

Zusammenfassung

Die von MOCHIZUKI und SUEOKA (1955) mitgeteilte Tatsache, daß sich diploide, triploide und tetraploide Zuckerrüben in der Zahl ihrer Chloroplasten in den Schließzellen der Spaltöffnungen unterscheiden, läßt sich dazu verwenden, die Ploidiegrade schneller zu bestimmen als auf andere Weise.

Die Chloroplasten müssen zum Zählen stärker hervorgehoben werden. Dies geschieht in der Praxis durch Einlegen der frisch abgezogenen Epidermisstückchen in Silbernitratlösung (MOLISCH-Reaktion; MOCHIZUKI und SUEOKA 1955) oder Jod-Jodkalium-Lösung auf dem Objektträger. Ein Zusatz von Rapidnetzer BASF oder Marlon-Paste, oder zur Jod-Jodkalium-Lösung auch von Pril, erhöht die Benetzung der Cuticula.

Ein Gemisch diploider, triploider und tetraploider Zuckerrüben kann man durch Auszählen der Chloroplasten von 10 Schließzellenpaaren auf einem Epidermisstück soweit trennen, daß zunächst höchstens 10% der Pflanzen unsicher bleiben, von denen man noch je ein zweites Blatt untersucht. Etwa 2% der Pflanzen

bleiben auch dann noch unsicher, während 1—2% dem falschen Ploidiegrad zugeordnet worden sind. Die Genauigkeit reicht für viele Zwecke vollkommen aus.

Ein Gemisch aus nur diploiden und tetraploiden Pflanzen kann durch kurzes Durchmustern jedes Präparats leicht und mit Sicherheit richtig getrennt werden.

Eine pentaploide Pflanze wurde durch ihre auffallend hohe und eine haploide Pflanze durch ihre auffallend niedrige Chloroplastenzahl entdeckt.

Das beschriebene Verfahren, den Ploidiegrad durch Zählen der Chloroplasten in den Schließzellen zu ermitteln, stellt nur geringe Ansprüche an die untersuchende Person und den Zustand des Materials.

Literatur

1. MOCHIZUKI, A., and N. SUEOKA: Genetic studies on the number of plastid in stomata. I. Effects of autopolyploidy in sugar beets. *Cytologia* (Tokyo) **20**, 358—366 (1955). — 2. MOLISCH, H.: Das Chlorophyllkorn als Reduktionsorgan. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I*, **127**, 449—472 (1918). — 3. REITBERGER, A.: Ruhekerntuntersuchungen bei gesunden und viruskranken Diploiden und Polyploiden von *Beta vulgaris*. *Der Züchter* **26**, 106—117 (1956).

Aus dem Institut für Pflanzenbau, Düngung und Bodenkunde Pulawy (Polen)

Über den Einfluß der Jarowisation und des Kurztages auf die Entwicklung des Roggens

Von ANATOL LISTOWSKI

Mit einer Abbildung

I.

Bereits im Jahre 1939 erschien die Arbeit von Voss (1), die die Analyse der Entwicklung der deutschen Winterweizensorten zwecks Bestimmung des Zusammenhangs zwischen Licht- und Temperatureinfluß enthielt.

Voss kam zum Schluß, daß das Wintergetreide in den ersten Stadien seiner Entwicklung sich als Kurztagpflanze verhalten kann. Auch nach PURVIS (1937 — zit. nach Voss) wird im kurzen Tag die Bildung von Blütenprimordien beim Roggen beschleunigt. In den Feldversuchen über den Einfluß der Aussaattermine auf jarowisierten Roggen kam KRESS (2) zum Schluß, daß jarowisiertes Wintergetreide so früh wie möglich (bis Mitte März) ausgesät werden soll, da nur in diesem Fall gute Bestockung, gleichmäßiges Ährenschieben und normaler Ertrag erwartet werden können. Das soll nach KRESS bedeuten, daß das Wintergetreide nach Durchführung der künstlichen Jarowisation „für das beginnende Lichtstadium eine bestimmte Zeit Kurztagverhältnisse benötigt“. Auf Grund des Vergleichs mit den frühen Saatzeiten des nicht jarowisierten Getreides kam KRESS zu der Schlußfolgerung, daß der Roggen etwa 6 Wochen Jarowisationsdauer und anschließend etwa 4 Wochen Kurztagbelichtung braucht.

AZZI (3) zitiert den Versuch von SALVATORI über Ährenschieben des typischen Winter- und Sommergetreides bei verschiedenen Aussaatterminen. Nach der Keimung werden die jungen Pflanzen 30 Tage der Wirkung des Kurztages unterworfen.

Unter diesen Umständen wiesen die Sommerweizensorten verzögerte, die Winterweizensorten beschleunigte Entwicklung auf, wobei die Winterweizensorten in Kurztagserien zu 100% und im normalen Tag zu 40% zum Ährenschieben kamen.

AZZI ist der Meinung, daß sowohl Kurztag als auch niedrige Temperatur auf die Entwicklung des Wintergetreides determinierend wirken können.

Die oben angeführten Ergebnisse führen zu folgenden Schlüssen:

1. Bei der Winterung hat der Kurztag ähnliche Folgen wie die Jarowisation, bzw. er kann auch ohne Jarowisation die Entwicklung gewissermaßen beschleunigen,
2. die Winterpflanzen verhalten sich unmittelbar nach der Jarowisation wie Kurztagpflanzen.

Die erste Schlußfolgerung ist natürlich nicht als allgemeine Regelmäßigkeit zu betrachten. HARDER und VON DENFFER (4) haben z. B. im Laufe ihrer Untersuchungen über den Einfluß der Tageslänge auf die Entwicklung von *Sinapis alba*, *Agrostemma githago* und Wintergerste bei verschiedenen Aussaatterminen festgestellt, daß die beiden ersten Pflanzenarten nach Jarowisation beim Kurztag eine schnellere Entwicklung aufwiesen, während die Wintergerste sich gerade umgekehrt verhielt. Diese unterschiedliche Reaktion der Wintergerste auf die Tageslänge im Vergleich mit Roggen und Weizen ist auch durch meine (nicht veröffentlichten) Versuche bestätigt worden.

In Anlehnung an die Voraussetzungen von Voss (und AZZI), unterwarf ich die nichtjarowisierte Wintergerste der Wirkung des Kurztages. Der Erfolg war negativ: die Gerste wies keine Entwicklungsbeschleunigung auf, ging nicht in die generative Phase über und starb schließlich nach längerer Wachstumsperiode ab.

Über die Entwicklung des Roggens ist eine ganze Reihe von Untersuchungen durch PURVIS und GREGORY durchgeführt worden. Die Angaben der kürzlich erschienenen Arbeit (1955), welche gewissermaßen eine Synthese darstellt, habe ich erst nach Be-

endigung vorliegender Versuche bekommen. Die Ergebnisse der erwähnten Arbeiten werden in nachstehender Diskussion erörtert.

II.

Als Ausgang für unsere Versuche dienten einerseits die Angaben von VOSS, KRESS und anderen, die die Rolle des Kurztages in der Entwicklung des Wintergetreides aufweisen, andererseits die Arbeiten von RASUMOW (5), die die Annahme bestätigen, daß die Licht- und Wärmeansprüche Anpassungscharakter tragen und mit der Herkunft der einzelnen Biotypen verbunden sind.

Das geht übrigens auch aus den Versuchen von VOSS hervor, die deutliche Reaktionsunterschiede bei verschiedenen Sorten aufwies, obwohl dieser Forscher sich ausschließlich mit deutschen Sorten befaßte.

„Rimpaus Bastard“ entwickelte sich beispielsweise am schnellsten bei niedrigerer Temperatur in Verbindung mit dem Kurztage, konnte jedoch auch beim Kurztage allein zum Ährenschieben kommen. „Bayernkönig“ reagierte schwach auf den Kurztage, „General v. Stocken“ dagegen entwickelte sich schneller beim Kurztage und bei niedrigerer Temperatur.

Alle diese Angaben lassen vermuten, daß die Rolle des Kurztages sowie die Reaktion auf den Kurztage allein bzw. in Verbindung mit der jarowisierenden Wirkung niedrigerer Temperaturen bei verschiedenen Sorten verschieden sein kann.

Aus diesen Gründen wählte ich zwei Sorten, von denen man vermuten kann, daß sie ganz verschiedene Biotypen darstellen, und zwar die allgemein bekannte Sorte „Petkus“ (eine weitere Absaat aus der Umgegend von Gorzow) und „Wiatka“ (eine Absaat dieser nordrussischen Sorte aus der Umgegend von Moskau).

Versuchsschema — 0,21,42 Tage künstlicher Jarowisation

Die Pflanzen wurden in großen Gefäßen ausgesät.

Die Aussaat erfolgte in beiden Jahren spät (17. V. und 23. V.), um einerseits den Unterschied zwischen dem natürlichen langen Tag (L) und dem Kurztage (K) möglichst deutlich zu erfassen, andererseits aber den Einfluß der bei den früheren Aussaatterminen noch vorkommenden Kälte auszuschließen.

Nach dem Auftreten des zweiten Blattes wurde die Hälfte der Gefäße während 4 Wochen im 8stündigen Kurztage gehalten.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt.

Tabelle 1. Jahr 1955 Aussaat 17. V.

Sorte	Tageszahl der Jarowisation	Tageslänge	Tageszahl z. Zeit der Bildung erster Ähren	Ährenschieben-Maximum		Durchschnittl. Ährenmenge je Pflanze	% der zum Ährenschieben gekommenen Pflanzen	Strohgewicht	Pflanzenzahl in der Serie	
				nach Tagen	gesamte Ährenmenge					
Petkus	42	L	39	80	110	1,54	100	25,8	72	
	42	K	57	144	48	0,67	62,5	22,1		
	21	L	52	205	60	0,83	80,6	30,0		
	21	K	80	205	32	0,44	44,5	24,2		
	0	L	125	205	11	0,15	15,3	32,4		
	0	K	125*)	125	2	0,03	3,0	22,6		
Wiatka	42	L	37	80	101	1,4	100	20,6		
	42	K	55	144	44	0,6	60	17,9		
	21	L	46	144	71	0,98	81,9	23,3		
	21	K	80	205	37	0,5	51,4	27,3		
	0	L	keine Ähren und Halmbildung nach 205 Tagen					0		35,2
	0	K	125	125*	1		1,3	23,7		

Mit Ausnahme von einer Pflanze mit einer Ähre erfolgte sonst sogar keine Halmbildung

* ohne Änderung nach 205 Tagen

Tabelle 2. Jahr 1956 Aussaat 23. V.

Sorte	Tageszahl der Jarowisation	Tageslänge	Tageszahl bis zur Zeit der Bildung der ersten Ähren	Ährenschieben-Maximum		Durchschnittl. Ährenmenge je Pflanze	% der zum Ährenschieben gekommenen Pflanzen	Strohertrag	Pflanzenzahl in der Serie	
				nach Tagen	gesamte Ährenmenge					
„Petkus“	42	L	47	67	74	1,02	100	23,15	72	
	42	K	67	106	53	0,93	83,3	16,6	72	
	21	L	100	170	12	0,16	12,7	18,3	72	
	21	K	113	170	11	0,15	12,6	16,0	72	
	0	L	keine Ährenbildung bis Ende des Versuches (170 Tage); nach 130 Tagen begann die Bildung von einigen Halmen						15,8	72
	0	K	keine Ähren- und Halmbildung bis Ende des Versuches						17,9	72
„Wiatka“	42	L	47	106	51	1,0	88,5	21,2	51	
	42	K	73	113	25	0,6	70,0	16,4	40	
	21	L	73	170	9	0,18	15,7	20,0	51	
	21	K	113	170	5	0,1	10,0	16,6	51	
	0	L	170	(170)	2	0,04	2,0	24,9	55	
	0	K	Bei einer Pflanze bildeten sich 2 nicht völlig entwickelte Ähren, bei anderen Pflanzen keine Halmbildung nach 170 Tagen keine Halmbildung					0	14,2	43

Bemerkungen zu den Tab. 1 und 2: In der Spalte 4 ist die Zahl der Tage angegeben, nach deren Ablauf die ersten Ähren auftraten.

In der Spalte 5 „Ährenschieben-Maximum“ wird die Gesamtzahl der Ährenhalme unabhängig von der Intensität des Ährenschiebens angegeben. Die Ausrechnung des „Ährenschieben-Maximums“ erfolgte erst dann, wenn seit längerer Zeit keine weitere Ährenbildung beobachtet werden konnte.

Im Jahre 1955 wurde der Versuch nach 205 Tagen, als die in das Gewächshaus übertragenen Pflanzen abzusterben begannen, abgebrochen.

Im Jahre 1956 mußte der Versuch nach 170 Tagen wegen Beschädigung der Pflanzen durch unerwarteten Frost abgebrochen werden.

Im Jahre 1956 ist nachträglich ein dritter Versuch angelegt worden (Tab. 3), wobei das Saatgut der „Petkus“-Sorte, das von den durch 42 Tage im Jahre 1955 jarowisierten Pflanzen stammte, als Ausgangsmaterial gebraucht wurde. In diesem Versuch wurde der Kurztag von verschiedener Länge angewandt. Die obenerwähnten Ergebnisse führen zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Trotz sehr verschiedener Herkunft der untersuchten Sorten ist unter den gegebenen Versuchsverhältnissen kein deutlicher Unterschied in der Reaktion der Pflanzen beobachtet worden. Der Vergleich des Verhaltens beider Sorten im kälteren (1955) und im wärmeren (1956) Jahre läßt vermuten, daß die Empfindlichkeit gegen höhere Temperaturen und damit auch die Entjarowisierungshäufigkeit bei der Sorte „Wiatka“ größer ist, was auch begreiflich sein kann.

2. Wuchsen die Pflanzen die ganze Zeit hindurch am längeren Sommertage, so reichte die 42tägige Jarowisationsdauer bei beiden Sorten aus, um alle oder fast alle Pflanzen, wenn auch zu sehr verschiedenen Terminen, zum Ährenschieben zu bringen, wobei sich im allgemeinen normale Ähren entwickelten.

Die wesentliche Verlängerung des Stadiums des Ährenschiebens bei einzelnen Pflanzen weist jedoch deutlich drauf hin, daß die 42tägige Jarowisationsdauer für sämtliche Biotypen beider Populationen nicht optimal ist. Die Unterschiede im Kälteanspruch der einzelnen Biotypen sind, wie aus der Tab. 3 und dem beigefügten Diagramm hervorgeht, groß.

Auch tritt eine Populations-Differenzierung in der 21tägigen Serie der Jarowisationsdauer deutlich in Erscheinung. Im Vergleich mit der 42tägigen Serie wurde hier eine wesentliche Verzögerung in der Bildung der ersten Ähren sowie eine Verlängerung des Ährenschiebestadiums beobachtet, wobei für viele Pflanzen die 21tägige Jarowisationsperiode unterhalb der kri-

tischen Grenze lag und infolgedessen ein gewisses Prozent der Pflanzen bis zum Versuchsende nicht zum Ährenschieben kommen konnte.

Bei nichtjarowisierten Pflanzen konnte die Ähren- und sogar Halmbildung lediglich in vereinzelt Fällen beobachtet werden.

3. Der Monat Juni war im Jahre 1955 deutlich kälter als im Jahre 1956. Diese Tatsache kann die Unterschiede im Ährenschiebenbeginn, welche in beiden Jahren sowohl bei beiden Versuchsserien als auch in der Pflanzenzahl, die in der jarowisierten Serie zum Ährenschieben gekommen sind, auftraten, zugunsten des stärkeren und früheren Ährenschiebens im kälteren Jahre 1955 erklären.

Im kälteren Jahre 1955 trat das „Ährenschieben-Maximum“ auch später ein, was verständlich wird, wenn wir daran denken, daß infolge der niedrigeren Temperatur in der ersten Sommerhälfte der Jarowisationsprozeß zwar sehr langsam vor sich ging, aber nicht vollkommen gehemmt wurde.

4. Der Einfluß der zeitweiligen Tagesverkürzung war in beiden Jahren und bei beiden Sorten deutlich zu erkennen und hatte einen gleichsinnigen Verlauf. Die Tagesverkürzung übte in allen Fällen eine hemmende Wirkung aus.

Unter dem Einfluß des Kurztages im Zeitabschnitt von 4 Wochen trat in beiden 42- und 21tägigen Versuchsserien eine Verzögerung des Ährenschiebenbeginns im Bereich von 18—26 bzw. 13—40 Tagen sowie eine wesentliche Vergrößerung der Anzahl von unentwickelten Ähren ein. Überdies kamen 17—40% der Pflanzen in der 42tägigen Serie (bis 80% im Jahre 1956) überhaupt nicht zum Ährenschieben. Der Kurztag übte auf nichtjarowisierte Pflanzen in bezug auf den generativen Prozeß keinen deutlichen Einfluß aus.

Wie aus der Tab. 3 und dem Diagramm hervorgeht, übte eine längere Kurztagperiode am Beginn und nach Ablauf von 27—58 Tagen seit der Keimung eine ähnliche Wirkung aus; es ist jedoch zu vermuten, daß die Wirkung des später angewandten Kurztages nur schwach war. Wesentlich schwächer ist die Wirkung der 10tägigen Kurztagperiode. Der Rhythmus des Ährenschiebens war in dieser Versuchsserie fast derselbe wie bei den Kontrollpflanzen, wobei der Kurztageinfluß lediglich in einer gewissen Entwicklungsverzögerung zum Ausdruck kam. 111 Tage nach der Keimung, als der Versuch unterbrochen wurde, war die Anzahl der zum Ährenschieben gekommenen Pflanzen in dieser Serie noch immer etwas niedriger als bei den Kontrollpflanzen. Die Beobachtungen des Verhaltens der Kurztagserien führen zu der Annahme, daß die thermo-photoperiodische Wirkung des Kurz-

Tabelle 3. Sorte „Petkus“ (42 Tage Jarowisation)

	Pflanzenzahl	Ährenschiebentempo: Ährenmenge in % der Gesamt-Pflanzenzahl — in folgenden Tagen seit der Aussaat															Durchschn. Ährenmenge auf 1 Pflanze	
		52	55	58	60	62	65	68	70	74	77	80	84	88	92	98		111
Langer Tag	199	4,5	12,7	19,2	31,0	53,0	60,5	67,5	74,5	77,0	79,0	82,5	87,5	91,5	97,5	100,0	105,0	1,1
Verkürzter Tag, zwischen 5. und 35. Tag seit der Aussaat	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,4	5,7	8,0	13,1	14,3	16,5	22,3	0,23
Verkürzter Tag, zwischen 5.—16. Tag	155	0	0	1,3	3,8	10,3	15,5	23,2	29,0	40,0	90,3	58,7	61,9	67,0		72,9	87,7	0,81
Verkürzter Tag zwischen 72.—58. Tag	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,1	4,6	8,1	12,6	18,4	19,5	31,0	0,3

die Kälteansprüche bzw. Kälteempfindlichkeitsunterschiede zwischen Biotypen sehr groß sind.

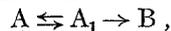
Aus den Versuchen von MARKOWSKI und BARBARO (6) geht hervor, daß ähnliche weitläufige Biotypensegregationserscheinung bei den Winterweizensorten auftritt, d. h. bei den Sorten, die dank der Selbstbestäubung des Weizens wesentlich besser als Roggen bezüglich ihrer Merkmale und Eigenschaften ausgeglichen sind.

Auf Grund der Untersuchungen von PURVIS und GREGORY (7) über den Einfluß höherer Temperaturen auf die Entwicklung des „Petkus“-Roggens und in Anknüpfung an die von diesen Forschern aufgestellte Hypothese des Jarowisationsvorgangs, ist dieses verschiedenartige Verhalten der Pflanzen im Rahmen der untersuchten „L“-serien leicht zu erklären.

Aus den Versuchen von PURVIS und GREGORY (7) geht hervor, daß unter dem Einfluß höherer Temperaturen eine Entjarowisierung erfolgt, wobei die hohen Temperaturen um so stärker entjarowisierend wirken, je höher sie sind, je länger sie einwirken und je früher sie im Jarowisationsprozeß auftreten.

Nach längerer Jarowisationsdauer übt die höhere Temperatur keine Wirkung mehr aus.

Die obengenannten Forscher nehmen an, daß bei Winterpflanzen sich nur A-Precursor im Korn befindet, welcher unter dem Einfluß niedriger Temperaturen in die thermostabile B-Form übergeht. Der Übergang erfolgt jedoch in zwei Phasen:



wobei der Vorgang anfänglich unter dem Einfluß höherer Temperaturen umkehrbar ist. NAPP-ZINN (8) legt nicht die Zweiphasigkeit zugrunde, sondern das Vorhandensein von vielen Übergangsgliedern mit verschiedenen Thermolabilitätsstufen, was richtiger zu sein scheint. Bei der Annahme, daß der Vorgang über viele Übergangsglieder verläuft, kann man im Lichte unserer Versuche zu der Überzeugung kommen, daß die höheren Temperaturen beim Herannahen des Vorgangsendes, d. h. $\rightarrow B$, entweder entjarowisierend wirken oder die Beendigung des ganzen Vorgangs teilweise oder völlig aufhalten können.

Es ist hier zu bemerken, daß aus den erwähnten Versuchen von PURVIS und GREGORY hervorgeht, daß sogar verhältnismäßig niedrige Temperaturen (etwa 15° C) eine, wenn auch schwache Entjarowisierungswirkung ausüben können.

Der Roggen war in unseren Versuchen sehr spät ausgesät worden und befand sich deswegen sogleich unter der Wirkung der höheren Temperatur, wobei man annehmen kann, daß der Jarowisierungsgrad, d. h. die Erreichung der thermostabilen B-Phase, bei einzelnen Pflanzen im Rahmen der Versuchspopulationen sehr verschieden war.

Bei vielen Pflanzen konnte entweder Entjarowisierung, d. h. der Rückgang zu „A“ erfolgen, wobei sich solche Pflanzen im weiteren wie nichtjarowisierte verhalten oder teilweise Entjarowisierung erfolgte, oder es konnte schließlich ein Aufhalten des Vorgangs \rightarrow „B“ auftreten, wobei solche Pflanzen nur sehr langsam und wesentlich später zum Ährenschieben kommen können.

Diese Hemmung des Vorgangs ist auch durch spätere Außenverhältnisse begünstigt, d. h. durch allmähliche Tagesverkürzung, die vom August an deutlich zu erkennen ist, oder durch die vorkommende Tempera-

tursenkung, also durch diejenigen Faktoren, die den Übergang der Pflanzen in die eigentliche „Photophase“ (Phase C \rightarrow D nach PURVIS) nicht begünstigen.

Schwieriger ist es, das Verhalten von Versuchspflanzen zu erklären, die sich am Anfang ihrer Entwicklung in den Kurztagverhältnissen befanden; die Erklärung fordert einige zusätzliche Hypothesen.

Ich möchte dazu allerdings bemerken, daß im Lichte solcher ausführlicher und eingehender Versuche, wie derjenigen von MARKOWSKI und BARBARO (6) bzw. von MARKOWSKI und KLOCKO (9) es so scheint, als ob der Einfluß der Tageslänge in warmen Gewächshäusern ganz anders verläuft als in den Feldversuchen, in welchen der nichtjarowisierte bzw. künstlich jarowisierte Weizen zu verschiedenen Zeiten ausgesät wird.

MARKOWSKI und Mitarbeiter (9) stellten die Möglichkeit der generativen Entwicklung der Winterweizensorten ohne Jarowisation in Gewächshäusern bei höheren Temperaturen bei Herbst- bzw. Wintersaat, d. h. in Kurztagverhältnissen fest, es kamen jedoch die im Frühjahr ausgesäten Pflanzen überhaupt nicht zum Ährenschieben.

Obige Forscher sind der Meinung, daß, wenn der Weizen unter natürlichen Verhältnissen mit entwickelten Blättern jarowisiert wird, der Einfluß der Temperatur als auch der des Lichtes bei gegenseitiger, übrigens sehr komplizierter Abhängigkeit ausfällt. Bei späteren Aussaatterminen dagegen stellten diese Forscher fest, daß der Einfluß der höheren Temperatur „das Sichtbarmachen“ der Jarowisation verhindert (9).

In unserem Versuch befanden sich innerhalb des keimenden Pflanzenmaterials drei Hauptgruppen von Pflanzen:

1. eine sehr heterogene Pflanzengruppe, welche nicht völlig jarowisiert wurde und dabei auch teilweise entjarowisiert werden konnte. Einzelne dieser Pflanzen befanden sich in verschiedenen Etappen des Vorgangs $A \rightarrow B$.

2. Pflanzen, die völlig jarowisiert wurden und unter dem Einfluß der höheren Temperaturen (nach PURVIS und GREGORY) keine Hemmungen aufweisen dürfen.

3. Die überhaupt nicht jarowisierten bzw. völlig entjarowisierten Pflanzen.

Zu 1: Bei Pflanzen dieser Gruppe tritt dieselbe Erscheinung wie bei Kontrollserien, d. h. völlige bzw. Teil-Entjarowisierung oder weit fortgeschrittene Hemmung des Jarowisierungsvorganges auf. Die Mehrheit der Forscher ist der Meinung, daß die eigentliche Jarowisationsphase, wenigstens bei Getreide, durch die photoperiodische Neutralität charakterisiert wird. Allerdings beweisen die Versuchsergebnisse, z. B. diejenigen von KRESS, daß der Kurztag einigermaßen stimulierend wirken kann. Unsere Ergebnisse beweisen dagegen, daß die Nachjarowisierung der Pflanzen, welche durch die durchaus kritische und umkehrbare Phase $A \rightarrow A_1$ hindurchgingen, am Kurztage, aber bei höheren Temperaturen sehr schwer vor sich gehen kann.

Das wurde auch in Versuchen von GOTT, PURVIS und GREGORY, 1955 (10) bestätigt, wo die Differenzierung des „Petkus“-Winterroggens bei teilweise jarowisierten Pflanzen am langen Tag deutlich schneller als am Kurztage vor sich ging.

Zu 2: Bezüglich der Pflanzen, welche bei der künstlichen Jarowisation die thermostabile B-Phase erlangten, d. h. völlig jarowisiert wurden, nehmen

einige Forscher an, daß bei Wintergetreide unmittelbar nach der Jarowisation eine gewisse Phase auftritt, in welcher der Kurzttag eine günstige Wirkung auf die Entwicklung ausübt.

Das geht teilweise auch aus den Versuchsergebnissen von KRESS hervor. JUNGES (11) gibt in seiner vor kurzem veröffentlichten Arbeit an, daß nach der Thermo-Phase eine sogenannte „Skotophase“ eintritt, in deren Rahmen der Kurzttag in Verbindung mit niedrigen Temperaturen auf die Wintergetreideentwicklung beschleunigend wirkt. JUNGES bestimmt übrigens die Dauer dieser Phase nicht. KRESS gibt an, daß diese Phase, in welcher der Kurzttag auf die Entwicklung des jarowisierten Winterroggens eine günstige Wirkung ausübt, etwa 4 Wochen dauert. Es ist möglich, daß diese Phase der „Skotophase“ von JUNGES entsprechen kann.

PURVIS und GREGORY (9) nehmen in ihrer „Modell“-Hypothese an, daß die nächste Phase nach der Jarowisation, d. h. B → C, die Bildung des Precursors Florigen reguliert und wahrscheinlich schneller beim Kurzttag als bei langem Tag verläuft, was bedeutet, daß in der Dunkelheit die Reaktion beschleunigt wird.

Allerdings geben dieselben Forscher an, daß: „in fully vernalized winter rye flowering initiation is complete 3 weeks after planting, in continuous light in normal (long) day in 4 weeks, in short day after 6—7 weeks“, woraus man schließen könnte, daß das Problem der B → C-Phase weiterer Untersuchungen bedarf.

Unsere Versuchsergebnisse, die in der Tab. 3 und auf dem Diagramm dargestellt sind, weisen deutlich darauf hin, daß sogar eine kurze Periode der Kurzttagwirkung das Ährenschiebentempo in der 42-Tagereihe hemmte.

Setzen wir mit großer Wahrscheinlichkeit voraus, daß diejenigen Pflanzen am schnellsten zum Ährenschieben kommen, die während der 42 Tageperiode vollkommen jarowisiert werden konnten, so trat bei diesen Pflanzen unter dem Einfluß 10tägiger Kurzttagperiode lediglich eine gewisse, nichtsdestoweniger deutliche Verzögerung des Ährenschiebensbeginns ein.

Daraus kann man schließen, daß während der sog. „Skotophase“ (nach JUNGES) die Reaktion der Pflanzen nicht photoperiodischen, sondern photo-thermo-periodischen Charakter aufweist, wobei die Entwicklung bei niedrigeren Temperaturen beschleunigt und bei höheren Temperaturen gehemmt wird.

Diese starke, bei längerer (monatlicher) Kurzttagperiode beobachtete Entwicklungshemmung ist eine Populationserscheinung, welche das gleiche phänotypische Bild einer von verschiedenen Ursachen hervorgerufenen Verzögerung bzw. Hemmung der Entwicklung darstellt.

Die nicht völlig jarowisierten Pflanzen wiesen Verzögerungen und sogar Störungen der Entwicklung (d. h. kein Ährenschieben) wegen der Entjarowisierung bzw. teilweiser Hemmung des Jarowisierungsvorgangs in der A → B-Phase auf, die vollkommen jarowisierten Pflanzen wegen hemmender Wirkung von höheren Temperaturen in der B → C-Phase. Wahrscheinlich trat hier auch ein weiterer hemmender Faktor auf. Der lange Tag und die höhere Temperatur sind optimal für weitere Entwicklung (Phasen C → D im

Modell von PURVIS und GREGORY; d. h. eigentliche Lichtphase). Auch wenn die Pflanzen sogar durch die B → C-Phase hindurchgingen, müßte eine längere Wirkung des Kurztages einen hemmenden Einfluß auf die Entwicklung in der C → D-Phase ausüben, was sich in weiterer Verzögerung des Ährenschiebens äußert.

Phänotypisch tritt, wie aus der Tab. 3 ersichtlich ist, die frühere oder spätere Kurzttagwirkung mit beinahe gleicher Intensität auf.

Zu 3. Bei nichtjarowisiertem Roggen übt nach GOTT, PURVIS und GREGORY (1955) die Tageslänge in der Periode der ersten 3 Wochen auf seine Entwicklung keinen Einfluß aus. Sonst aber erfolgt die Entwicklung bei Dauerbelichtung schneller als beim Kurzttag.

Obige Angaben widersprechen den früheren Ergebnissen derselben Forscher und denjenigen von VOSS.

In unserem Versuch stellten wir, trotz der Annahme, daß niedrige Temperatur teilweise durch den Kurzttag ersetzt werden könnte, in den Serien mit dem verkürzten Tag keine Entwicklungsbeschleunigung fest. Der einzige Fall, wo bei nichtjarowisiertem „Petkus“-Roggen einzelne Pflanzen zum Ährenschieben kommen konnten, betrifft die Versuchsserie, die die ganze Zeit hindurch am normalen langen Tag im kühleren Jahr 1955 wuchs.

Die Behauptung von PURVIS und GREGORY, daß der nichtjarowisierte Roggen sich bis zur Zeit von „flower initiation“ ähnlich wie eine Kurzttagpflanze verhält, bedarf weiterer Nachprüfung.

Weitere Bearbeitung erfordert auch die Frage des Vorhandenseins und des Charakters der sogen. „Skotophase“, d. h. des Zeitraumes, in welchem ein günstiger Kurztageinfluß nach der Jarowisation erfolgen soll, bzw. die Erklärung des verschiedenartigen Charakters dieses Einflusses in Abhängigkeit von der Temperatur, wie aus unseren Versuchen hervorgeht.

Zusammenfassung

1. Die Versuche sind durchgeführt worden mit dem Zweck, den Einfluß der periodischen Tagesverkürzungen auf die nichtjarowisierten und jarowisierten Roggensorten von sehr verschiedener Herkunft nachzuprüfen.

In allen Fällen wurde eine hemmende Wirkung des Kurztages auf die generative Entwicklung der Pflanzen und damit auf die Grünmassenerträge festgestellt.

2. Eine hemmende Wirkung des Kurztages trat unabhängig davon auf, ob diese Wirkung am Anfang des Wuchses oder in späteren Wuchsperioden angewandt wurde. Die Hemmungsintensität wies eine deutliche Abhängigkeit von der Kurzttagzahl auf.

3. Es wurde keine günstige Wirkung des Kurztages auf nichtjarowisierte bzw. nicht völlig jarowisierte Pflanzen beobachtet.

4. Die Versuche wurden mit zwei Roggensorten von sehr verschiedener Herkunft, und zwar „Petkus“ und „Wiatka“ (nordrussische Sorte) durchgeführt, wobei keine wesentlichen Reaktionsunterschiede der beiden Sorten festgestellt wurden.

5. Beide Sorten zeigten deutlich ihren Populationscharakter in bezug auf die thermische Reaktion. Unter dem Einfluß sowohl der Jarowisationsdauer als auch des Kurztages erfolgte eine deutliche Biotypensegregation innerhalb der Sorten.

6. Da die Versuchsergebnisse im Vergleich mit vielen früheren Versuchen teilweise wesentliche Unterschiede aufwiesen, wurde eine eingehende Diskussion durchgeführt, in welcher verschiedene Hypothesen besprochen wurden.

Literatur

1. VOSS, I.: Pflanzenbau 15, (1939). — 2. KRESS, H.: D. Deutsche Landw. V. S. 474 (1954). — 3. AZZI, G.:

Agricultural Ecology S. 280 London (1956.) — 4. HARDER, R. u. D. von DENFFER: Der Züchter 9, 17 (1937). — 5. RASUMOW, W. I.: Die Umwelt und die Eigenschaften der Pflanzenentwicklung, Moskau 1954. — 6. MARKOWSKI, A. u. A. BARBARO: Roczn. Nauk. Roln. 73, H. 1 (1956). — 7. PURVIS, O. N. u. F. G. GREGORY: Ann. of Botany 16, 1 (1952). — 8. NAPP-ZINN, K.: Planta 50, 177 (1957). — 9. MARKOWSKI, A. u. K. KLOCKO: Roczn. Nauk. Roln. 77, H. 1 (1957). — 10. GOTT, M. B., F. G. GREGORY u. O. N. PURVIS: Ann. of Bot., 19, S. 87 (1955). — 11. JUNGES, W.: Ztschr. f. Pflanzenzücht. 38, 57 (1957).

Aus dem Institut für Forstwissenschaften Eberswalde der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Zweigstelle für Forstpflanzenzüchtung Waldsiedersdorf

Die Untersuchung der phototropischen Reaktion als Auslesemethode bei Kiefernssämlingen auf Gradschäftigkeit

Von OTTO SCHRÖCK

Mit 6 Abbildungen

Ein eindrucksvolles Bild von den möglichen Abweichungen zwischen Phänotyp und Genotyp hat DENGLE (1) für die Stammform der Kiefer gegeben. Während die Nachkommen der krummschäftigen Kiefer von der Napoleonstraße im Kreise Deutsch-Eylau gradschäftig, schmalkronig und schneedruckfest waren, hatte die krummschäftige Kiefer von der Schepp'-Allee bei Darmstadt wieder krummwüchsige breitkronige und schneedruckempfindliche Nachkommen ergeben. Trotz unterschiedlicher erblicher Veranlagung waren die beiden Ausgangsbäume unter dem Einfluß der Umweltsverhältnisse, wie Freiland und windgeschützte Lage, krummschäftig und sperrwüchsig geworden. Die zwischen den beiden phänotypisch ähnlichen Individuen bestehenden genetischen Unterschiede traten jedoch an ihren generativen Nachkommenschaften deutlich hervor. Welche Umwelteinflüsse für die Krummschäftigkeit der beiden Altbäume verantwortlich gewesen sind, kann durch eine Nachkommenschaftsprüfung natürlich nicht untersucht werden. An dem obigen Beispiel ist aber offensichtlich geworden, daß im Falle des Baumes der Schepp'-Allee bei Darmstadt die Schneedruckempfindlichkeit für die Krummschäftigkeit verantwortlich sein kann, während für die gleiche phänotypische Ausbildung der Kiefer von der Napoleonstraße andere Umwelteinflüsse maßgeblich gewesen sein müssen. Als weitere Ursache der Krummschäftigkeit kann außer dem Verlust der Triebspitze als Folge von Verbiß oder Beschädigung derselben durch pilzliche, tierische oder atmosphärische Einwirkungen auch die starke Empfindlichkeit einer Kiefer gegen seitliche Belichtung verantwortlich sein. In jedem Kiefernbaumholzbestand finden sich in unterschiedlicher Zahl Individuen, die deutliche Stammkrümmungen durch Einwachsen ihrer Kronen in Lücken des Kronendaches aufweisen. Besonders auffallend ist dies auch bei Laubhölzern an Bestandesrändern zu beobachten, wie ich es auch für einen Klon von *Robinia pseudacacia* (4) zeigen konnte.

Die Untersuchungen SCHMIDTS (3) und KARSCHONS (2) ergaben eine eindeutige Beziehung zwischen der Herkunft des Kiefernssämlings und der phototropischen Reaktion der Sämlinge auf Seitenlicht. Ersterer konnte zeigen, daß das in Mitteleuropa für andere Eigenschaften der Kiefern festgestellte Ostwestgefälle auch

bei der phototropischen Reaktion zu beobachten ist. Sämlinge ostpreußischer Provenienzen zeigten nur eine geringe Reaktion auf Seitenlicht, während Herkünfte aus der Rhein-Main-Ebene stark reagierende Sämlinge ergaben. Nach SCHMIDTS (3) Beobachtungen lieferten krummschäftige Kiefern, die eine starke Neigung zum Einwachsen ihrer Kronen in Lücken des Kronendaches zeigen und dadurch Stammkrümmungen ausbilden, Sämlinge mit stärkerer phototropischer Reaktion als gradschäftige Bäume, die keine Neigung zum Einwachsen in Lücken des Kronendaches aufweisen. Der Anteil an Stämmen, die zur Krummschäftigkeit neigen und damit auch phototropisch stärker reagieren, nimmt von Nordosten nach Südwesten immer mehr zu. SCHMIDT (3) führt diese Änderung auf eine nach Nordosten stetig zunehmende Ausmerzungen breitkroniger und zur Krummschäftigkeit neigender Typen zurück. Eine Bestätigung fanden diese Beobachtungen durch die Untersuchungen KARSCHONS (2) an Kiefernkeimlingen von Populationen verschiedener Höhenlagen der Schweiz. Die Keimlinge aus autochthonen Populationen der Tieflagen in der Schweiz weisen eine höhere phototropische Reaktion auf als solche von Hochlagenherkünften, und die Keimlinge von autochthonen Herkünften der mittleren Höhenlagen von 800—1300 m besitzen eine mittlere phototropische Reaktion.

Beide Autoren haben ihre Untersuchungen vornehmlich an Provenienz- oder Bestandessaatgut durchgeführt. Ihre nur in geringem Umfang vorgenommenen Prüfungen an Saatgut von Einzelbäumen ergaben ebenfalls unterschiedliche Reaktionen der untersuchten Bäume. Es müßte daher die Ermittlung der Stärke der phototropischen Reaktion auch zur Charakterisierung von Einzelbäumen und zur Auslese auf geringe Reaktion aus Kreuzungspopulationen geeignet sein.

Als Maß der phototropischen Reaktion wird die Größe der seitlichen Abweichung der Hypokotylspitze von ihrer Stellung beim Beginn der Belichtung während einer bestimmten Reaktionszeit gemessen. Bei unterschiedlicher Wachstumsgröße der Hypokotyle während der Reaktionszeit muß auch die Abweichung der Hypokotylspitze variieren. Die Abb. 1 veranschaulicht diesen Zusammenhang zwischen Wachstumsgröße und Größe des Abweichungswinkels.