

Pflanzen

Sortenvielfalt im Gemüsebau

Robert Theiler und Hanspeter Buser, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), CH-8820 Wädenswil
Auskünfte: Robert Theiler, e-mail: robert.theiler@faw.admin.ch, Fax +41 (0)1 780 63 41, Tel. +41 (0)1 783 62 69

Neue Gemüsesorten stammen hauptsächlich aus europäischer Züchtung und müssen unter schweizerischen Anbaubedingungen geprüft werden. Eine unabhängige Sortenprüfung unter Federführung der FAW ist erforderlich. Vor allem sind Grundlagen zur Bestimmung der Ertragsbildung, optimalen Reifezeiten, Ernteperioden und Resistenzverhalten von Sorten bereit zu stellen. Zusätzlich ist die Sortenprüfung auf neue Entwicklungen in der Vermarktung, dem veränderten Konsumverhalten - kleinere Portionen, Fertigprodukte, exotische Gemüsearten - und der zunehmenden Nachfrage nach biologisch angebauten Produkten auszurichten.

Abb. 1. Sortenprüfung Salate.



Der Anbau von Gemüse im Freiland und gedecktem Anbau, zeichnet sich durch eine Vielzahl von Arten und Sorten sowie durch sich wiederholende und kurze Kulturzeiten aus und ist äusserst arbeitsintensiv. Den Produzentinnen und Produzenten stehen ein breitgefächertes

Sortiment zur Auswahl, welches hauptsächlich von europäischen Züchterfirmen angeboten wird, die in ihrem Angebot jedoch auch Varietäten verschiedener Kontinente führen.

Der auf Nachhaltigkeit ausgerichtete schweizerische Gemüseanbau (IP- und Bio-Produktion) deckt in der Hauptsaison (April/Mai bis September/Oktober) die wichtigsten Gemüsearten ab und könnte weitgehend den einheimischen Markt versorgen, wobei je nach Saison und Nachfrage, Importe die schweizerische Produktion konkurrieren. Diese Situation wird noch durch den zunehmenden Abbau von Einfuhrsperren im Rahmen der Neuausrichtung der schweizerischen Landwirtschaftspolitik, als Folge der internationalen Marktliberalisierung (z.B. WTO-Abkommen) gefördert. Das im Vergleich zur ausländischen Gemüseproduktion relativ hohe Preisniveau des schweizerischen Gemüsebaus kann nur durch Qualität, Marktnähe und regelmässiger Marktversorgung mit frischen Produkten aufrecht erhalten werden. Dies bedingt, dass die anzubauenden Sorten besonders leistungsstark sein müssen und die Anbaubedingungen zu optimieren (Raumplanungsgesetz, Technik, Pflanzenschutz und -ernährung) sind. In diesem Umfeld sowie den sich abzeichnenden Innovationen im Bereich neuer Produkte wie Mini-Gemüse, «Baby-leaf»-Salate, Gemüse-snacks, «functional food» und dem veränderten Konsumverhalten der Konsumentinnen und

Konsumenten, hat sich die Forschung im Gemüsebau zu orientieren und ihre Programme auszurichten. Ebenso ist auch auf die zunehmende internationale Vernetzung durch vermehrte Kontakte zu ausländischen Instituten zu reagieren.

Im Bereich der Sortenprüfung erfüllen die FAW und RAC¹ diese Aufgaben, sowohl im Rahmen eigener Arbeiten wie auch in Zusammenarbeit mit interessierten kantonalen Stellen (Inforama Seeland), Interessenverbänden (Forum Forschung Gemüse, SZG, VSGP u.a.) oder Praxisbetrieben und dem FiBL². Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden regelmässig in Fachzeitschriften publiziert und bilden die Ausgangslage für Sorten- und Anbauempfehlungen im jährlich erscheinenden «Handbuch Gemüse».

Die FAW hat auch eigene Zuchtlinien, die sie weiterhin bearbeitet und beteiligt sich ausserdem am Erhalt von Genressourcen in Zusammenarbeit mit privaten Züchtern (Sativa) und Organisationen (Pro Specie Rara) sowie im Rahmen des Nationalen Aktionsplanes (NAP) des Bundes.

Züchtung und Genressourcen

Ausgangspunkt jedes Sortenangebotes ist die Züchtung, die sich wiederum auf altbewährte

¹Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, Nyon

²Forschungsinstitut für den biologischen Landbau, Frick

Sorten und vorhandene Genressourcen abstützt. Die internationale Gemüsezüchtung konzentriert sich hauptsächlich in der EU auf die Benelux-Staaten, Frankreich, Deutschland, Italien und Grossbritannien sowie auf verschiedene Länder aller Kontinente. Offen abgeblühte Sorten werden zunehmend von Hybrid-sorten abgelöst, die durch die geringere genetische Variabilität meistens auch Produktionsvorteile bringen bezüglich Reife- und Erntezeitpunkt, Ausgeglichenheit, Ertragsleistung und Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten. Für den modernen, mechanisierten Anbau, die Ernte und Verarbeitung gewinnen diese Hybridsorten zunehmend an Bedeutung. Um Neuheiten zu züchten, bedarf es einen hohen Aufwand an Kapital, Arbeit und Zeit sowie die Nutzung moderner Methoden wie beispielsweise der Biotechnologie und Molekularbiologie. Im Vordergrund stehen *In-vitro*-Verfahren zur Anzucht von dihaploiden Elternpflanzen, die für die Produktion von Hybridsorten eingesetzt werden sowie verschiedene Verfahren der Genomanalyse. Auch gentechnologische Verfahren machen vor der Gemüsezüchtung nicht halt, ein bekanntes Beispiel ist die Einführung der «FlavorSafer»-Tomate in den USA, doch wird das Inverkehrbringen von gentechnisch verändertem Gemüse in Europa noch für längere Zeit kein Thema sein. Dies hat einerseits mit den hohen Investitionskosten und der Kurzlebigkeit der Gemüsesorten zu tun, andererseits mit der zurzeit

fehlenden Akzeptanz bei Konsumentinnen und Konsumenten.

Im Gegensatz zu dieser biotechnologischen Entwicklung stellt man auch beim Gemüse eine stärkere Aktivität in der traditionellen Züchtung unter biologischen Anbaubedingungen fest, als Folge der zunehmenden Nachfrage und der gesetzlichen Bestimmungen zur Herstellung von biologischem Saatgut. Aufgrund der zunehmenden internationalen Konkurrenz bei den Hochleistungssorten und deren Züchtung, kann man in der Schweiz einen kontinuierlichen Rückgang in diesem Bereich feststellen, andererseits jedoch eine deutliche Zunahme bei der Gemüsezüchtung für den biologischen Anbau.

Parallel dazu gewinnen die Bestrebungen zur Erhaltung von Genressourcen und der Suche nach alten Sorten und alternativen Kulturen an Bedeutung. Im Bereich alter Gemüsesorten sind auch die Aktivitäten verschiedener privater Organisationen zu nennen, zum Beispiel Pro Specie Rara, die sich um deren Erhalt und Verbreitung verdient gemacht haben. Durch die Konferenz in Rio 1992 und der Folgekonferenz in Leipzig 1996 wurden solche Programme vermehrt auch staatlich gefördert und finden die konkrete Umsetzung im Nationalen Aktionsplan zur Erhaltung der genetischen Vielfalt bei Kulturpflanzen durch das Bundesamt für Landwirtschaft.

Unabhängig von der züchterischen Ausrichtung, sind Bestre-

bungen im Gang, das Angebot an neuen Gemüsearten, beispielsweise aus dem asiatischen Raum, zu fördern sowie dem veränderten Konsumverhalten mit Fertigprodukten und kleineren Portionen Rechnung zu tragen. Dazu gehören Angebote wie «Baby-leaf»-Salate, die in einem sehr frühen Entwicklungsstadium geerntet, aufbereitet und im Beutel angeboten werden, oder die «Mini-Gemüse», vorwiegend Blumenkohl, Broccoli und Romanesco, die vorzeitig geerntet, attraktive kleine Portionen liefern.

Aus dieser breitgefächerten Palette von Züchtungen, Sorten und Genressourcen stellt sich die Qual der Wahl, nicht nur für die Produzierenden, sondern auch für die Forschung.

Sortenprüfung

Für den Anbau einzelner Gemüsearten und die Auswahl geeigneter Sorten sind die Standortbedingungen (Boden, Witterung, Anbautechnik) sowie die Kulturzeit, Krankheitsanfälligkeit, Produktionseigenschaften (Anteil marktfähiges Erntegut) und besonders die innere und äussere Qualität massgebend. Bedingt durch die vielen Sorten einzelner Arten absorbiert diese Tätigkeit ein hohes Mass an Arbeitskräften, so dass diese Prüfungen nur an wenigen Standorten durchgeführt werden können, das heisst die gewonnenen Resultate sind nicht in jedem Falle auf andere Standorte zu übertragen (Abb. 1).

In diesem Bereich der Sortenprüfung gilt es vermehrt, die

Abb. 2. Verlauf der Temperatursummen (Tmax °C) von der Pflanzung bis zur Ernte für verschiedene Anbauermine und Jahre, Standort Wädenswil, Beispiel Fenchel. F-97 = Frühjahrsanbau, April bis Juni 1997; S-97 = Sommeranbau, Juni bis August 1997; S-99 = Sommeranbau, Mai bis Juli 1999; H-99 = Herbstanbau, August bis Oktober 1999.

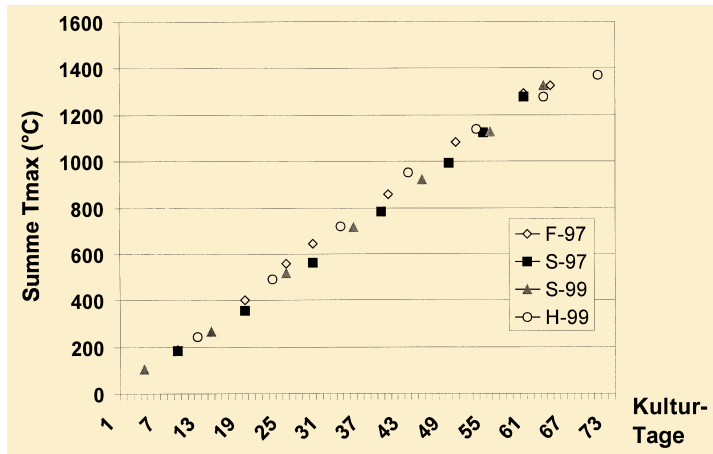
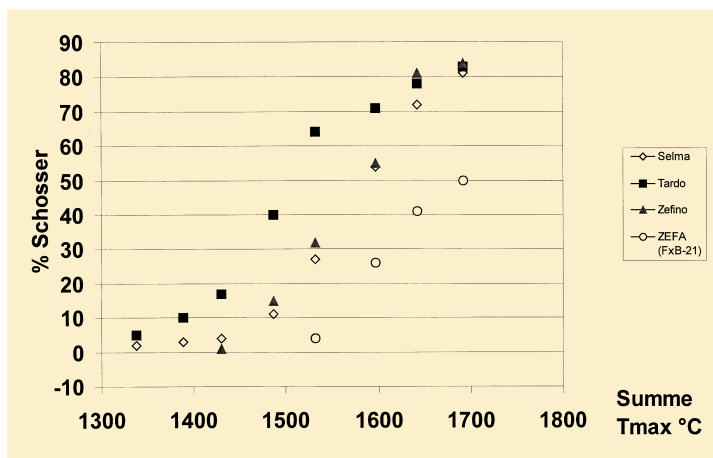


Abb. 3. Verlauf des Schossens verschiedener Fenchelsorten in Abhängigkeit der Temperatursumme °C, Tmax, Standort Wädenswil, Mai bis Juli 1997.



Umwelt und genetisch bedingten Variabilitäten zu erfassen (Zusammenspiel von Umwelt und Genotyp), um daraus konkrete standortbezogene Anbauempfehlungen abzuleiten. Dies bedingt auch angepasste Methoden zur Erfassung dieser Variabilitäten. Im Bereich von kurzlebigen Kulturen wie beispielsweise die Salate Kopf, Eisberg, Batavia und Endivie, die vom Pflanzzeitpunkt bis zur Ernte zwischen sechs und acht Wochen benötigen, ist dies selbstverständlich schwieriger. Bei Arten, deren Kulturzeiten jedoch zwischen drei und sechs Monaten dauern, (verschiedene Kohlartern, Karotten, Fenchel, Sellerie, Lauch, Zwiebeln, Zichorien), ist es entscheidend zu wissen, welches die wachstums- und ertragsbestimmenden Parameter sind sowie die Variabilität einer Sorte (Theiler und Buser 1997).

Terminierung des Erntezeitpunktes und des Schossens

Knollen-Fenchel benötigt je nach Sorte und Anbauermine zwischen 55 und 71 Kulturtagen von der Pflanzung bis zur Ernte, ohne die Anzuchtperiode im Gewächshaus zu berücksichtigen (35±10 Tage). Je nach Anbauermine bedarf es weniger oder mehr Kulturtage. Vergleiche verschiedener Anbau- und Erntetermine zweier Jahre ergaben, dass diese unterschiedlichen Kulturzeiten eng mit den Summen der Tagesmaximaltemperaturen (Tmax) korrelieren. Für die untersuchten Fenchelsorten am Standort Wädenswil heisst dies, dass unabhängig vom Anbauermine und Jahr, etwa eine Summe von 1250-1300 °C Tmax, von der Pflanzung bis zur Ernte, erforderlich waren (Abb. 2).

Bei vielen Gemüsearten bestimmt der physiologische Wechsel von der vegetativen (Blatt-, Kopfbildung) zur generativer Phase (Bildung der Blütenstände, sogenanntes Schossen) das Ende der verwertbaren Produktionsphase. Für den Produzierenden ist es daher wichtig zu wissen, ob eine Sorte schossfest ist oder nicht. Anhand von Feldbeobachtungen im Sommer 1977 wurde dies bei Fenchelsorten untersucht (Abb. 3). Im Feld wurden in zweitägigen Abständen die Anzahl Pflanzen mit Blütriebren bestimmt (% Schosser = y Achse) und diese Angaben mit den Summen der Tmax vom Pflanzzeitpunkt an verglichen (Summe Tmax = x Achse). Einzelne Pflanzen der Sorten «Selma» und «Tardo» (eine typische Herbstsorte) begannen bereits nach einer Temperatursumme von 1350°C zu Schossen, «Zefino» ab einer Summe von 1450°C und die Zuchtlinie «ZEFA FxB-21» erst bei 1530°C. Dies bedeutet, dass einzelne Sorten nach Erreichen des Reifezeitpunktes (ca. 1250 bis 1300°C) innerhalb weniger Tage geerntet werden müssen, um Schosser zu vermeiden. Bei anderen Sorten kann hingegen die Ernte über einen Zeitraum von bis zu acht Tagen erfolgen, bevor Schosser auftreten.

Diese Beispiele für Fenchel sind erst ein Ansatz zur Bestimmung von Erntezeitpunkt und Blütenbildung, der noch weiterer Präzisierung bedarf und auf andere Sorten und Arten (z.B. Salate, Kohlartern u.a.) ausgedehnt werden muss. Als Ziel lassen sich daraus in einem ersten Schritt die optimalen Reife- und Erntetermine einzelner Gemüsesorten besser bestimmen. Längerfristig lassen sich solche Daten auch für Ernteprognozen für einzelne Standorte nutzen, welche sowohl dem Produzierenden als auch für die Planung der Marktversorgung dienen können.

Variabilität des Ernteguts

Gemäss Qualitätsvorschriften der SGU³ (Ins 1998), wird für viele Gemüsearten eine Grössenklassierung (z.B. Durchmesser, Länge, Form) und nicht das Gewicht als Qualitätsnorm angegeben. Gemäss diesen Normen werden zum Beispiel Küchen-/Speise-Zwiebeln in drei Grössenklassen eingeteilt (Durchmesser: <35mm = Saucenzwiebeln; 35-70 mm = Speisezwiebeln und >70 mm = Metzgerzwiebeln). Das Erntegut von Zwiebeln weist jedoch eine grosse Variabilität auf. Die offen abgeblühte Sorte «Wädenswiler» weist Zwiebeln zwischen 50 bis 280 Gramm, die Hybridsorte «Jetset» dagegen Zwiebeln zwischen 25 bis 240 Gramm auf. Eigene Untersuchungen haben ergeben, dass die Bestimmung des Durchmessers der Zwiebeln mittels optischen Geräten ungenau ist, dass jedoch eine apparative Gewichtssortierung problemlos möglich ist. Gestützt auf Messungen des Zwiebeldurchmessers und -gewichts lässt sich anhand von Regressionsgleichungen einfach aus dem Durchmesser (y) auf das Gewicht (x) schliessen (Abb. 4). Für die beiden untersuchten Sorten «Wädenswiler» und «Jetset» sollten Speisezwiebeln ein Gewicht zwischen 10±2 Gramm (35 mm Durchmesser) bis 140±5 Gramm (70 mm Durchmesser) haben.

Nicht alle Gemüsearten weisen so enge Korrelationen zwischen der Form und dem Gewicht auf wie Zwiebeln ($R^2 = >0,97$), doch bestehen gemäss unseren Untersuchungen bei verschiedenen Gemüsearten ähnlich gute Beziehungen zwischen der Form (Länge, Breite, Dicke) und den Gewichten des Erntegutes (Theiler 1995).

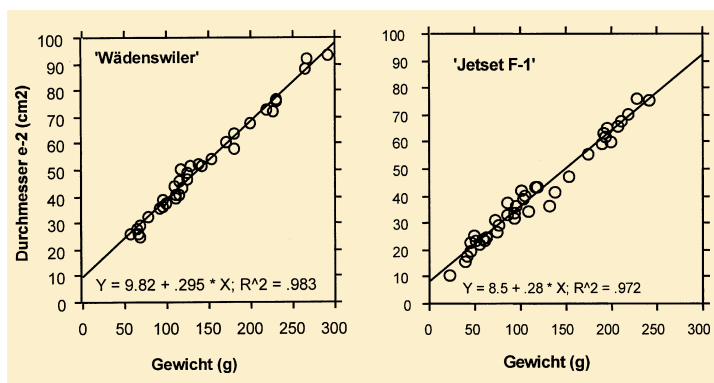


Abb. 4. Regressionen zwischen dem Quadrat des Zwiebeldurchmessers (cm²) und Zwiebelgewicht (g), zweier Sorten, «Wädenswiler» und «Jetset F-1», Daten der Ernte 1999/2000.

Resistente/tolerante Gemüsesorten

Eine weitere Aufgabe der Sortenprüfung, die von der Forschung vermehrten Aufwand verlangt, ist es, Resistenzen und Toleranzen einzelner Gemüsesorten gegenüber Schadorganismen unter spezifisch schweizerischen Anbaubedingungen zu prüfen (Tab. 1).

Zum einen geht es um die Erfassung von Infektionsbedingungen, -ausbreitung und daraus resultierenden Ernteverlusten, zum andern um die Entwicklung geeigneter Testverfahren zur Überprüfung dieser Resistenzen, um standortbedingte Anfälligkeitsunterschiede bezüglich

unregelmässiger Inokulumsverteilung auszuschliessen. Untersuchungen im Zusammenhang mit Kohlhernie-resistenten/toleranten Chinakohlsorten haben ergeben, dass der Pilz in den Versuchspartellen sehr unterschiedlich verteilt und somit auch der Befall von Pflanzen unterschiedlich war. Andererseits konnte mittels eines Gewächshaustests (Abb. 5 + 6) die Anfälligkeit von Sorten reproduzierbar getestet werden (Theiler *et al.* 1999).

Ein weiterer Problemkreis sind die sogenannten «physiologischen Störungen», die bei verschiedenen Gemüsearten auftre-

Tab. 1. Beispiele von zurzeit angebotenen Gemüsearten* mit Resistenzen/Toleranzen

Gemüsearten*	Pilzkrankheiten	Schädlinge	Viren
Salate	Falscher Mehltau	grüne Salatblattlaus	Salatmosaik
Chinakohl	Kohlhernie		
Hausgurken	Kräuze Blattbrand Fusarium-Welke Echter Mehltau		Gurken Mosaik-Virus
Tomaten	Echter Mehltau Blattfleckenkrankheit Samtfleckenkrankheit Welkekrankheiten <i>Verticillium</i> sp <i>Fusarium</i> sp	Wurzelgallenälchen	Tabakmosaik Virus Bronzeflecken-Virus
Karotte	Blatt-Alternaria Echter Mehltau	Möhrenfliege	
Spinat			CMV

*d.h. nur einzelne Sorten innerhalb einer Art (Angaben aus Handbuch Gemüse 2000).

³Schweiz. Gemüse-Union, Ins

Abb. 5. Gewächshausstest auf Kohlhernie-Befall.



ten können. Bekannte Beispiele sind Innenblattnekrosen bei Kohlarten und Salaten, die teilweise auf ein Missverhältnis von Kalzium/Magnesium zu Kalium in einzelnen Zellen und Geweben zurückgeführt werden (in Abhängigkeit des Nährstoffangebots im Boden, des Entwicklungsverlaufs der Pflanze und der Witterung) oder braune

Blattränder an Fenchel, die aufgrund trockener und warmer Witterungsbedingungen entstehen. Demgegenüber stehen eindeutig genetisch bedingte Qualitätsverminderungen, wie beispielsweise die Pelzigkeit bei Rettich (Theiler und Buser 1998; Theiler *et al.* 1999). Alle diese Beispiele zeigen, wie wichtig Abklärungen von umweltbedingten

und genetischen Faktoren in der Pflanzenentwicklung sind, um die Praxis wirksam zu beraten.

Künftige Arbeiten

Im Bereich neuer Produkte, die sich sowohl aus speziellen züchterischen Entwicklungen (internationale Firmen) als auch aus bestehenden, einheimischen Genressourcen ergeben können (Projekte des Nationalen Aktionsplanes, Aktivitäten privater Organisationen und Bio-Saatgutproduktion), sehen wir Handlungsbedarf in Forschung und Beratung.

Vom künftigen Umfeld, in dem sich die Gemüseproduktion zu behaupten hat, sind mehrere Trends zu beachten:

Verändertes Konsumverhalten in der Gesellschaft

- Zunahme von Einzelhaushalten (sowohl von Jungen und Alten/Senioren);
- Bedarf nach Fertigprodukten in kleinen Portionen;

Abb. 6. Deutlicher Kohlhernie-Befall an einer Rothkohl-Jungpflanze nach acht Wochen im Gewächshausstest.



■ Gemüsesnacks (verpackte Baby-Karotten);

■ Mini-Gemüse.

Generelles Gesundheitsbewusstsein (Gemüse und Obst als «Medizin»)

■ Zunahme des Bedarfs an biologisch produziertem Gemüse;

■ Interesse für alte, einheimische Gemüse.

Interesse an «exotischen» Produkten einer zunehmenden interkulturellen Gesellschaft.

Internationale Entwicklung und Angebot von gentechnisch veränderten Organismen (GVO), im Bereich der Spezialkulturen.

Will die einheimische Gemüseproduktion (IP und Bio) auch

künftig in diesem Spannungsfeld überleben, sind alle an der Gemüsebranche und Forschung interessierten Kreise aufgefordert, neue Herausforderungen zu erkennen und darauf angemessen zu reagieren. Besonders hat die Gemüsebranche auf die veränderten Konsumwünsche, internationale Angebote und den daraus resultierenden Marktbedürfnissen einzugehen. Die Sorten- und Genressourcen-Prüfung wird sich vermehrt auch international ausrichten und ist Bestandteil innerhalb eines ganzen Gefüges, wovon in der Forschung die verschiedenen Projekte der Anbautechnik, des Pflanzenschutzes und der Untersuchungen zu den sekundären Inhaltsstoffen sowie der Verwertung dazukommen.

Literatur

■ Handbuch Gemüse, 2000. Schweizerische Gemüse-Union, Ins, 236 S.

■ Qualitätsbestimmungen der Schweizerischen Gemüse-Union, 1998, Ins.

■ Theiler R., 1995. Classical and Novel Breeding Techniques for Chicory (*Cichorium intybus* L.). PhD Thesis, University of the West of England, Bristol, UK.

■ Theiler R. und Buser H., 1997. Offen abgeblühte Sorten im Vergleich zu F1-Hybriden. *Der Gemüsebau* 18, 4-6.

■ Theiler R. und Buser H., 1998. Gemüsezüchtung: Pelziger Rettich, kann die Züchtung helfen? *Der Gemüsebau* 7, 4-8.

■ Theiler R., Buser H. und Frey L., 1999. Pelzigkeit bei Rettich, frühe Sorten im Vergleich. *Der Gemüsebau* 7, 12-15.

■ Theiler R., Kovacs O. und Buser H., 1999. Gewächshaustest zur Überprüfung der Kohlhernie-Toleranz. *Der Gemüsebau* 12, 13-15.

RÉSUMÉ

Diversité dans les cultures maraîchères

Les nouvelles variétés de légumes doivent être testées en ce qui concerne leur comportement par rapport à nos climats et nos méthodes de culture. Leur croissance et leur rendement sont examinés avant tout mais également l'interaction des différents génotypes avec l'environnement. Il est important pour la caractérisation des variétés de trouver la période optimale pour la récolte en observant la relation entre le climat et le passage à la phase générative. En général, la variabilité du poids et de la forme des récoltes des différentes variétés de légumes sont liées. Par exemple, chez l'oignon, le coefficient de régression entre le diamètre et le poids est de $R^2 = 0,97$. De nouvelles variétés résistantes ou tolérantes à des maladies ou à des ravageurs sont examinées à l'aide de tests en laboratoire et en plein champ. L'évolution continue du marché doit être prise en compte. Par exemple, l'appréciation de mélanges de salades «baby leaf» ou la production de mini-légumes (examen de variétés de légumes qui s'y prêtent), ainsi que la réintroduction de variétés anciennes sur le marché sont étudiées. A l'avenir, une attention particulière sera portée aux examens de variétés adaptées à la culture biologique. En vue d'atteindre ces objectifs, les groupes de recherche en systèmes de cultures, en protection des plantes, en transformation et en stockage travailleront en étroite collaboration.

SUMMARY

Varietal diversity in horticulture

New vegetable varieties must be grown at different regional sites to evaluate their specific potential with respect to time and duration of the harvesting period, their yield and quality. Additionally, cultivars with resistance or tolerance to pests and/or pathogen must be tested under defined conditions in the field. In future, more information is needed on the interaction of genotypes and environment. This should provide more scientific knowledge of the growth patterns of varieties in relation to local climatic conditions which should enable the prediction of optimal harvest time and transition to the generative stage (bolting). The variation or stability within varieties with respect to form and yield is an other subject of investigation, e.g. for onion the regression coefficient between onion diameter and onion weight is $R^2 = 0.97$. Furthermore, changes in the demands of consumers and the market for new goods, e.g. packed salad mixtures - baby leaf - mini-vegetables and organically grown products must be considered in further experiments in close co-operation with the research groups working on production systems, plant protection, storage and processing.

Key words: vegetables, variety trials, genotype x environment, biometric methods, consumer demands, production planning