

Zum Schluß werden die aus den Beobachtungen sich ergebenden züchterischen und anbautechnischen Folgerungen besprochen.

#### Literatur.

1. Annual Reports of the Department of Agriculture and Fisheries. Meteorological Summaries. Government of Palestine 1934/35, 1935/36, 1936/37, 1937/38.
2. HACKBARTH, J.: Versuche über Photoperiodismus III. Die photoperiodische Reaktionsweise einiger Lupinenarten. Züchter 8, 81—92 (1936).
3. HARTISCH, J.: Über die Wirkung der Keimstimmung auf landwirtschaftliche Nutzpflanzen. Pflanzenbau 15, 265—288 (1939).
4. HEUSER, W.: Untersuchungen über den Einfluß verschieden später Saatzeiten auf die Erträge und den Entwicklungsrhythmus von Lupinen,

Erbsen und Gerste im Lichte der Lehre des Photoperiodismus. Pflanzenbau 9, 241—249 (1933).

5. HEUSER, W.: Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus verschiedener Lupinenarten und Sorten bei verschiedener Aussaatzeit, ein Beitrag zur Kenntnis ihres Photoperiodismus. Pflanzenbau 10, 369—376 (1934).

6. IMBERGER, K.: Die deutschen landwirtschaftlichen Kolonien in Palästina. Tübinger geogr. u. geol. Abhandl. Reihe II, Heft 6. F. Rau. Öhringen 1938.

7. RUDOLF, W.: Keimstimmung und Keimpflanzenstimmung in ihren Beziehungen zur Züchtung. Züchter 7, 193—199 (1935).

8. RUDOLF, W.: Die Auslese — entwicklungsphysiologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. ROEMER-RUDOLF: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. I, S. 250. Berlin: P. Parey 1939.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Abt. von Wettstein, Berlin-Dahlem.)

## Die Colchicinmethode zur Erzeugung polyploider Pflanzen.

Von **B. Györfy**, (Tihany, Ungarn).

Die künstliche Auslösung der Polyploidie war auch vor der Entdeckung der Colchicinmethode (BLAKESLEE u. AVERY 1937) grundsätzlich bei fast allen Pflanzen durch Kallusregenerate oder temperaturinduzierte Störungen der Reduktionsteilung u. ä. möglich, in praxi stellten sich aber von Art zu Art verschieden große, manchmal kaum überwindliche Schwierigkeiten diesen Methoden entgegen. Es liegt aus theoretisch-wissenschaftlichen wie auch aus praktisch-züchterischen Gründen ein großes Interesse an der Erzeugung einer möglichst großen Zahl künstlicher polyploider Sippen vor. Es sei nur angedeutet, daß das Problem des anscheinend existierenden Zusammenhanges zwischen dem Prozentsatz natürlicher polyploider Sippen und den geographisch-ökologischen Bedingungen der Floren einer experimentell-physiologischen Erklärung nur nahegebracht werden kann, wenn es gelingt, von für diese Fragestellung geeigneten Arten die Polyploiden künstlich auszulösen. Auf die Bedeutung künstlicher amphidiploider Artbastarde, die im diploiden Zustand steril sind, für die praktische Züchtung sei nur hingewiesen. Außerdem ist in diesem Zusammenhang zu bedenken, daß viele unserer wichtigsten Kulturpflanzen Polyploide sind. Es ist also bei der Einbeziehung neuer Wildpflanzen in unsere Nutzung stets zu prüfen, ob sich die Züchtung auf polyploider Basis nicht noch erfolgreicher durchführen läßt als auf der diploider Ausgangsippen. Wie ich hier an Hand einer kurzen Literaturübersicht und auf Grund meiner eigenen zweijährigen Erfahrung zeigen will, besteht heute eigentlich schon die Möglichkeit, aus jeder

beliebigen Pflanze eine polyploide Sippe schnell und bequem herzustellen. Diese Darstellung scheint mir um so notwendiger zu sein, als in dieser Zeitschrift WERNER (1939) eine Darstellung der Colchicinmethode gegeben hat, welche ihren praktischen Wert stark eingeschränkt erscheinen läßt. Die in dieser Arbeit sehr ausführlich erörterten und wohl nicht immer richtig interpretierten Primäreffekte der Colchicinbehandlung — das Auftreten von „Mißbildungen“ und Gewebe vom Charakter von Mixochimären aus diploiden und polyploiden Zellen — könnten das Interesse des Züchters an dieser Methode abschwächen. Auch die teilweise recht umständlichen Behandlungsmethoden, die WERNER beschrieben hat und die sich meist durch viel einfachere ersetzen lassen, können das Zutrauen in die Colchicinmethode nicht gerade fördern. Es sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, daß sich unsere optimistische Beurteilung zunächst nur auf die *Herstellung* der polyploiden Pflanzen bezieht. Wieweit solche dann für die Züchtung einen praktischen Wert haben, bleibt von Fall zu Fall zu prüfen. So sind z. B. etwa auftretende Fertilitätsstörungen oder verminderte Entwicklungsgeschwindigkeit von polyploiden Sippen gegenüber ihren diploiden Ausgangsrassen keine Folgen der Colchicinmethode, sondern allgemeine Gefahren der Autopolyploidie, ganz gleich nach welcher Methode dieser cytologische Zustand geschaffen wurde, Gefahren, die vielleicht im einen oder anderen Falle die erzeugten Polyploiden für die Züchtung wertlos machen können, die aber in anderen Fällen durch Auswahl geeigneter Aus-

gangsrassen, durch Kreuzungen und darauf folgende Selektion zu beseitigen sind. Hier hat eben die weitere Arbeit des Züchters einzusetzen, der wie immer bestimmte Zuchtziele im Auge hat und dem durch die Polyploidie noch nicht ein an sich wertvolleres, aber nach Kreuzung ein sicherlich mit größerer Variabilität ausgestattetes Ausgangsmaterial in die Hand gegeben ist.

#### Das Prinzip der Colchicinwirkung.

Das Colchicin hat eine spezifische Wirkung auf den Kernteilungsmechanismus, d. h. dieses Alkaloid verhindert die Ausbildung der Spindel, und als Folge davon bleiben die gespaltenen Chromosomen in derselben Zelle zusammen. Damit ist die Verdoppelung des Chromosomensatzes in einer Zelle erreicht. Die darauffolgenden Teilungen dieser tetraploiden Zelle werden bei weiterer Colchicineinwirkung im gleichen Sinne beeinflusst. Man kann so in wenigen Zellteilungsgenerationen Zellen mit riesenhaften Chromosomenzahlen erhalten. Gewebe aus solchen Zellen sind selten in der Lage, ganze Organe normal zu bilden. Hört der Colchicineinfluß auf den Spindelapparat aber schon bei der tetraploiden Stufe auf, so erhält man nach einiger Zeit des Wachstums ganze Sektoren tetraploiden Gewebes, eventuell ganze tetraploide Organe. Manchmal gelangt man so auch direkt zu oktaploidem Gewebe. Es kommt also nur darauf an, lebhaft in Teilung befindliche Meristeme einer geeigneten Colchicinkonzentration eine entsprechende Zeit auszusetzen. Demnach sind für die Behandlung keimende Samen, die Vegetationspunkte der Sprosse oder auch Blütenknospen geeignet.

#### Die Behandlungsmethode.

Schon in der grundlegenden Arbeit von BLAKESLEE u. AVERY (1937) finden wir eine ganze Anzahl verschiedener Behandlungsmethoden, die je nach Pflanzenart und Entwicklungsstufe mit verschiedenem Erfolg anwendbar sind.

Die *Behandlung der Samen* ist eine an sich einfache und manchmal auch mit Erfolg angewandte Methode. Da unser Ziel die Erzeugung eines polyploiden Sprosses ist, wird die Samenbehandlung nur erfolgreich sein können, wenn sich zur Zeit der Colchicineinwirkung die Plumula schon in lebhafter Teilung befindet. Im allgemeinen beginnen die Teilungen im keimenden Samen in der Radicula. Es ist daher von einer sofortigen Behandlung trockener Samen mit Colchicinlösungen abzuraten, da man dann mit großer Wahrscheinlichkeit — vor allem bei kurzdauernder Behandlung — nur die Mitosen der Wurzelspitze, nicht aber wie erwünscht die

der Sproßspitze dem Colchicineinfluß aussetzt. Bei rasch keimendem Samen genügt eine Vorquellung in Wasser bzw. auf feuchtem Filtrierpapier von einem halben bis einen Tag. Das Eindringen der Alkaloidlösung in den Samen kann man nach LEVAN (1939) durch vorsichtiges (!) Evakuieren erleichtern. Erfolgreich war die Samenbehandlung bei *Datura* (BLAKESLEE u. AVERY 1937), *Linum* (LUTKOV 1939), *Pelunia* (LEVAN 1939). Bei dieser Methode ist aber zu berücksichtigen, daß die größere Empfindlichkeit der Wurzel gegen Colchicin oft den Erfolg verhindert. Eine Konzentration, welche zur Auslösung der Polyploidie in der Sproßanlage des Embryos optimal ist, kann die Wurzelanlage schon so stark schädigen, daß die Pflanzen nicht über das Keimblattstadium hinauskommen (GYÖRFFY 1939, WERNER 1939). Es sind daher Methoden angegeben worden, um die Wurzel vor dem Colchicineinfluß zu schützen. Man taucht entweder die schon von der Samenschale befreiten Keimlinge invers in die Lösung, indem man die Wurzeln durch Einpacken in feuchte Watte vor dem Vertrocknen schützt, oder man keimt die Samen auf Agar an und schützt dadurch die Wurzel vor zu hoher Colchicinkonzentration und dem Vertrocknen gleichzeitig (WERNER 1939). THOMPSON u. KOSAR (1939) keimen auf Filtrierpapier an, an dem die Wurzeln haften, und tauchen dann die Keimlinge mit der Sproßspitze in die Lösung. Diese Methoden sind sämtlich unnötig kompliziert, da man mit der Behandlung der Sproßspitzen größerer, im Pikierkasten wachsender Keimpflanzen meist sehr viel leichter und vielfach ebenso sicher zum Ziele kommt. Eine besondere Bedeutung kommt der Samenbehandlung vielleicht bei den Gramineen zu. SEARS (1939) behandelte Samen mit einer 0,5%igen Colchicinlösung 24 Stunden lang in dem Stadium, in dem die Koleoptile die Samenschale eben durchbricht. DORSAY (1939) behandelte von ihrer Samenschale befreite Hafer- und Gerstensamen nur eine halbe Stunde in einer 0,2%igen Colchicinlösung. Man sieht schon aus diesem Beispiel, daß die verwendeten Konzentrationen und Zeiten sehr schwanken. In jedem Fall ist die optimale Konzentration und Behandlungsdauer besonders festzustellen. Im allgemeinen liegen diese für Samenbehandlung zwischen 0,5—0,1% und bei 12—14 Stunden. KOLTZOFF (1939) gelang eine Polyploidieauslösung aber auch noch mit einer Konzentration von 0,004% Colchicin. BLAKESLEE u. AVERY (1937) und THOMPSON u. KOSAR (1939) empfehlen zur Aufhebung der Hemmung des Wurzelwachstums durch Colchicin die Anwendung von Heteroauxin.

*Die Behandlung der Sproßspitzen* kräftig wachsender, nicht zu junger Keimpflanzen ist im allgemeinen der Samenbehandlung vorzuziehen. Mit dieser Methode wurden mit großer Sicherheit und in hohem Prozentsatz polyploide Pflanzen erhalten (GYÖRFFY 1938/1939, NEBEL u. RUTTLE 1938). WERNER (1939) vermutet, es könne zu besonderen Entwicklungsstörungen kommen, wenn tetraploide oder wenigstens größtenteils tetraploide Sprosse auf diploiden Wurzeln wachsen müßten. Er diskutiert diese vermutliche Gefahr vor allem von dem Gesichtspunkt des Wasserhaushalts, da nach BECKER (1931) und SCHLÖSSER (1937) die osmotischen Werte tetraploider Zellen geringer sind als die diploider. Eigene noch unpublizierte Untersuchungen zeigten mir, daß dieser physiologische Unterschied durchaus nicht immer so erheblich ist, wie es nach den älteren Arbeiten der Fall zu sein scheint. Außerdem konnte ich keine bemerkenswerten Entwicklungsstörungen bei Pfropfungen zwischen diploiden und tetraploiden Pfropfpartnern beobachten. Das wichtigste Argument gegen die übertriebenen Befürchtungen WERNERS ist aber schließlich der gute Erfolg, welcher mit tetraploiden Sprossen auf diploiden Wurzeln zur Erzeugung tetraploider Nachkommen führte. Die Zuführung der Colchicininlösung zum Vegetationskegel des Sprosses kann auf verschiedene Weise erfolgen. Vielfach bewährt hat sich das einfache *Tropfenverfahren*. Man bringt mit einer feinen Pipette einen Tropfen der Lösung zwischen die jüngsten Blätter möglichst nahe an den Vegetationspunkt ohne ältere Blätter zu benetzen und sie dadurch zu schädigen. Man kann die Lösung auch mit Wollfett zu einer *Lanolinpaste* verreiben oder sie den Vegetationskegeln in Agar darbieten. Ganz ausgezeichnet hat sich die höchst einfache und billige Methode bewährt, die Lösung in einem kleinen *lockeren Wattestückchen* auf die Sproßspitze zu bringen (GYÖRFFY 1938/39). Die Watte hat nur die Aufgabe, die Lösung kapillar festzuhalten. Man kann die Lösung leicht einmal oder mehrfach erneuern. Leicht gelingt die Erzeugung eines vorwiegend tetraploiden Sprosses bei Pflanzen mit schmalen, kleinen Vegetationskegeln, während bei solchen mit breiteren Kegeln die Wahrscheinlichkeit, das ganze Scheitelmeristem zu beeinflussen, geringer ist (LEVAN 1939).

Pflanzen mit langen Internodien oder mit Ausläufern, bei denen keine Gefahr besteht, zu viele ausgewachsene Blätter zu schädigen, kann man mit der *Eintauchmethode* behandeln (BLAKESLEE u. AVERY 1937, DERMEN u. DARROW 1939). Man entfernt an der einzutauchenden

Spitze möglichst viele Blätter um unnötige Stoffwechselstörungen zu vermeiden. Biegsame Sprosse oder Ausläufer kann man so leicht in neben den Pflanzen stehenden Röhrchen mit Lösung befestigen, bei starren Sprossen kann man das Röhrchen auch umgekehrt auf die Spitze stülpen, man füllt es dann mit in Colchicininlösung getränkter Watte oder mit weichem Colchicinagar. Sehr umständlich und wenig zu empfehlen ist das *Spritzverfahren*. (BLAKESLEE u. AVERY 1937, SCHWANITZ 1938). Die Lösung wird mit einem Zerstäuber über die ganzen Pflanzen gespritzt. Dabei geht viel Lösung völlig verloren und außerdem werden die ausgewachsenen Blätter unnötig geschädigt.

Wie bei der Samenbehandlung, so ist auch bei der Sproßbehandlung der Konzentrationsbereich wirksamer Colchicininlösungen sehr groß. Im allgemeinen kommen Lösungen von 0,05—0,5 % zur Anwendung. LEVAN (1938) berichtet aber schon über erfolgreiche Hemmung der Spindelausbildung mit Lösungen von 0,0055 %, Chromosomenverdoppelung beobachtet er bei Anwendung von Lösungen von 0,007 %, NEBEL u. RUTTLE (1938) bei *Tradescantia* mit Lösungen von 0,04 %. Es ist wieder zweckmäßig, bei einem neuen Objekt die optimalen Konzentrationen in Vorversuchen festzustellen. Doch ist übertriebene Genauigkeit für den praktischen Züchter, dem es nur auf tetraploide Pflanzen und nicht auf eine physiologische Analyse der Colchicinwirkung ankommt, hier wirklich nicht am Platze. Im Gegensatz zu WERNER bin ich der Ansicht, daß man eher leicht zu konzentrierte als zu verdünnte Lösungen anwendet. Bei zu verdünnten Lösungen erhält man in den entstehenden mixochimärischen Geweben zu viele diploide Zellen, die bei längerem Wachstum leicht die Führung wieder übernehmen, während nach Behandlung mit höheren Konzentrationen Chimären aus tetraploiden und höher valenten Zellen entstehen, in denen sich dann die tetraploiden am leichtesten durchsetzen. Bei der Behandlung von *Linum* genügte manchmal schon ein einmaliger Tropfen einer 0,1 %igen Lösung, um polyploide Sprosse und Blüten zu erhalten, während bei *Hyoscyamus* eine wiederholte Behandlung mit 0,5 %iger Lösung notwendig war.

Es versteht sich, daß bei Anwendung von Colchicinagar- oder Lanolinpaste die Konzentration höher zu wählen ist. *Die Dauer* der Behandlung ist von der Teilungsgeschwindigkeit im Meristem abhängig. Je günstiger die Wachstumsbedingungen, um so kürzer kann die Behandlung gewählt werden. Bei stark wachsenden Pflanzen genügt vielfach ein Tag, man

braucht manchmal aber auch 2—3 Tage. Indirekt spielt auch die *Temperatur* eine wichtige Rolle. Die Pflanzen sollen während der Behand-



Abb. 1. *Capsicum annuum* nach Behandlung der Sproßspitze des Keimlings mit Colchicin. Blätter stark monströs als Folge mixochimärer Gewebeausbildung.

lung möglichst warm kultiviert werden. LEVAN (1939a) empfiehlt die Pflanzen zunächst kühl

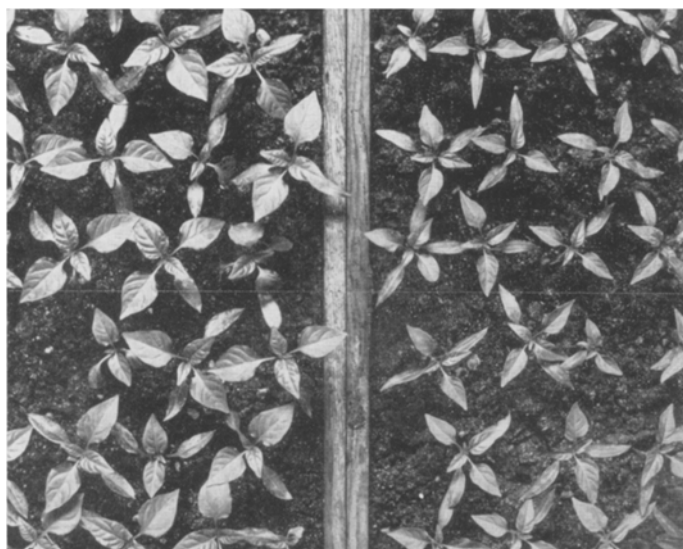


Abb. 2. *Capsicum annuum*, links diploide, rechts tetraploide Sämlinge. Der Unterschied im Längen:Breiten-Index der Blätter ist leicht zu erkennen.

zu halten und sie erst einen Tag vor der Behandlung warm zu stellen. Die *Luftfeuchtigkeit* soll, vor allem bei allen Methoden, die mit Tropfen, Watte, Agar usw. arbeiten, möglichst hoch sein, um zu schnelles Eintrocknen der Lösung zu ver-

hindern. Es hat sich sehr bewährt, über die behandelten Pflanzen Röhrchen, Schalen oder Glasglocken zu stellen. Die Zahl der Mitosen im Spitzenmeristem und damit die Wahrscheinlichkeit für erfolgreiche Behandlung wird auch durch Entfernen der Seitensproßanlagen erhöht (GYÖRFFY 1939), auch überwindet der Hauptsproß dann leichter die zunächst einsetzende Wachstumshemmung nach der Colchicineinwirkung. Wenn nicht besondere Gründe vorliegen, ist von der *Behandlung der Blütenknospen* abzuraten. Es ist ein viel genaueres Einhalten von Konzentration und Behandlungsdauer notwendig, und auch bei aller Vorsicht kommen sehr viel gestörte und sterile Blüten vor. Das gleiche gilt für die Behandlung jüngster Embryonen.

#### Kennzeichen für den Erfolg einer Behandlung.

Es gibt mehrere typische Anzeichen, welche als Folge der Genomvermehrung in Teilen des zuwachsenden Gewebes den Erfolg einer Colchicinbehandlung anzeigen. Es ist vielleicht nicht unzuweckmäßig, diese Erscheinungen hier nochmals kurz zusammenfassend zu behandeln, obschon darüber einige gute Untersuchungen vorliegen. Man sollte dabei weniger als WERNER (1939) es getan hat, die Betonung auf das Monströse und für die Züchtungsarbeit wenig ermutigende Aussehen der behandelten Pflanzen legen, sondern betonen, daß die nach der Behandlung zunächst auftretenden Mißbildungen, Verkrüppelungen, Wachstumshemmungen Folgen des chimäischen Charakters der entstehenden Gewebe, nicht aber Folgen der Polyploidie an sich sind (Abb. 1).

Eine auffallende und typische Reaktion des erfolgreich behandelten Samens ist die starke bis kugelige *Anschwellung des Hypokotyls* des Keimlings. Konzentrationen, die diesen Effekt auslösen, haben aber meist die Wurzel abgetötet, so daß häufig keine Weiterentwicklung des Keimlings stattfindet. In Colchicinlösungen eingetauchte *Wurzeln* zeigen eine schon mehrfach beschriebene subterminale *Anschwellung*. Auch die *Koleoptilen* der Gräser und *Blütenstiele* zeigen solche *Anschwellungen*. Die nach der Behandlung junger Sprosse entstehenden Laubblätter sind zunächst meist stark monströs (Abb. 1). Für tetraploide Pflanzen scheint durchgehend ein kleinerer Längen:Breiten-Index der

Blätter charakteristisch zu sein (Abb. 2). Die Monstrositäten der unmittelbar nach der Behandlung entstehenden Blätter sind leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß diese Blätter in wahlloser Mischung diploides, tetraploides und vielleicht Gewebe auch höherer Valenzstufen enthalten. Es besteht kein Grund, solche Pflanzen für wertlos zu halten. Im Gegenteil, diese Mißbildungen deuten als erstes Anzeichen auf den Erfolg der Behandlung hin. Die nach diesen mißgebildeten Blättern erscheinenden sind dann, manchmal mit allmählichen Übergängen, wieder „normal“, und zwar kann es allerdings vorkommen, daß dann wieder diploides Gewebe gebildet wird, wie es WERNER (1939) häufig beschreibt (siehe auch Abb. 3 rechts), es können aber auch schon tetraploide Blätter, die dann aus einem tetraploiden Spitzenmeristem gebildet werden, auftreten (Abb. 3 links). Außer am Längen:Breiten-Index erkennt man die tetraploiden Blätter an ihrer derberen Beschaffenheit und der wahrscheinlich darauf beruhenden dunkleren Laubfarbe, gröberer Behaarung, Zähnung oder ähnlichen Merkmalen (Abb. 4).

Ein besonders gutes Kriterium ist aber vor allem die *Größe der Spaltöffnungen*. Wenn man vergleichbare Partien ausgewachsener Blattepidermen zur Untersuchung heranzieht, gelingt eine Diagnose auf den Zustand der Epidermis leicht und fast fehlerfrei. Unter einer tetraploiden Epidermis können sich natürlich immer noch diploide Gewebeteile verbergen, und es ist daher nicht besonders verwunderlich, wenn ziemlich häufig wieder diploide Sektoren austreiben und, falls man sie nicht zurückschneidet, sich endgültig durchsetzen. Sehr häufig ist die Entwicklungsgeschwindigkeit tetraploider Pflanzen im Vergleich zu ihren diploiden Ausgangssippen vermindert (Abb. 5). Bei stärkerem vegetativem Wachstum beobachten wir eine verzögerte Blütenbildung und Fruchtreife. Trotzdem konnten wir oft beobachten, daß als unmittelbare Folge der Colchicinbehandlung eine Beschleunigung der Entwicklung, eine verfrühte Blütenbildung eintrat. Es scheint sich hier um eine besondere Wirkung des Alkaloids zu handeln, jedenfalls ist diese Entwicklungsbeschleunigung nicht als Folge der Tetraploidie aufzufassen, wie SCHWANITZ (1938) eine frühere diesbezügliche Mitteilung (GYÖRFFY 1938) irrtümlich aufgefaßt hat.

Das Wesentlichste für den Erfolg einer Behandlung ist natürlich die Erzeugung tetraploider Blüten mit diploiden Geschlechtszellen. Man erkennt die tetraploiden Blüten meist leicht an der vielfach den Laubblättern gegenüber noch

wesentlich deutlicheren Vergrößerung der Blütenblätter (Abb. 5, 6, 7). Bei *Antirrhinum* ist außerdem der Blütenstand der Tetraploiden



Abb. 3. *Impatiens balsamina* nach Behandlung der Sproßspitze der Keimpflanzen mit Colchicin. Die nach der Behandlung gebildeten Blätter sind klein und monstros. Die Behandlung der linken Pflanze war erfolgreich, die jüngeren Blätter sind schon tetraploid (breit und stumpf), während der Sproß der linken Pflanze nach Überwindung der Mißbildungen diploid weitergewachsen ist.



Abb. 4. *Impatiens balsamina*, zwei gleich alte Pflanzen. Die Blätter der colchicininduzierten Tetraploiden (rechts) sind bedeutend größer und auffallend grob gezähnt.



Abb. 5. *Capsicum annum*, links diploid, rechts tetraploid. Bedeutende Organvergrößerungen durch Tetraploidie, aber auch starke Entwicklungsverzögerung. Diploid fruchtend, tetraploid beginnt zu blühen.

charakteristisch gestaucht (Abb. 6 und 7). Auch erscheinen die Blüten breiter als bei den diploiden. (Abb. 8). An der Größe und vielfach unregelmäßigen Gestalt der Pollenkörner ist der Erfolg

der Behandlung meist deutlich erkennbar. Die Fertilität kann stark gestört sein. Entweder ist

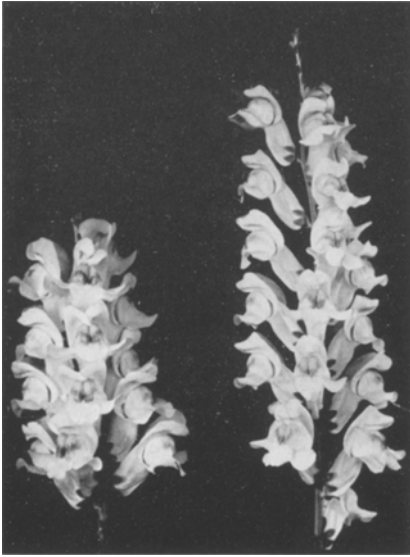


Abb. 6. *Antirrhinum majus*, Sippe 50. Links tetraploider, rechts diploider Blütenstand. Stauchung des Blütenstandes, Vergrößerung und Verbreiterung der Blüten der Tetraploiden.

das eine Folge der Tetraploidie an sich und wird sich dann auch in den folgenden Generationen zeigen. Die verminderte Pollenfertilität kann

aber auch eine Folge des noch nicht rein tetraploiden Charakters der Blütengewebe oder eine toxische Nachwirkung der Colchicinbehandlung sein und wird dann meist schon innerhalb eines Blütenstandes sich bessern, allenfalls aber in der nächsten Generation völlig wieder hergestellt sein.

Vielfach verursacht der *schlechte Samenansatz* der Tetraploiden eine verminderte Fruchtgröße gegenüber diploiden Ausgangssippen, weil die Fruchtgröße durch die Samenzahl korrelativ beeinflußt wird. Wir hatten solche Fälle bei *Capsicum*, *Antirrhinum* und *Hyoscyamus*. Es gibt aber auch künstlich hergestellte Tetraploide, die keine herabgesetzte Fertilität und normalen Samenansatz zeigen, wie z. B. die von mir hergestellten tetraploiden *Epilobien*. Der *Längen-Breiten-Index der Frucht* verkleinert sich bei Tetraploidie ähnlich wie der der Laubblätter (Abb. 9). In Größe und Gewicht übertreffen die einzelnen tetraploiden Samen die diploiden meist erheblich (Abb. 10). Schließlich sei erwähnt, daß es immer gut sein wird, die Diagnose, ob eine Behandlung erfolgreich war, auf Beobachtung mehrerer morphologischer Merkmale zu begründen und daß die *endgültige Entscheidung durch die cytologische Untersuchung selbst zu erfolgen hat*. Die Chromosomenzählungen können in Sproßspitzen, jungen Blattanlagen oder reduzierenden Pollenmutterzellen erfolgen. Das Wichtigste ist aber die cytologische Prüfung der Keimlinge in der *Nachkommenschaft* der behandelten Pflanze. Zur Zeit des Erscheinens des noch recht skeptisch gehaltenen Aufsatzes von WERNER (1939) lagen immerhin schon etliche



Abb. 7. *Antirrhinum majus*, Sippe 50. Links diploide, rechts tetraploide Pflanzen. Breitere Blätter, später austreibende Seitensprosse, Stauchung vor allem des Blütenstandes der tetraploiden Pflanzen.

Erfolge vor, die auch dieser letzten Prüfung standgehalten haben. Inzwischen hat sich die Zahl der durch Colchicin induzierten Polyploiden stark vermehrt, wie die Tabelle am Schluß zeigt. Es soll dabei nicht versäumt werden, auf die vielfach sehr hohen Ausbeuten an Tetraploiden nach Colchicinbehandlung hinzuweisen. So erhielten BALKESLEE u. AVERY (1937) aus behandelten Samen von *Datura* manchmal 87% tetraploide, LUTKOV (1939) bei Flachs 80%, PAL u. RAMANUJAM (1939) bei *Capsicum* 60% bis 75%. Die Liste der durch Colchicin induzierten Polyploiden enthält 106 Tetraploide. Bei 41 Arten und 6 Bastarden wurden schon die Nachkommenschaften geprüft. Die künstlich hergestellten Polyploiden verteilen sich über 63 Gattungen bzw. 28 Familien. Demnach ist mit dieser Methode der Pflanzenzüchtung eine sehr große Möglichkeit zur Erweiterung ihres Ausgangsmaterials in die Hand gegeben. Es ist nun Aufgabe des praktischen Züchters, diese Möglichkeit nach Kräften auszunutzen. Wichtig erscheint vor allem von jeder für solche Arbeit heranzuziehenden Pflanzenart möglichst viele verschiedene Sippen tetraploid zu machen und dann durch Kreuzung und Selektion den gewohnten Weg der Züchtung wieder zu beginnen. Erfolgversprechend scheint dieser Weg in erster Linie bei Arten zu sein, die nicht schon auf dem Wege der Kulturpflanzenentstehung oder in der Natur zu hohe Polyploidienstufen erreicht haben. Unter allen Umständen sollten alle sterilen Artbastarde amphidiploid und damit fertil gemacht werden, um ihre weitere Verwendungsfähigkeit in Züchtung und Nutzung prüfen zu können.

Zum Schluß sei mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Professor FRITZ V. WETTSTEIN meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die lebenswürdige und weitgehende Unterstützung während der Ausführung meiner Colchicinversuche.

#### Literatur:

BECKER, G.: Experimentelle Analyse der Genom- und Plasmonwirkung bei Moosen. III. Osmot. Wert heteroploid. Pflanzen. Z. Abstammungslehre **60**, 17—38 (1931).

BERGNER, A. D., A. G. AVERY and A. F. BLAKESLEE: Sectorial chimaeras, chromosome deficiencies and doubling of chromosome number in *Datura stramonium* induced by colchicine treatment. Genetics **24**, 65 (1939).

BLAKESLEE, A. F.: The present and potential service of chemistry to plant breeding. Amer. J. Bot. **26**, 163—172 (1939).

BLAKESLEE, A. F., and A. G. AVERY: Methods of inducing doubling of chromosome in plants. J. Hered. **28**, 393—411 (1937).

DERMEN, H.: A cytological analysis of polyploidy

induced by colchicine and by extremes of temperature. J. Hered. **29**, 211—229 (1939).



Abb. 8. *Hyoscyamus niger*, von links nach rechts: forma *pallida* diploid, forma *pall.* tetraploid, forma *typica* diploid, forma *typica* tetraploid. In Wuchs und Blattgröße kaum Unterschiede zwischen Diploiden und Tetraploiden. Deutlich größere Blüten der Tetraploiden.

DERMEN, H., and G. M. DARROW: Colchicine-induced tetraploid and 16-ploid *strawberries*. Proc. amer. Soc. horticult. Sci. **36**, 300—301 (1939).



Abb. 9. *Capsicum annuum*, links diploid, rechts tetraploid aus Winterkultur im Gewächshaus. Auffallend starke Vergrößerung der Blätter, Abnahme des Längen:Breiten-Index der Früchte.

DERMEN, H., and D. H. SCOTT: A note on natural and colchicine-induced polyploidy in *peaches*. Proc. amer. Soc. horticult. Sci. **36**, 299 (1939).

DORSEY, E.: Chromosome doubling in the *cereals*. J. Hered. **30**, 393—395 (1939).



EIGSTI, O. G.: A cytological study of colchicine effects in the induction of polyploidy in plants. *Proc. nat. Acad. Sci. U. S. A.* **24**, 56—63 (1938).

FRANDSEN, K. J.: Colchicininduzierte Polyploidie bei *Beta vulgaris* L. *Züchter* **11**, 17—19 (1939).

FYFE, J. L.: The action and use of colchicine in the production of polyploid plants. *Imp. Bureau Plant Breed. Genet.*, Cambridge 1939.

GYÖRFFY, B.: Durch Colchicinbehandlung erzeugte polyploide Pflanzen. *Naturwiss.* **26**, 547 (1938).

GYÖRFFY, B.: Colchicinnel indukált polyploidia. I. *Acta biol. pars Bot.* **5**, 1—29 (1939).

GYÖRFFY, B., und G. MELCHERS: Die Herstellung eines fertilen, amphidiploiden Artbastardes *Hyoscyamus niger*  $\times$  *H. albus* durch Behandlung mit Colchicininlösungen. *Naturwiss.* **26**, 547 (1938).

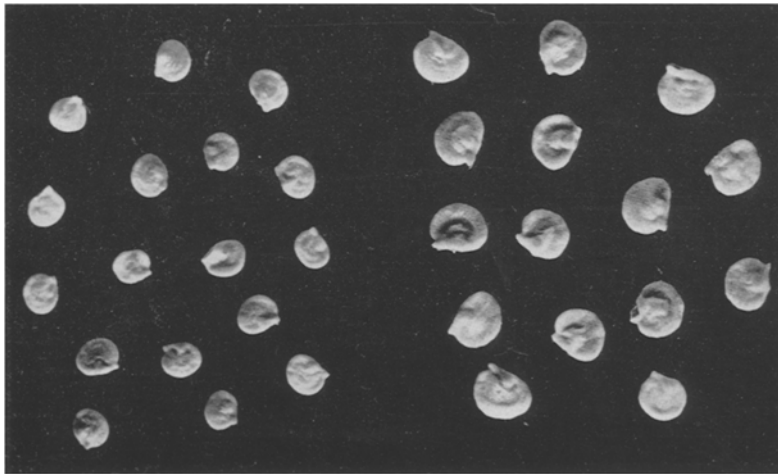


Abb. 10. *Capsicum annuum*, links diploide, rechts tetraploide Samen.

KLINKOWSKI, M., u. R. GRIESINGER: Versuche zur Erzeugung polyploider Rassen bei der Gattung *Ornithopus*. *Züchter* **11**, 313—317 (1939).

KOLTZOFF, N. K.: On the methods of artificially inducing polyploids by treatment with colchicine. *C. r. Acad. Sci. URSS.* **23**, 482—486 (1939).

KOSTOFF, D.: Polyploid plants produced by colchicine and acenaphthene. *Curr. Sci.* **7**, 108 bis 110 (1938), refer. in *Ber. Biol.* **49**, 488.

KOSTOFF, D.: Polyploids obtained by treating germinating seeds. *Priroda* **1939**, 103—104, refer. in *Plant. Breed. Abstr.* **9**, 408.

KOSTOFF, D., u. F. TIBER: A tetraploid rubber plant *Taraxacum Kok-saghyz* obtained by colchicine treatment. *C. r. Acad. Sci. URSS.* **22**, 119 bis 120 (1939).

LEVAN, A.: Tetraploidy and octoploidy induced by colchicine in diploid *Petunia*. *Hereditas* **25**, 109—131 (1939a).

LEVAN, A.: The effect of colchicine on meiosis in *Allium*. *Hereditas* **25**, 9—26 (1939b).

LEVAN, A.: The effect of colchicine on root mitosis in *Allium*. *Hereditas* **24**, 471—486 (1938).

LUTKOV, A. N.: Mass production of tetraploid *flax* plants by colchicine treatment. *C. r. Acad. Sci. URSS.* **22**, 175—179 (1939), refer. in *Ber. Biol.* **51**, 674.

MORRISON, G.: A tetraploid *Zinnia*. *J. Hered.* **29**, 187—188 (1939).

MÜNTZING, A., and E. RUNQUIST: Note on some colchicine-induced polyploids. *Hereditas* **25**, 491 bis 495 (1939).

NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE: The cytological and genetical significance of colchicine. *J. Hered.* **29**, 3—9 (1938).

NISHIYAMA, J.: Polyploid plants induced by the colchicine method. *Contrib. Lab. Genet. Kyoto Imp. Univ.* **6** (1938).

O'MARA, J. G.: Observations on the immediate effects of colchicine. *J. Hered.* **30**, 35—37 (1939).

PAL, B. P., and S. RAMANUJAM: Induction of polyploidy in *chilli* (*Capsicum annuum*) by colchicine. *Nature* **143**, 245—246 (1939).

RASMUSSEN, J., and A. LEVAN: Tetraploid *sugar beets* from colchicine treatments. *Hereditas* **25**, 97—102 (1939).

RUTTLE, M. L., and B. R. NEBEL: Cytogenetic results with colchicine. *Biol. Zbl.* **59**, 79—87 (1939).

RYBIN, V. A.: Colchicine-induced tetraploidy in *flax*. *C. r. Acad. Sci. URSS.* **21**, 302—306 (1938), refer. in *Ber. Biol.* **50**, 658.

SANDO, W. J.: A colchicine-induced tetraploid in *buckwheat*. *J. Hered.* **30**, 271—272 (1939).

SCHLÖSSER, L. A.: Grenzen und Möglichkeiten der Ausnutzung von Polyploidie in der Pflanzenzucht. *Forschungsdienst* **3**, 69—82 (1937).

SCHWANITZ, F.: Die Herstellung polyploider Rassen bei *Beta*-Rüben und *Gemüse-*

*arten* durch Behandlung mit Colchicin. *Züchter* **10**, 278—279 (1938).

SEARS, E. R.: Amphidiploids in the *Triticinae* induced by colchicine. *J. Hered.* **30**, 38—43 (1939).

SHIMAMURA, T.: Cytological studies of polyploidy induced by colchicine. *Cytologia* **9**, 486 bis 494 (1939).

SIMONET, M.: De l'obtention de variétés polyploides à grande fleurs après application de colchicine. *Rev. Horticole* **110**, 159—161 (1938).

SIMONET, M., et R. CHOPINET: Apparition de mutations géantes et polyploides chez le *colza*, la *pervenche* et le *lin à grande fleur* après application de colchicine. *C. r. Acad. Sci. Paris* **209**, 238—240 (1939), refer. in *Plant Breed. Abstr.* **9**, 408.

SIMONET, M., R. CHOPINET et G. SOULIJAERT: Sur l'obtention d'un *Linum usitatissimum* L. tétraploide après application de colchicine. *C. r. Acad. Sci. Paris* **207**, 85—87 (1938).

SIMONET, M., et P. DANSEREAU: Sur plusieurs mutations tétraploides de *Petunia* apparues après traitement à la colchicine. *C. r. Acad. Sci. Paris* **206**, 1832—1834 (1938).

SINNOTT, E. W., A. F. BLAKESLEE and H. E. WARMKE: The effect of colchicine-induced polyploidy on fruit shape in *cucurbits*. *Genetics* **24**, 84—85 (1939).

SMITH, H. H.: Induction of polyploidy in



*Nicotina* species and species hybrids by treatment with colchicine. *Genetics* **24**, 85—86 (1939a).

SMITH, H. H.: The induction of polyploidy in *Nicotiana* species and species hybrids. *J. Hered.* **30**, 291—306 (1939b).

STRAUB, J.: Chromosomenuntersuchungen an polyploiden Blütenpflanzen I. *Ber. dtsch. bot. Ges.* **57**, 531—544 (1939).

THOMPSON, R. C., and W. F. KOSAR: Polyploidy in lettuce induced by colchicine. *Proc. amer. Soc. horticult. Sci.* **36**, 641—644 (1939).

WARMKE, H. E., and A. F. BLAKESLEE: Effect of polyploidy upon the sex mechanism in dioecious plants. *Genetics* **24**, 88—89 (1939a).

WARMKE, H. E., and A. F. BLAKESLEE: Induction of tetraploidy in *Nicotiana sanderae* and in the sterile hybrid *N. tabacum* × *N. glutinosa* by colchicine treatment. *Genetics* **24**, 109—110 (1939 b).

WARMKE, H. E., u. A. F. BLAKESLEE: Sex mechanics in polyploids of *Melandryum*. *Science* (N. Y.) **1**, 391—392 (1939c).

WERNER, G.: Untersuchungen über die Möglichkeit der Erzeugung polyploider Kulturpflanzen durch Colchicinbehandlung. *Züchter* **11**, 57—71 (1939).

WESTERGAARD, M.: Induced tetraploidy in *Melandryum album*. *Nature* **142**, 917 (1939).

#### Liste der colchicininduzierten polyploiden Pflanzen.

##### Moraceae.

*Cannabis sativa*. WARMKE, H. E., u. A. F. BLAKESLEE 1939a.

*Humulus japonicus*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Polygonaceae.

*Fagopyrum tataricum*. SANDO, W. J. 1939.

##### Chenopodiaceae.

*Beta vulgaris*. SCHWANITZ, F. 1938; FRANDSEN, K. J. 1939; RASMUSSEN, J., u. A. LEVAN 1939.

*Spinacia oleracea*. SCHWANITZ, F. 1938; WARMKE, H. E., u. A. F. BLAKESLEE 1939a.

##### Portulacaceae.

*Portulaca grandiflora*. BLAKESLEE, A. F., u. A. G. AVERY 1937.

*Portulaca marginata*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Portulaca oleracea*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Portulaca parana*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Caryophyllaceae.

*Dianthus* sp. NEBEL, B. R., u. M. L. RUTTLE 1938.

*Lychnis dioica*. WARMKE, H. E., u. A. F. BLAKESLEE 1939a.

*Melandryum album*. WESTERGAARD, M. 1939; WARMKE, H. E., u. A. F. BLAKESLEE 1939c.

*Stellaria media*. BLAKESLEE, A. F., u. A. G. AVERY 1937; GYÖRFFY, B. (unveröff.).

*Vaccaria parviflora*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Cruciferae.

*Brassica campestris*. SIMONET, M., u. R. CHOPINET 1939.

*Brassica chinensis*. SCHWANITZ, F. 1938.

*Brassica oleracea*. SCHWANITZ, F. 1938.

*Lepidium sativum*. SCHWANITZ, F. 1938.

*Raphanus sativus*. SIMONET, M. 1938; SCHWANITZ, F. 1938; BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Leguminosae.

*Ornithopus sativus*. KLINKOWSKI, M., u. R. GRIESINGER 1939.

##### Rosaceae.

*Fragaria vesca*. DERMEN, H. 1939; DERMEN, H., u. G. M. DARROW 1939.

*Prunus persica*. DERMEN, H., u. D. H. SCOTT 1939.

##### Oxalidaceae.

*Oxalis valdiviensis*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Linaceae.

*Linum grandiflorum*. SIMONET, M., u. R. CHOPINET 1939.

*Linum usitatissimum*. GYÖRFFY, B. 1938; RYBIN, V. A. 1938; SIMONET, M., R. CHOPINET u. G. SOULIJAERT 1938; LUTKOV, A. N. 1939; MÜNTZING, A., u. E. RUNQUIST 1939.

##### Euphorbiaceae.

*Mercurialis annua*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Balsaminaceae.

*Impatiens balsamina*. GYÖRFFY, B. 1939.

*Impatiens Sultani*. STRAUB, J. (unveröff.).

##### Malvaceae.

*Anoda lavateroides*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Violaceae.

*Viola tricolor*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

##### Oenotheraceae.

*Epilobium alpinum*. GYÖRFFY, B. 1938.

*Epilobium collinum*. GYÖRFFY, B. (unveröff.).

##### Umbelliferae.

*Anthriscus cerefolium*. SCHWANITZ, F. 1938.

##### Polemoniaceae.

*Collomia coccinea*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Gilia abrothananifolia*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Phlox Drummondii*. KOSTOFF, D. 1938; RUTTLE, M. L., u. B. R. NEBEL 1939.

## Vincaceae.

*Vinca* sp. SIMONET, M., u. R. CHOPINET, 1939.

## Borraginaceae.

*Borrage officinalis*. SCHWANITZ, F. 1939.

## Labiatae.

*Galeopsis pubescens*. MÜNTZING, A., u. E. RUNQUIST 1939.

*Ocimum basilicum*. RUTTLE, M. L., u. B. R. NEBEL 1939.

*Mentha spicata*. RUTTLE, M. L., u. B. R. NEBEL 1939.

*Mentha aquatica* × *rotundifolia*. RUTTLE, M. L., u. B. R. NEBEL 1939.

## Solanaceae.

*Capsicum annuum*. GYÖRFFY, B. 1939; PAL, B. P., u. S. RAMANUJAM 1939.

*Datura ceratocaula*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura discolor*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura ferox*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura innoxia*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura Leichhardtii*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura metel*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura meteloides*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura pruinosa*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura quercifolia*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Datura stramonium*. BLAKESLEE, A. F., u. A. G. AVERY 1937; BERGNER, A. D., A. G. AVERY u. A. F. BLAKESLEE 1939.

*Hyoscyamus albus*. GYÖRFFY, B. 1939.

*Hyoscyamus muticus*. GYÖRFFY, B. (unveröff.).

*Hyoscyamus niger*. GYÖRFFY, B. 1938.

*Hyoscyamus pusillus*. GYÖRFFY, B. (unveröff.).

*Hyoscyamus albus* × *niger*. GYÖRFFY, B., u. G. MELCHERS 1939.

*Lycopersicum esculentum*. NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE 1938; BLAKESLEE, A. F. 1939; SHIMAMURA, T. 1939; GYÖRFFY, B. (unveröff.).

*Lycopersicum pimpinellifolium*. SHIMAMURA, T. 1939.

*Nicotiana glauca*. KOSTOFF, D. 1938 u. 1939; SMITH, H. H. 1939; BERGNER, A. D., A. G. AVERY u. A. F. BLAKESLEE 1939.

*Nicotiana sanderae*. KOSTOFF, D. 1938 u. 1939; WARMKE, H. E., and A. F. BLAKESLEE 1939b.

*Nicotiana rustica*. KOSTOFF, D. 1938 u. 1939; SMITH, H. H. 1939a.

*Nicotiana tabacum*. KOSTOFF, D. 1939; SMITH, H. H. 1939a; GYÖRFFY, B. (unveröff.).

*Nicotiana alata* × *sanderae*. KOSTOFF, D. 1938 u. 1939.

*Nicotiana glutinosa* × *glauca*. SMITH, H. H. 1939a.

*Nicotiana glutinosa* × *silvatica*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Nicotiana excelsior* × *velutina*. KOSTOFF, D. 1938, 1939.

*Nicotiana rustica* × *tabacum*. SMITH, H. H. 1939a.

*Nicotiana tabacum* × *glauca*. SMITH, H. H. 1939a.

*Nicotiana tabacum* × *glutinosa*. WARMKE, H. E. u. A. F. BLAKESLEE 1939b.

*Nicotiana tabacum* × *silvatica*. BLAKESLEE, A. F. 1939; SMITH, H. H. 1939a.

*Nicotiana suaveolens* × *alata*. KOSTOFF, D. 1938.

*Nicotiana suaveolens* × *suaveolens*. KOSTOFF, D. 1938.

*Petunia nyctaginiflora*. GYÖRFFY, B. 1938; NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE 1938; NISHIYAMA, I. 1938; SIMONET, M., et P. DANSEREAU 1938; BLAKESLEE, A. F. 1939; LEVAN, A. 1939.

*Solanum tuberosum*. MÜNTZING, A., u. E. RUNQUIST 1939.

## Scrophulariaceae.

*Antirrhinum majus*. NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE 1938; GYÖRFFY, B. 1939.

*Torenia Fournieri*. STRAUB, J. 1939.

*Torenia peduncularis*. STRAUB, J. 1939.

## Plantaginaceae.

*Plantago lanceolata*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

## Valerianaceae.

*Valerianella olitoria*. SCHWANITZ, F. 1938.

## Cucurbitaceae.

*Cucurbita maxima*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Cucurbita moschata*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Cucurbita pepo*. SINNOTT, E. W., A. F. BLAKESLEE and H. E. WARMKE 1939.

*Lagenaria vulgaris*. SINNOTT, E. W., A. F. BLAKESLEE and H. E. WARMKE 1939.

## Compositae.

*Ageratum* sp. RUTTLE, M. L., and B. R. NEBEL 1939.

*Bidens leucantha*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Carthamus tinctorius*. GYÖRFFY, B. (unveröff.).

*Cichorium endivia*. SCHWANITZ, F. 1938.

*Cosmos sulphureus*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Crepis capillaris*. RUTTLE, M. L., and B. R. NEBEL 1939.

*Helianthus annuus*. GYÖRFFY (unveröff.).

*Lactuca sativa*. SCHWANITZ, F. 1938; THOMPSON, R. C., and W. F. KOSAR 1939.

*Rudbeckia hirta*. BLAKESLEE, A. F. 1939.

*Taraxacum* sp. KOSTOFF, D., u. E. TIBER 1939.

*Tagetes patulus hort.* NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE 1938; RUTTLE, M. L., and B. R. NEBEL

*Zinnia hort.* MORRISON, G. 1939.

[1939.

#### Gramineae.

*Aegilops caudata* × *umbellulata*. SEARS, E. R. 1939.

*Aegilops speltoides* × *umbellulata*. SEARS, E. R. 1939.

*Avena brevis*. DORSEY, E. 1939.

*Hordeum distichon*. DORSEY, E. 1939.

*Hordeum vulgare*. DORSEY, E. 1939.

*Lolium perenne*. MYERS, W. M., vergl. SEARS, E. R. 1939.

*Triticum monococcum*. DORSEY, E. 1939.

*Triticum monococcum* × *Aegilops uniarmistata*. SEARS, E. R. 1939.

#### Commelinaceae.

*Tradescantia reflexa*. NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE 1938.

*Tradescantia geniculata*. STRAUB, J. 1939.

## Die Züchtung von Süßlupinen<sup>1</sup> mit nichtplatzenden Hülsen. Die Kombination der Eigenschaften „Alkaloidfrei“ und „Nichtplatzen der Hülsen“ und die Bedeutung der doppelt und dreifach recessiven alkaloidfreien Formen für die Süßlupinenzüchtung.

Von R. v. Sengbusch, Luckenwalde/Mark.

1936 veröffentlichten ZIMMERMANN und ich eine Arbeit über die Auffindung der ersten gelben Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen. In weiteren Arbeiten beschrieben wir die histologischen Besonderheiten, die das Nichtplatzen der Hülsen bedingen.

1938 berichtete ich in einer vorläufigen Mitteilung über die Vererbungsweise der Eigenschaft „Nichtplatzen“ des Stammes 3535 A. Es wurde eine 3:1-Spaltung der Eigenschaften Platzen: Nichtplatzen festgestellt, so daß ein einziges recessives Gen für die Eigenschaft „Nichtplatzen“ verantwortlich sein mußte. Dieses Gen wurde invulnerabilis (inv) genannt.

Im Laufe der letzten beiden Jahre habe ich die Untersuchungen über die Vererbung der Eigenschaft „Nichtplatzen“ fortgesetzt. Es wurden Kreuzungen zwischen nichtplatzenden, bitteren, hellsamigen und den alkaloidfreien Stämmen 8 und 80 durchgeführt.

Der nichtplatzende Elter war jeweils

$\frac{\text{Dul Am inv parv}}{\text{Dul Am inv parv}}$ . Der Stamm 8 hat die Formel  $\frac{\text{dul Am Inv parv}}{\text{dul Am Inv parv}}$ , der Stamm 80  $\frac{\text{Dul am Inv parv}^2}{\text{Dul am Inv parv}}$ .

Für die Kombination der Eigenschaften „Nichtplatzen“ und „Süß“ war es wichtig, festzustellen, ob starke Kopplungen zwischen „Bitter“ und „Nichtplatzen“ einerseits und „Süß“ und „Platzen“ andererseits vorliegen.

<sup>1</sup> Gesetzlich geschütztes Warenzeichen.

<sup>2</sup> dulcis (dul) Gen für Alkaloidfreiheit des Stammes 8, amoenus (am) Gen für Alkaloidfreiheit des Stammes 80, invulnerabilis (inv) Gen für Nichtplatzen des Stammes 3535 A, parvimaculatus (parv) Gen für hellgesprenkelte Samenschalenfarbe.

Es sei bemerkt, daß die Lupinen ein sehr ungünstiges Objekt für genetische Analysen sind. Ihre Samenproduktion ist niedrig, und die Selbstung größerer Mengen von  $F_1$ -Pflanzen macht einige Schwierigkeiten. Es ist aber auch nicht der Zweck dieser Arbeit, eine umfassende genetische Analyse zu liefern, sondern nur klarzustellen, ob eventuelle Kopplungen eine sehr starke Vergrößerung des zu untersuchenden Materials erforderlich machen würden.

HACKBARTH (1938) hat mit den von mir aufgefundenen Mutanten dul und inv ebenfalls gearbeitet. Das Gen dul hat er in Kombination mit niv (niveus, Gen für weiße Kornfarbe) vorliegen. Er fand eine 3:1-Spaltung zwischen Inv und inv mit einem sehr starken Recessivenausfall (von mir berechnet mit 23,6%) und eine 3:1-Spaltung zwischen Niv und niv ebenfalls mit einem starken Recessivenausfall (von mir berechnet mit 22,9%). Ferner fand er eine Kopplung zwischen den Genen Dul inv und dul Inv. Die Kopplung wird mit einem Austauschprozent von 0,44 angegeben. Zwischen den anderen Genen niv Inv und Niv inv und zwischen Dul Niv und dul niv fand er keine Kopplung.

Es sei hier nebenbei bemerkt, daß in Tabelle 2 die von HACKBARTH erwähnte große Abweichung von der erwarteten Reihe auch dadurch zustande kommt, daß er ein Zahlenpaar vertauscht hat. Und zwar treten die Pflanzen Dul niv inv erwartungsgemäß nicht 114mal, sondern nur 38mal und dul Niv Inv nicht 38mal, sondern 114mal auf.

Ferner sei bemerkt, daß die Zahlen in Tabelle 7 nicht, wie HACKBARTH angibt, in der Kopplungs-