

Sonderdruck aus „Der Züchter“, 15. Jahrgang 1943, Heft 3.
(Springer-Verlag, Berlin)

(Aus der Saatzuchtwirtschaft E. Zurek, Markee, und der Arbeitsstätte für Züchtungsforschung,
Luckenwalde.)

Die Geschlechtsvererbung bei Hanf und die Züchtung eines monöcischen Hanfes¹.

Von **H. Neuer** und **R. v. Sengbusch**.

Die im Anbau befindlichen Hanfrassen sind diöcisch. Sie enthalten normale männliche und normale weibliche Pflanzen. Die Pflanzen des einen und des anderen Geschlechts unterscheiden sich im Habitus. Die Weibchen besitzen einen mehr oder weniger kolbigen, stark beblätterten Blütenstand, während die Männchen einen aufgelockerten, blattarmen Blütenstand aufweisen.

MC PHEE, CORRENS und HIRATA konnten den Nachweis erbringen, daß das weibliche Geschlecht homogametisch (XX) und das männliche Geschlecht heterogametisch (XY) ist. Diese Befunde konnten auch cytologisch von HIRATA und DRIGA bestätigt werden.

Die männlichen Pflanzen blühen kurz vor den weiblichen auf und sterben wesentlich früher als die Weibchen ab. Erntet man einen Hanfbestand zur Zeit der Samenreife, dann sind die männlichen Pflanzen bereits weitgehend umgeknickt und zum Teil verrottet, so daß die Faser minderwertig geworden ist.

Theoretisch ist zu erwarten, daß das Geschlechtsverhältnis bei Hanf 100 Männchen zu 100 Weibchen beträgt. FISCH, HEYER, HEUSER u. a. haben jedoch gefunden, daß dieses Zahlenverhältnis praktisch niemals genau auftritt. Sehr häufig ist eine geringe Verschiebung von 100 Männchen zu etwa 120 Weibchen. In einzelnen Fällen werden aber auch Abweichungen bis zu 100 Männchen zu 200 Weibchen (MC PHEE) und sogar 100 Männchen zu 300 Weibchen (BELOWITZKAJA) beschrieben. Eine genetische Erklärung dieses abweichenden Zahlenverhältnisses wird nicht gegeben.

Durch eine Kultur von Hanf im Laufe des Winters im Gewächshaus, durch Ernährungseinflüsse und durch Verletzungen der Pflanzen gelingt es, eine Änderung der Geschlechtsausprägung hervorzurufen. Bei den genannten Änderungen der Umwelteinflüsse treten Monöcisten und zwittrige Formen in mehr oder

weniger großer Häufigkeit auf (MOLLIARD, SCHAFFNER, HIRATA, MC PHEE u. a. m.).

Zur Erklärung dieses Verhaltens von Hanf sind die verschiedensten Theorien aufgestellt worden.

Versteht man aber unter Vererbung die Übertragung einer Reaktionsnorm auf bestimmte Wachstumsbedingungen, so sind diese Änderungen durchaus mit den Vorstellungen, die wir über Vererbung haben, in Einklang zu bringen.

Sehr frühzeitig wurden in scheinbar rein diöcischen Herkünften monöcische und zwittrige Pflanzen aufgefunden (AUTHENRIETH, NEESIUS VON ESENBECK, BRAUN und HOLUBY).

Wir haben gesehen, daß die männlichen Pflanzen für die Nutzung des Hanfes von geringerem Wert sind als die Weibchen, und zwar ihres frühen Absterbens wegen. Die Besonderheiten in der Ausprägung des Geschlechts bei Hanf zeigen einige Wege, auf denen man Hanfsorten züchten kann, die diesen Nachteil nicht aufweisen. Es wäre möglich

1. durch die Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses von Männchen zu Weibchen, vielleicht zu einem Verhältnis von 100 Männchen zu 500 Weibchen,

2. durch die Züchtung eines monöcischen Hanfes, der nur aus einer Sorte von Pflanzen besteht, nämlich solchen, die sowohl männliche als auch weibliche Blüten hervorbringen,

3. durch die Züchtung eines zwittrigen Hanfes, der ebenfalls nur aus einer Art von Pflanzen besteht, bei denen die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane in einer Blüte ausgebildet werden,

4. durch die Züchtung eines Hanfes, bei dem männlich und weiblich blühende Pflanzen zur gleichen Zeit reifen. Dieses Zuchtziel wurde aufgestellt, nachdem man bei der Züchtung eines monöcischen Hanfes das Auftreten besonders spätreifer männlich blühender Pflanzen entdeckt hatte (GRISCHKO, BELOWITZKAJA, GRETSCHUCHIN, HOFFMANN).

Der erste Weg, die Züchtung eines Hanfes,

¹ Die Arbeit wurde mit Unterstützung des Forschungsdienstes durchgeführt.

bei dem das Geschlechtsverhältnis von Weibchen zu Männchen wesentlich zugunsten der Weibchen verschoben ist, wurde in der Praxis nicht beschränkt.

Die übrigen drei Wege sind seit 1931 von den verschiedensten Forschern begangen worden. GRISCHKO hat 1931 als erster die planmäßige Auslese von Monöcisten und Zwittern von verschiedenen Hanfrassen und Herkünften für züchterische Zwecke vorgenommen. Er fand, daß diese Monöcisten nur sehr selten auftreten. Sie sind zur Zeit der Auffindung meist bereits von Männchen befruchtet.

In der ersten Nachkommenschaft der Intersexe tritt außer Weibchen und Männchen auch eine geringe Zahl von Intersexen mit weiblichem Habitus auf. In der zweiten Generation treten außerdem männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus auf. Im Laufe dieser Arbeiten hat GRISCHKO, veranlaßt durch das Auftreten männlich blühender Pflanzen mit weiblichem Habitus, zunächst sein ursprüngliches Zuchtziel dahin geändert, daß er einen Hanf züchten wollte, bei dem Männchen und Weibchen gleichzeitig reifen.

Dieses Ziel wurde von ihm im Laufe weniger Jahre erreicht. Sein „gleichzeitig reifender“ Hanf besteht aus Weibchen, aus männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus und aus einer kleineren Zahl von Intersexen.

Nachdem dieses Zuchtziel von GRISCHKO erreicht war, wandte er sich dem ursprünglichen Zuchtziel, der Schaffung eines rein monöcischen Hanfes, wieder zu. Auch in dieser Richtung konnte GRISCHKO wesentliche Fortschritte erzielen. Diese Arbeiten sind aber noch nicht abgeschlossen.

GRISCHKO unterscheidet zwei Reihen von Pflanzen, eine mit weiblichem Habitus und eine mit männlichem Habitus. Am Anfang der weiblichen Reihe steht das normale Weibchen. Es folgen die Monöcisten verschiedener Ausprägung, beginnend mit stark weiblich und schwach männlich bis schwach weiblich und stark männlich. Am Ende dieser Reihe steht das feminisierte Männchen, d. h. eine Pflanze, die männlich blüht, aber einen weiblichen Habitus hat (*Unisexuales masculus feminatus*). Die männliche Reihe beginnt mit dem normalen Männchen. Es folgen Monöcisten, zunächst stark männlich, schwach weiblich mit allen Übergängen bis zu schwach männlich und stark weiblich. Am Endpunkt dieser Reihe steht das maskulinisierte Weibchen, eine Pflanze, die weibliche Blüten hat, mit männlichem Habitus.

Ein sehr interessantes Kreuzungsergebnis beschreibt er 1937. Die Kreuzung von weiblichen Pflanzen verschiedener diöcischer Hanfrassen mit männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus liefert in der F_1 ausschließlich Weibchen, bei der ersten Rückkreuzung mit männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus 15—40% männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus und 85—60% Weibchen. Bei der zweiten Rückkreuzung mit den männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus erhält er 40% männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus und 60% Weibchen.

Eine befriedigende genetische Deutung aller mit Hanf zusammenhängender Vererbungserscheinungen gibt GRISCHKO nicht, er nimmt an, daß auch das Cytoplasma bei der Vererbung des Geschlechts eine Rolle spielt.

BELOWITZKAJA, GRETSCHUCHIN und HOFFMANN sind den gleichen Weg wie GRISCHKO gegangen. Sie haben ebenfalls zunächst Monöcisten ausgelesen, um einen monöcischen Hanf zu züchten, sind dann auf Grund des Auftretens spätreifer männlich blühender Pflanzen dazu übergegangen, zunächst einen „gleichzeitig reifenden“ Hanf zu züchten und haben erst im Anschluß daran sich wieder der Züchtung eines monöcischen Hanfes zugewandt.

Die genannten Forscher bezeichnen die männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus ebenfalls als feminisierte Männchen. HOFFMANN weist jedoch darauf hin, daß das erbliche Verhalten dieses Typs noch völlig ungeklärt ist.

GRISCHKO, BELOWITZKAJA und GRETSCHUCHIN konnten einen Hanf züchten, dessen Pflanzen gleichzeitig reifen. Genaue Angaben über das Auftreten von reinen Männchen in diesem Hanf werden nicht gemacht.

HOFFMANN, der ebenfalls einen „gleichzeitig reifenden“ Hanf¹ gezüchtet hat, gibt für diesen den Gehalt an normalen Männchenpflanzen wie folgt an:

1937	36—37%	1940	6—8%
1938	30—32%	1941	4—5%
1939	17—20%		

Ferner macht HOFFMANN für das Jahr 1940/41 nachfolgende Angaben über die Zusammensetzung seines „gleichzeitig reifenden“ Hanfes¹:

¹ Diese Zahlen dürften sich auf ein Hanfmaterial beziehen, das jeweils in dem auf die Zählung vorausgegangenen Jahr noch einer planmäßigen Auslese unterworfen worden ist, bei der die normalen männlichen Pflanzen vor der Blüte ausgemerzt worden sind.

Weibliche Pflanzen	70—76 %
Monöcische Pflanzen des fem. Typs	6—8 %
Feminisierte Männchen	7—12 %
Normale männliche Pflanzen . . .	4—6 %
Maskulinisierte Weibchen	sehr selten

GRISCHKO, BELOWITZKAJA und GRETSCHUCHIN haben ferner einen einhäusigen Hanf gezüchtet. BELOWITZKAJA sagt hierzu folgendes: „Obgleich sich in der Literatur Angaben über die Züchtung eines rein einhäusigen Hanfes finden, so erwiesen sich diese Angaben nicht als stichhaltig.“

GRISCHKO meint zu seinem eigenen einhäusigen Hanf: „Fünf Jahre züchterische Arbeit am einhäusigen Hanf ergaben noch keine absolute Einhäusigkeit aller Pflanzen.“

Eigene Arbeiten.

In der Saatzuchtwirtschaft Dr. SCHURIG, Markee, jetzt E. ZUREK, Markee, wird seit langem Hanf gezüchtet. Die Zuchtziele beim diöcischen SCHURIGSchen Hanf sind folgende:

1. Hoher Faserertrag je Flächeneinheit zur Zeit der Samenreife.

2. Eine den Anbaubedingungen Norddeutschlands angepaßte Fröheife, die die Ernte des samenreifen Hanfes im September gestattet.

3. Hoher Samenertrag, damit die Saatguterzeugung in Deutschland möglich und sicherzustellen ist.

1935 wurde die Frage aufgeworfen, ob es durch die Züchtung eines monöcischen Hanfes möglich wäre, den Samenertrag und den Faserertrag je Flächeneinheit zu steigern. Da die Erreichung dieses Zuchtzieles theoretisch möglich erschien, wurden im Laufe der Jahre 1935 und 1936 einige hundert Intersexe ausgelesen.

Die Intersexe waren außerordentlich selten. Zur Zeit der Auffindung waren sie in der Regel völlig in Blüte und daher bereits von reinen Männchen fremdbefruchtet. Die erste Nachkommenschaft der Intersexe lieferte fast ausschließlich reine Weibchen und Männchen. In den folgenden Generationen wurden die reinen Männchen vor der Blüte entfernt, so daß nur Intersexe untereinander sich befruchten konnten. Es kamen alle Intersexe zur Blüte. Aber nur die Idealmonöcisten, die etwa zu gleichen Teilen männliche und weibliche Blüten besaßen, wurden zur Weiterzucht verwendet. Es war von vornherein die Auslese von sehr vielen Intersexen vorgenommen worden, um eine möglichst breite Ausgangsgrundlage für die Züchtung eines monöcischen Hanfes zu besitzen. Die einzelnen Stämme wurden räumlich nicht iso-

liert, sondern in einem gemeinsamen Zuchtgarten angebaut. Aus jedem Stamm wurden laufend Idealmonöcisten ausgelesen und vermehrt. Unter einem Stamm verstehen wir in diesem Fall alle Nachkommenschaften, die auf eine einzelne ursprünglich ausgelesene monöcische Pflanze zurückgehen.

Trotz sehr strenger Auslese nahm der Anteil der Idealmonöcisten nicht in dem erwarteten Umfang zu. Es traten in relativ hohem Hundertsatz männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus und reine Männchen auf.

Wir entschlossen uns daher, besondere Versuche anzulegen, in denen die Vererbung der verschiedenen Geschlechtsformen bei Hanf eingehend studiert werden sollte, um aus diesen Versuchen dann ein Zuchtschema zu entwickeln, mit dem man zu einem rein monöcischen Hanf kommen kann.

In einem Gebiet, das praktisch keinen Hanf-anbau aufweist (Luckenwalde), wurden 3 Zuchtgärten angelegt: Zuchtgarten I, Zuchtgarten II und Zuchtgarten III.

Im Zuchtgarten I und II sollte zunächst die Frage geklärt werden, ob die Möglichkeit besteht, durch die Auslese verschiedener Monöcietypen aus dem gleichen Ausgangsmaterial zu verschiedenen Endprodukten zu gelangen.

In beiden Zuchtgärten wurden vor der Blüte außer den männlich blühenden Pflanzen im Gegensatz zum normalen Zuchtverfahren auch alle Monöcisten entfernt, die nicht den gewünschten Typ aufwiesen.

Im Zuchtgarten III wurde normaler diöcischer Hanf angebaut und in ihm jeweils vor der Blüte die männlich blühenden Pflanzen entfernt.

Der Ansatz bei den Weibchen war ein verschwindend kleiner, so daß man praktisch mit einer Fremdbefruchtung mit Pollen von diöcischen Pflanzen nicht zu rechnen hatte.

Als Ausgangsmaterial für diese Auslese in verschiedener Richtung stand 1940 die Nachkommenschaft von 4 in Markee geernteten Einzelpflanzen zur Verfügung. Diese 4 Pflanzen stammten jeweils aus 2 Nachkommenschaften, die folgenden Gehalt an Monöcisten gezeigt hatten: 1. 894 und 895 21,3%, 2. 896 und 897 24,5%.

Die Monöcisten waren, um eine Charakterisierung des Typs zu ermöglichen, in 5 Gruppen eingeteilt worden:

1. Pflanzen mit viel männlichen und wenig weiblichen Blüten $\frac{\sigma}{\text{♀}}$, von uns der Einfachheit halber als 1 + Einkreuzmonöcisten bezeichnet.

2. Der Idealtyp der Monöcisten mit etwa ebensoviel männlichen wie weiblichen Blüten ♂, von uns als 2 + Zweikreuzmonöcisten bezeichnet.

3. Monöcisten mit noch weniger männlichen und mehr weiblichen Blüten ♂, 3 + Dreikreuzmonöcisten.

4. Monöcisten mit sehr wenig männlichen und sehr viel weiblichen Blüten ♂, 4 + Vierkreuzmonöcisten.

5. Monöcisten, die praktisch rein weiblich blühten und ganz vereinzelt männliche Blüten aufwiesen, ♂, 5 + Fünfkreuzmonöcisten.

Im Zuchtgarten II gelangten nur Zweikreuzmonöcisten zur Blüte, während im Zuchtgarten I ausschließlich Einkreuzmonöcisten ausgelesen wurden. Nach einer einjährigen Auslese in dieser Richtung wies der Durchschnitt der Pflanzen des Stammes 896 im Zuchtgarten II besonders viele Zweikreuzmonöcisten und im Zuchtgarten I besonders viele Einkreuzmonöcisten auf. Es ist damit wahrscheinlich gemacht, daß eine Auslese nach verschiedenen Typen der Monöcie möglich ist (Tabelle 1).

Tabelle 1. Die Wirkung einer einmaligen Auslese in Richtung auf 2 + Monöcisten (Zuchtgarten II) und 1 + Monöcisten (Zuchtgarten I) in Stamm 896 (1941).

Nr. 1940	Zuchtgarten	Männl. blüh. Pflanz. %	Weibchen %	Monöcisten %	Anteil der versch. Monöcietypen				
					1 + %	2 + %	3 + %	4 + %	5 + %
896	II	10,0	21,7	68,3	10,4	32,0	14,9	18,1	24,5
896	I	23,6	24,1	52,3	59,2	17,2	2,5	8,3	13,2

Die Beobachtungen des Jahres 1941 zeigten, daß in den Nachkommenschaften aus den Kreuzungen der reinen Monöcisten untereinander, und zwar sowohl der Zweikreuzmonöcisten untereinander als auch der Einkreuzmonöcisten untereinander, in sehr erheblichem Umfang männlich blühende Pflanzen auftraten. Wir haben daher 1942 auf die Klassifizierung der Monöcisten nach verschiedenen Gruppen verzichtet und nur eine Auszählung nach folgenden Formen vorgenommen: 1. Weibchen, 2. Monöcisten, 3. männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus (wie sie auch GRISCHKO, BELOWITZKAJA und HOFFMANN beschreiben), 4. normale männliche Pflanzen.

Nach einer zweijährigen Auslese auf Zweikreuz- bzw. Einkreuzmonöcisten fanden wir 1942 folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 2). Der

Prozentsatz der normalen Männchen liegt in beiden Zuchtgärten unter 1%.

Tabelle 2. Die Zusammensetzung der Nachkommenschaften aus Zuchtgarten II und Zuchtgarten I (1942).

Zuchtgarten	Anzahl der Pflanzen	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskulinisierte Weibchen %	Normale Männchen %
II	13003	11,9	75,7	11,8	0,8
I	1549	1,9	71,9	25,5	0,8

Hieraus ist zu schließen, daß Männchen nur aus der Fremdbefruchtung unseres Materials mit Pollen von normalen Männchen einer diöcischen Hanfsorte entstanden sind. Ob es durch eine noch bessere räumliche Isolierung von fremden diöcischen Hanfbeständen möglich sein wird, den Prozentsatz der normalen Männchen auf 0% herabzudrücken, muß geprüft werden.

Es ist aber bereits ein praktisch auswertbares Ergebnis, daß man durch Isolierung den Prozentsatz der Männchen auf unter 1% herabdrücken kann. Wir ziehen aus dieser Tatsache den Schluß, in Zukunft die Zuchtgärten und auch die Saatgutvermehrung des monöcischen Hanfes in möglichst hanffreie Gebiete zu verlegen.

Im Zuchtgarten II (Zweikreuzmonöcisten) finden wir im Vergleich zu den Nachkommenschaften im Zuchtgarten I (Einkreuzmonöcisten) mehr Weibchen, mehr Monöcisten und weniger männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus.

Die Verschiebung nach „weiblich“ im Zuchtgarten II und die Verschiebung nach „männlich“ im Zuchtgarten I ist offensichtlich. Die gleiche Tendenz, die im Durchschnittsergebnis in Erscheinung tritt, ist auch bei den einzelnen Stämmen nachweisbar (siehe Tabelle 3). Bei

Tabelle 3. Die Zusammensetzung der Nachkommenschaften aus Zuchtgarten II und Zuchtgarten I (1942).

Nr. 1940	Normale Weibchen %		Monöcisten %		Maskulinisierte Weibchen %		Normale Männchen %	
	Z. II	Z. I	Z. II	Z. I	Z. II	Z. I	Z. II	Z. I
894	13,0	1,2	74,0	73,1	12,5	25,1	0,6	0,6
895	14,1	1,4	70,5	67,7	14,6	29,6	1,0	1,3
896	5,2	1,3	84,9	74,8	9,1	23,9	0,8	0,1
897	15,1	3,6	73,3	72,0	10,8	23,3	0,9	1,0
	11,9	1,9	75,7	71,9	11,8	25,5	0,8	0,8

jedem der 4 Stämme im Zuchtgarten II ist im Verhältnis zu I eine Verschiebung nach weiblich vorhanden.

Der besonders hohe Anteil an männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus im Zuchtgarten I beweist, daß es praktisch unmöglich sein dürfte, den Einkreuzmonöciotyp rein zu züchten, und man deshalb *auf keinen Fall die von uns als ungünstige Vererber erkannten Einkreuzmonöcisten in dem Zuchtmaterial zur Blüte kommen lassen darf.*

Im Zuchtgarten I gelangten neben Einkreuzmonöcisten weibliche Pflanzen einer diöcischen Sorte zur Blüte und Reife.

Im Zuchtgarten II gelangten die Idealmonöcisten (Zweikreuz- und Dreikreuz-) zur Blüte. Diese lieferten praktisch den befruchtenden Pollen. Außerdem blühte in diesem Zuchtgarten noch eine geringe Zahl von Fünfkreuzmonöcisten. Vorhanden waren ferner weibliche Pflanzen, die aus Monöcistennachkommenschaften stammten, und wie auch im Zuchtgarten I reine Weibchen aus einer diöcischen Sorte.

Tabelle 4. Die Zusammensetzung der F_1 verschiedener Kreuzungen (1942).

Kreuzung 1941	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskulinisierte Weibch. %
1+ × 1+	1,94	72,14	25,92
2+ × 2+ u. 3+	7,65	79,18	13,17
3+ × 2+ u. 3+	10,38	78,76	10,86
5+ × 2+ u. 3+	17,58	81,01	1,41
m ♀ × 2+ u. 3+	53,61	43,32	3,07
d ♀ × 2+ u. 3+	96,57	3,43	0,0
d ♀ × 1+	95,85	3,25	0,90

- 1+ Monöcisten überwiegend männliche Blüten.
 2+ „ ideale Ausprägung (halb männlich, halb weiblich).
 3+ „ ideale Ausprägung (annähernd halb männlich, halb weiblich).
 4+ „ wenige männliche Blüten.
 5+ „ nur vereinzelte männliche Blüten.
 m ♀ Weibchen aus der Nachkommenschaft von Monöcisten.
 d ♀ Weibchen aus diöcischen Sorten.

Wir haben demnach die erste Nachkommenschaft folgender Kreuzungen einer Beobachtung unterziehen können (siehe Tabelle 4 und Abb. 1). Normale Weibchen × Einkreuzmonöcisten, normale Weibchen × Zwei- und Dreikreuzmonöcisten, Weibchen aus monöcischen Nachkommenschaften × Zwei- und Dreikreuzmonöcisten, Fünfkreuzmonöcisten × Zwei- und Dreikreuzmonöcisten, Dreikreuz- × Zwei- und Dreikreuzmonöcisten, Zweikreuz- × Zwei- und Dreikreuzmonöcisten, Einkreuz- × Einkreuz-

monöcisten. In der Nachkommenschaft dieser Kreuzungen wurden getrennt ausgezählt: Weibchen, Monöcisten, männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus und normale Männchen (letztere wurden in der Tabelle nicht aufgeführt, weil sie wahrscheinlich durch Kreuzung mit diöcischem Hanf entstanden sind) und folgende Ergebnisse gefunden:

1. Die Kreuzung von normalen Weibchen mit Monöcisten gleich welcher Ausprägung ergibt in der Nachkommenschaft praktisch nur Weibchen (96%).

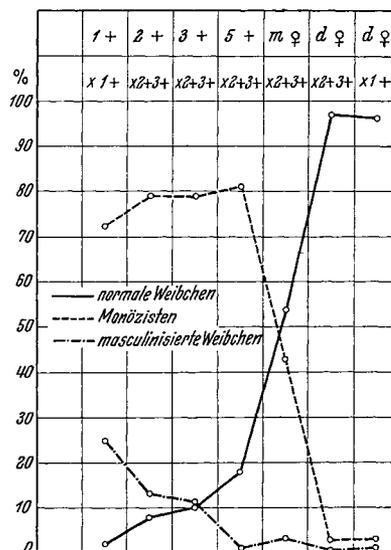


Abb. 1. Graphische Darstellung der Ergebnisse von Tabelle 4.

2. Weibchen aus monöcischen Nachkommenschaften × Zwei- und Dreikreuzmonöcisten ergeben etwa 50% reine Weibchen und 50% Monöcisten, d. h. bei gleichem Phänotyp zeigen sie ein völlig anderes erbliches Verhalten als normale Weibchen.

3. Die Fünfkreuzmonöcisten sind, obgleich sie phänotypisch nur einen ganz geringfügigen Unterschied gegenüber den Weibchen aufweisen, genotypisch von diesen gut zu unterscheiden. Sie liefern bei der Kreuzung mit Zwei- und Dreikreuzmonöcisten nur 17% Weibchen, dagegen rd. 80% Monöcisten.

4. Die Drei- bzw. Zweikreuzmonöcisten verhalten sich bei der Kreuzung mit Zwei- und Dreikreuzmonöcisten ziemlich gleich. Sie liefern beide einen geringen Prozentsatz Weibchen, einen hohen Prozentsatz Monöcisten und sehr wenig männlich blühende Pflanzen.

5. Die Einkreuzmonöcisten gekreuzt mit Einkreuzmonöcisten weisen in der Nachkommenschaft praktisch keine Weibchen auf. Der Pro-

zentsatz der männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus ist bei dieser Kreuzung am höchsten.

Aus diesen Ergebnissen sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Wenn aus der Kreuzung von normalen Weibchen und Monöcisten praktisch nur Weibchen entstehen, bedeutet das erstens, daß die Monöcisten XX-Charakter haben müssen, zweitens, daß die Diöcie dominant über die Monöcie ist.

2. Diese Dominanz ist keine ganz vollständige, da bei der Kreuzung von Monöcisten untereinander in geringem Umfang Weibchen entstehen.

3. Die Weibchen aus Monöcistennachkommenschaften ergeben bei der Kreuzung mit Monöcisten in der F_1 etwa 50% Weibchen und 50% Monöcisten, verhalten sich also anders als normale Weibchen und müssen demnach genotypisch anders veranlagt sein.

4. Die bei den Kreuzungen von Monöcisten untereinander auftretenden männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus müssen, da sie bei der Kreuzung von XX-Pflanzen untereinander entstehen, ebenfalls XX-Pflanzen sein.

Wir können daher die männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus nicht mehr als feminisierte Männchen bezeichnen, sondern müssen sie als *maskulinisierte Weibchen* ansehen. Wir werden daher von jetzt ab die männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus „maskulinisierte Weibchen“ nennen. (Vgl. v. SENGBUSCH 1942.)

Diese Feststellung findet eine Ergänzung durch die Ergebnisse von GRISCHKO, der bei der Kreuzung von normalen Weibchen aus diöcischen Sorten und Herkünften mit männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus in der ersten Generation ausschließlich Weibchen erhält. Trotz dieser Feststellung bezeichnet GRISCHKO diese männlich blühenden Pflanzen mit weiblichem Habitus als „unisexualis masculus feminatus“.

Außer den zusammengefaßten Ergebnissen der Kreuzungen zwischen verschiedenen Monöcietypen untereinander bzw. von normalen und heterozygoten Weibchen mit Monöcisten liegen einzelne Ergebnisse über das Verhalten der Nachkommenschaften von Einzelpflanzen bei der Kreuzung mit dem Pollengemisch des Zuchtgartens I bzw. des Zuchtgartens II vor.

1. Nachkommenschaften aus der Kreuzung von normalen Weibchen der diöcischen Sorte mit dem Pollengemisch aus Zuchtgarten II (Zwei- und Dreikreuzmonöcisten).

Die meisten dieser Nachkommenschaften ent-

halten 95 bis 100% Weibchen. Es gibt aber auch einige wenige, die einen hohen Prozentsatz von Monöcisten aufweisen, so z. B. die Nachkommenschaften 2397 mit 23,7% Monöcisten und 2403 mit 15% Monöcisten. Es ist anzunehmen, daß hier die Weibchen bereits heterozygot für den Geschlechtsrealisator waren (Tabelle 5).

Tabelle 5. Die Zusammensetzung der F_1 von Einzelpflanzen-Nachkommenschaften und einem Ramsch der Kreuzung $d \text{♀} \times 2+$ und $3+$ Monöcisten (1942).

Nr. 1942	Nr. 1941	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskul. Weibchen %	Normale Männchen %
Einzelpflanzen					
2394	1726	88,2	9,8	0,0	2,0
2395	1726	92,5	3,8	0,0	3,8
2396	1726	98,0	2,0	0,0	0,0
2397	1726	76,3	23,7	0,0	0,0
2398	1726	100,0	0,0	0,0	0,0
2399	1726	97,8	1,1	0,0	1,1
2400	1726	97,7	2,3	0,0	0,0
2401	1726	96,4	0,0	0,0	3,6
2402	1726	97,8	2,2	0,0	0,0
2403	1726	81,8	15,2	0,0	3,0
2404	1726	98,4	0,0	0,0	1,6
2405	1726	96,2	3,8	0,0	0,0
2406	1726	90,0	10,0	0,0	0,0
2407	1726	97,1	0,0	0,0	2,9
2408	1726	96,5	3,5	0,0	0,0
2409	1726	100,0	0,0	0,0	0,0
2410	1726	97,7	0,0	0,0	2,3
2411	1726	92,0	8,0	0,0	0,0
2412	1726	100,0	0,0	0,0	0,0
2413	1726	97,8	2,2	0,0	0,0
Ramsch		94,9	4,0	0,0	1,1 n = 820
2414	1726	96,1	2,6	0,0	1,3 n = 687

2. Nachkommenschaften aus der Kreuzung von Weibchen aus monöcischen Nachkommenschaften mit dem Pollengemisch von Zuchtgarten II (Tabelle 6).

Tabelle 6. Die Zusammensetzung der F_1 von Einzelpflanzen-Nachkommenschaften der Kreuzung von $m \text{♀} \times 2+$ und $3+$ Monöcisten (1942).

Nr. 1942	Nr. 1941	Nr. 1940	Zahl der Pflanzen	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskul. Weibchen %	Normale Männchen %
2090	1671	896	71	60,6	36,6	0,0	2,7
2092	1671	896	56	10,7	89,3	0,0	0,0
2110	1672	896	66	37,9	62,1	0,0	0,0
2111	1672	896	66	71,2	27,3	0,0	1,5
2122	1672	896	70	71,4	28,6	0,0	0,0
2142	1673	896	65	69,2	29,2	0,0	1,5
2194	1685	896	43	44,2	51,1	4,7	0,0
2206	1687	896	65	61,5	35,4	0,0	3,1
2207	1687	896	59	37,2	35,6	25,6	1,7
			561	51,54	43,91	3,37	1,17

Die meisten Nachkommenschaften weisen nur Weibchen und Monöcisten auf. Eine Nachkommenschaft enthält jedoch neben Weibchen und Monöcisten zu gleichen Teilen auch noch 25 % maskulinisierte Weibchen (Nr. 2207). Bei den übrigen Nachkommenschaften finden wir im Extrem das Verhältnis 71 % Weibchen : 27 % Monöcisten (2111) und 11 % Weibchen : 89 % maskulinisierte Weibchen (2092). Leider ist die Zahl der Nachkommen gering, so daß die Sicherheit nicht übermäßig groß ist.

monöcisten

3. Die gleichen großen Unterschiede zeigt die Kreuzung der Fünfkreuzmonöcisten mit dem Pollengemisch aus Zuchtgarten II (Tabelle 7). Die Extreme sind hier Nr. 2089 mit 42 % Weibchen und 55 % Monöcisten und Nr. 2152 mit 0 % Weibchen und 100 % Monöcisten. Auch hier ist die fehlerkritische Sicherung nicht voll gegeben.

Tabelle 7. Die Zusammensetzung der F₁ von Einzelpflanzen-Nachkommenschaften der Kreuzung 5+ Monöcisten × 2+ und 3+ Monöcisten (1942).

Nr. 1942	Nr. 1941	Nr. 1940	Zahl der Pflanzen	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskul. Weibchen %	Normale Männchen %
2065	1637	894	42	23,8	73,8	2,4	0,0
2069	1641	895	45	31,1	68,9	0,0	0,0
2074	1642	895	37	16,2	70,3	13,5	0,0
2089	1671	896	64	42,2	54,7	0,0	3,1
2131	1673	896	46	19,5	80,5	0,0	0,0
2138	1673	896	63	9,5	88,8	0,0	1,6
2148	1673	896	55	10,9	89,1	0,0	0,0
2152	1674	896	36	0,0	100,0	0,0	0,0
2157	1674	896	38	0,0	97,4	2,6	0,0
2250	1698	897	35	20,0	80,0	0,0	0,0
2256	1699	897	39	5,1	89,8	0,0	5,1
			500	16,20	81,21	1,68	0,89

4. Die Kreuzung der Zwei- und Dreikreuzmonöcisten untereinander im Zuchtgarten II zeigte (Tabelle 8 und 8a), daß auch hier innerhalb eines jeden Stammes die einzelnen Nachkommenschaften außerordentlich große Verschieden-

Tabelle 8. Die Zusammensetzung der F₁ von Stammnachkommenschaften aus der Kreuzung von 2+ und 3+ Monöcisten × 2+ und 3+ Monöcisten (Zuchtgarten II 1942).

Nr. 1941	Nr. 1940	Zahl der Nachkommenschaften	Zahl der Pflanzen	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskul. Weibchen %	Normale Männchen %
1621	894	1	38	5,3	76,3	18,4	0,0
1622		2	107	11,2	80,4	6,5	1,9
1627		1	46	34,8	50,0	15,2	0,0
1629		2	93	4,3	76,3	18,3	1,1
1634		1	54	9,3	87,0	3,7	0,0

Tabelle 8 (Fortsetzung).

Nr. 1941	Nr. 1940	Zahl der Nachkommenschaften	Zahl der Pflanzen	Normale Weibchen %	Monöcisten %	Maskul. Weibchen %	Normale Männchen %	
1641	895	7	216	7,7	77,0	14,9	0,4	
1642		4	215	7,0	89,7	2,8	0,5	
1645		1	53	9,4	66,1	24,5	0,0	
1647		2	86	11,6	67,5	20,9	0,0	
1649		1	68	13,2	81,0	2,9	2,9	
1651		3	125	12,8	67,2	19,2	0,8	
1657		1	42	35,7	45,2	16,7	2,4	
1671	896	20	993	10,7	74,4	14,5	0,4	
1672		17	706	5,1	92,1	1,7	1,1	
1673		15	712	3,6	91,2	4,5	0,7	
1674		9	390	3,1	92,1	4,1	0,7	
1675		5	149	2,7	79,2	18,1	0,0	
1676		3	112	3,6	80,3	16,1	0,0	
1677		11	461	5,4	91,1	2,2	1,3	
1678		3	123	5,7	82,1	8,1	4,1	
1679		1	48	0,0	95,8	2,1	2,1	
1680		2	81	0,0	92,6	6,2	1,2	
1681		2	65	0,0	90,8	7,7	1,5	
1682		2	83	3,6	72,3	22,9	1,2	
1683		4	125	6,4	83,2	9,6	0,8	
1684		1	39	0,0	89,7	10,3	0,0	
1685		2	39	2,5	87,2	10,3	0,0	
1686		9	436	6,7	72,9	20,2	0,2	
1687		3	152	7,9	70,4	21,7	0,0	
1688		3	123	6,5	72,4	18,7	2,4	
1689		2	111	6,3	92,8	0,0	0,9	
1690		1	16	25,0	75,0	0,0	0,0	
1691		4	193	6,2	86,6	6,7	0,5	
1692		3	96	6,2	93,8	0,0	0,0	
1693		1	36	2,8	94,4	2,8	0,0	
1694	897	15	648	7,1	79,0	13,7	0,2	
1695		7	240	0,8	79,6	19,2	0,4	
1697		2	64	3,1	75,0	21,9	0,0	
1698		6	186	9,7	83,8	5,4	1,1	
1699		5	221	9,0	84,2	5,9	0,9	
1700		4	114	4,4	86,8	8,8	0,0	
1701		12	545	12,5	68,4	17,8	1,3	
1702		34	1220	6,0	73,9	19,6	0,5	
1703		1	70	67,1	28,6	2,9	1,4	
1704		28	1211	9,7	72,5	17,2	0,6	
1705		11	390	13,6	74,4	11,5	0,5	
1706		1	44	15,9	79,6	0,0	4,5	
1707		7	299	15,7	80,3	3,0	1,0	
1708		10	360	6,1	70,0	23,3	0,6	
1709		1	40	35,0	65,0	0,0	0,0	
1711		1	18	16,7	83,3	0,0	0,0	
1713		3	61	11,5	72,1	13,1	3,3	
1715		2	78	7,7	92,3	0,0	0,0	
1716		3	112	16,1	63,4	18,7	1,8	
1717		3	148	15,5	77,0	6,1	1,4	
1720		5	187	22,4	73,8	2,7	1,1	
1722		1	44	31,8	61,4	6,8	0,0	
1723		4	146	13,7	64,4	20,5	1,4	
1724		2	80	10,0	70,0	20,0	0,0	
				13003	10,9	77,5	10,7	0,9

heiten in der Zusammensetzung aufweisen. So finden wir z. B. beim Stamm 897 in einem Fall (Nr. 1707) 16 % Weibchen, 80 % Monöcisten, 3 %

Tabelle 8a. Stammdurchschnitte auf Grund der Ergebnisse von Tabelle 8.

Nr. 1940	Normale Weibch. %	Mon-öcisten %	Maskul. Weibch. %	Normale Männch. %
894	13,0	72,0	12,4	0,6
895	13,9	70,5	14,6	1,0
896	5,2	84,9	9,1	0,8
897	15,1	73,3	10,8	0,9

maskulinisierte Weibchen und im anderen Fall (1708) 6% Weibchen, 70% Monöcisten, 23% maskulinisierte Weibchen. Dieses Ergebnis ist durch die große Zahl weitgehend gesichert.

Aber nicht nur die einzelnen Nachkommenschaften innerhalb eines Stammes, sondern auch die Stämme selbst weisen deutliche Unterschiede auf. Stamm 894 hat 13% Weibchen, 72% Monöcisten und 12% maskulinisierte Weibchen, der Stamm 896 dagegen 5% Weibchen, 85% Monöcisten und 9% maskulinisierte Weibchen, d. h.

Tabelle 9. Die Zusammensetzung der F_1 von Stammnachkommenschaften aus der Kreuzung von 1+ Monöcisten \times 1+ Monöcisten (Zuchtgarten I 1942).

Nr. 1941	Nr. 1940	Zahl der Nachkommenschaften	Zahl der Pflanzen	Normale Weibchen %	Mon-öcisten %	Mascul. Weibchen %	Normale Männchen %
I417	894	2	55	0,0	74,6	25,4	0,0
I419		1	34	5,9	73,5	17,7	2,9
I421		1	51	0,0	66,7	33,3	0,0
I428		1	34	0,0	73,5	26,5	0,0
I430		1	35	0,0	77,2	22,8	0,0
I439	895	4	194	1,0	70,2	27,8	1,0
I443		1	40	5,0	60,0	32,5	2,5
I446		1	33	0,0	69,7	27,3	3,0
I447		2	94	1,1	67,0	31,9	0,0
I453		1	46	0,0	71,7	28,3	0,0
I461	896	10	451	1,8	79,8	18,0	0,4
I462		1	31	3,2	54,8	42,0	0,0
I465		1	45	0,0	64,4	35,6	0,0
I473		1	43	0,0	100,0	0,0	0,0
I478	897	7	266	0,7	69,2	29,7	0,4
I480		1	39	10,2	64,1	23,1	2,6
I486		1	58	0,0	82,8	17,2	0,0
			1549	1,9	71,9	25,5	0,8

Tabelle 9a. Stammdurchschnitte auf Grund der Ergebnisse von Tabelle 9.

Nr. 1940	Normale Weibch. %	Mon-öcisten %	Maskul. Weibch. %	Normale Männch. %
894	1,2	73,1	25,2	0,7
895	1,4	67,7	29,6	1,3
896	1,3	73,7	23,9	0,1
897	3,6	72,0	23,3	1,0

daß der gleiche Phänotyp innerhalb der verschiedenen Stämme genotypisch sich ganz verschieden verhält. Züchterisch ist es nicht gleichgültig, ob man aus dem Stamm 894 Idealmonöcisten ausliest oder aus dem Stamm 896 (Tabelle 9 und 9a).

Es erhebt sich die Frage, wie diese Verhältnisse genetisch zu erklären sind. Die vorliegenden Kreuzungsexperimente sind nicht exakt genug, um eine eindeutige Erklärung geben zu können. Wir können aber auf Grund des vorhandenen Zahlenmaterials eine Arbeitshypothese aufbauen. Es gibt Weibchen, anschließend eine Reihe von Monöcisten verschiedener Ausprägung, beginnend mit stark weiblich und wenig männlich und endend mit stark männlich und wenig weiblich. Am Endpunkt dieser Reihe steht das maskulinisierte Weibchen. Dieser weiblichen Reihe, die, wie wir gesehen haben, genotypisch XX veranlagt ist, steht die männliche Reihe (XY) mit dem männlichen Habitus gegenüber.

Die Ausprägung des Geschlechts auf den genotypisch weiblichen Pflanzen wird durch eine Serie von allen Geschlechtsrealisatoren bewirkt (vgl. CORRENS, GOLDSCHMIDT, HARTMANN, v. WETTSTEIN u. a. m.). Das reine Weibchen (XX) hat den Geschlechtsrealisator F_{50} ($XX F_{50}F_{50}$). Die Summe ist folglich 100 und bewirkt eine völlige Unterdrückung der Ausbildung männlicher Blüten. Die verschiedenen Ausprägungen der Monöcisten haben dann jeweils geringere Realisatorengrößen: Idealmonöcisten $XX F_{35}F_{35}$ zur Hälfte weiblich, zur Hälfte männlich blühend, Monöcisten überwiegend männlich blühend ($XX F_{30}F_{30}$) und das maskulinisierte Weibchen ($XX F_{25}F_{25}$). Die Summe der Realisatoren beträgt beim maskulinisierten Weibchen 50. Das reine Männchen $XY F_{50}f$ hat ebenfalls die Summe 50, in beiden Fällen ist die Bildung weiblicher Blüten völlig unterdrückt, einmal auf der XX- (weiblicher Habitus), einmal auf XY- (männlicher Habitus). Grundlage. Wir können annehmen, daß es noch eine größere Zahl von Allelstufen des Geschlechtsrealisators gibt, als wir sie hier aufgeführt haben.

Der größere Realisatorwert ist weitgehend dominant über den kleineren. So liefert z. B. die Kreuzung $XX F_{50}F_{50} \times XX F_{40}F_{40}$ oder $XX F_{30}F_{30}$ oder $XX F_{25}F_{25}$ eine heterozygote F_1 $XX F_{50}F_{40}$ bzw. $XX F_{50}F_{30}$ bzw. $XX F_{50}F_{25}$. In allen diesen Fällen besteht die F_1 aus heterozygoten Weibchen, die phänotypisch wie homozygote Weibchen aussehen. Es ist anzunehmen, daß die Dominanz nicht absolut ist. Hierauf weist auch besonders, wie weiter oben erwähnt,

das Verhalten der Nachkommenschaft aus der Kreuzung von Monöcisten mit Monöcisten hin. Aus dieser Kreuzung gehen je nach Stamm 5 bis 15 % phänotypisch weibliche Pflanzen hervor. Das Auftreten dieser Weibchen ist nur dadurch zu erklären, daß keine absolute Dominanz des größeren Realisatorenallels vorliegt.

Wir haben ausschließlich mit monöcischen Pflanzen bei Hanf gearbeitet und die zwittrigen unberücksichtigt gelassen. Es ist aber bekannt, daß es neben den rein monöcischen Pflanzen auch zwittrige Formen in verschiedenen Ausprägungen bei Hanf gibt. Ferner sind Mischtypen vorhanden, bei denen Monöcie und Zwitterigkeit auf einer Pflanze vorkommen. Diese Ergebnisse anderer Forscher legen den Gedanken nahe, daß es außer dem Realisator, der die Monöcie bewirkt, entscheidende Realisatoren für die Zwitterigkeit geben muß, und daß wahrscheinlich auch diese in allelen Serien auftreten. So wäre es zu erklären, daß beide Formen, Monöcie und Zwitterigkeit sowohl getrennt als auch in Kombination miteinander vorkommen.

Im Rahmen von genetischen Arbeiten, die den Zweck haben, den züchterischen Fortschritt zu sichern, können aber nicht alle interessanten Probleme, die bei Hanf auftreten, experimentell in Angriff genommen werden. Wir mußten uns daher auf die Untersuchung der Vererbungsweise der uns interessierenden Monöcietypen beschränken.

Wir möchten noch auf die bereits eingangs erwähnte leichte Beeinflußbarkeit der Geschlechtsausprägung bei Hanf durch Umweltfaktoren eingehen. Es ist sehr wohl denkbar, daß das phänotypische Bild der Geschlechtsausprägung bei Hanf auch bei der Normalkultur im Sommer durch Wachstumsbedingungen modifiziert wird, und daß hierdurch kleine Verschiebungen in der Ausprägung eintreten. Diese leichte Modifizierbarkeit des Geschlechts bei Hanf erschwert die exakten genetischen Untersuchungen außerordentlich.

Es gibt in der Pflanzenwelt eine große Zahl von diöcischen Arten. Bei einigen von ihnen ist die Diöcie so stabil, daß praktisch niemals Subdiöcisten bzw. Intersexe auftreten. Bei anderen diöcischen Arten, wie z. B. *Thalictrum Fendleri*, *Mercurialis annua*, *Thalictrum polygamus*, treten Subdiöcisten auf. CORRENS, KUHN u. a. konnten mit Hilfe der Subdiöcisten den homogametischen bzw. heterogametischen Charakter des einen oder anderen Geschlechts feststellen. Insbesondere konnte KUHN den Nachweis erbringen, daß bei Selbstung von

Subandrocisten von *Thalictrum Fendleri* bzw. *Mercurialis annua* YY-Männchen ($\alpha\alpha$) entstehen, die bei der Kreuzung mit Weibchen ausschließlich Männchen in der Nachkommenschaft liefern.

Bei anderen Arten sind monöcische oder zwittrige Formen bekannt. So z. B. bei Melandrium, Spinat u. a. Es ist beobachtet worden, daß die Ausprägung der Monöcie bzw. der Zwitterigkeit verschieden stark sein kann, so daß das Vorhandensein einer allelen Serie von Geschlechtsrealisatoren anzunehmen ist.

Wir können den Hanf als Endglied dieser Reihe ansehen, in der das erste Glied die stabile Diöcie ist, das zweite Glied die Diöcie, in der Subdiöcisten auftreten, das dritte Glied Diöcie, in der Monöcisten und Zwitter verschiedener Ausprägung vorhanden sind, und als letztes Glied der Hanf, bei dem die diöcische Form durch Mutation des Geschlechtsrealisators so weit verändert worden ist, daß XX-Pflanzen ausschließlich männliche Blüten erzeugen.

Auch die Betrachtung der im Schrifttum beschriebenen Intersexe legt den Gedanken nahe, der weiter oben bereits zum Ausdruck gebracht worden ist, daß für die Ausprägung der Monöcie und der Zwitterigkeit verschiedene Geschlechtsrealisatoren verantwortlich zu machen sind. Von beiden sind allelomorphe Serien anzunehmen.

Auf Grund der oben entwickelten Arbeitshypothese können wir versuchen, die Schwierigkeiten bei den praktisch züchterischen Arbeiten zur Herstellung eines monöcischen Hanfes zu erklären. Die ursprünglich ausgelesenen Monöcisten (einige 100) müssen jeweils verschiedene Realisatoren oder Realisatorenallele enthalten haben. Sie sind durch normale Männchen fremdbefruchtet worden, lieferten aber in den folgenden Nachkommenschaften mit zunehmendem Prozentsatz Monöcisten. Diese Monöcisten werden wohl weitgehend heterozygot gewesen sein, ebenso wie die ausgelesenen Idealmonöcisten. Dadurch, daß diese Idealmonöcisten sich fortlaufend auch mit Monöcisten, die stark männlich blühten, kreuzten, ließ sich eine Homozygotie bezüglich eines bestimmten Geschlechtsrealisatorenallels nicht erreichen. Hierin liegt wohl einer der Hauptgründe, weshalb die erwartete möglichst vollkommene Monöcie der Stämme nicht eintrat.

Die 1940 eingeleiteten Versuche, bei denen die unerwünschten Formen der Monöcisten von der Befruchtung ausgeschaltet wurden, führten wesentlich schneller zu dem gewünschten Ergebnis.

Es ist aber auch hierbei noch eine Frage

ungeklärt. Der Stamm 896 hat sich seit 1940 als besonders gut erwiesen, d. h. er lieferte jeweils in den einzelnen Jahren 1940, 1941 und 1942 den höchsten Prozentsatz von Idealmonöcisten. Beim Stamm 894 war es sehr viel schwerer, einen hohen Anteil an Idealmonöcisten zu erreichen. Es ist möglich, daß die Idealmonöcisten im Stamm 894 weitgehend auf heterozygoter Grundlage entstehen, und daß eine Fixierung daher nicht möglich ist. Beim Stamm 896 dagegen würden die ausgelesenen Idealmonöcisten bezüglich des Geschlechtsrealisatorenallels homozygot sein. Ob diese Erklärung sich als richtig erweisen wird, ist abzuwarten.

Züchterisch muß man aus dieser Erscheinung folgenden Schluß ziehen. Es ist falsch, aus allen Stämmen jeweils die Idealmonöcisten auszuwählen und diese zur Weiterzucht zu benutzen. Man muß vielmehr aus einer großen Zahl von Stämmen diejenigen auswählen, bei denen es am leichtesten ist, die Idealausprägung der Monöcie zu fixieren, und nur die Idealmonöcisten aus diesen Stämmen dürfen zur Weiterzucht benutzt werden. Wir brauchen also eine Auslesemethode, mit deren Hilfe man die in dieser Beziehung „guten“ Stämme von den „schlechten“ Stämmen unterscheiden kann.

Die Prüfung der einzelnen Stämme muß sich über mehrere Jahre erstrecken, und zwar müssen aus der Nachkommenschaft einer jeden Einzelpflanze nicht wie bisher nur ein oder zwei Pflanzen ausgelesen werden, sondern rd. 10 oder mehr. Bei der Prüfung von nur 2 Stämmen erhält man keinen Überblick darüber, ob die ideale Form der Monöcie bei dem betreffenden Stamm leicht fixierbar ist oder nicht. An 10 Nachkommenschaften ist diese Feststellung bereits mit ziemlicher Sicherheit möglich. Wird eine solche Prüfung der Stämme im Laufe mehrerer Jahre wiederholt, so kann man bereits nach 2 Jahren die allerschlechtesten Stämme völlig ausscheiden und im zweiten, dritten und vierten Jahr eine fast einwandfreie Auslese auf die gut vererbenden Monöcisten vornehmen. Es wäre ganz besonders zweckmäßig, wenn man die einzelnen Stämme in verschiedenen Zuchtgärten räumlich isoliert voneinander anbauen könnte, damit sie sich nicht gegenseitig befruchten können. Diese Maßnahme ist aber bei einigen 100, ja 1000 Stämmen praktisch nicht durchführbar. Man wird das Isolierverfahren aber anwenden können, wenn auf Grund einer groben Vorauslese bereits eine Einschränkung des Materials vorgenommen worden ist. 10 bis 20 der besten Stämme müßte man räumlich isoliert halten können.

Eine weitere Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit in dieser Richtung dürfte die Einschaltung der Restsaatgutmethode, wie sie in der Roggenzüchtung angewendet wird, sein. Mit Hilfe dieser Methode ist man in der Lage, im ersten Prüfungsjahr sämtliche Nachkommenschaften auf ihre Qualität zu prüfen und im darauffolgenden Jahr nur die allerbesten Nachkommenschaften untereinander abblühen zu lassen. Man kann auch im Befruchtungsjahr die besten Stämme einmal getrennt halten und daneben in einem gemeinsamen Zuchtgarten zusammen abblühen lassen. Man kann auf diese Weise prüfen, welches Verfahren — das Isolierverfahren oder das gemeinsame Abblühenlassen — schneller zur Erreichung des Zieles führt. Grundsätzlich wird man aber bei der Hanfzüchtung anders verfahren als bei der Roggenzüchtung. Hier wird aus einer Einzelpflanze zunächst eine Nachkommenschaft gezogen und diese im Laufe von 2 Jahren geprüft. In der darauffolgenden Generation wird dann die gesamte Nachkommenschaft eines ganzen Stammes geprüft. Bei Hanf muß man so lange in jeder Generation eine Auslese der besten monöcischen Einzelpflanzen vornehmen, bis eine absolute Konstanz der Stämme in bezug auf die Geschlechtsausprägung erreicht ist.

Leider hat das Restsaatgutverfahren den einen Nachteil, daß eine generative Vermehrung jeweils erst nach 2 Jahren stattfindet. Wir haben daher einen Ausweg gesucht, bei dem dieser Nachteil ausgeschaltet wird.

Man läßt das gesamte Zuchtmaterial zur Blüte kommen, stellt fest, welche Stämme einen ausreichenden Hundertsatz von Idealmonöcisten haben und wählt die zehn besten Monöcisten innerhalb der besten Stämme aus. Alle schlechten Pflanzen der guten Stämme und sämtliche Pflanzen der schlechten Stämme werden entfernt. Es verbleiben nur die Idealmonöcisten der besten Stämme. Diese sind aber bereits von den schlechten Pflanzen befruchtet.

Aus diesem Grunde werden sämtliche weiblichen Blütenorgane an den ausgewählten, noch stehenden Idealmonöcisten entfernt. Nach der Entfernung der weiblichen Blüten, die zum Teil bereits angesetzt haben, beginnen die Pflanzen in kurzer Zeit von neuem auszutreiben und zu blühen.

Bei der zweiten Blüte befruchten sich nur die allerbesten Pflanzen der besten Stämme untereinander. Wir erreichen mit diesem Verfahren das gleiche wie bei der „zweijährigen“ Restsaatgutmethode, können aber in jedem Jahr eine Auslese und generative Vermehrung vornehmen.

Bei der Entwicklung dieser „Ausgeizmethode“ hat es sich gezeigt, daß es am zweckmäßigsten ist, die Pflanzen ganz oben zu köpfen und die verbleibenden weiblichen Blütenstände auszuknipsen.

Ein tiefes Abschneiden der Pflanzen, z. B. über dem ersten Blattpaar, empfiehlt sich nicht, da die Pflanzen hierdurch zu stark leiden.

Die ausgeizten, stehengebliebenen Pflanzen haben dadurch, daß die meisten Pflanzen aus den ursprünglichen Beständen entfernt worden sind, einen sehr weiten Standraum und können

theoretischen Untersuchungen angesetzt worden waren, gewonnen.

Von den vier genannten Stämmen erwies sich der Stamm 896 als besonders wertvoll. Im Zuchtgarten II bei der Auslese auf den Zweikreuzmonöcietyp lieferte er an 5289 Pflanzen im Durchschnitt 5,2% Weibchen, 84,9% Monöcisten, 9,1% maskulinisierte Weibchen und 0,8% normale Männchen.

Innerhalb dieses Stammes waren besonders wertvolle Nachkommenschaften von 1940 ausgelesenen Einzelpflanzen vorhanden. Der beste



Abb. 2. Einkreuzmonöcist (1+).



Abb. 3. Zweikreuz-Monöcist (2+).

infolgedessen sehr stark regenerieren. Sie haben noch genügend Zeit, um ihre Samen gut ausreifen zu lassen.

Nach dem Ausgeizen verändert sich der Phänotyp der Pflanzen. Der obere Teil der Pflanzen blüht, rein weiblich, während der untere rein männlich blüht, obgleich vor dem Ausgeizen an jedem Seitenast männliche und weibliche Blüten auftraten (s. Abb. 2, 3, 4 und 5).

Es ist zu hoffen, daß durch Anwendung dieses Verfahrens in wenigen Generationen die Auswahl der allerbesten Stämme gelingen wird.

Zum Schluß möchten wir einige praktische Ergebnisse unserer Arbeit mitteilen. Diese Ergebnisse wurden im Laufe der Jahre 1940, 1941 und 1942 an Hand der Versuche, die für die

dieser Unterstämme (1672) hatte folgende Zusammensetzung: 5,1% Weibchen, 92,1% Monöcisten, 1,7% maskulinisierte Weibchen und 1,1% reine Männchen. Die Summe der untersuchten Pflanzen betrug 706, die Zahl der Nachkommenschaften 17. Ein weiterer sehr guter Stamm war der Stamm 1677 mit 11 Nachkommenschaften und 461 Pflanzen. Die Zusammensetzung war 5,4% Weibchen, 91,1% Monöcisten, 2,2% maskulinisierte Weibchen, 1,3% normale Männchen. Diese beiden Stämme hatten nur 1,7 bzw. 2,2% maskulinisierte Weibchen.

Die beiden Stämme 1672 und 1677 und daneben noch die Stämme 1673, 1674 und einige andere dürften bereits so weit entwickelt sein, daß sie für eine Vermehrung und damit für den Anbau in der Praxis in Frage kommen. Wenn im

Laufe der nächsten Jahre innerhalb dieser Stämme noch eine weitere Auslese vorgenommen wird, so besteht die Möglichkeit, sie noch weiter zu verbessern.

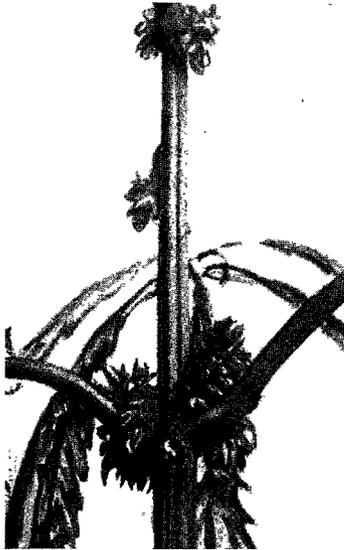


Abb. 4. „Ausgezeigte“ Pflanze (vom Typ 2+-Monöcist wie auf Abb. 3), oberer Teil, nach dem Wiederaustreiben (rein männlich blühend).



Abb. 5. Dieselbe „ausgezeigte“ Pflanze von Abb. 4, unterer Teil, nach dem Wiederaustreiben. (Rein weiblich blühend.)

Die in Markee geprüften monöcischen Stämme stehen im Fasergehalt den Weibchen des diöcischen Hanfes nicht nach. Zu den gleichen Ergebnissen sind auch die russischen Forscher gekommen. Der Rohertrag dürfte jedoch wesent-

lich größer als der des diöcischen Hanfes sein, so daß der Faserertrag je Flächeneinheit beim monöcischen Hanf besonders hoch zu werden verspricht.

Diese Ergebnisse wurden erzielt an einem Material, das einer Auslese unterzogen worden war, d. h. es sind nicht alle Pflanzen zur Blüte gekommen, sondern nur die Idealmonöcisten, und diese zeigten in ihrer Nachkommenschaft die angegebene Zusammensetzung.

Wenn man das Material mehrere Jahre zum Zwecke der Saatguterzeugung sich selbst überläßt, wird eine Verschiebung in der Zusammensetzung eintreten müssen.

Es ist festzustellen, daß die Züchtung eines gleichzeitig reifenden Hanfes ungefähr die gleiche Zeit erfordert hat wie die Züchtung eines monöcischen Hanfes. Der gleichzeitig reifende Hanf ist aber nur eine vorläufige Lösung des Problems, und wir glauben daher, richtig gehandelt zu haben, daß wir dem ursprünglich aufgestellten Zuchtziel, dem rein monöcischen Hanf, konsequent zugestrebt sind.

Die Klärung der Vererbung des Geschlechtes bei Hanf hat dazu beigetragen, die Zuchtverfahren zweckmäßig zu gestalten und neue Methoden auszuarbeiten, die die praktische Erreichung des Endziels erleichtern.

Die Schaffung des monöcischen Hanfes scheint für die Flockenbastindustrie (Kotonisierungsindustrie) von ganz besonderer Bedeutung zu sein. Der diöcische Hanf liefert durch die verschiedene Reifezeit von Weibchen und Männchen eine ungleichmäßige Rohware. Beim chemischen Aufschluß werden die Männchen in der Regel zu weit aufgeschlossen, während die Weibchen noch nicht voll aufgeschlossen sind. Diese Schwierigkeiten würden beim monöcischen Hanf nicht eintreten. Die gleichmäßige Ausbildung aller Pflanzen bietet die Möglichkeit dafür, daß auch der Aufschluß gleichmäßig erfolgt.

Das Problem des Anbaues von monöcischem Hanf.

In der USSR. war die Züchtung eines gleichzeitig reifenden Hanfes 1937 abgeschlossen. Es wurde festgestellt, daß der gleichzeitig reifende Hanf zwei Hauptvorteile gegenüber dem normalen diöcischen Hanf hat: 1. die gleichzeitige Reife und 2. den hohen Faserertrag. Die monöcische Sorte hätte außerdem noch den Vorteil des hohen Samenertrages.

Es wurden größere Mengen Saatgut von gleichzeitig reifendem Hanf hergestellt. Der Anbau dieses Hanfes machte aber nicht die er-

warteten Fortschritte. Anscheinend, weil der gleichzeitig reifende Hanf beim Anbau in den mittlrussischen Hanfanbaugebieten durch Einkreuzung diöcischen Hanfes, der dort überall angebaut wird, einen schnell zunehmenden Prozentsatz an normalen Männchen aufwies.

Diese Schwierigkeiten, die bei der Einführung des gleichzeitig reifenden Hanfes in der USSR. eingetreten sind, legen die Frage nahe, in welcher Weise die Einführung vorzunehmen ist, damit solche Schwierigkeiten vermieden werden.

Die heute vorhandenen Stämme des monöcischen Hanfes stellen bereits gegenüber dem diöcischen Hanf einen wesentlichen Fortschritt dar. Es ist aber anzunehmen, daß bei einer mehrjährigen Saatgutvermehrung ohne entsprechende Auslese eine Zunahme der normalen Männchen und der maskulinisierten Weibchen eintreten wird. Trotz dieser Verschlechterung wird dieser Hanf aber gegenüber dem diöcischen immer noch Vorteile durch höheren Faser- und Samenertrag haben.

Erst nach vielen Jahren wird es möglich sein, eine völlig reine ideale monöcische Hanfsorte herzustellen. Es erhebt sich daher die Frage, ob man diesen Idealzustand abwarten oder, was wir für richtig halten würden, zunächst mit den vorläufigen Ergebnissen zufrieden sein und den unvollkommen monöcischen Hanf anbauen soll. Man würde hierbei so vorgehen, daß man die Auslese und die ersten zwei Saatgutvermehrungen in einem hanffreien Gebiet vornimmt und im dritten Jahr mit dem gewonnenen Saatgut ein geschlossenes Anbaugelände vom diöcischen auf den monöcischen Hanf umstellt. Diese geschlossene Umstellung ist deshalb notwendig, weil wir das erzeugte Saatgut dieses Anbaugeländes zur Erschließung anderer Anbaugelände für den monöcischen Hanf brauchen.

Im Laufe der Jahre wird die Züchtung weitere Fortschritte machen. Das jeweils vollkommenste Zuchtprodukt wird dann von der Zucht- und Vermehrungsstation in die Hanfanbaugelände nachgeschoben.

Es ist anzunehmen, daß, wenn dieser Weg eingeschlagen wird, die Schwierigkeiten, die man anderwärts bei der Einführung neuer Hanfsorten gehabt hat, vermieden werden können.

Zusammenfassung

1. Männlich blühende Pflanzen mit weiblichem Habitus sind genetisch weiblich XX (wie auch die Monöcisten mit weiblichem Habitus) und als maskulinisierte Weibchen zu bezeichnen.

2. Normale Männchen können aus der Befruchtung von Weibchen, Monöcisten und maskulinisierten Weibchen untereinander (alle drei mit weiblichem Habitus) nicht entstehen.

3. Um das Auftreten von normalen Männchen im monöcischen Zuchtmaterial zu verhindern, muß dieses vom diöcischen Bestand gut isoliert werden.

4. Die Monöcisten mit überwiegend männlichen Blüten ergeben bei der Befruchtung untereinander in der F_1 relativ viel maskulinisierte Weibchen. Sie müssen daher aus Zuchtbeständen vor der Blüte entfernt werden.

5. Die ideale Ausprägung der Monöcie läßt sich in bestimmten Stämmen fixieren, und zwar durch Prüfung der Nachkommenschaften durch mehrere Generationen.

6. Mit Hilfe der Restsaatgutmethode ist es möglich, die Befruchtung so zu regeln, daß nur Pflanzen von guten Stämmen sich miteinander befruchten.

7. Die Ausgeizmethode ermöglicht die gleiche Regulierung der Befruchtung, verkürzt aber den Züchtungsvorgang gegenüber der Restsaatgutmethode um die Hälfte.

8. Es wird die Frage besprochen, in welcher Weise am zweckmäßigsten die Ablösung des diöcischen Hanfes durch den monöcischen in den Anbaugeländen erfolgen sollte.

9. Der monöcische Hanf hätte eine besondere Bedeutung als Rohware für die Kotonisierung. Die große Gleichmäßigkeit der Rohware würde einen sehr gleichmäßigen Aufschluß erlauben, so daß alle Schwierigkeiten, die in dieser Richtung beim diöcischen Hanf eintreten, fortfallen würden.

Literatur.

- BELOWITZKAJA, N. A. u. E. J. GRETSCHUCHIN: Ob odnowremennoi konople. Iswestija Akademii Nauk, Serija Biologitscheskaja 1939, Nr. 3, 311. — BOSE, R.: A study of sex in the indian hemp. *Agricult. J. India* 25, 495 (1930). — BRAUN, A.: Monöcischer Hanf. Sitzgsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl. 1872, 93. — BRESLAWETZ, L. P.: Untersuchungen der Entwicklung von Hanfblüten, die ihr Geschlecht durch photoperiodische Wirkung geändert haben. *Bull. is pyt. prirody, Moskau* 45, 182 (1936). — BRESLAWETZ, L. P. u. E. ZAUFROV: A study of hermaphrodite hemp found in field crops. *C. V. Acad. Sci. URSS.* 16, 285 (1937). — CORRENS, C.: Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. 81 S., illustr., Berlin 1907. — CORRENS, C. und R. GOLDSCHMIDT: Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes, 149 S. Berlin: Gebrüder Bornträger 1913. — CORRENS, C.: Bestimmung, Vererbung und Verteilung des Geschlechtes bei höheren Pflanzen. *Handb. d. Vererbungsw.* 1928. — DOBRUNOW, L. G.: Einige Da-

ten über den gleichmäßig reifenden Hanf. Len i konoplja, Moskau 1937, H. 6, 24 (Referat in Forsch.-dienst 5, 59, 1938). — FISCH, C.: Über Zahlenverhältnisse der Geschlechter bei Hanf. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 5, (1887). — FLADER, C.: Deutscher Hanf 1935. Faserforsch. 12, 11 (1935). — FLADER, C. u. H. NEUER: Der deutsche Hanfbau. Berlin: Verl. Paul Parey 1939. — FRUWIRTH, C.: Mißbildung der weiblichen Hanfpflanzen. Z. Züchtg. A 1, 414 (1913). — FRUWIRTH, C.: Zur Hanfzüchtung. Z. Züchtg. A 8, 340 (1922). — GOLDSCHMIDT, R.: Untersuchungen über Intersexualität. Z. Abstammungslehre 23 (1920). — GOLDSCHMIDT, R.: Geschlechtsbestimmung im Tier- und Pflanzenreich. Biol. Zbl. 49 (1929). — GOLDSCHMIDT, R.: Untersuchungen über Intersexualität. VI. Z. Abstammungslehre 67, 1—40 (1934). — GRISCHKO, N. N. u. K. V. MALUSA: Probleme und Richtlinien in der Hanfzüchtung. Probleme, Methoden und Technik der Hanfzüchtung. Principles of the organisation and methods of plant breeding. 3. Bast fibre plants. Suppl. 74, Bull. appl. Bot. Leningrad 1935, 61 (Ref.: Plant Breeding Abstracts 6, Nr. 4, 1936). — GRISCHKO, N. N.: Neues in der Hanfselektion. Die Züchtung von einhäusigem Hanf und von Hanf mit gleichzeitig ausreifenden männlichen und weiblichen Pflanzen. Ber. der allruss. Akad. der Wiss. f. Landw. Serie III, 1, 1935. — GRISCHKO, N. N.: Hanfsorten, die für die mechanische Ernte geeignet sind. Len i konoplja, Moskau 1935, H. 10, 15 (Ref. Forsch.dienst 1, 477 1936). — GRISCHKO, N. N.: Odnowremennno sosrewajuschtschaja konoplja. Nowoje w selskom chosajstwe Wipusk 5, 1937. — HARTMANN, M.: Verteilung, Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes bei Protisten und Thallophyten. Handb. d. Vererbungsw. 1929. — HERTWIG, GÜNTHER u. PAULA: Die Vererbung des Hermaphroditismus bei Melandrium. Z. Abstammungslehre 8, (1922). — HEUSER, O.: Der deutsche Hanf. Bücherei für Faserforschung, III, Leipzig 1924. — HEUSER, O.: Untersuchungen über den Anteil der männlichen und weiblichen Hanfpflanzen an der Erntemasse. Faserforsch. 4, 43 (1924). — HIRATA, K.: Sex determination in hemp (*Cannabis sativa* L.). J. Genet. 19, 65 (1928). — HIRATA, K.: Cyto-

logical basis of the sex determination in *Cannabis sativa*. Jap. J. Genet. 4, 198 (1929). — HOFFMANN, W.: Das Geschlechtsproblem des Hanfes in der Züchtung. Z. Züchtg. A 12, 451 (1938). — HOFFMANN, W.: Gleichzeitig reifender Hanf. Züchter 13, 277 (1941). — HOLUBY, J. I.: *Cannabis sativa* monocia „Sverepa konopa“ der Slowaken. Österr. Bot. Z. 28, 367 (1878). — KUHN, E.: Selbstbestäubungen subdiöischer Blütenpflanzen, ein neuer Beweis für die genetische Theorie der Geschlechtsbestimmung. Planta 30, H. 3, 457 (1939). MAEKAWA, T.: Widerstands- und Selbstregulierungsvermögen gegen Geschlechtsänderung bei Hanfpflanzen und seine Beziehung zur Theorie der Geschlechtsbestimmung. Jb. wiss. Bot. 70, 512 (1929). — MOLLIARD, M.: De l'hermaphroditisme chez la Mercuriale et le chanvre. Rev. gén. Bot. 10 (1898). — NEESIUS v. ESENBECK: Beschreibung offizieller Pflanzen. Frankfurt a. M. 1829. — MCPHEE, H. C.: The Influence of relative length of daylight on reversal of sex in hemp. Ecology 4, 323—334 (1923). — MCPHEE, C. HUGH.: The Influence of environment on sex in hemp. J. agricult. Res. 28, 11 (1924). — MCPHEE, H.: The genetics of sex in hemp. J. agricult. Res. 31, 935 (1925). — POLLACI, G.: Beeinflussung der Ernährung auf die Bildung der Geschlechter bei Hanf. L'Italia Agricola. Agosta 1932, X. — PRITCHARD, F. J.: Change of sex in hemp. J. Hered. 7, 325—329 (1916). — SCHAFFNER, JOHN H.: Complete reversal of sex in hemp. Science N. S. 50, 311—312 (1919). — SCHAFFNER, J. H.: The ecological determination of twisted hypocotyl and other peculiar expression in hemp. Amer. Naturalist 64, 367 (1930). — SCHAFFNER, H.: Influence of environment on sexual expression in hemp. Bot. Gaz. 71 (1931). — v. SENGBÜSCH, R.: Beitrag zum Geschlechtsproblem bei *Cannabis sativa*. Z. Abstammungslehre 80, H. 4, 616—618 (1942). — SHULL, G. H.: Sex-limited inheritance in *Lychnis Dioica* L. Z. Abstammungslehre 12, 265—302 (1914). — SIZOV, I. A.: Hanfzüchtung; aus VAVILOV, N.: I. Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. III. — WETTSTEIN, FRITZ VON: Gesichertes und Problematisches zur Geschlechtsbestimmung. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 54 (1936).