

Beobachtungen über männliche Sterilität bei der Sonnenblume (*H. annuus*), ausgelöst durch genetische, physiologische und induzierte chemische Faktoren

W. SCHUSTER

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität in Gießen

Experiments on Male-Sterility of Sun-Flowers, Caused by Genetical, Physiological and Applied Chemical Factors

Summary. 1. Male-sterile plants could be selected for several generations. These produce by sib mating (male-sterile \times fertile) 50% male-sterile and 50% fully fertile descendants. In two cases crossing resulted in 75% male-sterile plants in F_1 .

2. Two new varieties, which had originated from a combination of breeding by self pollinations and by multiple crossings and which show earlier flowering under shorter photoperiods than do other varieties, were sown in July 1966 and 1967. Flowering began at the end of September and in the beginning of October, there was found an 80–100% male-sterility (retrogressive anthers). Varieties which react less to short day treatment had complete fertile flowers.

3. Experiments which were started some years earlier to induce male-sterility of sun-flowers by active substances brought the following results in 1963–1967:

a) Gibberellic acid treatment (0.5–0.25 mg/plant) applied at the beginning of bud formation, induced male-sterility. In this way it is possible to produce small quantities of hybrid seed and to test topcrosses.

b) Some combinations of gibberellic acid with other active substances, e.g. 0.25 mg gibb. ac. + 0.25 mg TJBS, 0.25 mg gibb. ac. + 0.1 mg NES, 0.25 mg gibb. ac. + 0.1 mg IES and 0.25 mg gibb. ac. + 0.5 mg CCC induced male-sterility but permitted sufficient female fertility.

c) At a male-sterility of 90–100% total average fertility of 10 plants was only 25–75%. In treating 87 plants of the inbred line 'HEBH' a production of kernels ranging from 0 to 86% was found, 39% on the average, that is 202 kernels/flower, as compared to 90% for untreated plants.

d) Varieties and inbred lines show different reactions to the treatment. There are also marked differences in effects of active substances under different climatic conditions, which makes the practical application of treatments difficult. It therefore becomes necessary to test different varieties for reaction to active substances or to combinations of these substances under different climatic conditions.

1. Problemstellung und Literatur

Auf die Schwierigkeiten bei der Hybridzüchtung mit zwittrigen Fremdbefruchtern wird immer wieder hingewiesen (UNRAU 1947; SCHUSTER 1951, 1956, 1961, 1962, 1964; PUTT 1962, LECLERCQ 1966; LUCIANO, KINMAN and SMITH 1966; ANAŠČENKO 1967). Zwar treten bei Sonnenblumen Linien mit einer geringeren Selbstfertilität bzw. mit Parasterilität auf (PUTT 1941; SCHUSTER 1951, 1964; USTINOVA 1951; USTINOVA und NESTEROVA 1951; HABURA 1957), die mit recht gutem Erfolg für die Erzeugung von Topcross-Hybriden (UNRAU and WHITE 1944; RUSSELL 1953; PUTT 1957, 1962; STEFANSSON 1959; SCHULZE 1960; SCHUSTER 1964) oder synthetischen Sorten (KUGLER, LUCIANO und DAVREUX 1958; PUTT 1962) genutzt werden können. Jedoch hängt der Anteil an Kreuzungen im „Hybrid-Saatgut“ und damit dessen Leistungsfähigkeit vielfach von den Witterungsverhältnissen und dem Insektenflug ab (FURGALA 1956; SCHUSTER 1964), da bei unterbliebener Fremdbestäubung auch bei diesen Linien eine Selbstbefruchtung

eintreten kann. Es wird deshalb schon seit längerem auf verschiedenen Wegen versucht, männliche Sterilität bei der Sonnenblume zu erhalten, um damit einen annähernd 100%igen Kreuzungsanteil für eine Hybridzüchtung zu ermöglichen. Eine deutliche Bastardwüchsigkeit (Heterosis) ist in den Untersuchungen von MOROSOV (1934, 1947), JAGODKIN (1937), UNRAU and WHITE (1944), UNRAU (1947), RUDORF (1950), RUSSELL (1953), v. BOGUSLAWSKI und SCHUSTER (1955), PUSTOVOJT (1956), PUTT (1957), HABURA (1958), KOVÁČIK (1958), KUGLER, LUCIANO und DAVREUX (1958), PRIADCENCU, TIMARIU, BIRSAN, VULPE, NICOLAU und DOUCET (1958), SCHULZE (1960), KINMAN und EARLE (1964) und SCHUSTER (1964) gegeben, die bei entsprechender Kombinationsfähigkeit der Kreuzungspartner ebenso hoch ist wie bei Mais. GUNDAEV (1966, 1966a) berichtet über Mehrerträge von 15 bis 30% bei Hybriden, die durch Verwendung von pollensterilen Formen erzeugt wurden. VULPE (1967) erhielt von Hybriden aus Männlichsterilen bis zu 40% höhere Leistungen.

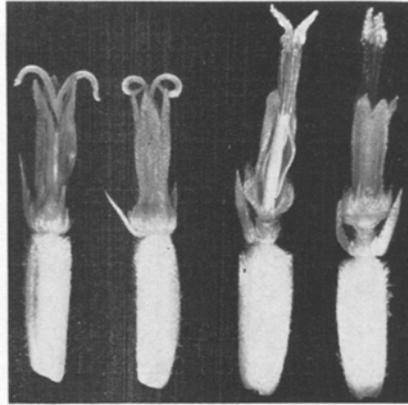


Abb. 1 b. Blüten links aus männlichsterilem Korb, rechts normale Blüten; jeweils linke Blüte aufgeschnitten

Abb. 1 a (links). Genetisch bedingte männliche Sterilität

2. Genetisch bedingte männliche Sterilität

Schon 1958 wurden im eigenen Zuchtmaterial einzelne Pflanzen gefunden, bei denen die Staubblätter stärker rückgebildet waren und die keine oder nur geringe Mengen Pollen produzierten, wie in Abbildung 1 gezeigt (SCHUSTER 1964). Durch Selektion dieser männlichsterilen Pflanzen, Geschwisterpaarungen und Selbststungen konnte 1965 eine Linie ('P 188/64') mit 50% Männlichsterilen selektiert werden. Diese wurde durch Geschwisterkreuzung in der Nachkommenschaft einer pollensterilen Mutterpflanze erhalten. 1966 konnten auf diese Weise zwei weitere Linien mit einer 50%igen männlichen Sterilität entwickelt werden. 1966 wurde 'P 188/64' in einem isoliert stehenden Block vermehrt, die pollensterilen Pflanzen gekennzeichnet und getrennt geerntet. Diese 50% Männlichsterilen brachten 1967 wiederum zu 50% pollensterilen Nachkommen. Danach könnte diese männliche Sterilität durch ein rezessives Gen im Homozygotenzustand ausgelöst werden, und durch die Rückkreuzung mit den Heterozygoten entsteht bei den Nachkommen eine 1:1-Aufspaltung, die bei Selektion der Pollensterilen in den folgenden Generationen erhalten bleibt. LECLERCQ (1966) fand für die 1962 von M^{me} LENOBLE in Clermont-Ferrand entdeckte männliche Sterilität in der Sonnenblumensorte 'Armavir 9345' eine allein durch Kerngene gesteuerte Vererbung. Es gelang durch Kreuzung der Männlichsterilen mit der Sorte 'Nain-Noir', die rotgefärbte Keimpflanzen hat, die Kopplung Rotfärbung der Keimblätter mit Fertilität bzw. Grünfärbung der Keimblätter mit männlicher Sterilität züchterisch zu nutzen. So ist es möglich, beim Vereinzeln die fertilen Pflanzen zu eliminieren und 100% männlichsterile Pflanzenbestände für eine Hybridzüchtung zu erhalten (LECLERCQ 1966).

Die 50:50-Aufspaltung in unserem Material kann aber auch durch eine über Plasmfaktor und Kerngene gesteuerte Pollensterilität, wie bei Mais, Rüben, Beta-Rüben, Zwiebeln, Sorgum u. a. (siehe RUDORF 1957 und JAIN 1959), zustande kommen, da bisher nur Geschwisterkreuzungen oder Kreuzungen zwischen Pflanzen, die mütterlicherseits pollensteril waren, durchgeführt wurden. Die Kreuzungen entsprachen dann: (S) $m_s m_s$ (= steril) \times (S) $M_s m_s$ (fertil) oder wenn für männliche Sterilität kein Plasmfaktor vorliegt, $m_s m_s$ (= steril) \times $M_s m_s$ (= fertil), wie von KOBABE (1958, 1967) und KUCKUCK (1968) für Zwiebeln und Spinat dargestellt. Kern-

gene ohne Plasmfaktor konnten bisher nicht nachgewiesen werden.

Auch für Mais wurden von amerikanischen und russischen Autoren (POSPELOWA 1969) die verschiedensten Vererbungsmöglichkeiten erwogen und diskutiert. Dabei werden die Spaltungen nach Kreuzungen „pollensteril \times fertil“ vielfach durch das Zusammenwirken mehrerer Kerngene (komplementäre oder additive Genwirkung) erklärt. Auch GUNDAEV (1964), VOL'F (1966) und ANAŠČENKO (1968a) nehmen auf Grund einiger Befunde nach Kreuzungen zwischen sterilen und fertilen Formen an, daß teilweise plasmabedingte männliche Sterilität bei Sonnenblumen vorliegen muß. GUNDAEV (1964) fand bei mehreren reziproken Kreuzungen zwischen fertilen Geschwistern und normalen fertilen Linien überhaupt keine sterilen Pflanzen und schließt daraus auf plasmabedingte Fertilität. Er empfiehlt die Nutzung von Pflanzen mit stark ausgeprägter Protogynie an Stelle der normal gegebenen Protandrie. Um Samen von solchen Pflanzen zu erhalten, soll eine Bestäubung zwischen zwei Köpfen einer Pflanze, die durch Dekapitieren im Zweiblattstadium leicht erhalten werden können, durchgeführt werden. VOL'F (1966) berichtet über sehr unterschiedliche Spaltungsverhältnisse nach umfangreichen Kreuzungen zwischen fertilen und sterilen Formen. Von 253 getesteten Linien waren 203 „Restorer“ (= 80%). In keinem Fall wurden „Festiger“ der Sterilität (Kerngene ohne Plasmfaktor) gefunden. Nur 3% der Linien zeigten in der Nachkommenschaft mehr als 50% Männlichsterile. Er kommt zu dem Schluß, daß andere Verhältnisse als beim Mais vorliegen müssen. Er nimmt komplizierte Wechselwirkungen zwischen Plasma und Kerngenen an. Er glaubt an plasmagesteuerte Vererbung, da die erhaltenen Spaltungen nicht durch genische

Vererbung allein zu erklären sind. 12 Linien konnten in 4-jähriger Arbeit ausgelesen werden, die 70–80% sterile Pflanzen ergaben. Über ähnliche Ergebnisse berichtete NEČAEVA (1966), bei dem ebenfalls fast alle Kreuzungen die Fertilität erhöhten. ANAŠČENKO (1968a) erhielt nur in einer von 25 Kreuzungen einen Hinweis, daß plasmabedingte männliche Sterilität vorliegen kann. Den Formen mit Protogynie wird ebenfalls wie von GUNDAEV (1964) eine größere Bedeutung zugemessen, da diese sich in der praktischen Nutzung wie eine männliche Sterilität auswirkt und hier wahrscheinlich cytoplasmatische Vererbung vorliegt.

Tabelle 1. Anteil der Männlichsterilen in Kreuzungen und Geschwisterkreuzungen zwischen einer pollensterilen Pflanze und einer fertilen Vaterpflanze 1968

Gruppierung	Anteil der ♂-sterilen in %	
	in 67 *Kreuzungen	in 96 Geschwisterkreuzungen
0% Männlichsterile	10,5	6,3
0–15% Männlichsterile	10,5	10,4
16–28% (1/4) Männlichsterile	32,8	29,2
29–39% (1/3) Männlichsterile	22,4	30,2
40–59% (1/2) Männlichsterile	20,9	22,9
60–80% (2/3–3/4) Männlichsterile	3,0	4,0

* alle Vaterpflanzen stammen mütterlicherseits von männlichsterilen Pflanzen ab

Diese russischen Befunde decken sich weitgehend mit eigenen Ergebnissen. Die Zahl der männlichsterilen Pflanzen nahm in den Nachkommenschaften von Geschwisterpaarungen, freier Bestäubung und Kreuzungen zwischen Nachkommen männlichsteriler Pflanzen von 1960 bis 1968 deutlich zu. Wurden 1960 nur wenige Prozent Männlichsterile gefunden, so zeigten 1968 von 600 Nachkommen männlichsteriler Pflanzen 27 mehr als 50% männliche Sterilität. Die Verteilung der Anteile an pollensterilen Pflanzen in Kreuzungen und Geschwisterkreuzungen einer jeweils männlichsterilen Mutter mit einem fertilen Vater (mit Plasmfaktor, wenn vorhanden), die 1967 durchgeführt und 1968 im Feld ausgesät wurden, zeigt Tabelle 1. In zwei Kreuzungen zwischen Linien mit 30% sterilen Pflanzen und weitgehend fertilen Linien wurden 75% sterile Pflanzen ausgezählt (siehe Tabelle 2).

Es muß jedoch erwähnt werden, daß die von uns gefundene und hier beschriebene Form der männlichen Sterilität durch Umwelteinflüsse, vor allem Temperaturschwankungen, des öfteren modifiziert wurde, indem vorher männlichsterile Pflanzen an einem oder dem anderen Tag plötzlich wieder Pollen produzierten. Eine deutliche Modifikation der Pollensterilität stellte u. a. auch ROHRBACH (1965) bei *Beta vulgaris* fest.

Tabelle 2. Kreuzungen zwischen Männlichsterilen und Fertilen, die in F₁ mehr als 50% männlichsterile Pflanzen lieferten

Kreuzung	% männlichsterile Pflanzen 1968	Abstammung*	% männliche Sterilität der Eltern-Linien 1967
K 11/67	54	P 322/66	36
		× K 40/66	28
K 12/67	75	P 297/66	28
		× K 86/65	0
K 10/67	75	92/65	33
		× 76/65	17
K 18/67	50	P 200/64	8
		× P 431/65	17
K 21/67	50	P 292/66	24
		× P 88/66	8
K 40/67	59	P 194/66	45
		× P 96/66	4

* alle Eltern stammen von männlichsterilen Pflanzen ab

3. Durch Temperatur- und photoperiodische Einflüsse ausgelöste männliche Sterilität bei *Helianthus annuus*

Es liegt in der Literatur eine große Zahl von Beobachtungen und Untersuchungen über Geschlechtsbeeinflussungen durch Außenfaktoren vor, über die HESLOP-HARRISON (1957) und NAPP-ZINN (1967) zusammenfassend berichten. Es wird darauf hingewiesen, daß eine modifikative Geschlechtsbeeinflussung nur bei den Pflanzen möglich ist, bei denen auch genetische Faktoren in diesem Zusammenhang wirksam sind. Erb- und Umweltfaktoren spielen hierbei einmal eine größere, ein andermal eine geringere Rolle. Über geschlechtsbeeinflussende Umweltfaktoren berichtet zusammenfassend NAPP-ZINN (1967).

Männliche Sterilität kann nach ANAŠČENKO (1968) bei Sonnenblumen durch Befall mit „Falschem Mehltau“ (*Plasmopara helianthi*) und durch mechanische Verletzung des Stengels ausgelöst werden. Nach Untersuchungen von GULJAEV (1963) führt mangelnde Zuführung von Assimilaten zur Zeit der Blüten-determination, die mit der beendeten Kelchblattbildung zusammenfällt, zu männlicher Sterilität durch Hemmung in der weiteren Entwicklung des Androeceums.

Die Geschlechtsbeeinflussung durch applizierte Chemikalien bei Sonnenblumen wird im nächsten Abschnitt behandelt. Hier soll über Beobachtungen von männlicher Sterilität unter veränderten Licht- und Temperaturverhältnissen bei *Helianthus annuus* berichtet werden.

Niedrige Temperaturen haben nach den Beobachtungen vieler Autoren (siehe NAPP-ZINN 1967) eine verweiblichende Wirkung bzw. hohe Temperaturen

verstärken die Ausbildung männlicher Blüten bei *Zea Mays*, *Spinacia oleracea*, *Cannabis sativa* und *Cucurbita pepo*.

Auch liegen Beobachtungen in großer Zahl vor, nach denen eine geringe Lichtintensität allgemein die Antherenentwicklung hemmt oder unterdrückt. So konnten auch VERGELY, BARTHELMESS und HOFFMANN (1967), wie schon vorher andere Autoren, eine „verweiblichende“ Wirkung des Kurztages bei verschiedenen monözischen Hanfformen feststellen. HESLOP-HARRISON (1957) vertritt die Ansicht, daß bei photoperiodisch empfindlichen Pflanzen jeweils die für die Blütenbildung optimale Tageslänge in der Regel die Verweiblichung fördert. NAPP-ZINN (1967) nennt hierfür viele Beispiele. So wird u. a. von starker verweiblichender Wirkung einer Kurztagbehandlung bei verschiedenen Arten aus der Familie der Compositen berichtet. Langtag erhöhte dagegen bei einer fast tagneutralen Rasse (die Blütenbildung war nur geringfügig durch Kurztag gefördert) von *Xanthium strumarium* die männlichen Infloreszenzen (v. WITSCH 1961). NEIDLE (1938) und NAYLOR (1941) stellten bei *Xanthium pennsylvanicum* eine starke Rückbildung der männlichen Blüten im 8-Std.-Kurztag fest, die weiblichen Blüten waren vermehrt, jedoch auch größtenteils taub.

KOVÁČIK (1957) erhielt bei Sonnenblumen (*Helianthus annuus*) keine Pollenausbildung, wenn er den Vegetationspunkt bei Beginn der Knospenbildung mit schwarzem Papier verdunkelte. Auch ANAŠČENKO (1968) berichtet von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen nach längerer Verdunkelung.

Wir konnten 1966 und 1967 eine weitgehende männliche Sterilität bei Sonnenblumen im Freiland-



Abb. 2. 'FW 5066/60': Pollensterilität im Oktober durch Kurztag und niedrige Temperaturen ausgelöst

versuch beobachten, die durch Umweltfaktoren (Tageslänge und Temperaturen) ausgelöst wurde (s. Abb. 2). In einer Leistungsprüfung auf Grünfutzernutzung als Stoppelfrucht nach Winterraps bzw. Wintergerste (Aussaart Anfang bis Mitte Juli) standen zwei Neuzüchtungen von wenig- und weichbehaarten Typen, die durch mehrjährige Kombinationszüchtung mit Selbstungen und Vielfachkreuzungen gewonnen wurden (SCHUSTER 1958 und 1964), neben den älteren Sorten 'Hesa' und 'Spanners Allzweck'. Diese Neuzüchtungen ('FW 436/59' und 'FW 5066/60') blühten bei Aussaaten Mitte April bis Anfang Mai spät, erreichten jedoch im Mittel vieler Jahre Wuchshöhen bei Blühbeginn von 210 cm gegen 150 cm bei 'Hesa' (SCHUSTER 1964).

Die Neuzüchtungen zeigten bei späterer Aussaat im Freiland (Juli = Wachstum im kürzer werdenden Tag) eine deutliche Verkürzung der Zeit von Aufgang bis Blühbeginn, indem sie nur noch 8–10 Tage später als 'Hesa' im Stoppelfruchtanbau blühten, während sie bei Frühljahrsaussaat eine um 18–21 Tage verlängerte Zeit von Aufgang bis Blüte aufwiesen. Die beiden Neuzüchtungen wurden im Vergleich zu 'Hesa', von der in Saatzeitversuchen festgestellt worden war, daß sie weitgehend tagneutral ist (SCHUSTER 1956a), einmal im Kurztag (13 Stunden) und zum anderen im Langtag (17 Stunden) unter jeweils niedrigen Temperaturen (über Tag 16 °C/nachts 8 °C) und hohen Temperaturen (tags 22 °C/nachts 14 °C) in klimatisierten Gewächshauskammern in Rausch-Holzhausen angebaut (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 zeigt, daß die Neuzüchtungen 'FW 436/59' und 'FW 5066/60' ('Giganta') wesentlich stärker auf eine Verkürzung der Tageslänge durch relativ frühere Blüte reagieren als die Sorte 'Hesa'. Im übrigen ergeben die Wuchshöhenmessungen die schon in Feldversuchen zutage getretene Überlegenheit der Neuzüchtungen unter Langtagverhältnissen und relativ hohen Temperaturen (SCHUSTER 1958 und 1964).

Unter Freilandbedingungen wurde 1966 in Gießen bei beiden Neuzüchtungen zu 95% weitgehend männliche Sterilität (siehe Abb. 2) bei Blüte Anfang Oktober festgestellt. 1967 konnte die gleiche Beobachtung in Gießen und Groß-Gerau (südlich Frankfurt a. M.) wiederholt werden: Anfang Oktober zeigten in Groß-Gerau 84% und in Gießen 80% der Pflanzen von 'FW 436/59' und 'FW 5066/60' im Freiland männlichsterile Blüten, die denen der genetisch bedingten und der durch Gibberellin ausgelösten (vergleiche Abbildung 1–3) sehr ähnlich sahen. Die Blütenkörbe der spätgesäten Pflanzen waren allgemein etwas stärker nach innen gewölbt, als dies normalerweise der Fall ist. Die beiden im langen Tag früheren Sorten 'Hesa' und 'Spanners Allzweck' zeigten in keinem Fall eine Rückbildung der Antheren, sondern blühten auch unter den Witterungsverhältnissen bei kühleren Temperaturen und verkürzter Tageslänge normal. Die photoperiodisch wirksame Tageslänge liegt in Gießen und Groß-Gerau Anfang Oktober bei

12 Stunden (Mitte September 13 Stunden). Die mittleren Tagestemperaturen entsprachen an beiden Standorten im September etwa dem langjährigen Durchschnitt von 13,5 °C; Anfang Oktober lagen sie mit Werten zwischen 11 und 15 °C relativ hoch, wobei die Nachttemperaturen vielfach unter 5 °C absanken. Es scheint hier eine photoperiodisch bedingte Auslösung von männlicher Sterilität durch Abnahme der Tageslänge während der Blüte auf 12 Stunden vorzuliegen. Jedoch haben die niedrigen Temperaturen, vor allem über Nacht, sicher verstärkend gewirkt. Daß nur die stärker auf Kurztag reagierenden Neuzüchtungen die Rückbildung der männlichen Blütenteile zeigten und nicht die fast tagneutralen Sorten, stimmt mit den schon oben erwähnten Beobachtungen anderer Autoren bei anderen Pflanzenarten gut überein (siehe NAPP-ZINN 1967). Für die praktische Zuchtarbeit läßt sich diese physiologisch bedingte männliche Sterilität leider nicht ausnutzen, da bei den niedrigen Temperaturen im Oktober keine Frucht- und Samenbildung mehr möglich ist.

1966 wurden die beiden Sorten in einem Anbau als Stoppelsaat (Mitte Juli) in Zagreb/Jugoslawien ausgesät. Sie zeigten hier bei Blüte Ende September keine Rückbildung der Antheren, obwohl die Tageslänge zu dieser Zeit dort ebenfalls 12 Stunden beträgt, die Temperaturen jedoch wesentlich höher als in Gießen und Groß-Gerau Anfang Oktober liegen. Es muß also das Zusammentreffen von kurzem Tag und niedrigen Temperaturen, die das Blühen der Sonnenblumen gerade noch ermöglichen, für die Auslösung der männlichen Sterilität bei den stärker auf Kurztagverhältnisse reagierenden Formen verantwortlich sein. Dies wird durch einen Versuch unter kontrollierten Anbaubedingungen im klimatisierbaren Gewächshaus in Rauisch-Holzhausen (1968/69) bestätigt. Hier trat in der Kammer mit Kurztagbehandlung (13-Stunden-Tag) und kühlen Temperaturen (16 °C bei Tag und 8 °C nachts) zu 74% männliche Sterilität auf, wobei verschiedene Sorten unterschiedlich reagierten. In der Kammer mit einer Tageslänge von 17 Stunden sowie bei 13 Stunden und hohen Temperaturen (22 °C bei Tag und 14 °C nachts) wurde keine männliche Sterilität beobachtet. Die Versuche, die die Wirkung von Tageslänge und Temperatur auf Entwicklung und Wachstum bei verschiedenen Sorten aufklären sollen, sind zur Zeit noch nicht abgeschlossen.

Tabelle 3. Die Wirkung von Tageslänge und Temperatur auf die Entwicklung und das Wachstum von verschiedenen Sonnenblumensorten im klimatisierten Gewächshaus, Rauisch-Holzhausen 1967

Sorte	Klima/Variante	Aufgang bis Blühbeginn in Tagen	Wuchshöhe bei Blühbeginn* cm	mittlere Wuchsgeschwindigkeit/Tag cm
Hesa	13-Std.-Tag 22/14 °C	64	154	2,41
	13-Std.-Tag 16/ 8 °C	80	149	1,86
	17-Std.-Tag 22/14 °C	75	168	2,24
	17-Std.-Tag 16/ 8 °C	85	167	1,96
FW 436/59	13-Std.-Tag 22/14 °C	66	162	2,45
	13-Std.-Tag 16/ 8 °C	90	165	1,83
	17-Std.-Tag 22/14 °C	> 102	198*	1,94*
	17-Std.-Tag 16/ 8 °C	> 102	180*	1,76*
FW 5066/60 'Giganta'	13-Std.-Tag 22/14 °C	73	168	2,30
	13-Std.-Tag 16/ 8 °C	91	154	1,69
	17-Std.-Tag 22/14 °C	> 102	218*	2,14*
	17-Std.-Tag 16/ 8 °C	> 102	187*	1,83*

* bzw. Versuchsende am 102. Tag nach Aufgang

4. Auslösung von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen durch chemische Agenzien

Aus den letzten Jahren liegen viele Untersuchungen über die Geschlechtsbeeinflussung durch Chemikalien, die den Wuchsstoffhaushalt der Pflanzen verändern, vor. Ausführliche Literaturangaben finden sich bei JAIN (1959) und NAPP-ZINN (1967). Die Angaben über die Wirkung auf die verschiedenen Pflanzenarten sowie über die wirksamen Mengen bzw. Konzentrationen schwanken stark. Auch widersprechen sich die Angaben vielfach; so wurde z. B. bei Hanf (*Cannabis sativa*) einmal eine Vermännlichung (VERGELY, BARTHELMESS und HOFFMANN 1967) und zum anderen Verweiblichung nach Gibberellinbehandlung gefunden (NAPP-ZINN 1967).

Als chemische Mittel zur Auslösung männlicher Sterilität kommen in Frage (JAIN 1959, NAPP-ZINN 1967):

α -Naphthylelessigsäure (NES), β -Indolylessigsäure (IES), 2,3,5-Trijodbenzoesäure (TJBS), 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D), 2,3-Dichlorisobuttersäure (DCIB), Maleinsäurehydrazid, Allyltrimethylammoniumbromid, 2,2-Dichlorpropionsäure, Phthalsäuremono- α -naphthylamid, Trichlorakrylsäure (TER-AVANESJAN und SEMENOVA 1963), α -Propionsäure, Kohlenmonoxid, Acetylen und Gibberellinsäure.

Die Versuche zur Erzielung einer „chemischen Kastration“ für eine Hybridzüchtung zeigten gewisse Erfolge mit:

1. Natrium-2,3-dichlorisobutytrat „FW-450“ (ROHM and HAAS Company 1959), vor allem bei Baumwolle (EATON 1957, Anonym 1958, ZDRILKO 1963), Zuckerrüben (BUTTERFASS 1960, RÜBENBAUER und SCHULTIS 1960, WIT 1960), Tomaten (MOORE 1959, 1964; MARCHESI 1961), Wassermelonen (HENSZ und MOHR 1959) und bei Klee (WIT 1960).

2. Maleinsäurehydrazid bei Mais (DENISEN and HABER 1950, MOORE 1950, NAYLOR 1950, ČRANIKOV



Abb. 3b. Blüten einer mit 0,5 mg Gibberellin behandelten Pflanze; rechts Blütenröhren geöffnet

Abb. 3a (links). I-Linie HEBH mit 0,5 mg Gibberellin behandelt

u. a. 1964), Tomaten (REHM 1952), Weizen und Zwiebeln (CHOPRA, JAIN und SWAMINATHAN 1960).

3. 2,3,5-Trijodbenzoesäure bei Tomaten (REHM 1952), Kürbis (REHM 1952, WITTEWITZ and HILLYER 1954) und Sonnenblumen (KIEMAYER 1959).

4. Gibberellinsäure bei Mais (NELSON and ROSSMANN 1958), Gerste (PALEY and ASPINALL 1958, SCHMALZ 1960) und Sonnenblumen (SCHUSTER 1961, 1962).

In den meisten der oben zitierten Veröffentlichungen wird jedoch betont, daß die künstliche Auslösung der männlichen Sterilität durch Umweltfaktoren stark modifiziert wird und Sorten der gleichen Art recht unterschiedlich reagieren, so daß die Verfahren noch nicht direkt oder nur mit Vorbehalt für eine praktische Anwendung in der Pflanzenzüchtung geeignet sind.

Bei der Sonnenblume wurden Versuche zur Auslösung männlicher Sterilität ohne praktisch nutzbaren Erfolg mit β -Indolylessigsäure (IES), 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D), α -Naphthylelessigsäure (NES) (SCHUSTER 1956), Maleinsäurehydrazid, Natrium- α - β -Dichlorisobutyrat = „FW 450“ (SCHUSTER 1961, 1962) durchgeführt. Die Wirkung der Gibberellinsäure war dagegen in dreijährigen Feldversuchen recht erfolgreich (siehe Abb. 3). Am günstigsten wirkten Mengen von 0,5–1,0 mg Gibberellin je Pflanze bei Beginn des Knospenstadiums gesprüht (SCHUSTER 1961, 1962). Inzwischen konnte das Verfahren praktisch zur Erzielung von Massenkastrationen bei der Testung von I-Linien auf Kombinationsfähigkeit in Topcrossblöcken mit einer Vatersorte als Mantel und 10–20 I-Linien, die mit 0,5 mg Gibberellinsäure je Pflanze kastriert waren, mit gutem Erfolg angewandt werden. Auch bestätigten bulgarische und

russische Versuche von SPIROVA (1965) und ANAŠČENKO (1967, 1968) unsere Ergebnisse, in denen mit 0,5 mg Gibberellin je Pflanze eine fast 100%ige Pollensterilität bei einem nur um 25–30% geringeren Ertrag erreicht werden konnte.

Die Untersuchungen über künstliche Auslösung von männlicher Sterilität wurden mit weiteren Chemikalien und Mischungen zwischen verschiedenen Substanzen in den Jahren 1964 bis 1967 fortgesetzt, um vor allem eine bessere Gesamtfertilität zu erreichen, die in den Versuchen von 1958–1960 nur etwa 1/3 eines normalen Samenertrages betrug.

1963 wurden Trijodbenzoesäure, mit der KIEMAYER (1959) Pollensterilität bei Sonnenblumen auslösen konnte, und Mischungen von Gibberellinsäure und 2,3,5-Trijodbenzoesäure in die Untersuchungen aufgenommen (siehe Tabelle 4). In jedem Fall kamen, wie auch in den früheren Untersuchungen (SCHUSTER 1961), 3 ml je Pflanze bei Beginn der Knospenbildung gesprüht zur Anwendung. Je Variante wurden je 10 Pflanzen behandelt. Die Versuche liefen bewußt unter Freilandbedingungen, um die Verfahren direkt auf ihre Anwendbarkeit für die praktische Pflanzenzüchtung zu prüfen (siehe Tab. 4).

Es konnte mit Trijodbenzoesäure, im Gegensatz zu KIEMAYER (1959), bei der Sorte 'Hesa' mit den hier zur Anwendung gekommenen Mengen keine männliche Sterilität ausgelöst werden. Die Gesamtfertilität nahm durch die Behandlung ab. Bei der weniger vitalen Inzuchtlinie traten sogar in 10% der Fälle Schädigungen durch 1,0 mg TJSB je Pflanze ein, die zum Absterben führten. Bei der I-Linie konnte zu 22% männliche Sterilität durch 0,25 mg 2,3,5-Trijodbenzoesäure ausgelöst werden.

Die günstigen Ergebnisse der Behandlung mit 0,5 und 1,0 mg Gibberellinsäure aus früheren Untersuchungen (SCHUSTER 1961, 1962) bestätigen sich weitgehend, wobei für die robustere Sorte im Jahr 1963 die Menge von 0,5 mg je Pflanze nicht ausreichte, um einen hohen Anteil männlichsteriler Pflanzen zu erzeugen. Bei der deutliche Depressionen zeigenden I-Linie (vgl. SCHUSTER 1961, 1964) starben 20% der Pflanzen durch die Behandlung mit 1,0 mg Gibberellin ab und der Fruchtansatz betrug nur 17% gegen 91% bei der nicht behandelten Kontrolle.

Durch die Gibberellinbehandlung mit 1,0 mg bei der Sorte und 0,5 mg bei der I-Linie, die 1963 zu 100 bzw. 89% männliche Sterilität herbeiführte, lag

Tabelle 4. Künstliche Auslösung von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen unter Freilandbedingungen
Gießen 1963 und 1964
Mittel aus 10 Pflanzen je Variante

Behandlung je Pflanze 3 ml Lösung bei Beginn der Knospenbildung	männliche Sterilität in %		Zahl der Früchte mit Samen je Korb		Samen je Korb in %		Zahl der abgestorbenen Knospen in %	
	1963	1964	1963	1964	1963	1964	1963	1964
A. Sorte Hesa								
1. Kontrolle (ohne Behandlung)	0	0	592	895	94	96	0	0
2. 0,5 mg Gibb.	57	98	318	456	55	58	0	0
3. 1,0 mg Gibb.	89		156		31		10	
4. 0,1 mg TJBS	0		201		77		0	
5. 0,25 mg TJBS	0		337		65		0	
6. 0,5 mg TJBS	0		272		56		0	
7. 1,0 mg TJBS	0		484		77		0	
8. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg TJBS	93	44	384	594	58	66	0	0
9. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg TJBS	100	80	360	457	64	46	0	0
10. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg TJBS	100	90	238	620	42	56	10	0
B. I-Linie HEBH								
1. Kontrolle (ohne Behandlung)	0	0	390	461	91	90	0	0
2. 0,5 mg Gibb.	100	100	63	51	34	24	0	0
3. 1,0 mg Gibb.	100		47		17		20	
4. 0,1 mg TJBS	0		369		86		0	
5. 0,25 mg TJBS	22		285		69		0	
6. 0,5 mg TJBS	0		251		72		0	
7. 1,0 mg TJBS	0		342		86		10	
8. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg TJBS	100	60	136	157	60	82	0	0
9. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg TJBS	100	100	113	54	50	34	10	0
10. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg TJBS	100	90	60	72	27	36	20	0

der Fruchtsatz jedoch nur bei 31 bzw. 34% der möglichen Früchte (= volle Früchte in % der Blüten im Korb), das entspricht etwa 40% einer normalen Fruchtbildung (vgl. Kontrolle).

Die Behandlung mit 0,25 mg Gibberellin + 0,25 mg TJBS pro Pflanze wirkte sich 1963 deutlich günstiger aus als alle übrigen Varianten. Hier konnte bei einem Samenansatz von 64% bzw. bei der I-Linie von 50% in 100 Prozent der Fälle männliche Sterilität durch starke Rückbildung der Antheren, wie sie Abbildung 3 zeigt, erreicht werden.

1964, unter trockenen, warmen Witterungsbedingungen, fielen die Ergebnisse bei dieser Variante nicht ganz so günstig aus. Vor allem reagierte die Sorte besser auf 0,5 mg Gibberellin durch einen höheren Anteil männlichsteriler Pflanzen. Bei der I-Linie traten nach Applikation von 0,25 mg Gibberellin + 0,25 mg Trijodbenzoesäure in 10% der Fälle Schädigungen durch Absterben der Knospen ein; jedoch zeigte sich hier, im Gegensatz zur Sorte, 100%ige männliche Sterilität bei einem Samenansatz von 34% gegen 90% der Kontrolle und 24% nach Behandlung mit 0,5 mg Gibberellin.

Für die I-Linie hat sich die kombinierte Behandlung mit 0,25 mg Gibberellin + 0,25 mg Trijodbenzoesäure 1964 auch in der Erzeugung von Hybridsaat in einem Kreuzungsfeld mit 87 Pflanzen gut bewährt. Von diesen 87 Pflanzen waren 98% männlichsteril, nachdem sie mit einer 5 l fassenden Handspritze insgesamt mit etwa 3 ml Lösung je Pflanze bei Beginn der Knospenbildung besprüht worden waren. Die durchschnittliche Samenbildung betrug 39% der

Fruchtsatzanlagen, das sind 202 samen tragende Früchte pro Korb. Der Fruchtsatz schwankte zwischen den Pflanzen, die einzeln geerntet und aufgearbeitet wurden, zwischen 0 und 86%.

Diese Untersuchungen zeigen, daß die Wirkung der Behandlungen von Jahr zu Jahr, je nach Witterungsablauf, schwanken kann, und daß die Sorten bzw. Linien unterschiedlich auf verschiedene Konzentrationen bzw. Mengen reagieren. Letzteres geht noch deutlicher aus Tabelle 5 hervor, in der die Reaktion verschiedener Inzuchtlinien, die 1967 in Groß-Gerau jeweils bei Beginn der Knospenbildung mit 0,5 mg Gibberellin behandelt wurden, gezeigt werden kann.

Die I-Linie 'HEBH' hatte 1967 unter den anderen Standortverhältnissen in Groß-Gerau nur eine männliche Sterilität von 82%, jedoch einen hohen Samenansatz. In einem Kreuzungsfeld in Gießen wurde 1967 mit 0,5 mg Gibberellin je Pflanze bei der gleichen Linie zu 100% männliche Sterilität bei ebenfalls hohem Samenansatz erreicht.

Die Linien reagieren sehr unterschiedlich. Während die Linien 'I₉ 257/66', 'I₁₄ 234/66', 'I₉ 39/66', 'I₆ 267/66' und 'I₉ 255/66' bei einer männlichen Sterilität von 90 bis 100% auch einen ausreichenden Samenansatz aufwiesen, lag bei einigen der Anteil an männlichsterilen Pflanzen zu niedrig oder andere Linien, wie z. B. 'I₁₃ 18/66' und 'I₁₀ 32/66', reagierten zu empfindlich auf Gibberellinsäure, indem die Knospen abstarben. Letzteres wird wahrscheinlich durch eine überhöhte Anfälligkeit für *Botrytis* nach der Gibberellinbehandlung hervorgerufen, wie noch deut-

Tabelle 5. *Behandlung von verschiedenen I-Linien mit 0,5 mg Gibberellin in Groß-Gerau 1967*

Linie	männliche Sterilität in %	Zahl der Früchte mit Samen je Korb	Zahl der abgestorbenen Knospen in %
1. I-Linie			
HEBH	82	607	0
2. I ₁₃ 18/66	0	623	90
3. I ₉ 35/66	73	94	40
4. I ₉ 39/66	96	105	0
5. I ₁₀ 32/66	100	30	0
6. I ₆ 50/66	22	106	0
7. I ₅ 51/66	100	7	60
8. I ₁₄ 230/66	65	494	0
9. I ₁₄ 234/66	100	184	0
10. I ₁₄ 231/66	23	293	70
11. I ₁₃ 236/66	88	30	10
12. I ₁₄ 237/66	100	19	10
13. I ₁₃ 242/66	80	330	20
14. I ₁₃ 249/66	77	130	0
15. I ₉ 254/66	80	398	60
16. I ₉ 255/66	90	190	20
17. I ₉ 257/66	100	334	10
18. I ₉ 259/66	73	181	0
19. I ₆ 267/66	94	253	0
20. I ₅ 273/66	100	27	60
21. I ₅ 276/66	58	158	0

licher in dem kühlen und feuchten Sommer 1966 in einem größeren Kreuzungsfeld zutage trat.

Neben den in Tabelle 4 genannten Chemikalien wurden 1963 noch Chlorcholinchlorid (CCC) in Mengen von 0,5 bis 5,0 mg und Chloramphenicol in Mengen von 0,1 bis 1,0 mg je Pflanze mitgeprüft. Es zeigte sich bei beiden Stoffen in keinem Fall eine männliche Sterilität auslösende Wirkung. Lediglich in der I-Linie traten durch 0,5 und 1,0 mg Chlor-

amphenicol bei einzelnen Pflanzen Deformierungen des Blütenkorbes auf.

Interessant scheinen die Untersuchungen der Kombination von wachstumsfördernden und wachstumshemmenden Stoffen in bezug auf eine Pollensterilität auslösende Wirkung bei Sonnenblumen zu sein, zumal Gibberellin + Trijodbenzoesäure die oben beschriebenen günstigen Ergebnisse zeigte. Tabelle 6 gibt die 1964 mit Gibberellin + Chloramphenicol und Gibberellin + Chlorcholinchlorid erzielten Ergebnisse wieder.

Am günstigsten wirkten bei der Sorte und der I-Linie die Kombinationen 0,25 mg Gibberellin + 0,5 mg CCC und 0,5 mg Gibberellin + 0,5 mg CCC, ähnlich wie 0,25 mg Gibberellin + 0,25 mg Trijodbenzoesäure in Tabelle 4. Aber auch die Behandlung mit 0,5 mg Gibberellinsäure allein (Variante 7 in Tabelle 6 und Variante 2 in Tabelle 4) brachte fast die gleichen Ergebnisse, so daß von einer eindeutigen Überlegenheit der kombinierten Mittel nicht gesprochen werden kann.

Die Tendenz der günstigen Wirkung von kombinierten Behandlungen ließ es jedoch angebracht erscheinen, weitere Mischungen mit Gibberellin und anderen Wirkstoffen auf ihre Brauchbarkeit für die Auslösung männlicher Sterilität bei Sonnenblumen zu prüfen, zumal gewisse Wirkungen von 2,4-D, IES und NES in früheren Untersuchungen (SCHUSTER 1956) festgestellt werden konnten. Die Ergebnisse der in den Jahren 1965 bis 1967 durchgeführten Versuche werden in Tabelle 7 und 8 zusammengestellt.

1965 wurden insgesamt 14 Varianten geprüft. Zunächst ist festzustellen, daß in diesem Jahr die Wirkung der verschiedenen Behandlungen, die direkt mit den vorigen Untersuchungen vergleichbar sind

Tabelle 6. *Künstliche Auslösung von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen unter Freilandbedingungen Gießen 1964*
Mittel aus 10 Pflanzen je Variante

Behandlung je Pflanze 3 ml Lösung bei Beginn der Knospenbildung	männliche Sterilität in %	Zahl der Früchte mit Samen je Korb	Samen je Korb in %	Zahl der abgestorbenen Knospen in %
<i>A. Sorte Hesa</i>				
1. Kontrolle (ohne Behandlung)	0	895	96	0
2. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg Chloramphenicol	20	601	70	0
3. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg Chloramphenicol	85	376	45	0
4. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg Chloramphenicol	65	508	43	0
5. 0,25 mg Gibb. + 0,5 mg CCC	90	432	42	0
6. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg CCC	100	392	43	0
7. 0,5 mg Gibb.*	98	456	58	0
<i>B. I-Linie HEBH</i>				
1. Kontrolle (ohne Behandlung)	0	461	90	0
2. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg Chloramphenicol	70	172	76	10**
3. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg Chloramphenicol	100	152	71	0
4. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg Chloramphenicol	75	63	40	10
5. 0,25 mg Gibb. + 0,5 mg CCC	100	95	61	10
6. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg CCC	100	50	38	30
7. 0,5 mg Gibb.*	100	51	24	0

* vergleiche Tabelle 4

** vergürnte Blüte

Tabelle 7. Künstliche Auslösung von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen unter Freilandbedingungen
Gießen 1965

Mittel aus 10 Pflanzen je Variante

Behandlung je Pflanze 3 ml Lösung bei Beginn der Knospenbildung	männliche Sterilität in %		Zahl der Früchte mit Samen je Korb		Samen je Korb in %		Zahl der abgestorbenen Knospen in %	
	1965	1966	1965	1966	1965	1966	1965	1966
A. Sorte Hesa								
1. 0,5 mg Gibb.	83		128		42		10	
2. 0,25 mg Gibb. + 0,5 mg CCC	52		413		51		0	
3. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg 2,4-D	46		77		29		50	
4. 0,1 mg Gibb. + 0,01 mg 2,4-D	42		133		38		40	
5. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg 2,4-D	100		90		17		30	
6. 0,25 mg Gibb. + 0,01 mg 2,4-D	78		165		42		10	
7. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg NES	80		265		44		0	
8. 0,1 mg Gibb. + 0,01 mg NES	67		242		36		0	
9. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg NES	75		183		39		0	
10. 0,25 mg Gibb. + 0,01 mg NES	78		303		44		0	
11. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg IES	80		299		50		0	
12. 0,1 mg Gibb. + 0,01 mg IES	61		131		39		0	
13. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES	38		345		40		0	
14. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg IES	67		135		28		0	
B. I-Linie HEBH								
1. 0,5 mg Gibb.	100		19		5		30	
2. 0,25 mg Gibb. + 0,5 mg CCC	100		75		20		20	
3. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg 2,4-D	—		—		—		100	
4. 0,1 mg Gibb. + 0,01 mg 2,4-D	100		73		18		50	
5. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg 2,4-D	—		—		—		100	
6. 0,25 mg Gibb. + 0,01 mg 2,4-D	—		—		—		100	
7. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg NES	100		116		23		15	
8. 0,1 mg Gibb. + 0,01 mg NES	100		100		15		15	
9. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg NES	100		99		22		20	
10. 0,25 mg Gibb. + 0,01 mg NES	100		47		11		20	
11. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg IES	100		149		32		0	
12. 0,1 mg Gibb. + 0,01 mg IES	100		166		31		15	
13. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES	100		77		17		15	
14. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg IES	100		63		12		20	

Tabelle 8. Künstliche Auslösung von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen unter Freilandbedingungen
Gießen 1965 bis 1967

Mittel aus 10 Pflanzen je Variante

Behandlung je Pflanze 3 ml Lösung bei Beginn der Knospenbildung	männliche Sterilität in %			Zahl der Früchte mit Samen je Korb			Samen je Korb in %			Zahl der abgestorbenen Knospen in %		
	1965	1966	1967	1965	1966	1967	1965	1966	1967	1965	1966	1967
A. Sorte Hesa												
1. 0,5 mg Gibb.	83	83	88	128	401	625	42	43	17	10	0	0
2. 0,25 mg Gibb.	—	65	60	—	613	331	—	62	45	—	0	0
3. 0,1 mg Gibb.	—	38	45	—	819	632	—	75	43	—	0	0
4. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg NES	75	86	85	183	360	402	39	33	18	0	0	0
5. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES	38	75	49	345	392	488	60	43	46	0	0	0
6. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg NES	80	42	45	265	879	550	44	84	52	0	0	0
7. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg IES	80	29	40	299	655	553	50	62	43	0	0	0
B. I-Linie HEBH												
1. 0,5 mg Gibb.	100	100	(52)	19	115	(131)	5	24	(73)	30	0	0
2. 0,25 mg Gibb.	—	90	(34)	—	21	(234)	—	10	(76)	—	0	0
3. 0,1 mg Gibb.	—	100	(0)	—	219	(400)	—	42	(87)	—	0	0
4. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg NES	100	100	(45)	99	1	(162)	22	1	(73)	20	10	0
5. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES	100	100	(40)	77	82	(342)	17	18	(76)	15	0	0
6. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg NES	100	100	(22)	116	106	(374)	23	23	(77)	15	0	0
7. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg IES	100	100	(23)	149	101	(434)	32	23	(76)	0	0	0

* nicht vergleichbar, da 4 Wochen später mit veränderten Substanzen behandelt

— wie Variante 1 und 2 —, wiederum unterschiedlich gegenüber 1963 und 1964 ist (siehe Tabelle 4 und 6). Relativ günstig schneidet 0,25 mg Gibberellin + 0,5 mg CCC wiederum bei der I-Linie, jedoch nicht bei der Sorte, ab. Verhältnismäßig sicher ist die Wirkung von 0,5 mg Gibberellin (Variante 1) wie auch schon in allen vorherigen Untersuchungen, wenn auch in diesem Jahr bei der I-Linie infolge stärkerer Schädigung nur ein geringer Samenansatz erzielt werden konnte. Die Schädigungen durch Absterben der Knospen waren in dem feuchteren Jahr 1965 allgemein stärker als in den anderen Jahren. Insbesondere wirkten sich die kombinierten Behandlungen mit 2,4-D stark letal aus, vor allem bei der I-Linie. Die günstigste Wirkung hatten bei der Sorte 'Hesa' neben 0,5 mg Gibberellin (Variante 1) 0,1 mg Gibberellin + 0,1 mg α -Naphthyllessigsäure (Variante 7), 0,25 mg Gibberellin + 0,01 mg NES (Variante 10) und 0,1 mg Gibberellin + 0,1 mg β -Indolyllessigsäure (Variante 11). Auch bei der I-Linie zeigten Variante 11, Variante 12 und Variante 9 gute Ergebnisse. So konnte die Zahl der zu prüfenden Varianten 1966 und 1967 eingeschränkt werden. Wieder mit aufgenommen wurde die Prüfung von 0,25 mg und 0,1 mg Gibberellin allein, um eine bessere Vergleichsmöglichkeit zu den Kombinationen zu haben. In Tabelle 8 werden die dreijährigen Ergebnisse nebeneinander gestellt.

Die Werte von 1967 bei der I-Linie sind nicht vergleichbar, da infolge von Auflaufschäden 'HEBH' nachgesät und erst 3 Wochen später als die Sorte 'Hesa' behandelt werden konnte. Die Lösungen mit Gibberellinsäure sind, wie auch anderweitig festgestellt werden konnte, nicht lagerfähig. Sie müssen, wenn sie ihre volle Wirksamkeit behalten sollen, innerhalb weniger Tage appliziert werden.

Die günstigste Wirkung zeigten in allen drei Untersuchungsjahren bei der vitaleren Sorte 0,5 mg Gibberellin und die Kombination 0,25 mg Gibberellin + 0,1 mg NES. Die inzuchtgeschwächte Linie reagierte wesentlich empfindlicher. Hier wirkte 0,1 mg Gibberellinsäure (Variante 3) sowie 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg IES (Variante 7), 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg NES (Variante 6) und 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES (Variante 5) günstiger in bezug auf Samenansatz und weibliche Fertilität. Das 1965 beobachtete stärkere Absterben der Knospen trat 1966 und 1967 nicht in Erscheinung.

Es ist noch zu erwähnen, daß 1967 wiederum mit einer größeren Handspritze ca. 200 Pflanzen der I-Linie 'HEBH' zur Hybridsaatguterzeugung insgesamt besprüht wurden. Die Menge war auf 3 ml mit 0,25 mg Gibberellin je Pflanze berechnet. Hier konnte zu 100% männliche Sterilität erreicht werden und der Samenertrag pro Pflanze betrug 28 g; das entspricht einem dz/ha-Ertrag von 16,4. Von dieser I-Linie wurden ohne Behandlung in einer Leistungsprüfung in Gießen 21,5 dz/ha geerntet; d. h. durch die Gibberellinbehandlung litt auch hier die weibliche

Fertilität, und es konnten an Hybridsaatgut nur 76% eines normalen Ertrages erzielt werden. Die geringere Ertragsleistung nach Gibberellinbehandlung wird nicht nur durch eine Abnahme des Samenansatzes, sondern auch durch ein geringeres Tausendkorngewicht verursacht. Das Tausendkorngewicht der I-Linie 'HEBH' betrug ohne Behandlung = 89 g und mit 0,5 mg Gibberellin je Pflanze behandelt = 77 g. 1968 waren die Ergebnisse in einer Bestandeskreuzung in Groß-Gerau im Mittel von ca. 600 Pflanzen ähnlich: ohne Gibberellin 308 Früchte und ein Samenertrag von 20,4 g je Korb standen gegenüber bei Behandlung mit 0,5 mg Gibb. je Pflanze 272 Früchte und 17,8 g Samen je Korb. Auch der Korbdurchmesser nahm durch die Gibberellinbehandlung von 12,4 cm ohne auf 10,3 cm mit Gibberellin ab.

Zu den hier besprochenen Untersuchungen über die künstliche Auslösung männlicher Sterilität (chemische Kastration) bei Sonnenblumen kann zusammenfassend festgestellt werden, daß einige der geprüften Substanzen bzw. Kombinationen zwischen verschiedenen Wirkstoffen Ergebnisse für eine praktische Anwendung brachten. Hierzu gehören die Behandlungen je Pflanze mit: 1. 0,5 mg Gibb. — 2. 0,25 mg Gibb. — 3. 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg TJBS — 4. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg NES — 5. 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES — 6. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg NES — 7. 0,1 mg Gibb. + 0,1 mg IES — 8. 0,25 mg Gibb. + 0,5 mg CCC — 9. 0,5 mg Gibb. + 0,5 mg CCC. Die Behandlungen 0,5 mg Gibb., 0,25 mg Gibb. sowie 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg TJBS haben sich bei der Erzeugung von Hybridsaatgut für Testkreuzungen schon bewährt.

Leider reagieren Stämme und Linien unterschiedlich auf die verschiedenen Behandlungen, und es bestehen auch offensichtlich Wechselwirkungen zwischen den Behandlungen und der jeweiligen Jahreswitterung. Hinzu kommt noch, daß die Behandlung bei manchen Linien den Krankheitsbefall in feuchten Jahren begünstigt. Unter trockenen, warmen Wachstumsbedingungen scheint die Wirkung allgemein günstiger als unter kühl-feuchten zu sein. Auch muß die unterschiedliche Vitalität von Sorten und I-Linien berücksichtigt werden, d. h. es ist vor der praktischen Anwendung eine Testung der Reaktion auf den Wirkstoff notwendig. So erscheint nach den vorgelegten Ergebnissen eine Behandlung der I-Linie 'HEBH' mit 0,25 mg und die der Sorte 'Hesa' mit 0,5 mg Gibberellin je Pflanze im Mittel der Jahre am wirksamsten.

Ein besonderes Anwendungsgebiet für die Behandlung mit Wirkstoffen zur Erzeugung männlicher Sterilität könnte darin liegen, daß eine genetisch gesteuerte, jedoch durch Umweltfaktoren modifizierte Pollensterilität durch eine Behandlung mit entsprechenden Wirkstoffen gefestigt werden kann. Beobachtungen bei der zu 50% genetisch männlichsterilen Linie ('P 188/64') scheinen dies zu bestätigen.

Zusammenfassung

1. Es konnten männlichsterile Pflanzen über mehrere Generationen selektiert werden. Diese bringen nach Geschwisterpaarung (männlichsteril \times fertil) 50% männlichsterile und 50% vollfertile Nachkommen. In zwei Fällen wurden nach Kreuzungen in F_1 75% männlichsterile Pflanzen gefunden. Die hier vorliegenden Vererbungsverhältnisse konnten noch nicht geklärt werden.

2. Bei zwei durch mehrjährige Kombinationszüchtungen mit Selbstungen und Vielfachkreuzungen entstandenen Neuzüchtungen, die eine deutlichere Blühbeschleunigung im kürzeren Tag zeigen als andere Sonnenblumensorten, wurde 1966 und 1967 nach Julisaat (Stoppelfruchtanbau) bei Blüte Ende September und Anfang Oktober eine 80–100%ige männliche Sterilität (Rückbildung der Antheren) beobachtet. Die weniger auf eine Kurztagbehandlung reagierenden Sorten blühten normal.

3. Die in früheren Jahren begonnenen Untersuchungen über Möglichkeiten der Auslösung von männlicher Sterilität bei der Sonnenblume durch Wirkstoffe wurden in den Jahren 1963 bis 1967 fortgesetzt.

a) Es bestätigte sich die schon früher gemachte Feststellung, daß durch die Behandlung mit 0,5 bis 0,25 mg Gibberellinsäure pro Pflanze, bei Beginn der Knospenbildung appliziert, mit gutem Erfolg männliche Sterilität hervorgerufen werden kann. In der praktischen Anwendung zur Erzeugung von Hybridseedgut in kleineren Mengen und für die Testung auf Kombinationsfähigkeit in Topcross hat sich die Auslösung männlicher Sterilität durch Gibberellinsäure bewährt.

b) Auch einige Kombinationen von Gibberellin und anderen Wirkstoffen, wie 0,25 mg Gibb. + 0,25 mg TJSB, 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg NES, 0,25 mg Gibb. + 0,1 mg IES und 0,25 mg Gibb. + 0,5 mg CCC, konnten in hohem Ausmaß männliche Sterilität bei einer ausreichenden weiblichen Fertilität hervorrufen.

c) Leider liegt die Gesamtfertilität bei einer 90- bis 100%igen männlichen Sterilität im Mittel von 10 Pflanzen nur zwischen 25 und 75%. Bei Behandlung von 87 Pflanzen der I-Linie 'HEBH' wurden Samenansätze von 0 bis 86% festgestellt. Im Mittel betrug der Samenansatz 39% (= 202 Samen pro Korb) gegen 90% bei „unbehandelt“.

d) Sorten und I-Linien reagieren recht unterschiedlich auf die Behandlung. Auch bestehen deutliche Wechselwirkungen zwischen Wirkstoff und Witterung. Dies erschwert die praktische Anwendung, so daß Testungen der Sorten auf Wirkstoffmenge und eventuell Wuchsstoffkombinationen unter unter-

schiedlichen Witterungsverhältnissen notwendig werden.

Literatur

1. ANAŠČENKO, A. V.: Chemische Kastration der Sonnenblumen (russ.). Doklady vsesojuznoj ordena Lenina Akademii sel'skochozjajstvennych nauk im. V. I. Lenina (Moskva) **2**, 17–18 (1967). — 2. ANAŠČENKO, A. V.: Männliche Sterilität mit modifizierendem Charakter bei Sonnenblumen (russ.). Sel'skochozjajstvennaja biologija, tom III, 4, 544–549 (1968). — 3. ANAŠČENKO, A. V.: Cytoplasmatische Vererbung der Protogynie bei Sonnenblumen (russ.) Doklady vashnil **6**, 14–16 (1968a). — 4. Anonym: Chemical route to cotton hybrids. Agric. Res. **6**, Nr. 10 (1958). — 5. v. BOGUSLAWSKI, E., und W. SCHUSTER: Mehrjährige Untersuchungen über Inzucht- und Heterosiserscheinungen bei der Sonnenblume. Z. Pflanzenzüchtg. **35**, 1–26 (1955). — 6. BUTTERFASS, TH.: Künstlich induzierte Pollensterilität bei Zuckerrüben. Zucker **13**, 164–165 (1960). — 7. CHOPRA, V. L., S. K. JAIN, and M. S. SWAMINATHAN: Studies on the chemical induction of pollen sterility in some crop plants. Ind. J. Gen. Pl. Breed. **20**, 188–199 (1960). — 8. ČKANIKOV, D. I., A. M. MAKEEV, I. N. OLEŠČENKO, T. K. AL'SING, L. K. SOVALKOVA und E. G. SOČILIN: Über die Möglichkeit der Induktion der männlichen Sterilität bei Mais durch Anwendung von Chemikalien (russ.). Agrokhimija, Moskva, 123–129 (1964). — 9. DENISEN, E. L., and E. S. HABER: Maleic hydrazide on sweet corn. North Centr. Weed Centr. Conf. Res. Rep. Pp. 147 (1950). — 10. EATON, F. M.: Selective gametocide opens way to Hybrid Cotton. Science **126**, 1174–1175 (1957). — 11. FURGALA, B.: The effect of the honeybee, *Apis mellifera* (L.), on the seed set, yield and hybridization of the cultivated sunflower, *Helianthus annuus* L. M.Sc. thesis, Dept. of Entomology, Univ. of Manitoba (1956). — 12. GULJAEV, V. A.: Ontogenese des oberen Stengelmeristems bei Sonnenblumen (russ.). In: Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii **XXXV** (1963). — 13. GUNDAEV, A. I.: Auslesemethoden von morphobiologischen Gruppen und schädlichen rezessiven Merkmalen in Sortenpopulationen der Sonnenblume (russ.). In: Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, tom **XXXVI**, 2, 208–228 (1964). — 14. GUNDAEV, A. I.: Perspektiven der Heterosiszüchtung bei Sonnenblumen (russ.). Sbornik rabot po maslicnym Kul'turam, Krasnodar **3**, 15–21 (1966). — 15. GUNDAEV, A. I.: Ausnutzung der Heterosis bei der Sonnenblumenzüchtung (russ.). In: Geterozis v rastenievodstve, Stavropol 155 bis 165 (1966a). — 16. HABURA, E.-Ch.: Parasterilität bei Sonnenblumen. Z. Pflanzenzüchtg. **37**, 280–298 (1957). — 17. HABURA, E.-Ch.: Heterosis in Ertragsmerkmalen bei der Sonnenblume. Der Züchter **28**, 285–287 (1958). — 18. HENSZ, R. A., and H. C. MOHR: Functional male sterility in watermelon induced by chemical treatment. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. **74**, 552–554 (1959). — 19. HESLOP-HARRISON, J.: The experimental modification of sex expression in flowering plants. Biol. Rev. **32**, 38–90 (1957). — 20. JAGODKIN, I. G.: Inzucht und diallele Kreuzung bei Sonnenblumen (russ.). Selektivsija i Semenovodstvo **1**, 21–27 (1937). — 21. JAIN, S. K.: Male sterility in flowering plants. Bibliographia Genetica **XVIII**, 101–166 (1959). — 22. KIEMAYER, O.: Induktion männlich-steriler Blüten bei *Helianthus annuus* durch 2,3,5-Trijodbenzoesäure (TIBA). Naturwiss. **46**, 457 (1959). — 23. KINMAN, M. L., and F. R. EARLE: Agronomic performance and chemical composition of the seed of sunflower hybrids and introduced varieties. Crop Sci. **4**, 417–420 (1964). — 24. KOBABE, G.: Entwicklungsgeschichtliche und genetische Untersuchungen an neuen männlich sterilen Mutanten der Küchenzwiebel (*Allium cepa* L.). Z. Pflanzenzüchtg. **40**, 353–384 (1958).

- 25. KOBABE, G.: Männliche Sterilität bei Spinat (*Spinacia oleracea* L.). Z. Pflanzenzüchtg. **57**, 114—122 (1967).
- 26. KOVÁČIK, A.: Nový spôsob kastrácie slnečnice (eine neue Methode der Sonnenblumenkastration). Po' nohošpodárstov **4**, 987—997 (1957).
- 27. KOVÁČIK, A.: Heterosis bei Sonnenblumen (Heterosis slnečnice). Věstník českoslov. Akad. zemědělských Ved **5**, 401—403 (1958).
- 28. KUCKUCK, H.: Zytogenetik und Pflanzenzüchtung. Naturw. Rundsch. **21**, 144—153 (1968).
- 29. KUGLER, W. F., A. LUCIANO, M. DAVREUX: Mejoramiento del girasol en Pergamino. Comunicacion presentada a la IV Reunion Latino-Americana de Fitotecnia, Santiago de Chile 1958.
- 30. LECLERCQ, P.: Une stérilité mâle utilisable pour la production d'hybrides simples de tournesol. Ann. Amélior. Plantes **16**, 135—144 (1966).
- 31. LUCIANO, A., M. L. KINMAN, and J. D. SMITH: Heritability of Self-Incompatibility in the Sunflower (*Helianthus annuus*). Crop Sci. **529**—532 (1966).
- 32. MARCHESI, G.: Tentativi di ottenere la maschio sterilità nel pomodoro con l'uso di gametocida selettivo. Genetica agraria (Pavia) **14**, 372—379 (1961).
- 33. MOORE, J. F.: Male sterility induced in tomato by sodium 2,3-dichloroisobutyrate. Science (Wash.) **129**, 1738—1740 (1959).
- 34. MOORE, J. F.: Male sterility induced in field-grown tomatoes with sodium α,β -dichloroisobutyrate. Proc. Amer. Soc. hortic. Sci. **84**, 474—479 (1964).
- 35. MOORE, R. H.: Several effects of maleic hydrazide on plants. Science **112**, 52—53 (1950).
- 36. MOROSOV, V. K.: Ausnutzung der Heterosierscheinungen bei der praktischen Sonnenblumenzüchtung (russ.). Semenovodstvo **4**, 69—72 (1934).
- 37. MOROSOV, V. K.: Sonnenblumenzüchtung in der UdSSR (russ.). Moskau 1947.
- 38. NAPP-ZINN, K.: Modifikative Geschlechtsbestimmung bei Spermatophyten. In: Handb. d. Pflanzenphysiologie, Bd. XVIII, 153—213. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1967.
- 39. NAYLOR, A. W.: Observations on the effects of maleic hydrazide on flowering of tobacco, maize and cocklebur. Proc. nat. Acad. Sci. (Wash.) **36**, 230—232 (1950).
- 40. NAYLOR, F. L.: Effect of length of induction period on floral development of *Xanthium pennsylvanicum*. Bot. Gaz. **103**, 146—154 (1941).
- 41. NEČA-EVA, T. A.: Männliche Sterilität bei Sonnenblumen (russ.). Voprosy genetiki, selekcii i semenovodstva, Kiev **7**, 59—61 (1966).
- 42. NEIDLE, E. K.: Nitrogen nutrition in relation to photoperiodism in *Xanthium pennsylvanicum*. Bot. Gaz. **100**, 607—618 (1938).
- 43. NELSON, P. M., and E. C. ROSSMANN: Chemical induction of male sterility in inbred maize by use of gibberellins. Science **127**, 1500—1501 (1958).
- 44. PALEY, L., and D. ASPINALL: Inhibition of the development of the barley spike by gibberellic acid. Nature (London) **181**, 1743—1744 (1958).
- 45. POPELOWA, G.: Die cytoplasmatische Pollensterilität in der Maiszüchtung der Sowjetunion. Gießener Abhandlungen zur Agrar- u. Wirtschaftsforsch. d. europ. Ostens. Reihe I 1969 (im Druck).
- 46. PRIAD-CENCU, AL., A. TIMARIU, M. BIRSAN, V. VULPE, AL. NICOLAU und V. DOUCET: Comportarea plantelor consangvinizate de floareasoarelui din soiul Idanov 8281. (Das Verhalten von Inzuchtpflanzen der Sonnenblumensorte Idanov 8281). An. Inst. Cercetări agronom. Ser. C **26**, 159—170 (1958).
- 47. PUSTOVOJT, V. S.: Züchtung und Samenbau der Sonnenblume (russ.). Agrobiologie Nr. 1, 9—17 (1956).
- 48. PUTT, E. D.: Investigations of Breeding Technique for the Sunflower. Sci. agric. **21**, 689—702 (1941).
- 49. PUTT, E. D.: The sunflower: Breeding program in Manitoba. Agric. Inst. Rev. **12**, 13—15 (1957).
- 50. PUTT, E. D.: The value of hybrids and synthetics in sunflower seed production. Can. J. Pl. Sci. **42**, 488—500 (1962).
- 51. REHM, S.: Male sterile plants by chemical treatment. Nature (London) **170**, 38—39 (1952).
- 52. ROHM and HAAS Company: Progress report on FW 450 chemical gametocide. Washington/Philadelphia 1959.
- 53. ROHRBACH, U.: Untersuchungen über die Wirkung der Umwelt auf den Phänotyp des Merkmals „Pollensterilität“. Z. Pflanzenzüchtg. **54**, 111—129 (1965).
- 54. RUDORF, W.: Inbreeding and Heterosis with *Helianthus annuus* L. — Proceedings of the Seventh International Botanical Congress, 198—199 Stockholm 1950.
- 55. RUDORF, W.: Kreuzung innerhalb der Art. In: Handb. der Pflanzenzüchtg., 2. Aufl., Ed. I, 497—562. Berlin: Verlag Paul Parey 1957.
- 56. RÜBENBAUER, T., u. L. SCHULTIS: Zastosowanie selektywnego gametocytu FW 450 dla chemicznego kastracji kwiatów buraka. Hodowla Roślin Aklimatyzacja Nasiennictwo (Warszawa) **4**, 198—204 (1960).
- 57. RUSSELL, W. A.: A study of the interrelationship of seed yield, oil content and other agronomic characters with sunflower inbred lines and their top crosses. Canad. J. Agr. Sci. **33**, 291—314 (1953).
- 58. SCHMALZ, H.: Der Einfluß von Gibberellin auf eine „knotenlose“ Sommergersten-Mutante. Züchter **30**, 81—83 (1960).
- 59. SCHULZE, J.: Die Prüfung der Kombinationseignung von Inzuchtstämmen der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) durch Anwendung des Topcrossverfahrens. Z. Pflanzenzüchtg. **44**, 135—156 (1960).
- 60. SCHUSTER, W.: Untersuchungen über die Blüh- und Befruchtungsverhältnisse der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.). Diss. Gießen 1951.
- 61. SCHUSTER, W.: Untersuchungen über die Wirkung der 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D) und α -Naphthyllessigsäure (NES) auf die Blüte und den Samen der Sonnenblume sowie die Nachwirkungen in den folgenden Generationen. Züchter **26**, 78—83 (1956).
- 62. SCHUSTER, W.: Saatzeitenversuche mit der Sonnenblume (*H. annuus* L.). Z. Acker- und Pflanzenbau **100**, 349—366 (1956a).
- 63. SCHUSTER, W.: Über Möglichkeiten bei der Züchtung der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) als Futterpflanze. Z. Pflanzenzüchtg. **40**, 329—340 (1958).
- 64. SCHUSTER, W.: Untersuchungen über künstlich induzierte Pollensterilität bei Sonnenblumen. Z. Pflanzenzüchtg. **46**, 389—404 (1961).
- 65. SCHUSTER, W.: Künstliche Auslösung von männlicher Sterilität bei Sonnenblumen (*Helianthus annuus* L.). Z. Acker- und Pflanzenbau **116**, 341—350 (1962).
- 66. SCHUSTER, W.: Inzucht und Heterosis bei der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.). Habilitationsschrift Gießen 1964.
- 67. SPIROVA, M.: Versuche über künstliche Auslösung von männlicher Sterilität (bulg.). In: Naučni tr. Visš. selskostat. in-t „G. Dimitrov“. Agron. fak. ser. rastenievodstvo, **16**, 1965.
- 68. STEFANSSON, B. R.: A method for estimating the percentage of hybrids in seedlots of first generation advance sunflowers by means of a seedling characteristic. Canad. J. Plant Sci. **39**, 71—74 (1959).
- 69. TER-AVANESJAN, D. V., and I. V. SEMENOVA: Eine Methode zur Erzeugung männlicher Sterilität (russ.). Chlopkovodstvo, Moskva **13**, 31—34 (1963).
- 70. UNRAU, J.: Heterosis in relation to sunflower breeding. Sci. Agric. **27**, 414—427 (1947).
- 71. UNRAU, J., and W. J. WHITE: The yield and other characters of inbred lines and single crosses of sunflower. Sci. Agric. **24**, 516—525 (1944).
- 72. USTINOVA, E. I.: Embryological analyses of sunflower ovaries after pollination with a pollen mixture. Agrobiologija **3**, 104—113 (1951).
- 73. USTINOVA, E. I., and T. T. NESTEROVA: The development of the sunflower embryo following different methods of pollination. Dokl. Vsesojiz. Akad. Sel'sk. Nauk im. V. I. **11**, 14—22 (1951).
- 74. VERGELY, E., I. BARTHELMUSS und W. HOFFMANN: Der Einfluß von Kurz- und Langtag und von Chemikalien auf die Geschlechtsausprägung und den Wuchstyp des Hanfes (*Cannabis sativa* L.). Z. Pflanzenzüchtg. **57**, 26—57 (1967).
- 75. VOL'F, V. G.: Ausnutzung der männlichen Sterilität in der Züchtung der Sonnenblume (russ.). Selekcija rastenij s ispol'govaniem citoplazmatičeskoj mužskoj steril'nosti, 423—432, Kiev 1966.
- 76. VULPE, V. V.: Untersuchungen einiger Hybriden der Sonnenblume, die auf der Grundlage der männlichen Sterilität und der Wiederherstellung der Fertilität ent-

wickelt wurden. An. Inst. Cercetări Cereale și Plante Tehn., Fundulea, București, Ser. C 34 1966, 391–399 (1967). — 77. WIT, F.: Chemically induced male sterility, a new tool in plant breeding. Euphytica (Wageningen) 9, 1–9 (1960). — 78. WIRSCH, H. v.: Die Entwicklung männlicher und weiblicher Infloreszenzen bei *Xanthium* unter dem Einfluß von Tageslänge und Gibberellin. Planta (Berl.) 57, 357–369 (1961). — 79. WITWER, S. H., and I. G. HILLYER: Chemical induction of male sterility in cucurbits. Science 120, 893–894 (1954). — 80. ZDRIL'KO, A. F.: Die Gewinnung männlich steriler Pflanzen durch chemische Einwirkungen (russ.). Tr. Ukr. n.i. int. rastenievodstva, selekcii genetiki 7, 135–146 (1963).

Eingegangen 12. März 1969

Angenommen durch H. KUCKUCK

Prof. Dr. W. SCHUSTER

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus-Liebig-Universität
Ludwigstr. 23
63 Gießen (BRD)