

and C. W. GARDNER: Genetic variability in Ranger alfalfa. *Agron. J.* **52**, 41–44 (1960). — 31. KEPPLER, E.: Inzuchtleistung und Bastardierungseffekt beim Radies (*Raphanus sativus*). Diss. Berlin 1940. — 32. KEPPLER, E.: Über einige Probleme bei der Züchtung von Fremdbestäubern. Vortrag, Köln 1961. — 33. 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 Nachkommen. *Züchter* **32**, 59–71 (1962). — 34. KLAPP, E.: Heutige Probleme der Grünlandforschung und Grünlandbewirtschaftung. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* **116**, 256 bis 288 (1963). — 35. KNAPP, E.: Zuchtmethoden bei zweijährigen Fremdbefruchtern. Vortrag, Göttingen 1958. — 36. KNAPP, R., und P. THYSEN: Untersuchungen über die gegenseitige Beeinflussung von Heilpflanzen in Mischkulturen. *Ber. dtsch. bot. Ges.* **65**, 60–70 (1952). — 37. KNOWLES, R. P.: Studies of combining ability in bromegrass and crested wheatgrass. *Sci. Agron.* **30**, 275 bis 302 (1950). — 38. KRJUCOV, A. V.: Zur Methodik der Radieschenzüchtung (russ.). *Ref. L. Z. II*, **8**, 212 (1963). — 39. LAMPETER, W.: Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen in bezug auf Sproß- und Wurzelwachstum, Mineralstoffgehalt und Wasserverbrauch, untersucht an einigen wirtschaftlich wichtigen Futterpflanzen. *Wiss. Zeitschr., Leipzig*, **9** (1959/60). — 40. LAZENBY, A., and H. H. ROGERS: The evaluation of selection indices for yield in grass breeding. *Eighth Internat. Grassl. Congr. England* (1960); *Ref. Pl. Br. Abstr.* **32**, 684 (1962). — 41. LE ROY, H. L.: Statistische Methoden der Populationsgenetik. Basel und Stuttgart: Birkhäuser-Verlag 1960. — 42. MC. ALLISTER, D. R.: The combining ability of selected alfalfa clones as related to the self-fertility of the clones, their F_1 and F_2 progenies. *Iowa State Coll. J. of Sci.* **25**, 283–284 (1952). — 43. MC. DONALD, E. D., R. R. KALTON and M. G. WEISS: Interrelationships and relative variability among S_1 and open pollination progenies of selected Bromegrass clones. *Agron. J.* **44**, 20–25 (1952). — 44. MURPHEY, R. P.: Comparison of different types of progeny in evaluating breeding behavior. *Sixth Internat. Grassland Congress* 320–326 (1952). — 45. NEWELL, L. C., and S. A. EBERHART: Clone and progeny evaluation in the improvement of switchgrass, *Panicum virgatum* L. *Crop Sci.* **1**, 117–121 (1961). — 46. NISSEN, O.: Testing hay varieties of grasses as spaced plants in a pure stand or in a mixture with a legume. *Eighth Internat. Grassland Congress England* (1960); *Ref. Pl. Br. Abstr.* **32**, 685 (1962). — 47. NÜESCH, B. E.: Unter-

suchungen an Rotklee-Populationen im Hinblick auf die züchterische Verbesserung des Mattenklee. *Landw. Jb. Schweiz* **74**, 305–407 (1960). — 48. OLDMEYER, D. L., and A. A. HANSEN: Evaluation of combining ability in orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). *Agron. J.* **47**, 158–162 (1955). — 49. OSLER, R. D., E. J. WELLHAUSEN and PALACIOS: Effect of visual selection during inbreeding upon combining ability in corn. *Agron. J.* **50**, 45–48 (1958). — 50. PEACOCK, H. A., and C. P. WILSIE: Selection for vegetative vigor and seed setting in Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Agron. J.* **52**, 321 bis 324 (1960). — 51. SAULESCU, N.: Beitrag zur Gräserzüchtung. *Abstr. Plenary and sectional Pap. Fourth Internat. Grassland Congr.* 53–54 (1937). — 52. SCHRÖCK, O.: Untersuchungen über die Möglichkeit der Verwendung der Korrelationen in der Züchtung der Luzerne auf Eiweißreichtum. *Der Züchter* **14**, 234–240 (1942). — 53. SCHUMANN, G.: Bewurzelungsversuche an Rotklee-sproßstecklingen mit β -Indolylessigsäure und 2,4 Dichlorphenoxyessigsäure. *Angew. Bot.* **38**, 133–137 (1964). — 54. SIMMONDS, N. W.: Mating systems and the breeding of perennial crops. *Advancement of Sci.* **18**, 183–186 (1961). — 55. THOMAS, H. L., and H. K. HAYES: A selection experiment with Kentucky bluegrass, *Poa pratensis* L. *J. Amer. Soc. Agron.* **39**, 192–197 (1947). — 56. TYSDAL, H. M., and B. H. CRANDALL: The polycross progeny performance as an index of the combining ability of alfalfa clones. *J. Am. Soc. Agron.* **40**, 293–306 (1948). — 57. WELLENSIEK, S. J.: The theoretical basis of the polycross test. *Euphytica* **1**, 15–19 (1952). — 58. WEBBER, H. J., T. F. HUNT, J. W. GILMORE, C. F. CLARK and S. FRASER: The production of new and improved varieties of timothy. *N. Y. Cornell, Agr. Expt. Stat. Bulletin* **313**, 337–391 (1912). — 59. WEISS, M. G., L. H. TAYLOR and I. J. JOHNSON: Correlations of breeding behavior with clonal performance of Orchardgrass plants. *Agron. J.* **43**, 594–601 (1951). — 60. WILSIE, C. P.: Evaluation of grass-legume associations with emphasis on the yields of Bromegrass varieties. *Agron. J.* **41**, 412–420 (1949). — 61. WRIGHT, C. E.: The introduction of an associated legume at the progeny testing stage in perennial ryegrass breeding. *Eighth International Grassland Congr., England* (1960). — 62. ZIMMERMANN, K. F.: Moderne Methoden in der Gräserzüchtung. *Der Züchter* **24**, 33–39 (1954).

Für die umfangreichen Untersuchungen zu dieser Arbeit sei an dieser Stelle Fräulein LUCIE CHRIST mein Dank ausgesprochen.

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Dornburg/Saale der Friedrich-Schiller-Universität Jena

Pollensammelnde Honigbienen (*Apis mellifica*) als wirksame Bestäuber bei der Züchtung und im Samenbau von Luzerne, Rotklee und Ackerbohnen*

Von R. STEUCKARDT

Mit 3 Abbildungen und 2 Darstellungen

Der Einsatz von Honigbienen für Kreuzungsarbeiten ist in neuerer Zeit wiederholt beschrieben worden. Bei Luzerne konnten beispielsweise diallele Kreuzungen durch Bienen-Kleinvölker ausgeführt werden und dadurch aufwendige Handkreuzungen entfallen (STEUCKARDT 1963, HANSON et al. 1964). Auch das Aufstellen von Bienenvölkern in Polycrossanlagen, um dadurch intensivere Kreuzbestäubung herbeizuführen, wird heute von den Züchtern häufiger angewendet. Die Wirksamkeit von Honigbienen im Samenbau dagegen ist noch umstritten. In den Ver-

mehrungsgebieten der USA sind sowohl pollensammelnde als auch nektarsammelnde Bienen wirksame Bestäuber (LINSLEY 1946). In Mittel- und Nordeuropa ist Luzernesamenbau in starkem Maße von der Witterung abhängig. Hier wird der Einsatz von Wandervölkern für die Bestäubung als Sicherungsfaktor empfohlen, wobei man sich hauptsächlich auf nektarsammelnde Bienen stützen muß (ÅKERBERG und LESINS 1946, PETERSEN 1954, STEUCKARDT 1962).

In der Rotkleezüchtung wurden ebenfalls Bienenvölker für Kreuzungsarbeiten erfolgreich verwendet (SCHWEIGER 1960). Größere Diskussionen hat es jedoch über

* Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. G. BECKER zum 60. Geburtstag gewidmet.

die Wirksamkeit der Bienen im Samenbau gegeben. Zahlreiche Autoren halten Bienen für unwirksam, weil nektarsammelnde Individuen die von Hummelarten seitlich an Rotkleeblüten aufgebissenen Löcher zur Nektarentnahme benutzen (HAWKINS 1962, u. a.). Blühende Rotkleeblüten werden auch teilweise nicht befliegen, weil die Blütenröhren der Einzelblütchen zu lang sind und dadurch der Nektar am Röhrengrund für die Saugrüssel der Bienen unerreichbar ist. Versuche, entweder langrüsselige Bienen oder kurzröhrigen Rotklee zu züchten (KRESS u. FÜCHS 1959), führten bisher zu keinem Erfolg. Den eben angeführten Argumenten stehen zahlreiche Versuche und Beobachtungen gegenüber, wonach durch Bienenbesuche eine Erhöhung des Samenertes nachgewiesen wurde (ÄKERBERG u. HÄHLIN 1953, STÄHLIN u. BOMMER 1958, STAPEL 1934, 1960, PRITSCH 1960).

Die Ackerbohne wird vom Imker als gute Trachtpflanze bezeichnet und blühende Schläge gern als Bienenweide angewandert. OSCHMANN (1962) berichtet nach Käfigversuchen auch über eine beträchtliche Erhöhung des Samenertes der Ackerbohne. Von den Züchtern dagegen wird der Einfluß der Honigbienen auf die Kreuzbestäubung und den Samenert nicht sehr hoch eingeschätzt (LECHNER 1959).

Unter den Honigbienen besteht eine Arbeitsteilung zwischen pollensammelnden und nektarsammelnden Individuen. Da insbesondere während des Pollentragens — vom Imker „höseln“ genannt — gleichzeitig Kreuzbestäubung herbeigeführt wird, sind gerade diese Bienen für den Samenbauer besonders wertvoll. Es bestand nun die Frage, welche Pollenarten unter den Bedingungen Dornburgs und weiterer Samenbaugelände Thüringens im Laufe des Sommers bevorzugt gesammelt werden und ob Ackerbohnen, Rotklee und Luzerne zu den guten Pollenspendern zu zählen sind. Dieser Frage wurde an Stand- und Wanderbienenenvölkern auf Vermehrungsschlägen der Jahre 1960–1963 nachgegangen. Der durch Bienen verursachte Umfang an Fremdbefruchtung bei Ackerbohnen sollte in Dornburg weiterhin durch zwei Vicinismus-Versuche bestimmt werden.

Material und Methoden

Zur Blütezeit von Ackerbohnen, Rotklee und Luzerne wurden an Vermehrungsschlägen in Dornburg und weiteren 9 Versuchsorten Thüringens jeweils 4–6 Bienenstöcke pro ha aufgestellt. An die Fluglöcher der Beuten mehrerer Völker wurden zusätzlich bei Wanderbeginn die in der Abb. 1 sichtbaren Pollenfallen angebracht. Diese Fallen funktionieren, indem an- und abfliegende Bienen durch die genau auf die Größe eines Bienenleibes berechneten Öffnungen hindurchkriechen müssen. Heimkehrende Pollensammler streifen dabei einen Teil der an den Hinterbeinen angehefteten „Pollenhöschen“ ab. Diese Pollen fallen durch ein Perlgeflecht in ein unter der Falle befindliches Kästchen. In unseren Versuchen wurde nicht täglich gefangen. Durch Wegnahme des Sammelkästchens konnten dann die Bienen ungehindert zum Flugloch an- und abfliegen. Die Bestimmung des Pollens erfolgte jeweils im Spätherbst und Winter makroskopisch anhand der Farbe bzw. in Zweifelsfällen mikroskopisch nach der Pollenform und der Zahl der Keimporen. Die Daten der Pollenanalysen sind als prozentuale Anteile der in den Fallen gesammelten Pollenart eines Tages angegeben. Die absoluten Mengen schwankten in Abhängigkeit von der Witterung. Außerdem wurde mit den Fallen nicht aller gesammelte Pollen eines Tages gefangen. Die hier wiedergegebene prozen-

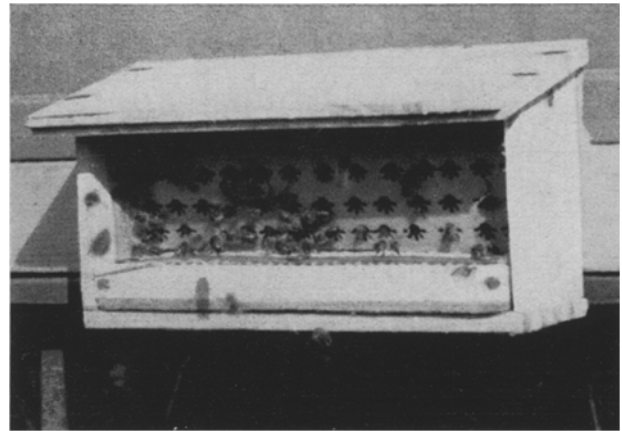
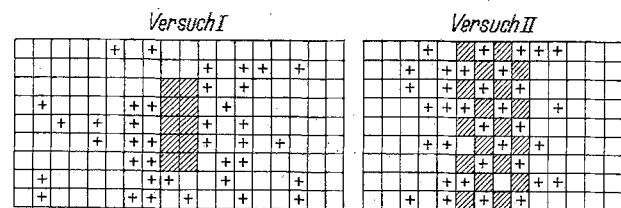


Abb. 1. Am Flugloch einer Bienenbeute angebrachte Pollenfalle. Die beim Durchkriechen der Schlitzlöcher abgestreiften Pollenhöschchen fallen in den darunter befindlichen Kasten und werden abends entnommen.



■ Pflanze der Sorte Dreadnought 1963

□ Pflanze der Sorte Dreifach Weiss 1963

⊕ Farbige Pflanzen in der F_2 von Dreifach Weiss 1964

Darstellung I und II. Genotypenanordnung der Vicinismusversuche 1963 und in den Nachkommen 1964 ermittelte Kreuzungen.

tuale Zusammensetzung wird dadurch aber nicht wesentlich beeinflusst. Um die vorwiegend durch Honigbienen (Hummeln waren kaum anzutreffen) verursachte Kreuzbestäubung bei Ackerbohnen zu erfassen, wurden 1963 neben den Pollenuntersuchungen entsprechende Vicinismus-Versuche mit zwei Puffbohnen-Sorten unterschiedlicher Blütenfarbe angelegt. Je 10 Pflanzen der Sorte 'Dreadnought' mit einem monogen bedingten schwarzen Blütenfarbfleck blühten gemeinsam mit der Sorte 'Dreifach-Weiß' ab. Die Pflanzen der weißblühenden 'Dreifach-Weiß' dienten als Mantel um die farbige Sorte. Die Anordnung der Pflanzen ist den Darstellungen 1 und 2 zu entnehmen. Da farbige Blüte über weiß dominiert, diente der Umfang farbiger Blüten bereits in der F_1 -Generation von 'Dreifach-Weiß' als Maß für die Kreuzbestäubung beider Muttersorten.

Ergebnisse

Luzerne und Rotklee: Schwerpunkte der Bienenwanderung waren die Vermehrungsfelder in Dornburg, Bendeleben und Wilsdorf. Die Wandervölker standen unmittelbar an oder direkt in Vermehrungsschlägen der Bendelebener Luzerne (vgl. Abb. 2 und 3). 1961 wurde in zwei und 1963 in drei Rotklee-Vermehrungen gewandert. Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse vierjähriger Pollenanalysen. Insgesamt wurden an 105 Tagen 219 Pollenproben gesammelt und analysiert.

Nur in zwei Proben war Luzernepollen in geringen Mengen mitgesammelt worden. Im Gegensatz zu den Luzernevermehrern in Kalifornien, deren Bienen über 30% Luzernepollen eintragen (durch die großen Vermehrungsschläge sind günstigere Pollentrachtpflanzen ausgeschaltet), sind die deutschen Samenbauer auf nektarsammelnde Bienen als Bestäuber angewiesen. Wesentlich anders ist das Ergebnis beim Rotklee. Im Durchschnitt aller Untersuchungen be-



Abb. 2. Wanderversuch Mertendorf 1961. Magazinbeuten stehen entlang einer schützenden Hecke. Diese Aufstellung gewährleistet einen optimalen Beflug des gesamten Vermehrungsschlages.



Abb. 3. Wanderversuch Kutzleben 1961. Die Wanderwagen stehen im Windschutz einer Baumgruppe. Hier stehen die Wandervölker für einen optimalen Beflug zu dicht.

standen 40% der „Höschchen“ aus reinem Rotkleepollen. Es folgten Ackersenf mit 23 und Weiß- und Schwedenklee mit 10%. Die übrigen Pflanzenarten waren gegenüber Klee und Ackersenf nur Ersatzpflanzen, wie z.B. Spargelpollen in Herbsleben.

Bei der Betrachtung einzelner Versuchsorte fallen die ungleichen Mengen von Rotkleepollen auf. Hier scheint die Entfernung der Wanderstände zu blühenden Rotkleeschlägen eine entscheidende Rolle zu spielen. Völker, die im Rotklee oder in unmittelbarer Nähe aufgestellt waren, brachten stets die höchsten Mengen Rotkleepollen, wie zum Beispiel 1961 in Dornburg, Molschleben und Weingarten oder 1963 in Weimar.

Auch zwischen den Versuchsjahren bestanden größere Unterschiede. Während im Juli und August 1960 und 1961 das Spektrum zu über 50% aus Rotkleepollen bestand, enthielt es zur gleichen Zeit 1962 nur 1,3%. In diesem Jahr gab es auf Grund starker Auswinterungsschäden fast keine zusammenhängenden Rotkleeschläge, so daß von den Bienen auch keine Vermehrungsflächen befliegen werden konnten. Um ihren Eiweißbedarf zu decken, wichen sie hier auf Ackersenf und Mais bzw. Weißklee aus. Wie die Analysen zeigen, waren 1963 für die pollensammelnden Bienen wieder zahlreiche Rotkleefelder vorhanden.

Im ersten Wanderjahr 1960 standen für die Luzerne- bzw. Rotkleefelder in Dornburg Bienenvölker verschiedener Rassen zur Verfügung. Dadurch konnte einmal näher untersucht werden, ob unterschiedliche Herkünfte sich auf bestimmte Pflanzenarten beim Pollensammeln spezialisiert haben. Da 1960 nur vereinzelt Luzernepollen in den Sammelproben

enthalten war, haben offenbar auch die südländischen Bienenrassen, wie Cypria, Bologna und das Volk der mexikanischen Rasse Starline, die Luzerne als Pollenspender gemieden. Die in der Tabelle 2 zu verzeichnenden Unterschiede beim Rotklee sind nicht rassebedingt. Hier wird entscheidend gewesen sein, auf welche Pollenspender sich die Völker bei Wanderbeginn eingeflogen hatten. Nachdem einige sogenannte Konkurrenzpflanzen abgeblüht waren, orientierte sich auch z.B. Volk Nr. 4 und Nr. 2 stärker auf Rotkleepollen. Eine Spezialisierung auf Rotklee scheint demnach nicht vorhanden zu sein. Die mexikanische Rasse Starline bevorzugte während der ganzen Versuchsdauer Maispollen. Da hiervon nur ein Volk zur Verfügung stand, muß die Frage offen bleiben, ob es nicht doch eine gewisse Spezialisierung gibt.

Ackerbohnen: Einige der 1960 in Luzerne bzw. Rotklee aufgestellten Wandervölker sammelten etwas Ackerbohnenpollen von einem zur Blüte gekommenen Schlag, der mit Leguminosen-Sommerzwischenfrucht bestellt war. Das veranlaßte uns, während der Hauptblütezeit der Ackerbohnen einmal der Frage nachzugehen, in welchem Umfang Ackerbohnenpollen gesammelt wird und wie das Pollenspektrum von der Entfernung des Bienenstandes zu dieser Trachtpflanze beeinflußt wird. 1961 und 1962 wurden deshalb die gesammelten Pollenarten von Standvölkern, die in einem Bienenhaus in Ortsnähe aufgestellt waren, mit dem Pollenspektrum von Wandervölkern in Ackerbohnen verglichen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der Tabelle 3 zusammengefaßt. Sie zeigen, daß ein wesentlicher Zusammenhang zwischen der Entfernung des jeweiligen Volkes vom Vermehrungsschlag und dem Anteil eingetragenen Ackerbohnenpollens besteht. Die direkt an der Trachtpflanze stehenden Völker sammelten durchschnittlich 70% des benötigten Pollens von Ackerbohnen. Hier zeigt sich also ein ähnliches Bild wie beim Rotklee. Daß die Ackerbohne zu den guten Pollenspendern gehört, zeigt das Spektrum des 1962 untersuchten Standvolkes. Da der Vermehrungsschlag hier noch im Flugradius lag, wurde mehr Ackerbohnenpollen gesammelt als vom gleichen Volk im Vorjahr, wo die Entfernung etwa 1200 m betrug. Wenn Bienen, wie unsere Ergebnisse zeigen, in so großen Anteilen von Ackerbohnenblüten Pollen sammeln, dann müssen sie entsprechend ihrer Arbeitsweise hier auch sehr stark zur Fremdbefruchtung beitragen. Die 1963 angelegten und 1964 in den Nachkommenschaften ausgewerteten Vicinismusversuche bestätigten diese Annahme. Die farbig blühende Sorte 'Dreadnought' wurde 1963 mit der rezessiv weißblühenden Sorte 'Dreifach-Weiß' ummantelt und 1964 in der F₁-Generation der Anteil farbig blühender Kreuzungspflanzen in den Nachkommenschaften von 'Dreifach-Weiß' ausgezählt. Die Zahlen der in der F₁ ermittelten Kreuzungspflanzen sind in den Darstellungen 1 und 2 ersichtlich. 50% der Nachkommenschaften von 'Dreifach-Weiß', die der 'Dreadnought' unmittelbar benachbart abblühten, enthielten farbige F₁-Pflanzen. Die Anzahl der erfolgten Einkreuzungen in 'Dreifach-Weiß' nahm mit der Entfernung von den farbigen Mutterpflanzen ab. Die Anordnung des 2. Versuches war so gewählt, daß in den vier mittleren Reihen jeweils eine Pflanze der farbig blühenden

Dreadnought' mit einer von 'Dreifach-Weiß' wechselte. Hier enthielten sogar 85% aller Nachkommen farbige F₁-Pflanzen (Darstell. 2). Auch in diesem Versuch hatten mit zunehmender Entfernung von 'Dreadnought' weniger Kreuzungen stattgefunden. Die beiden ersten Reihen enthielten wieder über 40% farbige F₁-Pflanzen. In beiden Anlagen fanden noch auf eine Entfernung von über 2 Metern Einkreuzungen statt. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen, daß unter unseren Bedingungen bei *Vicia faba* wenigstens 40–50% Kreuzbestäubung zu erwarten ist. Diese Zahl kann in enggedrillten Feldbeständen sogar noch höher liegen und wird weiterhin durch verstärkte Bienenwanderung noch zu vergrößern sein.

Diskussion

Über die Tätigkeit und Arbeitsweise nektarsammelnder Bienen bei Rotklee und Luzerne gibt es im Schrifttum zahlreiche Beiträge. Aus verschiedenen Gründen findet man aber nur vereinzelt etwas über die pollensammelnden Bienen, obwohl gerade diese für den Züchter und Samenbauer besonders wirksam sind. Das mag zunächst damit zusammenhängen, daß nur selten Samenbauer bzw. Züchter und Imker in einer Person vereint sind und somit bestimmte Vorstellungen über den Pollenbedarf eines Bienenvolkes zu seiner Eiweißversorgung gar nicht bestehen. Z. B. äußert HAWKINS (1962), daß zwar Bienen Pollen sammeln, "but seed growers are not interested in pollen, they are interested in seed". Lediglich STAPEL (1934) berichtet über den Wert pollensammelnder Bienen beim Rotklee. Die folgenden Angaben OSCHMANN'S (1961) sollen einmal verdeutlichen,

Tabelle 1. Das Pollenartenspektrum von Wander- und Standvölkern in 4 Jahren an 14 verschiedenen Orten Thüringens. (Prozentuale Zusammensetzung 1960–1963.)

Versuchsort und Jahr	Pollen Tage	ge-sammelte Proben	Anzahl Völker	Ackerdistel	Ackerbohnen u. Sojapflanzen	Senf u. Ackerseif	Mais	Hornklee	Klette	Kratzdistel	Luzerne	Rotklee	Sonnenblume	Wege- rich	Weiß- u. Schwen- den- klee	Grä- ser	Weiden- röschen	Korn- blume	Spargel	Lö- wen- zahn	Sonstige Arten u. Misch- pollen	Wanderung in
Dornburg I	1960	11	72	25	—	0,9	16,5	6,7	—	0,1	0,1	53,4	1,5	2,7	5,9	0,5	—	—	—	—	7,5	Luzerne
Dornburg I	1961	10	34	25	1,9	8,3	9,8	2,1	0,3	1,6	—	63,6	1,6	2,0	2,2	—	0,03	—	—	—	4,4	Luzerne
Dornburg II	1961	9	9	3	1,1	12,3	19,5	3,0	0,4	3,4	—	47,3	1,4	3,6	1,9	—	—	—	—	—	2,6	Standvölker
Mertendorf	1961	3	6	25	0,2	1,0	30,7	45,6	—	0,1	—	2,7	1,4	1,7	10,1	—	—	—	—	—	4,9	Luzerne
Kutzleben	1961	3	4	120	0,2	2,1	36,0	5,4	—	0,4	—	41,1	0,2	0,5	10,4	—	0,1	—	—	—	3,2	Luzerne
Neumark	1961	1	2	40	—	1,9	27,6	55,4	—	0,3	—	10,6	2,6	0,6	0,9	—	—	—	—	—	0,1	Luzerne
Molschleben	1961	1	2	80	—	—	9,6	—	—	—	—	84,3	—	4,3	—	—	—	—	—	—	0,9	Luzerne
Weingarten	1961	1	3	60	—	8,9	2,3	—	—	—	—	88,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Rotklee
Bendeleben	1961	9	12	8	1,7	1,1	16,9	3,7	—	0,1	—	23,5	0,8	13,1	8,8	—	0,9	9,2	—	—	5,5	Standvölker
Wilsdorf	1962	7	14	14	—	4,2	49,8	2,6	—	0,02	0,3	0,7	0,3	—	30,7	—	—	—	—	—	8,8	Luzerne
Herbsleben	1962	3	3	20	—	1,2	0,5	11,5	15,3	0,1	—	14,0	—	—	1,6	—	—	—	38,4	—	17,2	Luzerne
Marolterode	1962	1	2	100	—	—	5,2	—	—	—	—	—	—	—	86,2	—	—	—	—	—	6,9	Standvölker
Dornburg I	1963	9	9	5	2,4	8,2	3,5	0,5	—	—	—	61,7	2,0	1,3	3,6	—	—	—	0,1	—	14,4	Standvölker
Dornburg II	1963	2	5	30	—	37,7	33,6	—	—	—	—	9,3	—	—	1,8	—	—	—	—	—	11,5	Ackerbohnen
Dornburg III	1963	5	12	15	0,2	0,1	11,1	3,2	—	—	—	68,1	0,1	1,8	0,4	—	—	—	—	—	12,4	Luzerne
Herbsleben I	1963	3	3	12	1,2	2,3	2,9	—	—	—	—	8,6	0,2	0,9	0,9	—	—	—	—	—	6,9	Standvölker
Herbsleben II	1963	4	4	110	0,1	1,7	9,7	6,3	—	—	—	16,8	0,6	36,9	—	—	—	—	—	—	18,4	(Spargel)
Weimar	1963	6	6	50	0,3	—	1,1	—	—	—	—	95,1	1,0	0,5	0,6	—	—	—	9,4	—	0,9	Luzerne
Sundhausen	1963	2	2	60	—	—	5,9	1,8	—	—	—	68,4	18,5	—	1,2	—	—	—	—	—	4,2	Rotklee
Friedrichswerth	1963	2	4	40	—	—	5,4	4,1	—	—	—	77,3	2,9	0,5	6,0	—	—	—	—	—	2,8	Rotklee
Bendeleben	1963	10	10	15	—	0,4	4,2	2,3	—	15,6	—	65,1	0,5	—	0,3	—	9,4	—	—	—	2,2	Standvölker
Leipzig	1963	3	9	—	0,1	—	24,3	19,2	—	—	—	5,6	10,6	—	38,1	—	—	—	—	—	1,8	(Luzerne) Standvölker
% Anteile	1960	11	72	—	—	0,9	16,5	6,7	—	0,1	0,1	53,4	1,5	2,7	5,9	0,5	—	—	—	—	7,5	
% Anteile	1961	37	72	—	1,4	8,0	15,6	8,6	0,3	1,7	—	51,0	1,5	2,4	3,0	—	0,04	0,2	—	—	—	
% Anteile	1962	11	11	—	—	4,1	47,4	3,0	0,7	0,02	0,3	1,3	0,3	—	29,5	—	0,8	—	1,7	—	9,3	
% Anteile	1963	46	64	—	0,9	4,4	8,8	3,4	1,0	1,3	—	52,9	2,2	4,2	4,7	—	0,8	—	5,4	0,5	9,5	
% Anteile 1960—1963	105	219	—	0,7	4,7	20,2	5,9	0,2	2,6	0,9	0,1	42,8	1,4	2,5	9,0	0,1	0,2	0,1	1,5	0,1	7,0	

Kalifornien nicht der Fall). Aus diesem Grunde ist der Rotklee eine der wichtigsten Konkurrenzpflanzen für die Luzerne. Hier wäre es zum Vorteil des Samenbauers, wenn sowohl Rotklee als auch Luzerne in einem Betrieb und möglichst auf benachbarten Schlägen vermehrt würden. Wegen großer Vermischungsgefahr und aus Gründen der Standortverteilung gibt es gegen diese Vorstellung aber gewisse Einwände. Während sich durch Bienenwanderungen auf Luzerne die Zahl der Nektarsammler erhöht und damit die durch diese Bienen hervorgerufene Auslösefrequenz (bei normalem Bienenbesatz 1–3%) zunimmt, wird die Effektivität bei Wanderungen in Rotklee vor allem durch die Pollensammler vergrößert. Der Einsatz von Wandervölkern sollte daher auch in Zukunft vor allem bei Rotklee weiter propagiert werden. Neben den bekannten pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Sicherung des Samenertrages wird durch den Einsatz von 4–6 zusätzlichen Bienenvölkern pro ha zu den Bienen der Ortsflur das Risiko beim einheimischen Vermehrungsanbau gemindert. Dabei kann der Anteil pollensammelnder Bienen durch imkerliche Maßnahmen, wie Duftstofflenkung (STAPEL 1960) oder Entnahme von Waben mit vielem Pollen noch weiter gesteuert und erhöht werden.

Der Samenbau bei Ackerbohnen ist weniger risikobelastet, als dies bei Luzerne und Rotklee der Fall ist. Auch der Einsatz von Bienenvölkern erfolgt hier in der günstigsten Jahreszeit in meist ergiebige Nektar- und Pollentracht und wird vom Imker gern ausgenutzt. Aus einer verstärkten Bienenwanderung — bei der viel Pollen gesammelt und dabei Fremdbefruchtung herbeigeführt wird — ergeben sich für die Neu- und Erhaltungszüchtung wesentliche Konsequenzen. Bisher wurde die Ackerbohne zuchtmethodisch wie ein Selbstbefruchter behandelt, obwohl die Ansichten in der Literatur über den Anteil an Selbst- und Kreuzbestäubung weit auseinandergehen. In älteren deutschen Untersuchungen wird z.B. mit höchstens 10% Fremdbefruchtung gerechnet. Dagegen findet GOTTSCHALK (1960) in seinen Arbeiten mit einer einblättrigen Mutante bis zu 40%. Auch im englischen und französischen Schrifttum (HOLDEN und BOND 1960, PICARD 1960, ROWLANDS 1961) werden 40 bis 50% Fremdbefruchtung angegeben. Die Dornburger Ergebnisse sprechen ebenfalls für mindestens 50% Kreuzbestäubung bei *Vicia faba*. Da der Bedarf an Ackerbohrensaatgut für Körner- und Grünfütterung in nächster Zeit noch weiter ansteigt, ist zu überlegen, ob man nicht die größeren Ertragsreserven erschließen würde, wenn die Ackerbohne als Fremdbefruchter behandelt wird. Entsprechende methodische Untersuchungen wurden in Dornburg an der dortigen Ackerbohne eingeleitet. Unabhängig davon wird aber ein intensiver Bienenbeflug auch auf Vermehrungsfeldern zu einem besseren Samenansatz führen und dadurch die Ertragssicherheit erhöhen. Schon aus diesem Grunde sollte eine noch intensivere Zusammenarbeit mit den Imkern auch bei der Ackerbohnenvermehrung angestrebt werden.

Zusammenfassung

1. In mehrjährigen Wanderversuchen mit Bienenvölkern in blühende Luzerne-, Rotklee- und Ackerbohenschläge wurde der von den Bienen eingetragene

ne Pollen („Höschen“) analysiert. Da beim Pollensammeln gleichzeitig Kreuzbestäubung der Blüten herbeigeführt wird, konnte anhand des Pollenspektrums die Wirksamkeit der Bienen für den Samenansatz bei diesen Kulturarten beurteilt werden.

2. Luzernepollen wird fast nicht gesammelt. Bei Wanderungen in Luzerne erhöht sich aber die Auslösefrequenz nektarsammelnder Bienen. Von Rotkleeblüten wird sehr intensiv Pollen eingetragen. Aus diesem Grunde wird das Aufstellen zusätzlicher Wandervölker in Rotkleevermehrungsschläge zur Sicherung des Samenertrages besonders empfohlen.

3. Bei den Wanderungen auf Vermehrungsschläge ist zu beachten, daß durch blühendes Unkraut oder andere Trachtpflanzen (Ackersenf, Senf oder *Phacelia* im Zwischenfruchtbau, Spargel etc.) der Effekt auf der angewandten Vermehrungskultur nicht gemindert wird. Bei der Wahl des Vermehrungsschlages sind deshalb möglichst Konkurrenzpflanzen auszuschalten.

4. In blühenden Ackerbohnenbeständen stehende Bienenvölker deckten ca. 70% ihres Bedarfes mit Pollen von Ackerbohnen. Ergänzend zu den Pollenanalysen durchgeführte Vicinismusversuche mit *Vicia faba major* ergaben mindestens 50% Fremdbefruchtung. Durch diesen hohen Grad an Kreuzbestäubung ergeben sich Rückschlüsse auf die Wahl der einzuschlagenden Züchtungsmethode.

Den Herren dipl. agr. F. RABES, DSG Erfurt, und Saatzüchtleiter WERNER, Bendeleben, danke ich für ihre Hilfe bei der Organisation eines Teiles der Wanderversuche in Luzerne und Rotklee.

Literatur

1. ÅKERBERG, E., och M. HAHLIN: Undersökningar rörande tillgången på pollinerande insekter i röd cloverfröodlingar under åren 1949–1952. Sver. Fröodl. forb. Medd. 2, 122–130 (1953). — 2. ÅKERBERG, E., and K. LESINS: The importance of honey-bees for the seed set in alfalfa. Acta Agric. Suecana 2, 249–251 (1946). — 3. GOTTSCHALK, W.: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse von *Vicia faba* mit Hilfe einer früh erkennbaren Mutante. Der Züchter 30, 22–27 (1960). — 4. HANSON, C. H., et al.: Performance of two-clone crosses in alfalfa and an anticipated selfpollination problem. U. S. Dep. Agric. Techn. Bull. 1300 (1964). — 5. HAWKINS, R. P.: Bees in relation to seed crops from red clover. Bee World 43, 114–119 (1962). — 6. HOLDEN, J. H. W., and D. A. BOND: Studies on the breeding system of the field bean *Vicia faba* (L.). Heredity 15, 175–192 (1960). — 7. KRESS, H., und A. FUCHS: Über den Züchtungswert von Rotkleeformen mit kurzer Blütenröhre. Z. Pflanzenzüchtg. 41, 167–194 (1959). — 8. LECHNER, L.: *Vicia*-Arten. In: Hdb. Pflanzenzüchtg., 2. Aufl., Band IV, 52–73 (1959). — 9. LINSLEY, E. G.: Insect pollinators of alfalfa in California. J. Econ. Entomol. 39, 18–29 (1946). — 10. OESER, G. A.: Der Bienen und Du. S. 108–109. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1962. — 11. OSCHMANN, H.: Fachbuch für Imker. S. 100–101. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1961. — 12. OSCHMANN, H.: Bedeutung des Honigbienenfluges auf den Samenertrag bei Ackerbohnen (russ.). Agrobiologija 3, (135), 365–370 (1962). — 13. PETERSEN, H. L.: Pollination and seed setting in lucerne. Kongl. Vet. og Landbohøjskole Arskr., København, 139–169 (1954). — 14. PICARD, J.: Données sur l'Amélioration de la Fève de printemps *Vicia faba*. Ann. Amél. Plantes 2, 121–153 (1960). — 15. PRITSCH, G.: Versuche zur Duftlenkung der Bienen auf Rotklee. Proceed. 1. Internat. Symp. on Pollination, 145–157 (1960). — 16. ROWLANDS, D. G.: Fertility studies in the field bean (*Vicia faba* L.) II. Inbreeding.

Heredity 16, 497–508 (1961). — 17. SCHWEIGER, H.: Die Bestäubung tetraploiden Rotklee durch Bienen unter Isolierkäfigen. Züchter 30, 43–44 (1960). — 18. STÄHLIN, A., und D. BOMMER: Über die Wege zu einer besseren Befruchtung des Rotklee. Angew. Bot. 32, 165–185 (1958). — 19. STAPEL, CHR.: Honningbier og Rødkløverfrøavl. Tidsskr. Planteavl, København, 40, 301–313 (1934). — 20. STAPEL, CHR.: Experiments on scent-feed-

ing of honeybees with references to red clover pollination. Proceed. 1. Internat. Symp. on Pollination, 158–163 (1960). — 21. STEUCKARDT, R.: Untersuchungen über die Wirksamkeit von Honigbienen *Apis mellifica* bei der Luzernebestäubung. Z. Pflanzenzüchtung 47, 15–50 (1962). — 22. STEUCKARDT, R.: Der Einsatz von Honigbienen bei diallelen Kreuzungen insektenblütiger Fremdbefruchter. Z. Pflanzenzüchtg. 49, 161–172 (1963).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
in Hohenthurm bei Halle/Saale

Beziehungen zwischen Entwicklungsstadium und Gibberellin-Sensibilität bei der Sommergerste*

Von H. SCHMALZ und D. METTIN

Mit 11 Abbildungen

A. Einleitung

Bei der Gerste tritt nach einer Gibberellinbehandlung neben vielfältigen Wirkungen auf morphologische Merkmale und den Ablauf der generativen Entwicklung (SCHMALZ 1960, 1962 u. a.) als besonders auffällige Erscheinung eine sehr starke Minderung der Fertilität auf (PALEG und ASPINALL 1958, JAMES und LUND 1960, MATHON und STROUN 1960, SCHMALZ 1960, 1962), wobei schon von MATHON und STROUN beobachtet worden ist, daß bevorzugt eine relativ späte Behandlung diesen Effekt hervorruft. Offenbar handelt es sich dabei in erster Linie um eine Beeinträchtigung der Pollenfertilität. Es können aber auch, wie in den Versuchen von PALEG und ASPINALL, unter dem Einfluß einer Gibberellinbehandlung ganze Blütenteile, Spelzen etc. reduziert werden. Die Gerste nimmt mit dieser Reaktionsweise durchaus keine Sonderstellung ein. Besonders häufig ist in letzter Zeit beim Mais eine im Prinzip ähnliche Wirkung auf die Pollenfertilität beobachtet worden, z.B. von WITTEWERT und BUKOVAC (1957), NELSON und ROSSMANN (1958), NICKERSON (1959) und CHERRY et al. (1960). Anscheinend existiert auch bei dieser Pflanzenart ein besonders sensibles Stadium. Es fällt nach NELSON und ROSSMANN (1958) mit dem Erreichen einer Infloreszenzlänge der männlichen Blüten von etwa 2,5 cm zusammen. Beim Weizen sind demgegenüber keine deutlichen destruktiven Wirkungen der Gibberelline auf die Fertilität festgestellt worden, wenn in diesem Zusammenhang von einer zu beobachtenden Erhöhung des Anteils reduzierter Ährchen an der Ährenbasis abgesehen wird. Es kommt bei bestimmten Weizensorten auch zur Bildung von Doppelährchen, die dann steril sind (SCHMALZ 1962).

Fertilitätsstörungen als Wirkung einer Gibberellinbehandlung sind nicht auf Vertreter aus der Familie der *Poaceae* beschränkt. Bei der Sonnenblume wurde ebenfalls die Pollenfertilität unter weitgehender Rückbildung der Antheren erheblich reduziert (SCHUSTER 1961). Dabei trat an Stelle der sonst gegebenen Protandrie vorwiegend Protogynie auf. Abnorme Infloreszenzen, verbunden mit herabgesetzter Fertilität, sind auch in Versuchen von YER-

MANOS und KNOWLES (1960) beim Saflor gefunden worden. Eine starke Verminderung der Pollenzahl je Anthere wurde bei *Polygonum fagopyrum* (DOIDA 1958) und bei der Kartoffel (FISCHNICH und KRUG 1959) festgestellt, wobei bei dieser der Pollen darüber hinaus nur noch eine unbefriedigende Befruchtungsfähigkeit besaß.

Nachdem somit für die Gerste mehrfach die fertilitätsmindernde Wirkung einer Gibberellin-Applikation nachgewiesen war, lag es nahe zu prüfen, ob in den Ablauf der ontogenetischen Entwicklung der Gerste ein besonders empfindliches Stadium eingeschaltet ist und wenn ja, welche kausalen Zusammenhänge zwischen der Gibberellinanwendung und der Fertilitätsreduktion bestehen. Die für die Beantwortung dieser Fragestellungen erforderlichen Versuche gelangten in den Jahren 1960 und 1961 zur Durchführung. Sie ließen die Existenz eines Gibberellin-sensiblen Stadiums eindeutig erkennen [erste Angaben hierüber wurden bereits vorgelegt, SCHMALZ (1962), SCHMALZ und METTIN (1963)], womit der erste Teil der Frage bejahend beantwortet werden konnte. Dazu werden im Abschnitt C1 weitere, nunmehr detaillierte Angaben gemacht, die neben der Fertilität noch eine Reihe anderer Merkmale berücksichtigen. Für die zur Beantwortung des zweiten Frageteiles notwendigen kausalanalytischen Experimente boten sich in erster Linie cytologische Untersuchungen der meiotischen Vorgänge an, da sich naturgemäß die Vermutung aufdrängte, die Gibberellinwirkung könnte sich über eine Störung des Meioseablaufes bzw. im Verlaufe der späteren Pollenbildung entfalten. Da insbesondere BERGER (1957) gewisse Wirkungen der Gibberelline auf das Chromosomenverhalten und die Chromosomenbeschaffenheit bei *Allium cepa* festgestellt haben wollte, die in eigenen unveröffentlichten Versuchen jedoch nicht bestätigt werden konnten, mußten derartige Wechselwirkungen in erster Linie in Erwägung gezogen werden. Die in diesem Zusammenhang von uns erzielten Ergebnisse bilden den Inhalt des Abschnittes C2.

B. Material und Methoden

Als Versuchsmaterial dienten Pflanzen der älteren Sommergerstensorte 'Heines Haisa' sowie zwei röntgeninduzierte Mutanten aus dieser Sorte (MS 1196 und MS 733).

* Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. GUSTAV BECKER aus Anlaß seines 60. Geburtstages am 15. März 1965 gewidmet.