

das Pflanzenalter zur Zeit dieses Einflusses durch Staffelung der Aussaaten.

Die gleichen Beobachtungen konnten auch bei der Zwiebel gemacht werden. So ergaben Zwiebel-Zeitstufenversuche (1) folgendes Bild:

Aufgang	Samen-träger in %	Aufgang	Samen-träger in %
15. Juni	66	12. Aug.	10
29. Juni	56	28. Aug.	13
10. Juli	58	15. Sept.	0
28. Juli	21	1. Okt.	0

Auch bei dieser Versuchsreihe war, parallel gehend mit dem Pflanzenalter, ein starker Abfall der Schosserzahlen festzustellen, wobei gleichfalls Kältewert und Kältedauer eine für alle Aussaaten konstante Größe vorstellten.

Über ähnliche Ergebnisse, wenn auch mit anderen Mitteln erzielt, berichtet Voss (2), der im Zuge von Versuchen zur experimentellen Auslösung des Schossens von Rübensorten die stärkste Wirkung bei der Behandlung älterer Keimpflanzen erzielte. Es scheint daher, abgesehen

von anderen Einflüssen, nicht die Dauer der Kältebehandlung allein maßgebend zu sein, sondern vielmehr der Zeitpunkt ihres Einsetzens. Wenn daher in zahlreichen Fällen beobachtet wurde, daß mit zunehmender Einwirkungsdauer die Zahl der Schosser ansteigt, so wäre vielleicht auch die Deutung am Platz, die Ursache dieser Wechselbeziehungen in dem zunehmenden Alter der behandelten Pflanzen zu suchen.

#### Zusammenfassung.

Zeitstufenssaaten mit der Kohlrabisorte „Roggli“, die bereits im Spätsommer begonnen wurden, führten zu einem außerordentlich unterschiedlichen Verhalten hinsichtlich des Schossens. Da Kältewert und Kältedauer eine für alle Zeitstufen konstante Größe vorstellten, muß im Hinblick auf die hohen Schosserzahlen bei den ersten Aussaaten dem Alter der betroffenen Pflanzen eine besondere Bedeutung beigemessen werden.

#### Literatur.

1. KOPETZ, L. M.: Gartenbauwiss. 16, 178 (1941).
- 2. Voss, J.: Angew. Bot. 18, 370 (1936).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg/Mark, Zweigstelle Baden, Rosenhof bei Ladenburg a. N.).

## Über einen Ertrags- und Düngungsversuch mit diploidem und autotetraploidem Münchener Bierrettich (*Raphanus sativus* var. *major* [L.] A. Voss).

Von **M. Müндler** und **F. Schwanitz**.

Über experimentell hergestellte autotetraploide Pflanzen liegt heute bereits eine größere Anzahl von cytologischen Arbeiten und von morphologischen Beschreibungen vor. Daneben sind an Autopolyploiden einige physiologische, entwicklungsphysiologische und chemische Untersuchungen vorgenommen worden. Arbeiten, aus denen mit Sicherheit auf den wirtschaftlichen Wert von experimentell hergestellten Polyploiden geschlossen werden kann, liegen bisher nicht vor. Auf die praktische Bedeutung der Polyploidie für die Schaffung von neuen wertvolleren Formen unserer Kulturpflanzen wird heute zwar in zahlreichen theoretischen Untersuchungen und auch in zusammenfassenden Darstellungen hingewiesen; alle diese Schlüsse gründen sich zum größten Teil auf vorläufig noch recht vereinzelt, zum Teil auch verhältnismäßig widerspruchsvollen morphologischen und physiologischen Beobachtungen. Wirklich brauchbare Untersuchungen über Ertrag und

Qualität tetraploider Pflanzen liegen bisher nur sehr wenige vor. KUCKUCK (3) betont daher mit Recht, daß die bisherigen Ergebnisse der Polyploidieforschung nicht ausreichen, um ein abschließendes Urteil über den Wert der Polyploidie für die praktische Züchtung zu erlauben.

Seit Beginn unserer Arbeiten zur Herstellung und Prüfung von Autopolyploiden bei einer Reihe von landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen war es unser dringlichstes Bemühen, vor allem den wirtschaftlichen Wert der von uns hergestellten autopolyploiden Sippen zu ergründen. Aus diesem Grunde wurden zahlreiche andere Untersuchungen an den Polyploiden zunächst zurückgestellt, um möglichst rasch zu einer möglichst großen Menge von Saatgut zu kommen. Die sehr geringe Fertilität der Autopolyploiden und die starke Neigung zum Herabregulieren der Chromosomenzahl erlaubte jedoch erst verhältnismäßig spät nach der Herstellung der Autotetraploiden den Beginn

von Ertragsversuchen. Im Jahre 1941 konnten erstmalig einige Gefäß- und Feldversuche angesetzt werden. In den nächsten Jahren werden voraussichtlich laufend Versuche mit einer ganzen Reihe von Arten und Varietäten durchgeführt werden.

An dieser Stelle können wir über einen Versuch mit diploidem und tetraploidem Münchener Bierrettich berichten. Das tetraploide Material wurde aus Handelssaatgut der Firma F. C. Heinemann, Erfurt, teils im Sommer 1938, teils im Sommer 1939 durch Behandlung von Keimpflanzen mit 0,5%iger Colchicininlösung hergestellt. Die Vermehrung des so gewonnenen Materials erfolgte wegen der starken Selbststerilität des Rettichs durch freies Abblühen der tetraploiden Pflanzen unter sich. Gegen Bestäubung



Abb. 1. Teil eines diploiden (links) und eines tetraploiden (rechts) Fruchtstandes von Rettich.

mit diploidem Pollen der gleichen Art wurden die Tetraploiden durch räumliche Isolierung gesichert. Das Saatgut wurde stets nach Einzelpflanzen getrennt geerntet, aufbewahrt und ausgesät. Dieses Verfahren ist bei Tetraploiden unbedingt erforderlich, solange man nicht völlig sicher ist, daß ein Herabregulieren der Chromosomenzahl nicht erfolgt. Die Tetraploiden unterscheiden sich von den Diploiden so deutlich in der Form und Größe der Blütenknospen, der Antheren, des Stempels und der Schoten (Abb. 1) daß diploide Pflanzen, die infolge Herabregulierens etwa auftreten, leicht erkannt und ausgemerzt werden können. Die Blütenform und Blütengröße ist zur Bestimmung der Polyploidie bei Rettich nicht brauchbar, da sich bei den diploiden Pflanzen bezüglich der Blütengröße und Blütenform eine sehr große Variabilität findet. Eine mikroskopische Untersuchung war nach dem ersten Vertrautwerden mit dem Material nur in wenigen Zweifelsfällen nötig. Zahlreiche Stichproben wurden bei den tetraploiden Pflanzen des Versuchs gemacht, um festzustellen, ob hier nicht die Versuchsergebnisse durch

stärkeres Herabregulieren verfälscht würden. Die Untersuchung wurde durch Messung der Spaltöffnungsgröße durchgeführt. Es konnte in diesem Falle kein Herabregulieren beobachtet werden. Ein anderer Versuch, bei dem ein etwas anders zusammengesetztes tetraploides Saatgut verwendet wurde, konnte wegen Herabregulierens der Chromosomenzahl bei einem Teil der Pflanzen nicht ausgewertet werden. Es sei erwähnt, daß ein ähnlich liegender Fall im gleichen Sommer auch bei gelbem Senf beobachtet werden konnte. Bei dem Material von tetraploidem gelbem Senf, das auf dem Versuchsfelde zur Auslese und zur Vermehrung angebaut worden war, trat in recht beachtlichem Umfang ein Herunterregulieren der Chromosomenzahl ein. Bei einem etwa 1000 m entfernten Versuch mit diploidem und tetraploidem gelbem Senf, bei dem das tetraploide Material eine Population aus einem großen Teil der auf dem Versuchsfelde angebauten Nachkommenschaften darstellte, trat kein Herunterregulieren der Chromosomenzahl ein. Wenn diese zwei bisher vereinzelt dastehenden Beobachtungen auch noch keine weiteren Schlußfolgerungen erlauben, so lassen sie es doch als wichtig erscheinen, das Verhalten von  $4n$ -Pflanzen der gleichen Stämme, die verschiedenen Außenbedingungen (Aussaatzeit, Boden, Düngung usw.) unterworfen sind, zu prüfen.

Es war uns von vornherein klar, daß ein einwandfreier Vergleich der Leistungsfähigkeit der Diploiden und der Tetraploiden nur so durchzuführen war, daß die Leistungen der Diploiden und der Tetraploiden unter variierten Außenbedingungen verglichen wurden. Auf diese Weise schien es möglich, festzustellen, ob bei den  $2n$ - und  $4n$ -Pflanzen die Optima für die variierten Außenbedingungen verschieden lägen. Am einfachsten durchführbar und für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Diploiden und der Tetraploiden am wertvollsten und eindeutigsten erschien der Düngungsversuch. Die Durchführung eines Düngungsversuches lag auch deshalb nahe, weil die von zahlreichen Autoren beschriebene, besonders üppige Entwicklung der Organe bei den Tetraploiden die Frage nahelegte, ob die Tetraploiden sich erst vielleicht zu den Diploiden ähnlich verhalten würden, wie Hochzuchtsorten zu Landsorten, daß also die Tetraploiden befähigt wären, höhere Nährstoffgaben besser auszunutzen als die Diploiden.

Das Saatgut für den Versuch bestand für die diploiden Serien aus Handelssaatgut der Firma F. C. Heinemann. Das tetraploide Saatgut bestand aus einer aus Saatgut von 98 Stämmen

durch Zusammenschütten hergestellten Population. Der Boden des Versuchsfeldes bestand aus schwerem Lehm. Vorrucht war Sommergerste. Die Grunddüngung, die alle Versuchsserien gleichartig erhielten, bestand aus  $1\frac{1}{2}$  dz je ha Thomasmehl, 1,86 dz/ha 40%iges Kalidüngesalz und 1 dz/ha Kalkammonsalpeter. Bei der ersten Versuchsserie wurde zu der Grunddüngung keine weitere zusätzliche Düngung gegeben, die zweite Serie enthielt eine Düngung von 711,1 kg Kali (40%iges Kalidüngesalz) und von 388,8 kg/ha Stickstoff (Natrionsalpeter). Die dritte Serie enthielt 1422,2 kg je ha Kali und 711,1 kg/ha Stickstoff. Das Deutsche Kalisyndikat stellte uns den für die Durchführung dieses und einiger anderer Versuche benötigten Kalidünger lebenswürdigweise zur Verfügung. Die Aussaat erfolgte am 8. Juni 1941. Die Körner wurden mit der Hand ausgelegt. Die Reihenentfernung betrug 30 cm. Die Größe der Einzelparzellen war 22,5 qm ( $4,5 \times 5$  m). Die Menge der zur Verfügung stehenden 4n-Samen erlaubte von jeder Versuchsserie nur drei Wiederholungen anzulegen. Für die Verteilung der Einzelparzellen wurde die Schachbrettmethode gewählt. Nach dem Auflaufen — hierbei konnte zwischen 2n- und 4n-Pflanzen kein Unterschied beobachtet werden — zeigte sich zunächst eine starke Überlegenheit der Tetraploiden. Im Laufe der Entwicklung verwischte sich diese Verschiedenheit jedoch immer mehr, und bereits längere Zeit vor der Ernte war beim Vergleich der diploiden und tetraploiden Parzellen der gleichen Düngungsstufe bezüglich der Masse und Üppigkeit der oberirdischen Organe zwischen 2n- und 4n-Pflanzen kein Unterschied mehr zu bemerken. Bei genauerer Betrachtung fiel allerdings auf, daß die Blätter der tetraploiden Pflanzen offenbar größer waren als die der Diploiden.

Die Ernte erfolgte am 15. Sept. Die diploiden wie die tetraploiden Pflanzen hatten zu dieser Zeit ihre Vegetationsperiode im wesentlichen abgeschlossen, was sich im beginnenden Vergilben der Blätter der Diploiden wie der Tetra-

ploiden äußerte. Die Parzellen wurden einzeln geerntet und das Gewicht der Rüben und des Laubes festgestellt. Die Kompensation der Fehlstellen erfolgte nach der Methode HENRICHS (2). Bei der Fehlerberechnung wurde, wie bei Feldversuchen üblich, der „praktische“ mittlere Fehler (2) ermittelt. Die Ergebnisse des Versuchs geben Tabelle 1 und Abb. 2 wieder.

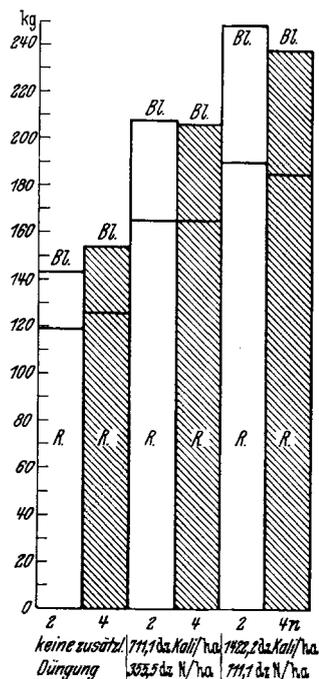


Abb. 2. Schematische Darstellung der Blatt- (Bl) und Rüben- (R) Erträge (in kg je Parzelle) diploider und tetraploider Münchener Bierrettiche bei drei verschiedenen Düngungsstufen. (Parzellengröße 22,5 qm, Zahl der Pflanzen je Parzelle 450).

Die erhaltenen Zahlen und die Abbildung zeigen deutlich, daß von einem Unterschied in der Leistungsfähigkeit zwischen den diploiden und den tetraploiden Rettichpflanzen keine Rede sein kann. Die Unterschiede, die sich bei den Pflanzen ohne Zusatzdüngung zwischen den 2n- und den 4n-Parzellen finden, liegen innerhalb der Fehlergrenzen, können also auch als gleich angesehen werden. Die stofflichen Leistungen der 2n- und der 4n-Pflanzen sind auf

Tabelle 1. Rüben- und Blätterertrag diploider und tetraploider Münchener Bierrettiche (in kg). Je Parzelle ( $22,5 \text{ m}^2$ ).

	Keine zusätzliche Düngung			711,1 dz Kali/ha 355,5 dz Stickstoff/ha			1422,2 dz Kali/ha 711,1 dz Stickstoff/ha		
	M	m	$\sigma$	M	m	$\sigma$	M	m	$\sigma$
Rüben 2n . .	119	$\pm 5,73$	$\pm 10,15$	165,8	$\pm 5,17$	$\pm 9,169$	190,3	$\pm 3,60$	$\pm 6,39$
Rüben 4n . .	125,7	$\pm 5,58$	$\pm 9,66$	165,7	$\pm 10,7$	$\pm 18,96$	185,3	$\pm 9,09$	$\pm 16,11$
Blätter 2n . .	24,35	$\pm 0,44$	$\pm 0,79$	42,30	$\pm 3,58$	$\pm 6,19$	58,73	$\pm 3,86$	$\pm 6,68$
Blätter 4n . .	28,66	$\pm 2,93$	$\pm 5,18$	40,78	$\pm 3,29$	$\pm 5,81$	53,67	$\pm 3,07$	$\pm 5,32$

allen drei Düngungsstufen gleich. Da die Fertilität der Tetraploiden gegenüber der der Diploiden sehr erheblich verringert wird, muß der wirtschaftliche Wert der tetraploiden Rettiche zunächst als geringer angesprochen werden als der der diploiden. Ob und wie weit diese Nachteile der  $4n$ -Pflanzen etwa durch bessere Qualität ausgeglichen werden, können wir heute noch nicht sagen, da die betreffenden Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind.

Der Befund unseres Versuchs deckt sich mit den Ergebnissen einiger eigener und fremder Untersuchungen. Bei gelbem Senf (7) fanden wir anfänglich gleichfalls bei den  $4n$ -Pflanzen wesentlich stärkere stoffliche Leistungen. Es konnte hier nachgewiesen werden, daß diese üppige Jugendentwicklung eine Folge der erheblichen Zunahme der Samengröße bei den Tetraploiden war. Auf späteren Entwicklungsstadien fand eine vollständige Angleichung der Erträge der  $2n$ - und  $4n$ -Pflanzen statt, ja schließlich konnte in den letzten Entwicklungsstadien sogar eine stärkere Entwicklung der Diploiden festgestellt werden. Bei getriebener Kresse (6) konnte von uns bei den  $4n$ -Pflanzen ein um etwa 30% höherer Ertrag festgestellt werden, als bei den  $2n$ -Pflanzen. Die Ursache dieser höheren Erträge liegt hier aber auch wohl nur darin begründet, daß die Ernte bereits auf dem Keimblattstadium erfolgt, zu einer Zeit also, wo sich die Samengröße unbedingt noch auf den Ertrag auswirken muß. Bei anderen von uns hergestellten Polyploiden liegen bisher keine Ertragsuntersuchungen vor, bei einer ganzen Reihe von Pflanzen zeigt jedoch bereits der Augenschein, daß von höheren Erträgen der  $4n$ -Pflanzen kaum die Rede sein kann. So sind z. B. bei zwei verschiedenen Grünkohlarten, die ausgewachsenen  $4n$ -Pflanzen wesentlich kleiner als die  $2n$ -Pflanzen.

Geringere Frisch- und Trockensubstanzerträge fand PIRSCHLE (4) für die  $4n$ -Pflanzen der DD-Rasse von *Petunia nyctinaginiflora*. FABERGÉ (1) fand bei tetraploiden Tomatensippen keine höheren Leistungen als bei diploiden. Dagegen erhielt SCHLÖSSER (5) von Tetraploiden verschiedener Wildsippen von *Lycopersicum* höhere Erträge als von den Diploiden.

Tetraploide Sippen, die gleiche oder geringere stoffliche Leistungen besitzen als die diploiden

Ausgangsformen, sind besonders dann, wenn ihre Fertilität verringert ist, für die praktische Pflanzenzüchtung wohl kaum von Interesse. Auch wenn einmal erhebliche Qualitätsverbesserungen als Folge der Genomverdoppelung gefunden werden sollten, ist noch festzustellen, ob diese Verbesserungen die Fertilitätsvermindierungen ausgleichen können. Wenn auch in solchen Fällen, in denen die Erträge und Qualität der autopolyploiden Kulturpflanzen nicht oder doch nicht wesentlich gesteigert sind und die Fertilität beträchtlich verringert ist, die Polyploidie unmittelbar und sofort für die Pflanzenzüchtung keine Bedeutung hat, so ist andererseits doch nicht gesagt, daß sie diese Bedeutung nicht noch einmal erlangen kann. Wir wissen von den in der Natur aufgefundenen Polyploiden, daß sie sich nicht selten gegenüber den Diploiden durch erhöhte Leistungsfähigkeit auszeichnen sollen. Man darf wohl annehmen, daß die bei den  $4n$ -Pflanzen durch die Genomvermehrung erhöhte Fähigkeit zur Steigerung der Leistungen infolge der natürlichen Auslese die Ursache dieser Erscheinung ist. Es wird also versucht werden müssen, durch fortgesetzte Auslese auch bei den künstlich hergestellten Autopolyploiden Leistungssteigerungen in den bei den betreffenden Pflanzen erwünschten und wesentlichen Richtungen zu erzielen. Die hier notwendigen, vermutlich recht schwierigen und langwierigen Arbeiten scheinen uns jedoch ebensowenig in den Arbeitsbereich der privaten praktischen Züchtung zu gehören, wie etwa die Auslösung von Genmutationen. Die Bearbeitung und Klärung dieser Fragen dürfte vielmehr, jedenfalls zunächst, vorwiegend eine Angelegenheit der Forschungsinstitute sein.

Zusammenfassung: Diploider und tetraploider Münchener Bierrettich wurde auf seinen Ertrag im Feldversuch bei drei verschiedenen Düngungsstufen geprüft. Die diploiden und tetraploiden Pflanzen zeigten bei gleicher Düngung stets gleiche Erträge.

#### Literatur.

1. FABERGÉ: J. Gent. **33**, 265 (1936). — 2. HONCAMP: Handb. Pflanzenernähr. u. Düngerlehre, Berlin 1931. — 3. KUCKUCK: Pflanzenzüchtg Berlin. 1939. — 4. PIRSCHLE: Planta **31**, 349 (1940). — 5. SCHLÖSSER: Forsch.dienst **3**, 69 (1937). — 6. SCHWANITZ: Züchter **13**, 155 (1941). — 7. SCHWANITZ: Züchter **14** (1942).