

- KO, T. D.: Arb. Züchtgsstat. Azerbeidžan 5, 1 (1928). — \*LYSENKO, T. D.: Theoretische Grundlagen der Jarovisation, Moskau-Leningrad (1935). — Mc KINNEY, H. H.: J. agric. Res. 51, 621 (1935). — MAXIMOV, N. A.: (a) Bull. Appl. Bot. 20, 168 (1929); (b) Biol. Zbl. 49, 513 (1929). — MAXIMOV, N. A., u. A. I. POJARKOVA: Jb. wiss. Bot. 64, 702 (1925). — MELCHERS, G.: Biol. Zbl. 56, 567 (1936); 57, 568 (1937); Ber. dtsh. bot. Ges. 57, 29 (1939). — MELCHERS, G., u. A. LANG: Biol. Zbl. 61, 16 (1941); \*Naturwiss. 1942 (in Vorb.). — MOŠKOV, B. S.: (a) Bull. Appl. Bot. A 17, 25 (1936); (b) 19, 107 (1936); 21, 145 (1937); C. R. Ac. Sci. URSS 22, 187 (1939); (b) 24, 489 (1939); Sov. Bot. H. 4, 32 (1940). — POJARKOVA, A. J.: Ber. dtsh. bot. Ges. 45, 627 (1927). — PURVIS, O. N.: Ann. Bot. 48, 918 (1834). — PURVIS, O. N., u. F. G. GREGORY: Ann. Bot. N. S. 1, 569 (1937). — RAZUMOV, V. J.: Bull. Appl. Bot. 23 (2) 61 (1930); III, 3 (1933); A 15, 3 (1935). — \*RUDOLF, W.: Hb. Pflanzenzüchtg I, 210 (Berlin 1938/39). — TOLMAČEV, M. I.: Proc. URSS Congr. Genetics 3, 539 (1929). — ULLRICH, H.: Ber. dtsh. bot. Ges. 57, (40) (1939). — VOSS, J.: Pflanzenbau 15, 1 u. 49 (1938). — WITHROW, R. B., u. H. M. BENEDICT: Plant Physiol. 11, 225 (1936). — WITHROW, R. B., u. A. P. WITHROW, Plant Physiol. 15, 690 (1940). — \*WHYTE, R. O.: Biol. Reviews 14, 51 (1939).

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

## Einige Versuche zum Problem der Hartschaligkeit bei *Lupinus angustifolius*.

Von **K. Zimmermann**.

Die Frage nach der Ursache der Hartschaligkeit bei Lupinen und anderen Leguminosen harret noch ihrer endgültigen Beantwortung. Die von KÜHN, ESDORN, ZIMMERMANN u. a. geäußerte Meinung, daß die Hartschaligkeit darauf beruhe, daß in der Samenschale Kolloide (Pektinstoffe) vorhanden seien, die bei starker Austrocknung ausfallen und so die Undurchlässigkeit der Samenschale für Wasser hervorrufen, hat bis heute die größte Wahrscheinlichkeit für sich. Bewiesen ist sie noch nicht restlos. Die im folgenden beschriebenen Versuche mögen zur Lösung des Problems einiges beitragen.

Bei Quellversuchen werden die Samen manchmal auf feuchtem Fließpapier in Petrischalen ausgelegt, manchmal in Wasser zum Quellen

gebracht. Im ersten Fall kommen die Samen nur mit einem kleinen Teil ihrer Oberfläche, im zweiten Fall mit der ganzen Oberfläche mit dem Wasser in Berührung. Beim Auslegen der Samen auf feuchtem Fließpapier ist der Teil der Samen, der nicht direkt mit dem Wasser in Berührung steht, von wasserdampfgesättigter Luft umgeben. Es erhebt sich nun die Frage, ob die Samen nur flüssiges Wasser aufnehmen können oder auch den Wasserdampf aus der Luft. Zur Klärung der Frage habe ich folgenden Versuch angesetzt. Von 10 homozygoten Stämmen habe ich 3mal je 100 Samen abgezählt, die auf verschiedene Weise behandelt wurden (Tabelle 1). Probe 1 (100 Samen) wurde ohne Vorbehandlung zum Quellen in Wasser angesetzt. Probe 2

Tabelle 1. Quellversuch mit Stämmen von *Lupinus angustifolius*. Ernte 1937. Vergleich der Quellzahlen bei verschiedener Behandlung. Begonnen am 9. September 1937. Samen handenthülst.

Stammnummer	Probe 1			Probe 2			Probe 3		
	Sofort zum Quellen in Wasser angesetzt 100 Samen			16 Tage Trockenschrank, dann zum Quellen in Wasser 100 Samen			16 Tage Trockenschrank, dann in die feuchte Kammer. Am 11., 26. und 37. Tag probeweise eingequollen. 100 Samen		
	Gequollen am			Gequollen am			Gequollen am		
12. Tag	27. Tag	38. Tag	12. Tag	27. Tag	38. Tag	12. Tag	27. Tag	38. Tag	
2	87	100	100	1	1	1	0	2	2
3	84	98	100	1	1	1	0	1	2
4	100	100	100	73	99	99	73	94	98
5	9	86	100	0	1	1	0	1	1
6	63	100	100	3	5	5	1	2	3
7	100	100	100	94	100	100	92	100	100
8	100	100	100	73	98	100	60	98	100
9	100	100	100	78	99	99	87	100	100
10	100	100	100	99	100	100	98	100	100
11	100	100	100	95	100	100	86	100	100
Mittel	84	98	100	52	60	60	50	60	61

(100 Samen) wurde im Trockenschrank bei 35° (Luftfeuchtigkeit etwa 20%) 16 Tage lang getrocknet, um die Hartschaligkeit zu erhöhen (nach KÜHN). Danach wurde diese Probe ebenfalls zum Quellen in Wasser gebracht. Probe 3 wurde in derselben Weise getrocknet und an dem Tage, an dem Probe 2 in Wasser zum Quellen angesetzt wurde, in eine feuchte Kammer gestellt (Temperatur 20° C, Luftfeuchtigkeit 100%). Am 11., 26. und 37. Tag wurden die Proben aus der feuchten Kammer probeweise zum Quellen in Wasser angesetzt und am 12., 27. und 38. Tage nach Herausnahme der gequollenen Samen in die feuchte Kammer zurückgebracht. Der Sinn dieser Versuchsanstellung ist der, daß Material, das in seinem Hartschaligkeitszustand völlig gleich ist, in 100%iger Luftfeuchtigkeit und in Wasser in seinem Verhalten verglichen werden kann. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse dieses Versuches zusammengestellt.

Aus der Tabelle geht zunächst hervor, daß die Behandlung im Trockenschrank die Hartschaligkeit ganz außerordentlich gesteigert hat. Besonders die Stämme 2, 3, 5 und 6 zeigen ihre starke Neigung zur Hartschaligkeit deutlich. Die zweite und dritte Behandlungsweise haben keine Unterschiede ergeben. Die vollkommen von Wasser umgebenen Samen wurden nicht stärker weich als die von feuchter Luft umgebenen. *Dampförmiges Wasser wird von den Samen ebenso aufgenommen wie tropfbar flüssiges*. In der feuchten Kammer quellen die Samen nicht vollkommen, werden aber durch die Wasseraufnahme weich und lederig und quellen, wenn man sie in Wasser bringt, in 2—3 Stunden. Die harten Samen bleiben unverändert.

Ein Quellversuch mit 4400 Samen einer Population von *Lupinus angustifolius* hat die in Abb. 1 dargestellte Kurve der Quellzahlen ergeben. Bis zum 10. Tage steigt die Kurve zunächst steil an, um sich allmählich der Waagerechten zuzuneigen. Vom 10. Tage an wird die Kurve fast geradlinig. Unter der Voraussetzung, daß die Kurve in dieser Weise weiter verläuft, kann man errechnen, daß alle 4400 Samen nach etwa 450 Tagen gequollen sein würden. Dasselbe Material hätte, anstatt in Wasser in feuchter Luft gelagert, dieselbe Kurve ergeben, wenn an Stelle der gequollenen die lederig gewordenen Samen ausgezählt worden wären. Bei starker Hartschaligkeit dauert es also mehr als ein Jahr bei feuchter Lagerung, bis diese vollkommen beseitigt ist. Wenn Samen von *Lupinus angustifolius* einmal hartschalig geworden sind, sei es durch heißes, trockenes Wetter während der

Ernte, sei es durch unsachgemäße Lagerung nach der Ernte, gelingt es durch feuchte Lagerung nicht, bis zur Aussaat im nächsten Jahr (7 Monate nach der Ernte) die zum restlosen Quellen erforderliche Weichschaligkeit zu erzielen. Bei Saatgut, das sehr stark zur Hartschaligkeit neigt (Stamm 5), kommt dies noch stärker zum Ausdruck. Es muß also von der Ernte an darauf geachtet werden, daß keine Hartschaligkeit entsteht.

Wie aus der Tabelle 1 erkennbar ist, besteht bei den einzelnen Stämmen eine sehr verschiedene

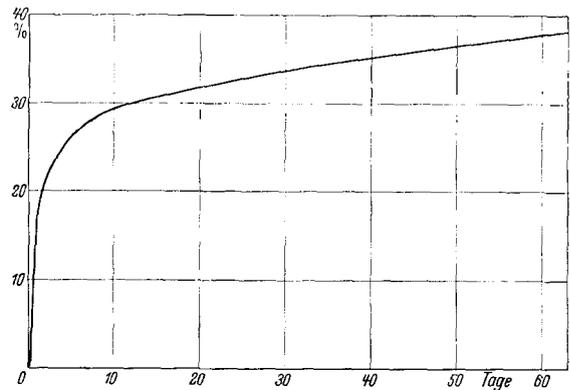


Abb. 1. Quellversuch mit einer Population von *Lupinus angustifolius*.  
Waagerecht: Dauer der Einquellung in Tagen.  
Senkrecht: Gequollene Samen in Prozenten der Gesamtzahl.

starke Neigung zum Hartwerden. Stamm 5 neigt sehr stark zur Hartschaligkeit, Stamm 11 sehr wenig. Tabelle 2 gibt die Quellzahlen wieder.

Tabelle 2. Quellversuch mit einem hartschaligen und einem weichschaligen Stamm von *Lupinus angustifolius*.

Es sind 100% der Proben gequollen nach Tagen:

Stammnummer	Unbehandelt	16 Tage bei 35° getrocknet	nach 50 Tag. 1 %
5	34		
11	1		13

Stamm 5 ist nach der Trocknung so hart geworden, daß selbst nach 50tägigem Einquellen nur 1% der Samen gequollen ist. Wann die Probe voll gequollen sein wird, ist gar nicht abzusehen.

Es handelt sich bei den zehn zur Untersuchung herangezogenen Stämmen um beliebig herausgegriffene. Es ist also leicht, Stämme mit sehr geringer Neigung zur Hartschaligkeit auszuwählen. Der Stamm 11 genügt schon vollkommen den von der Praxis gestellten Ansprüchen an Weichschaligkeit. Die 16tägige Trocknung bei 35° erzeugt schon eine so extreme Hartschaligkeit, wie sie in der Praxis gar

nicht vorkommt. Meines Erachtens ist übermäßige Weichschaligkeit gar nicht erwünscht. Wie BEHRENS festgestellt hat, haben die weichen Samen eine stärkere Atmung, die auf Kosten der Reservestoffe vor sich geht. Bei weichen Samen sind diese also schneller verbraucht als bei harten, was wahrscheinlich eine weniger gute Lagerfähigkeit der Samen zur Folge hat. Die biologische Bedeutung der Hartschaligkeit hat man gerade darin gesehen, daß sie infolge der Undurchlässigkeit der Samenschale und der damit verbundenen Herabsetzung der Atmung die Langlebigkeit der Leguminosensamen bedingt.

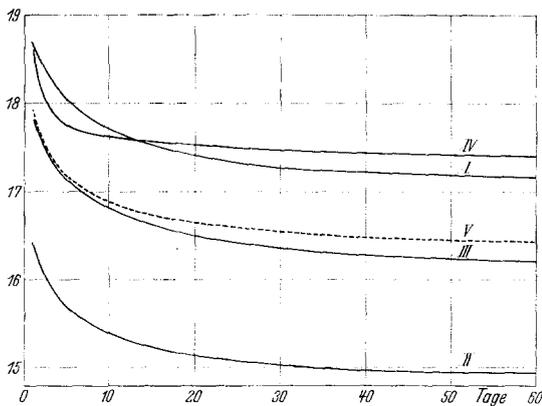


Abb. 2. *Lupinus angustifolius*. 100 Korn-Gewicht von Stämmen bei Trocknung in 35°.

Waagerecht: Dauer der Trocknung in Tagen.  
Senkrecht: Gewicht in Gramm.  
Gestrichelte Linie: Mittel aus den 4 Stämmen.

Es liegt nahe, zwischen zwei Stämmen, die extrem in bezug auf ihre Hartschaligkeit sind wie die Stämme 5 und 11, Unterschiede zu suchen, wodurch diese Extreme zustande kommen. Es waren aber weder morphologische noch mikrochemische Unterschiede zwischen den beiden Stämmen feststellbar. Korngröße, Samenfarbe, Dicke der Palisadenschicht der Testa, Färbbarkeit der Palisadenzellen mit Rutheniumrot oder Methylenblau, Löslichkeit der Palisadenzellen in starken Mineralsäuren u. a. wiesen keine Unterschiede auf, die groß genug wären, daß man mit einer dieser Eigenschaften die Hartschaligkeit in Verbindung bringen könnte. Wenn einmal sichtbare Unterschiede zwischen zwei Stämmen derselben Art gefunden werden können, dann zwischen Stämmen wie 5 und 11. Daß diese nicht gefunden wurden, beweist, daß sie nicht vorhanden sind. Es bleibt keine andere Möglichkeit als die, Verschiedenheiten in der *Struktur* der trockenen Samenschalen, insbesondere der darin enthaltenen Pektinstoffe und anderer Kolloide anzunehmen. Da man mikroskopische Untersuchungen nur an

der gequollenen Samenschale vornehmen kann (trockene Schnitte kann man nicht färben), sind die vorher vorhanden gewesenen Unterschiede im Augenblick der Untersuchung verschwunden. Um eine endgültige Klärung der Ursachen der Hartschaligkeit herbeizuführen, müssen ganz andere Methoden als die bisher verwendeten herangezogen werden. Vielleicht sind mit Röntgenstrahlen Strukturunterschiede faßbar.

In einem weiteren Versuch wurde durch Wägen der Wasserverlust der Samen beim Trocknen in 35° C festgestellt. Zu diesem Versuch wurden die Stämme 1, 3, 5 und 11 verwendet, die auch schon bei den obigen Versuchen als Material gedient haben. Je 1000 Samen wurden kurz nach der Ernte handenthülst und in flachen Schalen in den Trockenschrank gestellt. Anfangs wurden die Proben täglich, später alle 5-10 Tage gewogen. Die Gewichtsabnahme zeigt Abb. 2. Bei den Stämmen 1, 3 und 5 (I, II, III) fällt das Gewicht anfangs stärker, nachher weniger, nach 50 Tagen ist es praktisch konstant. Diese drei Stämme neigen stark zur Hartschaligkeit, wie sich bei obigen Versuchen herausgestellt hat. Bei dem weichschaligen Stamm 11 (IV) nähert sich die Gewichtskurve nach anfänglichem steilen Absinken schneller der Waagerechten. Schon nach 20 Tagen ist dieselbe Konstanz erreicht wie bei den hartschaligen Stämmen erst nach 50 Tagen. Die größere Durchlässigkeit der Samenschale gestattet ein schnelleres Verdunsten des Wassers. Dies Ergebnis stimmt also gut mit der allgemeinen Vorstellung über das Wesen der Hartschaligkeit überein.

Mit der Gewichtsabnahme geht eine Zunahme der Hartschaligkeit Hand in Hand, wie Tabelle 3 zeigt.

Nach 16tägiger Trocknung ist der höchste Grad der Hartschaligkeit erreicht. Dasselbe fand KÜHN. Bei weiterer Trocknung ändert sich die Hartschaligkeit nicht mehr wesentlich. Nach 16 Tagen ist der größte Teil des Wassers, der bei dieser Trocknungsart überhaupt verdunstet, aus den Samen heraus. Der bei weiterer Trocknung stattfindende Wasserverlust hat nur eine geringe Erhöhung der Hartschaligkeit zur Folge.

Es ist oft vermutet worden, daß die Öffnungen der Samenschale: Nabelspalte, Mikropyle, Eintrittsstelle des Funiculusgefäßbündels eine Rolle bei der Wasseraufnahme spielen. Durch ausgedehnte Versmierversuche hat BEHRENS (1934) festgestellt, daß dies nicht der Fall ist, sondern das Wasser durch die Testa aufgenommen wird. An entsprechenden Schliffen durch die Samenschale konnte ich deutlich erkennen, daß diese Öffnungen fest verschlossen

Tabelle 3. Quellversuch mit 4 Stämmen von *Lupinus angustifolius* nach verschiedenen langer Trocknung bei 35°. Nach 10- bzw. 20tägigem Einquellen in Wasser waren von 100 Samen ungequollen.

Stammnummern	Unbehandelt		16 Tage getrocknet		53 Tage getrocknet	
	10 Tage	20 Tage	10 Tage	20 Tage	10 Tage	20 Tage
1	—	—	—	—	100	98
3	50	3	99	99	100	100
5	95	54	100	99	99	98
11	0	0	6	2	8	7

sind. Die Ränder der Nabelspalte z. B. sind fest aufeinander gepreßt. Offene Risse im Strophium konnte ich nur feststellen an Samen, die einmal gequollen und dann zurückgetrocknet sind. Unbehandelte Samen haben fast immer, 16 Tage und länger getrocknete Samen immer einen Riß im Strophium. Er öffnet sich aber bei diesen Samen nicht nach außen. Wie ich schon früher beschrieben habe (ZIMMERMANN 1936), weichen die an dieser Stelle besonders langen Palisadenzellen in der Mitte auseinander. Die Oberfläche des Samens ist nicht verletzt. Auch am inneren Ende hängen die Palisadenzellen noch zusammen. Ein solcher Riß hat auf die Quellfähigkeit der Samen keinen Einfluß. Beim trockenen Samen klappt der Riß in der Mitte nicht auseinander, sondern die Ränder sind ähnlich fest aufeinander gepreßt wie bei der Nabelspalte. Der Riß im Strophium entsteht bei der Reife der Samen. Beim Austrocknen entweicht das Wasser zuerst aus der Samenschale, die dadurch zu klein wird und sich über den noch gequollenen Embryo spannt. Dabei entsteht im Strophium der Riß. Beim Austrocknen des Embryos wird die Spannung der Samenschale wieder aufgehoben, und diese liegt mehr oder weniger lose um den Samen herum. Der Riß schließt sich wieder. Mit reifen ge-

quollenen Samen kann man diesen Vorgang nachahmen. Wenn man diese trocknen läßt, reißen die Palisadenzellen am Strophium vollkommen auseinander, da die Samenschale nicht mehr die frühere Elastizität hat. Mit zunehmender Austrocknung des Embryos schließt sich der Riß wieder. Allerdings werden solche Samen nicht wieder hartschalig, da jetzt der Riß auch durch die Cuticula geht. Scharfes Trocknen wirkt in ähnlicher Weise. Spannung in der Samenschale gleicht sich immer durch Erweitern des Risses im Strophium aus.

Neuere Arbeiten über die Hartschaligkeit von Lupinen und anderen Leguminosen.

Am Schluß dieser Arbeiten ist die Literatur über dieses Gebiet erschöpfend zusammengefaßt.

BEHRENS, H.: Beiträge zur Kenntnis der Hartschaligkeit von Leguminosensamen. Diss. Hamburg 1934. — ESDORN, I.: Arch. Landw. Abt. A, Pflanzenbau 4, 497—549 (1930). — GEHLEN, C.: Über Mittel zur Behebung der Hartschaligkeit bei *Lupinus luteus* und einigen anderen Leguminosen. (Mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendbarkeit in der Landwirtschaft.) Diss. Hamburg 1931. — KÜHN, O.: Kühn-Arch. 9, 332—404 (1925). — SENGBUSCH, R. v., u. N. LOSCHAKOWA: Züchter 1932, H. 5. — STÜTZ, H.: Über den Einfluß verschiedenartiger Lagerung auf die Hartschaligkeit von Kleesamen. Diss. Hamburg 1933. — ZIMMERMANN, K.: Die landwirtschaftl. Versuchsstationen 127, 1—56 (1936).

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Versuchs- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft in Wien.)

## Züchtungsversuche zur Beeinflussung der Kopfbildung bei Kopfkohlarten.

Von **Martin Krickl**.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Pflanzenzüchtung haben ergeben, daß bei den Auslesen der Zuchtplanzen neben den äußerlich sichtbaren Merkmalen, in hohem Maße der innere Aufbau bzw. das Vorhandensein gewisser Gehaltsstoffe, der Pflanze erst ihren wirtschaftlichen Wert gibt. Diese Berücksichtigung des inneren Aufbaues bzw. das Vorhandensein von bestimmten Eigenschaften in der Frucht, werden von der landwirtschaft-

lichen Pflanzenzüchtung bereits seit langem mit größtem Erfolg ausgewertet. So ist die Züchtung von kleberreichen Weizensorten, hohem Zuckergehalt der Zuckerrübe und hohem Eiweiß und Fettgehalt der Sojabohne nur durch die chemische Analyse zu erreichen. Daß die analytische Untersuchung von Pflanzen und Früchten in vielen Fällen für die wirtschaftliche Sortenerkennung von allergrößter Bedeutung ist, darf als bekannt vorausgesetzt werden.