

geschlossen werden, daß entweder 2 n-Eizellen nur selten von 1 n-Pollen befruchtet werden oder aus einer derartigen Befruchtung sich nur selten Samen entwickeln. Im ersten Fall haben wir es mit einer Pollenselektion zu tun; im zweiten Fall muß eine gestörte Embryonalentwicklung angenommen werden (Abb. 9, 10, 11).

Die Frage des schlechten Samenansatzes der tetraploiden Roggen ist damit aber noch nicht geklärt. Es ist anzunehmen, daß er zum Teil auch auf die anormale Ausbildung der Geschlechtszellen zurückzuführen ist. In den kommenden Jahren werden die tetraploiden Roggen isoliert von diploiden gehalten werden. Es werden dadurch alle Störungen, die durch Fremdbefruchtung mit Pollen von diploiden Pflanzen erzeugt worden sind, ausgeschaltet. Man wird erkennen, wie stark die Fertilitätsstörungen innerhalb des tetraploiden Roggens selbst sind. Wir wissen aus den Erfahrungen mit anderen induzierten tetraploiden Pflanzen, daß die Fertilitätsstörungen im Laufe der Jahre schwinden, so daß man hoffen kann, daß auch bei Roggen nach einigen Generationen die tetraploiden Formen mehr oder weniger vollfertil sein werden.

Die gleichen Ergebnisse wie bei Winterroggen wurden auch bei Sommerroggen gewonnen. Es scheint, daß bei Sommerroggen der Ansatz bei den tetraploiden noch schlechter ist als beim Winterroggen. Er betrug bei einer F_1 -Nachkommenschaft 3,6%, während der Ansatz bei den erfolgreich behandelten Pflanzen 6,9% betrug (Tabelle 6).

Ich habe versucht, durch Messung der Spaltöffnungen die tetraploiden Pflanzen bzw. tetraploiden Teile einer Chimäre zu erkennen. Diese Messungen lieferten keine Anhaltspunkte.

Auch die Messung der Ähren tetraploider Pflanzen im Vergleich zu diploiden lieferten

Tabelle 6. Sommerroggen, Colchicin-Samen-Behandlung.

Pflanzen	Ähren	Ährchen	Samen	Ansatz %
14 ¹	30	1384	50	3,62
49 ²	78	3244	223	6,87

¹ Erste Nachkommenschaft der 1938 behandelten Pflanzen.

² 1939 behandelte Pflanzen.

keine positiven Ergebnisse. Die individuellen Unterschiede von Pflanze zu Pflanze sind bezüglich der Ährengroße, Ährenform usw. so groß, daß vorläufig keine meßbaren Unterschiede gefunden werden konnten. Auch in den Chimären unterscheiden sich die tetraploiden Teile nicht von den diploiden.

Es ist möglich, daß man, wenn ein größeres Material vorliegt, vergleichende Untersuchungen bezüglich der morphologischen Eigenschaften mit Erfolg wird vornehmen können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß wir durch die Colchicinbehandlung der keimenden Samen ein Mittel in der Hand haben, um bei Roggen in beliebigem Umfang tetraploide Formen zu erzeugen.

Literatur.

- BLAKESLEE, A. F.: C. r. Acad. Sci. Paris 1937, 205. — BLAKESLEE, A. F., and A. G. AVERY: J. Hered. 28, Nr. 12 (1937). — BRESLAVETZ, L.: C. r. Acad. Sci. USSR, N. s. 22, 354 (1939). — DORSEY: J. Hered. 27, Nr. 4 (1936). — GYÖRFFY, B.: Naturwiss. 26, 547. — GYÖRFFY, B.: Colchicinnel induktált polyploidia I. Acta Biologica, Pars: Botanica Tomus V. Fasc. 1—2. — JÖRGENSEN, C. A.: J. Genet. 19, 133 (1928). — MÜNTZING, A.: Hereditas (Lund) 24 (1938). — NEBEL, B. R., and M. L. RUTTLE: J. Hered. 29, Nr. 1 (1938). — NEMEC, B.: Jb. Bot. 39 (1904). — RANDOLPH, L. F.: Proc. nat. Acad. Sci. U. S. A. 18, 222 (1932).

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, [Württ. Landessaatzuchtanstalt] Hohenheim.)

Bestäubungs- und Befruchtungsverhältnisse bei weißem Senf (*Sinapis alba* L.).

Von G. Baur.

Nach seinem Blütenbau ist der Senf Fremdbefruchter. Er hat auffallend gefärbte, massig auftretende Blüten und führt in denselben Nektarien. Insekten verschiedenster Art, vor allem Honigbienen (2, 3) aber auch Rapsglanzkäfer (1) u. ä., besuchen die Blüten. FRUWIRTH fand in eigenen Versuchen, daß Fremdbefruchtung bei Senf zwar vorherrschend, daß aber Selbstbefruchtung möglich sei und auch spontan auf-

trete. Letzteres hat ihm v. TSCHERMAK brieflich bestätigt (3). FABER, FISCHER und KALT (1) erzielten bei Einschluß in Pergamin 31,8%, in Drahtgaze 67% des Ansatzes bei freiem Abblühen. Kastrierte Blüten brachten im Freien einen Ansatz von 75,1%. Im Einschluß unter Pergamin brachten kastrierte Blüten unbehandelt keinen, künstlich bestäubt aber einen Ansatz von 89%. Unter Drahtgazekästen betrug

der Ansatz ohne Insekten bei nichtkastrierten Blüten 67,4%, bei kastrierten 0. Wurden in den Drahtgazekasten Bienen eingesetzt, so betrug der Ansatz der nichtkastrierten Blüten 97%,



Abb. 1. Senfbestäubungsversuche. Im Vordergrund Gazekasten, im Hintergrund links Pergamentsäcke.

derjenige der kastrierten neben nichtkastrierten 97,2%. Ähnliche Arbeit leisteten die Käfer von *Meligethes aeneus*.

Daraus geht hervor, 1. daß der Ansatz bei



Abb. 2. Senfbestäubungsversuch. Gazekasten für eine Pflanze.

Senf im Freien höher ist als in Pergamin- oder Drahtgazekasten; 2. daß Senf im Freien wohl vorwiegend zu Fremdbestäubung neigt, unter Einschluß aber zu weitgehender Selbstbefruchtung gezwungen werden kann; 3. daß spontane Selbstbestäubung nichtkastrierter Blüten wohl vorkommt, daß aber kastrierte Blüten ohne

Pollenüberträger fruchtlos bleiben; 4. daß sich die Insektenarbeit auch im Einschluß bewährt.

FRUWIRTH (2) hat nachgewiesen, daß bei fort-dauernd erzwungener Selbstung wenigstens bis in F_6 ein wesentlicher Rückgang der Fertilität nicht eintritt.

Als in Hohenheim mit der Senfzüchtung begonnen wurde, sollte nachgeprüft werden, ob diese Befunde auch für das Hohenheimer Zuchtmaterial zutreffen würden. Zu diesem Zwecke wurden die Blütenstände einzelner Pflanzen in Pergamenttüten (Abb. 1 links) eingeschlossen. Daneben blühten ganze Pflanzen allein und zu mehreren in kleineren (Abb. 2) und größeren Kästen mit feinmaschiger Mullgaze ab. Die Einzelpflanzen in den kleineren Kästen wurden nicht weiter behandelt. In den großen Kästen waren 1935 3 bzw. 5, 1936 in größeren Kästen je 9 Pflanzen eingeschlossen. Je ein Drittel dieser Pflanzen wurde unberührt gelassen, ein Drittel wurde künstlich mit einem Pinsel in sich und ein Drittel wurde gegenseitig bestäubt. Da keinerlei größere Insekten in den Einschlüssen sich befanden, darf angenommen werden, daß der Ansatz bei den Einzeleinschlüssen und beim ersten Drittel der Pflanzen in den Mehrpflanzen-einschlüssen auf spontaner Selbstbestäubung, beim zweiten Drittel der letzteren auf spontaner und künstlicher Selbstbestäubung und beim dritten Drittel derselben auf Kreuz- oder Fremdbestäubung neben spontaner Selbstbestäubung beruht. Bei der Reife wurden eine Anzahl normal entwickelte, im freien Feld in der Nähe der Einschlüsse abgeblühte Pflanzen für sich geerntet, um so einen Vergleich für die Ergebnisse der Pflanzen in den Einschlüssen zu haben.

Die Untersuchungsergebnisse sind in der nebenstehenden Übersicht zusammengestellt. Die Untersuchungen aus dem Jahre 1935, besonders jene von 1935 b sind als Vorversuche zu werten. In diesem Jahre waren die Pergamentbeutel und Gazebeutel zu klein gewählt. Die Blütenstände konnten sich deshalb nicht voll entwickeln. So konnte aus den Pergamentbeuteln von zwanzig nur zwei in ihrem Blütenstand auch noch stark verkümmerte Pflanzen ausgewertet werden. Ebenso war ein Teil der Pflanzen in den anderen Einschlüssen mit Ausnahme der Einzeleinschlüsse in Gazekästen nicht auswertbar. Die Pflanzen zu 1935 b waren sehr spät gesät und hatten einen sehr ungünstigen Standort, so daß sie sich nur sehr dürftig entwickelten. Sie brachten nur etwa ein Viertel des normalen Pflanzengewichtes. So ist ihr Samenansatz schon an sich sehr gering. Diese Erfahrungen wurden für den Versuch 1936

insofern ausgewertet, als zureichend große Einschlüsse und nicht zu viel Pflanzen je Einschluß gewählt wurden. Für rechtzeitige Saat und gute Ernährung wurde gesorgt. So wurde 1936 ein lückenloses und ziemlich zuverlässiges Ergebnis erzielt. Allerdings ist zuzugeben, daß die Anzahl der je Versuchsfrage untersuchten Pflanzen reichlich gering ist. Deshalb können die Ergebnisse nicht als vollkommen gesichert angesehen werden. Der Versuch konnte aber aus verschiedenen Gründen nicht umfangreicher durchgeführt werden. Auch kann er in dieser Hinsicht den Vergleich mit solchen anderer Autoren aushalten.

Der Ansatz in vom Hundert der Blüten ist bei den einzelnen Behandlungsarten aus Spalten 3—5 der Übersicht zu ersehen. Der höchste Ansatz wurde immer bei den frei abblühenden Pflanzen erzielt. Es folgte dann immer der Einschluß in den Gazekasten, dann jener in Gazebeutel bzw. Gazekasten mit einer Pflanze. Im Jahre 1935 konnten in den zu engen Pergamenttüten nur zwei von 20 Pflanzen 8 bzw. 4 Schoten mit 20 bzw. 4 Körnern ausbilden; aber auch in den größeren Beuteln, die 1936 Verwendung fanden, brachte diese Einschlußart unzweifelhaft den geringsten Ansatz. Dieser aber beträgt immerhin noch 17,1% des überhaupt Möglichen oder nahezu ein Viertel desjenigen Ansatzes, der im Freien zu erzielen ist. Das Samengewicht je Pflanze (Spalte 6—8) zeigt genau dasselbe Bild. In der Kornzahl je Schote (Spalte 9—11) kommt die Wirkung der verschiedenen Einschlußarten nicht mehr so deutlich zum Ausdruck. In allen Einschlüssen ist die Kornzahl je Schote gegen frei abblühende Pflanzen mehr zurückgegangen als der Schotenansatz je Blüte. Das 1000 Korngewicht (Spalte 12—14) dagegen ist in sämtlichen Einschlüssen deutlich höher als bei den im Freiland abgeblühten Pflanzen. FRUWIRTH (3) fand demgegenüber, daß das Gewicht je Korn bei den zur Selbstbefruchtung gezwungenen Pflanzen geringer sei. Die Schote fand er, wie wir, leichter und weniger bekörnt, die ganze Pflanze etwas weniger üppig und von geringerem Gesamtsamengewicht.

Der Ansatz ist in unseren Versuchen in den Einschlüssen immer geringer als bei frei abblühenden Pflanzen, und zwar fallend von Pflanzen im Freien, zu mehreren Pflanzen in größeren Gazekasten zu einzeln eingeschlossenen Pflanzen oder Blütenständen in Gaze zu Einschluß in Pergamentbeutel. Im wesentlichen decken sich diese Feststellung mit jenen der oben genannten Autoren. Auch diese erzielten in den Einschlüssen geringere Ansätze als im Freien

und in Pergamin einen geringeren als in Drahtgaze. Als Ursache für diese Tatsache kann zwar zu einem Teil die erzwungene Selbstbestäubung der eingeschlossenen Pflanzen in Frage kommen. Wäre dies die alleinige Ursache, dann müßten alle Einschlüsse gleiche Ansatzprozente aufweisen. Da dies nicht der Fall ist, so müssen noch andere Ursachen mitwirken. Diese liegen zweifellos in der Veränderung der Kleinklima-verhältnisse in den Einschlüssen. Diese hat KNOLL (4, 5) im einzelnen beschrieben. Die Wirkung auf den Ansatz ist hier eine ganz analoge, demnach dürften auch die Wirkursachen analog sein. Im Pergamenteinschluß herrscht höchste Wärme und höchste relative Luftfeuchtigkeit und damit höchste absolute Luftfeuchtigkeit. Diese ist geringer in Gaze und am geringsten im Freiland. In normalen Jahren sind aber die Freilandverhältnisse am günstigsten für den Ansatz, diejenigen im Pergament also am ungünstigsten. So sind obige Ergebnisse am zwanglosesten zu erklären.

Der immerhin hohe Ansatz dieser Einschlüsse kann nur zustande kommen durch spontane Selbstbestäubung oder durch Fremdbestäubung durch Insekten oder durch Wind. Windbestäubung bei Senf ist sehr unwahrscheinlich, ihre Unmöglichkeit ist allerdings noch nicht nachgewiesen. Bei Pergamenteinschluß kommt sie auf keinen Fall in Frage. Insekten wurden innerhalb der Einschlüsse nicht beobachtet. Die Samen können daher sowohl in den Pergament- wie auch wohl in den Einzeleinschlüssen mit Gaze nur aus spontaner Selbstbestäubung entstanden sein. Das gleiche gilt für den Samenansatz der unbehandelten Pflanzen in den Mehrpflanzenkastern.

Die künstliche Selbst- und Fremdbestäubung in diesen Einschlüssen sollte zeigen, ob der Samenansatz bei künstlichem Übertragen der Pollen ein besserer als bei spontaner Selbstung sei, und welche Rolle die Fremdbefruchtung im Einschluß spielt.

Die Pflanzen, deren Blüten innerhalb des eigenen Blütenstandes, also in sich, künstlich bestäubt wurden, zeigen 1935 einen wenig geringeren, 1936 einen wenig höheren Ansatz als die unbehandelten Pflanzen. Die Unterschiede sind aber so gering, daß das Ergebnis als gleichwertig angesehen werden muß. Daraus wäre zu schließen, daß die Selbstbestäubung mit genügendem Erfolg spontan auftritt und durch künstliche Pollenübertragung kaum gesteigert werden kann. FABER und Mitarbeiter (1) konnten zwar bei kastrierten Blüten durch künstliche Bestäubung und Insektenbeigabe sehr gute Er-

folge erzielen. Ob dies auch bei nichtkastrierten, nichtbehandelten Blüten der Fall gewesen wäre, hätte erst nachgewiesen werden müssen.

Unter den 3 Behandlungsarten brachte die Kreuzbestäubung mit Ausnahme der wenig zuverlässigen Versuchsserie 1935 b den höchsten Ansatz. Die Differenz gegen spontane und künstliche Selbstbestäubung beträgt zwar bei der Versuchsserie 1935 a nur etwa 7—8 und bei jener von 1936 nur 5—6% und liegt etwa 5 bzw. sogar 20% unter dem Ansatz frei abgeblühter Pflanzen. Ihre Ursache kann aber nur auf der Wirkung der Fremdbefruchtung beruhen.

Im Samengewicht je Pflanze weichen die Ergebnisse wenigstens im Versuch 1935 stark von jenen im Schotenansatz ab, ja kehren sich direkt um. Dagegen zeigt der Versuch 1936 wieder ähnliche Verhältnisse wie beim Schotenansatz.

In der Kornzahl je Schote (Spalte 9—11) sind die Werte noch mehr verschoben: 1935 bringen die kreuzbefruchteten Pflanzen den geringsten Wert. Letzteres gilt auch für 1935 b und 1936. In diesen beiden Versuchen steht dann allerdings der Wert der kreuzbefruchteten Pflanzen in der Mitte und jener der spontan selbstbestäubten an letzter Stelle.

Das 1000-Korngewicht ist bei allen eingeschlossenen Pflanzen höher als bei den frei abgeblühten, am höchsten bei den Pflanzen mit spontaner Selbstbestäubung, es folgen dann die kreuzbestäubten. Das geringste 1000-Korngewicht bei den Mehrpflanzeneinschlüssen haben die künstlich geselbsteten Pflanzen. Ein ähnliches 1000-Korngewicht haben einzeleingeschlossene Pflanzen in Gaze, während Pergament einschluß trotz der geringen Anzahl Körner je Schote recht niederen Wert zeigt.

Demnach sind diese drei Merkmale für die Bestimmung der Fruchtbarkeitsverhältnisse recht ungeeignete Maßstäbe. Das 1000-Korngewicht scheint um so höher zu sein, je weniger Körner in der Schote entwickelt wurden, wohl wegen der dann für die wenigen Körner günstigeren Ernährungsverhältnisse. Das Samengewicht je Pflanze wird vom 1000-Korngewicht dem Schotenansatz und der Anzahl Körner je Schote bestimmt. Da die Kornzahl je Schote bei den frei abblühenden Pflanzen gegen die der eingeschlossenen Pflanzen besonders hoch ist, und da bei den verschiedenen Behandlungsarten in den Mehrpflanzeneinschlüssen eine Gesetzmäßigkeit nicht nachgewiesen werden konnte, muß angenommen werden, daß dieser Wert in

Ergebnis der Senfbestäubungsversuche.

Lf. Nr.	Behandlungsart	Schotenansatz je Blüte			Samengewicht g je Pflanze			Kornzahl je Schote			1000-Korngewicht			Anzahl der verarb. Pflanze		
		1935 a	1935 b	1936	1935 a	1935 b	1936	1935 a	1935 b	1936	1935 a	1935 b	1936	1935 a	1935 b	1936
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Freies Abblühen	65,0	—	71,6	13,9	—	13,03	4,24	—	3,64	6,00	—	6,4	10	—	20
2	Pergamenteinschluß	—	—	17,1	0,2	—	1,19	2,00	—	1,17	—	—	7,4	2	—	10
3	Einschluß in Gazebeutel	37,6	24,2	34,4	4,6	0,54	3,16	1,93	1,11	1,16	8,9	5,39	9,35	4	10	10
4	Einschluß un- behandelt	53,1	40,9	46,2	11,0	1,22	5,40	2,25	1,53	1,01	10,64	4,38	10,2	3	5	9
5	in Gaze- selbstbestäubt	52,6	33,3	47,2	7,3	0,52	5,97	2,33	1,83	1,55	9,51	3,45	8,6	3	5	9
6	Kasten kreuzbestäubt	60,3	38,8	52,3	6,7	0,88	6,60	1,87	1,64	1,54	10,46	5,69	9,9	3	5	9

erster Linie modifikativ bedingt und wenig von Selbst- bzw. Fremdbefruchtung abhängig ist.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

In Übereinstimmung und Ergänzung der Feststellungen früherer Autoren ergaben unsere Untersuchungen folgendes:

1. Der weiße Senf neigt von Natur aus zu Fremdbefruchtung.

2. Spontane Selbstbefruchtung ist möglich und läßt sich jederzeit erzwingen, wenn nur genügend geräumige Einschlußmittel verwendet werden. Die Einschlußmittel müssen so groß sein, daß sich der Blütenstand der eingeschlossenen Pflanze voll entwickeln kann ohne vom Einschlußmittel eingeengt zu werden.

3. Der Ansatz ist bei eingeschlossenen Pflanzen infolge des in den Einschlußmitteln herrschenden Mikroklimas immer gedrückt gegenüber frei abblühenden Pflanzen, aber immer noch so hoch, daß er für züchterische Zwecke genügt. Meist werden von einer Pflanze mehrere hundert, oft bis zu 3000 Samen erhalten.

4. Pergament brachte geringsten Ansatz, Einschluß in Gazebeuteln oder Gazekasten

wirkt weit weniger ansatzhemmend. Da der Senf wohl kein Windblütler ist, dürfte Gaze als Einschlußmittel vollauf genügen.

5. Die Entwicklung von mehr oder weniger Körner je Schote scheint nicht direkt mit den Befruchtungsverhältnissen zusammenzuhängen, denn innerhalb der verschiedenen Einschüsse läßt sich hierfür eine Gesetzmäßigkeit nicht finden. Das durchschnittliche 1000-Korngewicht je Pflanze ist um so höher, je geringer die Anzahl Samen je Einzelschote ist. Darin dürfte für die Pflanze ein günstiges Regulativ liegen, um auch nachträglich noch den Ertrag, unabhängig vom Kornansatz in der Schote, zu erhöhen. Als züchterisch verwertbare Korrelation darf diese Beziehung aber nicht angesehen werden, da viele Einzelpflanzen sich stark abweichend verhalten.

Literatur.

1. FABER, F., G. FISCHER u. B. KALT: Landw. Jahrb. 54, 681—701 (1920). — 2. FRUWIRTH, C.: Z. Pflanzenzüchtg 3, 395 (1915). — 3. FRUWIRTH, C.: Weißer Senf (*Sinapis alba* L.) in Handb. landw. Pflanzenzüchtg 2, 184, Berlin 1924, P. Parey. — 4. KNOLL, J.: Wissensch. Arch. f. Landw. 2, 318 (1929). — 5. BAUR-KNOLL: Arch. Pflanzenbau 4, 247 (1930).

Sonnenblumenzüchtung in Ungarn.

Von **Otto Knapp**, Felsőireg m. (Ungarn).

In der europäischen Ölsamenproduktion steht die Sonnenblume mit einer Jahreserzeugung von 253 000 Tonnen im Durchschnitt der Jahre 1933 bis 1935 an erster Stelle von sämtlichen Ölfrüchten (1). Ihre Erzeugung wurde in den letzten Jahren namentlich in Rumänien und Bulgarien gewaltig ausgedehnt, wo sich die Landwirte infolge des Verfalls der Weizenpreise mehr und mehr auf den Anbau von Industriepflanzen, vornehmlich von Ölfrüchten umstellten. In Bulgarien ist die Sonnenblumenanbaufläche, die im Jahre 1920 etwa 4900 ha betrug, auf etwa 156 000 ha im Jahre 1936 angestiegen. Die Sonnenblume wurde die wichtigste Pflanze dieses Landes und nimmt dort heute etwas über 3% der gesamten Ackerfläche ein. Unterstützt wurde diese Entwicklung wesentlich durch die Verwendung von gezüchtetem Saatgut, das die staatlichen Stellen unter die Landwirte zur Verteilung brachten (2). Die Verwendung von Zuchtsaat hatte neben der Vergrößerung der Anbaufläche auch noch eine ganz beträchtliche Steigerung der Flächenerträge zur Folge: der Durchschnittsertrag stieg um ungefähr das Doppelte, von 6,5 dz/ha auf etwa 12 dz/ha.

In Ungarn wird die Gesamtanbaufläche der Sonnenblume z. Z. auf etwa 30—35 000 ha geschätzt (3), sie soll jedoch nach dem Programm der Regierung auf 45—55 000 ha gesteigert werden, um damit den Inlandsbedarf an Sonnenblumensaat zu decken. Auf Grund statistischer Erhebungen umfaßt die mit Sonnenblumen in Reinkultur bebaute Fläche in Ungarn nur etwa 7500 ha, die übrigen etwa 75—80% des Anbaues werden dagegen als Zwischenkultur zwischen Mais und anderen Früchten an Feld- und Wegrändern durchgeführt. Daraus ergibt sich die große Bedeutung, die der Sonnenblume als Randfrucht zukommt, eine Bedeutung, die mit dem weiteren Fortschreiten der in Durchführung begriffenen Bodenreform eher zu- als abnehmen wird. Der ungarische Bauer sieht in der Sonnenblume — vornehmlich in den holzarmen Gebieten der großen Tiefebene — einen vielseitig verwendbaren Holzersatz; er benützt die Sonnenblumenstengel zu Zauneinfriedigungen, als Rebenpfähle, Bohnenstangen usw., vielleicht kommt ihnen auch einmal in der Zellulose- und Papierfabrikation eine gewisse Bedeutung zu. Infolgedessen braucht der Klein-