

Über die Wirksamkeit der Selektion von Luzerne aus einem gedrillten Pflanzenbestand sowie im Jugendstadium

E. TELLHELM

Institut für Pflanzenzüchtung der Karl-Marx-Universität Leipzig

The Effectiveness of Selection of Alfalfa from a Drilled Stock and in Early Stage

Summary. Positive selection of alfalfa shoots from a drilled stock showed a negative effect in the progeny tested under drilling conditions. The selection of largest plants in an early stage showed the same result. It could be proven in both cases that material from self-fertilization was preferred. This results in inbreeding depression. Self-fertilization caused a decrease in the number of seeds per pod. This, in turn, allowed some seeds to become larger and young plants more robust than with natural cross-pollination.

Einleitung

Bei mehrjährigen Futterpflanzen beginnt die Züchtung mit Einzelpflanzen oder Klonen, die infolge größeren Standraumes unter anderen Konkurrenzbedingungen heranwachsen als die meistens in Drillsaat angebauten Nachkommenschaften. RUMBAUGH (1963) sowie SCHUMANN (1965a) kommen im Ergebnis umfangreicher Literaturstudien und eigener Experimente zu dem Schluß, daß die Einzelpflanzenleistungen nur wenig den in Drillprüfungen gefundenen Nachkommenschaftserträgen entsprechen. Für Glatthafer trifft das auch dann zu, wenn die Ausgangspflanzen durch dichte, saatkähnliche Pflanzung einer schärferen Konkurrenz unterworfen wurden. Als Ursache kommen bei Fremdbefruchtern neben den veränderten Standraumverhältnissen auch genetische Kombinationseffekte in Frage. Durch Berücksichtigung anatomischer und physiologischer Eigenschaften der Blätter von Rotklee- und Glatthaferpflanzen können die Selektionschancen verbessert werden (SCHUMANN, 1965 b).

Nach SCHWEIGER (1967) ist das Jugendstadium deshalb zur Selektion gut geeignet, weil die Umweltbedingungen nur wenig modifizierend auf die Pflanzen wirken können. Der Wert einer solchen Frühdiagnose besteht darin, daß man sehr umfangreiches Ausgangsmaterial untersuchen und insbesondere bei langlebigen Kulturen einen Zeitgewinn erzielen kann (v. SENGBUSCH, 1957). So benutzten SCHWEIGER und PAPENHAGEN (1963) die Keimblattgröße tetraploider Rotkleepflanzen mit Erfolg zur Frühselektion auf den Ertrag an Frischmasse, und ZIMMERMANN (1963) selektierte bei Weißklee die zuerst aufgegangenen Pflanzen, ohne allerdings zahlenmäßige Belege erlangen zu können. Von SINSKAJA (1963) werden die Analyse einzelner morpho-biologischer Typen der Populationen mehrjähriger Futterpflanzen im ersten Vegetationsjahr als besonders wichtig bezeichnet und für den Züchter die Bedeutung „spezieller analysierender Bedingungen“ unterstrichen. Sogar in der Forstpflanzenzüchtung kann bereits im Keimlingsstadium eine Individualauslese erfolgen, wie SCHRÖCK (1964) berichtet. GILBERT (1961) hält die Frühselektion (z. B. von Keimpflanzen) selbst dann für möglich, wenn die Korrelationen nur weit sein sollten; allerdings sind in solchen Fällen größeres Ausgangsmaterial und strengere Selektion notwendig.

Das Wurzelwachstum von Getreide-Jungpflanzen als Selektionsmerkmal war Gegenstand umfangreicher Untersuchungen. Wenn auch RAZUMOVSKIJ (1966) sowie NEFEDOV (1967) über diesbezügliche positive Ergebnisse berichten, so gelangt doch HENTRICH (1966) auf Grund eingehender Untersuchungen zu der Meinung, daß noch keine allgemeingültige Beziehung zwischen dem Wurzelwachstum und dem Kornertrag überzeugend nachgewiesen ist.

Da selbst in sehr dicht gepflanzten Beständen die Individuen andere Konkurrenzbedingungen vorfinden als nach Drillsaat, sollten eigene Untersuchungen klären, inwieweit bei Luzerne die Selektion aus einem gedrillten Bestand möglich und zweckmäßig ist. Im positiven Fall brauchten keine Pflanzen ausgegraben zu werden, sondern die längsten Triebe könnten nach ihrer Zerteilung und Bewurzelung Klone bilden. Außerdem war die Wirkung einer Frühselektion von Jungpflanzen hinsichtlich Sproß- und Wurzelwachstum auf die Nachkommenschaft zu prüfen, denn die Selektion auf große Wurzelmasse könnte den Grünmasseertrag günstiger beeinflussen als — wie bereits erwähnt — den Kornertrag. Gute technische Möglichkeiten für die Massenauslese auf Wurzelwachstum bietet die Pflanzenanzucht in Nährlösung.

Material und Methoden

Zur Selektion der wüchsigsten Typen unter den Bedingungen der Drillsaat diente 1963 der samentragende zweite Aufwuchs eines Bestandes der Thüringer Landsorte im Bezirk Erfurt. Da die Pflanzen nicht lagerten, konnten die etwa 200 längsten, über den Bestand hinausragenden Triebe mit dem besten Hülsenansatz selektiert werden. 107 davon lieferten mehr als 100 Samen und gelangten in die Nachkommenschaftsprüfung nach der Standardmethode. 1964 wurden pro Trieb 100 Samen im Abstand von 1 cm mit wasserlöslichem Leim auf einen 1 cm breiten Papierstreifen geklebt und diese in 20 cm Abstand in das markierte Land ausgelegt. Jede zehnte Reihe bildete einen Standard aus ebenfalls 100 Samen von nicht selektiertem Material. Der Versuch war an den Seiten von einigen gedrillten Reihen des Standards umgeben. So gelang es, unter Bedingungen der Drillsaat sowohl zu selektieren als auch den Effekt zu prüfen.

Die Möglichkeit der Frühselektion wurde an in Nährlösung aufgewachsenen Jungpflanzen untersucht. Auf Filtrierpapier vorgezogenes Material der Sorte 'Plaußiger' wurde im April 1965 in Nährlösung¹ angezogen. Von jeder

¹ Als Nährsalz diente „Wopil“, Hersteller: VEB Farbenfabrik Wolfen.

Tabelle 1. Wirkung der Selektion von Luzernetrieben aus einem gedrillten Bestand

		selektiert	unselektiert	% zu unselektiert	$\alpha\%$
Samenertrag (g)	1964	7,72	10,20	75,5	14
Grünertrag (kg)	1965	1,72	1,85	93,0	14
Grünertrag (kg)	1966				
I. Schnitt		0,60	0,66	92,2	23
Samenertrag (g)	1966	5,17	6,17	83,8	13

der insgesamt 800 Pflänzchen im Alter von 4 Wochen wurden nach dem Zerschneiden in Keimblatthöhe die Grün- und Wurzelmasse bestimmt. Die extremsten Typen bildeten folgende Selektionsgruppen: 1. positive Selektion (größte Grünmasse), 2. negative Selektion (geringste Grünmasse), 3. enges Sproß-Wurzel-Verhältnis, 4. weites Sproß-Wurzel-Verhältnis, 5. Restpopulation (zufällige Auswahl eines Teils). Anschließend bewurzelten sich die oberirdischen Triebe in Leitungswasser und dienten nach dem Auspendeln in das Freiland zur Samengewinnung. Ein Teil blühte zur Begünstigung der Fremdbestäubung innerhalb der Gruppen unter Isolierkäfigen mit Honigbienen¹, ein anderer Teil blühte ohne Isolierung frei ab. Da die Gruppe 3 trotz sehr geringer Wurzelmasse dieselbe Grünmasse aufwies wie Gruppe 4, war zu prüfen, ob die größere Leistungsfähigkeit des Wurzelsystems von 4 mit der größeren Wurzelmasse von 3 kombiniert werden kann, um Voraussetzungen für noch stärkere Massenleistung zu schaffen. Deshalb blühten beide Gruppen gemeinsam bei zusätzlicher Bienenbestäubung ab.

1966 erfolgte die Anlage von Nachkommenschaftsprüfungen im Feldversuch unter Deckfrucht. Abgesehen von der Gruppe 3 hatten die übrigen genügend Saatgut geliefert, und mit dem Ausgangsmaterial ergaben sich 5 Varianten, welche ein 5×5 lateinisches Quadrat bildeten. Die Parzellengröße betrug 2 m^2 . Unter den Isolierkäfigen war der Samenansatz schlechter, so daß eine Einreihprüfung (2 m Länge) als Blockanlage, 6fach wiederholt, angelegt werden mußte.

Ergebnisse

Der 1964 ohne Deckfrucht angelegte Einreiherversuch zur Prüfung des Selektionseffektes bei Drillsaat lieferte im gleichen Jahr einen Samenertrag. Die zweite Samennutzung erfolgte 1966 (2. Aufwuchs). Grünerträge standen 1965 (3 Schnitte) und 1966 (1. Schnitt) zur Verfügung.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, fiel die Nachkommenschaft der wüchsigsten Luzernetriebe mit reichem Hülsenansatz gegenüber dem Ausgangsmaterial im

¹ Diese stellte Herr Dr. KETTNER, Leiter der Abteilung Bienenzucht am Institut für Kleintierzucht, zur Verfügung.

Ertrag ab. Im Vergleich mit letzterem erreichte das selektierte Material im Grünmasseertrag 93,0% und 92,2%, im Samenertrag lediglich 75,5% und 83,8%. Da beide Varianten sich in ihrer Streuung nur zufällig unterschieden, war die statistische Prüfung der Mittelwerte mit Hilfe des *t*-Testes möglich.

Die gefundenen Werte von $\alpha\%$ waren relativ niedrig, ohne jedoch die Signifikanzgrenze zu erreichen.

Tabelle 2 vermittelt einen Überblick über die Unterschiede zwischen den selektierten Jungpflanzen sowie über die Nachkommenschaftserträge an Frischmasse. Von 800 gesteckten Keimpflanzen waren zur Zeit der Ermittlung der Sproß- und Wurzelmasse noch 631 vorhanden. Die daraus selektierten 119 größten Sprosse wogen durchschnittlich 763 mg, die 112 kleinsten dagegen nur 214 mg. Das anschließend ausgelesene Material mit engem Sproß-Wurzel-Verhältnis (429 mg) und mit weitem Sproß-Wurzel-Verhältnis (421 mg) unterschied sich kaum vom Rest (435 mg).

Nach freiem Abblühen zeigten alle Selektionsvarianten Ertragsdepressionen gegenüber der Restpopulation (13,5 kg), welche sich nicht vom Ausgangsmaterial unterschied. Der Rückgang war bei der Gruppe „weites Sproß-Wurzel-Verhältnis“ am stärksten und signifikant (12,0 kg). Bemerkenswert war die Ertragsabnahme infolge positiver Selektion (12,7 kg) im Vergleich zur negativen (13,1 kg), obwohl zur Zeit der Auslese die erste Gruppe (763 mg) die zweite (214 mg) um das 3,6fache überstieg. Demnach ist es trotz der sehr großen Variabilität der Jungpflanzen nicht möglich, Frühselektion auf Ertrag durchzuführen.

Nach Bienenbestäubung übertrafen alle Selektionsvarianten das Ausgangsmaterial (2,38 kg); die Differenzen überschritten allerdings nicht die Signifikanzgrenze bei $\alpha = 5\%$. Als Ursache kommt die intensivere Fremdbefruchtung der Varianten 1 bis 5 in Frage, wodurch stärkere Heterosiseffekte auftraten als nach freiem Abblühen. Dabei entstand sicher ein größerer Teil der angesetzten Samen im Ergebnis von Selbstungen.

Tabelle 2. Einfluß einer Luzerne-Jungpflanzenselektion auf die Nachkommenschaft

Selektionsgruppe	Auslese 1965				Nachkommenschaftserträge 1967 (kg/Parzelle)	
	\bar{x} Grünmasse (mg)	\bar{x} Wurzelmasse (mg)	Sproß-Wurzel-Verhältnis	<i>n</i>	Freie Abblüte	Bienenbest.
1. positive Selektion	763	288	2,6:1	119	12,7	2,58
2. negative Selektion	214	84	2,5:1	112	13,1	2,78
3. enges Sproß-Wurzel-Verhältnis	429	221	1,9:1	45	—	—
4. weites Sproß-Wurzel-Verh.	421	102	4,1:1	43	12,0	2,49 ²
5. Restpopulation	435	150	2,9:1	312	13,5	2,58
6. Ausgangsmaterial 'Plaußiger'	—	—	—	—	13,4	2,38
GD _{5%}	—	—	—	—	0,94	0,53

² Die Mutterpflanzen blühten gemeinsam mit der Gruppe 3 ab.

Der Umstand, daß die Nachkommen von großen Jungpflanzen Ertragsdepressionen zeigen, wird darauf zurückgeführt, daß ein Teil von ihnen aus Selbstungssamen hervorging. Diese können größer sein als die nach Fremdbefruchtung entstandenen, weil nach Selbstung mehr befruchtete Samenanlagen pro Hülse absterben, was die bessere Ernährung der übriggebliebenen bedingt. So kann die Inzuchtdepression überdeckt werden. Zur Überprüfung dieser Hypothese wurden von 13 Pflanzen Samen nach freiem Abblühen und künstlicher Selbstung geerntet. Wägungen ergaben, daß die erste Gruppe kleiner war als die zweite ($\bar{x} = 1,7$ bzw. $2,2$ mg). Danach erfolgte die Anzucht und Auswertung von Jungpflanzen in der Phase des Primärblattes. Auch in dieser Hinsicht übertraf die zweite Gruppe die erste ($24,2$ bzw. $26,2$ mg; $\alpha = 11,4\%$).

die der Masse der Blüten (TELLHELM u. KRAUSE, 1968), dürften die längsten Triebe einen höheren Anteil automatisch ausgelöster Blüten und damit mehr Selbstungssamen aufweisen als der übrige Bestand. So wurde unbewußt auf Selbstfertilität selektiert und der Futter- und Samenertrag gesenkt, wodurch die von KEHR u. a. (1961) sowie von KEPPLER u. STEUCKARDT (1962) beobachtete, wenn auch geringfügige, negative Korrelation zwischen Selbstfertilität und Nachkommenschaftsertrag ($r = -0,32$ bzw. $-0,2$) ihre Bestätigung findet.

Wachstumsunterschiede zwischen Jungpflanzen unter gleichen Anzuchtbedingungen sind eng mit Unterschieden in der Samengröße verknüpft (ERICKSON, 1946), wonach positive Selektion Bevorzugung großer Samen bedeuten würde. HEYLAND (1965) fand nach der Saatgutsortierung von Hafer- und

Tabelle 3. Die Wüchsigkeit von Luzerne-Jungpflanzen in Abhängigkeit vom Befruchtungsmodus

reie Best.		Selbstung		Jungpflanzenmasse (mg)			
				Maxima		Minima	
\bar{x}	n	\bar{x}	n	freie Best.	Selbstung	freie Best.	Selbstung
24,1	8	32,0	16	30,3	49,0	19,2	21,2
26,8	15	25,2	13	35,9	37,2	18,8	19,8
23,4	14	22,3	12	37,8	31,9	14,8	15,3
19,7	8	21,0	9	24,1	30,0	11,8	13,8
26,4	7	24,8	6	40,1	30,3	21,1	21,0
21,9	8	27,1	4	26,6	30,6	18,8	20,5
19,3	10	19,8	8	28,8	29,5	13,3	12,0
23,1	11	32,2	13	27,6	45,9	13,3	18,2
28,3	13	32,2	8	48,0	51,9	11,8	18,6
25,8	9	19,8	4	46,6	22,8	14,3	11,6
24,9	8	26,0	15	31,8	37,2	16,5	16,4
24,0	12	25,3	8	28,1	37,6	13,2	13,8
26,4	11	32,4	14	34,7	42,9	17,7	21,2

Tabelle 3 zeigt nach Selbstung und freier Bestäubung von Einzelpflanzen die durchschnittliche Pflanzenmasse sowie die maximalen und minimalen Einzelpflanzenmassen der Nachkommen aus beiden Bestäubungsgruppen. Würde man aus den Maxima-Spalten die 10 größten Pflanzen selektieren (fett gedruckte Werte), so erhielte man die meisten (6) aus der Selbstungs-Gruppe. Andererseits hätte in der Minima-Gruppe das Material aus freier Abblüte größere Chancen bei negativer Auslese (ebenfalls 6). So ist bei positiver Selektion die Begünstigung von Selbstungsmaterial, bei negativer Selektion dagegen die Begünstigung von Kreuzungsmaterial zu erklären, woraus in der Nachkommenschaft die unerwartete Ertragsabnahme im ersten Fall resultiert.

Diskussion

Wie die Ergebnisse zeigen, bewirkte die Auslese der längsten Triebe aus einem samentragenden Bestand zwar eine Differenzierung der Ausgangspopulation, doch leider mit negativem Effekt. Ursache dafür könnte sein, daß der zweite Aufwuchs, welcher das Material lieferte, für die Leistungsfähigkeit der Luzernepflanzen nicht repräsentativ ist. Wie allerdings aus einer anderen Arbeit hervorgeht (TELLHELM, 1968), ist die Variabilität des Gesamtertrages am stärksten mit dem zweiten Aufwuchs korreliert. Da die Geschlechtssäule der über den Bestand hinausragenden Blüten unter höherer Spannung steht als

Sommergerstenpopulationen in den Nachkommenschaften häufig negative Selektionseffekte und begründet diese mit der Bevorzugung heterotischer Formen. Bei Luzerne führt Selbstung zur Verringerung der Samenzahl pro Hülse (Literaturzusammenstellung siehe JANY, 1962 und SPANIER, 1963). Nach eigenen Ergebnissen ist damit bessere Ernährung und Vergrößerung der Samen verbunden, was von ASCENSO u. BARTLEY (1966) auch gelegentlich an Kakaosamen beobachtet wurde.

DEMARLY u. a. (1964) bemerkten, daß der anfängliche Entwicklungsvorsprung von Pflanzen aus großen Samen von den aus kleinen Samen hervorgegangenen später eingeholt wird. Vielleicht handelte es sich im ersten Fall ebenfalls um Selbstungssamen, und die Pflanzen daraus zeigten später Inzuchtdepressionen. Man könnte hiervon sogar bessere anfängliche Konkurrenzfähigkeit des Inzuchtmaterials ableiten. Wahrscheinlich verringert sich der durch größere Samen bedingte Entwicklungsvorsprung auch bei vitalen Inzucht-Nachkommen nicht immer, so daß die Mitteilung von FLEISCHMANN (1926), trotz häufiger, natürlicher Selbstbefruchtung der Luzerne keine Inzuchtdegeneration bemerkt zu haben, verständlich wird.

Bei der Einschätzung der Gefahr einer falschen Selektion, die sich aus den Maximal- und Minimalwerten der Tabelle 3 ergibt, ist zu berücksichtigen, daß bei freiem Abblühen die Selbstfertilität noch

eine Rolle spielt (SPANIER, 1963), weshalb auch ein Teil der nach freier Bestäubung erhaltenen größten Pflanzen als Ergebnis von Selbstbefruchtungen betrachtet werden muß. Sicher würde nach direktem Vergleich von echtem Kreuzungs- mit Selbstungsmaterial die Gefahr der unbewußten negativen Auslese noch deutlicher erkennbar.

Zusammenfassung

Positive Auslese von Luzernetrieben aus einem gedrillten Bestand zeigte bei Prüfung der Nachkommenschaften unter Bedingungen der Drillsaat negativen Effekt. Das gleiche Ergebnis brachte die Selektion der größten Pflanzen im Jugendstadium. Es liegen Beweise dafür vor, daß in beiden Fällen Material aus Selbstbefruchtung bevorzugt wurde, was zur Inzuchtdepression führte. Selbstbefruchtung bewirkte eine Verringerung der Samenzahl pro Hülse. Deshalb wurden die Samen teilweise größer und die Jungpflanzen vitaler als nach natürlicher Fremdbestäubung.

Literatur

1. ASCENSO, J. C., and B. G. BARTLEY: Varietal relationships of growth factors of young cacao seedlings. *Euphytica* **15**, 211–223 (1966). — 2. DEMARLY, Y., P. GUY, et M. CHESNEAUX: Analyses préliminaires de la compétition chez les luzernes. *Ann. Amélior. Plantes* **14**, 131–155 (1964). — 3. ERICKSON, L. A.: The effect of alfalfa seed size and depth of seeding upon the subsequent procurement of stand. *J. Amer. Soc. Agron.* **38**, 964–972 (1946). — 4. FLEISCHMANN, R.: Beitrag zur Züchtung der Ungarischen Luzerne. *Z. Pflanzenzücht.* **11**, 211–240 (1926). — 5. GILBERT, N.: Correlations in plant breeding. *Euphytica* **10**, 205–208 (1961). — 6. HENRICH, W.: Untersuchungen über das Wurzelwachstum von Getreidesorten und -arten unter verschiedenen Wachstumsbedingungen. *Der Züchter* **36**, 25–36 (1966). — 7. HEYLAND, K. U.: Ein Beitrag zur Frage des Einflusses anbautechnischer Maßnahmen auf den Selektionseffekt. *Z.f. Acker- u. Pflanzenbau* **121**, 130–147 (1965). — 8. JANY, H.: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse der Bastardluzerne (*Medicago media* Pers.) sowie über den Einfluß unterschiedlicher Krumenmächtigkeit und anderer wirksamer Faktoren auf die Höhe des Samenertrages unter den Bedingungen des praktischen Vermehrungsanbaues. Diss. Landw. Hochschule Bernburg (1962). — 9. KEHR, W. R., u. a.: The performance of alfalfa synthetics in the first and advanced generations. *Univ. Nebraska Coll. Agric., agric. Exp. Stat., Res. Bull.* Nr. 200, 1–42 (1961). *Zit. n. Landw. Zentralblatt, Pflanzliche Produktion* 1964, S. 2818. — 10. KEPPLER, E., und R. STEUCKARDT: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der individuellen Leistung von Luzerneklonen (*Medicago med.* L.) und ihren aus freier bzw. gelenkter Bestäubung hervorgegangenen Nachkommenschaften. *Der Züchter* **32**, 59–71 (1962). — 11. NEFEDOV, A. V.: Die Selektion von Weizen nach Merkmalen des Wurzelsystems (russ.). *Selekcija i semenovodstvo*, Nr. 6, 49 (1967). — 12. RAZUMOVSKIJ, A.: Die Wirksamkeit der innersortlichen Auslese nach dem Wurzelsystem (russ.). *Selekcija i semenovodstvo*, Nr. 3, 71–72 (1966). — 13. RUMBAUGH, M. D.: Effects of population density on some components of yield in alfalfa. *Crop Science* **3**, 423–424 (1963). — 14. SCHRÖCK, O.: Keimlingstest für die Bestimmung des individuellen Wachstumsganges. *Archiv für Forstwesen* **13**, 444–471 (1964). — 15. SCHUMANN, G.: Untersuchungen über die Selektionseignung von Klonpflanzen unter den Bedingungen weiter und enger Standräume bei Glatthafer (*Arrhenatherum elatius* L.) und Rotklee (*Trifolium pratense* L.). *Der Züchter* **35**, 57–66 (1965a). — 16. SCHUMANN, G.: Untersuchungen über die Eignung anatomischer und physiologischer Eigenschaften des Blattes für die Selektion leistungsfähiger Pflanzen bei Glatthafer und Rotklee. *Der Züchter* **35**, 151–155 (1965b). — 17. SCHWEIGER, W.: Untersuchungen über Ertrags- und Selektionsmerkmale bei Futterkohl (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* D. C.). *Der Züchter* **37**, 64–74 (1967). — 18. SCHWEIGER, W. u. F. PAPENHAGEN: Die Keimblattgröße bei tetraploidem Rotklee (*Trifolium pratense* L.) als Merkmal zur Frühselektion auf Ertrag. *Z. f. Pflanzenz.* **50**, 119–131 (1963). — 19. v. SENGBUSCH, R.: Frühdiagnose. *Der Züchter*, 4. Sonderheft, 1–4 (1957). — 20. SINSKAJA, E. N.: Das Populationsproblem bei höheren Pflanzen (russ.). Leningrad 1963. — 21. SPANIER, J.: Untersuchungen über den Samenansatz ausländischer Luzernesorten in Beziehung zur Befruchtungsform und einigen morphologischen Merkmalen. *Der Züchter* **33**, 174–180 (1963). — 22. TELLHELM, E.: Untersuchungen über die Ertragsleistung und Qualitätseigenschaften von Luzernesorten. *Theoretical and Applied Genetics* **38**, 204–212 (1968). — 23. TELLHELM, E. und L. KRAUSE: Der Einfluß verschiedener Umweltbedingungen auf die Auslösebereitschaft von Luzerneblüten. *Albrecht-Thaer-Archiv* (1968, im Druck). — 24. ZIMMERMANN, K. F.: Frühtestmethoden bei ein- und mehrjährigen Kulturarten, insbesondere perennierenden Futterpflanzen. *Der Züchter*, 6. Sonderheft, 46–52 (1963).