

# Pflanzen

## Karottengeschmack – Beliebtheit, Süssigkeit und Bitterkeit

Ernst Höhn, Hans Schärer und Ulrich Künsch, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), CH-8820 Wädenswil

Auskünfte: Ernst Höhn, E-Mail: Ernst.Hoehn@faw.admin.ch, Fax +41 (0) 1 783 62 24, Tel. + 41 (0) 783 63 66

### Zusammenfassung

**Die Karotte (*Daucus carota* L.) ist eines der beliebtesten Gemüse aus einheimischer Produktion. Einer der Hauptfaktoren, der die Beliebtheit von Karotten einschränkt, ist das Auftreten von Bitterkeit. Diese wird durch die phenolische Verbindung Isocumarin verursacht. Ungünstige Bedingungen können die Karotte vor oder nach der Ernte in einen Stresszustand versetzen und zu Bitterkeit führen. Untersuchungen zur Biosynthese von Isocumarin zeigten, dass diese Verbindung über den Acetat-Malonat-Syntheseweg gebildet wird und nicht, wie die meisten phenolischen Komponenten, über den Shikimat-Syntheseweg. Konsumententests, sensorische Beurteilung durch geschulte Prüfer und Laboranalysen ergaben, dass Isocumarin in Mengen von mehr als 10 mg/kg die Essqualität beeinträchtigt. Karotten, die nach optimalen Anbau- und Lagerbedingungen zum Konsumenten gelangen, zeichnen sich durch geringen Isocumarin Gehalt aus, sind süsslich und nicht bitter.**

Genügender Früchte- und Gemüsekonsum vermindert das Risiko verschiedener Krankheiten. Es ist bekannt, dass ein Sechstel der Bevölkerung der Schweiz zu selten Gemüse isst. Die laufende, mehrjährige Kampagne «5 am Tag» hat zum Ziel, den täglichen Konsum von Früchten und Gemüse auf fünf Portionen (400 g) zu erhöhen. Nur geschmacklich attraktives Obst und Gemüse

wird vermehrt gekauft und mit Lust verzehrt. Die Projekte der Forschungsanstalt Wädenswil (FAW) sind darauf ausgerichtet, Geschmacksdefizite, welche dem vermehrten Konsum im Wege stehen, zu eliminieren. Dadurch erwarten wir, dass der Gemüsekonsum gesteigert und die einheimische Produktion gehalten oder gefördert wird. Unsere Bestrebungen sollen sicherstellen,

dass die Qualitätsansprüche der Endverbrauchenden in jeder Hinsicht gewährleistet sind. Dazu erarbeiten wir Qualitätssicherungskonzepte, welche jeden Schritt vom Feld bis auf den Tisch berücksichtigen.

Die Karotte ist mengenmässig bei weitem das wichtigste Produkt des schweizerischen Gemüsebaus (Tab. 1). Der Verbrauch liegt, gemittelt über die Jahre 1997 bis 2001 bei 8,4 kg pro Kopf und Jahr. Damit nimmt die Karotte, vom Verbrauch her, nach der Tomate den zweiten Platz ein. Trotzdem isst eine Schweizerin oder ein Schweizer im Jahr nur 70 – 72 Karotten. Dies bedeutet einen Konsum von etwas mehr als einer Karotte pro Woche. So betrachtet ist der Karottenkonsum eher gering und eine gewisse Steigerung sollte möglich sein.

### Konsumentenumfrage

Die Erwartungen der Konsumenten an die Essqualität von Karotten wurden in einer Marktstudie zur «Ermittlung der Einstellungen und Konsumgewohnheiten der Bevölkerung zum Thema Karotten» erfragt. Diese Umfrage wurde im Auftrag des Konsumentenforums, in Zusammenarbeit mit der FAW, von der Firma IHA+GfM Hergiswil durchgeführt. Aus dieser Umfrage, bei der 752 Personen befragt wurden, ging unter anderem hervor, dass 60% aller Befragten Karotten sehr gerne haben und 30% glauben, dass Karotten gesund sind. Im weiteren stellt die Süssigkeit die wichtigste Anforderung

Tab. 1. Die sieben wichtigsten Gemüse in der Schweiz (Durchschnitt der Jahre 1997 bis 2001)

Gemüseart	Inland		Import		Total		Verbrauch pro Kopf pro Jahr (kg)
	Menge (Tonnen)	Wert (Mio Fr.)	Menge (Tonnen)	Wert (Mio Fr.)	Menge (Tonnen)	Wert (Mio Fr.)	
Tomaten	29'234	70,5	45'628	63,6	74'862	134,1	10,4
Karotten	52'974	62,5	7'127	5,8	60'101	68,3	8,4
Zwiebeln	27'458	35,2	4'249	4,1	31'707	39,3	4,4
Kopfsalat	17'702	48,3	3'789	6,3	21'491	54,6	3,0
Gurken	9'149	17,1	12'165	15,3	21'314	32,5	3,0
Peperoni	165	0,5	19'971	43,6	20'137	44,1	2,8
Eisbergsalat	6'954	13,6	11'237	12,6	18'192	26,2	2,5

Quelle: Jahresberichte 1997 bis 2001 der Schweizerischen Zentralstelle für Gemüsebau

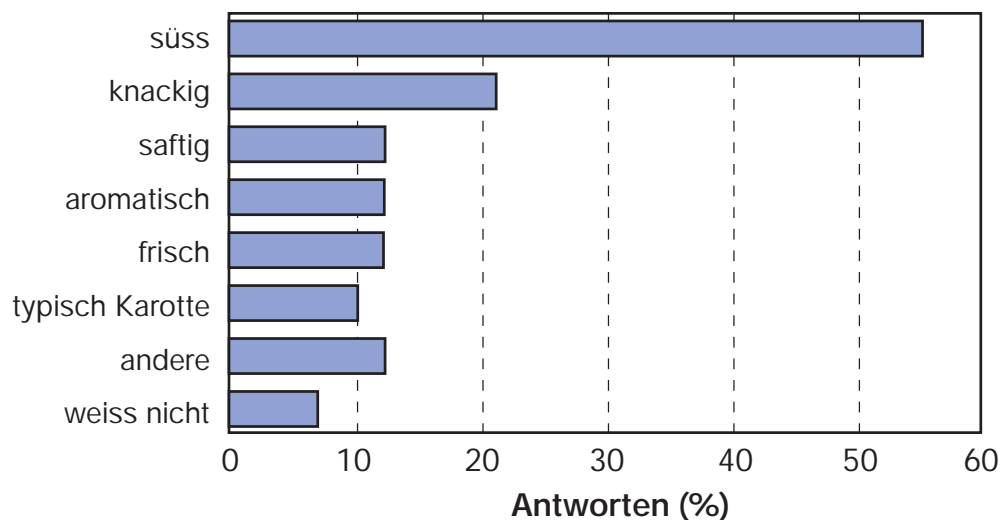
derung beim Geschmack dar, gefolgt von Knackigkeit, Saftigkeit, Aroma und Frische (Abb. 1). Im weitem sollen Karotten nicht gummig und nicht bitter sein.

### Wissensstand

Aus Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Inhaltsstoffen und dem Geschmack und Aroma der Karotten befassen, geht hervor, dass der Zuckergehalt mit der Süßigkeit verbunden ist. Es kommen in der Karotte aber Stoffe vor, welche die Süßigkeit vermindern können. Vermutlich sind es die gleichen Komponenten, die Bitterkeit verursachen. Die Entwicklung unerwünschter Bitterkeit in Karotten ist seit längerem bekannt. Generell scheint Bitterkeit eine Folge von Stress zu sein. Schon früh erkannte man den Zusammenhang zwischen dem bitteren Geschmack von Karotten und dem Phenol Isocumarin (3-Methyl-6-methoxy-8-hydroxy-3,4-dihydroisocumarin), das normalerweise nur in Spuren in Karotten vorkommt (Sondheimer 1957). Untersuchungen zur Biosynthese von Isocumarin zeigten, dass diese Verbindung über den Acetat-Malonat-Syntheseweg gebildet wird und nicht, wie die meisten phenolischen Komponenten, über den Shikimat-Syntheseweg (Fan *et al.* 2000). Das bedeutet, dass die Bildung von Isocumarin mit dem Atmungsstoffwechsel verknüpft ist. Dies erklärt den Zusammenhang mit Stress, der u. a. zu erhöhter Atmungsintensität der Karotte führt. So vermag zum Beispiel das Pflanzenhormon Ethylen, die Atmungsrate zu steigern und damit die Isocumarinbildung zu stimulieren. Eine weitere Ursache für die Bildung von Isocumarin ist der Befall der Karotten durch eine Reihe von Mikroorganismen.

### Konsumententests

Das Ziel des Konsumententests in Kombination mit einer senso-



rischen Beurteilung durch geschulte Prüfer und chemische Analysen war es, Richtwerte für Inhaltsstoffe festzulegen, die eine gute Karotte auszeichnen (Abb. 2). In Zusammenarbeit mit dem Konsumentenforum, Sektion Bern, wurde an der «Sichlete», 2001, ein Konsumententest durchgeführt. Es nahmen 150 Personen teil. Sie unterteilten sich in 60% Frauen und 40% Männer. Jeder Teilnehmerin und jedem Teilnehmer wurde nur eine Karotte vorgelegt. Dabei liessen wir sowohl gute als auch schlechte Karotten verkosten, die nach dem Zufallsprinzip aus einer der folgenden Gruppen gezogen wurden: a) frisch geerntete, b) frisch geerntete und mit Ethylenbelüftung bitter gemachte und c) ein Jahr gelagerte Karotten. Unmittelbar vor der Verkostung wurden Scheiben aus der Mitte geschnitten (Abb. 2) und den Prüfpersonen zur Beurteilung der Beliebtheit vorgelegt (Skala: 1 = extrem schlecht bis 9 = extrem gut). Nach der Beurteilung der Beliebtheit wurden die KonsumentInnen gebeten, eine Beurteilung der Festigkeit/Knackigkeit, Textur/Faserigkeit, Geschmacksintensität/Bitterkeit und Süßigkeit vorzunehmen. Dazu wurde der «Gerade-richtig-Test» mit den folgenden Beurteilungsstufen herangezogen: zu wenig, etwas zu wenig, gerade richtig, et-

was zu viel und viel zu viel. Am Rest der Karotte wurde der Zucker- ( $^{\circ}$ Brix) und Isocumarin gehalt bestimmt. Zusätzlich wurde jede Karotte durch geschulte Prüfer sensorisch nach Bitterkeit (nicht bitter, leicht bitter, bitter, sehr bitter) und Süßigkeit (fade, leicht süß, süß und sehr süß) klassifiziert.

Aufgrund der Beliebtheit teilten wir die Karotten in drei Qualitätsklassen ein: Karotten mit einer Beliebtheit von 1-3 ordneten wir der Qualitätsklasse «ungenügend», diejenigen mit einer Beliebtheit von 4-6 der Qualitätsklasse «genügend» und solche mit einer Beliebtheit von 7-9 der Qualitätsklasse «gut» zu.

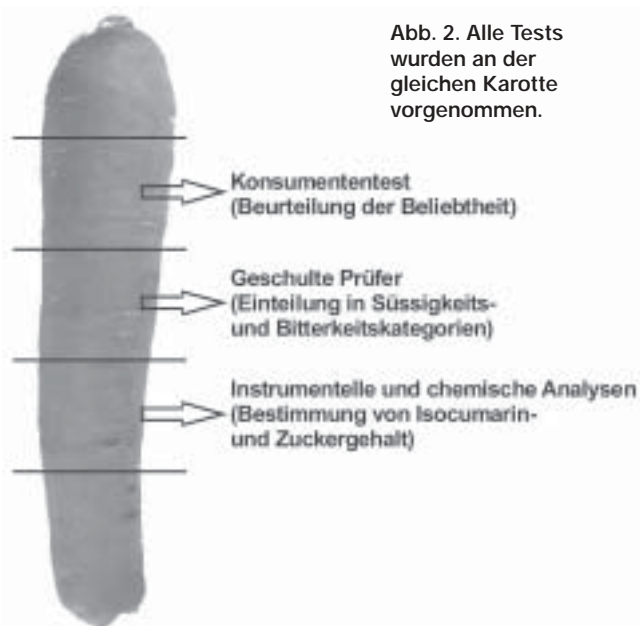


Abb. 2. Alle Tests wurden an der gleichen Karotte vorgenommen.

Abb. 1. Antworten der Konsumenten auf die Frage: Wie würden Sie den Geschmack einer guten Karotte beschreiben? (Basis 752 Personen, Mehrfachantworten möglich; Quelle: Konsumentenforum, Marktstudie November 2001).

Häufigkeit der Antworten (%)

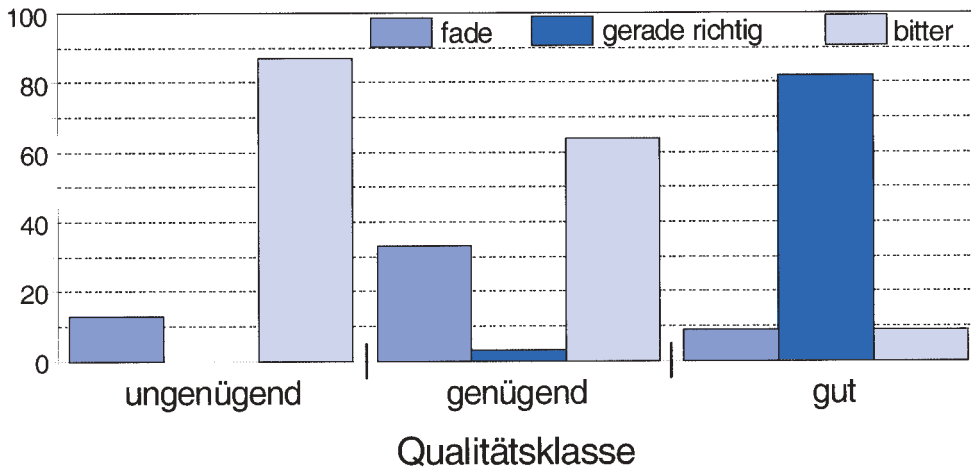


Abb. 3. Konsumenten-test: Geschmacksbeurteilung von Karotten der drei Qualitätsklassen.

Nach der Beurteilung der Beliebtheit wurden die Prüfpersonen gebeten, eine Beurteilung der Geschmacksintensität/Bitterkeit vorzunehmen. Die als ungenügend eingestuft Karotten wurden als zu bitter beziehungsweise viel zu bitter beurteilt (Abb. 3). In der Qualitätsklasse «genügend» wurde ein grosser Anteil als zu bitter oder als fade beurteilt. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass nicht Bitterkeit, aber Süssigkeit erwünscht ist.

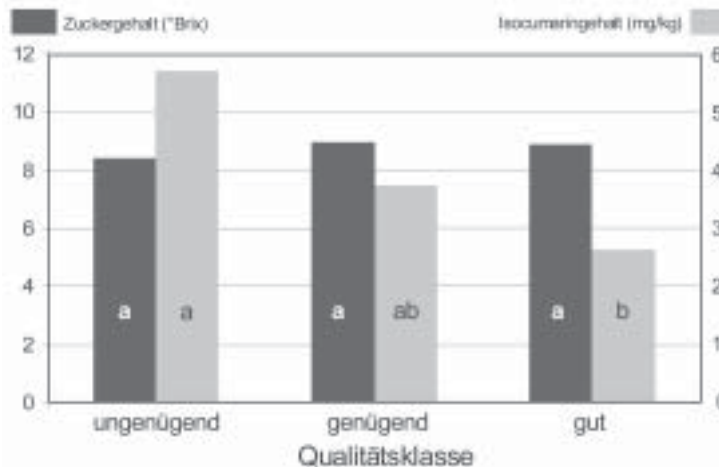
### Bitterkeit und Isocumaringehalt

Aus den Ergebnissen des Konsumententests war ein Trend ersichtlich, dass die Beliebtheit mit zunehmendem Isocumaringehalt abnahm. Im weiteren zeigte sich, dass Karotten der Qualitätsklassen «genügend» und «gut» im

Mittel Isocumaringehalte unter 35 mg/kg aufwiesen, während dem für die Klasse «ungenügend» durchschnittlich über 45 mg Isocumarin pro kg vorlagen (Abb. 4). Daraus lässt sich ein tolerierbarer Isocumaringehalt von ca. 40 mg/kg ableiten. Bei den Zuckergehalten (°Brix) der drei Qualitätsklassen wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

In Abbildung 5 sind für jede Bitterkeits-Kategorie der Isocumaringehalt und der Anteil Qualitätsklasse «gut» dargestellt. Es ist ersichtlich, dass zunehmende Bitterkeit mit steigenden Isocumaringehalten zusammenfiel. Der Anteil Qualitätsklasse «gut» betrug in der Kategorie «nicht bitter» über 70%, währenddem für die drei Kategorien «leicht bitter», «bitter» und «sehr bitter»

Abb. 4. Konsumenten-test: Isocumarin- und Zuckergehalt von Karotten der 3 Qualitätsklassen. Säulen mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (1% Irrtumswahrscheinlichkeit, Duncan Test).



der Anteil etwa 50% betrug. Wir stellten fest, dass eine Minderheit der KonsumentInnen auch bittere Karotten mit hohem Isocumaringehalt mit Höchstnoten bewertete. Dies war vermutlich ein Grund, weshalb etwa 50 % der bitteren Karotten sehr beliebt waren. Möglicherweise gibt es KonsumentInnen, die bittere Karotten schätzen. Es ist aber auch bekannt, dass die Empfindlichkeit für Bitterkeit zwischen Personen stark schwankt. Aufgrund der sensorischen Beurteilung durch die geschulten Prüfer zeigte sich, dass ab 30 mg Isocumarin pro kg Bitterkeit festgestellt wurde und die Karotten dann auch bei den KonsumentInnen weniger beliebt waren.

### Süssigkeit und Isocumaringehalt

Jede Karotte wurde durch die geschulten Prüfer auch nach Süssigkeit klassifiziert: fade, leicht süss, süss, sehr süss. In Abb. 6 sind zu jeder Kategorie der Isocumarin- und Zuckergehalt (°Brix) dargestellt. Es ist ersichtlich, dass fade Karotten viel Isocumarin, aber auch viel Zucker enthielten. Dies bestätigt den früheren Befund, dass Isocumarin die Süssigkeitswahrnehmung unterdrückt ohne dass Bitterkeit wahrgenommen wird. In den drei Kategorien «leicht süss», «süss» und «sehr süss», wurden zunehmende Zuckergehalte und abnehmende Isocumaringehalte festgestellt. Wir beobachteten zudem, dass in diesen Kategorien mit zunehmendem Zuckergehalt der Anteil Qualitätsklasse «gut» von 64 via 78 auf 83% zunahm. In isocumarinarmen Karotten ist die Geschmacksqualität positiv mit den Zuckergehalten korreliert. Obwohl bei einem Isocumaringehalt von weniger als 30 mg/kg (Abb. 5) noch keine Bitterkeit wahrgenommen wurde, zeigt Abbildung 6, dass ab 10 mg Isocumarin pro kg die Süssigkeit unterdrückt wird. Aufgrund der Bedeutung der Süssigkeit für die Akzeptanz

lässt sich somit ein tolerierbarer Isocumarin Gehalt von 10 mg pro kg Karotten ableiten.

### Prämiierung von Karotten: Goldene Karotte 2001

Im November 2001 fand in Wülflingen unter der Leitung der Fachstelle Gemüse, Lindau/ZH, eine grosse Karottendegustation statt. 130 VertreterInnen aus Produktion, Handel, Verarbeitung, Beratung, Bildung und Agroindustrie sowie Konsumentinnen des «Forum Elle» nahmen an der Degustation teil (Koch und Rüschi 2001). Degustiert wurden 41 Karottenmuster aus dem Kt. Zürich, wobei 11 Muster aus Biobetrieben und 30 aus IP-Betrieben stammten. Jedes Muster wurde von 15 bis 17 Personen beurteilt. An der Veranstaltung ging es darum, eine Rangfolge, insbesondere die «Goldene Karotte 2001» zu ermitteln. Im weiteren wurde erfolgreich kommuniziert, welche vielfältigen Aspekte die Qualitätssicherung von der Saat bis zum Teller umfasst. Einige Ergebnisse aus der detaillierten Auswertung zeigten: von den 41 getesteten Mustern wurden 80% als akzeptabel und 20% als nicht akzeptabel beurteilt. In den nicht akzeptablen Karotten fanden wir im Mittel etwa 50 mg Isocumarin/kg. In den akzeptablen dagegen lag er, mit einer Ausnahme, unter 9 mg/kg. Es konnte kein signifikanter Einfluss der Sorte auf das Degustationsergebnis festgestellt werden. Im weiteren liess sich im Geschmack kein signifikanter Unterschied zwischen Karotten aus Bio- und IP-Anbau feststellen. Unabhängig von der Anbauweise wurden bei allen Mustern grosse Streuungen sowohl in der Degustation als auch in den chemischen Analysen festgestellt. Ursachen für Bitterkeit

Die Bitterkeit kann, wie in Abbildung 7 schematisch dargestellt, durch eine Reihe von Fak-

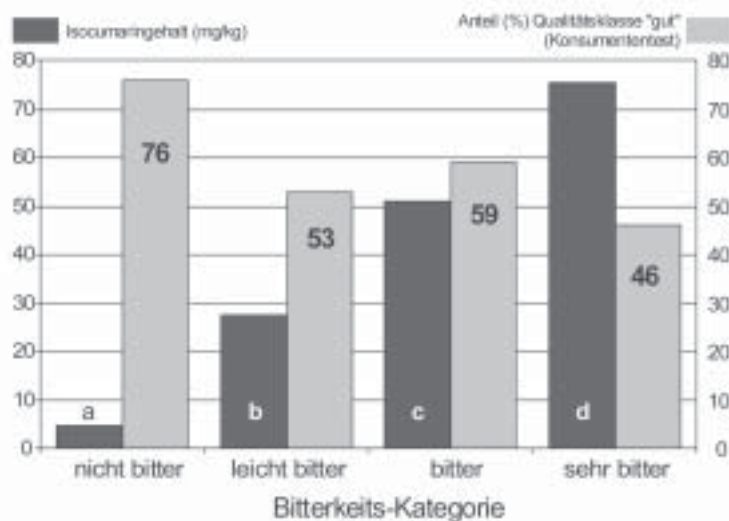


Abb. 5. Klassifizierung der Karotten nach Bitterkeit (geschulte Prüfer), Isocumarin Gehalt (chemische Analyse) und Anteil Qualitätsklasse «gut» (Konsumententest). Säulen mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (1% Irrtumswahrscheinlichkeit, Duncan Test).

toren, welche von der Saat bis auf den Tisch auf die Karotte einwirken, verursacht werden.

Erste Erkenntnisse zum Einfluss von Sorte, Standort, Anbauweise und Lagerung auf die Bitterkeit und auf weitere Qualitätseigenschaften sind nachfolgend zusammengefasst. Ein Sorteneinfluss ergab sich für den Zuckergehalt (°Brix), den Nitratgehalt und wahrscheinlich auch für den Isocumarin Gehalt. Grundsätzlich bilden alle Sorten Isocumarin, wenn sie Stressbedingungen ausgesetzt sind. Allerdings scheint das Ausmass der Isocumarinbildung sortenabhängig zu sein. Beispielsweise scheint die Sorte Maestro im Vergleich mit anderen Sorten viel Isocumarin zu bilden.

Ein ausgeprägter Standorteinfluss wurde beim Isocumarin-

gehalt beobachtet. Dabei wurden die Unterschiede vor allem zwischen Betrieben, unabhängig von Bodenart und Region festgestellt. Dies weist darauf hin, dass die «Kulturführung» eine ausschlaggebende Rolle spielt und sich in einer individuellen und situationsgerechten Handhabung widerspiegelt. Allerdings spielen andere Faktoren wie Witterungseinflüsse, Infektionsdruck durch Pilze unter Umständen eine wesentliche Rolle.

Die Alternaria Blattfleckenkrankheit verursacht oft grosse Ertragsausfälle bei Karotten. Ein Aspekt galt der Abklärung, ob Alternariabefall die Bildung von Isocumarin auslöst. Untersucht wurden unbehandelte, stark befallene und mit Fungizid behandelte, schwach befallene Karotten der Sorte Nevis. Bei den unbehandelten Karotten war eine

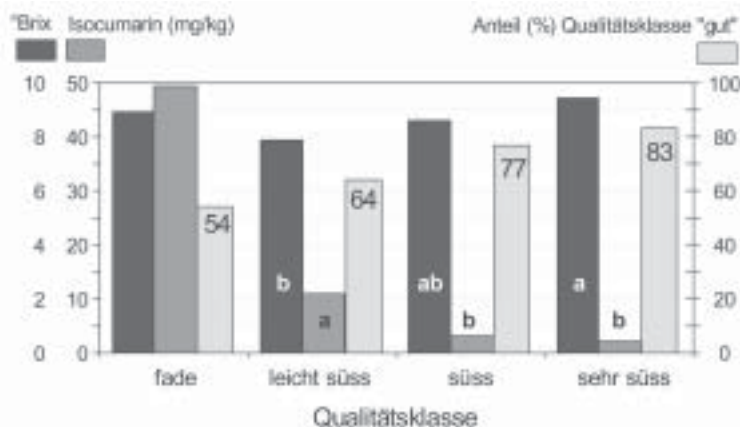


Abb. 6. Klassifizierung der Karotten nach Süssigkeit (geschulte Prüfer), Isocumarin- und Zuckergehalt (chemische Analyse) und Anteil Qualitätsklasse «gut» (Konsumententest). Säulen mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (1% Irrtumswahrscheinlichkeit, Duncan Test).



Abb. 7. Faktoren, welche zu bitteren Karotten führen.

beträchtliche Ertragsminderung zu verzeichnen. Hingegen führte der Alternariabefall nicht zu Isocumarinbildung, aber der Zuckergehalt in den unbehandelten Proben war deutlich niedriger als in den behandelten. Es wurden geringe Isocumaringehalte und kein bitterer Geschmack festgestellt. Daraus lässt sich vorläufig ableiten, dass Alternariabefall bei anfälligen Sorten zu Ertragseinbußen und zu etwas tieferem Zuckergehalt, aber nicht zu bitteren Karotten führt. Entgegen unseren früheren Annahmen ist der Alternariabefall primär auf infiziertes Saatgut und nicht auf den Standort zurückzuführen. Abhilfe soll durch Desinfektion des Saatguts geschaffen werden (Heller und Baroffio 2002).

Weitere Krankheitserreger von Karotten sind seit längerem bekannt. Es sind dies die beiden bodenbürtigen Schwarzfleckenpilze *Chalaropsis thielavioides* und *Thielaviopsis basicola*. Von Schwarzfleckenpilzen befallene Karotten weisen oft einen stark bitteren Geschmack auf. Der bitterere Geschmack ist durch die Bildung von Isocumarin im befallenen Karotten-Gewebe bedingt. Unsere Untersuchungen zeigen,

dass es sich bei den beiden Schwarzfleckenpilzen um in der Schweiz weit verbreitete Krankheitserreger handelt, die in Form von Dauersporen im Boden sehr lange überlebensfähig sind. Es gibt Hinweise, dass andere Kulturen von diesen Pilzen ebenfalls befallen und als Wirtspflanzen dienen können. Diese Aspekte müssen geklärt und die Fruchtfolgeplanung entsprechend angepasst werden (Heller 2001).

Die oben erwähnten Sorten- und Standorteinflüsse gelten sowohl für den Bio- als auch für den IP-Anbau. Kein Einfluss hatte die Anbauweise auf den Isocumaringehalt. Unabhängig von der Anbauweise wurden bei allen Mustern grosse Streuungen sowohl in der sensorischen als auch in den chemischen Analysen festgestellt. Beispielsweise fanden wir im gleichen Posten Karotten mit viel Isocumarin und solche mit kaum nachweisbarer Menge.

Die Lagerung hatte nur einen geringfügigen Einfluss auf den Isocumarin- und Zuckergehalt (°Brix), solange optimale Einlagerungs- und Lagerungsbedingungen eingehalten wurden. Allfällige Lagerungsfehler wie Ethylen in der Lagerluft, können sich in einem gesteigerten Isocumaringehalt und Bitterkeit äußern. Dies zeigten Lagerungsversuche von Karotten des Erntejahres 1999, bei denen von mehreren Karottensorten Teilposten im Karottenlager beziehungsweise im Apfellager gelagert wurden (Abb. 8). Bei letzteren stiegen die Isocumaringehalte innerhalb einer Woche bis auf das Zehnfache der Ausgangswerte an, nachher blieben die Werte bis zur Auslagerung nach sechs Monaten unverändert. Bemerkenswert ist, dass in den Karotten vom Standort Ins wesentlich höhere Isocumaringehalte resultierten als in denjenigen von Sevelen. In der Wiederholung des Lagerversu-

ches im Jahr 2000 bildeten hingegen die Karotten des Standorts Sevelen deutlich mehr Isocumarin als diejenigen des Standorts Ins. Die Neigung zur Isocumarinbildung wird offenbar durch Vorerntefaktoren beeinflusst. Bei den Karotten, die «richtig» und ohne Obst im Karottenlager eingelagert waren, blieben die Isocumaringehalte während der ganzen Lagerung niedrig und unverändert.

Versuche, bei denen Karotten mit Ethylen-Luftgemischen (1000 ppm) begast wurden, löste Ethylen eine Steigerung der Atmungsgeschwindigkeit bei Karotten nach etwa zwei Tagen aus und führte zu Isocumarinbildung. Entgegen den Angaben in Lehrbüchern, nahm die Wirkung des Ethylens nach etwa zehn Tagen ab, d.h. die Atmungsrate der begasteten Karotten verringerte sich und glich sich derjenigen der Kontrolle in Luft an. Dies erklärt die Beobachtung, dass Karotten, welche mit Obst gelagert wurden nach einigen Tagen Isocumarin bildeten und nachher im Verlauf der weiteren Lagerung keine weitere Zunahme verzeichneten. Ethylenmessungen im Obstlager ergaben Werte von 4 bis 20 ppm. Diese Versuche bestätigten, dass durch Befolgung einer guten Lagerpraxis, Bitterkeit in Karotten vermieden werden kann. Es bleibt abzuklären, ob erst beim Transport, später an den Verkaufsstellen und schlussendlich beim Konsumenten im Kühlschrank, in Gegenwart von Obst, Isocumarin gebildet wird und bittere Karotten entstehen.

### Schlussfolgerungen/ Ausblick

Das Ziel dieses Vorhabens ist die Bereitstellung von Grundlagen zur Etablierung eines Qualitätssicherungssystems über die ganze Kette von der Produktion bis zum Konsum, damit nur knackige, süsse und geschmackvolle Karotten den Konsumenten erreichen.

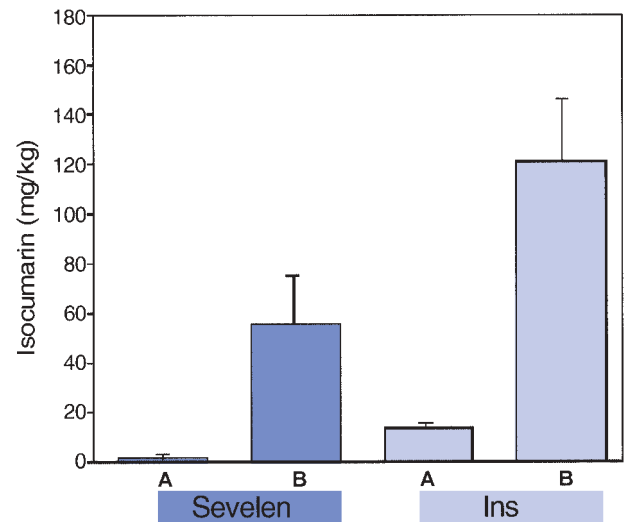
In einem ersten Schritt ermittelten wir in einer Marktstudie die Erwartungen der Konsumenten an den Geschmack einer guten Karotte. In den nachfolgenden Konsumententests ging es darum, durch Verkostung herauszufinden, welche Karotten als gut, beziehungsweise als schlecht beurteilt werden. Verknüpft wurden sie mit einer sensorischen Beurteilung durch geschulte Prüfer und chemische Analysen. Dies erlaubte es, die Karotten mittels sensorischen und chemisch analytischen Parametern zu charakterisieren. Daraus resultierte, dass Isocoumarin in Mengen von mehr als 10 mg/kg die Essqualität beeinträchtigt. Im weiteren ging es darum, Vorernte- und Nacherntefaktoren zu eruieren, welche die Isocoumarinbildung induzieren. Wir fanden, dass eine Vielzahl von Faktoren in komplexer Weise zusammenspielen und Empfehlungen für Massnahmen, die zu «guten» Karotten führen, erschweren. Immerhin wäre es empfehlenswert, Karotten mit mehr als 10 mg Isocoumarin pro kg nicht in den Verkauf zu bringen. Durch eine solche Kontrolle zum Zeitpunkt des Abpackens würden schätzungsweise 10% wegfallen. Bittere Karotten können aber auch nach dem Verlassen des

Abpackbetriebes auftreten: zum Beispiel durch Aufbewahren in Gegenwart von Obst an den Verkaufsstellen und im Haushalt.

Isocoumarin beeinträchtigt die Essqualität. Aber auch isocoumarinarme Karotten zeigen grosse Unterschiede in der Essqualität. Das heisst, dass in diesem Fall andere Inhaltsstoffe den Geschmackseindruck bestimmen. Ein Beispiel ist die Süssigkeit, die in isocoumarinarmen Karotten positiv mit dem Zuckergehalt korreliert ist. Für den typischen Karottengeschmack sind zusätzlich andere Stoffklassen verantwortlich, nämlich Terpene und Phenole. Die Rolle dieser sekundären Pflanzenstoffe soll in ihrer Auswirkung auf den Geschmack und zudem hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Bedeutung untersucht werden.

#### Literatur

- Sondheimer E., 1957. The isolation and identification of 3-methyl-6-methoxy-8-hydroxy-3,4-dihydroisocoumarin from carrots. *J. Am. Chem. Soc.* **79**, 5036-5039.
- Fan X., Mattheis J. P. and Roberts R. G., 2000. Biosynthesis of phytoalexins in carrot root requires



ethylene action. *Physiologia Plantarum* **110**, 450-454.

- Heller W. and Baroffio C., 2002. Milchsäure-Desinfektion zur Elimination von *Alternaria*-Pilzen bei Karottensamen. *Der Gemüsebau* **64**, 12-13.
- Heller W., 2001. Werden die Schwarzfäulepilze in der Schweiz unterschätzt? *Der Gemüsebau* **63**, 21-22.
- Koch W. und Rüschi A., 2001. Vergabe der goldenen Karotte an Gemüse-Corner. *Der Gemüsebau* **63**, 36.

Abb. 8. Bildung von Isocoumarin in Karotten des Erntejahres 1999 nach sechs Monaten Lagerung im Karottenlager (A) bzw. im Apfellager (B).

## RÉSUMÉ

### Goût de carotte: popularité, douceur et amertume

La carotte (*Daucus carota* L.) est un des légumes les plus appréciés de la production indigène. Un des principaux facteurs qui réduit la popularité des carottes est l'amertume. Elle est causée par l'isocoumarine un composé phénolique. Des conditions défavorables peuvent mettre la carotte dans un état de stress avant ou après la récolte et provoquer ainsi la production de substances amères. Des enquêtes sur la biosynthèse de l'isocoumarine ont montré que ce composant est produit par le chemin acétate-malonate et non par le chemin shikimate comme la plupart des substances phénoliques. Des dégustations par des consommateurs et des analyses sensorielles effectuées par des experts ainsi que des analyses chimiques ont montré que l'isocoumarine à un taux de plus de 10 mg par kg de carottes restreint la qualité gustative. Des carottes arrivant sur l'étalage après une production et un stockage selon des conditions optimales ne contiennent que des traces d'isocoumarine; elles sont douces et pas amères.

## SUMMARY

### Carrot flavour – acceptance, sweetness and bitterness

The carrot (*Daucus carota* L.) is one of the best liked vegetables and is in addition the predominant vegetable grown in Switzerland. However, occurrence of bitterness is one of the main factors diminishing its popularity. The causative compound is isocoumarin a phenolic. Any kind of preharvest or postharvest stress may induce its synthesis and thus bitterness in carrots. Its biosynthesis occurs via the acetate-malonate pathway and not via the shikimate-pathway as common for phenolics. Consumer tests combined with sensory tests by trained panelists and chemical analysis showed that isocoumarin exceeding 10 mg/kg diminished eating quality. Carrots grown under optimal conditions and stored optimally contain trace amounts of isocoumarin and are characterized by sweet taste and absence of bitterness.

**Key words:** carrot, *Daucus carota* L., consumer acceptance, sweetness, bitterness, isocoumarin.