

DER ZÜCHTER

31. BAND

1961

HEFT 5

Aus der Entwicklungsphysiologischen Abteilung des Instituts für Allgemeine Botanik der Humboldt-Universität zu Berlin

Cytogenetische Untersuchungen an *Secale silvestre* Host.

II. Die F_2 aus der Kreuzung mit *Secale cereale* L.*

Von URSULA NÜRNBERG-KRÜGER

Mit 3 Abbildungen

Einleitung

In der ersten Mitteilung über die Untersuchungen an *Secale silvestre* Host. (1960) wurde seine Stellung innerhalb der Gattung *Secale* kurz dargestellt. Er wird von SCHIEMANN (1948) zur Section *Agrestes* Schiem., von ROSHEVITZ (1948) in eine eigene Section *Silvestria* Rosh. eingeordnet. Die aufgrund einer frühen räumlichen Isolierung verständliche sehr selbständige Entwicklung der Art ist bereits durch die Befunde am Bastard mit *Sec. cereale* L. bestätigt worden. Die natürliche Kreuzungsbarriere ist so groß, daß Bastarde nur schwer erhältlich sind. Da die F_1 semisteril war, ist der Umfang der Spaltungsgeneration verhältnismäßig gering. Es lassen sich aber doch bereits einige Konsequenzen aus ihrem Verhalten gewinnen.

Material und Methoden

Ausgangsmaterial für die Kreuzung aus der Art *Sec. cereale* L. war Petkuser Hochzuchtsaatgut. *Sec. silvestre* Host. wurde 1955 von ZHUKOVSKY aus Leningrad bezogen und stammt aus dem europäischen Teil der UdSSR. Grundsätzlich erfolgte die Vermehrung aller Arten und Herkünfte durch Zusammentüten von Paaren oder Gruppen von Pflanzen einer Aussaat. Während der Blüte wurden die Tüten mehrfach geschüttelt. Für die Kreuzung standen *silvestre*-Pflanzen zur Verfügung, die im Frühjahr etwa 4 Wochen länger durch künstliches Verdunkeln im Kurztag gehalten wurden als *cereale* und so die Blütezeit angeglichen hatten. Die Kreuzung wurde an kastrierten Ähren durchgeführt, bei denen die dritten Blüten der Ährchen entfernt und die Antheren der beiden ersten Blüten frühzeitig durch einen Schlitz in der Deckspelze entfernt worden waren.

Das F_2 -Saatgut wurde durch Zusammentüten von zwei oder mehreren F_1 -Pflanzen und Behandlung wie bei der Sortimenterhaltung gewonnen. 1959 bauten wir die Elternarten neben der F_1 zum Vergleich an, ebenso 1960 neben der F_2 und drei F_1 -Pflanzen aus Restsaat der 1958 hergestellten Kreuzung. 1960 wiederholte Bastardierungsversuche waren ergebnislos gewesen. Die Versuche sollen in diesem Jahr fortgesetzt werden, um das Material zu erweitern.

* Frau Professor Dr. E. SCHIEMANN zum 80. Geburtstag gewidmet.

Alle Pflanzen wurden beim Auflaufen bonitiert auf Färbung und das Auftreten von Kümmerformen. Die Aussaat erfolgte stets in Töpfen im Gewächshaus, die Überwinterung im Mistbeet, um Ausfälle durch zu niedrige Temperaturen zu verhindern, das Auspflanzen im April im Freiland 30 × 30 cm. Vor Beginn des Schossens wurden die Jungpflanzen bonitiert auf Wuchsform (flache Rosette oder aufrechter Wuchs), Laubfarbe, Anthocyan-Gehalt, Wüchsigkeit usw. Später traten Merkmale wie Schoßtermin, Beginn des Ährenschiebens und Befall mit Rost oder Mehltau hinzu. Bei der Ernte wurden die Pflanzen 5 cm über dem Boden abgeschnitten und Strohlänge, Halmzahl und später Blüten- und Kornzahl je Ähre sowie Brüchigkeit festgestellt. Die Stoppeln der Pflanzen blieben im Boden, um im nächsten Frühjahr auf perennierenden Charakter hin kontrolliert zu werden. Während der Blüte waren je Pflanze zwei Ährchen verschiedener Ähren entnommen worden, aus denen die Antherenlänge notiert und der Pollen in einer Aufschwemmung in 50%igem Glycerin auf morphologisch gut aussehende Körner je 1000 ausgezählt wurde.

Von jeder Pflanze der F_2 wurde eine Ähre in Carnoy 2:1 fixiert und an Karminessigsäure-Quetschpräparaten die Diakinese der Pollenmeiose auf die Chromosomen-Konfiguration untersucht.

Ergebnisse

1958 wurden 10 Ähren von *Sec. silvestre* kastriert mit etwa 280 Blüten insgesamt und mit *Sec. cereale*-Pollen bestäubt. Daraus entstanden 32 Körner. Von 16 ausgelegten Körnern keimte nur eines. Die Pflanze ging 1959 früh ein.

1959 wurden 5 Ähren kastriert mit etwa 140 Blüten und mit *cereale*-Pollen belegt. Von den sechs daraus entstandenen Körnern keimte nicht eines. Den gleichen Mißerfolg verzeichnet NAKAJIMA 1958.

Der Bastard *silvestre* × *cereale* wurde also bisher nicht erhalten. Die reziproke Kreuzung 1958 mit

Tabelle 1. Merkmale der Keimpflanzen.

	Kornzahl	Keimproz.	Anthocyanbildung	Struktur des Keimlings
<i>Sec. cereale</i>	60	98	unten sehr stark	sehr breit, kräftig
<i>Sec. silvestre</i>	40	60	unten vorhanden	sehr fein
F_1	4 bzw. 13	75	vorhanden	fein und besonders lang
F_2	130	86	sehr stark	breit und kräftig

Tabelle 2. Merkmale der Jungpflanzen.

	Wuchstyp			Wüchsigkeit						Laubfarbe				Blattbreite					
	V	V	∨	0-1	2	3	4	5	M	hell	dunkel			1	2	3	M		
<i>Sec. cereale</i>	55	1			13	36	6	1	2,9	blaugrün	56	3,0							
<i>Sec. silvestre</i>	41	18	29	17	48	31			2,15		96	3,0	93	2	1	45	11	2,6	
F ₁ 1959		5					4	1	(4,2)		5	3,0						—	
F ₁ 1960	2	1			1	2			2,7		3	2,0			1	2		2,8	
F ₁ beide zusammengefaßt über Standard	2	6			1	6	1		3,0		3	5	2,6			1	2	2,8	
F ₂	74	27	4	9	40	49	6	1	2,5		3	102*	2,97	4	5	32	5	61	2,53

* davon 2 weißgestreifte und 40 blaugrüne.

zwei *cereale*-Ähren (ca. 120 Blüten) ergab 13 Körner, von denen neun keimten. Von diesen 9 Pflanzen erwiesen sich zwei als nicht gelungene Kreuzungen. Die vier restlichen Körner ergaben 1959/60 3 Pflanzen. Somit standen 1959 7 F₁-Pflanzen zur Beobach-

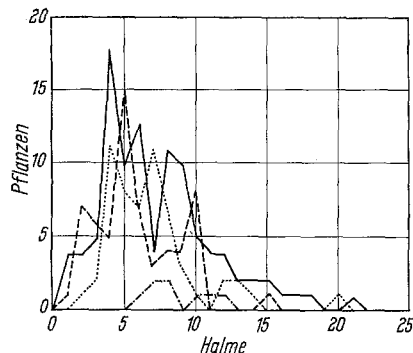


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der verschieden bestockten Pflanzen

cereale F₁ ————
silvestre - - - - - F₂ ————

tung, von denen später zwei verloren gingen, und 1960 3 F₁-Pflanzen.

Das Verhalten der Elternarten, der Bastarde und der F₂ in den Jugendstadien gibt Tab. 2 wieder. Dabei wurden die Werte für die F₁ 1959 über *cereale* als Standard auf die Werte für 1960 umgerechnet.

Ein Rostbefall der Pflanzen trat 1960 nur ganz minimal auf. Der Mehltaubefall wurde an zwei Daten bonitiert und ergab am 14. Mai für *Sec. cereale* bei etwa $\frac{3}{5}$ der Pflanzen einen schwachen Befall, für *silvestre* sowie die F₁ und F₂ keinen Befall. Am 8. Juli waren bei *cereale* alle Pflanzen mittelstark befallen, während die anderen auch an diesem Termin keine Krankheitserscheinungen aufwiesen. Demnach setzt sich die Resistenz von *silvestre* recht gut durch.

Die an der Gesamthalmzahl gemessene Bestockungsfähigkeit ergab 1960 für *cereale* im Mittel $6,86 \pm 0,42$ Halme (bei einer Variationsbreite von 2—20), für *silvestre* $5,62 \pm 0,33$ (1—15), für die F₁ aus beiden Jahren (nach Korrektur über Standard) 7,86, also nicht die deutliche Heterosis des Vorjahres, und für die F₂ $7,15 \pm 0,37$ (1—21). Die graphische Darstellung zeigt, daß die Eltern sich nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Der Bastard bleibt innerhalb der Variationsbreite der Arten, und die F₂ hält bei dem zur Verfügung stehenden Umfang diese Breite ebenfalls ein (Abb. 1). Die Zahl der Nachschosser, die beim Bastard 1959 eine Steigerung gegenüber beiden Eltern aufzuweisen hatte, behielt diese Steigerung auch im Gesamtmittel der F₂ bei. 1960 war an sich die Neigung zur Bildung von Nach-

schossern erhöht, so daß *cereale* im Mittel 2,16 Nachschosser (0—9) aufwies, *silvestre* 0,83 (0—2) gegenüber 0,45 im Vorjahr bei den Elternarten. Die F₂ ergab im Mittel 3,3 mit einer Variationsbreite von 0—12. Es war zuerst vermutet worden, daß die erhöhte Neigung zur Bildung von Nachschossern einen Schritt in der Entwicklung zum perennierenden Typus darstelle. Es zeigte sich jedoch keine Korrelation zwischen der Fähigkeit zur Bildung von Nachschossern und dem ausdauernden Charakter der Pflanzen. Beide Arten sind als winterannuell, *cereale* z. T. als einjährige Sommerform oder sog. Wechselform bekannt. Von den fünf ausgereiften Bastardpflanzen des Jahres 1959 sind 1960 noch 4 Pflanzen am Leben gewesen, im Frühjahr 1961 noch 2 Pflanzen. Von den 3 F₁-Pflanzen des Jahres 1960 waren im Frühjahr 1961 ebenfalls noch 2 Pflanzen vorhanden. Alle haben kräftige, allerdings nur wenige Halme entwickelt. Von den im Herbst 1960 vorhandenen 102 F₂-Pflanzen trieben im Frühjahr 10 Pflanzen wieder aus. In dieser Kreuzung treten also bei der Kombination zweier nicht perennierender Arten perennierende Typen auf.

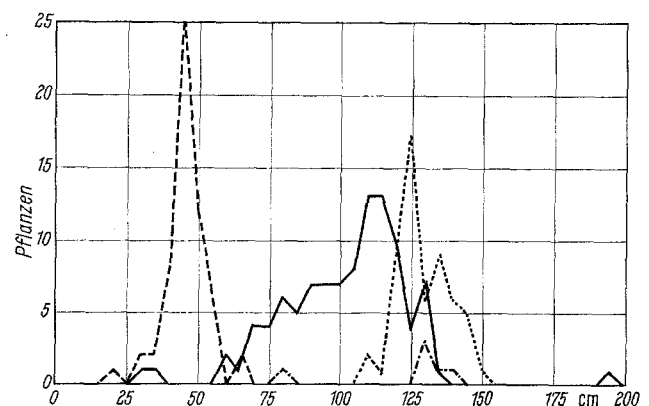


Abb. 2. Variationskurve der Strohlangen (Erklär. siehe Abb. 1).

Die Strohlänge zeigte im Gegensatz zur Bestockungsfähigkeit bei den gekreuzten Arten völlig differente Variationskurven ohne Überschneidung. 1960 lagen die Mittelwerte bei *cereale* = 127,1 cm $\pm 1,23$ (mit einer Variationsbreite von 108—147), bei *silvestre* = 47,42 cm $\pm 3,01$ (30—73), s. Abb. 2. Beim Bastard ist 1960 wie bei der Halmzahl die Heterosis der Strohlänge nicht festzustellen; der Mittelwert liegt zwischen denen der Eltern näher an *cereale* heran, ist allerdings nur durch 3 Pflanzen gegeben. Die F₂ mit einem Mittel von 103 cm umfaßt jedoch in ihrer Variationsbreite die Bereiche beider Elternarten.

Tabelle 3. Fertilitätsverhältnisse.

	Kornansatz der Seitenblüten in %			Kornansatz der Mittelblüten in %			% guter Pollen			Mittelblüten der Seitenblüten in %		
	M	m	Grenzen	M	m	Grenzen	M	m	Grenzen	M	m	Grenzen
<i>Sec. cereale</i>	77,1	± 1,04	55,8—95,5	9,68	± 4,42	0,0—60,0	83,43	± 1,77	33,7—95,4	0,76	± 0,255	0,0—9,1
<i>Sec. silvestre</i>	62,77	± 2,18	24,6—96,4	21,44	± 5,84	0,0—100,0	27,85	± 7,72	0,1—68,2	5,82	± 1,28	0,0—46,5
F ₁	21,65	± 3,34	7,4—35,8	21,36	± 4,77	0,0—37,9	32,25	± 5,15	—53,8	20,45	± 3,48	8,4—39,2
F ₂	35,66	± 2,19	0,0—91,0	16,98	± 1,98	0,0—83,5	40,74	± 2,91	0,0—93,1	23,47	± 1,36	0,0—48,1

Die Fertilitätsverhältnisse sind aus der Tabelle 3 ersichtlich. Absolute Blütenzahlen je Ähre können nicht angegeben werden, weil die Ähren bei der Reife z. T. stark brüchig waren. Um einen Eindruck von der Häufigkeit zu geben, mit der dreiblütige Ährchen auftreten, ist die Zahl der gebildeten Mittelblüten in % der Seitenblüten in der Tabelle mit angeführt. Der maximale Wert muß dabei 50% betragen. In einzelnen Fällen traten in F₂ auch vierblütige Ährchen auf. Die Fertilität der Mittelblüten ist nicht sehr eng korreliert mit der Fertilität der Seitenblüten. In der Regel sind die Seitenblüten fertiler. Abb. 3 gibt die Verteilung der Formen ohne Mittelblüten wieder. Gar kein Zusammenhang zeigt sich in der Verteilung der Pollenfertilität und des Kornansatzes. Bei der graphischen Darstellung liegen die Punkte ziemlich gleichmäßig auf beiden Seiten der Diagonale, d. h. die Störungen der Funktionsfähigkeit der männlichen Zellen sind nicht häufiger oder stärker ausgeprägt als die der weiblichen Zellen, während in sehr vielen Fällen die männlichen Fortpflanzungszellen stärker auf Fertilitätsstörungen reagieren.

Im Zusammenhang mit der Fertilität interessiert das cytologische Verhalten in der Spaltungsgeneration. Wie schon mitgeteilt (NÜRNBERG-KRÜGER 1960a), zeigen *Sec. cereale* und *Sec. silvestre* in der Diakinese der Pollenmeiose stets 7 Bivalente. Der Bastard 1959 besaß wie bisher alle Bastarde zwischen Angehörigen der Section *Agrestes* Schiem. mit solchen der Section *Cerealina* Schiem. (NÜRNBERG-KRÜGER 1960b) in der Diakinese 4 Bivalente und 1 Ring oder 1 Kette von 6 Chromosomen. Theoretisch steht zu erwarten und ist in den Spaltungsgenerationen der Kreuzungen *cereale* × *montanum* und *cereale* × *africanum* auch annähernd gefunden worden (NÜRNBERG-KRÜGER 1954), daß in der F₂ zu 50% Pflanzen mit Ringbildung auftreten.

Aus der F₂ wurden bisher erst 14 Pflanzen untersucht, von denen vier die Bildung von 7 Bivalenten zeigten und zehn die gleichen Konfigurationen wie die F₁-Pflanzen aufwiesen. Aus diesen wenigen Pflanzen ergibt sich bereits, daß weder die weibliche noch die männliche Fertilität in einer Abhängigkeit zur Chromosomen-Konfiguration der Meiose steht.

Ein im Hinblick auf die Entstehung der Kulturformen wichtiges Merkmal stellt die Brüchigkeit der Ährenspindel dar, die in der vorliegenden Kreuzung

vollbrüchig × nichtbrüchig im Bastard zu einer leichten Brüchigkeit in der oberen Ährenhälfte geführt hatte. In F₂ waren von 102 Pflanzen

nicht brüchig	Spitze brüchig	1/4	1/3	1/2	2/3	3/4	voll brüchig
19	28	12	14	20	6	1	1

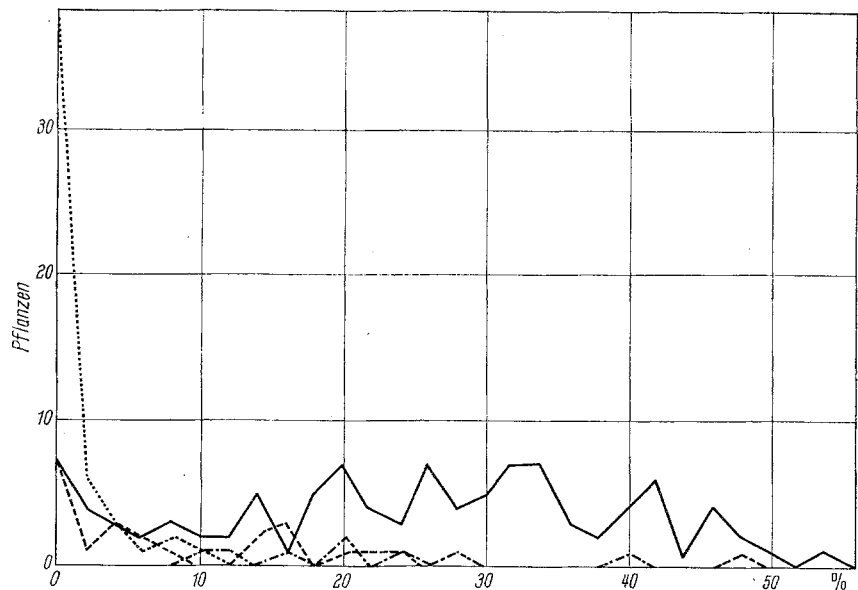


Abb. 3. Häufigkeitsverteilung des Auftretens von 3. Blüten am Ährchen (Zahl der Mittelblüten ausgedrückt in % der Seitenblüten).

wobei vollbrüchige Formen am seltensten sind, wie überhaupt ein *silvestre* weitgehend ähnlicher Typus praktisch unter den etwa 100 Pflanzen nicht gefunden wurde.

Die Grannenlänge der Deckspelzen, die bei *silvestre* (11 cm) erheblich länger ist als bei *cereale* (6 cm), war in F₁ nur wenig länger als bei *cereale*. In F₂ fielen nur 3 Pflanzen auf mit besonders langen Grannen. Bedeutsamer ist aber das Verhalten des Merkmals „Granne der Hüllspelzen“. Die Hüllspelzen sind bei allen *Secale*-Arten höchstens grannenspitzig oder ganz kurz begrannt (maximal so lang wie die Spelze), bei *silvestre* ist jedoch die lange Granne dieser Spelzen artcharakteristisch. F₁ zeigte die gleiche Ausbildung wie *cereale*, in F₂ wurden 15 kurz begrante Formen (Granne ein- bis anderthalbmal so lang wie die Spelze) gefunden, jedoch keine einzige lang begrante Form. Das gleiche Verhalten wies die kurze Antherenform von *silvestre* auf, die ebenfalls unter den 100 F₂-Pflanzen nicht wiedergefunden wurde.

Diskussion der Ergebnisse

Die hier besprochene Kreuzung sollte Aufschlüsse über phylogenetische Zusammenhänge innerhalb der Gattung *Secale* geben, über das Verhalten einzelner

Tabelle 4.

Merkmal	Behaarung des Halmes unterhalb der Ähre	Streifung des Halmes unterhalb der Ähre			Hüllspelze						Farbdimorphismus		Haarschopf		
		—	schwach	+	Form		Begrannung		kurz begr.	lang begr.	+	—	spärl.	mittel	kräft.
<i>Sec. cereale</i>	fehlend oder lang ± dicht, etwas abstehend	% 23,6	% 54,5	% 21,9	4	51	1	48	einzel. Spelze (6)			∞			
<i>Sec. silvestre</i>	mittellang und dicht, glatt			∞ od. ganz dunkel		∞				∞	∞				∞
F ₁	mittellang, dicht, glatt			% 100,0		5		5				8±		8	
F ₂	häufiger auch kürzer oder mittellang ± dicht, seltener fehlend	% 20,6	% 40,2	% 39,2	15	87	20	65	16		15(31?)	41	33	53	14

Merkmale und über die Bedeutung bzw. die Rolle der beiden Translokationen, die die *Silvestria* Rosh. und *Kuprijanovia* Rosh. von den *Cerealia* Rosh. trennen.

Der Bastard war zunächst in keiner Weise auffällig; er zeigte in bezug auf eine Reihe von Eigenschaften intermediäre Ausbildung gegenüber beiden Elternarten. Das trifft z. B. zu für die Strohstärke in Abhängigkeit von den Außeneinflüssen. Schon in früheren Versuchen (NÜRNBERG-KRÜGER 1951) war an *Secale cereale* gezeigt worden, daß je nach den vorhandenen Wachstumsbedingungen die Strohstärke genetisch gleicher Pflanzen Heterosis zeigen kann oder nicht. Intermediär verhielten sich die Brüchigkeit der Ährenspindel, die Dicke des Kornes, der Spelzenschluß, die Größe des Embryos, auch die Ausprägung der Verschiedenfarbigkeit der Körner eines Ährchens (siehe Tab. 4). Das Verhalten dieser Merkmale in der F₂ zeigt, daß der Unterschied zwischen den beiden Arten *Sec. cereale* und *Sec. silvestre* für keines von ihnen monogen ist. Es ergaben sich jeweils Häufigkeitsverteilungen der stufenweise unterschiedlichen Merkmalsausbildung, die nicht einem 1:2:1-Verhältnis entsprechen, d. h. also bei quantitativen Eigenschaften mit fließenden Übergängen dreigipflige Verteilungskurven ergaben.

Die cytologische Analyse des Bastards hatte die Bildung eines Ringes bzw. einer Kette von 6 Chromosomen in der Meiose ergeben. Daraus resultiert bei einem geregelten Verteilungsvorgang in der Anaphase, wie er aus den verhältnismäßig selten auftretenden Brückenbildungen zu schließen ist, die Bildung von zwei Gametentypen. Der eine Typ enthält neben einer zufallsgemäßen Beteiligung der bivalentbildenden Chromosomen aus dem Bastard die drei *cereale*-Chromosomen aus der Ringfigur, der andere Typ die drei *silvestre*-Chromosomen. Wären nun an der Bildung eines der am Bastard intermediär erscheinenden Merkmale vorwiegend oder maßgeblich Faktoren eines oder mehrerer dieser 3 Chromosomen beteiligt, so müßte sich in der F₂ eine Verbindung zwischen der Ausbildung der betreffenden Eigenschaften und dem Auftreten von Ringfiguren in der Meiose der Pflanze finden lassen. Nun ist zwar erst eine geringere Anzahl von F₂-Pflanzen auf ihren Meioseablauf hin untersucht worden, die in Frage kommende Eigenschaft müßte aber doch, etwa in der Dicke des Kornes, an einem größeren Teil der ringbildenden F₂-Pflanzen auftreten. Das ist bei keinem der genannten Merkmale der Fall. Daß es sich bei der Zähspindeligkeit der Ähre der Kulturroggen aus *Sec. cereale* nicht um ein monogen bedingtes Merkmal

handelt, ging bereits aus Kreuzungen zwischen brüchigen Arten hervor, bei denen in F₂ nichtbrüchige Typen herauspalteten (NÜRNBERG-KRÜGER 1960b). Das hier bei der Kreuzung nichtbrüchig × brüchig bei intermediärer Brüchigkeit des Bastards gefundene Verhältnis von 19 nichtbrüchigen zu 82 brüchigen Pflanzen könnte vielleicht noch mit einer 3:1-Spaltung in Einklang stehen, jedoch sprechen die weitgehende Abstufung verschiedener Grade der Brüchigkeit in F₂ und die Tatsache großer Seltenheit vollbrüchiger Formen (nur 1 unter 101) bei sehr einheitlicher voller Brüchigkeit des *silvestre*-Elters auch bei diesem Merkmal für einen polygenen Unterschied zwischen beiden Arten. Bisher ist kein Zusammenhang zwischen einem leichten Brüchigkeitsgrad wie in F₁ und der Heterozygotie der 3 Ringchromosomen feststellbar.

Es wurden auch Eigenschaften untersucht, die in F₁ wie bei einem der Eltern ausgebildet sind. Und zwar folgt der Bastard dem *cereale*-Elter in bezug auf die Grannenspitzigkeit der Hüllspelze, auf die Länge des Kornes und die Länge der Antheren. *Silvestre*-Ausprägung zeigt der Bastard in Hinsicht auf eine anthocyan- und chlorophyllbedingte Streifung des Halmes unterhalb der Ähre, auf die Regelmäßigkeit und Art der Behaarung dieses Stengelstückes und auf die Behaarung der jungen Blätter. Lagen hierfür wichtige Gene auf den 3 Ringchromosomen, so müßten sowohl die ringbildenden F₂-Pflanzen wie auch die Hälfte der Pflanzen, die 7 II bilden, also die für die drei Translokations-Chromosomen des entsprechenden Elters homozygoten Pflanzen das Merkmal zeigen. Ein derartiges Verhalten konnte bisher für keine bonitierte oder gemessene Eigenschaft festgestellt werden. Sowohl die lange Begrannung der Hüllspelzen wie auch die kurze Antherenform von *silvestre* müssen polygen bedingt sein, weil weder der eine noch der andere Typ unter den 100 F₂-Pflanzen auftrat. In bezug auf die Begrannung der Hüllspelze ist eine größere Zahl von F₂-Pflanzen aus Kreuzungen grannenspitziger Arten miteinander untersucht worden. Bisher ist jedoch niemals ein Typ mit langbegranneten Hüllspelzen aufgetreten; das längste war etwa die doppelte Länge der Spelze. So muß die Entstehung dieses Merkmals bei *Sec. silvestre* wohl während einer langen Isolierung angenommen werden.

Beachtung verdient die Tatsache, daß bei der Kreuzung der beiden winterannualen Arten in F₁ von 8 Pflanzen sich sechs als perennierend erwiesen. Das Merkmal der Mehrjährigkeit tritt hier also mit etwa 75%iger Penetranz auf. Daraus dürfen wir zunächst schließen, daß bei 10 von 102 in F₂ gefundenen

Merkmale der Ährenregion.

Korn-Länge in mm			Dicke in mm			Länge des Keimlings			Spelzenschluß					Antherenlänge		
M	m	Grenzw.	M	m	Grenzw.	M	m	Grenzw.	Korn s. dtl. sichtbar	Korn sichtbar	schwacher Spalt	gerade	fest	M	m	Grenzwerte
9,35	± 0,2	8—10	3,2	± 0,09	2,5—4,0	3,65	± 0,093	3,0—4,0	∞							
7,7	± 0,2	5—9	1,67	± 0,06	1,0—2,0	2,54	± 0,056	2,0—3,0					∞	3,02	± 0,056	2,74—3,32
9,63	± 0,31	7—11	2,53	± 0,07	2,0—3,0	3,19	± 0,123	2,5—4,0		5	2	1		8,9	± 0,68	7,9—10,2
9,18	± 0,11	6—12	2,59	± 0,04	1,5—4,0	3,07	± 0,05	2,0—6,0	11	27	33	15	14	8,14	± 0,16	4,82—11,70

perennierenden Pflanzen mit 13—14 Faktorenlägern gerechnet werden kann. Da unter den elf bisher als ringbildend bekannten F_2 -Pflanzen keine der perennierenden ist, darf wohl angenommen werden, daß die entscheidenden Gene nicht auf den Translokations-Chromosomen liegen. Gerade der winterannuelle Charakter von *Sec. silvestre* war bisher Veranlassung gewesen, die Art mit den anderen einjährigen Arten in nähere Beziehung zu setzen (STUTZ 1957). Bisher sind bei Bastardierungen zwischen einjährigen, also winterannuellen Arten oder Varietäten aus der Gattung *Secale* innerhalb der Section *Cerealia* Rosh. weder in F_1 noch in den Spaltungsgenerationen perennierende Typen aufgetreten (NÜRNBERG-KRÜGER 1960b). Daraus könnte man folgern, daß die für diese Kreuzungen verwendeten Pflanzen eine gleichartige genetische Grundlage für ihren Wachstumsrhythmus besaßen. Zumindest ist bei Kombination selbst unterschiedlicher genetischer Faktoren für den Wachstumsrhythmus hier nicht die Möglichkeit einer komplementären Ergänzung zur Grundlage der Mehrjährigkeit gegeben. Die erste Annahme liegt jedoch näher, weil sie mit der wahrscheinlichen nahen Verwandtschaft der *Cerealia* untereinander besser in Einklang steht. Die Fakten in der hier besprochenen Kombination legen dar, daß im Bastard und einzelnen Spaltungspflanzen eine Neukombination von Genen den Rhythmus verändert, woraus auf die verschiedenartige genetische Natur der Einjährigkeit von *silvestre* und der von *cereale* zu schließen ist. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die Verhältnisse in bezug auf *Sec. Vavilovii*, den ROSHEVITZ (1948) in die Section *Cerealia* Rosh. einordnet, so bestätigt sich die schon früher geäußerte Ansicht, daß der Charakter der Einjährigkeit innerhalb der Gattung mehrfach aufgetreten sei. Da der Bastard *cereale* × *Vavilovii* winterannuell war — im gleichen Jahr beobachtet wie der Bastard *cereale* × *silvestre*, so daß keine Verschiebung der Penetranz etwa durch unterschiedliche Außenverhältnisse angenommen werden kann —, folgt, daß eine von *silvestre* verschiedene genetische Grundlage für die Einjährigkeit vorhanden sein muß. Da nun aber in der F_2 der Kreuzung *cereale* × *Vavilovii* (NÜRNBERG-KRÜGER unveröff.) in geringem Umfang perennierende Pflanzen auftraten (8 auf 130), ist wohl mit Sicherheit zu schließen, daß die genetische Grundlage der Einjährigkeit von *Vavilovii* sich ebenfalls von der der *Cerealia* unterscheidet. Damit wäre ein weiteres Argument gegeben, *Vavilovii* aus der Section *Cerealia* Rosh. herauszunehmen.

Die Fertilitätsverhältnisse des Bastards wurden bereits dargestellt (NÜRNBERG-KRÜGER 1960a). Die Situation 1960 bei der Beurteilung der F_2 ist insofern verändert, als die Pollenfertilität der reinen Arten — zumindest von *Sec. silvestre* — erheblich niedriger war als vorher, so daß der Bastard nicht niedriger als beide Eltern, sondern etwa wie *silvestre* liegt mit 32% gutem Pollen (Tab. 3). In F_2 zeigte sich eine Variationsbreite von völlig sterilen Pflanzen bis zu vollfertilen mit 93,1% gutem Pollen. Doch finden sich unter den ringbildenden Pflanzen die verschiedensten Fertilitätsstufen von 0,1%—85%; also liegt hier auf keinen Fall eine Herabsetzung der Fertilität durch Ablaufstörung der Meiose aufgrund der Translokationen vor, wie das bei den Nachkommenschaften aus den Kreuzungen *cereale* × *montanum* und *cereale* × *africanum* der Fall war. In bezug auf die weibliche Fertilität ist die Situation ähnlich: der Kornansatz der F_1 weist typische Semisterilität des Bastards auf, der Durchschnitt der F_2 liegt etwas höher mit der gleichen Variationsbreite wie bei der Pollenfertilität von ganzsteril bis vollfertil. Auch hier zeigt sich, obwohl keine Korrelation zwischen den beiden Fertilitätsmaßen vorhanden ist, keine Beziehung zur Chromosomen-Konfiguration der Meiose.

Daraus folgt, daß die Translokationen und die beim Bastard daraus folgende Ringbildung in der Meiose hier nicht als Artbarriere gewertet werden können, sondern ein sekundäres Gruppenmerkmal darstellen. Die Sterilitätsbarriere hat sich aber auf anderer Basis anscheinend parallel dazu entwickelt. Es würde in diesem Zusammenhang interessieren, ob zwischen *silvestre* und den Arten der Sectio *Kuprijanovia* Rosh. eine ähnliche Sterilitätsbarriere vorhanden ist. Kreuzungen mit *Sec. montanum* wurden bisher vergeblich versucht.

NAKAJIMA berichtet über einen Bastard zwischen *africanum* und *silvestre* (NAKAJIMA 1958) und gibt etwa den gleichen Fertilitätsgrad an wie für *cereale* × *silvestre*, 8,12% Kornansatz. Bei uns ist jedoch der Kornansatz bei *africanum* selber nie sehr hoch gewesen, bei NAKAJIMA auch erheblich niedriger als bei *silvestre*.

Über das Verhalten der Selbstfertilität, die bei *silvestre* ganz auffällig ist, konnten wegen des geringen Umfangs des zur Verfügung stehenden Materials keine Untersuchungen gemacht werden.

Zusammenfassung

1. Es wurden Kreuzungen versucht zwischen *Sec. cereale* L. und *Sec. silvestre* Host., von denen nur zweimal die Kreuzung mit *cereale* als Mutter gelang.

2. P, F₁ und F₂ wurden auf vegetative Merkmale wie Strohlänge, Halmzahl, Nachschosserbildung, Wachstumsrhythmus usw. untersucht; es wurde für alle Polygenie festgestellt.

3. Einzelne charakteristische Merkmale von *Sec. silvestre* sind in F₂ unter etwa 100 Pflanzen nicht gefunden worden. Daraus ergibt sich auch für die Begrannung der Hüllspelze und für die kurze Antherenform zwangsläufig die Annahme einer polygenen Grundlage.

4. Aus dem Auftreten einer perennierenden F₁ und perennierender F₂-Pflanzen wird auf unterschiedliche genetische Grundlage der Einjährigkeit der beiden bastardierten Arten geschlossen.

5. Da *Sec. Vavilovii* in der Kreuzung mit *cereale* eine einjährige F₁ ergab, in F₂ jedoch ein bestimmter Prozentsatz perennierender Pflanzen herauspaltete, wird diese Art als weder zum Einjährigkeitstyp von *silvestre* noch von *cereale* gehörig betrachtet.

6. Die 6 Chromosomen umfassende Ringbildung des *cereale* × *silvestre*-Bastards erfolgt so regelmäßig und auch mit einer Paarung der Chromosomen über ausreichend lange Stücke, daß eine sehr regelmäßige Verteilung in der Anaphase gesichert ist.

7. An ringbildenden F₂-Pflanzen konnte gezeigt werden, daß in diesem Fall kein Zusammenhang

zwischen Fertilitätsstörungen des Bastards und den Translokationsfiguren besteht.

8. Es konnten trotz Beobachtung zahlreicher Merkmale keine Aussagen über den genetischen Inhalt der drei an den Translokationen beteiligten Chromosomen gemacht werden.

Literatur

1. NAKAJIMA, GOICHI: Cytogenetical studies on the interspecific hybrids among genus *Secale* III. Results of hybridization of 17 combinations; external characteristics and meiosis of PMC's of F₁ plants. La Kromosomo 34—36, 1171—1182 (1958). — 2. NÜRNBERG-KRÜGER, URSULA: Über die Auswirkung des Plasmas auf Leistungsmerkmale beim Roggen. Der Züchter 21, 232—240 (1951). — 3. NÜRNBERG-KRÜGER, URSULA: Untersuchungen an *Secale africanum* Stapf. III. *Secale africanum* Stapf und seine Bastarde mit *Secale montanum* Guss. und *Secale cereale* L. Ber. Dtsch. Bot. Ges. LXVI. (1954). — 4. NÜRNBERG-KRÜGER, URSULA: Cytogenetische Untersuchungen an *Secale silvestre* Host. I. Der Bastard mit *Secale cereale* L. Der Züchter 30, 147—150 (1960a). — 5. NÜRNBERG-KRÜGER, URSULA: Cytogenetische Untersuchungen an der Gattung *Secale* L. Z. f. Pflanzenzüchtg. 44, 63—72 (1960b). — 6. ROSHEVITZ, R. Y.: A monograph of the wild, weedy, and cultivated species of rye. Acta Inst. Bot. 1, 105—163 (1948). — 7. SCHIEMANN, E.: Weizen, Roggen, Gerste. Jena: Gustav Fischer 1948. — 8. STUTZ, H. C.: A cytogenetic analysis of the hybrid *Secale cereale* L. × *Secale montanum* Guss. and its progeny. Genetics 42, 200—221 (1957).

Aus dem Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule-Hohenheim

Ein Beitrag zur Züchtung von *Digitalis lanata* Ehrh.*

Von GERTRUD SCHWERDTFEGER

Mit 2 Abbildungen

Einleitung

Digitalis lanata Ehrh. dient der pharmazeutischen Industrie als Ausgangsmaterial zur Gewinnung bestimmter herzwirksamer Glykoside und wird in steigendem Ausmaß in Mitteleuropa kultiviert.

Über Chemie, Pharmakologie, Gewinnung und Bestimmung der wirksamen Inhaltsstoffe dieser Pflanze ist in den letzten 15 Jahren eine sehr große Zahl von Veröffentlichungen erschienen. Da in dieser Arbeit jedoch züchterische Fragen im Vordergrund stehen, sei nur auf neuere, größere Zusammenfassungen verwiesen, wie sie von TSCHESCHE (1954) und STOLL und JUCKER (1955 u. 1957) vorliegen.

Über Anatomie und Pharmakognosie der *D. lanata* liegen Veröffentlichungen von HIMMELBAUER und WALLENTIN (1924) und HIMMELBAUER und ZWILLINGER (1927) vor; über Anbau und Düngungsfragen, meist im Zusammenhang mit der Auswirkung auf den Wirkstoffgehalt, sind Arbeiten von DAFERT und WALLENTIN (1924), DAFERT und ENGLISCH (1926), BOSCHART (1937), COURT und ALLEMANN (1943) und HEEGER und POETHKE (1946) erschienen. HECHT (1942) vergleicht Ertrag und Gehalt von *D. lanata* aus verschiedenen Anbaugebieten in unterschiedlichen Höhenlagen.

Über die züchterische Bearbeitung der *D. lanata* ist m. W. bisher noch keine Veröffentlichung erschienen. Wir haben seit mehreren Jahren züchterische Arbei-

ten an dieser Art durchgeführt. Dabei ergeben sich besondere Schwierigkeiten daraus, daß die quantitative Bestimmung des Glykosidgehalts, dessen Steigerung ja als eins der wesentlichsten Zuchtziele betrachtet werden muß, problematisch und in jedem Fall sehr kompliziert ist. Dazu kommt, daß *D. lanata* als zweijährige Pflanze gegenüber den meisten Kulturpflanzen einen besonders langen Züchtungsweg beansprucht. Aus unseren Arbeiten sollen im folgenden einige Ergebnisse mitgeteilt werden.

I. Systematische Stellung und Vorkommen

Etwa seit 1920 wird *Digitalis lanata* Ehrh., Scrophulariaceae, in Mitteleuropa kultiviert. Das Ausgangsmaterial unserer Hohenheimer Züchtung stammt bereits aus Kulturrassen des mitteldeutschen und österreichischen Anbaus. Die zahlreichen Inzuchtlinien, die wir daraus isoliert haben, unterscheiden sich untereinander stark in ihren morphologischen Merkmalen, während innerhalb jeder I-Linie, meist von I₂ an, das morphologische Bild recht einheitlich ist. Da sich andererseits aber die Diagnosen von *D. lanata* und ihren Subspecies und die der nächstverwandten *D. carviensis* und ihren Subspecies sehr nahekommen (WERNER 1960), ist es nicht ohne weiteres sicher, daß dem in Kultur befindlichen Material ausschließlich die Bezeichnung *D. lanata* im engeren Sinne zukommt.

HEEGER und POETHKE (1946) fanden in einem aus Handelssaat herangezogenen Bestand neben *D.*

* Frau Professor Dr. E. SCHIEMANN zum 80. Geburtstag gewidmet.