

Karotten von der Saat bis zum Teller

Zuckergehalt: Bedeutung und Einflussfaktoren

Gute Karotten sind süss. Dies geht aus Konsumentenumfragen und Konsumententests hervor. Die Zucker – Saccharose, Fructose und Glucose – tragen massgeblich zum süssen Geschmack bei. Durch die richtigen Kombinationen von Bodentyp, Düngung und Wasserangebot lassen sich auf unterschiedliche Weise geschmacklich gute Karotten mit angemessenem Gesamtzuckergehalt produzieren.

E. Höhn, H. Schärer und U. Künsch, Agroscope FAW Wädenswil, Eidg. Forschungsanstalt, CH-8820 Wädenswil

In dieser Arbeit berichten wir über Beliebtheit, Süssigkeit und Zuckergehalt von Karotten. Als Indikator für den Zuckergehalt gilt der Brix-Wert. Er ist schnell und mit wenig Aufwand mit dem Refraktometer bestimmbar. Dagegen ist die Bestimmung der Einzelzucker – Saccharose, Fructose und Glucose – viel aufwändiger und kann nur im Labor durchgeführt werden. Der Zusammenhang zwischen Brix-Wert und tatsächlichem Zuckergehalt war Gegenstand unserer Abklärungen. Ein weiterer Schritt war die Abklärung des Zusammenhangs zwischen Brix-Werten bzw. tatsächlichem Zuckergehalt und Süssigkeit sowie Beliebtheit. Im weiteren wollten wir erste Erkenntnisse über den Einfluss von Sorte, Standort, Jahr, Anbauweise und Lagerung auf den Zuckergehalt gewinnen.

Beliebtheit und Süssigkeit

Aus Konsumentenumfragen und Konsumententests ging das Ergebnis hervor, dass Karotten nur akzeptiert wer-

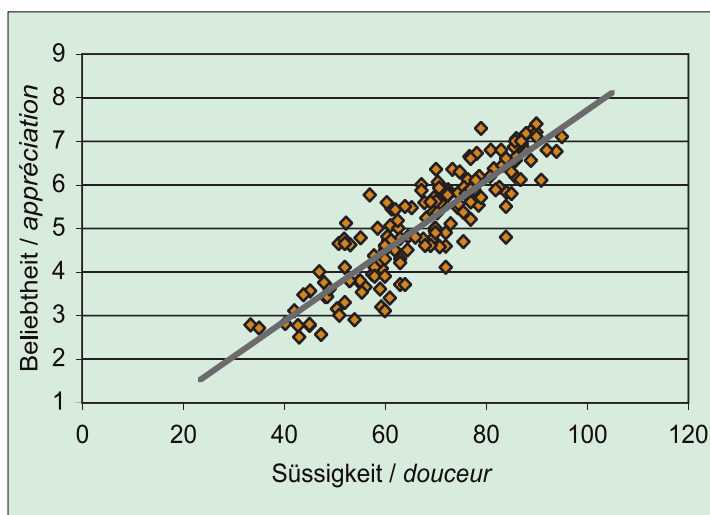


Abb. 1. Beliebtheit und Süssigkeit von Karotten. Die Beliebtheit wurde gemäss der Skala: 1 = extrem schlecht, 5 = weder gut noch schlecht, 9 = extrem gut, die Süssigkeit gemäss der Skala: 15 = gerade wahrnehmbar, 100 = sehr süss bewertet. Regressionsgerade: Beliebtheit = $0,08 \cdot (\text{Süssigkeit}) - 0,37$; $r^2 = 0,79$.

Fig 1: Degré de préférence et douceur des carottes. La préférence a été attribuée selon une échelle de 1 = très mauvais, 5 = ni bon ni mauvais, 9 = excellent, et la douceur selon l'échelle allant de: 15 = perceptible à 100 = très doux. Droite de régression: préférence = $0,08 \cdot (\text{douceur}) - 0,37$; $r^2 = 0,79$.

den, wenn sie genügend süss sind (Abb. 1). Karotten mit einer Beliebtheit von 1–3 ordneten wir der Qualitätsklasse «ungenügend», diejenigen mit einer Beliebtheit von 3,1–6 der Qualitätsklasse «genügend» und solche mit 6,1–9 der Qualitätsklasse «gut» zu. In die Qualitätsklasse «ungenügend» fielen Karotten mit Süssigkeitswerten bis 40. Solche Karotten wurden als fade bzw. schwach süss umschrieben. Hingegen wurden Karotten der Qualitätsklasse «gut» als süss bzw. als sehr süss charakterisiert. Sie zeichneten sich durch einen Süssigkeitswert von über 80 aus. Der Wert 80 entspricht etwa der Süssigkeit einer 5%-igen Zuckerlösung. Bei der Verleihung der «Goldenen Karotte» im Dezember 2002 konnte der Zusammenhang zwischen Beliebtheit und Süssigkeit bestätigt werden (Rüsch und Koch, Der Gemüsebau 2/2003). Dabei wurden Karotten der Ränge 1–18 als optimal süss einge-

stuft. Solche der Ränge 58–72 wurden als wenig bzw. zu wenig süss empfunden.

Brix-Werte und Gesamtzucker

Der Brix-Wert ist ein Indikator für den Zuckergehalt. Aus Abb. 2 (s. S. 6) geht hervor, dass die Brix-Werte durchschnittlich um 30% höher sind als der Gesamtzuckergehalt. Im Einzelfall können die Unterschiede noch extremer ausfallen. Die refraktometrische Messung beruht auf der Lichtbrechung. Die Brechung nimmt mit steigender Konzentration zu. Neben Zucker beeinflussen noch andere Substanzen die Lichtbrechung. Das Refraktometer erfasst somit auch eine bedeutende Menge an «Nicht-Zuckerverbindungen» der Karotten. Deshalb erlauben Brix-Werte nur eine beschränkte Aussage ($100 \cdot r^2 = 48\%$) über den tatsächlichen Zuckergehalt.

Sorte, Beliebtheit und Zuckergehalt

Die Sortenbeurteilung durch Konsumenten ist in Abb. 3 zusammengestellt. Die Hauptsorte Bolero gehörte zum Bereich «gut» während die burgunderrote Nutrired knapp genügte. Anzuführen ist, dass die Beurteilung der Beliebtheit bei allen Sorten grossen Streuungen unterworfen war und somit für jede Sorte einzelne Karotten sowohl in der Kategorie «ungenügend» als auch in die Kategorie «gut» eingestuft wurden.

In den Jahren 1999–2002 bestimmten wir den Gehalt an Saccharose, Fructose und Glucose. Der Gesamtzuckergehalt der 52 Karottensorten umfasste den Bereich von 3,3–7,8 g pro 100 g. Von den wichtigsten Sorten wies Bolero mehr als 6 g Zucker pro 100 g auf, während Newton, Puma, Maestro, Nevis und Nandor zwischen 5 und 6 g und Nandrin, Küttiger und Pfälzer unter 5 g enthielten. Der Saccharosegehalt variierte von 1–4,7 g/100 g, der Glucosegehalt von 1–2,2 und der Fructosegehalt von 1–2 g/100 g. Durch hohen Saccharosegehalt zeichneten sich Nutrired, Carotan, Kazan, Fayette und Robina aus.

Vergleicht man nun die Sortenbeurteilung durch Konsumenten mit den Gesamtzuckergehalten, ergibt sich folgendes Bild:

Sorten mit hohem Gesamtzuckergehalt wurden tendenziell als besser beurteilt. Eine Ausnahme ist die burgunderrote Nutrired, die sich zwar durch einen ansehnlichen Zuckergehalt auszeichnete, aber nahezu in der Qualitätsklasse «ungenügend» eingereiht wurde. Der Grund könnte sein, dass andere, unerwünschte Geschmackskomponenten dominieren. Ein gegenläufiges Beispiel sind die Sorten Nandrin und Novena, die einen relativ niedrigen Zuckergehalt aufwiesen und trotzdem in der Beliebtheit hoch eingestuft wurden. In einer früheren Ver-

öffentlichung (Der Gemüsebau 1/2001) erwähnten wir, dass die Aussagekraft der Brix-Werte hinsichtlich Süßigkeit 7%, diejenige basierend auf den Gesamtzuckergehalten 24% betrug. An der gleichen Stelle wurde zudem dargelegt, dass der Bitterstoff Isocumarin – bei einem Gehalt von mehr als 10 mg/kg – und andere Komponenten die Süßkraft von Zucker vermindern. Dies schränkt die Aussagekraft der Brix-Werte bzw. Zuckergehalte hinsichtlich der Beliebtheit weiter ein.

Vermutlich spielen zusätzlich sortenspezifische Faktoren eine Rolle. Für die Sorte Bolero haben wir deshalb ihre Beliebtheit in Abhängigkeit der Süßigkeit, des Brix-Wertes sowie des Gesamtzuckergehaltes näher untersucht. Bei Karotten, welche weniger als 10 mg Isocumarin pro kg enthielten, stieg die Aussagekraft von 79 auf 99%.

In Abb. 4 ist für die Karotten der Sorte Bolero die Abhängigkeit der Beliebtheit von den Brix-Werten bzw. des Gesamtzuckergehaltes dargestellt. Durch dieses Vorgehen konnte die Aussagekraft der Brix-Werte auf 30% und diejenige der Gesamtzuckergehalte auf 77% gesteigert werden. Im weiteren lässt sich ableiten, dass für den Konsumenten akzeptable Bolero-Karotten bei einer Beliebtheit ab Stufe 4 ein Mindest-Gesamtzuckergehalt von 5,3 g pro 100 g bzw. 7,6 Brix überschreiten müssten. Es ist offensichtlich, dass der Gesamtzuckergehalt ein genaueres Mass für die Akzeptanz von Karotten wäre als die Brix-Werte. Allerdings ist im Moment die Gesamtzuckerbestimmung in der Praxis zu aufwändig und zu kostspielig.

Einfluss von Produktionsfaktoren

Sowohl der Gesamtzuckergehalt als auch die Brix-Werte streuten stark innerhalb der Sorte Bolero (Abb. 4). So erstreckte sich der Gesamtzuckergehalt von 4,5–7 g/100 g. Ähnliche Beobachtungen gelten auch für andere Sorten. Auf den ersten Blick wurden Standort, Jahr etc. als Ursachen vermutet. Die Auswertung der Versuche zeigt jedoch, dass der Standort allein keinen signifikanten Einfluss auf den Gesamtzuckergehalt ausübte. Vielmehr weisen die Daten darauf hin, dass durch richtige Kombinationen

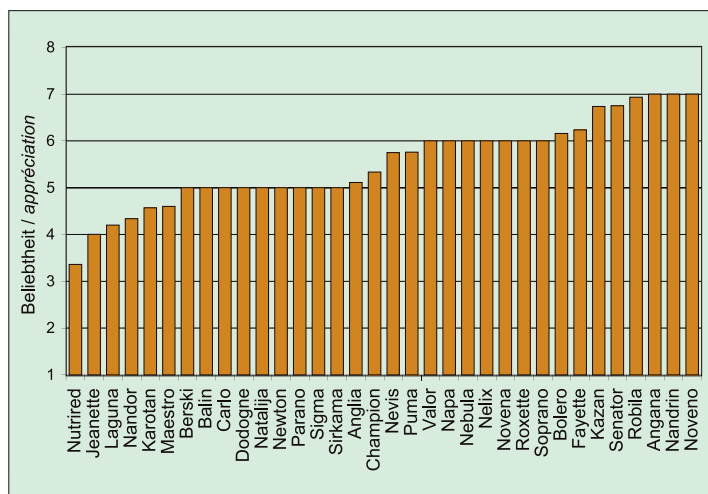


Abb. 3. Beliebtheit von Karottensorten in Konsumententests. Bewertung gemäss Skala: 1 = extrem schlecht, 5 = weder gut noch schlecht, 9 = extrem gut.

Fig. 3: *Appréciation par les consommateurs pour des variétés de carottes lors de dégustations. Évaluation selon l'échelle 1 = très mauvais, 5 = ni bon ni mauvais 9 = excellent.*

von Bodentyp, Düngung und Wasserangebot qualitativ gute Karotten mit entsprechendem Gesamtzuckergehalt erzeugt werden können. Ein leichter Jahreseinfluss kann aus den Versuchen abgeleitet werden. Die Brix-Werte und der Gesamtzuckergehalt war 2001 leicht höher als 1999, 2000 und 2002.

Die Brix-Werte waren bei den IP-Karotten leicht höher (8,9) als bei den Bio-Karotten (8,4), während beim Gesamtzuckergehalt kein signifikanter Unterschied aufgrund der Anbauweise feststellbar war (IP = 6,3; Bio = 6,3).

Lagerungseinfluss

Karotten sind auch nach der Ernte lebende Produkte, welche atmen und dabei Reservestoffe verbrauchen. Während fünf Monaten Lagerung nahmen die Brix-Werte um 3% und die Gesamtzuckergehalte um fast 9% ab, wobei die Hauptabnahme vor allem bei der Saccharose erfolgte. Diese Verminderungen waren geschmacklich kaum wahrnehmbar.

Fazit

- Die Beliebtheit oder Akzeptanz von Karotten wird entscheidend durch die Süßigkeit bestimmt. Die Zucker – Saccharose, Fructose und Glucose – tragen massgeblich zum süßen Geschmack bei.
- Mit dem Refraktometer kann der

Brix-Wert als Indikator für den Zuckergehalt mit wenig Aufwand bestimmt werden. Dagegen ist die Bestimmung der Einzelzucker viel aufwändiger und kann nur im Labor durchgeführt werden. Die Brix-Werte waren durchschnittlich um 30% höher als der Gesamtzuckergehalt. In Karotten werden viele «Nicht-Zuckerverbindungen» durch das Refraktometer erfasst. Deshalb erlauben Brix-Werte nur eine beschränkte Aussage über den tatsächlichen Zuckergehalt.

- Die Sortenbeurteilung durch Konsumenten war tendenziell von den Gesamtzuckergehalten abhängig. Die Abhängigkeit der Beliebtheit von den Brix-Werten bzw. des Gesamtzuckergehaltes ist sortenspezifisch. Bei der Sorte Bolero sollten für den Konsumenten akzeptable Karotten ein Mindest-Gesamtzuckergehalt von 5,3 g/100 g bzw. 7,6 Brix erreichen.
- Der Standort allein übte keinen signifikanten Einfluss auf den Gesamtzuckergehalt aus. Erst richtige Kombinationen von Bodentyp, Düngung und Wasserangebot ergeben qualitativ gute Karotten mit entsprechendem Gesamtzuckergehalt. Folglich können Karotten mit angemessenem Gesamtzuckergehalt auf unterschiedliche Weise produziert werden.
- Während der Lagerung verminderten sich die Brix-Werte und die Gesamtzuckergehalte, wobei sich diese Verminderung geschmacklich kaum auswirkte.

Dank

Für die engagierte Mitarbeit und das Überlassen von Proben danken wir allen beteiligten kantonalen Zentral- und Fachstellen für Gemüsebau und der Forschungsanstalt Geisenheim, Deutschland, namentlich Prof. Dr. P.-J. Paschold.

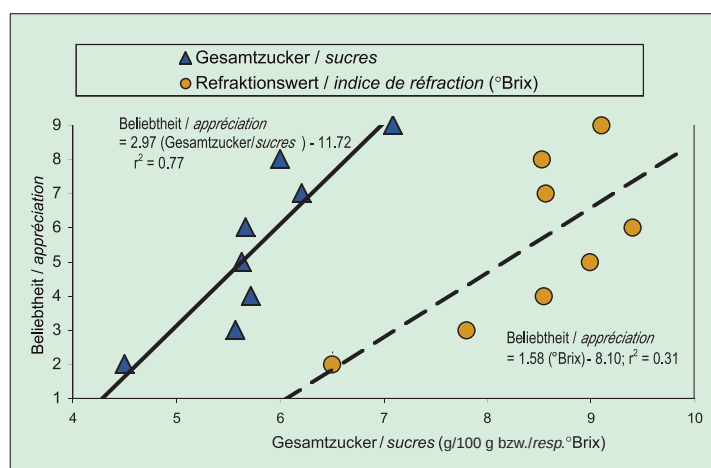


Abb. 4. Beliebtheit der Sorte Bolero mit weniger als 10 mg Isocumarin pro kg in Abhängigkeit des Gesamtzuckergehalts bzw. der Brix-Werte. Für den Konsumenten akzeptable Bolero-Karotten müssten bei einer Beliebtheit ab Stufe 4 ein Mindest-Gesamtzuckergehalt von 5,3 g/100 g bzw. 7,6 °Brix überschreiten.

Fig. 4: *Préférence de la variété Bolero avec moins de 10 mg d'isocumarine par kilo liée à la teneur globale en sucres et au °Brix. Des carottes Bolero acceptables par les consommateurs, à partir de la cote de préférence 4, devraient présenter une teneur globale en sucres d'au moins 5,3 g/100 g et un °Brix supérieur à 7,6.*

Les **carottes** du semis à l'assiette

Teneur en sucres: importance et facteurs d'influence

(Trad.) Les bonnes carottes sont douces. Cela ressort des sondages et des dégustations effectués auprès des consommateurs. Les différents sucres de la carotte – le saccharose, le fructose et le glucose – contribuent de manière déterminante à la douceur du goût. Avec une combinaison bien dosée du type de sol, de la fumure et de l'apport d'eau, on peut produire de différentes manières des carottes au goût agréable et possédant la teneur en sucres voulue.

E. Höhn, H. Schärer et U. Künsch, Agroscope FAW Wädenswil, Station fédérale de recherches, CH-8820 Wädenswil

La présente étude traite des liens entre la préférence du consommateur, la douceur et de la teneur en sucres des carottes. Nous utilisons ici le °Brix comme indicateur permettant de déterminer rapidement la teneur en sucres mesurée au réfractomètre. En revanche, la détermination des différents sucres – le saccharose, le fructose et le glucose – demande beaucoup de travail et ne peut se faire qu'en laboratoire. Le rapport entre le °Brix et la teneur effective en sucres était l'objet de nos investigations. Dans une autre partie, nous avons examiné le rapport entre le °Brix/la teneur effective en sucres et la douceur et la préférence du consommateur. Nous avons également cherché à tirer les premières conclusions concernant l'impact de la variété, du site de production, de l'année, de la méthode de production et de la conservation sur la teneur en sucres.



Fig. 2: °Brix et teneur globale en sucres des carottes. Droite de régression teneur globale en sucres = $0,62 \cdot (\text{Brix}) + 0,56$; $r^2 = 0,48$.

Abb. 2. Brix-Werte und Gesamtzuckergehalt von Karotten. Regressionsgerade: Gesamtzuckergehalt = $0,62 \cdot (\text{Brix}) + 0,56$; $r^2 = 0,48$.

Préférence et douceur

Les sondages et les dégustations effectués auprès des consommateurs ont fait apparaître que les carottes ne sont acceptées que si elles sont assez sucrées (fig.1, v. p. 4). Sur la base de l'appréciation, nous avons réparti les carottes en trois catégories de qualité: les carottes avec un résultat de 1–3 ont été classées dans la catégorie «insuffisante», celles avec une appréciation de 3,1–6 dans la catégorie «suffisante» et celles avec une appréciation 6,1–9 dans la catégorie «bonne». La catégorie «insuffisante» englobait les carottes avec des valeurs de douceur allant jusqu'à 40. Ces carottes ont été qualifiées de fades ou peu sucrées. En revanche, les carottes de la catégorie «bonne» ont été qualifiées de sucrées à très sucrées. Elles affichaient des valeurs de douceur supérieures à 80. La valeur 80 correspond à une solution contenant environ 5% de sucre. Lors de la remise de la «Carotte d'or» en décembre 2002 le rapport entre préférence et douceur a été confirmé (Rüsch et Koch, Le Maraîcher 2/2003). Les carottes de rangs 1 à 18 y ont été qualifiées de très sucrées, et les autres, des

rangs 58 à 72 ont été qualifiées de légèrement douces ou trop peu douces.

Degré Brix et teneur globale en sucres

Le °Brix est un indicateur de la teneur en sucres. La figure 2 montre que le °Brix dépasse en moyenne de 30% la teneur globale en sucres. Dans certains cas, les écarts peuvent être encore plus marqués. La mesure réfractométrique est basée sur la réfraction de la lumière, dont l'indice augmente avec la concentration en sucres. Outre le sucres, d'autres substances influent aussi sur la réfraction. Le réfractomètre met en évidence un nombre considérable de composés des carottes «autres que les sucres». Il convient donc de relativiser la validité du °Brix ($100 \cdot r^2 = 48\%$) s'agissant de la teneur effective en sucres.

Variété, préférence et teneur en sucres

L'appréciation des variétés par les consommateurs est résumée sur la figure 3 (v. p. 5). La variété principale Bolero appartenait à la catégorie

«bonne» alors que la variété Nutired rouge foncé a été qualifiée de «juste suffisante». Précisons que l'appréciation de la préférence du consommateur pour de toutes les variétés présente de grandes variations et que des carottes d'une même variété peuvent être classées dans deux catégories différentes: «insuffisante» ou «bonne». Pendant la période 1999–2002, nos études ont cherché à déterminer la teneur en saccharose, en fructose et en glucose. La teneur globale en saccharose des 52 variétés de carottes variait de 3,3 à 7,8 g par 100 g. Parmi les principales variétés, Bolero présentait plus de 6 g de sucre/100 g, alors que les variétés Newton, Puma, Maestro, Nevis et Nandor en contenaient 5 ou 6 g, et les variétés Nandrin, Küttiger et Pfälzer moins de 5 g. La teneur en saccharose variait de 1 à 4,7 g/100 g, la teneur en glucose entre 1 et 2,2 et la teneur en fructose variait entre 1 et 2 g/100 g. Les variétés Nutired, Carotan, Kazan, Fayette et Robina présentaient une teneur élevée en saccharose.

Si l'on compare l'appréciation des variétés par les consommateurs avec les teneurs globales en sucres, on obtient les résultats suivants:

Les variétés à teneur élevée en sucres étaient généralement qualifiées de meilleures, à l'exception de la variété rouge foncé Nutired qui, malgré un pourcentage de sucre considérable, a été presque classée dans la catégorie «insuffisante». Ce résultat peut s'expliquer par la prédominance de composés aromatiques indésirables. Les variétés Nandrin et Novena, à la cote de popularité «élevée» quoique relativement peu sucrées représentent un exemple contradictoire. Dans une publication précédente (Le Maraîcher 1/2001) nous avons mentionné que la valeur indicative du °Brix donne 7% pour la douceur, alors que celle basée sur la teneur globale en sucre atteint 24%. Nous y avons également ex-

pliqué que l'agent amer isocumarine – en quantité supérieure à 10 mg/kg – et d'autres composés réduisent le pouvoir édulcorant du sucres, ce qui limite d'autant la validité du °Brix et de la teneur en sucres s'agissant de la préférence du consommateur.

D'autres facteurs variétaux spécifiques jouent probablement aussi un rôle. Nous avons étudié la préférence dont jouit la variété Bolero d'après la douceur, le °Brix et la teneur globale en sucre. Pour les carottes contenant moins de 10 mg d'isocumarine par kilo, la valeur indicative est passée de 79 à 99%.

La figure 4 (v. p. 5), qui représente la variété Bolero, met en évidence le rapport préférence/°Brix et préférence/ teneur globale en sucres. Cela permet d'augmenter la valeur indicative du °Brix à 30% et celle de la teneur globale en sucres à 77%. Il en ressort que pour être acceptées par le consommateur, les carottes Bolero, à partir de la cote de préférence 4, devraient posséder une teneur globale en sucres minimale de 5,3 g par 100 g, soit atteindre un °Brix de 7,6. La teneur globale en sucres est un indicateur d'acceptation plus précis que le °Brix, mais sa détermination est actuellement trop exigeante et trop onéreuse.

Influence des facteurs de production

Le °Brix ainsi que la teneur globale en sucres (de 4,5 à 7g/100g) variaient fortement à l'intérieur de la variété Bolero observée (fig. 4). Des observations analogues ont été faites pour d'autres variétés. A première vue, le site de production, l'année etc. seraient les causes de ces variations, mais l'examen des essais montre que le seul site de production n'influence guère la teneur globale en sucres. Les données indiquent plutôt qu'avec une combinaison adéquate de type de sol, de fumure et d'apport en eau, on peut produire des carottes de bonne qua-

lité possédant la teneur globale en sucres recherchée. L'étude des essais permet de déduire une légère influence de l'année. En 2001, le °Brix et la teneur globale en sucres dépassaient légèrement ceux de 1999, de 2000 et de 2002.

Le °Brix des carottes PI (8,9) dépassait légèrement celui des carottes bio (8,4), mais aucune différence importante liée à la méthode de production n'a été observée pour la teneur globale en sucres (PI = 6,3; Bio = 6,3).

Influence du stockage

Récoltées, les carottes restent des produits vivants, qui respirent et ont besoin de substances de réserve. Pendant les cinq mois du stockage, le °Brix a reculé de 3%, et la teneur globale en sucres de presque 9%, mais c'est surtout le saccharose qui a diminué. Ces pertes n'étaient cependant guère perceptibles au goût.

Résumé

- La préférence pour les carottes dépend en premier lieu de leur douceur. Les sucres qu'elles contiennent – le saccharose, le fructose et le glucose – contribuent de manière déterminante à leur goût sucré.
- Le réfractomètre permet de déterminer facilement le °Brix qui sert d'indicateur de la teneur en sucres. En revanche, la détermination des différents sucres prend beaucoup plus de temps et ne peut se faire qu'en laboratoire. Les °Brix dépassaient en moyenne de 30% la teneur globale en sucres. Le réfractomètre a mis en évidence dans les carottes un grand nombre de composés autres que les sucres. La fiabilité du °Brix en tant qu'indicateur de la teneur effective en sucres est donc relative.
- L'appréciation des variétés par les consommateurs dépendait généralement de la teneur globale en

sucres. Le rapport entre la préférence et le °Brix, ou la teneur globale en sucres est donc spécifique selon la variété. Pour la variété Bolero, des carottes acceptables par le consommateur devraient contenir au moins 5,3 g/100 g de sucres au total et atteindre un °Brix de 7,6.

- Le seul site de production n'influence guère sur la teneur globale en sucres. Seule une combinaison bien dosée de type de sol, de fumure et d'apport en eau permet de produire des carottes de bonne qualité et possédant la teneur globale en sucres recherchée. Il en résulte que l'on peut produire des carottes avec

une teneur globale en sucres appropriée de différentes manières.

- Pendant le stockage, le °Brix et la teneur globale en sucres ont diminué, mais sans modifier sensiblement le goût.

Remerciements

Nous remercions vivement les services cantonaux de la culture maraîchère et la Station fédérale de recherches de Wädenswil de leur collaboration et pour le prélèvement des échantillons, ainsi que la Station de recherches de Geisenheim, Allemagne, notamment le Prof. P.-J. Paschold. ■