

haus in einen 13 cm-Topf auf Holztabletten bzw. 1958 in einen 8 cm-Topf gepflanzt. Die Sämlinge (Stecklinge) wurden nach den üblichen Gesichtspunkten bonitiert und die Ergebnisse mit dem Klonnachbau verglichen.

1. Die Merkmalstreue ist für die untersuchten Merkmale bei allen Anzuchtmethoden im Sämlingsjahr nicht groß. Zwischen den Topfsämlingen (12 bis 13 cm) und den üblichen Freilandsämlingen traten in den Beziehungen der Merkmale Knollenlage, Schalenfarbe, Augentiefe, Knollenform, Knollenzahl, durchschnittliches Knollengewicht und Fleischfarbe keine signifikanten Differenzen auf. Die Anzucht in 8 cm-Tontöpfen führte zu ungünstigeren Korrelationen mit signifikanten Differenzen zur Freilandanzucht.

2. Die Meßgenauigkeit und die Maßstäbe der subjektiven Beurteilungen müssen den veränderten Größenverhältnissen bei der Topfkultur angepaßt werden.

3. Extrem schlechte Sämlinge in den Merkmalen Schalenfarbe, Knollenlage, Knollenform, Augentiefe, Fleischfarbe und Knollenzahl können bei Freiland- und Topfanzucht (12–13 cm) ausgeschieden werden. Außerdem ist eine gewisse Berücksichtigung der Knollengröße möglich.

4. Eine nach diesen Gesichtspunkten durchgeführte negative Massenauslese ermöglichte es, die Populationen im Durchschnitt auf 55% bei der Freilandanzucht und der Anzucht im 12 cm-Topf und 65% bei der Anzucht im 8 cm-Topf zu reduzieren. Unter Berücksichtigung aller übrigen Selektionsmerkmale betrug die Ausbeute in der praktischen Züchtung im fünfjährigen Durchschnitt etwa 25% bei Topfsämlingen.

5. Von jedem Sämling wird bei der Topfanzucht nur eine Knolle geerntet und die Knollen im nächsten Jahr im Freiland als Population nachgebaut. Die Selektion dieser vegetativen Nachkommenschaft kann wesentlich strenger erfolgen und sich auch auf andere Merkmale erstrecken. Die Verlagerung eines Teiles der Selektion auf die erste vegetative Nachkommenschaft wird zweifellos zu einer besseren Ausschöpfung der Sämlingspopulationen führen.

6. Der Aufwand an Handarbeit wird bei Berücksichtigung des gesamten Zuchtaufbaues bei der

Topfanzucht vermindert. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist auch die Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

7. Die Anzucht von Kartoffelsämlingen in Tontöpfen mit einem Durchmesser von 10–12 cm kann empfohlen werden. Um möglichst gleichmäßige Bedingungen zu schaffen, sind die Töpfe im Gewächshaus oder an einer geschützten Stelle auf einer festen Unterlage aufzustellen. Um eine stärkere Differenzierung der Reifezeiten zu erzielen, ist die Anzucht von Sämlingspopulationen zur Auslese von Frühkartoffeln in Töpfen auf Erde oder Kompost günstiger.

Literatur

1. AKELEY, R. V., and F. J. STEVENSON: Yield, specific gravity and starch content in a potato program. *Amer. Pot. J.* **20**, 203–217 (1943). — 2. BÖRGER, H., D. KÖHLER und R. v. SENGBUSCH: Untersuchungen über die Züchtung von Kartoffeln mit hohem Stärkeertrag. *Der Züchter* **24**, 273–276 (1954). — 3. BUDIN, K. Z.: Die Auslese junger Sämlinge der Kartoffeln (russisch). *Selektion und Samenzucht* **4**, 28–33 (1954). — 4. ENGEL, K.-H.: Strahlungseinfluß auf Fleischfarbenbonitierung der Kartoffel. *Der Züchter* **26**, 174–176 (1956). — 5. ENGEL, K.-H.: Grundlegende Fragen zu einem Schema für Arbeiten mit Inzuchten bei Kartoffeln. *Der Züchter* **27**, 98–124 (1957). — 6. ENGEL, K.-H., und K.-H. MÖLLER: Frühdiagnose auf Reifezeit an Kartoffelsämlingen. *Der Züchter* **29**, 218–220 (1959). — 7. KRANTZ, F. A.: Potato breeding methods. Univ. of Minnesota, Agr. Exp. Stat. Technical Bull. **25**, 1–32 (1924). — 8. LINDER, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel: Verl. Birkhäuser 1951. — 9. MÖLLER, K.-H.: Sämlingsanzucht im Gewächshaus zur Züchtung frühreifer Kartoffeln. *Der Züchter* **26**, 243–248 (1956). — 10. PERRY, B. A., R. V. AKELEY, and W. B. COOK: A potato breeding technique used for Texas. *Amer. Potato J.* **37**, 306–307 (1960). — 11. RUDOLF, W.: Kartoffel. Zuchtmethoden. In: H. KAPPERT und W. RUDOLF, Handbuch der Pflanzenzüchtung, **3**, 156–195. Berlin: Verlag Parey 1956. — 12. STEINECK, O.: Die Grundlagen der photoperiodischen Reduktionsauslese bei einjährigen Kartoffelsämlingen. *Z. Pflanzenzüchtg.* **39**, 403–418 (1958). — 13. STELZNER, G., und H. LEHMANN: Kartoffel. In: TH. ROEMER und W. RUDOLF, Handbuch der Pflanzenzüchtung **S. 98–176**. Berlin: Verlag Parey 1944. — 14. STOLETOV, V. N.: Zur Frage der Auslese. *Izo. Akad. Nauk SSSR Biol.* **1**, 3–35 (1952). — 15. SWIEZYŃSKI, K.: Selekcja ziemniaków na cechy użytkowe. *Cz. III. Hod. Rosl. Aklimi. i Nasien.* **4**, 229–273 (1960). — 16. THIJS, G. A.: The raising of first year potato seedlings in glasshouses. *Euphytica* **3**, 140–146 (1954). — 17. THIJS, G. A.: Methods used in evaluating potato seedlings. *Euphytica* **5**, 55–62 (1956).

Aus dem Institut für Pflanzliche Genetik Poznań der Polnischen Akademie der Wissenschaften

Pollenfertilität und Pollenschlauchwachstum bei di- und tetraploidem Rotklee

Von T. ŁĄCZYŃSKA-HULEWICZ und T. MACKIEWICZ

Mit 10 Abbildungen

Die herabgesetzte Fertilität und niedrigen Samen-erträge des tetraploiden Rotklee werden durch eine Reihe von Faktoren verursacht, deren wichtigste die folgenden sind:

1. Verminderte Anzahl von Stengeln und Köpfchen (ŁĄCZYŃSKA-HULEWICZ 1957),
2. Zu späte Blüh- und Reifeperiode,
3. Ungünstige Bestäubungsverhältnisse, deren Ursache eine zu lange Kronenröhre ist (JULÉN 1954, 1956, WEXELSEN u. VESTAD 1954),

4. Meiotische Störungen, die oft Zygoten mit unregelmäßiger Chromosomenzahl zur Folge haben (LEVAN 1945, POVILAITIS u. BOYES 1956),

5. Absterben von Zygoten und Embryonen in frühen Entwicklungsstadien (JULÉN 1954),

6. Herabgesetzte Pollenfertilität und -vitalität. Eine nähere Untersuchung des letzten Problems diente als Thema dieser Arbeit. Die Durchführung der Versuche fand an zwei verschiedenen Orten Pollens statt. Die erste Versuchsstelle hat ein mehr

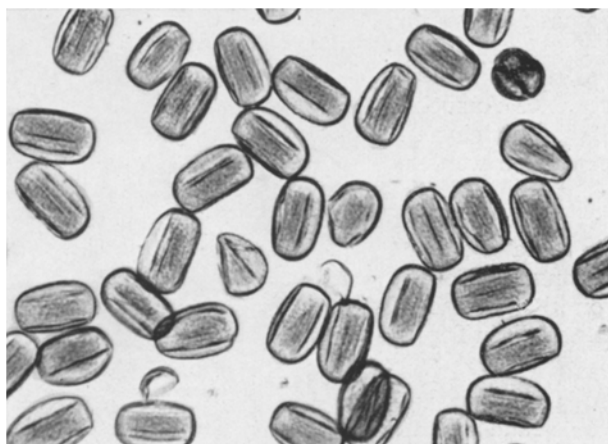


Abb. 1. Pollenkörner von 2 n-Rotklee, im Kanadabalsam eingeschlossen. Vergr. 400×.

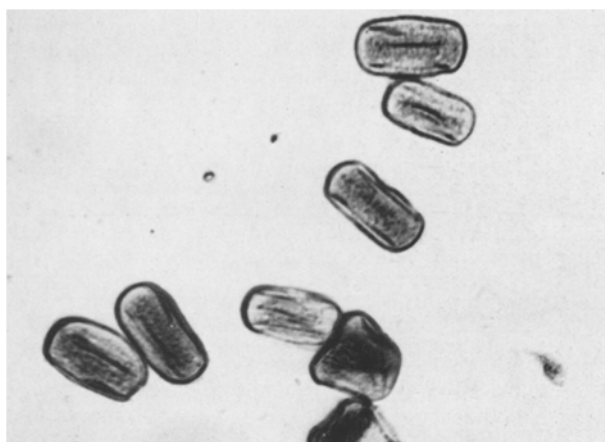


Abb. 2. Pollenkörner von 4 n-Rotklee, im Kanadabalsam eingeschlossen. Vergr. 400×.

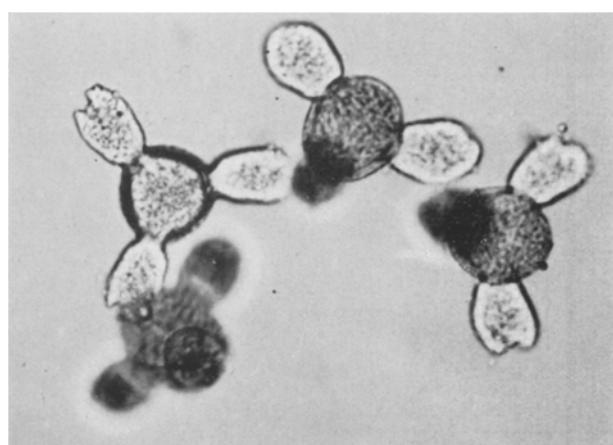


Abb. 3. Die Keimporen von 2 n-Rotklee. Vergr. 400×.

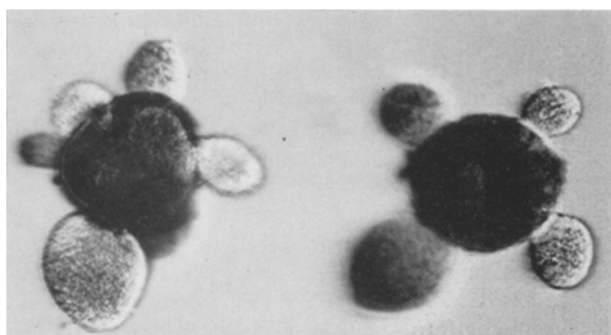


Abb. 4. Die Keimporen von 4 n-Rotklee. Vergr. 400×.

trockenes und wärmeres Klima, die zweite zeichnet sich durch kühlere und feuchte Sommer aus. Als Objekt diente die tetraploide Sorte 'Wielkolistna' und ihre Ausgangsform, die diploide 'Gloria'.

Die Pollenmessungen wurden sowohl in Bellingslösung (eine 1:1 Mischung von Acetocarmin und Glycerin), als auch in Kanadabalsam durchgeführt, da dieses Einschlußmittel keine ungünstige Schwellung der Pollenkörner hervorruft.

Tabelle 1. Maße der Pollenkörner in μ .

| | gemessen | | | |
|---------------------------------|-----------------|--------|-------------------|--------|
| | in Kanadabalsam | | in Bellingslösung | |
| | Länge | Breite | Länge | Breite |
| 2 n (aus 15 Pflanzen berechnet) | 54,91 | 35,43 | 43,86 | 42,56 |
| 4 n (aus 15 Pflanzen berechnet) | 52,05 | 50,25 | 50,95 | 50,29 |
| 2 S _d | 4,98 | 4,00 | 2,90 | 3,08 |

Wie aus der Tab. 1 und Abb. 1 und 2 ersichtlich ist, weisen die in Kanadabalsam eingeschlossenen Pollenkörner meistens eine elliptische Form auf. Unter den diploiden Pollen gibt es eine ziemlich große Anzahl Pollenkörner mit dreieckiger Form, die unter den haploiden Pollen überhaupt nicht vorkommen. In Bellingslösung sind alle Pollenkörner rundlich, deswegen treten die Unterschiede in der Form des haplo- und diploiden Pollens in diesem Medium nicht deutlich hervor.

Die Porenanzahl betrug für alle haploiden Pollenkörner 3, für die diploiden 3—6 (Abb. 3 u. 4). Die meisten diploiden Pollenkörner wiesen 4 Poren auf (Tab. 2). Die Keimung des Pollens und das Wachstum der Pollenschläuche wurde sowohl im künstlichen Medium, als auch auf dem Griffel untersucht.

Tabelle 2. Keimporenzahl.

| | Keimporenanzahl | | | |
|-------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2 n Rotklee | 100% | — | — | — |
| 4 n Rotklee | 6% | 44,5% | 24,5% | 25,0% |

Eine Prüfung von verschiedenen Zuckerkonzentrationen (Saccharose) in 0,5 und 1% Agarlösung ergab, daß die günstigste Zuckerkonzentration für den diploiden Rotklee bei 25%, für den tetraploiden dagegen bei 30—35% liegt. Ein kleinerer Zusatz von Agar (0,5%) erwies sich dabei besser als ein einprozentiger. Die angegebenen Ergebnisse (Tab. 3) zeigen deutlich, daß die Pollenkeimung des diploiden Rotklees weit besser als die Keimung des tetraploiden verläuft. Während der haploide Pollen sowohl in der 25%igen Zuckerlösung als auch in höheren Konzentrationen sehr schnell und fast ohne Platzen auskeimt, ist die Keimung des diploiden Pollens oft verzögert, und eine große Anzahl von Pollenschläuchen, besonders in niedrigerer Zuckerlösung (30%), wird geschädigt und platzt, ohne die entsprechende Länge zu erreichen. Diese Erscheinung weist auf einen höheren osmotischen Wert des diploiden Pollens hin, was wahrscheinlich mit einer höheren Empfindlichkeit gegen feuchtes und ungünstiges Wetter zusammenhängt.

Obwohl die Durchschnittswerte für die Pollenkeimung des tetraploiden Rotklees sehr niedrig lagen,

Tabelle 3. Die Pollenkeimung auf künstlichem Medium, nach 3 Stunden ausgewertet.

| | Versuchsort I | Versuchsort II |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| 2 n Rotklee auf 25% Zuckerlösung | 57,6% (20 Pflanzen) | 72,5% (9 Pflanzen) |
| 4 n Rotklee auf 30% Zuckerlösung | 37,2% (20 Pflanzen) | 35,6% (33 Pflanzen) |
| Differenz | 20,4% | 36,9% |

war die Variabilität dieser Eigenschaft bei Einzelpflanzen sehr groß. Die niedrigsten beobachteten Werte betrugen 20%, während die höchsten bei 58% lagen.

Die Länge des Pollenschlauches wurde nach 3 Stunden gemessen, da nach dieser Zeit kein Zuwachs mehr eintritt. Es wurde gefunden, daß der di- und tetraploide Rotklee auf den verwendeten Nährböden ungefähr dieselbe Pollenschlauchlänge erreichte. Der haploide Pollen hatte auf 25% Zuckerlösung eine Länge von 1,58 mm, der diploide auf 30% Lösung eine Länge von 1,57 mm. Die Lebensfähigkeit des Pollens, berechnet nach der Formel von H. MACKIEWICZ¹ (1954) war entsprechend für 1n Pollen 91,07, für 2n Pollen 59,57.

($r = -0,433$). Dieses Resultat wurde jedoch nur während schlechter Witterungsverhältnisse (im September) und bei sonst sehr niedriger Pollenfertilität erhalten. Bei hoher Pollenfertilität (im Juni u. Juli) sind die Schwankungen zwischen einzelnen Pflanzen nicht groß genug, um einen Einfluß auf den Samenansatz auszuüben.

Die Keimungsgeschwindigkeit und das Schlauchwachstum wurden auch auf dem Griffel untersucht. Die Analysen wurden sowohl bei eingetopften Pflanzen als auch bei abgeschnittenen Sprossen durchgeführt. Vor der Bestäubung wurden alle Köpfchen im Knospenstadium mit Gazebeuteln isoliert. Bei einer Anzahl von Blütenständen wurden die Blüten mit einer Pinzette oder mit einer Saugpumpe kastriert,

Tabelle 4. Anzahl der fertilen Pollenkörner, in Prozent.

| | Versuchsort I | Versuchsort II |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 2 n Rotklee | 89,7% (aus 20 Pflanzen berechnet) | 93,5 (aus 10 Pflanzen berechnet) |
| 4 n Rotklee | 81,2% (aus 20 Pflanzen berechnet) | 85,0 (aus 30 Pflanzen berechnet) |
| Differenz | 8,5% | 8,5% |

Unabhängig von den Keimungsanalysen wurde die Zahl der sterilen und leeren Pollenkörner in Bellingslösung festgestellt. Auf Grund der obigen Resultate (Tab. 4) macht sich auch eine etwas schwächere Fertilität des tetraploiden Rotklee bemerkbar. Die Differenz zwischen Di- und Tetraploiden ist aber viel geringer als bei der Pollenkeimung. Es scheint, als ob die Resultate der Keimung in künstlichem Medium zu niedrig sind, besonders für die Tetraploiden, was wahrscheinlich seine Ursache in einem höheren osmotischen Wert des Pollens der Tetraploiden findet.

Die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Anzahl von sterilen Pollenkörnern (in Bellingslösung untersucht) und dem Prozentsatz des ausgekeimten Pollens ergab einen Korrelationskoeffizienten von $r = -0,490$ und in einem anderen Fall von $r = -0,325$ (beide Werte sind statistisch mit $P = 0,01$ gesichert).

Ein hoher, positiver Korrelationskoeffizient (gesichert mit $P = 0,01$) wurde zwischen dem Prozentsatz des ausgekeimten Pollens und dem Samenansatz bei der im Frühsommer durchgeführten Fremdbestäubung gefunden ($r = +0,72$). Eine Erklärung hierfür liegt wahrscheinlich in der Annahme, daß das Merkmal Fertilität der männlichen und weiblichen Gameten mit eng gekoppelten Faktoren bedingt ist und deswegen eine höhere Pollenfertilität einen größeren Samenansatz nach sich zieht. Eine statistisch gesicherte negative Korrelation trat außerdem zwischen der Anzahl der sterilen Pollenkörner und dem Samenansatz bei Selbstbestäubung auf

bei den anderen wurde die Kastration, die immer eine schädliche Wirkung auf die Narbe ausübt, unterlassen. Ganze Fruchtknoten wurden in entsprechenden Zeitabständen herauspräpariert, in einer Alkohol-Eisessig-Mischung (3:1) fixiert, danach in 2%iger Anilinblaulösung oder in Fuchsin und Lichtgrünlösung in Lactophenol (nach DARLINGTON u. LA COUR 1960) 20 Stunden gefärbt und zum Schluß in Glycerin eingeschlossen. Die letzte Methode erwies sich für Rotklee günstiger als die Anilinblaufärbung. Die Bestäubung erfolgte teilweise mit einem Kartonstück, teilweise mit zugespitzten Streichhölzern, die mit einem kleinen Stück Samstoff umwickelt wurden. Es erwies sich, daß man mit dieser Methode eine große Menge von Pollen sammeln und dann ohne ständiges Wechseln ein ganzes Köpfchen bestäuben kann. Die Bestäubung eines Blütenstandes dauert dabei nicht länger als eine Minute.

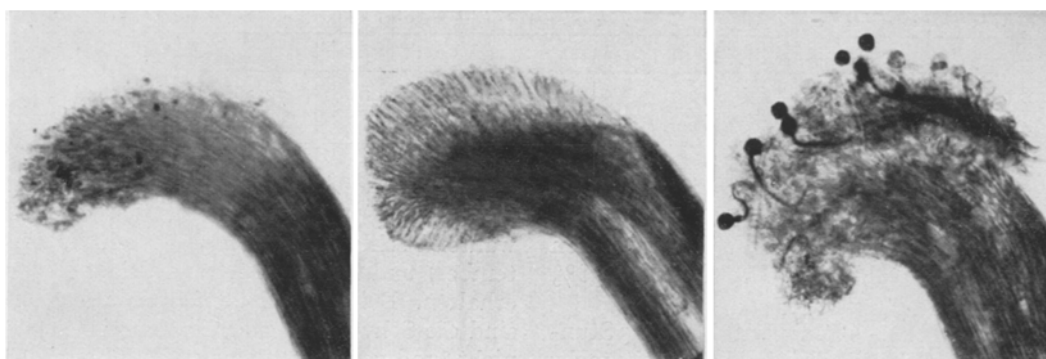
Der Pollen keimt auf der Narbe nur, wenn sie vollkommen reif ist und die locker liegenden Zellen auf der Narbe eine dicke, durchsichtige Schicht bilden (Abb. 6 u. 7). Dieses Stadium fällt mit der vollen Öffnung der Blüte. In jungen Narben liegen die Zellen der Stigmen dicht beieinander und die Narben sind geschlossen (Abb. 5). Es findet keine Stigma-sekretion statt und der Pollen kommt nicht zur Keimung, auch wenn er in größeren Mengen auf der Narbe liegt. Die Wahl eines geeigneten Moments für die Durchführung der Bestäubung ist deswegen sehr wichtig.

Die Länge des Pollenschlauches wurde nach 3, 5 und 7 Stunden gemessen. In jeder Kombination wurden 10 Messungen vorgenommen. Es wurden Fremdbestäubungen und verschiedene Kombinationen von Selbstbestäubungen durchgeführt. Dabei war interessant nachzuprüfen, wie das Pollen-

¹ Lebensfähigkeit-Index $W = \frac{s \times d}{1000}$

s = Keimprozent des Pollens

d = mittlere Pollenschlauchlänge

Abb. 5. Junge, unreife Narbe.
Vergr. 100×.Abb. 6. Eine reife Narbe.
Vergr. 100×.Abb. 7. Eine reife Narbe mit keimendem
Pollen. Vergr. 100×.

schlauchwachstum bei geitenogamer und kleistogamer Bestäubung vor sich geht, da früher bereits festgestellt wurde (ŁĄCZYŃSKA-HULEWICZ 1960), daß Unterschiede im Samenansatz bei verschiedenartiger Selbstbestäubung bestehen (Tab. 5).

Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist das Pollenschlauchwachstum von Tetraploiden, im Gegensatz zu den früher auf künstlichem Medium erhaltenen Resultaten, schneller als das Wachstum der Diploiden. 3 Stunden nach Fremdbestäubung erreichten schon 60% der Pollenschläuche bei den Tetraploiden den ersten Nucellus, nach 5 Stunden 80%.

Tabelle 5. Die Pollenschlauchlänge bei verschiedener Art der Bestäubung, in mm.

| Art der Bestäubung Zeitspanne nach der Bestäubung | innerhalb der Blüte | innerhalb des Köpfchens | zwischen 2 Köpfchen derselben Pflanze | innerhalb eines Klons | Fremdbestäubung | |
|--|---------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------|
| 2 n Rotklee nach 3 Std. | 4,04 | 4,19 | 5,31 | 5,29 | 6,37 | $2 S_d = 0,77$ |
| 2 n Rotklee nach 5 Std. | 5,25 | 4,64 | 5,05 | 4,62 | 6,50 | |
| 2 n Rotklee nach 7 Std. | 5,84 | 4,74 | 5,89 | 5,71 | 8,25 | |
| 4 n Rotklee nach 3 Std. | 5,52 | 8,79 | 9,10 | 7,49 | 10,89 | $2 S_d = 2,56$ |
| 4 n Rotklee nach 5 Std. | 5,58 | 5,18 | 9,57 | 8,73 | 11,63 | |

Länge des diploiden Griffels 11,36 mm; Länge des tetraploiden Griffels 12,74 mm

und nach 7 Stunden waren fast alle Pollenschläuche in der Fruchtknotenöhrlung. In diploidem Rotklee dauerte das Durchwachsen des Griffels viel länger. Nach 5 Stunden fand man noch keine Pollenschläuche in dem Gynaeceum und nach 7 Stunden war das Durchwachsen nur bei 70% vollendet. In einem anderen Versuch, der im Jahre 1960 durchgeführt wurde, waren die Unterschiede zwischen Di- und Tetraploiden nicht so kraß.

Die Selbstungskombinationen zeigten ein viel langsames Wachstum der Pollenschläuche als die Fremdbestäubungskombinationen, die meisten Pollenschläuche blieben in dem oberen oder mittleren Teil des Griffels stehen. Je mehr Pollenkörner sich auf der Narbe befanden, desto schneller und besser erfolgte das Durchwachsen des Griffels. Bei nur einzelnen Pollenkörnern auf der Narbe kam es meistens nicht zur Keimung. Dieselbe Erscheinung wurde schon früher von RÖBBELEN (1960) bei *Brassica*-Arten beobachtet. Es scheint, als ob zur normalen Keimung und zum Wachstum der Pollenschläuche eine entsprechende Menge von Enzymen nötig wäre, die vom Pollen ausgeschieden werden und das Wachstum stimulieren. Ist die Menge dieser Stoffe unzureichend, so ist das Wachstum begrenzt. Diese Tat-

sache erschwert einen genauen Vergleich der verschiedenen Bestäubungskombinationen, da es nicht immer möglich ist, dieselbe Pollenmenge auf die Narbe zu bringen. Außerdem spielen der Genotyp der Pflanze und auch Außenfaktoren eine wichtige Rolle.

Beim Vergleich der verschiedenen Selbstungskombinationen fand man die gleiche Tendenz, die schon früher bei dem Samenansatz festgestellt wurde: geitenogame Bestäubung innerhalb des Blütenstandes ergab niedrigere Werte als die Bestäubung zwischen 2 Köpfchen derselben Pflanze. Merkwürdiger-

weise waren bei der Bestäubung unter den Klonen die Pollenschläuche etwas kürzer. Da aber fast alle Werte innerhalb der Fehlergrenzen lagen, waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Kombinationen von untergeordneter Bedeutung. Die allgemeine Tendenz der Werte aber bestä-

tigt die früher festgestellte Erscheinung.

Dieselben Kombinationen wurden in künstlichem Medium auf Agarboden nachgeprüft. Zuerst wurden die entsprechenden Griffel (je nach der Kombination) von den geöffneten Blüten gesammelt, kurz unter dem Stigma abgeschnitten, gequetscht und je 6 einem Tropfen Agarlösung auf dem Deckglas zugegeben. Nach dem Schließen der Ringkammern, die sich auf den Objektträgern befanden, wurden sie 2 Stunden im Dunkeln gehalten, um die Sekretion der Fermente zu ermöglichen. Nach dieser Zeit wurden die Kammern geöffnet und das Agartröpfchen mit Pollen bestäubt. Nach 3 Stunden erfolgte die Messung der Pollenschlauchlänge.

6 tetraploide Pflanzen und 5 diploide wurden in allen 5 Kombinationen nachgeprüft. Es zeigte sich (Tab. 6), daß bei tetraploidem Rotklee die Länge der Pollenschläuche nur sehr kleine Unterschiede aufwies. Griffel von verschiedenen Blüten einer Pflanze und von Pflanzen eines Klons übten einen kleinen stimulierenden Effekt auf die Pollenkeimung aus, während Griffel aus derselben Blüte leicht hemmend wirkten. Bei diploidem Rotklee dagegen hatten alle Selbstungskombinationen einen hemmenden Effekt zur Folge, was aus den angegebenen Werten deutlich hervorgeht.

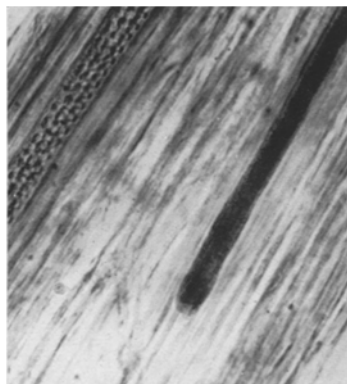


Abb. 8. Ein normalwachsender Pollenschlauch. Vergr. 900×.

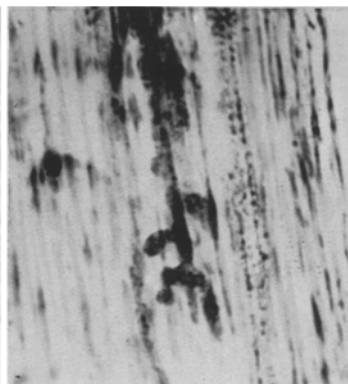


Abb. 9. Anormaler Pollenschlauch. Vergr. 900×.

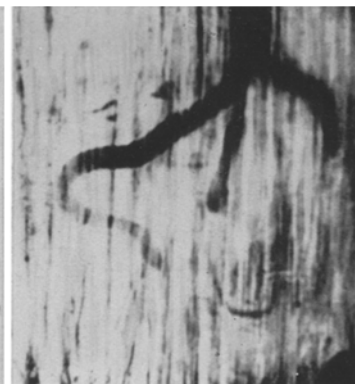


Abb. 10. Gekrümmte und verzweigte anormale Pollenschläuche. Vergr. 900×.

Von den auf der Narbe liegenden Pollenkörnern keimte immer nur ein Teil aus, und dies nur dann, wenn die Narbe vollkommen reif war. Die Pollenschläuche wuchsen zur Fruchtknotenböhle innerhalb eines Kanals. Dieser Kanal entsteht wahrscheinlich durch die Auflösung der Zellwände, die sich in seinem Innern befinden. Man kann bei leichtem Druck auf das Deckglas das Hin- und Herfließen der zerfallenen Zellreste in dem Kanal beobachten. Die Wände des Kanals sind mit einer Schicht von Sklerenchymzellen umgeben. Das Wachstum der Pollenschläuche kann auf geradem oder spiralförmigem Wege geschehen und ist oft sehr unregelmäßig. Während einige Pollenschläuche schnell und fast gerade den Kanal durchwandern (Abb. 8), bleiben andere in unterschiedlicher Tiefe des Griffels stehen, vorwiegend aber in seinem oberen Teil. Ein Teil von ihnen schwillt, bildet Kallosepfropfen und Klumpen von verschiedenartiger Gestalt und platzt oft auf (Abb. 9). Die Störung des Pollenschlauchwachstums ist oft an der gekrümmten, spiralförmigen und verzweigten Form der Pollenschläuche kenntlich (Abb. 10).

Das unregelmäßige Wachstum und das Platzen der Pollenschläuche wurde vorwiegend bei Selbstungen beobachtet, und zwar sowohl bei Di- als auch bei Tetraploiden. Bei Fremdbestäubung war das Wachstum regelmäßiger.

Die angegebenen Resultate stimmen im allgemeinen mit denjenigen von SLOW (1931) überein, der bei Selbstungen ein Absinken des Pollenschlauchwachstums auf ein Drittel der Griffellänge beobachtete. In unserem Untersuchungsmaterial fand man die Pollenschläuche bei Selbstbestäubung viel tiefer eingedrungen und bei der zweiten Versuchsserie (1960) waren die Pollenschläuche der Diploiden nur unbedeutend kürzer als diejenigen der Tetraploiden. Nach den unver-

öffentlichten Resultaten von T. MACKIEWICZ (1960) weisen die Pollenschläuche bei den Diploiden eine viel größere Fähigkeit zum Durchwachsen des eigenen Griffels auf, als es früher angenommen wurde. Trotz dieser Erscheinung findet kein Samenansatz statt.

Außer den genetischen Faktoren, die für die Entwicklung des Pollenschlauches und sein Wachstum von ausschlaggebender Bedeutung sind, spielen auch Außenfaktoren eine wichtige Rolle. Nach den Beobachtungen von STOUT (1931) und RÖBBELEN (1960)

Tabelle 6. Pollenschlauchlänge bei Zusatz von Narben verschiedener Herkunft, in $\mu\mu$.

| | Narben von demselben Köpfchen | Narben von anderen Köpfchen derselben Pflanze | Narben von demselben Klon | Narben von einer anderen Pflanze | ohne Narben | |
|-------------|-------------------------------|---|---------------------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|
| 2 n Rotklee | 78,9 | 82,8 | 88,7 | 119,1 | 106,8 | 2 S _d = 12,6 |
| 4 n Rotklee | 108,3 | 128,4 | 136,2 | 122,0 | 119,1 | 2 S _d = 27,7 |

Tabelle 7. Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Pollenschlauchlänge im Griffel, in mm.

| Temperatur und Zeitdauer | 2 n Rotklee | | 4 n Rotklee | | \bar{x} | |
|--------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| | Selbstung | Fremdbestäubung | Selbstung | Fremdbestäubung | | |
| 15° nach 3 Std. | 2,94 | 3,25 | 3,67 | 4,41 | 3,57 | 2 S _d = 0,64 |
| 22° nach 3 Std. | 4,93 | 6,37 | 8,46 | 10,89 | 7,66 | |
| 15° nach 5 Std. | 3,58 | 4,57 | 4,45 | 4,38 | 4,25 | |
| 22° nach 5 Std. | 4,77 | 6,50 | 9,15 | 11,53 | 7,99 | |
| x | 4,06 | 5,17 | 6,43 | 7,80 | 5,87 | |

Mittelwerte

für 2 n Rotklee = 4,62, für 4 n Rotklee = 7,12 2 S_d = 0,324;
 für 15° = 3,91, für 22° = 7,83 2 S_d = 0,324;
 für Selbstung = 5,25, für Fremdbestäubung = 6,48 2 S_d = 0,324;
 für 3 Stunden = 5,62, für 5 Stunden = 6,12 2 S_d = 0,324.

Varianztablelle.

| | FG | SQ | MQ | F |
|--------------------------------------|-----|----------|----------|-----------|
| Temperatur | 1 | 203,2432 | 203,2432 | 385,807** |
| Sorten | 1 | 78,8347 | 78,8347 | 149,648** |
| Art der Bestäubung | 1 | 24,3907 | 24,3907 | 46,300** |
| Stunden | 1 | 1,5702 | 1,5702 | 2,981 |
| Temperatur × Sorten | 1 | 60,5282 | 60,5282 | 114,898** |
| Temperatur × Art der Bestäubung | 1 | 8,2673 | 8,2673 | 15,693 |
| Sorten × Stunden | 1 | 2,0030 | 2,0030 | 3,802* |
| übrige nichtsignifikante Interaktion | 17 | 1,3431 | | |
| Fehler | 135 | 71,1204 | 0,5268 | |
| Summe | 159 | 451,3078 | | |

* P = 0,05. — ** P = 0,01.

bei *Brassica*-Arten wie auch unseren eigenen übt die Temperatur auf das Pollenschlauchwachstum einen großen Einfluß aus, während das Licht eine untergeordnete Rolle spielt. Vorläufige Untersuchungen in dieser Richtung weisen darauf hin, daß für das Pollenschlauchwachstum eine Temperatur von $+15^{\circ}$ ungenügend ist, unabhängig davon, ob es sich um Selbst- oder Fremdbestäubung handelt (Tab. 7). Zwar keimt der Pollen auf der Narbe, erreicht aber kaum ein Drittel der Griffellänge, bleibt dann stehen und platzt nach einer gewissen Zeit. Ein Samenansatz ist deswegen bei dieser Temperatur kaum möglich.

Tabelle 8. *Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Pollenkeimung auf künstlichem Nährboden.*

| Temperatur | | |
|--------------|-------|-------|
| 18 °C | 22 °C | 35 °C |
| 14,8% | 16,0% | 18,2% |
| 2 Sd = 2,72% | | |

Die Untersuchung desselben Problems auf künstlichem Medium (Tab. 8) ergab, daß die Pollenschlauchlänge die höchsten Werte bei einer Temperatur von 35° erreichte, die niedrigsten bei 18° . Einzelne Pflanzen wiesen dabei ein verschiedenes Temperatur-Optimum (22° oder 35°) auf. Da aber die

als im Juni und seine Keimungsprozente viel niedriger lagen (Tab. 9).

Die Folge der geringen Fertilität und Keimung des Pollens ist ein sehr schlechter Samenansatz. Während er im Juni durchschnittlich für die Tetraploiden 16,5 Samen pro Köpfchen betrug, war der Samenansatz im September nur 8,4¹.

Die durchgeführten Versuche ergeben, daß außer den eingangs erwähnten Faktoren, die auf die Fertilität des tetraploiden Rotklee einen Einfluß ausüben, die Pollenfertilität und seine Keimung von Bedeutung sind. Zwar ist die Zahl der sterilen Pollenkörner nicht viel größer als bei den Diploiden, die Pollenkeimung ist aber schlechter, besonders auf künstlichem Medium. Hier tritt klar hervor, daß der osmotische Wert der Tetraploiden viel höher liegt. Diese Tatsache ist aber nur bei schlechten Witterungsverhältnissen während der Blüte von Bedeutung, da der Pollen von Tetraploiden leichter durch Feuchtigkeit geschädigt wird. Ist das Wetter günstig, dann treten bei der Pollenkeimung zwischen Di- und Tetraploiden keine Unterschiede auf. Das Pollenschlauchwachstum der Tetraploiden ist sogar schneller als das der Diploiden.

Niedrige Temperaturen und der im Herbst kürzer werdende Tag üben auch einen schädlichen Einfluß

Tabelle 9. *Pollenkeimung des tetraploiden Rotklee auf künstlichem Nährboden in Prozent.*

| 1—10% | 10—20% | 20—30% | 30—40% | 40—50% | 50—60% | 60—70% | 70—80% | Anzahl der Pflanzen | Mittelwert | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| im Juni | | | | | | | | | | |
| 0 | 2 | 11 | 12 | 11 | 5 | 2 | 0 | 43 | 42,7% \pm 4,02 | |
| im Spätsommer | | | | | | | | | | |
| 4 | 12 | 16 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 43 | 23,6% \pm 9,68 | |
| Prozent der sterilen Pollenkörner in 4 n Rotklee. | | | | | | | | | | |
| 0—5% | 5—10% | 10—15% | 15—20% | 20—25% | 25—30% | 30—35% | 35—40% | 40—45% | Anzahl der Pflanzen | Mittelwert |
| im Juni | | | | | | | | | | |
| 3 | 7 | 12 | 12 | 7 | 0 | 0 | 0 | 2 | 43 | 14,8% \pm 1,72 |
| im Spätsommer | | | | | | | | | | |
| 0 | 5 | 12 | 10 | 7 | 5 | 2 | 1 | 1 | 43 | 18,5% \pm 7,44 |

Pollenschläuche auf dem Agarboden ein nur sehr begrenztes Wachstum zeigen, können die erwarteten Unterschiede zwischen den verschiedenen Kombinationen nicht auftreten und deswegen haben die erhaltenen Resultate nur einen geringen Wert.

Der Einfluß von Licht auf die Pollenkeimung wurde auch auf künstlichem Medium untersucht. Es wurde dabei kein Unterschied zwischen dem in Dunkelheit gehaltenen Pollen gefunden. Man kann aber vermuten, daß sich die Pollenschläuche auf dem Griffel anders verhalten werden und deswegen sind noch weitere Untersuchungen zur Lösung dieser Frage nötig.

Die Tageslänge übt, wie schon RYŃSKA (1962) festgestellt hat, auf die Fertilität des Pollens einen großen Einfluß aus. Sowohl die Blüten, die sich im Kurztag entwickeln, als auch die generativen Organe und besonders der Pollen sind oft mißgestaltet. Die Analyse der Fertilität von Pollen, der Anfang September gesammelt wurde, ergab, daß die Anzahl der leeren Pollenkörner zu diesem Zeitpunkt höher war

aus, und zwar sowohl auf die Ausbildung als auch auf die Vitalität und Keimung des Pollens. Da der tetraploide Rotklee eine längere Wachstumsperiode hat, sind die Samenernten dieser spätblühenden Kulturen sehr niedrig, da der Samenansatz nur sehr spärlich ist.

Die erhaltenen Resultate heben deutlich hervor, daß der tetraploide Rotklee gegen ungünstige Witterungsverhältnisse während der Blüte viel empfindlicher ist als der diploide und daß aus diesem Grunde seine Samenproduktion nur unter sehr guten Außenbedingungen stattfinden kann (auch SKIRDE 1960).

Die große Variabilität, die in dem untersuchten Material gefunden wurde, weist darauf hin, daß es möglich ist, Formen mit besserer Pollenfertilität und

¹ Die niedrigen Werte sind durch ungünstige Witterungsverhältnisse während des Sommers 1961 verursacht worden.

Zweifelloso spielt für die schwache Pollenfertilität und Keimung nicht nur der im Herbst kürzer werdende Tag eine Rolle, sondern ein Komplex von Faktoren (hohe Luftfeuchtigkeit, niedrige Temperaturen, usw.).

-keimung und damit geringerer Empfindlichkeit gegen ungünstige Außenfaktoren zu selektieren.

Zusammenfassung

Auf Grund zweijähriger blütenbiologischer Untersuchungen wurde festgestellt, daß der tetraploide Rotklee einen etwas höheren Prozentsatz steriler Pollenkörner ausbildet und daß die Pollenkeimung auf künstlichem Medium viel schlechter verläuft als bei den Diploiden. Auf der Narbe dagegen verläuft das Wachstum der Pollenschläuche bei den Tetraploiden schneller. Bei Selbstbestäubung ist das Schlauchwachstum bei den Diploiden verzögerter als bei den Tetraploiden, bei denen es oft zur Selbstbefruchtung kommt. Das unregelmäßige Wachstum und das Platzen der Pollenschläuche ist als eine Erscheinung der Inkompatibilität anzusehen. Ein Zusatz von Griffelgewebe zu künstlichem Agarboden ergab, daß bei Selbstungskombinationen eine Hemmung des Pollenschlauchwachstums nur bei den Diploiden stattfand, keine Hemmung dagegen bei den Tetraploiden beobachtet wurde.

Der Prozeß der Pollenkeimung und des Schlauchwachstums wurde beschrieben und diskutiert. Man fand, daß die Pollenkeimung nur dann erfolgt, wenn die Narbe ein entsprechendes Stadium mikroskopisch nachweisbarer Reife erreicht hat.

Die tetraploiden Rotkleepflanzen weisen eine große Variabilität in Pollenvitalität und Pollenkeimung auf, eine Selektion erscheint daher erfolgversprechend.

Außenfaktoren, wie Feuchtigkeit, Temperatur und Kurztag, haben starken Einfluß auf Pollenkeimung und Schlauchwachstum. Eine Temperatur von 15° hemmt das Pollenschlauchwachstum vollkommen und macht die Befruchtung unmöglich. Kurztag

verursacht anormale Blütenbildung und Pollenentwicklung, herabgesetzte Pollenkeimung und -vitalität ist die Folge.

Literatur

1. DARLINGTON, C. D., and L. F. LA COUR: The Handling of Chromosomes. G. Allen & Unwin, London 1960.
2. JULÉN, G.: Aspects on the breeding of tetraploid red clover with special reference to the seedsetting problem. Europ. Grassl. Conf., Paris, 69—72 (1954).
3. JULÉN, G.: Practical aspects on tetraploid clover. 7-th Int. Grassl. Congr. Proc. 471—478 (1956).
4. ŁACZYŃSKA-HULEWICZ, T.: Badania nad sztucznymi poliploidami Cz. I Koniczyna czerwona. Roczniki Nauk Rolniczych T 5-A-3, 291—338 (1957).
5. ŁACZYŃSKA-HULEWICZ, T.: Bericht über die bisherige Züchtung einiger polyploider Futterpflanzen. Tagungsberichte Deut. Akad. d. Landw. 18, 44—45 (1958).
6. ŁACZYŃSKA-HULEWICZ, T.: Selbstfertilität und Inzuchtdepression bei tetraploidem Rotklee. Der Züchter 30, 219—222 (1960).
7. LEVAN, A.: Aktuelle Probleme der Polyploidiezüchtung. Arch. Julius-Klaus-Stiftg. 20, 142—152 (1945).
8. MACKIEWICZ, H.: Żywotność pyłku u trzech gatunków łubinu. Roczniki Nauk Rolniczych, 79-A-1, 103—138 (1958).
9. POVILAITIS, B., and J. W. BOYES: A cytological study of autotetraploid red clover. Amer. J. Bot. 43, 169—174 (1956).
10. RÖBBELEN, G.: Über die Kreuzungsverträglichkeit verschiedener *Brassica*-Arten als Folge eines gehemmten Pollenschlauchwachstums. Der Züchter 30, 300—312 (1960).
11. RYŃSKA, A.: Influence of the day length on growth and development of di- and polyploid clovers. Genetica Polonica 3, 27—44 (1962).
12. SIŁOW, R. A.: A preliminary report on pollentube growth in red clover. Welsh Pl. Br. Sta. Ser. H. 12, 228—233 (1931).
13. SKIRDE, W.: Über die Beeinflussung der Ertrags-elemente im Rotkleesamenbau durch trockene Sommerwitterung. Z. f. Pflanzenzüchtung 44, 157—174 (1960).
14. STOUT, A. B.: Pollen-tube behaviour in *Brassica pekinensis* with reference to self-incompatibility in fertilization. Amer. J. Bot. 18, 686—695 (1931).
15. WEXELSEN, H., and R. VESTAD: Observations on pollination and seed setting on diploid and tetraploid red clover. Europ. Grassl. Conf. Paris 64—68 (1954).

Department of Agriculture, Calcutta University, Calcutta

Investigations on the autotetraploids of the cultivated and the wild types of jute (*Corchorus olitorius* Linn. and *C. capsularis* Linn.)

By R. M. DATTA

With 4 plates

Introduction

The jute of commerce is extracted from the two cultivated species of *Corchorus*, viz., *olitorius* and *capsularis* of the family *Tiliaceae*. The former species is being extensively grown in India, while the latter is cultivated mainly in East Pakistan. Each one of these species possesses certain desirable characters. With the purpose of combining these characters, PATEL et al. (1943) attempted about a thousand crosses between them but reported failure in successfully hybridizing them. The present author made a few thousands of interspecific crosses for three subsequent years amongst many varieties, some of which being quite close in certain characters of both these species of jute and also reported (1960) the results of the detailed studies on incompatibility between them. Due to the prevailing strong incompatibility barrier amongst them, the scope of pro-

duction of improved strains has become rather narrow and is only confined to mere selection of the existing limited materials available in each one of these species. Production of mutations (1960), induction of polyploidy and various studies on them was therefore taken up to further the scope in jute breeding.

The first attempt of doubling the chromosome number by colchicine treatment in the two cultivated species of jute was made by RAO et al. (1944) in the Jute Research Laboratories at Dacca in East Bengal (now in East Pakistan). They succeeded in inducing polyploidy in *C. capsularis* but not in *C. olitorius*. Some preliminary observations on morphological characters were reported by them. During the partition of India, the material got lost. BHADURI and CHAKARVARTY (1948) successfully induced polyploidy in both the cultivated species