datenausgang. Mit Hilfe geeigneter Software werden die gemessenen Werte auf einen in unserem Falle netzunabhängigen Kleinrechner weitergegeben. Da

auch das Farbmessgerät netzunabhängig arbeiten kann, ist dieses Verfahren als Schnelltest zur Rohwarenkontrolle im sellerieverarbeitenden Betrieb besonders geeignet.

4. Zusammenfassung

Um das Schwarzkochen von Sellerie in der Verarbeitung nicht mit Säurezusätzen verhindern zu müssen, verwendet man hellbleibende Sorten. Zur Testung dieser Eigenschaft bediente man sich einer zeitaufwendigen und subjektiven Bonitur. Durch einen neuen "Laugenschnelltest" und das Verwenden eines Farbmessgerätes wurde das Überprüfen der Schwarzkochneigung schnell, objektiv und präzise möglich: Die phenolischen Inhaltsstoffe schwarzkochender Selleriesorten verfärbten Kalilauge definierter Konzentration. Unter standardisierten Bedingungen ergeben sich reproduzierbare Beurteilungen der Schwarzkochneigung von Sellerie.

5. Literatur

HERRMANN, K., 1976: über Verfärbungen des Gemüses durch phenolische Inhaltsstoffe. Deutsche Lebensmittel Rundschau 3, 90-94

**Tabelle 1: Schwarzkochneigung von Sellerie:
Methodenvergleich**

Sorte	sensorische Bewertung	Laugen- schnelltest
Correcta	6,8	29,8
Ibis	1,9	4,7
Invictus	3,3	15,5
Mentor	1,3	5,6
Monarch	1,2	6,2
Neve	3,0	8,2
Ofir	2,1	7,3
R.v.Zwijndrecht	6,0	33,4

Adressen der Referenten

- Feldheim, W.
Prof. Dr. Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der Universität Kiel,
Düsternbrooker Weg 17-19, 2300 Kiel
- Titulaer, H.H.H.
Ir. Versuchsstation für den Acker- u.Freilandgemüsebau
Edelhertweg 1 / Postbus 430
8200 AK Lelystad / Niederlande
- Habben, J.
Dr. Bundessortenamt
Osterfelddamm 80, 3000 Hannover 61
- Junge, H.
Dr. Bundesforschungsanstalt für gartenbauliche
Pflanzenzüchtung
Bornkampsweg 31, 2070 Ahrensburg
- Wiebe, H.-J.
Prof. Dr. Institut für Gemüsebau der Universität Hannover
Herrenhäuser Str. 2, 3000 Hannover 21
- Heine, H.
Dr. Bundessortenamt
Osterfelddamm 80, 3000 Hannover 61
- Haffner, K.
Dr. Norges Landbrukshogskole
Institutt for hagebruk, Seksjon frukt og bar,
Boks 22, N-1432 Aas-NLH / Norwegen
- Schimmelpfeng, H.
Diplomgärtner Lehrstuhl für Obstbau der TU München
8050 Freising-Weißenstephan
- Schnock, M.
Dr. 7801 Ehrenkirchen-Norsingen
- Lenz, F.
Prof. Dr. Institut für Obst- und Gemüsebau der
Universität Bonn
Auf dem Hügel 6, 5300 Bonn 1
- Wendt, Th.
Dr. Institut für Obst- und Gemüsebau der
Universität Bonn
Auf dem Hügel 6
5300 Bonn 1
- Wedler, A.
Dr. Bundesforschungsanstalt für Ernährung
Rüdesheimer Str. 12-14, 6222 Geisenheim/Rheingau
- Kopp, H.-J.
Dr. Institut für Lebensmitteltechnologie
der Universität Hohenheim
Garbenstr. 25, 7000 Stuttgart 70
- Ericsson, N.-A.
Dr. Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Horticulture
POB 55, S-230 53 Alnarp / Schweden

- Hoftun, H.
 Dr. Agricultural University of Norway
 Dept. of Horticulture
 POB 22, N-1432 Aas-NLH / Norwegen
- Poulsen, N.
 Cand.Scient. Research Centre for Horticulture
 Institute of Vegetables
 Kristinebjergvej 6, DK-5792 Aarslev/Dänemark
- Mattsson, K. Swedish University of Agricultural Sciences
 Dept. of Horticulture
 POB 55, S-230 53 Alnarp / Schweden
- Henze, J.
 Prof. Dr. Institut für Obst- und Gemüsebau
 der Universität Bonn
 Auf dem Hügel 6, 5300 Bonn 1
- Höhn, E.
 Dr. Eidg. Forschungsanstalt
 CH-8820 Wädenswil / Schweiz
- Künsch, U. Eidg. Forschungsanstalt, Abt. Biochemie,
 CH-8820 Wädenswil / Schweiz
- Schmidt, K.
 Prof. Dr. Fachhochschule Weihenstephan
 Institut für Obst- u. Gemüseverarbeitung
 8050 Freising 12
- Buckenhüskes, H.
 Dr. Universität Hohenheim, Institut für Lebens-
 mitteltechnologie, Fachgeb. Gemüse- u.
 Früchtetechnologie
 Garbenstr. 25, 7000 Stuttgart 70
- Weichmann, J.
 Prof. Dr. Lehrstuhl für Gemüsebau
 Technische Universität München
 8050 Freising-Weihenstephan
- Kriskcke, G.
 Dipl.-Ing.agr. Lehrstuhl für Gemüsebau der TU München
 8050 Freising-Weihenstephan