

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

Möglichkeiten zur Beurteilung der Qualität von Silomais in der Züchtung

Von W. FRANZKE und A. WINKEL

Mit 4 Abbildungen

Im letzten Jahrzehnt sind in Europa besonders große Anstrengungen zur Ausdehnung des Maisanbaues gemacht worden, weil diese Fruchtart hohe Flächen- und Nährstoffträge bringt und gleichzeitig den größtmöglichen Einsatz der modernen Technik erlaubt. Das Vordringen des Maises nach Norden in Gebiete mit ungünstigeren Klimaverhältnissen verschob jedoch die Nutzungsrichtung vom Körnermais mehr zum Silomais.

Dies gilt auch für den deutschen Raum, so daß die Pflanzenzüchtung in der DDR vor der Aufgabe steht, vor allem Silomaishybriden zu schaffen, die in den Anbauzonen II und III (nach SPECHT; zitiert MAISS und ENGEL 1959) in Zweitfrucht- und in den Zonen I und IV in Hauptfruchtstellung bei einer Ernte Ende September sicher hohe Erträge bringen, wobei die Milch-Wachsreife der Kolben auf jeden Fall erreicht werden muß. Das ist aber nur möglich, wenn diese Züchtungen über ein gutes Anpassungsvermögen an unsere Klimabedingungen mit ihrem schwankenden Witterungsverlauf verfügen. Weiterhin müssen sie auch im Hinblick auf ihre Qualität als Gärfutter mehr als 40% des Gesamt-Trocken-substanzertrages an Kolben bringen.

Um diese Zuchtziele zu erreichen, muß in der Selektion neben der Beachtung verschiedener physiologischer Eigenschaften besonderer Wert auf die qualitätsbestimmenden Faktoren gelegt werden. Dabei gilt es, das in der Hybridmaiszüchtung relativ leicht zu schaffende umfangreiche Material mit möglichst geringem Aufwand zu untersuchen. Das trifft vor allem für die Trockensubstanzbestimmungen und die chemischen Analysen zu. Die exakte quantitative Bestimmung der wertgebenden Inhaltsstoffe ist jedoch an sehr aufwendige chemische Untersuchungen gebunden, so daß dieser Weg für die Züchtung praktisch nicht gangbar ist, worauf auch schon von SCHNELL (1954) hingewiesen wurde.

Es interessiert deshalb zunächst die Frage, welche physiologischen und morphologischen Merkmale des Silomaises seine Qualitätseigenschaften bestimmen. Umfangreiche Untersuchungen darüber wurden bereits von NEHRING und LAUBE (1959) im Rahmen ihrer Arbeiten über die Silierfähigkeit des Maises durchgeführt. Aus der Verteilung der für die Gärfutterbereitung wichtigen Kohlehydrate in den einzelnen Pflanzenteilen kommen sie zu dem Schluß, daß der Kolben mit seinem hohen Stärke- und niedrigen Zuckergehalt in der Milch-Wachsreife gute Voraussetzungen für das Gelingen der Silage bietet.

Gleichzeitig beeinflußt er durch seinen niedrigen Rohfasergehalt den Futterwert des Gärfutters günstig. Dabei sollte aber berücksichtigt werden, daß ein hoher Blattanteil einen hohen Karotingehalt bedingt (DANILENKO 1957; FOCKE, FRANZKE und WINKEL 1961).

Um weitere Aufschlüsse über die Stoffproduktion und die Verteilung der Nährstoffe in den einzelnen Pflanzenorganen des Maises zu erhalten, führten wir Saatzeitenversuche durch. Des weiteren läuft gegenwärtig in Gemeinschaft mit dem Institut für Pflanzenzüchtung in Groß-Lüsewitz ein Versuch, in dem diese Fragen vor allem in Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen mehrerer Anbauorte geprüft werden.

Die Beantwortung der Frage einer Anbauwürdigkeit verschiedener Maissorten und -hybriden gestaltet sich aber insofern immer wieder schwierig, als unter unseren klimatischen Bedingungen schon eine genaue Angabe der Vegetationsdauer, wie es z. B. in den USA möglich ist, nicht erfolgen kann (GRAEBER 1957 a.) Es ist deshalb nur eine Einteilung in Reifegruppen möglich, zu deren Charakterisierung aus oben erwähntem Grunde von verschiedenen Seiten (BUCHINGER 1956, WINKEL 1960) die Einführung biologischer Standards empfohlen wurde. Bei der Durchführung der erforderlichen umfangreichen Prüfungen ist die Problematik des Schnittzeitpunktes von großer Bedeutung. Von SCHNELL (1956), GRAEBER (1957 b) sowie GÖRLITZ und SPECHT (1959) sind deshalb Vorschläge zur Vereinfachung des Prüfungswesens und zur Sicherung der Ergebnisse dieser Prüfungen unterbreitet worden.

Auf Grund der Mitteilungen von SCHNELL (1954) und v. ROSENSTIEL (1959) erschien es uns aussichtsreich, eine einfache Selektionsmethode zu finden, die besonders für die Züchtung von Silomais unter unseren Verhältnissen empfohlen werden kann. Es interessierte uns zunächst die Frage, was der Züchter erfaßt, wenn er neben den üblichen Ertragsfeststellungen noch den Gehalt an Trockensubstanz im Lieschkolben und der Blatt-Stengelmasse sowie den Kolbenanteil ermittelt. Daraus ergab sich als weitere Fragestellung, ob durch eine Trockensubstanzbestimmung im Kolben auf den Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze geschlossen werden kann.

Zur Klärung dieser Fragen werteten wir 2 Saatzeitenversuche und die offiziellen Haupt-, Vor-, Stamm- und Sonderprüfungen der Jahre 1957—60 in Bernburg aus.

1. Methoden

a) Allgemeine Angaben über den Versuchsort Bernburg

Bernburg liegt 80 m über NN auf einer geographischen Breite von $51^{\circ} 50' N$ und einer geographischen Länge von $11^{\circ} 44' E$. Unter dem aus Schwarzerde bestehenden A-Horizont mit einer Mächtigkeit von 30–50 cm folgt eine Lößlehmschicht von ca. 1 m Stärke, die in schotterführende Schichten übergeht. Der Grundwasserstand liegt im allgemeinen sehr tief, wobei Bohrungen Tiefen von 65 m ergaben.

b) Feldversuche¹

Für die Untersuchungen wurden die Ergebnisse Bernburger Feldversuche aus den Jahren 1957 bis 1960 herangezogen.

Tabelle 1. Zahl der Versuche und Versuchsglieder.

	1957	1958	1959	1960	insgesamt
Versuche	1	4	3	5	13
Versuchsglieder	24	81	65	94	264

Besondere Beachtung fand ein Saatzeitenversuch, der 1957 und 1958 in Bernburg mit den Sorten Schindelmeiser, Mahndorfer, Astra, WIR 25, MV 5 und dem Bernburger Stamm P 702 (1957: U 32) durchgeführt wurde. Die erste Aussaat erfolgte am 18. April, weitere 5 folgten im 14-tägigen Abstand. Geerntet wurde der gesamte Versuch einheitlich in der letzten Septemberdekade. 1957 konnten die letzten zwei Saatzeiten nicht mit ausgewertet werden, weil die späten Sorten noch keine Kolben ausgebildet hatten. Der Reihenabstand der Pflanzen betrug 60 cm und der Abstand in der Reihe 30 cm. Je Pflanzstelle stand 1 Pflanze; der Versuch war mit 6 Wiederholungen angelegt.

An Mineraldünger wurden

- 60 kg N als Kalkammonsalpeter,
- 54 kg P_2O_5 als Superphosphat und
- 80 kg K_2O als 40%ig. Kali

vor der Aussaat gegeben und die Pflege ortsüblich durchgeführt.

Außerdem wurden die Ergebnisse der offiziellen Stamm-, Vor-, Haupt- und Sonderprüfungen der Jahre 1958 bis 1960 in die Auswertungen mit einbezogen. Die Aussaat dieser Versuche erfolgte bei Hauptfruchtstellung immer in der letzten Aprildekade, in Zweitfruchtstellung in der letzten Mai-dekade bei vierfacher Wiederholung. Geerntet wurde im Gegensatz zum Saatzeitenversuch jede Variante möglichst im Stadium der Milch-Wachsreife. Dieser Reifezustand war 1957 und 1958 in der 2. und 3. Septemberdekade, 1959 in der letzten Augustdekade und 1960 in Hauptfruchtstellung in der ersten Monats-hälfte September erreicht. In Zweitfruchtstellung erfolgte die Ernte am 10. Oktober, wobei nur die Sorten und Stämme der mittelfrühen und späten mittelfrühen Reifegruppe das Stadium der Milch-Wachsreife erreicht hatten. Der Pflanzenabstand betrug 1958: 60×20 cm mit einer Pflanze, 1959 und 1960: $62,5 \times 62,5$ cm mit drei Pflanzen im Nest. Düngung und Pflege waren wie bei den Saatzeitenversuchen.

¹ Der Zentralstelle für Sortenwesen sowie Herrn Dr. RAGALLER und seinen Mitarbeitern möchten wir auch an dieser Stelle für die Überlassung der Ergebnisse danken.

c) Witterung

Die Niederschlagsmenge lag in den Vegetationsmonaten April–September der Versuchsjahre 1957 und 1958 über sowie 1959 und 1960 unter dem lang-jährigen Mittel von 296,5 mm und zwar

1957	+ 45,2 mm	1959	– 67,2 mm
1958	+ 9,1 mm	1960	– 26,0 mm.

Allerdings verteilten sich die Niederschläge 1958 und 1960 gleichmäßiger über die Sommermonate als in den beiden anderen Versuchsjahren, wobei der Sommer 1959 besonders extrem war. Während die Monate Juli und September außerordentlich trockne, warme Witterung brachten, fielen im August 1959 innerhalb von 3 Tagen insgesamt 110,8 mm Regen.

Insgesamt gesehen sind die Hauptvegetationsperioden 1957 und 1958 als feucht und kühl anzusprechen. Eine kühle, regnerische Witterung herrschte ebenfalls im Juli und August 1960, ohne daß es jedoch zu hohen Niederschlagsmengen kam. 1959 lagen die mittleren Tagestemperaturen der Monate April–September durchschnittlich $1,7^{\circ} C$ über dem langjährigen Mittel, wobei die Monate Juli und August mit $+3,4^{\circ} C$ bzw. $2,4^{\circ} C$ herausragten. In diesem Jahr kam es auch zu Trockenschäden in den Beständen. Die Witterung wirkte sich besonders auf die Maisentwicklung aus und bestimmte im wesentlichen die Erntetermine.

d) Probenahme und chemische Analyse

Die Entnahme einer repräsentativen Untersuchungsprobe zur chemischen Analyse ist beim Mais besonders schwierig. Dafür sind die Größe der Einzelpflanze, die Unausgeglichenheit der Pflanzen innerhalb einer Sorte und die ungleichmäßige Verteilung der Inhaltsstoffe in den einzelnen Pflanzenorganen verantwortlich zu machen. Zur Verminderung der bestehenden Fehlermöglichkeiten erfolgte deshalb bereits auf dem Feld eine getrennte Ernte nach Kolben einschließlich Lieschen (Lieschkolben) und Blatt-Stengelmasse. Dadurch ist gleichzeitig eine bessere Bewertung des Maises möglich (KAMLAH 1929).

Unmittelbar nach der Trennung in die beiden Fraktionen und nach der Ertragsfeststellung wurden auf dem Feld aus jeder Wiederholung 3 kg entnommen und zu einer Sammelprobe vereinigt. Diese Mischprobe wurde im Speicher gehäckselt und daraus je 2 Untersuchungsproben entsprechend einem kg Frischgewicht entnommen, d. h. der Wasserverlust zwischen der Probenahme auf dem Feld und dem Häckseln der Probe im Speicher wurde berücksichtigt. Die Trocknung erfolgte bei $60^{\circ} C$ unter Luftumwälzung. Abweichend davon wurden beim Saatzeitenversuch aus jeweils 3 Wiederholungen Durchschnittsproben getrennt nach Blatt-Stengelmasse und Lieschkolben gezogen und getrocknet.

Die erhaltene lufttrockene Probe wurde nach der Gewichtsfeststellung fein gemahlen und der Weender Futtermittelanalyse unterzogen. Die Bestimmung des Stärkegehaltes der Lieschkolben nahmen wir polarimetrisch nach EWERT vor.

e) Methodik der Verrechnung

Die Berechnung und Signifikanzprüfung der Korrelations- und Regressionskoeffizienten erfolgte nach den bei MUDRA (1958) angegebenen Formeln.

2. Ergebnisse

Auf die Bedeutung des Gehaltes an Trockensubstanz als Wertmaßstab für die Beurteilung des Silomais ist im Hinblick auf seine Silierfähigkeit bereits von verschiedenen Seiten (BLATTMANN 1957, LÜDDECKE 1958, NEHRING u. LAUBE 1959) hingewiesen worden, wobei GÖRLITZ und SPECHT (1959) betonen, daß die Änderungen im Gesamttrockensubstanzgehalt der Pflanzen wesentlich durch den Trockensubstanzgehalt der Kolben und durch den Kolbenanteil bestimmt werden. Die große Bedeutung der Trockensubstanzbildung im Kolben für die Beurteilung der Qualität der Gesamtpflanze wird auch von SCHNELL (1956) in seinem Vorschlag eines Frühreifeindex berücksichtigt, den er zu einem Teil aus der Vegetationsdauer von der Saat bis zu 50% Rispschieben und zu drei Teilen aus dem Merkmal „prozentualer Trockensubstanzgehalt der Kolbenmasse“ bildet.

Uns kam es nun darauf an, anhand des in Bernburg reichlich vorliegenden Versuchsmaterials die Beziehungen zu finden zwischen dem Trockensubstanzgehalt im Lieschkolben und dem Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze sowie ihrem Gehalt an Rohprotein, Fett, Rohfaser und anderen Inhaltsstoffen. Für diese Untersuchungen zogen wir den Saatzeitenversuch 1958 heran, der uns den Mais in verschiedenen Entwicklungsstadien lieferte. In der frühen bis mittelfrühen Reifegruppe (Schindelmeiser, Mahndorfer, Astra) befanden sich die Sorten zur Zeit der Ernte in der Grün- bis Körnerreife, während die mittelspäte bis späte Reifegruppe (WIR 25, P 702, MV 5) in der letzten Aussaat noch keinen Kolben angelegt und in der ersten Aussaat die Wachtreife erreicht hatte. Die Einbeziehung noch späterer Typen in diesen Versuch hielten wir für nicht zweckmäßig, da diese als Silomais unter unseren klimatischen Bedingungen keine Bedeutung erlangen können.

Eine Betrachtung der Trockensubstanzbildung in dem untersuchten Entwicklungsabschnitt der Maispflanze zeigt deutlich, daß der Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens wesentlich schneller zunimmt als die Trockensubstanz in der Blatt- und Stengelmasse. Seine Entwicklung wird also bestimmend für die Trockensubstanzbildung der Gesamtpflanze. Während der Ausbildung des Kolbens vermehrt sich in der Maispflanze der Anteil an den Inhaltsstoffen Fett und NFE, während sich der prozentuale Gehalt an Rohprotein, Rohfaser und Mineralstoffen vermindert. In Abhängigkeit von ihrer Entwicklung bzw. von der Trockensubstanzbildung ergeben sich dabei zwischen den Reifegruppen die größten Unterschiede in ihrem Anteil an Lieschkolben. Er liegt bei den spätreifen Typen im Durchschnitt um 8% niedriger, was sich vor allem in einer Erhöhung des Rohfasergehaltes der Gesamtpflanze bemerkbar macht. Im allgemeinen sind jedoch die Unterschiede im Nährstoffgehalt in Abhängigkeit von der Entwicklung größer als in Abhängigkeit von den Sorten.

Aus der Tab. 2 wird ersichtlich, daß zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und seinem Gehalt an Nährstoffen in allen Fällen signifikante Korrelationen bestehen.

Relativ schwache Korrelationen ergeben sich allerdings zu dem Gehalt an Rohprotein und Mineralstoffen. Im ersteren Fall ist dies darauf zurückzu-

Tabelle 2. Beziehungen zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und seinem Gehalt an Nährstoffen (Korrelationen und Regressionen, $n = 36$).

Nährstoff	r	b
Rohfaser	-0,94	-0,31
Rohprotein	-0,64	-0,05
Fett	+0,96	+0,06
Mineralstoffe	-0,77	-0,05
NFE	+0,92	+0,34
Stärke	+0,93	+1,09

Alle Werte bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $p = 0,1\%$ signifikant

führen, daß die Abnahme des Rohproteingehaltes mit zunehmender Reife geringer wird, was besonders bei den körnerreifen Sorten der frühen bis mittelfrühen Reifegruppe in Erscheinung tritt. Diese Reifestadien kommen aber als Silomais nicht in Betracht. Der Mineralstoffgehalt des Lieschkolbens dagegen schwankt zwischen der Dünnmilch- und Körnerreife zwischen 3,5 und 2,2%, ohne daß sich eine Tendenz bezüglich der Reifegruppe feststellen läßt. Im Gegensatz dazu erniedrigt sich aber der Rohproteingehalt der Blatt-Stengelmasse mit zunehmender Reife unverändert stark, so daß bei der Prüfung der Beziehungen zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und dem Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze eine stärkere Korrelation erhalten wird (Tab. 3). Dasselbe gilt in gleichem Maße von den Mineralstoffen. Umgekehrt tritt eine Verminderung der Korrelation zum Fett- und Rohfasergehalt ein, weil hier die Blatt-Stengelmasse mit ihrem nicht charakteristischen Fettgehalt und ihrem wesentlich höheren Rohfasergehalt zur Geltung kommt.

Tabelle 3. Beziehungen zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und dem Nährstoff- sowie Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze (Korrelationen und Regressionen, $n = 36$).

Nährstoff	r	b
Rohfaser	-0,90	-0,22
Rohprotein	-0,80	-0,07
Fett	+0,90	+0,03
Mineralstoffe	-0,89	-0,06
NFE	+0,93	+0,34
Trockensubstanzgehalt	+0,98	+0,67

Alle Werte bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $p = 0,1\%$ signifikant

Diese Tabelle zeigt auch eine sehr starke Korrelation zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und dem Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze, wobei sich keinerlei Sortenunterschiede bemerkbar machen, wie aus der Darstellung der Regression (Abb. 1) ersichtlich wird.

Aus den Regressionsgeraden (Abb. 2, 3 und 4) wird die schon erwähnte Tatsache deutlich, daß die frühreifen Typen in Abhängigkeit von der Entwicklung einen etwas höheren Rohproteingehalt und einen etwas niedrigeren Rohfasergehalt als die später reifenden Sorten besitzen. Es macht sich hier der Einfluß des Lieschkolbens bemerkbar, der gegenüber der Blatt-Stengelmasse mehr Rohprotein und weniger Rohfaser enthält. Diese Unterschiede wirken sich aber nicht auf die N-freien Extraktstoffe aus.

Schließlich ist in Tab. 4 noch der Einfluß des Kolbenanteils auf den Nährstoffgehalt der Maispflanze

dargestellt. Tab. 5 zeigt die Beziehung der Gesamttrockensubstanz zu den Inhaltsstoffen in der Gesamtpflanze. Es ergeben sich auch hier in allen Fällen signifikante Korrelationen und Regressionen, wobei

bei der Prüfung anderer Versuche auf die aufwendige Nährstoffuntersuchung und ermittelten nur den Zusammenhang zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und der Gesamtpflanze.

In Tab. 6 sind die Ergebnisse von 13 Versuchen aus den Jahren 1957—1960 zusammengestellt. Sie zeigen in allen Fällen gute Korrelationen, die auch meist

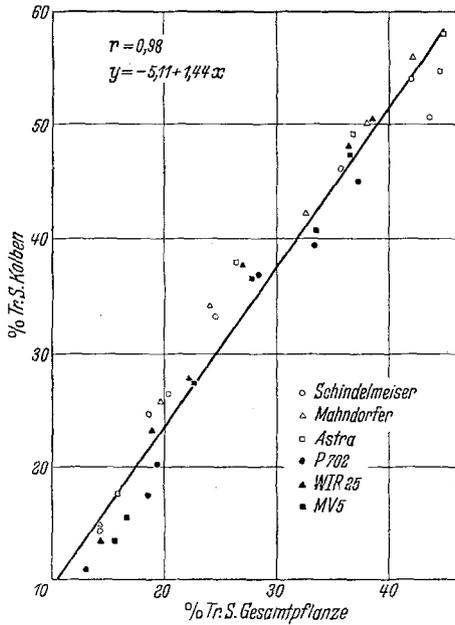


Abb. 1. Korrelation zwischen der Trockensubstanz in der gesamten Pflanze und im Kolben (Saatzeitenversuch 1958).

die Korrelationen im allgemeinen etwas schwächer sind, als wenn der Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens (Tab. 3) als Bezugsgröße verwendet wird.

Tabelle 4. Beziehungen zwischen dem Kolbenanteil (bezogen auf Trockensubstanz) und dem Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze. (Korrelationen und Regressionen, n = 36).

Nährstoff	r	b
Rohfaser	-0,91	-0,27
Rohprotein	-0,70	-0,07
Fett	+0,87	+0,04
Mineralstoffe	-0,93	-0,08
NFE	+0,88	+0,38

Alle Werte bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von p = 0,1% signifikant

Tabelle 5. Beziehungen zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze und ihrem Nährstoffgehalt (Korrelationen und Regressionen, n = 36).

Nährstoff	r	b
Rohfaser	-0,85	-0,31
Rohprotein	-0,78	-0,10
Fett	+0,86	+0,05
Mineralstoffe	-0,82	-0,09
NFE	+0,88	+0,47

Alle Werte bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von p = 0,1% signifikant

Da wir einerseits in Übereinstimmung mit anderen Autoren (GRAEBER 1957 b, v. ROSENSTIEL 1959) im Nährstoffgehalt geringere Sortenunterschiede und zum anderen einen starken Einfluß der Trockensubstanzentwicklung des Lieschkolbens auf die Gesamtpflanze feststellen konnten, verzichteten wir

Tabelle 6. Beziehungen zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und dem Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze (Regressionen und Korrelationen).

Versuch	Jahr	n	r	Signifikanz	b	Signifikanz
1 Saatzeitenversuch	1957	24	0,96	+++	0,41	+++
2 Saatzeitenversuch	1958	36	0,98	+++	0,67	+++
3 Hauptprüfung	1958	7	0,77	+	0,46	+
4 Sonderprüfung	1958	28	0,70	+++	0,38	+++
5 Vor- u. Stammprüfung	1958	10	0,84	++	0,35	++
6 Haupt- u. Sonderprüfung	1959	24	0,91	+++	0,60	+++
7 Stammprüfung	1959	33	0,82	+++	0,61	+++
8 Vorprüfung	1959	8	0,89	++	0,42	++
9 Hauptprüfung 1. Aussaat	1960	22	0,81	+++	0,49	+++
10 Hauptprüfung 2. Aussaat	1960	22	0,96	+++	0,40	+++
11 Sonderprüfung	1960	11	0,77	++	0,60	++
12 Vorprüfung	1960	20	0,89	+++	0,50	+++
13 Stammprüfung	1960	19	0,78	+++	0,66	+++

hoch signifikant sind. Die besonders günstigen Korrelationskoeffizienten in den beiden Saatzeitenversuchen hängen möglicherweise mit der verbesserten Probenahme zusammen. In der Größe des Regressionskoeffizienten machen sich jedoch Schwankungen von 0,35—0,67 bemerkbar, die sich nicht

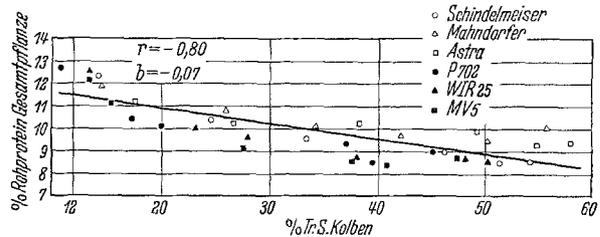


Abb. 2. Korrelation Tr. S. im Kolben zu Rohprotein in der Gesamtpflanze (Saatzeitenversuch 1958).

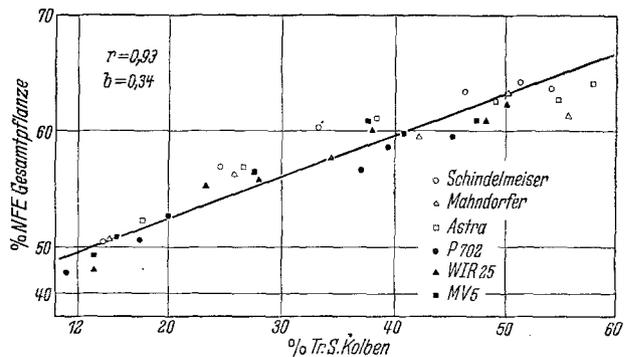


Abb. 3. Korrelation Tr. S. im Kolben zu NFE in der Gesamtpflanze (Saatzeitenversuch 1958).

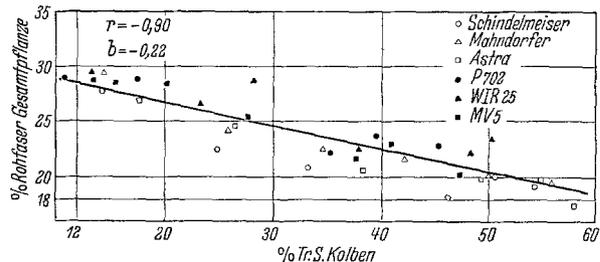


Abb. 4. Korrelation Tr. S. im Kolben zu Rohfaser in der Gesamtpflanze (Saatzeitenversuch 1958).

nur auf die Versuchsjahre, sondern auch die einzelnen Versuche selbst erstrecken. Aus ihnen ergibt sich die zwingende Notwendigkeit zur Anwendung biologischer Standards, wenn Fehlschlüsse vermieden werden sollen.

Diskussion

In der Pflanzenzüchtung liegt immer das Bestreben vor, mit möglichst wenig Aufwand ein großes Zuchtmaterial erfolgreich zu prüfen. Die Schaffung dieses Ausgangsmaterials ist bei der Züchtung von Mais-hybriden verhältnismäßig einfach, da die Bestäubung ziemlich leicht zu lenken ist. Ohne große Mühe können auf relativ wenigen Isolierstellen zahlreiche Kombinationen erstellt werden, die auf hohe Ertrags- und Qualitätsleistungen auszulesen sind. Letztere können aber bei der Vorselektion nur dann berücksichtigt werden, wenn die Bestimmung der Qualität mit einem geringen Aufwand an Zeit und Material durchgeführt werden kann. Dies ist möglich, wenn dem Züchter die qualitätsbestimmenden Faktoren bekannt sind und wenn sich diese in bestimmten morphologischen und physiologischen Merkmalen der Pflanze äußern. Dabei kommt es auch in der Maiszüchtung neben einer zweckmäßigen Prüfmethode vor allem auf das richtige Selektionsprinzip an.

Nachdem bereits OBERDORF und MÜLLER (1957) sowie GÖRLITZ und SPECHT (1959) die Korrelationen zwischen verschiedenen physiologischen und morphologischen Merkmalen und dem Trockensubstanz-ertrag bzw. der Reifegruppe aufgezeigt haben, ermittelten wir die Beziehungen zu den Inhaltsstoffen.

Die angeführten Ergebnisse lassen sehr deutlich werden, daß die Qualitätseigenschaften beim Mais weniger von der Sorte als vielmehr von dem erreichten Reifegrad bestimmt werden. Zum gleichen Ergebnis kommt SCHNELL (1954) bei der Auswertung eigener und dänischer Versuche (FAO-Berichte 1951 bis 1953) für den Rohprotein- und Rohfasergehalt. Nach seiner Ansicht kommen in den höheren Prozentzahlen für den Eiweißgehalt und den Gesamt-Rohfasergehalt der späten Sorten weniger echte Sortendifferenzen als vielmehr die unterschiedlichen Reifestadien beim Schnitt zum Ausdruck. Auch GRAEBER (1957 b) erwartet bezüglich dieser beiden Nährstoffe von der chemischen Untersuchung keine so wertvollen Ergebnisse, daß der dafür notwendige Kostenaufwand gerechtfertigt würde. Schließlich ist ROSENSTIEL (1959) offensichtlich auch von solchen Erwägungen ausgegangen, als er die Angaben von MORRISON (1954) über die Inhaltswerte der Maispflanze in verschiedenen Entwicklungsstadien graphisch auswertete. Aus dem Kurvenverlauf berechnete er eine neue Tabelle, die den Zusammenhang zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Gesamtgrünmasse und ihrem prozentualen Anteil an Rohprotein, Rohfaser, Fett und stickstofffreien Extraktstoffen angibt. Die so erhaltenen Werte befanden sich in guter Übereinstimmung mit seinen eigenen Untersuchungen nach der Weender Futtermittelanalyse. Ob diese weitgehende Verallgemeinerung allerdings zulässig ist, scheint uns aus mehreren Gründen fraglich. Die in Tabelle 6 angegebenen Regressionskoeffizienten für die Beziehung des Trockensubstanzgehaltes des Lieschkolbens zur Gesamttrockensubstanz lassen bereits größere Unterschiede erkennen, die durch Bo-

denunterschiede und die Witterungsbedingungen der einzelnen Versuchsjahre begründet sind. Weiterhin bedarf es nach unserer Meinung noch weiterer Untersuchungen, ob die erhaltenen Ergebnisse auch für extreme Maisformen bestätigt werden können. Aus den USA (RUDORF 1949) ist bekannt, daß die züchterischen Arbeiten an Mais zu Kornformen geführt haben, die maximal 18—20% Rohprotein bzw. 12—14% Fett enthalten. Dies kommt natürlich einer bedeutenden Qualitätsverbesserung des Kolbens gleich. Inwieweit diese Formen allerdings einmal gerade für den Silomaisanbau Bedeutung erlangen werden, ist eine zweite Frage, da diese erheblichen Verbesserungen des Nährstoffgehaltes mit Ertragsminderungen verbunden sind (SCHNEIDER 1955). Augenblicklich prüfen wir Gattungsbastarde zwischen *Euchlaena mexicana* und *Zea mays* sowie verschiedene Hybriden aus extremen Kombinationen zwischen Hart- und Zahnmais einerseits sowie Zuckermais andererseits in dieser Richtung.

Unsere in Tab. 4 dargestellten Ergebnisse über die Beziehungen zwischen dem Anteil des Lieschkolbens an der Trockenmasse und ihren Nährstoffgehalt bestätigen die Feststellung verschiedener Autoren, wonach der Kolben einen entscheidenden Einfluß auf die Qualität der Maispflanze ausübt. Sie zeigen darüber hinaus aber (Tab. 2) deutlich, daß eine noch stärkere Korrelation zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens und dem Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze besteht. Auf Grund dieser eindeutigen Beziehungen halten wir eine Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes der Lieschkolben für ausreichend, um eine Beurteilung unserer Zuchtstämme hinsichtlich ihrer Qualität vorzunehmen. Versuchstechnisch bringt diese einfache Bewertungsmethode große Vorteile mit sich. Durch den Wegfall der Trockensubstanzbestimmung in der Blatt- und Stengelmasse wird nicht nur der Arbeitsaufwand beträchtlich verringert, sondern es wird gleichzeitig auch eine Verminderung des Versuchsfehlers erreicht. Die Entnahme einer repräsentativen Untersuchungsprobe kann nämlich bei den Lieschkolben wesentlich einfacher und exakter vorgenommen werden.

Die weiterhin in Tab. 6 dargestellten starken Korrelationen zwischen dem Trockensubstanzgehalt im Lieschkolben und dem Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze gestatten, letzteren zu berechnen und damit den Lieschkolbenanteil an der Trockenmasse zu ermitteln. Damit kann auch einer Forderung von GÖRLITZ und SPECHT (1959) entsprochen werden, die Berechnung des Kolbenanteils nicht in der Grünmasse, sondern besser in der Trockenmasse vorzunehmen. Dies ist aber nur dann zulässig, wenn die Regressionskoeffizienten für jeden Versuch über biologische Standards bestimmt werden.

Wie bereits einleitend erwähnt wurde, ist aber neben einem hohen Kolbenanteil ein gutes Anpassungsvermögen der Zuchtstämme an unsere Witterungsverhältnisse erforderlich, damit die Milch-Wachsreife im September erreicht wird. Deshalb muß in der Maiszüchtung unter unseren Bedingungen neben einem hohen Kolbenanteil vor allem die Jugendentwicklung und die Vegetationsdauer mit berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen in erster Linie der Vereinfachung und Verbesserung der Selektion dienen. Sie sollen aber auf keinen Fall die

chemische Analyse ersetzen. Die aufwendigen Qualitätsuntersuchungen sollten nur noch an solchen Stämmen erfolgen, die bei möglichst kurzer Vegetationsdauer einen hohen Gesamtertrag mit hohem Kolbenanteil und hohem Trockensubstanzgehalt im Kolben bringen, um die Züchtung ertragreicher Hybriden mit hohem Nährstoffgehalt zu ermöglichen. Darüber hinaus kann sie aber auch zur Analyse der biologischen Standards herangezogen werden, wodurch eine Schätzung des Nährstoffertrages der Zuchtstämme erfolgen kann. Dies setzt aber voraus, daß sich die Standardhybriden gleichmäßig über die Reifestadien der auszulesenden Silomaiskreuzungen verteilen. Dabei muß sich zur Zeit der Ernte der späteste Standard mindestens in der Dünnmilchreife und der früheste Standard höchstens in der Wachtreife befinden.

Zusammenfassung

1. Zur Vereinfachung und Verbesserung der Selektionsmethode in der Maiszüchtung wurden 13 Versuche der Jahre 1957—1960 mit 264 Versuchsgliedern ausgewertet.

2. Es ergaben sich hochsignifikante Korrelationen und Regressionen für die Merkmale

a) Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens — Nährstoffgehalt des Lieschkolbens (Tab. 2),

b) Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens — Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze (Tab. 3),

c) Trockensubstanzgehalt des Lieschkolbens — Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze (Tab. 6),

d) Trockensubstanzgehalt der Gesamtpflanze — Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze (Tab. 5),

e) Lieschkolbenanteil — Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze (Tab. 4).

3. Die Ergebnisse zeigen, daß die Qualitätseigenschaften beim Mais weniger von der Sorte, als vielmehr von dem erreichten Reifegrad bestimmt werden.

4. Die Beurteilung der Qualität von Zuchtstämmen kann mit ausreichender Sicherheit durch eine Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes der Lieschkolben erfolgen.

5. Die ausschließliche Trockensubstanzbestimmung im Lieschkolben ist

a) versuchstechnisch eine wesentliche Erleichterung,

b) ermöglicht eine exaktere Probenahme und damit eine Verminderung des Versuchsfehlers,

c) läßt die Berechnung des Trockensubstanzgehaltes der Gesamtpflanze und des Kolbenanteils an der Trockenmasse zu und

d) ermöglicht gleichzeitig Rückschlüsse auf den erzielten Nährstoffertrag.

6. Eine chemische Analyse sollte nur noch an solchen Stämmen erfolgen, die bei möglichst kurzer Vege-

tationsdauer einen hohen Gesamtertrag bei günstigem Kolbenanteil und einem hohen Trockensubstanzgehalt des Kolbens bringen.

7. Die Anwendung der berechneten Regressionskoeffizienten auf jeden Maisversuch ist nicht möglich. Sie müssen über entsprechende Standardsorten oder -hybriden jeweils ermittelt werden.

Literatur

1. BLATTMANN, W.: Die Qualität des Maisgärfutters. Leistung und Bedeutung des Maises als Futterpflanze. Arbeiten der DLG 47, 62—64 (1957). — 2. BUCHINGER, A.: Bericht über die 7. FAO-Hybridmais-Tagung. Die Bodenkultur 8, 71—74 (1956). — 3. DANILENKO, I. A., und K. A. PEREWOSINA: Die Silierung des Maises. Verlag des Gebietes Charkow (russ.). Übersetzung der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin 1958 B 142 (1957). — 4. FAO-Berichte 1951—1953: Hektographierte Berichte der zu den FAO-Hybridmais-Konferenzen entsandten nationalen Delegationen. Zitiert nach SCHNELL (1954). — 5. FOCKE, R., W. FRANZKE und A. WINKEL: Untersuchungen über den Carotingehalt in der Maispflanze. Der Züchter 31, 57—61 (1961). — 6. GÖRLITZ, H., und G. SPECHT: Untersuchungen über Entwicklungsrhythmus, Ertragsbildung und Qualitätseigenschaften des Silomaises in Beziehung zu den Reifegruppen. Z. f. landw. Versuchs- und Untersuchungswes. 5, 530—555 (1959). — 7. GRAEBER, W.: Was bedeutet Siloreife beim Grünmais. Mitteilungen DLG 72, 877—79 (1957a). — 8. GRAEBER, W.: Bundes-Mais-Anbauversuche 1954—56. Arbeiten der DLG 47, 16—38 (1957b). — 9. KAMLAH, H.: Maissortenversuche des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle/Saale. Mitteilungen DLG 44, 848—849 (1929). — 10. LÜDDECKE, F.: Welche Faktoren beeinflussen die Qualität und den Nährstoffgehalt der Maissilage? Die deutsche Landwirtschaft 9, 428—435 (1958). — 11. MAISS, I., und H. ENGEL: Anbautechnik bei Silomais. Die deutsche Landwirtschaft 10, 110—113 (1959). — 12. MORRISON, F. B.: Feeds and Feeding. 21. Aufl., Ithaca, New York: The Morrison Publishing Company 9, 1954. — 13. MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin und Hamburg: Verlag Parey, 1958. — 14. NEHRING, K., und W. LAUBE: Über die Änderungen in der Zusammensetzung des Maises in Abhängigkeit vom Vegetationszustand (Studien zur Silierfähigkeit des Maises I). Z. f. Tierphysiologie, Tierernährung u. Futtermittelkunde 14, 129—144 (1959). — 15. OBERDORF, F., und H. W. MÜLLER: Beiträge zur Maiszüchtung. Der Züchter 27, 239—244 (1957). — 16. ROSENSTIEL, K. v.: Zur Leistungsbewertung und Anbautechnik des Silomaises. Saatgutwirtschaft 11, 12—14 und 44—47 (1959). — 17. RUDOLF, W.: Beobachtungen auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung in USA. Z. f. Pflanzenzücht. 28, 273—354 (1949). — 18. SCHNEIDER, B. H.: The nutritive value of corn, in: G. F. SPRAGUE, Corn and corn improvement. New York: Academic Press, Inc. 1955. — 19. SCHNELL, F. W.: Über die Anbaueignung von Mais-hybriden und -sorten. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau 98, 1—24 (1954). — 20. SCHNELL, F. W.: Ergebnisse der Vorfilter-Maisversuche 1956. Saatgutwirtschaft 8, 311 bis 314 (1956). — 21. WINKEL, A.: Internationale Standards zur Beurteilung der Reifegruppen verschiedener Mais-sorten und -hybriden unter besonderer Berücksichtigung eines Labortestes. Internat. Z. der Landwirtschaft 4, 165—168 (1960).