

Karotten von der Saat bis zum Teller

# Einfluss von Sorte, Standort, Jahr, Anbauweise und Lagerung auf den Carotingehalt

Karotten sind ergiebige Quellen an  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin und weiterer sekundärer Pflanzenstoffe (SPS). Es ist bekannt, dass viele SPS auch für Geschmack, Aroma und Farbe eine Rolle spielen. Der Einfluss von Vorernte- und Nacherntefaktoren auf den Gehalt an SPS gewinnt deshalb zunehmend an Bedeutung. Für die Entwicklung eines Qualitätssicherungskonzepts sind die Kenntnisse über die Auswirkung dieser Faktoren unumgänglich.

U. Künsch, E. Höhn, H. Schärer, F. Hesford und K. Schneider; Eidg. Forschungsanstalt, 8820 Wädenswil  
M. Koller; Forschungsinstitut für biologischen Landbau, 5070 Frick

In dieser Arbeit berichten wir über den Carotingehalt. Carotine umfassen eine Vielzahl von Verbindungen. Wichtig in der Karotte sind  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin, da sie Vorstufen von Vitamin A (Provitamine) sind. Der tägliche Bedarf des Menschen an Vitamin A ist bekannt und beträgt 2 bis 4 mg in Form von  $\beta$ -Carotin. Ziel unserer Untersuchungen war es, abzuklären, welchen Beitrag Karotten zur Deckung des täglichen Bedarfs liefern. Im Weiteren wollten wir erste Erkenntnisse über den Einfluss von Sorte, Standort, Jahr, Anbauweise und Lagerung auf den Carotingehalt gewinnen.

## Sorteneinfluss

Im Jahr 1999 bestimmten wir den Carotingehalt von der weissen «Küttiger» und der gelben «Pfälzer». Aus der Literatur ist bekannt, dass die orange Farbe der Karotten von  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin herrührt. Erwartungsgemäss fanden wir niedrige Carotin-Gehalte

	$\alpha$ -Carotin / $\alpha$ -carotène	$\beta$ -Carotin / $\beta$ -carotène
Küttiger / <i>carotte blanche</i>	< 0,1	0,1
Pfälzer / <i>carotte jaune</i>	0,2	0,7
Typ Nantaise / <i>type nantais</i>	2,8 - 4,9	6,5 - 9,4

Abb. 1. Carotingehalte von «Küttiger», «Pfälzer» und «Nantaise-Typen». (Foto: Hans Schärer)

Fig. 1. Teneur en carotène des carottes blanches, jaunes et nantaises.

(unter 1 mg/100 g) in den weissen «Küttiger» und den gelben «Pfälzer» (Abb. 1). Deshalb sind diese «traditionellen» Sorten keine ergiebigen Carotinquellen.

Der Schwerpunkt unserer Untersuchungen umfasste 29 Nantaise-Typen, darunter die fünf am häufigsten angebauten Sorten im schweizerischen Gemüsebau (Bolero, Nandor, Nandrin, Nevis und Puma). In den Erntejahren 1999, 2000 und 2001 wurden insgesamt 348 Proben untersucht, die sich aus 270 IP- und 78 Bio-Mustern zusammensetzten. Aus unserer Sicht widerspiegelt diese Stichprobe die Situation auf dem Schweizer Markt (Abb. 2).

Die  $\alpha$ -Carotingehalte der «Nantaise-Typen» variierten in den drei Jahren zwischen 3,1 und 4,9 mg/100 g (Gesamt-Mittelwert: 3,6 mg/100 g) und die  $\beta$ -Carotingehalte zwischen 6,5 und 9,8 mg/100 g (Gesamt-Mittelwert: 7,6 mg/100 g). Aus dem Gesamt-Mittelwert ist ersichtlich, dass Karotten doppelt so viel  $\beta$ -Carotin wie  $\alpha$ -Carotin enthalten. Dies ist im Hinblick auf die Vitamin-A-Versorgung von Bedeutung.  $\beta$ -Carotin weist 100% Vitamin-A-Aktivität auf, während sie

für  $\alpha$ -Carotin nur 50% ausmacht. In Abb. 2 sind die Sorten nach steigendem  $\beta$ -Carotingehalt angeordnet. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass der  $\alpha$ -Carotingehalt nicht parallel zum  $\beta$ -Carotingehalt verläuft. Das Verhältnis scheint sortenabhängig zu sein, denn der  $\alpha$ -Carotinanteil beträgt je nach Sorte zwischen 35 und 60% vom  $\beta$ -Carotin-Gehalt. Obwohl die Sorte sowohl beim  $\alpha$ - als auch beim  $\beta$ -Carotin eine massgebliche Rolle spielt, deuten die grossen Standardabweichungen darauf hin, dass weitere Faktoren die Carotingehalte beeinflussen. Karotten umfassen eine Vielfalt von Sorten, welche ständig wachsen. Die Züchter bemühen sich, stetig neue, innovative Produkte zu entwickeln. Eine neue Sorte, «Nutri-red» genannt, die durch traditionelle Züchtungsmethoden entstand, zeichnet sich durch ihre burgunderrote Farbe aus. Sie wurde im Jahr 2002 in unser Untersuchungsprogramm aufgenommen. Dabei stellten wir fest, dass sie zusätzlich Lycopin enthält. Der durchschnittliche Gehalt von 10 Karotten betrug 7,1 mg/100 g. Der Bereich erstreckte sich von 4,0 bis 10,6 mg/100 g und verdeutlicht die grosse Streuung von Karotte

zu Karotte. Dieses Carotin kommt in ähnlichen Mengen in Tomaten vor, und es werden ihm vorbeugende und hemmende Wirkungen gegen Herz-Kreislauf-Krankheiten oder Krebsleiden zugeschrieben. Es hat keine Vitamin-A-Wirkung. Der  $\alpha$ -Carotingehalt betrug 0,4 mg/100 g, der  $\beta$ -Carotingehalt 3,9 mg/100 g (Abb. 2). Eine Portion «Nutri-red» vermag den täglichen Bedarf an  $\beta$ -Carotin abzudecken. Es wird empfohlen, die «Nutri-red» zum Kochen zu verwenden, weil sich dann die burgunderrote Farbe besonders schön präsentiert.

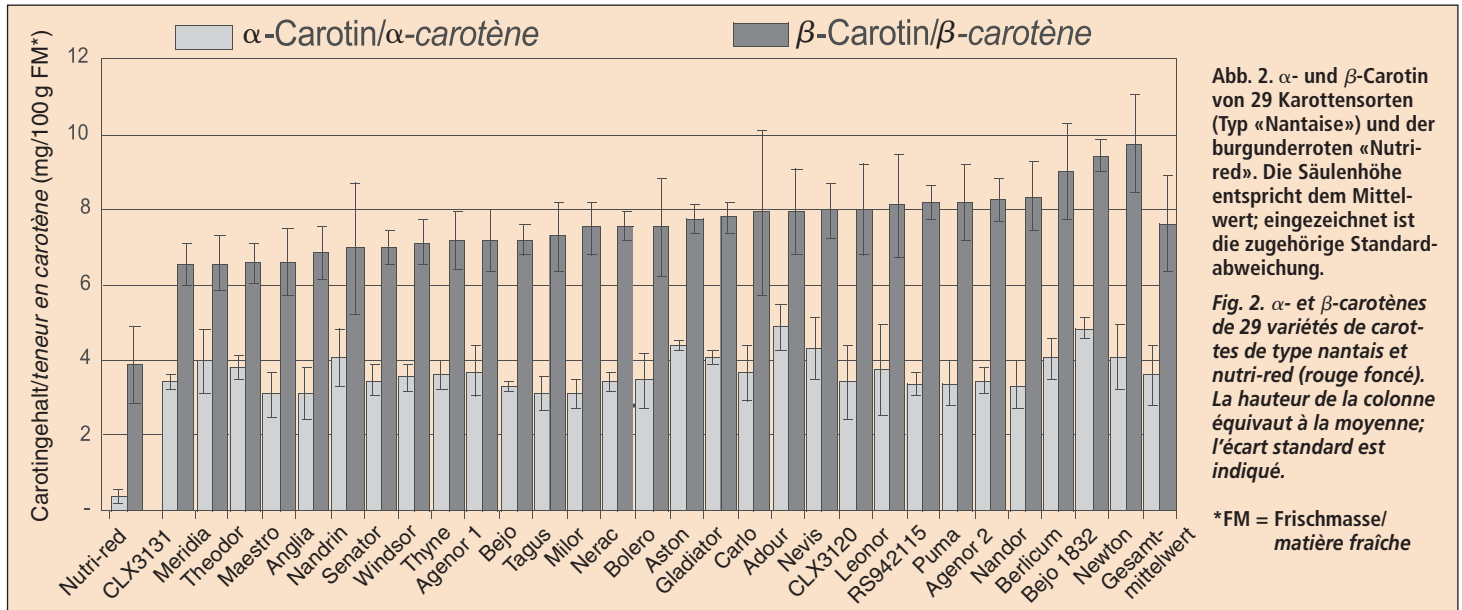
## Standorteinfluss

Im Jahre 1999 wurde ein Sortenversuch auf jeweils einem Betrieb im Seeland (Ins) und im St. Galler Rheintal (Sevelen) durchgeführt. Die Karotten des Betriebes in Ins enthielten mehr  $\alpha$ -Carotin ( $P < 0,001$ ) und mehr  $\beta$ -Carotin ( $P < 0,01$ ) (Abb. 3, s. S. 6).

Ein weiterer Versuch im gleichen Jahr mit der Sorte Bolero wurde auf mehreren Betrieben in der Region Seeland und Region Ostschweiz angelegt. Es zeigte sich weder beim  $\alpha$ - noch beim  $\beta$ -Carotin ein regionaler Unterschied. Hingegen stellten wir signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben fest. Beim  $\alpha$ -Carotin variierten die Gehalte von 2,5 bis 4,5, beim  $\beta$ -Carotin von 6,4 bis 9,2 mg/100 g.

Im Jahr 2000 wurde der Sortenversuch mit 7 Sorten auf jeweils einem Betrieb im Seeland (Ins) und St. Galler Rheintal (Sevelen) wiederholt. Es wurden gleiche Werte, aber grosse Streuungen gefunden. Daraus lässt sich ableiten, dass der  $\alpha$ -Carotingehalt von Karotte zu Karotte um  $\pm 25\%$  und der  $\beta$ -Carotingehalt um  $\pm 12\%$  schwankten. Die Karotten des Betriebes in Ins enthielten durchschnittlich 10% mehr  $\beta$ -Carotin.

Im Jahr 2001 wurde der Standortversuch mit der Sorte Bolero auf weitere Regionen ausgedehnt. Dabei wurden wiederum signifikante Unterschiede



im Carotingehalt zwischen den Betrieben festgestellt. Beim  $\alpha$ -Carotin variierten die Gehalte von 2,8 bis 5,0 mg/100g, beim  $\beta$ -Carotin von 6,0 bis 9,2 mg/100g. Das stimmte gut mit dem Jahr 1999 überein. Die Vermutung, dass die Unterschiede im Carotingehalt zwischen den Betrieben auf unterschiedliche Bodenart (mineralisch oder humos) zurückzuführen ist, lässt sich aufgrund der vorliegenden Daten nicht bestätigen.

### Jahreseinfluss

In den Erntejahren 1999, 2000 und 2001 stellten wir fest, dass sowohl beim  $\alpha$ - als auch beim  $\beta$ -Carotin in allen drei Jahren praktisch die gleichen Werte resultierten. Setzt man diese Beobachtung in Beziehung zum Provitamin-A-Bedarf, so stellt man fest, dass durch eine Portion Karotten unabhängig vom Jahr etwa gleich viel Provitamin A eingenommen wird.

### Anbauweise

Der Einfluss der Anbauweise, Bio und IP, wurde in den Jahren 1999 und 2001 an der Sorte Bolero untersucht. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (s. Tabelle S. 7). Die Streuung der Werte war beträchtlich und bei beiden Anbauweisen ähnlich. Das bedeutet, dass andere Faktoren den Carotingehalt beeinflussen. Wurde der Einfluss der Anbauweise auf alle Sorten ausgedehnt, so zeigte sich auch hier kein Unterschied zwischen Bio- und IP-Karotten.

### Lagerungseinfluss

30 kg frisch geerntete Karotten jeder Sorte wurden in Harassen von 30 x 60 x 30 cm, die mit einer perforierten Polyethylenfolie ausgekleidet waren, eingefüllt. Nach dem Verknoten der Folien wurden die Kisten innerhalb von 12 Stunden in den Kühlraum gebracht und während 6 Monaten bei 0,0 ± 0,5°C und 92% relativer Luftfeuchtigkeit gelagert. Der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin-Gehalt blieb in allen drei Jahren während der 6-monatigen Lagerung unverändert.

### Ausblick

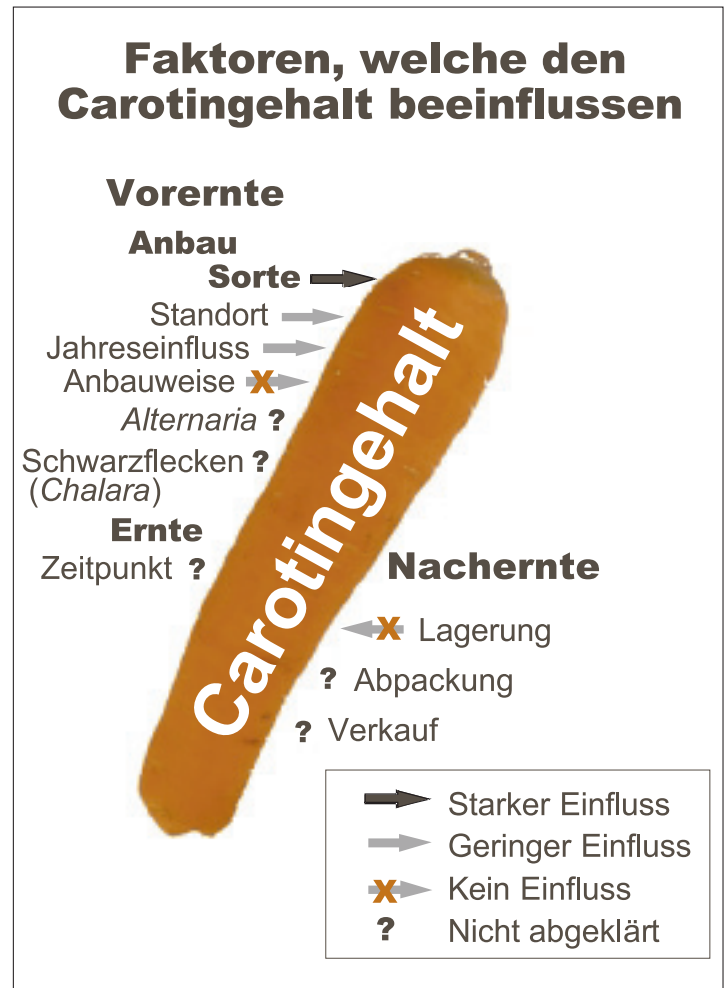
Aufgrund der bisherigen Untersuchungen kann gefolgert werden, dass der Carotingehalt fast ausschließlich durch die Sorte bestimmt wird (s. Kasten). Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt eine tägliche Aufnahme von 2 bis 4 mg  $\beta$ -Carotin. Durch eine Portion Karotten (150 g) kann somit der tägliche Bedarf an  $\alpha$ -Carotin von den meisten «Nantaise-Typen» adäquat gedeckt werden.

Die Züchter bemühen sich, stetig neue, innovative Produkte zu entwickeln. Die neue Sorte «Nutri-red» zeichnet sich durch ihre burgunderrote Farbe aus. Sie enthält im Gegensatz zu den herkömmlichen Sorten neben  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin zusätzlich Lycopin, dem vorbeugende und hemmende Wirkungen gegen Herz-Kreislauf-Krankheiten oder Krebsleiden zugeschrieben werden.

Karotten enthalten eine Reihe weiterer sekundärer Pflanzenstoffe, wie Terpene und Phenole. Diese sind auch für den Geschmack von Bedeutung und sollen deshalb in die weiteren Untersuchungen eingeschlossen werden.

### Dank

Ein Teilprojekt des FiBL, das die Versuche mit der Sorte Bolero an mehreren Standorten umfasste, wurde durch den Migros-Genossenschaftsbund finanziert und sei an dieser Stelle besonders verdankt.



Les carottes – du semis à l’assiette

# Influence de la variété, du site et de la méthode de production, de l’année, et du stockage sur la teneur en carotène

(Trad.) Les carottes sont d’importantes sources d’ $\alpha$ - et  $\beta$ -carotènes et d’autres substances végétales secondaires (SVS). Il est bien connu que de nombreuses SVS influent sensiblement sur le goût, l’arôme et la couleur. L’influence des facteurs en amont et en aval de la production sur les SVS gagne donc en importance et, afin de pouvoir développer un concept d’assurance de la qualité, il est important d’en connaître les effets.

U. Künsch, E. Höhn, H. Schärer, F. Hesford et K. Schneider, Station fédérale de recherches de Wädenswil  
M. Koller, Institut de recherches en agriculture biologique, 5070 Frick

Le présent article est consacré à la teneur en carotène. Rappelons que les carotènes contiennent un nombre important de combinaisons. S’agissant de stades préliminaires de la vitamine A (provitamines), les  $\alpha$ - et  $\beta$ -carotènes

jouent un rôle prépondérant dans les carottes. Les besoins quotidiens de l’être humain en vitamine A sont de 2 à 4 mg de  $\beta$ -carotène. Le but de nos recherches était, d’une part, de déterminer la contribution des carottes aux besoins quotidiens en carotène et, d’autre part, de réunir de premières informations sur l’impact de la variété, du site et de la méthode de production, de l’année et du stockage sur la teneur en carotène.

## Influence de la variété

En 1999 nous avons déterminé la teneur en carotène des carottes blanches et des carottes jaunes. On sait depuis longtemps que les carottes doivent leur couleur orange aux  $\alpha$ - et  $\beta$ -carotènes. Comme nous nous y attendions, les carottes blanches et les carottes jaunes présentent un taux de carotène bas (moins de 1 mg/100 g; Fig. 1, v. p. 4). Ces variétés traditionnelles ne constituent donc pas de bonnes sources de carotène.

Nos recherches ont avant tout porté sur 29 carottes de type nantais, dont les cinq variétés les plus courantes en Suisse (Bolero, Nandor, Nandrin, Nevis et Puma). En tout, 348 échantillons,

dont 270 provenaient de la PI et 78 de la culture biologique, ont été examinés au cours des récoltes des années 1999, 2000 et 2001. Soulignons qu’il s’agit-là d’un échantillonnage reflétant parfaitement la situation du marché suisse (Fig. 2, v. p. 5).

Au cours des trois années d’essais les teneurs en  $\alpha$ -carotène des carottes nantaises ont variées entre 3,1 et 4,9 mg/100 g (moyenne générale: 3,6 mg/100 g) et les teneurs en  $\beta$ -carotène entre 6,5 et 9,8 mg/100 g (moyenne générale: 7,6 mg/100 g). La moyenne générale montre que les carottes contiennent deux fois plus de  $\beta$ -carotène que d’ $\alpha$ -carotène, ce qui est important pour l’apport en vitamine A. Le  $\beta$ -carotène présente une activité de vitamine A de 100%, alors que celle de l’ $\alpha$ -carotène n’est que de 50%. Dans la Fig. 2 (v. p. 5), les diverses variétés sont classées par ordre croissant selon leur teneur en  $\beta$ -carotène. Le diagramme montre que la teneur en  $\alpha$ -carotène n’est pas parallèle à celle du  $\beta$ -carotène. La relation paraît dépendre de la variété, la teneur en  $\alpha$ -carotène variant entre 35 et 60% par rapport à celle en  $\beta$ -carotène. Bien que la variété influe sensiblement sur la teneur en  $\alpha$ - et  $\beta$ -caro-

tène, les importants écarts standards laissent penser que d’autres facteurs influent sur la teneur en carotène.

Il existe un grand nombre de variétés de carottes, nombre qui grandit continuellement, les obtenteurs s’efforçant constamment de développer de nouvelles variétés. La nouvelle variété «nutri-red», qui a été développée au moyen de méthodes d’obtention traditionnelles, se caractérise par sa couleur rouge foncé. Nous l’avons incluse dans notre programme d’essai en 2002 et avons remarqué qu’elle contenait également de la lycopine, la moyenne de dix carottes étant de 7,1 mg/100 g. Les valeurs variaient entre 4,0 et 10,6 mg/100 g, ce qui montre bien la grande différence qui existe d’une carotte à l’autre. On retrouve ce carotène, auquel on prête des propriétés de préventives et inhibitrices des maladies cardio-vasculaires et du cancer, en quantité comparable dans les tomates. Notons qu’il ne possède aucune activité de vitamine A. La teneur en  $\alpha$ -carotène s’élevait à 0,4 mg/100 g et celle en  $\beta$ -carotène à 3,9 mg/100 g (Fig. 2). Une portion de carottes «nutri-red» permet donc de couvrir les besoins quotidiens en  $\beta$ -carotène. Il est conseillé de cuire les carottes

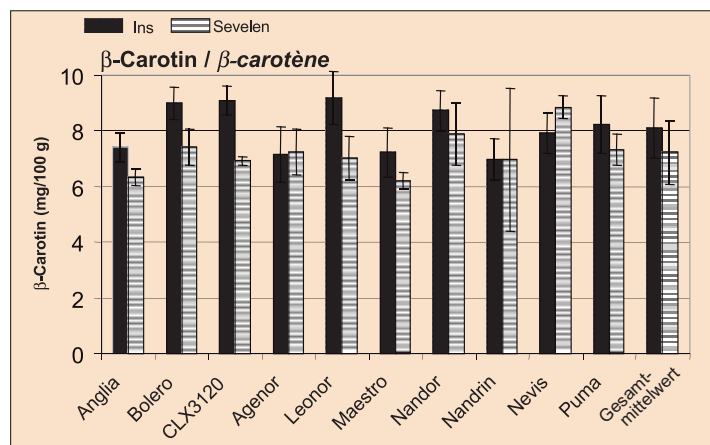
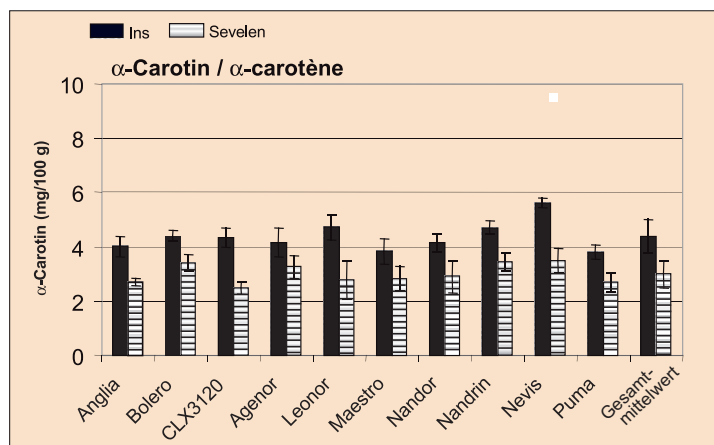


Fig. 3. Teneur en  $\alpha$ - et  $\beta$ -carotène de 10 variétés de carottes récoltées en 1999 dans le Seeland et en Suisse orientale.

Abb. 3.  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotiningehalt von zehn Karottensorten aus dem Seeland und der Region Ostschweiz im Erntejahr 1999.

«nutri-red», la cuisson permettant à la carotte de bien développer sa belle couleur rouge foncé.

### Influence du site de production

En 1999, nous avons effectué un essai variétal sur deux exploitations, l'une située dans le Seeland (Anet) et l'autre dans la vallée saint-galloise du Rhin (Sevelen). Les carottes produites sur l'exploitation d'Anet contenaient plus d' $\alpha$ -carotène ( $P < 0,001$ ) et plus de  $\beta$ -carotène ( $P < 0,01$ ) (Fig. 3).

Au cours de la même année, un autre essai a été effectué sur plusieurs exploitations dans le Seeland, ainsi qu'en Suisse orientale, avec la variété Bolero. Les résultats n'ont montré aucun écart régional ni pour l' $\alpha$ - ni pour le  $\beta$ -carotène. En revanche, nous avons constaté d'importantes différences d'une exploitation à l'autre, les teneurs en  $\alpha$ -carotène variant entre 2,5 et 4,5 mg/100 g et celles en  $\beta$ -carotène entre 6,4 et 9,2 mg/100 g.

En 2000, l'essai variétal a été répété avec sept variétés sur une exploitation dans le Seeland (Anet) et une exploitation dans la vallée saint-galloise du Rhin (Sevelen). Les valeurs recensées

Table:  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotiningehalte von Karotten aus IP- und Bio-Anbau. Angegeben sind die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung.

Tableau: Teneur en  $\alpha$ - et  $\beta$ -carotène des carottes provenant de culture PI et bio. Les moyennes  $\pm$  écarts standards sont données.

Anbauform / méthode de culture	$\alpha$ -Carotin / $\alpha$ -carotène				$\beta$ -Carotin / $\beta$ -carotène			
	mg/100 g							
	1999		2001		1999		2001	
Bio / Bio	3.5	$\pm 0.7$	3.6	$\pm 0.7$	7.3	$\pm 1.0$	7.6	$\pm 1.4$
IP / PI	3.4	$\pm 0.9$	3.5	$\pm 0.5$	7.6	$\pm 1.5$	7.2	$\pm 0.6$

étaient les mêmes, mais les divergences étaient particulièrement importantes. On peut en déduire que la teneur en  $\alpha$ -carotène variait pour chaque carotte de  $\pm 25\%$  et celle en  $\beta$ -carotène de  $\pm 12\%$ . Les carottes produites à Anet présentaient en moyenne une teneur en  $\beta$ -carotène plus élevées de 10%.

En 2001, l'essai variétal avec la variété Bolero a été étendu à d'autres régions. Nous avons de nouveau enregistré d'importants écarts concernant la teneur en carotène d'une exploitation à l'autre, la teneur en  $\alpha$ -carotène variant entre 2,8 et 5,0 mg/100 g et celle en  $\beta$ -carotène entre 6,0 et 9,2 mg/100g. Cela correspond parfaitement aux ré-

sultats obtenus en 1999. Néanmoins, les données dont nous disposons ne nous permettent pas de confirmer l'hypothèse que les différences de teneur en carotène entre les exploitations seraient dues aux spécificités des sols (minéraux ou riches en humus).

### Influence de l'année

Les valeurs enregistrées au cours des récoltes des années 1999, 2000 et 2001 étaient pratiquement les mêmes, tant en ce qui concerne l' $\alpha$ - que le  $\beta$ -carotène. Appliqué aux besoins en provitamine A, cela montre qu'une portion de carottes en fournit plus ou moins la même quantité, quelle que soit l'année de récolte.

### Méthode de culture

Nous avons étudié l'influence de la méthode de culture (bio et PI) sur la variété Bolero pendant les années 1999 et 2001. Aucune différence importante n'a été enregistrée. Par contre, les écarts mesurés étaient importants et pratiquement identiques pour les deux modes de cultures (voir tableau). Cela prouve que d'autres facteurs influent sur la teneur en carotène. L'extension de l'étude à toutes les variétés de carottes n'a pas non plus montré de différence entre les carottes issues de production biologique et celles de production intégrée.

### Influence du stockage

30 kg de carottes fraîchement récoltées de toutes les variétés ont été placées dans des caisses de 30 x 60 x 30 cm, dont le fonds avait au préalable été recouvert d'une feuille de polyéthylène perforée. Après avoir attaché les feuilles, les caisses ont été placées dans une chambre froide en l'espace

de 12 heures et stockées pendant 6 mois à une température de 0,0  $\pm$  0,5°C et un taux relatif d'humidité de 92%. Lors des trois années d'essais, la teneur en  $\alpha$ - et  $\beta$ -carotènes est restée inchangée pendant les six mois de stockage.

### Perspectives

Sur la base des études effectuées jusqu'à présent, il est possible de déduire que la teneur en carotène dépend presque exclusivement de la variété (cf. encadré). La société «Deutsche Gesellschaft für Ernährung» conseille de consommer quotidiennement entre 2 et 4 mg de  $\beta$ -carotène, ce qu'une portion de la plupart des carottes de type nantais (150 g) permet de faire aisément.

Les obtenteurs s'efforcent constamment de développer de nouvelles variétés. L'une des nouvelles obtentions est la variété «nutri-red», qui se caractérise par une couleur rouge foncé. Au contraire des variétés traditionnelles, cette variété contient, outre de l' $\alpha$ - et du  $\beta$ -carotène, de la lycopène, substance à laquelle on attribue des propriétés préventives et inhibitrices des maladies cardio-vasculaires et du cancer.

Rappelons que les carottes contiennent plusieurs autres substances végétales secondaires, telles que les terpènes ou les phénols, qui influent sensiblement sur leur goût. Ces substances seront incluses dans nos prochaines recherches.

### Remerciements

Nous remercions vivement la Fédération des coopératives Migros financement d'un projet partiel du FiBL (essais sur divers sites de production avec la variété Bolero).

