

dagegen keine so eindeutige Beziehung. Es ist noch nicht endgültig geklärt, ob bei alternden Samen nicht besondere, durch das Altern hervor-

gerufene physiologische Veränderungen eine Rolle spielen.

(Fortsetzung folgt.)

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg/Mark.)

Ein Versuch über Fremdbestäubung bei zwei gelben Süßlupinenstämmen.

Von **J. Hackbarth.**

Für die Auswahl der Züchtungsmethoden ist bei jeder Pflanzenart die Kenntnis der Bestäubungsverhältnisse von grundlegender Bedeutung. Diese wiederum hängen eng zusammen mit dem morphologischen Bau der Blüte, dem Ablauf des Blühvorganges sowie den physiologischen Eigenschaften der Art, der Sorte oder des Einzelindividuums. Außerdem spielt das Vorhandensein von Insekten für die Ausführung der Bestäubung bei den dafür eingerichteten Pflanzenarten eine Rolle. Die Lupinenarten und vor allem die gelbe Lupine haben im Laufe der Zeit eine wechselnde Beurteilung in dieser Hinsicht erfahren, und es soll der Zweck der folgenden Ausführungen sein, zur Klarstellung der Bestäubungsverhältnisse der letzterwähnten Art beizutragen.

Als erster hat sich wohl DARWIN (2) mit den Bestäubungsverhältnissen bei der gelben Lupine befaßt, indem er feststellte, daß man normale Samen bei künstlicher Selbstung der Pflanzen erhalten kann, somit Selbstbestäubung also zum mindesten möglich ist. Zu derselben Ansicht kam FRUWIRTH (4) durch ausgedehntere Isolierungsversuche. Einige Jahre später (5) stellte er jedoch fest, daß neben der Selbstbestäubung auch in ziemlich großem Umfange Fremdbestäubung vorkommen müsse, denn einige schwarz-samige Pflanzen hatten, in einem Bestand von normalsamigen Pflanzen angebaut, in etwa 38 % der Fälle eine Fremdbestäubung herbeigeführt. Über größere Versuche in Rußland (Landw. Versuchsstation Novosybkov) berichteten dann ERMAKOFF u. Mitarbeiter (3). Sie kamen zu dem Ergebnis, daß der Grad der Fremdbestäubung bei *L. luteus* mit 13 % angenommen werden könne. In demselben Jahre sprach auch ROEMER (9) die Ansicht aus, daß man bei der gelben Lupine „aus der Inkonzanz der Zuchtstämme auf Fremdbefruchtungsmöglichkeit schließen könne.“

Von besonderer Bedeutung ist die Frage nach dem Grad der Fremdbestäubung bei der Vermehrung der „Süßlupine“¹ und der weiteren züchterischen Arbeit an ihnen geworden. Da

aus den vorhandenen Literaturangaben mit der Möglichkeit der Fremdbestäubung bei *L. luteus* gerechnet werden muß, schreiben die verantwortlichen Stellen eine Mindestentfernung von 50 m von dem nächsten Bitterlupinenbestande vor. V. SENGBUSCH (11) ging sogar soweit, eine Fremdbestäubungsquote bis zu 50 % anzunehmen. Daraufhin teilte WUTTKE (12) aus der Zuchtstation Leichhardt Ergebnisse der Jahre 1933 und 1934 bei den gelben Süßlupinenstämmen 8, 80 und 102 mit, nach denen bei Anbau von kleinen Parzellen nebeneinander nur etwa 3 % Fremdbestäubung nachgewiesen worden sind. Soweit die heute vorliegende Literatur über diese Frage.

Es ergibt sich daraus, daß bei *L. luteus* zum mindesten mit der Möglichkeit der Fremdbestäubung gerechnet werden muß, über ihr Ausmaß lassen sich jedoch wegen des Fehlens genügend ausgedehnter geeigneter Versuche keine verlässlichen Angaben machen. Bevor wir jedoch zur Besprechung der eigenen Versuche übergehen, wollen wir uns kurz den Bau der Lupinenblüte sowie den Blühvorgang vergegenwärtigen und die Insekten anführen, die für eine Pollenübertragung bei den Lupinen in Frage kommen.

Die Lupinenblüte besitzt 10 Staubblätter, die verschieden gestaltet sind. Die 5 äußeren Antheren sind groß und länglich, während die fünf inneren wesentlich kleiner und rund sind. Die Filamente sind im Knospenstadium etwa gleich lang. Im Laufe der Blütenentwicklung strecken sich diejenigen der größeren Antheren zuerst und stehen zur Zeit des Aufklappens der Fahne auf gleicher Höhe mit der Narbe. Nunmehr beginnen auch die Filamente der 5 kleineren Staubgefäße mit dem Streckungswachstum und pressen den Pollen der großen und ihren eigenen in der Schiffchenspitze zusammen. Bei Besuch eines Insektes tritt er in Form einer Nudel aus der Spitze heraus und legt sich an den Körper des Tieres. Der Griffel beginnt sich schon früher zu strecken und erreicht die Schiffchenspitze vor den großen Antheren. Er ist unterhalb des Narbenkopfes von einem Kranz nach oben stehender Haare umgeben. Der Pollen ist schon

¹ Ges. gesch. Warenzeichen.

vor der vollen Entfaltung der Blüte reif und wird aus den großen Antheren kurz vor oder während des Aufklappens der Fahne entlassen. Letzterer Vorgang leistet der Selbstbefruchtung erheblichen Vorschub, zumal das Aufblühen am Morgen erfolgt, wenn noch wenig Insekten vorhanden sind. Auf der anderen Seite lassen Einrichtungen wie die „Nudelpumpe“ der 5 kleineren Antheren und der Haarkranz unterhalb der Narbe auf eine von der Natur gewollte Fremdbestäubung schließen.

Da die Blüte von *L. luteus* gar keinen oder doch nur sehr wenig Nektar erzeugt, kommt sie für die Insekten nur als Pollenlieferantin in Frage. Neben der Honigbiene (*Apis mellifica*) werden vor allem Hummelarten (*Bombus terrester*, *B. agrorum*, *B. cognatus* u. a.) häufig als Besucher angetroffen, ferner Megachile-Arten. Zur Durchführung der Fremdbestäubung ist also auch von dieser Seite her reichlich Gelegenheit gegeben.

Ein Versuch, der zur Klärung der Bestäubungsverhältnisse der gelben Lupine beitragen soll, muß einige Voraussetzungen erfüllen, wenn er Beweiskraft haben soll. Grundbedingung ist das Vorhandensein von 2 Sorten, die sich mindestens in einem einfach recessiv bedingten Merkmal unterscheiden. Dies Merkmal muß ferner sicher erkennbar und gegebenenfalls gut auszählbar sein. Zweckmäßigerweise darf man hierzu keine Unterschiede in der Blütenfarbe wählen, da hinreichend bekannt ist, daß sich zum mindesten die Honigbienen auf eine Farbe einfliegen und die andere dann meiden. Die beiden Sorten müssen im Gemisch angebaut werden und schließlich müssen genügend Bienen und Hummeln vorhanden sein, um die Fremdbestäubung auszuführen. Wir verwendeten zu unserem Versuch die Stämme 8 und 80 der gelben Süßlupine, die sich in den Genen für die Alkaloidfreiheit sowie in dem Gen für die Kornfarbe unterscheiden (6, 7), in ihren sonstigen Eigenschaften aber gleich sind. Die beiden Stämme wurden 1937 abwechselnd reihenweise nebeneinander angebaut, und zwar quer zur Hauptflugrichtung der Bienen eines etwa 300 m entfernten Bienenstandes. Jede Reihe enthielt 10 Pflanzen.

Eine Fremdbestäubung muß also bei beiden Stämmen Pflanzen ergeben, die für die beiden Alkaloidgene heterozygot und damit bitter sind (7). Außerdem müssen bei dem Stamm 8, dessen Körner nur fein schwarz gesprenkelt sind, aus Fremdbestäubung mit Pollen von Stamm 80 Pflanzen mit deutlich gesichelten Körnern entstehen. D. h. also bittere Pflanzen, die aus

Stamm 8 hervorgehen, müssen auch gleichzeitig gesichelte Körner haben. Die Ernte des Jahres 1937 wurde 1938 zum Teil einzelpflanzenweise, zum Teil aber auch einzelhülsenweise ausgesät und grün auf Alkaloidgehalt sowie die Körner auf Kornfarbe untersucht.

Tabelle 1.
Alkaloidfreie und alkaloidhaltige Pflanzen in den Nachkommenschaften von Einzelpflanzen.

Stamm	Zahl der Pflanzen		Summe	% Fremdbestäubung
	Alkaloidfrei	Alkaloidhaltig		
8	14 152	1477	15 629	10.44
80	12 235	2582	14 817	21.11

Wir ersehen also aus der Tabelle, daß der Grad der Fremdbestäubung bei beiden Stämmen ein recht erheblicher ist, jedenfalls bedeutend höher als nach den von WUTKE (12) veröffentlichten Versuchen, in denen die Stämme parzellenweise nebeneinander angebaut waren, zu erwarten war. Auf der anderen Seite bleibt das Ausmaß der Fremdbestäubung aber doch wesentlich hinter dem von v. SENGBUSCH (11) angegebenen Zahlen zurück. Am beachtenswertesten sind jedoch die Unterschiede, die sich zwischen den beiden Stämmen ergeben haben. Demnach neigt der Stamm 80 offenbar doppelt so stark zur Fremdbefruchtung wie der Stamm 8. Das Ergebnis stellt ferner einen wichtigen Beitrag zur Charakteristik der beiden Stämme dar. Schließlich sei noch erwähnt, daß die bitteren Pflanzen aus Stamm 8 sämtlich die dominante Kornzeichnung des Stammes 80 aufweisen. Dies kann als Beweis dafür gelten, daß es sich nicht etwa um Rückmutationen, sondern tatsächlich um Fremdbestäubung handelt.

Tabelle 2.
Alkaloidhaltige Pflanzen in den Nachkommenschaften von Einzelhülsen.

Stamm	Hülsen		Summe	% Fremdbestäubung
	mit nur alkaloidfreien Körnern	mit einem oder mehreren alkaloidhaltigen Körnern		
8	4325	772	5097	17,9
80	3898	1155	5053	29,6

Ein Teil der Ernte 1937 wurde, wie schon erwähnt, einzelhülsenweise geerntet und ausgesät, auf diese Weise sollte festgestellt werden, wieviel Blüten mit Erfolg von Insekten mit fremden Blütenstaub befruchtet worden waren. Hierbei ist zu bedenken, daß bei der gelben

Lupine wohl in allen Fällen die Narbe schon mit eigenem Blütenstaub belegt sein wird, der oft im Wachstum auch einen Vorsprung haben wird. So kommt es, daß nur in sehr wenig Hülsen-Nachkommenschaften alle Pflanzen bitter waren, meistens waren es nur ein oder zwei. Bei den übrigen war der eigene Pollenschlauch eher zur Befruchtung gelangt als der fremde. Es liegt auf der Hand, daß der Prozentsatz der fremdbestäubten Blüten aus diesem Grunde höher sein muß als bei Auszählung der Einzelpflanzen. Die Sortenunterschiede bleiben auch hier bestehen, ja sie verschieben sich sogar noch etwas zuungunsten von Stamm 80. Mit anderen Worten heißt das, daß bei dem Stamm 80 noch mehr Blüten mit Erfolg fremdbestäubt worden sind als nach den Zahlen der Tabelle 1 anzunehmen war.

Tabelle 3. Zahl der Pflanzen mit und ohne Fremdbestäubung.

Stamm	Zahl der Pflanzen		Summe	% Fremd- bestäubung
	ohne Fremd- bestäubung	mit Fremd- bestäubung		
8	68	300	368	77,4
80	50	321	371	84,4

Betrachten wir schließlich die Zahl derjenigen Pflanzen, an denen mindestens eine erfolgreiche Fremdbestäubung stattgefunden hat, so müssen wir feststellen, daß nur noch ein knappes Viertel übrigbleibt, das eine reine Nachkommenschaft liefert. Bei Stamm 80 sind es sogar nur 16% der Pflanzen, der Unterschied gegenüber Stamm 8 bleibt auch hier gewahrt.

Gelegentlich der Beschreibung der Versuchsanordnung wurde schon bemerkt, daß die einzelnen Reihen quer zur Hauptflugrichtung der Bienen angelegt worden waren. Die ersten Reihen waren dem Bienenbeflug also mehr ausgesetzt als die letzten und müßten demnach auch mehr Fremdbestäubung aufweisen. Zu diesem Zweck wurde die Zahl der fremdbestäubten Pflanzen der einzelnen Reihen festgestellt und, um die Übersicht zu verbessern, je 10 Reihen zusammengefaßt. Eine stammweise Trennung wurde nicht durchgeführt.

Es ist also ganz deutlich festzustellen, daß bei fast allen Pflanzen der ersten 20 Reihen wegen ihrer exponierteren Lage mindestens 1, meistens jedoch mehrere Blüten durch die Insekten erfolgreich mit fremdem Pollen befruchtet worden sind. Besonders deutlich war dies bei den ersten 5 Reihen, bei denen überhaupt keine Pflanze ohne Fremdbestäubung geblieben war. Die

Tabelle 4. Prozentsatz der fremdbestäubten Pflanzen in je 10 Reihen.

Reihe Nr.	% Fremdbestäubung
1 — 10	93
11 — 20	92
21 — 30	70
31 — 40	88
41 — 50	70
51 — 60	60
61 — 70	74
71 — 81	71

weiter hinten gelegenen Reihen haben dagegen zumeist einen Fremdbestäubungsgrad aufzuweisen, der unter dem Durchschnitt liegt (vgl. Tabelle 3).

Schlußfolgerungen.

Die im vorhergehenden besprochenen Versuche der Jahre 1937—38 haben also gezeigt, daß die auch schon von älteren Autoren ausgesprochene Ansicht, daß bei der gelben Lupine ein gewisser Prozentsatz von Fremdbestäubung vorkomme, zu Recht besteht. Dieser Prozentsatz ist aber doch nicht so hoch, daß die gelbe Lupine zu den Fremdbestäubern zu rechnen wäre. Allerdings ist auch bei unserer Versuchsanordnung noch nicht der höchste Grad der Durcheinandermischung der Pflanzen erreicht, dies würde erst der Fall sein, wenn auch innerhalb der Reihen die Pflanzen der beiden Sorten abwechselten. Es muß also für diesen Fall noch mit einer weiteren Erhöhung der Fremdbestäubungsquote gerechnet werden. Aus dem Vergleich der Zahlen der Tabellen 1 und 2 geht aber auch hervor, daß in vielen Fällen die Fremdbestäubung durch den größeren Wachstumsvorsprung des eigenen Pollens unwirksam gemacht wird, denn in den meisten Hülsen finden sich nur einzelne „bittere“ Körner, d. h. bitterstofffreie Körner, die bittere Pflanzen ergeben, und nur selten sind alle Körner einer Hülse durch Fremdbestäubung entstanden. Die Auszählung der Fremdbestäubung in den einzelnen Reihen zeigt aber auch, welche große Bedeutung die Lage der Versuchspartellen und damit zusammenhängend die Zahl der besuchenden Insekten hat. Daß außerdem die jeweiligen Witterungsverhältnisse dabei eine Rolle spielen, kann als sicher angenommen werden. Wenn also auch die hier mitgeteilten Zahlen greifbare Anhaltspunkte geben, so ist es doch durchaus möglich, daß unter anderen Bedingungen auch abweichende Beobachtungen über den Grad der Fremdbestäubung bei der gelben Lupine gemacht werden können.

Mit das wichtigste und sicherste, weil unter gleichen Bedingungen erhaltene Ergebnis des Versuches dürften jedoch die deutlichen Unterschiede zwischen den beiden beobachteten Süßlupinensorten sein.

Was ergibt sich daraus für die Praxis der Züchtung, der Vermehrung und des Anbaues von gelben Süßlupinen? Unumgänglich erscheint für die Durchführung von züchterischen und genetischen Versuchen die künstliche, bei größeren Parzellen die räumliche Isolierung. Die künstliche Isolierung mit Pergamintüten ist bei *L. luteus* auch ohne weiteres durchführbar, der Ansatz leidet gar nicht oder nur sehr wenig darunter. Bei der Vermehrung von Hochzuchtsaatgut muß unbedingt darauf geachtet werden, daß Schläge mit bitteren oder mit anderen Süßlupinensorten genügend weit voneinander entfernt sind, wobei 50 m vielleicht noch nicht als ausreichend anzusehen sind. Dasselbe muß natürlich auch der Anbauer, der sich sein Süßlupinensaatgut selbst erzeugt, beachten. Auch die im Boden liegenden hartschaligen Samen von Bitterlupinen bilden nicht nur direkt eine Gefahr für die Reinerhaltung der Süßlupinensorten, sondern auch dadurch, daß sie Pollen für Fremdbestäubungen liefern. Auf diese Weise kann sich der Anteil der bitteren Pflanzen in einem Süßlupinensaatgut infolge der Dominanz der Alkaloidhaltigkeit unter Umständen sehr schnell erhöhen. Viele Behauptungen von praktischen Landwirten, „daß die Süßlupinen wieder sehr schnell bitter würden“, lassen sich vielleicht auf diese Weise erklären. Als größte Gefahr ist jedoch die Vermischung von 2 Süßlupinensorten anzusehen, die sich in den Genen für Alkaloidfreiheit unterscheiden. Bei zufällig starkem Insektenbesuch kann in diesem Falle schon im 2. Anbaujahr der Besatz mit bitteren Pflanzen so groß sein, daß die Lupinen auch für Fütterungszwecke nur noch bedingt brauchbar sind. Alle diese Maßnahmen werden in besonderem Maße bei Stamm 80 zu beachten sein, während bei Verwendung von Stamm 8 die durch die Fremdbestäubung entstehenden Gefahren etwas geringer einzuschätzen sind.

Zusammenfassung.

Nach einer Übersicht über die vorliegende Literatur wird ein in den Jahren 1937 und 1938 durchgeführter Fremdbestäubungsversuch mit den beiden Stämmen 8 und 80 der gelben Süßlupine besprochen.

Die beiden Stämme verhalten sich gegen Fremdbestäubung verschieden. Bei Stamm 8 beträgt der Prozentsatz der aus Fremdbestäubung hervorgegangenen Pflanzen 10,44 %, bei Stamm 80 dagegen 21,11 %.

Der Prozentsatz der erfolgreich fremdbestäubten Blüten beträgt 17,9 % bei Stamm 8 und 29,6 % bei Stamm 80, derjenige der Pflanzen mit mindestens einer fremdbestäubten Blüte 77,4 bzw. 84,4 %.

Die sich aus diesen Beobachtungen für Züchtung und Anbau ergebenden Schlußfolgerungen werden besprochen.

Literatur.

1. ARNIM, V.: Eine Lupinenhochzüchtung. Ill. Landw. Ztg. 27, 748 (1907).
2. DARWIN, CH.: Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Stuttgart 1877.
3. ERMAKOFF, A. J., S. P. PRISEMINA, N. J. SCHARAPOV u. CH. B. SCHIFRINA: Die Ermittlung der Öllupine. (Russisch.) Bull. appl. Bot. Ser. III Nr. 10 (1935).
4. FRUWIRTH, C.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Bd. 3. 5. Aufl. Paul Parey, Berlin 1924.
5. FRUWIRTH, C.: Die Befruchtungsverhältnisse der gelben Lupine. Ill. Landw. Ztg. 47, 333 (1927).
6. HACKBARTH, J.: Cytologie und Vererbung bei den Lupinenarten. Züchter 10, 33—41 (1938).
7. HACKBARTH, J., u. R. V. SENGBUSCH: Die Vererbung der Alkaloidfreiheit bei *L. luteus* und *L. angustifolius*. Züchter 6, 249—55 (1934).
8. KNUTH, P.: Handbuch der Blütenbiologie, Bd. 2. W. Engelmann, Leipzig 1898.
9. ROEMER, TH.: Blütenbiologische Forschungen an Kulturpflanzen. Pflanzenbau 12, 321—40 (1935/36).
10. SCHARAPOV, N. J.: Über die zwangsläufige Selbstbestäubung bei der Lupine. (Russisch.) Bull. appl. Bot. Ser. A, Nr. 21 (1937).
11. SENGBUSCH, R. V.: Züchtung von gelben Lupinen mit nichtplatzenden Hülsen. Mitt. f. d. Landw. 53, 7—8 (1938).
12. WUTKE, H.: Wie groß ist die Fremdbefruchtung bei der gelben Süßlupine? Mitt. f. d. Landw. 53, 343 (1938).

REFERATE.

Allgemeines, Genetik, Cytologie, Physiologie.

Ökologie. Von TH. SCHMUCKER. Fortschr. Bot. 7, 326 (1938).

In der vorliegenden Arbeit über „Ökologie“ berichtet Verf. zusammenfassend über die entsprechenden Veröffentlichungen im Jahre 1937. Einleitend wird die Blütenbiologie, u. a. die Ökologie

der Windbestäubung, die Bedeutung der Vogelblütigkeit, das Keimen von Pollenkörnern erörtert. In dem Abschnitt „Verbreitungsökologie“ wird darauf hingewiesen, daß die Verbreitung der Arten, statistisch und dynamisch genommen, noch sehr viele Rätsel birgt. Abschließend werden in dem Teil „Zusammenleben, Symbiose und Parasitismus“ die jüngsten Erkenntnisse wissenschaft-