

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Bernburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Das Wachstum junger Maispflanzen in Beziehung zu ihrem Zucker-, Rohprotein- und Carotingehalt unter besonderer Berücksichtigung unterschiedlicher Tageslängenverhältnisse

Von A. WINKEL, R. FOCKE und W. FRANZKE

Mit 6 Abbildungen

In den nördlichen Anbaugebieten haben Maissorten mit einem schnellen Jugendwachstum eine besondere Bedeutung. JERMILOW (1958) weist im Nichtschwarzerdegebiet der SU nach, daß in ganz frühen Wachstumsstadien die Grünmassebildung pro Zeiteinheit relativ gering ist. Erst 4 Wochen nach dem Aufgang setzt ein intensives Wachstum ein. In mehrjährigen Meßversuchen wurde das für die DDR bestätigt (BELLMANN u. a. 1961). Das führt in der Praxis des Maisanbaues in Norddeutschland dazu, daß „bis in den Juni hinein auf den Maisschlägen praktisch nichts zu sehen ist“ (JUNGEHÜLSING 1955). Die Maiszüchtung sollte daher bemüht sein, für diese Gebiete Sorten zu entwickeln, die sich unter ungünstigen Witterungsbedingungen durch eine hohe Zuwachsrates in den ersten 4–5 Wochen nach dem Aufgang auszeichnen (WINKEL 1961).

Die Aussichten, durch züchterische Maßnahmen das Jugendwachstum von Mais zu verbessern, sind gut. Auf eine große Variabilität dieses Merkmals wurde unter anderem von GÖRLITZ und SPECHT (1959) hingewiesen. Die 1961 zugelassene Hybride „Siloma“ (Bernburg W 802) kommt bereits der Forderung nach einer guten Zuwachsrates in den ersten Wochen nach dem Aufgang entgegen (HAHN 1961). Das Ziel, leistungsfähigere Hybriden mit noch besserem Jugendwachstum zu züchten, wird leichter zu erreichen sein, wenn zusätzlich die Ursachen für die unterschiedliche Stoffproduktion während früher Wachstumsphasen bekannt sind.

Wir haben zu diesem Zweck die Trockensubstanzbildung von 4 verschiedenen Maissorten in 3 Gefäßversuchen bis jeweils 36 Tage nach ihrem Aufgang verfolgt und zunächst die Veränderungen im Zucker-, Rohprotein- und Carotingehalt beobachtet. Da nach MOSCHKOV (1935) die photoperiodischen Bedingungen „die gesamte Lebenstätigkeit der Pflanze und ihre verschiedensten Merkmale“ beeinflussen, wurden in unseren Versuchen die Maispflanzen unterschiedlichen Tageslängenverhältnissen ausgesetzt, um dadurch mögliche Zusammenhänge zwischen dem Zuwachs und Veränderungen in den Inhaltsstoffen besser zu erkennen.

1. Methodik

a) Gefäßversuch

Die Aussaat-, Aufgangs- und Schnittermine der 3 in Bernburg im Jahre 1961 durchgeführten Gefäßversuche sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Der Mais wurde einheitlich in Mitscherlichgefäßen (Höhe 20 cm, Durchmesser 20 cm) angezogen. Als Erds substrat (5,5 kg abs. tr./Gefäß) diente ein Sand-Torf-Gemisch, das im Verhältnis 5:2 hergestellt

Tabelle 1. Aussaat, Aufgangs- und Schnittermine der Gefäßversuche.

Versuch	Aussaat	Aufgang	5 Tage	15 Tage	25 Tage	36 Tage
			nach Aufgang			
XX	4. 4.	9. 4.	14. 4.	24. 4.	4. 5.	15. 5.
XXXIII	30. 5.	4. 6.	9. 6.	19. 6.	29. 6.	10. 7.
LIII	8. 8.	13. 8.	18. 8.	28. 8.	7. 9.	18. 9.

wurde und zur Nährstoffanreicherung in 2 gleich großen Gaben (5 und 15 Tage nach dem Aufgang) insgesamt folgende Düngermengen als Nährlösung erhielt (SCHARRER und SCHREIBER 1942):

0,8 g N als Ammoniumnitrat	= 2,288 g/Gef.
1,2 g P_2O_5 als Superphosphat	= 7,140 g/Gef.
2,0 g K_2O als Kaliumsulfat	= 3,700 g/Gef.

Je Gefäß kamen 35 Korn zur Aussaat. Zur Schaffung gleicher Ausgangsbedingungen für alle Versuche blieben die Gefäße bis zum Aufgang des Mais bei Temperaturen von 20° C. Von jeder Variante wurden in den Versuchen XXXIII und LIII beim ersten und zweiten Schnitt je Gefäß 10 Pflanzen, beim dritten und vierten Schnitt je 7 Pflanzen entnommen. Im Versuch XX standen nur 5 Pflanzen für den zweiten bis vierten Schnitt zur Verfügung. Um für die chemischen Analysen ausreichend Pflanzenmaterial zu erhalten, waren für die beiden ersten Schnitte je Variante 8 Wiederholungen und für die beiden letzten 4 Wiederholungen vorhanden. Die Gefäße standen im lat. Quadrat auf Vegetationswagen an geschützter Stelle im Freiland. Zur Lichtbehandlung und zur Regulierung der Wasserverhältnisse konnten sie leicht in die Kabine gefahren werden.

Lediglich im Versuch XX blieben die Wagen wegen der niedrigen Außentemperaturen Ende April auch tagsüber in der Vegetationshalle.

Kurztagbehandlung (9 Stunden)

Der Mais blieb von 7–16⁰⁰ Uhr den normalen Tageslichtbedingungen ausgesetzt. Ab 16⁰⁰ Uhr stand er dunkel in einer Kabine, in der mit Hilfe eines Kontaktthermometers die Temperatur durch eine elektr. Zusatzheizung und einen Ventilator auf 20° C ($\pm 1,5^\circ$) gehalten wurde.

Langtagbehandlung (16 Stunden)

Von 7–16⁰⁰ Uhr erhielt der Mais wie die Kurztagvariante normales Tageslicht. Von 16⁰⁰–23⁰⁰ Uhr wurde er mit Hilfe von 3 Quecksilberdampf lampen mit Leuchtstoffbelag (HQL) je 250 Watt zusätzlich belichtet. Der Abstand der Lichtquellen von den Pflanzen war regulierbar und betrug während der Exposition annähernd 50 cm (Helligkeitsverteilung und Darstellung der Tageslängenverhältnisse Abb. 1 a

und 1 b). Die Temperaturen wurden wie in der Dunkelkammer eingestellt. Nach den Ergebnissen von KLESCHNIN (1960) erschien es günstig, den Boden mit 60% der vollen WK zu versorgen, um eine möglichst geringe Differenz zwischen der Blatt- und Raumtemperatur zu erreichen. In Tab. 3 sind die durchschnittlichen Temperaturen für die Perioden zwischen den Schnitten zusammengestellt. Die Nachttemperaturen bis 7⁰⁰ Uhr morgens lagen einheitlich bei +20 °C ($\pm 1,5^\circ$ C).

Tabelle 2. Durchschnitt der Tagesminima und -maxima sowie der Temperaturwerte von 12⁰⁰ und 16⁰⁰ Uhr für die Perioden zwischen den Schnitten in Grad Celsius.

XX	Min.	Max.	12 ⁰⁰	16 ⁰⁰
1.— 5. Tag	15,3	25,6	22,2	22,6
6.— 15. Tag	17,3	26,8	21,3	20,3
16.— 25. Tag	17,3	23,6	19,9	19,8
26.— 35. Tag	17,4	26,8	21,5	22,5
Ø 1.— 35. Tag	16,8	25,7	21,2	21,3

XXXIII

1.— 5. Tag	19,1	30,5	27,2	27,4
6.— 15. Tag	17,1	27,2	23,7	23,7
16.— 25. Tag	19,9	31,8	27,8	25,7
26.— 35. Tag	20,9	29,6	26,0	25,4
Ø 1.— 35. Tag	19,3	29,8	26,2	25,6

LIII

1.— 5. Tag	13,3	23,4	16,0	17,4
6.— 15. Tag	16,5	25,3	22,4	22,2
16.— 25. Tag	17,8	29,0	26,6	25,4
26.— 35. Tag	16,0	24,0	21,5	20,4
Ø 1.— 35. Tag	15,9	25,4	21,6	21,4

Die Untersuchungen wurden mit 4 Sorten, deren Kornmerkmale in Tab. 3 angegeben sind, durchgeführt.

Tabelle 3. Angaben über das Versuchssaatgut.

	Schindelmeiser (frei abblühende Sorte)	WIR 25 (Doppelhybride)	Siloma* (Sorten-Linienhybride)	D 480 (Inzuchtlinie)
Kornfarbe	gelb	weiß	hellgelb	orange-gelb
Kornform	Hart	Zahn	Hart	Zahn
Gesamtcarotinoide mg%	0,24	0,02	0,19	0,52
TKM	330	223	330	190
Keimfähigkeit%	98	99	98	96

* Schindelmeiser × WIR 25

Die ersten 3 Sorten schienen, bekannt durch ihre Differenzen im Jugendwachstum, für unsere physiologischen Untersuchungen geeignet. D 480 diente wegen ihres relativ hohen Carotinoidgehalts im Korn als Vergleichsvariante.

Gleichmäßig große Körner wurden mit einer normalen Dosis TMTD trocken gebeizt und 2 cm tief in das Sand-Torf-Gemisch ausgelegt.

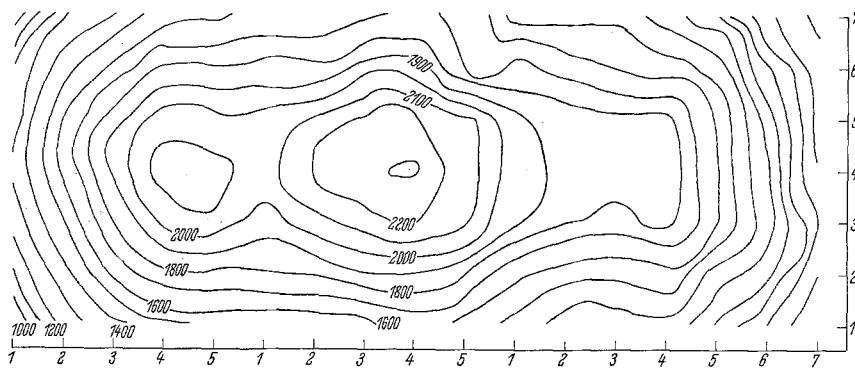


Abb. 1a. Lichtverteilung unter HQL 250 (Lichtfeld 3 HQL 250, Entfernung des Meßinstrumentes von den Lichtquellen 0,50 m, Lampenabstand 0,90 m, Abstand der Meßstellen 0,18 m, Isoluxen je 100 Lux). *

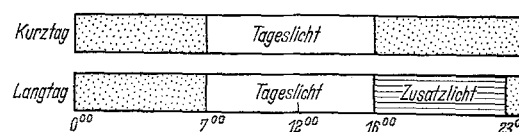


Abb. 1b. Tageslängenverhältnisse.

b) Feststellung der Trockenmasse, Längenmessungen und Ermittlung des Blattstadiums

Nach der Dunkelbehandlung von 15 bzw. 8 Std. wurde der Mais morgens früh 7⁰⁰ Uhr geschnitten, sofort frisch gewogen, gemessen und die Zahl der Blätter festgestellt. Nach Abnahme des frischen Materials für die Zucker- und Carotinbestimmungen erfolgte die Ermittlung der Trockensubstanz, nachdem zuvor die Länge jeder einzelnen Pflanze vom untersten Knoten bis zur Spitze des längsten Blattes gemessen war. Das Blattstadium errechnete sich aus der Anzahl der voll und bis zur Hälfte ausgebildeten Blätter.

Der Mais wurde in die beiden Fraktionen Blatt und Stengel getrennt. Beim ersten Schnitt konnte jedoch darauf verzichtet werden, da die Pflanzensubstanz fast ausschließlich aus Blättern bestand. Während beim Versuch XX die Massen für die Fraktionen Blatt und Stengel getrennt ermittelt wurden und für die chemische Analyse nur eine Mischprobe zur Verfügung stand, erfolgte in den Versuchen XXXIII und LIII auch die Bestimmung der Inhaltsstoffe getrennt in jeder Fraktion.

c) Chemische Analysen

Zur Extraktion der Zucker wurden 10 g frisches, zerkleinertes Pflanzenmaterial mit 100 ml 95%igem Äthylalkohol 1 Stunde auf dem Wasserbad zum Sieden erhitzt. Nach Abgießen des Lösungsmittels wurde nochmals mit 100 ml 80%igem Äthylalkohol 1 Stunde heiß extrahiert, abfiltriert und der Extraktionsrückstand mit Alkohol gewaschen. Die Weiterverarbeitung der vereinigten Äthanolauzüge und die analytische Bestimmung der Mono- und Disaccharide erfolgte wie bereits früher beschrieben (Focke u. a. 1961).

Der Rohproteingehalt wurde im feingemahlenden, luftgetrockneten Material (Trocknung unter schonenden

* Herrn Dr. Seidel und seinen Mitarbeitern von der Hochschule für Landwirtschaft in Bernburg sei auch an dieser Stelle für die Ausführung der Lichtmessungen gedankt.

Bedingungen bei 60° C) wie üblich nach der Kjeldahl-methode (Umrechnungsfaktor 6,25) ermittelt.

Die Bestimmung des Carotins im frischen Pflanzenmaterial erfolgte nach der bereits früher publizierten Methode (Focke u. a. 1961). Zur Ermittlung des Carotinoidgehaltes im Maiskorn wurde das staubfein gemahlene Material unter Hydrochinonzusatz und Wasserkühlung im Homogenisator (50000 U/Min.) mit Methanol erschöpfend extrahiert. Nach Verteilung der Farbstoffe zwischen 90%igem Methanol und Petroläther zur Abtrennung des unwirksamen Xeaxanthins erfolgte die Messung der Extinktion der Petrolätherlösung im Pulfrich-Photometer mit Filter S 47.

2. Ergebnisse

a) Allgemeine Beobachtungen

Der Aufgang war in dem leichten Sand-Torf-Gemisch unter günstigen Temperatur- und Wasserbedingungen in den drei Versuchen bei allen Sorten gleichmäßig gut (Dauer 5 Tage). Unmittelbar nach dem Aufgang waren in der Blattfarbe deutliche Unterschiede zwischen der Kurz- und Langtagvariante zu erkennen. Das Zusatzlicht bedingte ein dunkleres Grün der Blätter. Diese Unterschiede wurden mit fortschreitender Pflanzenentwicklung schwächer, waren aber bis zum letzten Schnitt sichtbar. Stärkere Sonneneinstrahlung und höhere Tagestemperaturen führten vor allem im Versuch XXXIII zu einer Angleichung der Blattfarbe in beiden Behandlungsvarianten.

Dickson (1923) beschrieb bereits die Abhängigkeit der Blattfärbung beim Mais von den Temperaturen. Die Farbe wurde dabei im wesentlichen durch die Bodentemperaturen bestimmt. Zwischen 16° und 24° C waren die Blätter dunkelgrün, bis 12° C wurden sie heller und darunter chlorotisch. In unseren Versuchen hat wohl weniger die Temperatur als vielmehr die unterschiedliche Lichtmenge zu den Differenzen in der Blattfärbung beigetragen. Die Lufttemperaturen lagen meist zwischen 16° und 25° C. Es muß berücksichtigt werden, daß bei Versuch XXXIII die Kurztagvariante bereits starker Sonneneinstrahlung ausgesetzt war und dadurch vielleicht die Farbdifferenzen geringer erschienen.

b) Blattstadium, Pflanzenlänge und Pflanzenmasse

In Tabelle 4 und 5 sind die Durchschnittswerte für die Blattzahl und für die Pflanzenlänge zusammengestellt. Aus der Übersicht geht hervor, daß die Zusatzbelichtung das Blattstadium nur anfänglich, die Pflanzenlänge aber bis auf eine Ausnahme immer positiv beeinflußt hat, so daß in den Versuchen XXXIII und LIII die Kurztagvariante beim letzten Grünschnitt bei meist geringerer Pflanzenlänge eine höhere durchschnittliche Blattzahl als die Langtagvariante erreichte.

Bei der Inzuchtlinie D 480 war die Wachstumsstagnation am deutlichsten ausgeprägt. Unter Kurz- und Langtagbedingungen blieb diese trotz etwa

Tabelle 4. *Blattstadium.*

Versuch	Schnitt	Schind.		WIR 25		Siloma		D 480	
		A	B	A	B	A	B	A	B
XX	1	2,5	2,1	2,4	2,1	2,5	2,3	2,4	2,0
	2	4,5	3,8	4,4	3,7	4,8	4,1	4,2	3,7
	3	6,2	5,5	6,4	5,5	6,6	5,9	6,0	5,6
	4	7,4	6,4	7,4	6,6	7,0	6,8	6,7	6,1
XXXIII	1	2,9	2,7	2,6	2,6	2,8	2,7	2,6	2,6
	2	4,8	4,4	4,6	4,2	4,7	4,4	4,2	4,0
	3	6,4	6,5	6,3	6,7	6,4	6,7	6,8	6,3
	4	7,1	8,1	7,0	8,1	7,4	8,2	7,5	8,0
LIII	1	2,4	2,2	2,4	2,3	2,5	2,4	2,4	2,0
	2	4,9	4,1	4,6	4,0	4,6	4,0	3,9	3,6
	3	6,8	7,0	7,1	6,9	7,3	7,2	7,0	6,8
	4	7,6	7,9	7,6	7,7	7,6	8,1	7,5	7,6

A = Langtag, B = Kurztag

Tabelle 5. *Pflanzenlängen in cm.*

Versuch	Schnitt	Schind.		WIR 25		Siloma		D 480	
		A	B	A	B	A	B	A	B
XX	1	12,3	9,1	10,9	8,9	13,3	10,6	10,7	8,7
	2	45,4	28,3	36,0	25,7	47,9	31,4	31,3	22,1
	3	68,0	47,4	58,2	41,7	66,0	51,7	45,7	32,8
	4	98,2	64,3	90,4	70,4	95,7	72,9	72,2	51,4
XXXIII	1	14,1	13,3	12,1	11,8	14,1	13,1	11,9	11,6
	2	39,9	33,4	30,0	25,0	37,4	32,0	27,0	24,4
	3	57,5	54,9	53,6	44,0	57,2	53,6	48,0	40,4
	4	69,2	67,0	66,1	67,6	67,9	67,1	61,9	57,3
LIII	1	11,9	9,2	11,7	9,5	13,2	10,7	10,9	8,6
	2	39,0	31,4	32,3	28,2	38,9	33,0	28,8	22,9
	3	66,9	60,1	62,3	47,7	68,2	59,9	49,6	39,2
	4	88,1	74,5	83,2	64,5	85,1	78,8	65,6	52,0

A = Langtag, B = Kurztag

Tabelle 5a. *Grenzdifferenzen für P = 5% und 1% der Pflanzenlänge in cm.*

			3. Schnitt		4. Schnitt	
			A	B	A	B
XX	GD	5%	7,4	2,5	8,5	5,2
		1%	11,2	3,8	12,8	7,9
XXXIII	GD	5%	4,5	4,9	6,0	2,5
		1%	6,8	7,5	9,0	3,8
LIII	GD	5%	3,3	7,5	7,7	6,5
		1%	5,0	11,3	11,6	9,9

Tabelle 6. *Masse (Stengel + Blatt) der Einzelpflanzen in mg, bezogen auf Trockensubstanz.*

Versuch	Schnitt	Schindelm.		WIR 25		Siloma		D 480	
		A	B	A	B	A	B	A	B
XX	1	51	35	37	30	57	47	37	28
	2	281	143	194	116	324	171	159	87
	3	930	437	671	366	1057	547	487	284
	4	2080	975	1881	1197	2461	1481	1165	680
XXXIII	1	70	64	47	47	68	66	45	44
	2	347	250	208	158	313	244	167	155
	3	1091	1072	1059	785	1230	1088	880	626
	4	2254	2230	2195	1985	2251	2344	1776	1624
LIII	1	48	38	41	34	57	47	37	26
	2	289	198	224	174	313	204	159	108
	3	1503	1296	1369	929	1489	1320	848	663
	4	2769	2218	2647	1705	2771	2569	1428	992

A = Langtag, B = Kurztag

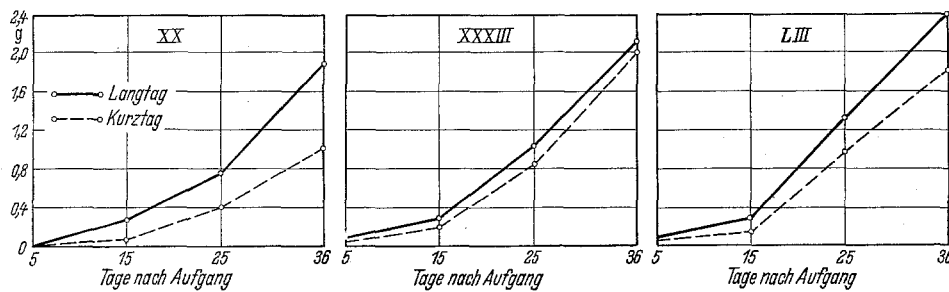


Abb. 2. Verlauf der Trockenmassebildung (Mittel von 4 Sorten).

gleicher Blattentwicklung im Längenwachstum zurück. Schindelmeiser und Siloma unterschieden sich allgemein im Längenwachstum unter Langtagbedingungen wenig. Im 9-Studentag bestand hingegen vor allem im Versuch XX und LIII eine Differenz zugunsten der Hybride Siloma.

Die Zusatzbelichtung wirkte sich positiv auf die Trockensubstanzbildung aus (Tab. 6). Die Pflanzen hatten nach der Langtagbehandlung in allen 3 Versuchen im Durchschnitt aller Sorten eine höhere Gesamtmasse als im Kurztag. Unter den relativ höheren Temperaturbedingungen des Versuchs XXXIII waren vor allem bei den Sorten Schindelmeiser und Siloma die Differenzen zwischen den beiden Tageslängenvarianten gering.

Am Ende der Versuchsperiode, nach 36 Tagen, erreichte der Mais im Versuch XX die niedrigste Masse (Abb. 2). Deutlich waren die Sortenunterschiede in der Durchschnittsmasse der Einzelpflanzen erhalten geblieben, sie zeigten ähnlich den Längen die gleiche Tendenz (Tab. 6).

Die Pflanzen der Hybride „Siloma“ hatten von allen geprüften Sorten die besten Massenzunahmen in den ersten 5 Wochen nach dem Aufgang. Diese Hybride wurde auch durch die Kurztagbedingungen im Vergleich zu den übrigen Sorten in der Trockenmasse am wenigsten beeinflusst.

Blattanteil

Aus den Blatt- und Stengelmassen, die ab 2. Schnitt in allen Versuchen getrennt bestimmt wurden,

Tabelle 7. Blattanteil in % in Abhängigkeit von der Sorte und der photoperiodischen Behandlung (Mittel aus drei Schnitten und drei Versuchen, bezogen auf Trockenmasse).

	Schindelmeiser	WIR 25	Siloma	D 480
1. Langtag	64,9	65,6	64,7	68,2
2. Kurztag	66,6	67,7	66,1	69,2
3. Mittel	65,8	66,6	65,4	68,7

konnte der Blattanteil errechnet werden. Die Blattmasse betrug im Durchschnitt etwa 2/3 der Gesamtmasse der oberirdischen Pflanzensubstanz bezogen auf die abs. trockene Masse. Im Kurztag hatten die Pflanzen aller Sorten einen höheren Blattanteil. Die schwachwüchsigen Sorten WIR 25 und D480 (Tab. 7) zeigten immer gegenüber den Sorten Schindelmeiser und Siloma einen größeren Blattanteil.

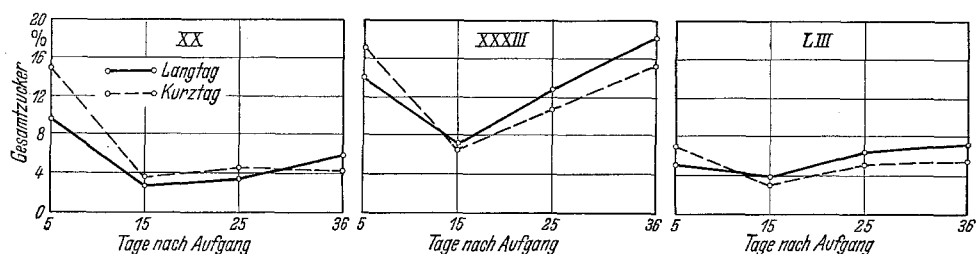


Abb. 3. Zuckergehalt (Mono- und Disaccharide) in der Gesamtpflanze (Mittel von 4 Sorten, bezogen auf Trockenmasse).

c) Inhaltsstoffe

Um die unterschiedliche Stoffverteilung in den Organen zu erfassen, wurde ab 2. Schnitt der Versuche XXXIII und LIII der Gehalt an Mono- und Disacchariden sowie Rohprotein in den Fraktionen Blatt und Stengel getrennt

bestimmt. Die Ermittlung des Carotingehalts erfolgte nur in den Blättern.

Zucker

Obwohl bekannt war (MILLER 1924), daß in den Maisblättern der Gesamtzuckergehalt morgens unmittelbar vor Sonnenaufgang am geringsten ist, wählten wir diesen Zeitpunkt für unsere Untersuchungen. Dadurch hatte der Mais aller Varianten vor dem Schnitt immer die gleichen dissimilatorischen Voraussetzungen. Fünf Tage nach dem Aufgang hatten die Pflanzen der Kurztagvariante in allen 3 Versuchen den höchsten Gesamtzuckergehalt. Die Überlegenheit blieb im Versuch XX auch in den beiden nächsten Schnitten, also nach 15 und 25 Tagen, bestehen. Zu allen übrigen Terminen war der Gesamtzuckergehalt bei den Pflanzen der Langtagvariante immer höher. Während er vom ersten zum zweiten Schnitt in beiden Tageslängenvarianten um mehr als die Hälfte abnahm, erfolgte bis zum dritten Schnitt wieder eine Zunahme, durch die aber der Zuckergehalt der ersten Untersuchung noch nicht wieder erreicht werden konnte. Die niedrigsten Zuckerwerte wurden im Versuch XX und die höchsten im Versuch XXXIII gefunden (Abb. 3).

Tabelle 8. Zucker-, Rohprotein- und Carotingehalt in Abhängigkeit von der Sorte (Mittel aus allen Versuchen, Schnitten und Behandlungen).

Merkmal	Schindelmeiser	WIR 25	Siloma	D 480
% Gesamtzucker in Blatt u. Stengel (in der Trockenmasse)	8,56	8,09	8,56	7,42
% Monosaccharide in Blatt u. Stengel (in der Trockenmasse)	6,73	6,14	6,62	5,58
% Disaccharide in Blatt u. Stengel (in der Trockenmasse)	1,83	1,94	1,94	1,83
% Rohprotein in Blatt u. Stengel (in der Trockenmasse)	26,50	25,80	25,50	27,52
mg % Carotin im frischen Blatt	4,92	5,17	5,22	5,60

Sorten- und Behandlungsunterschiede waren vorhanden und traten vor allem in der Stengelfraktion hervor. Die beiden raschwüchsigen Sorten Schindelmeiser und Siloma hatten unter Kurz- und

Langtagbedingungen im Versuch LIII höhere Gesamtzuckerwerte als WIR 25 und D 480. Im Versuch XXXIII

konnte dagegen im Zuckergehalt der Stengel keine so deutliche Überlegenheit dieser Sorten nachgewiesen werden. Bedingt durch das Zusatzlicht war der Zuckergehalt aller Sorten später immer höher. Im Durchschnitt der drei Saatzeiten hatten Schindelmeiser und Siloma den höchsten Gesamtzuckergehalt. Der Stengel enthielt fast die doppelte Menge an Zucker als die Blätter (Tab. 9). An Monosacchariden war etwa die dreifache Menge gegenüber den Disacchariden nachzuweisen. Eine Beziehung beider war weder zu den Sorten noch zu den Behandlungen vorhanden (Tab. 8).

Rohprotein

Der Rohproteingehalt verhielt sich entgegengesetzt zum Zucker. Vom ersten zum zweiten Schnitt war in allen Versuchen eine Zunahme festzustellen, während bis zum vierten Schnitt eine kontinuierliche Verringerung eintrat. Der Rohproteingehalt der Kurztagvariante lag bis auf eine Ausnahme immer über der Langtagvariante (Abb. 4). Außerdem hatte die schwachwüchsige Inzuchtlinie D 480 beim letzten Schnitt jedes Versuches noch den höchsten Anteil an Rohprotein und die raschwüchsige Sorte Siloma den niedrigsten. Er war von WIR 25 anfänglich niedriger als von Schindelmeiser, so daß im Durchschnitt aller Varianten und Schnitte Schindelmeiser mehr Rohprotein enthielt. In der Tendenz hatten die beiden raschwüchsigen Sorten jedoch den niedrigsten Rohproteingehalt.

Die höchsten Rohproteinwerte wurden im Versuch XX erzielt (Abb. 4). Sie lagen im Durchschnitt

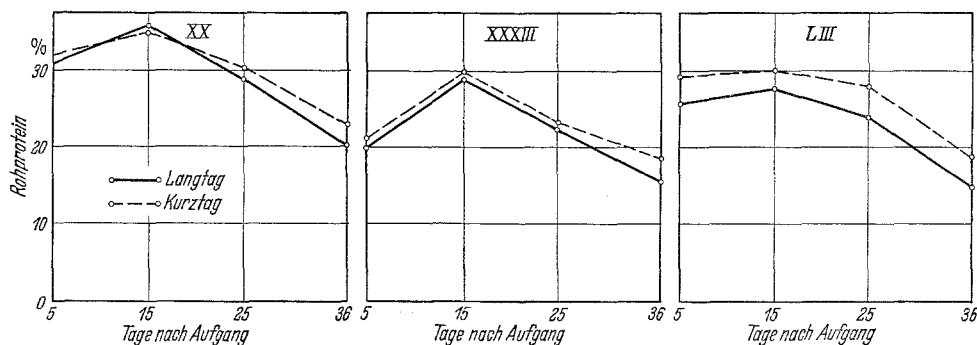


Abb. 4. Rohproteingehalt in der Gesamtpflanze (Mittel von 4 Sorten, bezogen auf Trockenmasse).

über 30%. Die Blätter enthielten stets mehr Rohprotein als die Stengel (Tab. 9).

Das Zucker : Rohproteinverhältnis der Gesamtpflanze zeigte in allen drei Versuchen die gleiche Tendenz. Der Zuckeranteil nahm vom 5. zum 15. Tag ab und stieg bis zum 36. Tag nach dem Aufgang wieder an (Abb. 5).

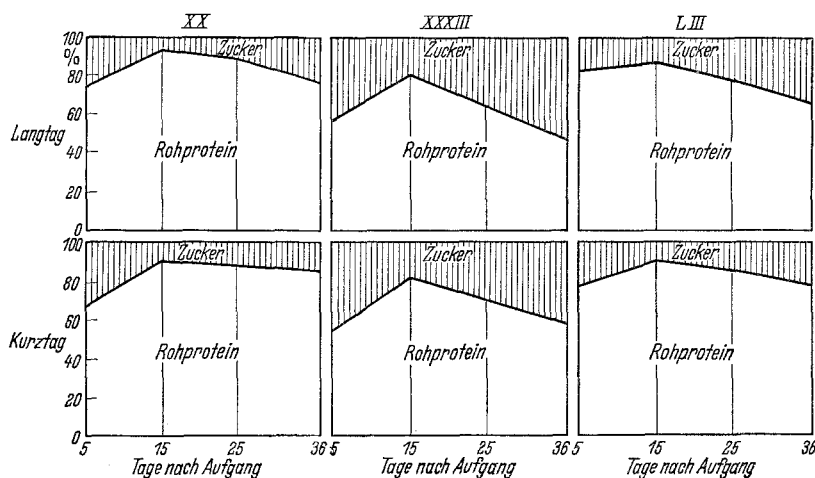


Abb. 5. Verhältnis Zucker: Rohprotein in %.

Carotin

In der Langtagvariante konnte in allen Versuchen eine größere Anreicherung von Carotin in den Blättern nachgewiesen werden. Die Überlegenheit war im Versuch XX und LIII besonders deutlich.

Sortenunterschiede waren vorhanden. Die Inzuchtlinie D 480 hatte zu jedem Untersuchungstermin den höchsten Carotingehalt. In den ersten beiden Schnitten jedes Versuches hatte die Sorte Schindelmeiser mehr Carotin im Blatt als WIR 25. Später hatte WIR 25 den höchsten Carotingehalt. Die F₁ (Siloma) lag in der Tendenz über ihren Eltern (Tab. 8).

Tabelle 9. Gesamtzucker- und Rohproteingehalt in %, bezogen auf Trockenmasse der Fraktionen Blatt und Stengel der Versuche XXXIII und LIII (Mittel aus 3 Schnitten).

			Schindelmeiser		WIR 25		Siloma		D 480	
			Blatt	Stengel	Blatt	Stengel	Blatt	Stengel	Blatt	Stengel
Zucker	XXXIII	Langtag	9,31	18,15	9,71	18,00	9,50	17,63	9,38	18,18
		Kurztag	9,96	16,66	9,00	15,71	9,12	16,02	7,64	13,66
		Mittel	9,63	17,40	9,36	16,86	9,31	16,83	8,51	15,92
	LIII	Langtag	4,16	11,72	4,27	9,79	4,40	10,94	3,39	6,77
		Kurztag	3,20	8,90	3,25	5,96	3,49	8,73	2,22	4,55
		Mittel	3,68	10,31	3,76	7,88	3,95	9,84	2,80	5,66
Rohprotein	XXXIII	Langtag	22,70	21,88	24,22	22,91	22,97	22,33	24,10	25,78
		Kurztag	25,22	23,25	25,68	24,53	23,74	23,77	26,43	26,28
		Mittel	23,96	22,57	24,95	23,72	23,36	23,05	25,27	26,03
	LIII	Langtag	23,64	20,60	23,60	19,39	22,79	19,30	27,70	22,20
		Kurztag	25,99	23,80	26,97	24,79	25,90	23,10	28,68	27,36
		Mittel	24,82	22,20	25,29	22,09	24,35	21,20	28,19	24,78

Der Carotingehalt nahm mit fortschreitender Pflanzenentwicklung zu, um dann wieder allmählich abzufallen (Abb. 6). Während unter den Bedingungen einer zusätzlichen Belichtung bereits 15 Tage nach dem Aufgang der Carotingehalt abnahm, trat die gleiche Tendenz unter Kurztagbedingungen erst 10 Tage später in Erscheinung.

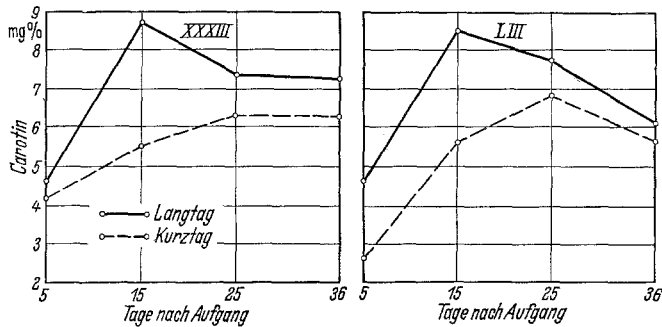


Abb. 6. Carotingehalt im Blatt (Mittel von 4 Sorten, bezogen auf Frischmasse).

3. Diskussion

In früheren Arbeiten (RAEUBER u. a. 1961 sowie BELLMANN u. a. 1961) wurden bereits die Unterschiede im Längenwachstum der Hybride Siloma und ihrer Eltern dargelegt. Diese Ergebnisse konnten im wesentlichen bestätigt und durch Ermittlung der Massen ergänzt werden. Vor allem unter Kurztagbedingungen und in den Versuchen mit geringen Durchschnittstemperaturen (XX + LIII) war die Hybride Siloma ihrem besser wachsenden Elter überlegen. Die Langtagbehandlung führte bei allen 4 geprüften Sorten an jedem Termin zu einem höheren Trockensubstanzertrag.

GARNER und ALLARD (1923) fanden bei einer gelbkörnigen Zuckermaissorte unter den Bedingungen eines 18-Stundentages ein verstärktes vegetatives Wachstum, welches im unterschiedlichen Längenwachstum zum Ausdruck kam. Auch McCLELLAND (1928) erhielt unter den natürlichen Kurztag-Bedingungen von Porto Rico durch Verlängerung des Tageslichtes mit Hilfe von 40 Watt-Blaulichtlampen eine Zunahme des vegetativen Wachstums beim Mais. WOSKRESENSKAJA (1950) erhielt durch Rot- und Blaulichtzusatzbeleuchtung ebenfalls Trockenmassezunahmen. Das Rotlicht stellte dabei die wirksamere Komponente dar. RAMALEY (1934) untersuchte mehr als 100 Arten, die fast alle im Langtag schneller wuchsen als im Kurztag. Der stärkere Zuwachs wird von ihm mit einer schnelleren Internodienstreckung erklärt. Das konnte auch durch unsere Ergebnisse für Mais bestätigt werden. Von CANEL (1938) wurden 41 Maissorten auf ihr photoperiodisches Verhalten geprüft. Für Langtagverhältnisse wird auch von ihm ein besseres Längenwachstum angegeben. IWANOW (1958), GLUSTSCHENKO (1957) und MATUSIEWICZ (1956) beobachteten beim Mais nach Kurztagbehandlung ebenfalls eine Verringerung der Wuchshöhe.

Uns interessierten aber vor allem die durch das Zusatzlicht bedingten Sortenunterschiede und die Veränderungen in den Inhaltsstoffen. Unter Langtagbedingungen erreichte die in der Jugend schwachwüchsige Sorte WIR 25 im gleichen Zeitraum fast die gleiche Trockenmasse wie die Sorte Schindelmeiser

im 9-Stundentag. Die Analysenwerte von Zucker- und Rohprotein für die Pflanzen der Kurztagvariante beim Schindelmeiser und der Langtagvariante beim WIR 25 waren jedoch sehr unterschiedlich, da die Tageslänge größeren Einfluß auf die qualitative Zusammensetzung hatte als die Sorte. Die Differenz der Analysenwerte für Zucker, Rohprotein und Carotin geben Hinweise über die Wachstumsintensität der Maispflanzen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen erkennen, daß nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Unterschiede der Trockensubstanz in verschiedenen Wachstumsabschnitten vorhanden sind. Am stärksten veränderten die beiden Beleuchtungsvarianten und die verschiedenen Aussaatzeiten die qualitative Zusammensetzung der Trockensubstanz.

Parallel mit der Zunahme der Wachstumsintensität verläuft die Erhöhung des Gesamtzuckergehaltes in der Maispflanze. Das trifft auch für die schneller wachsenden Sorten Schindelmeiser und Siloma sowie für alle Sorten unter Langtagbedingungen zu, die mit wenigen Ausnahmen immer den höheren Zuckergehalt aufwiesen. GRAINGER (1938) unterschied frühe von späten Chrysanthemensorten auf Grund ihres höheren Kohlenhydratgehaltes. Schindelmeiser und Siloma waren auch die frühen Sorten mit dem höheren Gehalt an leichtlöslichen Kohlenhydraten. Wie weit darin eine schnellere Annäherung an die „Blühreife“ gesehen werden kann, ist zunächst nicht zu beurteilen. Zusammenhänge mit der Wachstumsintensität und der Entwicklung sind allerdings zu vermuten.

Bereits von KLEBS (1913) wird der Zustand der „Blühreife“ durch eine Anreicherung der Pflanzensubstanz mit Kohlenhydraten gekennzeichnet. SCHICK (1932) gelangt sogar zu der Auffassung, „daß es sich bei dem Kohlenhydrat-Stickstoffverhältnis tatsächlich um die Ursache und nicht um eine Wirkung des Überganges zur reproduktiven Phase handelt“, wie es KLEBS (1918) nach seinen Belichtungsversuchen mit *Sempervivum Funkii* nachgewiesen hatte. Diese Auffassung wird u. a. auch von MAXIMOV (1929), LOEW (1927) und TINCKER (1928) vertreten.

JOST (1934) und später auch andere Autoren zogen die von KLEBS geäußerte Vermutung in Zweifel. Insbesondere die Arbeiten über den Einfluß der Blähormone gaben zur Kritik an der KLEBSschen Richtung Anlaß.

Von NUERNBERGK (1954) wird dann in neuerer Zeit betont, daß die Assimilation als das Primäre anzusehen ist, da sie den Wuchsstoffhaushalt und das Verhältnis Kohlenhydrate zu Eiweißstoffen reguliert.

Wir interessierten uns zunächst insbesondere für die Wachstumsvorgänge und ihre Beziehungen zu den genannten Inhaltsstoffen. Wenn auch die schneller wachsenden Pflanzen meist den höheren Zuckergehalt hatten, so kann doch nicht aus der absoluten Höhe des Zuckergehaltes direkt auf die Wachstumsintensität geschlossen werden. Hierbei scheint die Temperatur eine besondere Rolle zu spielen. Es hat den Anschein, als ob ein über dem Temperaturoptimum verlaufendes Wachstum durch eine Überproduktion an leichtlöslichen Kohlenhydraten in Erscheinung tritt. Die Stickstoffaufnahme bzw. der Rohproteingehalt der Trockensubstanz

werden dagegen unter den gleichen Bedingungen nicht in dem Maße verändert, und die Gesamtmenge an gebildeter Trockensubstanz ist geringer als unter optimalen Temperaturbedingungen.

Damit konnte auch die von SCHICK u. a. (1960) dargestellte Wachstumskurve des Maises eine Erklärung finden, nach der das Temperaturoptimum zwischen 22 und 25° C liegen dürfte. Diese Temperaturen lagen im Versuch LIII, in dem auch das höchste Endgewicht erreicht wurde, meist in diesem Bereich. In der Nacht wurden jedoch die von den Autoren angegebenen Optimalwerte mit 2° C immer überschritten. Obwohl im Versuch XX fast die gleichen Temperaturbedingungen herrschten, erreichten die Pflanzen doch nicht die hohen Massen. Das kann mit den geringeren Lichtintensitäten erklärt werden, die durch die Anzucht in einer Vegetationshalle bedingt waren. Der Rohproteingehalt nahm im Verlauf der Entwicklung ab, das wurde bereits von SACHARJEW u. a. (1957) für spätere Entwicklungsstadien beschrieben. Die frühen Sorten hatten, wie die Pflanzen unter Langtagbedingungen, einen niedrigeren Gehalt als die späteren. EVANS und THATCHER (1938) fanden ebenfalls bei frühen, mittel und späten Wiesenlieschgrasstämmen die gleichen Unterschiede. Dagegen kam RADU (1937) bei seinen Untersuchungen über die quantitative Aufnahme von Stickstoff durch Maissorten unterschiedlicher Reifegruppe nicht zu solch eindeutigen Ergebnissen. Er fand zwar eine Abnahme des Stickstoffgehalts im Verlauf der Entwicklung, Sortenunterschiede waren aber nicht zu erkennen, wenn man z. B. den Stickstoffgehalt der späten Sorte „Rumänischer aus Studina“ mit dem der frühen Sorte „Hanganese“ vergleicht.

Deutlicher als die Sortenunterschiede im Rohproteingehalt des Stengels waren die im Blatt. Ganz im Gegensatz zum Gesamtzucker, der in der Stengelfraktion die Sortenunterschiede besser erkennen ließ.

Beim Vergleich der Carotinwerte ist zu berücksichtigen, daß nach WITHROW u. a. (1953) bei der Hybride US 13 die Pigmentsynthese zwar im Dunkeln erfolgen kann, aber durch Zusatzlicht im Spektralbereich von 725—1150 m μ gefördert wird. In unserem Versuch konnte durch Verwendung von HQL-Lampen auch eine Erhöhung des Carotingehaltes unter Langtagbedingungen erzielt werden. Im Kurztag können dagegen während der 15stündigen Dunkelperiode Verluste erfolgen, da nach FRANK und KENNEY (1955) in 7 Tage alten Maispflanzen, die nach einer 8stündigen Lichtbehandlung 24 Stunden bei +27° C im Dunkeln standen, 9% des Carotins verlorengehen. Durch Behandlung der jungen Maispflanzen mit einer 3%igen Saccharoselösung verhinderten sie dagegen selbst bei längerem Lichtentzug den Abbau völlig. Es ist zu vermuten, daß die höheren Zuckerkonzentrationen der Langtagpflanzen in unserem Versuch während der Dunkelheit den Carotinabbau gehemmt haben, womit auch die höheren Werte unter Langtagbedingungen zu erklären wären. Auch BEEKMANN (1954) fand bei jungen Weizenkeimlingen, „daß bei Verbesserung der Kohlenhydratversorgung eine Förderung, bei Erschwerung eine Hemmung der Carotinbildung einsetzt“. Die Menge der gebildeten Carotinoide wird aber nicht durch die Ansammlung von Kohlenhydraten be-

stimmt, sondern ist von der Steigerung ihres Umsatzes abhängig. Die Intensität des Stoffumsatzes haben wir nicht bestimmt.

GOODWIN (1959) stellte fest, daß insbesondere bei höheren Pflanzen die Carotinsynthese ihr Maximum zur Zeit der größten Wachstumsintensität erreicht. Da diese Periode für die Maissorten zeitlich verschieden beginnt und nicht von gleicher Dauer ist, vergleichen wir den Zuwachs bei 4 Maissorten mit unterschiedlichen Wachstumsrhythmen mit ihrem Carotingehalt im Blatt. Die bereits früher (FÖCKE u. a. 1961) aufgezeigten Zusammenhänge konnten für die Sorten Siloma, Schindelmeiser und WIR 25 bestätigt werden. Auch der höhere Pigmentanteil der Langtagvariante fällt in den untersuchten frühen Zeitabschnitt mit dem schnelleren Wachstum dieser Pflanzen zusammen. Ganz anders verhielt sich jedoch die Inzuchtlinie D 480. Sie hatte von allen geprüften Sorten in ihren Blättern den höchsten Gehalt, aber die geringste Trockensubstanzproduktion. In der Zuwachsrate kann jedoch eine Inzuchtlinie nicht mit einer Hybride verglichen werden. Es muß daher in weiteren Versuchen geklärt werden, wie sich andere Inzuchtlinien mit niedrigen Carotinwerten in ihrer Stoffproduktion im Vergleich zur Linie D 480 verhalten.

Die Ergebnisse lassen außerdem bei den 4 geprüften Sorten eine Beziehung zwischen Carotinoidgehalt im Korn und in den jüngsten Blättern erkennen. Da der Mais bis nach dem 1. Schnitt ungedüngt blieb und im nährstoffarmen Sand-Torf-Gemisch angezogen wurde, waren Düngereffekte ausgeschlossen. Die genetische Veranlagung und periodische Wachstumsintensität scheinen die Carotinbildung zu beeinflussen.

WEBSTER u. a. (1949) fanden im Korn frei abblühender Sorten mehr Protein und Carotin als in Hybriden. Sie halten es für möglich, durch Züchtung diese beiden Merkmale zu verbessern.

4. Zusammenfassung

1. Die für die Sorten Schindelmeiser, Siloma und WIR 25 bekannten Wachstumskurven konnten in 3 Gefäßversuchen unter unterschiedlichen Tageslängenverhältnissen bestätigt werden.
2. Der Zuckergehalt fiel in den ersten 15 Tagen nach dem Aufgang ab und nahm dann wieder allmählich zu.
3. 5 Tage nach dem Aufgang hatten die Pflanzen mit Kurztagbehandlung den höchsten Zuckergehalt. In den folgenden Schnitten lag in der Tendenz der Zuckergehalt in der Langtagvariante höher.
4. Die raschwüchsigen Sorten Siloma und Schindelmeiser hatten im Durchschnitt aller Untersuchungen den höchsten Zuckergehalt.
5. Der Anteil der Monosaccharide am Gesamtzucker betrug im Durchschnitt aller Versuche mehr als 60%.
6. Die Stengelfraktion enthielt mehr Gesamtzucker und weniger Rohprotein als die Blattfraktion.
7. Den niedrigsten Rohproteingehalt hatten die schnellwachsenden Sorten und die Pflanzen nach Langtagbehandlung.
8. Alle 4 Sorten hatten nach der Langtagbehandlung den höheren Carotingehalt.

9. Bei den Sorten Siloma, Schindelmeiser und WIR 25 bestand eine Beziehung zwischen dem Carotinhalt im Blatt und ihrer Wachstumsintensität.

10. Die Inzuchtlinie D 480 hatte sowohl im Korn als auch in den Blättern den höchsten Carotinhalt. Es bestand keine Beziehung zur Wachstumsintensität.

Literatur

1. BEEKMANN, H.: Untersuchungen über den Umsatz von Carotinoiden in höheren Pflanzen. Z. Botanik **42**, 387—435 (1954). — 2. BELLMANN, K., A. RAEUBER, G. MEINL, CH. PFEFFER, A. WINKEL, O. MRAZEK, E. ABERG und A. SCETNEKI: Phänometrische Untersuchungen am Mais. Symposium über Fragen der Pflanzenzüchtung und Pflanzenphysiologie vom 24.—26. Juli in Groß-Lüsewitz 1961. — 3. CANEL, M.: Influencia del Foto-Periodo y de la Temperatura sobre el Desarrollo del Maiz. Archivo Fitotecnico del Uruguay **3**, 9—25 (1938). — 4. DICKSON, J. G.: Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling-blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetii*. J. Agr. Res. **23**, 837—870 (1923). — 5. EVANS, M. W., and L. E. THATCHER: A comparative study of an early, a medium, and a late strain of Timothy harvested at various stages of development. J. Agr. Res. **56**, 347—364 (1938). — 6. FOCKE, R., W. FRANZKE und E. MÜLLER: Beobachtungen über die Stoffproduktion der Maispflanze. Der Züchter **31**, 303—310 (1961). — 7. FOCKE, R., W. FRANZKE und A. WINKEL: Untersuchungen über den Carotinhalt in der Maispflanze. Der Züchter **31**, 57—61 (1961). — 8. FRANK, S., and A. L. KENNEY: Chlorophyll and carotenoid destruction in the absence of light in seedlings of *Zea mays* L. Plant Physiology **30**, 413—418 (1955). — 9. GARNER, W. W., and H. A. ALLARD: Further studies in photoperiodism, the responses of the plant to relative length of day and night. J. Agr. Res. **23**, 871—920 (1923). — 10. GLUSTSCHENKO, I. J.: Hybridmais im Nichtschwarzerdegürtel. Presse der SU. Nr. **18**, 395—398 (1957). — 11. GOODWIN, T. W.: The biosynthesis and function of the carotenoid pigments. Advances Enzymol. **21**, 295—368 (1959). — 12. GÖRLITZ, H., und G. SPECHT: Untersuchungen über Entwicklungsrhythmus, Ertragsbildung und Qualitätseigenschaften des Silomaises in Beziehung zu den Reifegruppen. Z. Landw. Versuchs- und Untersuchungswesen **5**, 530—555 (1959). — 13. GRAINGER, J.: Studies upon the time of flowering of plants. I. The relation of nocturnal translocation to the time of flowering. Ann. Appl. Biology **25**, 1—19 (1938). — 14. HAHN, P.: Neue Kulturpflanzensorten für den Anbau. Deutsche Landwirtschaft **12**, 433—436 (1961). — 15. IWANOW, W. P.: Verkürzung der Entwicklung von Maispflanzen bei differenzierter photoperiodischer Beeinflussung durch 10stündigen Lichttag (russ.). Pflanzenphysiologie **5**, 285—287 (1958). — 16. JERMILOW, G. B.: Zur Frage der Physiologie des Blühens von Pflanzen (russ.). Ber. Akad. Wiss. UdSSR **118**, 598—600 (1958). — 17. JOST, L.: Physiologie der Fortpflanzung. Handwörterb. der Naturwissenschaften, 2. Aufl., **4**, 435—450. Verlag Fischer, Jena 1934. — 18. JUNGEHÜLSING, H.: Silomais in Nordwestdeutschland. Dtsch. Landw. Presse **78**, 299—300 (1955). — 19. KLEBS, G.: Fortpflanzung der Gewächse. Handwörterb. Naturwissenschaften, 1. Aufl., **4**, 276—296. Verlag Fischer, Jena 1913. — 20. KLEBS, G.: Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. Flora, NF., **11—12** (111—112), 128—151 (1918). — 21. KLESCHNIN, A. F.: Die Pflanze und das Licht. Akademie-Verlag, Berlin 1960. — 22. LOEW, O.: Was gibt den Anstoß zur Blütenbildung? Fortschr. Landw. **2**, 105—106 (1927). — 23. MATUSIEWICZ, E.: Photoperiodische Reaktion einzelner in Polen angebauter Maissorten (polnisch). Roszniki Nauk Rolniczych, Ser. A, **74**, 45—54 (1956). — Ref. LZ II **3**, 685—686 (1958). — 24. MAXIMOV, N. A.: Experimentelle Änderungen der Länge der Vegetationsperiode bei den Pflanzen. Biol. Zbl. **49**, 513—543 (1929). — 25. McCLELLAND, R. B.: Studies of the photoperiodism of some economic plants. J. Agr. Res. **37**, 603—628 (1928). — 26. MILLER, E. C.: Daily variation of the carbohydrates in the leaves of corn and the sorghums. J. Agr. Res. **27**, 785—808 (1924). — 27. MOSCHKOV, B. S.: Photoperiodismus und Frosthärte ausdauernder Gewächse. Planta **23**, 774—803 (1935). — 28. NUERNBERGER, E. L.: Das Wirkungsspektrum des Photoperiodismus und photoformativen Effektes. Zur Technik der Strahlungsmessungen. Z. Botanik **42**, 247—282 (1954). — 29. RADU, J. F.: Der Verlauf der quantitativen Aufnahme von N, P₂O₅, K₂O, CaO und Mg durch verschiedene Maissorten. Bodenkunde und Pflanzenernährung **2**, (47), 351—383 (1937). — 30. RAMALEY, F.: Influence of supplemental light on blooming. Bot. Gaz. **96**, 165—174 (1934). — 31. RAEUBER, A., K. BELLMANN, G. MEINL, O. MRAZEK, CH. PFEFFER und A. WINKEL: Anwendung nichtlinearer Korrelationen bei phänometrischen Arbeiten an Mais. Z. Pflanzenzüchtg. **46**, 433—442 (1961). — 32. SACHARJEW, N. J., S. D. OBUCHOWA und A. S. ANDRONOW: Der Nährwert des Maises bei den verschiedenen Erntezeiten und Ernteverfahren. Presse der SU **18**, 401—405 (1957). — 33. SCHARRER, K., und R. SCHREIBER: Gefäßversuche mit verschiedenen Kalisalzen zu Mais unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Magnesiums und des Bors. Bodenkunde und Pflanzenernährung **26**, (71), 129—136 (1942). — 34. SCHICK, R.: Photoperiodismus. Der Züchter **4**, 122—135 (1932). — 35. SCHICK, R., K.-H. ENGEL u. A. RAEUBER: Über die Phänometrie des Maises. Der Züchter **30**, 97—101 (1960). — 36. TINCKER, M. A. H.: The effect of length of day upon the growth and chemical composition of the tissues of certain economic plants. Ann. Bot. **42**, 101—140 (1928). — 37. WEBSTER, J. E., J. S. BROCKS and C. B. CROSS: The protein and crude carotenoid content of hybrid and openpollinated corn. A summary. Oklahoma Agric. Exp. St. Tech. Bull. **36** (1949). — 38. WINKEL, A.: Das Wachstum junger Maispflanzen in Abhängigkeit von ihrem Alter und von der Bodenfeuchtigkeit. Symposium über Fragen der Pflanzenzüchtung und Pflanzenphysiologie vom 24.—26. 7. in Groß-Lüsewitz 1961. — 39. WITHROW, K. B., W. H. KLEIN, L. PRICE and V. ELSTAD: Influence of visible and near infra-red radiant energy on organ development and pigment synthesis in bean and corn. Plant Physiology **28**, 1 (1953). — 40. WOSKRESENSKAJA, N. P.: Einfluß im langwelligen Licht auf die Bildung von Kohlenhydraten und Eiweiß in den Blättern (russ.). Ber. Akad. Wiss. UdSSR **72**, 173—6 (1950).