

DER ZÜCHTER

3. JAHRGANG

APRIL 1931

HEFT 4

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg i. Mark.)

Bitterstoffarme Lupinen II.

Von **R. v. Sengbusch.**

Im Frühjahr 1930 erfolgten die ersten Mitteilungen über meine Lupinenzüchtungen am K.-W.-I. f. Z. (SENGBUSCH 6, 7). In dieser Arbeit soll weiter über den Ursprung der Neuzüchtungen, den augenblicklichen Stand der Vermehrung und über die Ergebnisse der neuesten chemischen und physiologischen Untersuchungen der Neuzüchtungen berichtet werden.

Auch in diesem Jahr standen uns nur geringe Mengen süßen Materials für Untersuchungszwecke zur Verfügung. Wir haben uns infolgedessen nur mit chemischen und physiologischen Untersuchungen befaßt, die mit geringen Substanzmengen durchführbar sind, Bestimmungen des Alkaloidgehaltes, des Gesamtstickstoffgehaltes (Rohprotein), des Reinproteinstickstoffs (Reinprotein), Bestimmungen des Geschmacks durch den Menschen, Bestimmungen des Geschmacks durch den Kleintierfütterungsversuch und die Bestimmung der Giftigkeit durch einen Mikrogiftversuch.

Die Untersuchungsmethoden sind teilweise im Original übernommen, teilweise für unsere Zwecke umgearbeitet und teilweise neu ausgearbeitet worden.

Die Beschreibung der Massenauslesemethode auf Alkaloidarmut soll erst später in einer separaten Arbeit erfolgen.

Eine Prüfung der relativen Reifezeit, des Samenertrags und des Ertrags an Heu je Hektar konnte bei den zur Verfügung stehenden Samenmengen, die nach Möglichkeit der Vermehrung dienen sollten, nicht durchgeführt werden. Solche Feststellungen setzen einen exakten Sortenversuch voraus, in dem bei mehrfacher Wiederholung die Süßlupinen neben bitteren Lupinen angebaut werden müssen. Durch die zu erwartende Fremdbefruchtung bei einem solchen Anbau wäre das ganze Material an Süßlupinen, das im Sortenversuch angebaut worden wäre, durch Fremdbefruchtung und die Gefahr der eventuellen Sortenvermischung geschädigt worden; es wäre somit für die Vermehrung der süßen Stämme ausgefallen. Es ist verständlich, daß 1930, wo uns im Frühjahr nur etwa 500 g *Lupinus luteus* zur Verfügung standen, ein

Sortenversuch undurchführbar war. Ich schätze, daß exakte Sortenversuche mit den Neuzüchtungen von *Lupinus luteus* erst 1932, von *Lupinus angustifolius* erst 1933 durchgeführt werden können.

Ferner soll die Frage aufgeworfen werden, ob es nicht möglich wäre, in Analogie zu den PETRISCHEN Nicotinmindestwerten auch für die Lupinen Grenzwerte festzulegen, unter denen die Lupinen als alkaloidarm bzw. als alkaloidfrei zu gelten haben.

Ursprung und besondere Merkmale der Neuzüchtungen *Lupinus luteus*. (Tab. I.)

1928 wurde auf dem Institutsgelände des K.-W.-I. f. Z., Müncheberg, eine Landsorte, d. h. ein heterogenes Material von *Lupinus luteus* angebaut. Der Bestand wurde kurz nach dem Aufgehen in der Art von Rüben auf etwa 40 × 15 cm versetzt und vereinzelt. Darauf wurde ein Bestand von etwa 40000 Einzelpflanzen auf seinen relativen Alkaloidgehalt untersucht. Aus der Untersuchung dieses Bestandes gingen unsere Neuzüchtungen 8. 3. 2., 80. 12. 4., und 102. 8. 5. hervor.

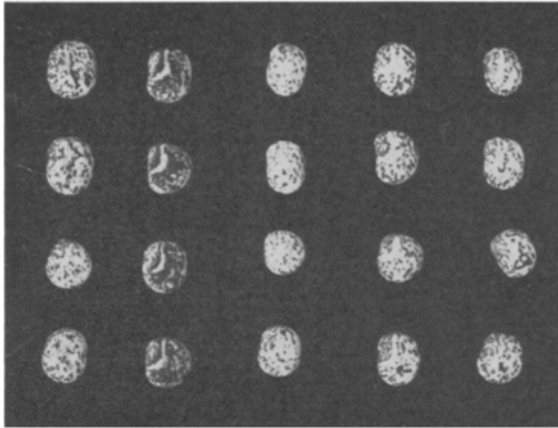
Tabelle I. *Lupinus luteus*.

<i>Lupinus luteus</i>	Zahl der untersuchten Individuen	süße
Landsorte Müncheberg.....	40 000	3
Landsorte Müncheberg.....	1 000 000	—
	1 040 000	3
oder auf	340 000	1

Im Laufe der Jahre 1929/30 sind andere Bestände in ähnlicher Weise untersucht worden, im ganzen etwa eine Million Einzelpflanzen. Es ist jedoch in diesem außerordentlich großen Material, das allerdings einen andern Ursprung hatte, nicht gelungen, auch nur eine halbwegs den obigen Neuzüchtungen gleichwertige Süßlupine aufzufinden (630. 13. 2.).

Morphologisch unterscheiden sich die drei Neuzüchtungen von *Lupinus luteus* als grüne

Pflanzen nicht. Der einzige Unterschied, der sich feststellen läßt, liegt in der Färbung und Zeichnung der Samenschale (siehe Abb. 1) 80. 12. 4. hat eine sehr dunkel marmorierte Samenschale im Gegensatz zu 8. 3. 2. und 102. 8. 5., die beide hell marmorierte Samen-



8. 3. 2. 80. 12. 4. 102. 8. 5. 630. 13. 2. Dahlem + +
Abb. 1. *Lupinus luteus*. Neuzüchtungen. (Nat. Größe.)

schalen besitzen. Von den letzteren ist 102. 8. 5. besonders hell. Diese Zeichnung der Samenschale wird von den einzelnen Stämmen rein vererbt.

Lupinus angustifolius (Tab. 2 u. 3).

Sämtliche *Lupinus angustifolius*-Neuzüchtungen stammen aus einem Material von blauen Lupinen, das seit einigen Jahren (1927, 1928, 1929) auf dem Gelände des Instituts angebaut wird. Auch dieses Material ist keine reine Sorte. Neben blaublühenden enthält diese Landsorte einen hohen Prozentsatz von rosablühenden Pflanzen. In bezug auf die Zeichnung der Samenschale ist das Material, genau wie das Ursprungsmaterial der *Lupinus luteus*-Neuzüchtungen, außerordentlich heterogen.

Im Winter 1928/29 wurden etwa 30000 einzeln geerntete Pflanzen untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung sind Pflanzen 411, 412 und 413, von denen allerdings nur 411 eine ausgesprochene Süßlupine ist.

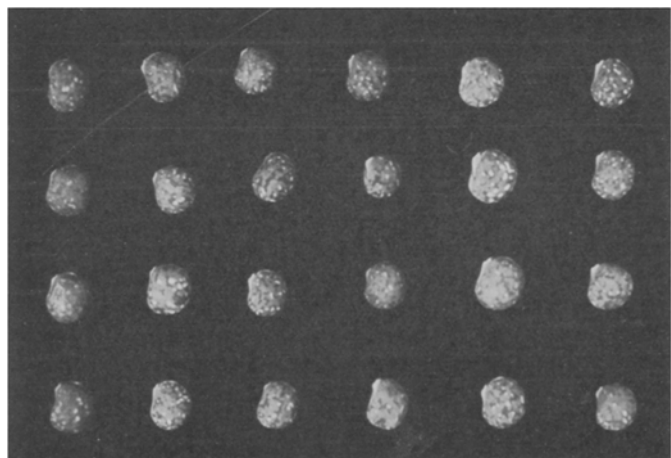
Tabelle 2. *Lupinus angustifolius*.

<i>Lupinus angustifolius</i>	Zahl der untersuchten Individuen	süße
Landsorte Müncheberg.....	130 000	2
Landsorte Müncheberg.....	200 000	—
	330 000	2
oder auf	165 000	1

Im Sommer 1929 wurden diese Untersuchungen an grünem Material fortgesetzt. Aus dieser Arbeitsperiode, in der etwa 100 000 Einzelindividuen untersucht wurden, stammen die Pflanzen 415, 414 und 416, von denen auch wieder nur 415 ausgesprochen süß ist. Das Ursprungsmaterial war bei beiden Untersuchungen das gleiche.

Im Laufe des Winters 1929/30 sind dann noch einmal größere Mengen von etwa 200 000 Einzelpflanzen untersucht worden, ohne daß eine Süßlupine gefunden wurde. Dieses Ursprungsmaterial war teilweise mit dem obigen identisch, teilweise war es neu zugekauft worden. Auch das zugekaufte Material war keine reine Sorte.

Die blaue Lupine ist in weit höherem Maße als die gelbe Selbstbefruchter. Obgleich die Stämme nebeneinander angebaut wurden, konnte Fremdbefruchtung nicht festgestellt werden, und die Stämme 411 und 415 zeigen in ihrer Nachkommenschaft nur rein süße Pflanzen. Für die Identifizierung der Stämme 411 und 415



411 412 413 414 415 416
Abb. 2. *Lupinus angustifolius*. Neuzüchtungen. (Nat. Größe.)

ist es von Wichtigkeit, daß man bei diesen beiden besten blauen Stämmen je ein Merkmal hat, wo-

durch sie sich von normalen blauen Lupinen unterscheiden.

411 besitzt eine relativ dunkle Samenschale (siehe Abb. 2). 415 hat eine ausgesprochene hellgrüne Hülsenfarbe. Diese Eigenschaft der hellgrünen Hülse ist bei blauen Lupinen selten. Die Marmorierung der Körner von 415 ist relativ hell.

Die Nummern 412, 413, 414 und 416 sind untereinander außerordentlich gleich. Erstens ist der Alkaloidgehalt der Samen einheitlich um etwa 20% geringer als bei den bitteren blauen Lupinen, zweitens sind die Blätter einheitlich relativ süß, und drittens sind die Kiesel-Wolframsäure-Niederschläge der Alkaloide dieser Pflanzen einheitlich braungrau gefärbt, im Gegensatz zu einer Normalfärbung von weißgrau (Tabelle 3). Ich bin geneigt, für diese vier Nummern einen gemeinsamen Ursprung anzunehmen.

Tabelle 3. *Lupinus angustifolius*. Färbungen der bei 120° C. getrockneten Kiesel-Wolframsäure-Alkaloid-Niederschläge.

	Färbungen
<i>Lupinus angustifolius</i> normal . . .	weiß-grau
Neuzüchtung K.W. J. 416 (1929).	braun-grau
Neuzüchtung K.W. J. 414 (1929).	braun-grau
Neuzüchtung K.W. J. 413 (1929).	braun-grau
Neuzüchtung K.W. J. 412 (1929).	braun-grau
Neuzüchtung K.W. J. 411 (1929).	weiß-grau

Lupinus albus (Tab 4).

In diesem Jahr kann ich erstmalig über meine *Lupinus albus*-Auslese berichten. Diese Ausleseversuche mit *Lupinus albus* sind besonders interessant, da sie erstens zur Auffindung von alkaloidarmen bzw. von alkaloidfreien Individuen führten, zweitens, weil wir von *Lupinus albus* sehr große Individuenzahlen untersucht haben, und drittens, weil sich bei diesen Untersuchungen, wie bei *Lupinus luteus*, wesentliche Unterschiede im Gehalt an süßen bei den verschiedenen Herkünften zeigten. Ich gebe hier eine kurze Zusammenstellung der Herkünfte, die von uns untersucht wurden, die Zahlen der von jeder Herkunft untersuchten Einzelpflanzen und die Zahlen der aus den betreffenden Herkünften ausgelesenen süßen Individuen (siehe Tabelle 4).

Die Herkünfte Deutschland, Italien und Südfrankreich (erste Sendung Vilmorin) haben keine Süßlupinen geliefert, obgleich zusammen etwa 465 000 Einzelindividuen untersucht wurden. Die Herkunft Südfrankreich (bezogen durch Haage & Schmidt, Erfurt) lieferte zwei Süßlupinen auf 125 000 untersuchte Pflanzen, d. h. eine auf etwa 62 000. Die Herkunft Portugal erwies sich

bezüglich der in ihr enthaltenen Süßlupinen als die beste. Auf etwa 20 000 Individuen entfällt hier eine süße.

Tabelle 4. *Lupinus albus*.

Herkünfte	Zahl der untersuchten Individuen	süße		
Deutschland, Matthis, Kl. Schwein	50 000	—	50 000	
Italien durch Geheimrat Busse	375 000	—	375 000	
Süd-Frankreich durch Vilmorin, Paris	40 000	—	40 000	
			Summe	465 000
Süd-Frankreich durch Haage & Schmidt	125 000	2	125 000	
Portugal durch Prof. Palhina, Lissabon	165 000	8	165 000	
			Summe	290 000
	755 000	10		
oder auf	75 000	1		

Aus dieser kurzen Zusammenstellung geht hervor, wie wichtig es ist, bei der Selektion auf Alkaloidarmut auf möglichst verschiedenartiges Material (Herkünfte, Landsorten und Sorten) zurückzugreifen. Ich verweise auf meine Ausführungen bei *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*.

Über den absoluten Alkaloidgehalt dieser *Lupinus albus*-Neuzüchtungen werde ich erst 1932 berichten können, da vorläufig das Material ausschließlich der Vermehrung dienen soll.

Vermehrung der Neuzüchtungen *Lupinus luteus*.

In Tabelle 5 habe ich die Vermehrung der *Lupinus luteus*-Neuzüchtungen Dahlem ++, 630. 13. 2., 8. 3. 2., 102. 8. 5. und 80. 12. 4. im Laufe der Jahre 1927—1931 wiedergegeben. Die erste Spalte eines jeden Jahres gibt die Pflanzenzahl an, von denen im betreffenden Jahr Nachkommen geerntet worden sind. Die zweite Spalte enthält das aus dem Tausendkorngewicht berechnete Gewicht dieser Einzelpflanzen als Körner bei der Aussaat. Die dritte Spalte gibt das effektive Vermehrungsverhältnis von einem Jahr zum andern an. Eine Ausnahme bildet das Jahr 1931. Die Zahlen dieses Jahres sind Erntegewicht und Kornzahl der Ernte 1930. Diese Zahlen sind daher nicht ohne weiteres mit den vorhergehenden vergleichbar. Ich führe sie aber an, weil sie zeigen, wie weit wir augenblicklich mit unserer Vermehrung sind (Tab. 6).

Tabelle 5. Vermehrung der Neuzüchtungen (*Lupinus luteus*).

<i>Lupinus luteus</i>	1927		1928		1929			1930			1931		
	Kornzahl	Korn-gew.	Kornzahl	Korn-gew.	Kornzahl	Korn-gew.	Vermehrung	Kornzahl	Korn-gew.	Vermehrung	Kornzahl	Korn-gewicht	Vermehrung
Neuzüchtung D. ++ (1927/28)	10 ¹		10		97			2581			388000		
		1,23		1,23		11,90			319,2	1:26,6		48,000	1:150,3
Neuzüchtung 630.13.2. (1928/29)			4 ¹		4			159			28290		
				0,49		0,49			19,6	1:39,7		3,500	1:177,9
Neuzüchtung 8.3.2. (1928)			1 ²		70		1:70	1239			295480		
				0,12		8,60			153,2	1:17,7		37,800	1:246,5
Neuzüchtung 102.8.5. (1928)			1 ²		11		1:11	200			7033		
				0,12		1,30			24,7	1:18,2		0,870	1:35,1
Neuzüchtung 80.12.4. (1928)			1 ²		30		1:30	618			46480		
				0,12		3,70			76,4	1:20,6		5,750	1:72,2
Summa					212	25,99	1:37	4795	593,0	1:22,6	765280	95,920	1:159,5

¹ Auslese im Winter aus einzelpflanzenweise geerntetem Samenmaterial.

² Auslese im Sommer im Feldbestand (grüne Pflanzen).

Tabelle 6. Augenblicklicher Stand der Vermehrung (*Lupinus luteus*).

<i>Lupinus luteus</i>	1930/31	
	Kornzahl	Korn-gew. in kg
Neuzüchtung 8.3.2. . . .	290 000	37,800
Neuzüchtung 102.8.5. . .	7 000	0,870
Neuzüchtung 80.12.4. . .	46 000	5,750
Summa	343 000	44,420

1927, 1928 und 1929 wurden die Pflanzen relativ eng gestellt. Etwa 20 × 20 cm. 1930 dagegen versuchsweise 100 × 100 cm. Hieraus erklärt sich die relativ hohe Vermehrung im Jahre 1930. In den letzten beiden Jahren hat die Lupinenvermehrung in Müncheberg stark unter ungünstigen Witterungsverhältnissen zu leiden gehabt. Besonders 1930 wurden die Bestände durch Drahtwurm-, Sitonia- und Hasenfraß und durch die ungünstige Witterung (zeitweise Trockenheit) stark geschädigt, so daß die erwartete Vermehrung von 1:500 nicht erreicht wurde. Versuche des Jahres 1929 hatten bei einem Standraum der Pflanzen von 100 × 100 cm durchschnittliche Vermehrungswerte von 1:500 geliefert. Die Lehre, die uns das Jahr 1930 bezüglich der Vermehrung von *Lupinus luteus* gegeben hat, ist folgende: *Lupinus luteus*-Neuzüchtungen sollten, solange sie nicht in normalem Feldbestand stehen (Aussaatmenge ein Zentner je Morgen) nicht auf durch Drahtwurm verseuchtem Boden angebaut werden. Ferner

sollten die Bestände durch Einzäunung mit etwa einem Meter hohen Maschendraht gegen Wildfraß geschützt werden. Als optimaler Standraum wäre vorläufig für die Vermehrung 100 × 10 cm vorzuschlagen.

Lupinus luteus ist in stärkerem Maße, als wir bisher angenommen haben, Fremdbefruchter. Man wird daher in Zukunft bei der Vermehrung der Neuzüchtungen von *Lupinus luteus* stark darauf achten müssen, daß erstens der Boden nicht mit bitteren Lupinen infiziert ist, und zweitens in der Nähe keine bitteren Lupinen angebaut werden. Es besteht ferner die Möglichkeit, daß unsere verschiedenen Stämme auf Grund *verschiedener Faktoren* nicht bitter sind. Theoretisch läßt sich dann erwarten, daß bei der Kreuzung von zwei süßen Stämmen bittere Pflanzen auftreten. Aus diesem Grunde wird man in Zukunft die einzelnen Neuzüchtungen getrennt voneinander zum Anbau bringen müssen. Hand in Hand hiermit muß die alljährliche Eliminierung der eventuell durch Fremdbefruchtung entstandenen bitteren erfolgen.

Bei der weiteren Züchtung wird man so vorgehen müssen, daß man alljährlich einen Bestand von etwa 200000 Pflanzen als Eliten heranzieht und diese auf den Alkaloidgehalt hin untersucht. Dieser Elitenbestand muß alljährlich das Stammmaterial für die Absaatvermehrung sein.

Soweit sich Schlüsse aus den bisherigen Beobachtungen ziehen lassen, wird man wegen der Neigung zu Fremdbefruchtung beim Anbau der

süßen Lupinen (*Lupinus luteus*) von Zeit zu Zeit, ebenso wie bei anderen Fremdbefruchtern, wieder auf Originalsaat zurückgreifen müssen.

Da die Keimfähigkeit von Lupinen lange erhalten bleibt, wird man auch nach Jahren noch besonders in den Hauptanbaugebieten der Lupinen mit der Bodeninfektion durch bitteres Material rechnen müssen. Bei der Umstellung von bitteren auf süße Lupinen wird darauf zu achten sein, daß sich ein möglichst großer Gebietsteil einheitlich auf Süßlupinen umstellt, da sonst die Gefahr der Fremdbefruchtung durch in der Nähe angebaute bittere Bestände vorhanden ist.

Lupinus angustifolius.

In Tabelle 7 und 8 sind die Vermehrungsverhältnisse der Neuzüchtungen von *Lupinus angustifolius* zusammengestellt. 1929 haben sämtliche Neuzüchtungen im Felde gestanden. 1930 wurde der Anbau in Frühbeetkästen vorgenommen. Der Standraum einer Pflanze betrug dabei 60 × 60 cm. Als Düngung wurden 4 dz Nitrophoska je Hektar gegeben. Das Vermehrungsverhältnis von 1:100—150 ist nicht als hoch zu bezeichnen. Auch bei *Lupinus angustifolius* konnte ich 1929 mit bitteren Lupinen im Feldbestand bei einem Standraum von 100 × 100 cm eine Vermehrung von durchschnittlich 1:500 erzielen. Die Ungunst der Witterung 1930 hat auch bei *Lupinus angustifolius* ertragvermindernd gewirkt.

Tabelle 8. Augenblicklicher Stand der Vermehrung (*Lupinus angustifolius*).

<i>Lupinus angustifolius</i>	1930/31	
	Kornzahl	KornGew. in kg
Neuzüchtung 411.....	6000	0,900
Neuzüchtung 415.....	1021	0,150
Summa	7021	1,050

Lupinus albus.

Über die Vermehrung von *Lupinus albus* wird erst im Jahre 1932 zu berichten sein, da vorläufig nur wenige Einzelindividuen, siehe Tabelle 4, zur Verfügung stehen.

Untersuchungsmethoden.

1. Gravimetrische Bestimmung des Gesamtalkaloidgehaltes.

Um den Gesamtalkaloidgehalt der Lupinen (Körner und Blätter) zu bestimmen, benutzte ich die etwas abgeänderte Methode von MACH und LEDERLE (2). 10 g feingemahlene Körner bzw. 5 g getrocknetes Blattmehl werden mit 40 ccm 15% iger Natronlauge, 100 ccm Äthyläther und 50 ccm Chloroform versetzt. Nach mindestens 24 Stunden, während deren die Kolben häufig zu schütteln sind, wird das Äther-Chloroformgemisch abfiltriert und die restliche Natronlauge noch zweimal mit 50 ccm

Tabelle 7. Vermehrung der Neuzüchtungen (*Lupinus angustifolius*).

<i>Lupinus angustifolius</i>	1928		1929		1930			1931		
	Kornzahl	Korngewicht	Kornzahl	Korngewicht	Kornzahl	Korngewicht	Vermehrung	Kornzahl	Korngewicht	Vermehrung
Neuzüchtung 411 (1928/29) . . .	1 ¹	0,146	1	0,146	42	6,45	1:42	6131	0,900	1:146,0
Neuzüchtung 412 (1928/29) . . .			1 ²	0,146	22	3,22	1:22	2520	0,370	1:114,5
Neuzüchtung 413 (1928/29) . . .			1 ²	0,146	57	8,33	1:57	9538	1,400	1:167,3
Neuzüchtung 414 (1929)			1 ²	0,146	161	23,54	1:161	13217	1,940	1:82,1
Neuzüchtung 415 (1929)			1 ²	0,146	7	1,00	1:7	1021	0,150	1:145,8
Neuzüchtung 416 (1929)			1 ²	0,146	47	6,81	1:47	6813	1,000	1:144,9
Summa	1	0,146	6	0,876	336	49,35	1:56	39240	5,760	1:116,7

¹ Auslese im Winter aus einzelpflanzenweise geerntetem Samenmaterial.

² Auslese im Sommer im Feldbestand (grüne Pflanzen).

eines Äther-Chloroformgemisches (2:1) ausgeschüttelt und ebenfalls abfiltriert. Das Gesamtfiltrat von etwa 250 ccm wird dreimal mit zusammen 100 ccm 1% iger Salzsäurelösung ausgeschüttelt (Scheidetrichter). Durch Erhitzen wird die Lösung äther- und chloroformfrei gemacht. Die Fällung erfolgt mit 10% iger Kiesel-Wolframsäure. Es muß darauf geachtet werden, daß ein Überschuß an Kiesel-Wolframsäure zugesetzt wird. Unter normalen Verhältnissen reichen 10 ccm bei 10 g Ausgangssubstanz aus. Man prüfe auf alle Fälle, ob nach dem Absetzen des Niederschlags sich bei nochmaligem Zusatz von Kiesel-Wolframsäure erneute Trübung zeigt. Die Flüssigkeit wird im Goochtiiegel filtriert, der Niederschlag bei 120°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, gewogen und dann geblüht und nochmals gewogen. Das Glühen erfolgt am besten in einem geschlossenen Glühgefäß. Man kann den prozentualen Alkaloidgehalt auf zweierlei Weise berechnen. Erstens durch Subtraktion des Gewichts des bei 120°C getrockneten Niederschlags und des Glührückstandes. Je nachdem man 5 oder 10 g als Ausgangsmaterial genommen hat, muß mit 20 oder 10 multipliziert werden. Zweitens durch Multiplikation des Glühgewichtes mit dem Faktor 0,2475 für *Lupinus luteus* und 0,1744 für *Lupinus angustifolius*. In beiden Fällen muß man die gewonnenen Zahlen entsprechend den verwandten Ausgangsgewichten (5 und 10 g) mit 20 oder mit 10 multiplizieren.

2. Nefelometrische Bestimmung des Gesamtalkaloidgehalts.

Um sich schnell über den relativen und absoluten Alkaloidgehalt einer Neuzüchtung oder Sorte zu informieren, habe ich auf Grund der Methoden MACH und LEDERLE (2) und PRJANISCHNIKOW (3) eine nefelometrische Methode zur Bestimmung des Gesamtalkaloidgehalts ausgearbeitet. (PULFRICH 4 u. 5, ZANGENMEISTER 10). 10 g Substanz (feingemahlene Lupinemehl) werden genau wie bei obiger Methode mit 40 ccm Natronlauge, Äther, Chloroformgemisch extrahiert, das Äther-Chloroformgemisch abfiltriert und der Rückstand nochmals ausgewaschen. Das Äther-Chloroformfiltrat wird jedoch nicht wie oben mit 1% iger, sondern mit 0,37% iger Salzsäure im Scheidetrichter dreimal mit zusammen genau 100 ccm ausgeschüttelt. Nach dem Abdampfen von Äther und Chloroform muß auf 100 ccm aufgefüllt werden. Diese Lösung ist das Ausgangsmaterial für die nefelometrische Untersuchung im Stufenphotometer der Firma Karl Zeiß, Jena, (PULFRICH 4, 5;

ZANGENMEISTER 10). Das Stufenphotometer von Zeiß gestattet es, Trübungen verschiedener Stärke miteinander zu vergleichen. Bei zu großen Differenzen in der Trübung wird das Meßbereich des Apparates überschritten. Dieses ist der Fall, wenn man „normale Lupinen“ und unsere Neuzüchtungen vergleichen will. Aus diesem Grunde wurde ein anderer Weg beschritten. Unser Apparat ist mit einem normal getrübbten Prisma Nr. 36 ausgerüstet. Dieses Prisma wird in die rechte Seite des Apparates eingesetzt. Auf die linke Seite setzt man ein Becherglas von 5 cm Durchmesser bzw. ein dünnwandiges Reagenzrohr. Das Becherglas ist für Messungen mit 100 ccm und 50 ccm bestimmt, das dünnwandige Reagenzglas für Messungen mit 10 ccm. Je nach Art der Untersuchung wird das Becherglas bzw. Reagenzglas mit 100 + 1, 50 + 0,5, 10 + 0,1 ccm 0,37% ige Salzsäure und 10% ige Kiesel-Wolframsäure beschickt. Mit einer Bürette wird von der obigen Stammlösung unter häufigem Umrühren tropfenweise so viel zugesetzt, bis die Trübung 100% der Trübung des Normalprismas beträgt. Darauf wird die verbrauchte Kubikzentimeterzahl abgelesen. Ferner werden die weiteren Trübungswerte gemessen: 50%, 25%, 12,5%. Die gemessenen Kubikzentimeterwerte stehen im umgekehrten Verhältnis zum Alkaloidgehalt der Lösung. Je mehr Flüssigkeit verbraucht wird, um eine bestimmte Trübung zu erreichen, desto schwächer ist ihre Konzentration.

Ich habe nun weiter versucht, diese relative nefelometrische Methode dazu zu benutzen, um den absoluten Alkaloidgehalt bestimmen zu können (siehe Tabelle 9 und 10). An Hand der graphischen Darstellung Abb. 3, 4, 5, 6, 7 möchte ich den Aufbau des Systems erklären. Ausgangsmaterial war in allen Fällen 10 g Substanz. Bei den normalen blauen Lupinen wurde das Äther-Chloroformgemisch mit 100 ccm Salzsäure ausgeschüttelt und die Nefelometerwerte in 50 ccm 0,37% iger Salzsäure gemessen. Darauf wurde aus der Stammlösung eine Verdünnungsserie von 90, 80, 70 usw. bis 10% hergestellt und die Nefelometerwerte dieser Verdünnungen gemessen. Auf gravimetrischem Wege war der Prozentgehalt der normalen blauen Lupinen mit 0,625% festgestellt worden. Aus diesem Wert wurden für die verschiedenen Konzentrationen der Stammlösung die entsprechenden Gesamtalkaloidwerte errechnet, Spalte 7, Tabelle 10. Es zeigte sich, daß, wenn man unsere Neuzüchtungen 411 mit 100 ccm ausschüttelt, keine Trübung in 50 ccm Beobachtungsflüssigkeit erhält. Aus diesem Grunde

Tabelle 9. *Lupinus luteus*.
Berechnung des Alkaloidgehaltes der Körner aus den Nefelometerwerten.

	Titriert in ccm	Verdünnung der nll Stamm- lösung %	Nefelometerwerte in ccm				Alkaloidgehalt der Körner, wenn ausgeschüttelt in ccm			
			100	50	25	12,5	100	50	20	10
Teil I	10	1	1,52	5,31			0,011	0,006	0,002	0,001
	"	2	0,71	2,85			0,023	0,011	0,005	0,002
	"	3	0,64	1,69	3,28		0,034	0,017	0,007	0,003
	"	4	0,41	1,37	2,30	4,37	0,046	0,023	0,009	0,005
	"	5	0,33	0,75	1,74	3,15	0,057	0,029	0,011	0,006
	"	6	0,33	0,73	1,56	2,66	0,069	0,034	0,014	0,007
	"	7	0,35	0,70	1,23	2,24	0,080	0,040	0,016	0,008
	"	8	0,35	0,61	0,99	1,70	0,092	0,046	0,018	0,009
	"	9	0,27	0,53	0,97	1,54	0,103	0,052	0,021	0,010
	"	10	0,20	0,51	0,88	1,34	0,115	0,057	0,023	0,011
Teil II	50	10	2,30	4,19			0,115	0,057	0,023	0,011
	"	20	1,09	1,77	2,63		0,230	0,115	0,046	0,023
	"	30	0,59	0,97	1,53	2,49	0,345	0,172	0,069	0,034
	"	40	0,32	0,61	0,97	1,57	0,459	0,230	0,092	0,046
	"	50	0,27	0,53	0,85	1,22	0,574	0,287	0,115	0,057
Teil III	100	50	0,56	0,90	1,44	2,40	0,574	0,287	0,115	0,057
	"	60	0,48	0,75	1,19	1,69	0,689	0,345	0,138	0,069
	"	70	0,34	0,59	0,90	1,45	0,804	0,402	0,161	0,080
	"	80	0,31	0,49	0,85	1,26	0,919	0,459	0,184	0,092
	"	90	0,29	0,48	0,73	1,18	1,034	0,517	0,207	0,103
	"	100	0,25	0,44	0,697	1,11	1,149	0,574	0,230	0,115

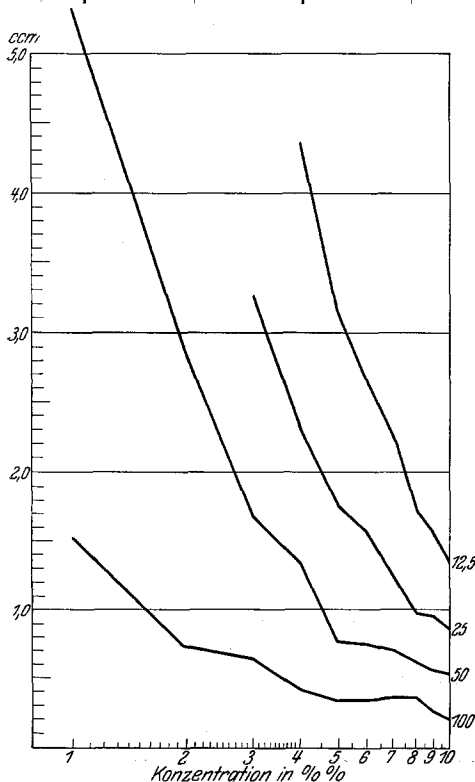


Abb. 3. Tab. 9, Teil I.

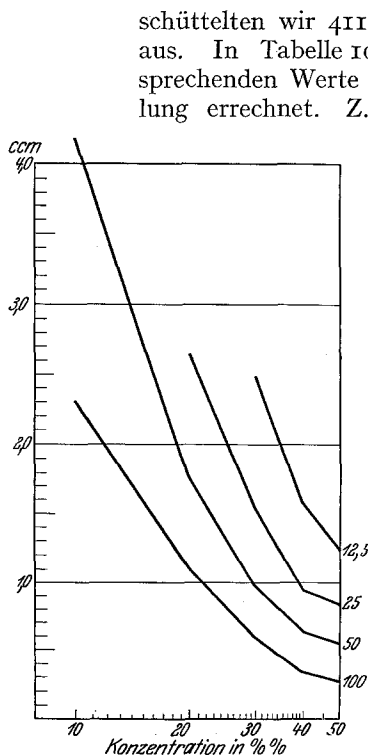


Abb. 4. Tab. 9, Teil II.

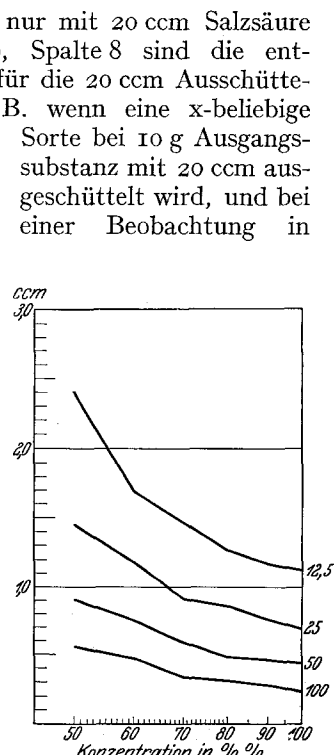


Abb. 5. Tab. 9, Teil III.

schüttelten wir 411 nur mit 20 ccm Salzsäure aus. In Tabelle 10, Spalte 8 sind die entsprechenden Werte für die 20 ccm Ausschüttelung errechnet. Z. B. wenn eine x-beliebige

Sorte bei 10 g Ausgangssubstanz mit 20 ccm ausgeschüttelt wird, und bei einer Beobachtung in

Tabelle 10. *Lupinus angustifolius*.
Berechnung des Alkaloidgehaltes der Körner aus den Nefelometerwerten.

Titriert in ccm	Verdünnung der nla. Stammlös. %	Nefelometerwerte in ccm				Alkaloidgehalt d. Körner wenn ausgeschüttelt in ccm	
		100	50	25	12,5	100	20
50	10	7,975				0,063	0,013
„	20	3,53	4,00	4,95	6,405	0,127	0,025
„	30	1,95	2,25	2,78	3,67	0,191	0,038
„	40	1,36	1,57	1,97	2,63	0,254	0,051
„	50	1,02	1,28	1,51	1,87	0,317	0,063
„	60	0,83	1,01	1,13	1,45	0,381	0,076
„	70	0,70	0,84	0,95	1,17	0,444	0,089
„	80	0,59	0,70	0,82	0,98	0,508	0,102
„	90	0,533	0,585	0,75	0,89	0,571	0,114
„	100	0,465	0,54	0,67	0,82	0,635	0,127

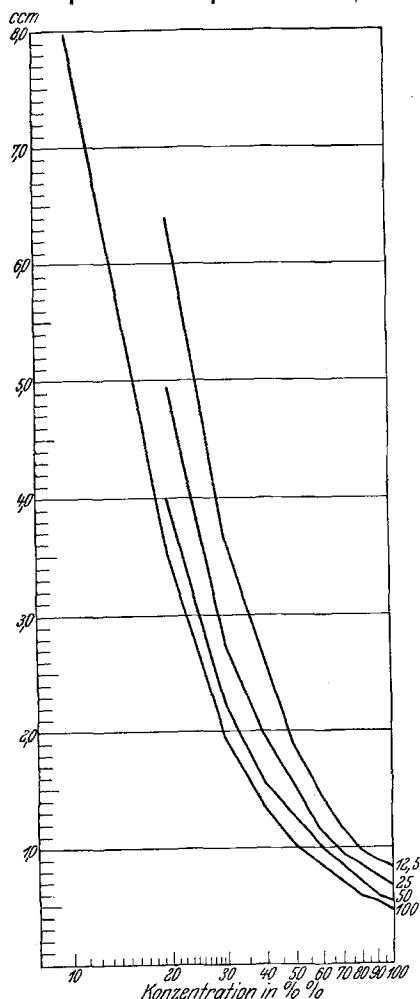


Abb. 6. Tab. 10.

50 ccm Salzsäure eine Nefelometerwertserie von 100%, 50%, 25% und 12,5% entsprechend 1,10, 1,35, 1,70, 2,0 liefert, so könnte man in

Tabelle 10 den Alkaloidgehalt mit 0,05 bis 0,063% bestimmen.

In derselben Art ist die Tabelle 9 zur nefelometrischen Bestimmung des Gesamtalkaloidgehaltes von *Lupinus luteus* zusammengestellt. Wegen des höheren Alkaloidgehaltes der gelben Lupinen reichten die Konzentrationsverhältnisse, die wir oben für *Lupinus angustifolius* beschrieben haben, nicht aus. Infolgedessen wurden vier verschiedene Ausschüttelungen, 100 ccm, 50 ccm, 20 ccm und 10 ccm, je nach Alkaloidgehalt der Körner angewandt.

Normalerweise werden die 10- und 20er Ausschüttelungen im Reagenzrohr mit 10 ccm Salz-

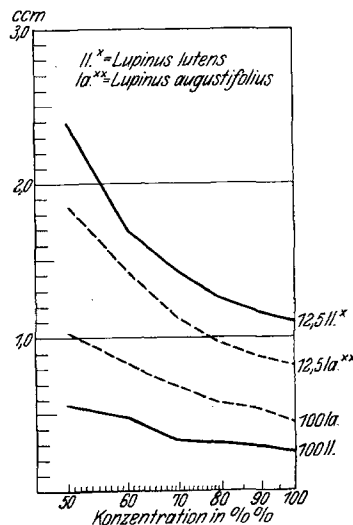


Abb. 7. Tab. 9 und Tab. 10.

säure, die 50er Ausschüttelungen im Becherglas mit 50 ccm Salzsäure und die 100er Ausschüttelungen im Becherglas mit 100 ccm Salzsäure mit

Kiesel-Wolframsäure untersucht. Für die Berechnung sämtlicher Gesamtalkaloidgehaltswerte der Spalten 7, 8, 9 und 10 der Tabelle 9 wurde der Gehalt von *Lupinus luteus* unverdünnt, also in 100% 1,149% zugrunde gelegt. Die Spalten 3, 4, 5 und 6 der Tabelle 9 enthalten schwarz umrandete Partien. Die Werte, die außerhalb dieser Umrandungen liegen, scheiden bei der Beurteilung aus, da die Differenzen von einer Größe zur anderen so klein sind, daß sie häufig innerhalb des Beobachtungsfehlers liegen. Besonders deutlich tritt dies in Tabelle 9, Spalte 3, 4, 5, 6 bei den Verdünnungsstufen der Stammlösung von 1—10% hervor. Die Nefelometerwerte der Trübungsreihe 100 lassen von 3—10% keine wesentlichen Unterschiede erkennen. Die Unterschiede werden aber deutlich erkennbar in den Trübungsreihen 25 und 12,5. Die deutlichsten Unterschiede liegen bei der Größenklasse 0,8 bis 5 ccm. Die Werte, die über 5 liegen, nähern sich schnell dem ∞ , während die Werte unter 0,8 in einer normalen Verdünnungsreihe zu geringe Unterschiede zeigen. Man muß bestrebt sein, für eine bestimmte Ausschüttelungsmenge immer die größtmögliche Flüssigkeitsmenge für die Beobachtung zu nehmen, weil hierdurch die Werte an Genauigkeit gewinnen. Dies ist wahrscheinlich auch der Grund dafür, weshalb bei hohem Alkaloidgehalt die auf nefelometrischem Wege gewonnenen Alkaloidgehalte besser mit den gravimetrisch gewonnenen übereinstimmen als bei Neuzüchtungen mit verschwindend geringem Alkaloidgehalt (siehe Tabelle 11 und 12).

Tabellen 9, 10 und graphische Darstellung Abb. 7 zeigen ferner einen interessanten Unterschied bei der nefelometrischen Untersuchung von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*. Die Trübung 100 ist bei *Lupinus luteus* mit kleineren Mengen zu erreichen als bei *Lupinus angustifolius*. Für die Trübung 12,5 braucht man jedoch von *Lupinus luteus* mehr als von *Lupinus angustifolius*, d. h. die Spanne zwischen 100 und 12,5 ist bei *Lupinus luteus* wesentlich größer als bei *Lupinus angustifolius*. Ob diese Erscheinung mit der verschieden starken Löslichkeit geringer Alkaloid-Kiesel-Wolframsäure Niederschläge von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* oder mit dem Bindungsverhältnis der verschiedenen Alkaloide mit Kiesel-Wolframsäure zusammenhängt, kann hier nicht untersucht werden. Man muß aber mit dieser Tatsache beim Aufbau von entsprechenden nefelometrischen Methoden für die einzelnen Lupinenarten rechnen.

3. Bestimmung des Gesamtstickstoffgehaltes nach KJELDAHL (KÖNIG 1).

0,2 g feingemahlene Körner werden mit 2 g Kupfersulfat, 6 g Kaliumsulfat und 25 ccm Kjeldahl-Schwefelsäure 7% Anhydrid aufgeschlossen. Nach dem Aufschluß und Abkühlen setzt man 500 ccm destilliertes Wasser zu und versetzt mit 120 ccm 40% iger Natronlauge, destilliert über in eine Vorlage mit 50 ccm $1/10$ n-Schwefelsäure und titriert mit $1/10$ n-Natronlauge. Als Indikator kann man unter anderem auch Methylrot verwenden. Jedem

Tabelle 11. *Lupinus luteus*. Vergleich der auf nefelometrischem Wege gewonnenen Alkaloidgehalt-Werte mit den gravimetrischen.

<i>Lupinus luteus</i>	Nefelometerwerte in ccm				Ausgeschüttelt in ccm	Beobachtet in ccm	% Alkaloid laut Tabelle 9	% Alkaloid gravimetrisch
	100	50	25	12,5				
<i>Lupinus luteus</i> normal	0,285	0,485	0,665	1,150	100	100	1,1486	1,1486
Neuzüchtung Dahlem ++ (1927) ...	0,480	0,716	0,135	2,00	50	50	0,2000	0,1564
Neuzüchtung 630. 13. 2. (1928)	0,580	0,780	1,265	2,350	20	50	0,0690	0,0616
Neuzüchtung 8. 3. 2. (1928)	0,332	0,782	1,442	2,717	10	10	0,0070	0,0247
Neuzüchtung 80. 12. 4. (1928)	0,955	1,770	∞	∞	10	10	0,0030	0,0111
Neuzüchtung 102. 8. 5. (1928)	0,535	1,675	∞	∞	10	10	0,0030	0,0072

Tabelle 12. *Lupinus angustifolius*. Vergleich der auf nefelometrischem Wege gewonnenen Alkaloidgehalt-Werte mit den gravimetrischen.

<i>Lupinus angustifolius</i>	Nefelometerwerte in ccm				Ausgeschüttelt in ccm	Beobachtet in ccm	% Alkaloid laut Tabelle 10	% Alkaloid gravimetrisch
	100	50	25	12,5				
<i>Lupinus angustifolius</i> normal	0,47	0,58	0,68	0,82	100	50	0,6348	0,6348
Neuzüchtung 411 (1929)	3,39	4,28	5,60	∞	20	50	0,020	0,0105

Kubikzentimeter verbrauchte Schwefelsäure entsprechen 0,0014008 g Stickstoff. Um den Prozentgehalt an Stickstoff zu errechnen, muß man die Differenz zwischen vorgelegter $\frac{1}{10}$ n-Schwefelsäure und beim Titrieren verbrauchter Natronlauge mit $500 \times 0,0014008$ multiplizieren.

4. Bestimmung des Reinproteinstickstoffes (STUTZER 8 u. 9).

1 g Substanz feingemahlen wird in einem Becherglas mit 100 ccm Wasser übergossen und zum Sieden erhitzt. Darauf gibt man 0,5 g aufgeschlemmtes Kupferhydroxyd dazu, läßt eine Viertelstunde kochen und filtriert nach dem Erkalten durch ein schwedisches Filtrierpapier. Der Rückstand wird auf dem Filter mit Wasser gut ausgewaschen und dann noch feucht wie oben angegeben, nach KJELDAHL aufgeschlossen und auf Stickstoff untersucht.

5. Bestimmung des Geschmacks.

Um subjektive Geschmackseinstellung auszuschalten, werden die Geschmacksprüfungen am besten durch mindestens vier Personen ausgeführt. Bei Körnern müssen mindestens 1 g feingemahlene Substanz längere Zeit durchgekaut werden. Nur wenn keine der Versuchspersonen Bitterkeit empfindet, ist das Material als nicht bitter zu bezeichnen.

6. Bestimmung des Geschmacks durch den Tierversuch.

Es hat sich herausgestellt, daß Kleintiere ganz verschieden stark auf die Bitterkeit der Lupinen reagieren. Fütterungsversuche mit bitteren Lupinen haben gezeigt, daß Mäuse und Meerschweinchen bittere Lupinen nicht aufnehmen und in mehr oder weniger langer Zeit, wenn man ihnen keine andere Nahrung gibt, zugrunde gehen. Weniger empfindlich sind Kaninchen, die sich mit der Zeit an die Aufnahme von bitteren gelben Lupinen gewöhnen und auch von blauen so viel aufnehmen, daß sie am Leben bleiben.

An Meerschweinchen werden die zu prüfenden Lupinen neben reichlich Wasser verabreicht, und die täglich aufgenommenen Futtermengen gewogen. Beifutter irgendwelcher Art darf nicht verabfolgt werden, auch kein Stroh als Einstreu. Meerschweinchen wiegt man am besten 50 g Futter ein und wiegt täglich einmal zurück, um die aufgenommene Menge zu ermitteln. Nebenbei muß das Lebendgewicht der Tiere täglich einmal festgestellt werden. Die Versuchsdauer muß etwa 10 Tage betragen. Die

Gewichtsmengen der aufgenommenen Nahrung und die Lebendgewichte geben einen guten Anhalt für den Geschmack des zu prüfenden Materials.

7. Bestimmung der relativen Giftigkeit von Lupinen.

20 g feingemahlene Lupinenmehl (*Lupinus luteus*) werden mit 50 ccm destilliertem Wasser versetzt und 9 Stunden auf 50° erhitzt. Es ist darauf zu achten, daß die Erhitzung nicht höher als 60° C geht, da bei einer Extraktion von über 70° C das Ictrogen entgiftet wird. Diese Methode ist auf Grund von eingehenden Vorversuchen entwickelt worden, über die einmal separat in Verbindung mit größeren Giftversuchen berichtet werden soll. Nach Abkühlung wird der Extrakt durch Abpressen durch ein Leinentuch von der Lupinen-substanz getrennt. Man injiziert 1 ccm intraperitoneal. Es hat sich als praktisch erwiesen, nicht über 1 ccm bei Mäusen mit einem Durchschnittsgewicht von 15—20 g hinauszugehen, da dann auch bei ungiftigen Injektionen Schädigungen eintreten können. Nach der Injektion muß beobachtet werden, ob und wann Krämpfe eintreten bzw. wieder verschwinden, und wann gegebenenfalls der Tod eintritt.

Chemische Untersuchungsergebnisse.

Gesamtalkaloidgehalt (Tabelle 13).

Lupinus luteus. Die drei besten Stämme von *Lupinus luteus* 8. 3. 2., 80. 12. 4., 102. 8. 5. enthalten unter 0,03% Gesamtalkaloid. Wesentlich besser als 8. 3. 2. sind in bezug auf den Gesamtalkaloidgehalt 80. 12. 4. und 102. 8. 5. mit etwa 0,01% Gesamtalkaloidgehalt der Körner. Relativ ausgedrückt sind das 0,5—1% des Alkaloidgehalts der normalen bitteren Lupinen. (Gehalt der normalen bitteren Lupinen 1,1486%.) All diese Zahlen beziehen sich auf die in Münchenberg 1930 angebaute Lupinen. Ich führe in der Tabelle 13 auch noch zwei weniger wertvolle Neuzüchtungen 630. 13. 2. und Dahlem ++ hier auf, um zu zeigen, daß es auch zwischen den sehr guten und normalen Übergänge im Alkaloidgehalt gibt. Dahlem ++ ist die zuerst aufgefundene gelbe Lupine mit verringertem Alkaloidgehalt. Mit Hilfe von Dahlem ++ gelang erstmalig der Beweis dafür, daß die Untersuchungsmethode, die wir anwandten, richtig war; an Hand von Dahlem ++ ist die Methode vervollkommen worden, so daß im darauffolgenden Jahr 1928 die Auffindung der besten Stämme möglich wurde.

Tabelle 13. *Lupinus luteus*. Alkaloidgehalt der Körner und Blätter, relativer Alkaloidgehalt der Neuzüchtungen des K.W.-I. f.Z. im Vergleich zu „Normalen“ und Geschmack der „Normalen“ und der Neuzüchtungen.

<i>Lupinus luteus</i>	Körner			Blätter		
	Alkaloid %	In % v. normal	Geschmack	Alkaloid %	In % v. normal	Geschmack
<i>Lupinus luteus</i> normal	1,1486	100,0	stark bitter	0,9816	100,0	stark bitter
Neuzüchtung Dahlem ++ (1927)	0,1564	13,6	bitter	0,0772	7,9	wenig bitter
Neuzüchtung 630. 13. 2. (1928) ..	0,0616	5,4	bitter	—	—	Spur bitter
Neuzüchtung 8. 3. 2. (1928)	0,0247	2,2	Spur bitter	0,0010	0,1	nicht bitter
Neuzüchtung 80. 12. 4. (1928) ...	0,0111	0,9	nicht bitter	0,0290	2,9	nicht bitter
Neuzüchtung 102. 8. 5. (1928) ...	0,0072	0,6	nicht bitter	—	—	nicht bitter

Lupinus luteus-Blätter (Tabelle 13). Der Gesamtalkaloidgehalt in der Trockensubstanz der Blätter ist bei normalen bitteren Lupinen etwa 20% geringer als der der Körner. Der Gesamtalkaloidgehalt der drei besten Neuzüchtungen liegt genau wie der der Blätter unter 0,03%.

Lupinus luteus- (Tabelle 14) Vererbung des geringen Alkaloidgehalts der Neuzüchtungen. 1929 wurde auf den Gesamtalkaloidgehalt nur 80. 12. 4. untersucht. Dieser betrug 0,018%. 1930 betrug die entsprechende Zahl 0,0111%. Der Alkaloidgehalt der Körner hatte sich demnach 1929/30 fast genau auf der gleichen Höhe gehalten.

Körner 0,01%. 415 konnte wegen Materialmangel noch nicht gravimetrisch auf ihren Alkaloidgehalt untersucht werden.

Lupinus angustifolius-Blätter (Tabelle 15). Der Alkaloidgehalt in der Trockensubstanz der Blätter beträgt bei normalen bitteren blauen Lupinen etwa 80% des Alkaloidgehalts der Körner. Interessant sind die Zahlen der Neuzüchtungen 416, bei der sich dieses Verhältnis wesentlich verschoben hat. Statt 80% beträgt der Alkaloidgehalt der Blätter bei 416 nur etwa 20% des Alkaloidgehalts der Körner. Diese Erscheinung wird durch die Geschmacksprobe bestätigt. Während die Körner von 416 stark bitter

Tabelle 14. *Lupinus luteus*. Vergleichende Untersuchungen über den Alkaloidgehalt und den Geschmack der „Normalen“ und der Neuzüchtung 80. 12. 4. (1928) in den Jahren 1929/30.

<i>Lupinus luteus</i> Körner	1929			1930		
	Alkaloid %	In % v. normal	Geschmack	Alkaloid %	In % v. normal	Geschmack
<i>Lupinus luteus</i> normal	0,8660	100,0	stark bitter.	1,1486	100,0	stark bitter
Neuzüchtung 80. 12. 4. (1928) ...	0,0180	2,0	nicht bitter	0,0111	0,9	nicht bitter

Tabelle 15. *Lupinus angustifolius*. Alkaloidgehalt der Körner und Blätter, relativer Alkaloidgehalt der Neuzüchtungen des K.W.-I. f.Z. im Vergleich zu „Normalen“ und Geschmack der „Normalen“ und der Neuzüchtungen.

<i>Lupinus angustifolius</i>	Körner			Blätter		
	Alkaloid %	In % v. normal	Geschmack	Alkaloid %	In % v. normal	Geschmack
<i>Lupinus angustifolius</i> normal	0,6348	100,0	stark bitter	0,4520	100,0	stark bitter
Neuzüchtung 416 (1929)	0,5258	82,8	stark bitter	0,1140	25,2	wenig bitter
Neuzüchtung 414 (1929)	0,5087	80,2	stark bitter	—	—	wenig bitter
Neuzüchtung 413 (1929)	0,5045	79,4	stark bitter	—	—	wenig bitter
Neuzüchtung 412 (1929)	0,4837	76,1	stark bitter	—	—	wenig bitter
Neuzüchtung 411 (1929)	0,0105	1,6	nicht bitter	0,0004	0,1	nicht bitter
Neuzüchtung 415 (1929)	—	—	nicht bitter	—	—	nicht bitter

Lupinus angustifolius-Körner (Tabelle 15). Von *Lupinus angustifolius* liegen Ergebnisse nur aus der Ernte 1930 vor. Beim besten Stamm 411 beträgt der Gesamtalkaloidgehalt der

schmecken, schmecken die Blätter dieser Neuzüchtung nur wenig bitter.

Zusammenfassend kann bezüglich des Alkaloidgehalts von *Lupinus angustifolius* gesagt

werden, daß auch hier genau wie bei *Lupinus luteus* Rassen mit sehr verschieden hohem Alkaloidgehalt vorhanden sind.

Der Gesamtalkaloidgehalt von Normalen, von Entbitterten und von unseren Neuzüchtungen.

Um ein Urteil über die relative Höhe des Alkaloidgehalts unserer Neuzüchtung zu gewinnen, habe ich in Tabelle 16 und graphische Darstellung Abb. 8 Alkaloiduntersuchungen verschiedener Autoren, die sie mit entbitterten und unentbitterten Lupinen vorgenommen haben, zusammengestellt. Der durchschnittliche Alkaloidgehalt von nicht entbitterten gelben Lupinen beträgt 0,8135%. Von *Lupinus angustifolius* 0,2920%. Der Durchschnittsgehalt der entbitterten Lupinen 0,0756%. Die besten entbitterten Lupinen weisen einen Alkaloidgehalt von 0,01 und 0,29% auf. Diese beiden letzten Zahlen sind aber im Vergleich zum Durchschnittsalkaloidgehalt der entbitterten Lupinen

ausnahmsweise niedrig. Wenn man den Alkaloidgehalt der Neuzüchtungen mit dem Alkaloidgehalt der entbitterten Lupinen vergleicht, so liegt dieser bei unseren zwei besten Neuzüchtungen wesentlich unter dem von normalen, entbitterten Lupinen.

Im Anschluß an diese vergleichenden Untersuchungen möchte ich einen Vorschlag machen. PETRI¹ hat für Tabak Grenzwerte festgelegt, unter denen Tabak als „nicotinarm“ bzw. „nicotinfrei“ zu gelten hat. Ich möchte für Lupinen ähnliche Grenzwerte vorschlagen, und zwar möchte ich Lupinen von einem Alkaloidgehalt von 0,05% als alkaloidarm und unter 0,025% als alkaloidfrei bezeichnen.

Lupinus luteus. Gesamt- und Eiweißstickstoffgehalt (Roh- und Reinprotein). (Tabelle 17). Der Gesamtstickstoff unserer Neuzüchtungen liegt teilweise unter, teilweise über dem der normalen Lupinen.

¹ PETRI, W.: Z. Unters. Lebensmittel 60, 123 (1930).

Tabelle 16. *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*.

Vergleichende Zusammenstellung über den relativen und absoluten Alkaloidgehalt „Normaler“ und nach verschiedenen Verfahren entbitterter Lupinen.

	Alkaloid %	in % von normal
E. Parow ¹ : <i>Lupinus luteus</i> . Nicht entbittert	0,779	100,0
„ „ Entbitterung nach Kellner-Löhnert	0,110	14,1
„ „ „ Backhaus	0,065	8,3
„ „ „ Bergell	0,045	5,8
„ „ „ Thoms	0,039	5,0
C. Brahm ² : <i>Lupinus angustifolius</i> . Nicht entbittert	0,292	—
„ „ Ausgangsstoffe für Entbitterungsversuche. Entbittert . .	0,848	100,0
„ „ Entbitterung nach Kellner-Löhnert	0,110	13,0
„ „ „ Bergell	0,045	5,3
„ „ „ Thoms	0,039	4,6
„ „ „ Backhaus	0,065	7,7
M. Gerlach u. Lücke ³ : Entbitterung nach Kellner	0,152	17,9
„ „ „ „ Backhaus	0,174	20,5
„ „ „ „ Bergell	0,102	12,0
„ „ „ „ Thoms	0,029	3,4
Schuftan ⁴ : Entbittertes Qualitätsmehl von Lupinen (Schlagkreuzmühlen-Verarbeitung)	0,0105	1,2
<i>Lupinus luteus</i> , nicht entbittert, Durchschnitt	0,8135	100,0
<i>Lupinus angustifolius</i> , nicht entbittert, Durchschnitt	0,2920	—
Lupinen entbittert nach verschiedenen Entbitterungsverfahren Durchschnitt	0,0756	9,3

¹ PAROW, E.: Z. Spiritusind. 44, 265 (1921). — Chem. Zentralbl. 4, 1070 (1921).

² BRAHM, C.: Z. angew. Chem. 1922, 45—48, 35. — Chem. Zentralbl. 2, 586 (1922).

³ GERLACH, M., u. LÜCKE: Landw. Ztg 40, 437 (1921).

⁴ SCHUFTAN, nach Voss, H.: Z. Spiritusind. 44, 289 (1921). — Chem. Zentralbl. 4, 1107 (1921).

Tabelle 17.
Roh- und Reinproteinstickstoffgehalt.

<i>Lupinus luteus</i>	Rohprotein-Stickstoff	Rohprotein	Reinprotein-Stickstoff	Reinprotein
<i>Lupinus luteus</i> normal	7,4242	40,8333	6,2196	34,210
Neuzüchtung D. ++	6,9515	38,2331	—	—
Neuzüchtung 630. 13. 2.	7,2316	39,7740	—	—
Neuzüchtung 8. 3. 2.	6,9865	38,4257	5,6172	30,8946
Neuzüchtung 102. 8. 5.	6,9340	38,1368	—	—
Neuzüchtung 80. 12. 4.	7,5818	41,7001	6,2108	34,210

Die beste Sorte ist in dieser Beziehung 80. 12. 4., deren Gesamtstickstoffgehalt etwa 1% über dem der normalen liegt. 8. 3. 2. ist von dem Vergleich auszuschalten, weil diese Sorte eine relativ hohe Stickstoffdüngung erhalten hat und dadurch unter anderen Wachstumsbedingungen wie die übrigen Stämme gestanden hat. Die Ergebnisse zeigen, daß eine Verringerung des Gesamtalkaloidgehalts keine Verringerung des Gesamtstickstoffgehalts nach sich ziehen muß. Es scheint vielmehr so zu sein, daß es sowohl unter den alkaloidreichen als auch unter den alkaloidarmen stickstoffreichen und stickstoffarmen Typen geben kann.

Genau wie mit dem Gesamtstickstoffgehalt verhält es sich mit dem Reinproteinstickstoffgehalt. Die eiweißreichste Neuzüchtung ist 80. 12. 4. Ihr Reinproteinstickstoffgehalt ist genau so hoch wie der der normalen. Auch hier gibt es alkaloidarme, reinproteinstickstoffreiche und reinproteinstickstoffarme Stämme.

Ergebnisse der Geschmacksbestimmung durch den Menschen.

Lupinus luteus (Tabelle 13). Absolut frei von jedem bitteren Geschmack sind die Stämme 80. 12. 4. und 102. 8. 5., und zwar sowohl die Körner als auch die Blätter. 8. 3. 2. ist nicht bitter im Blatt, weist aber ganz geringe Spuren von Bitterkeit in den Körnern auf.

Lupinus angustifolius (Tabelle 15). *Lupinus angustifolius*-Neuzüchtungen 411, 415 sind sowohl als Körner als auch als Blätter nicht bitter. Die Neuzüchtungen 412, 413, 414 und 416 sind als Körner stark bitter, als Blätter nur wenig bitter. Man vergleiche auf der Tabelle die Geschmacksfeststellungen mit dem Alkaloidgehalt.

Bestimmungen des Geschmacks durch den Tierversuch.

Lupinus luteus Tabelle 18, 19, graphische Darstellung Abb. 9 u. 10. Um den Beweis dafür zu

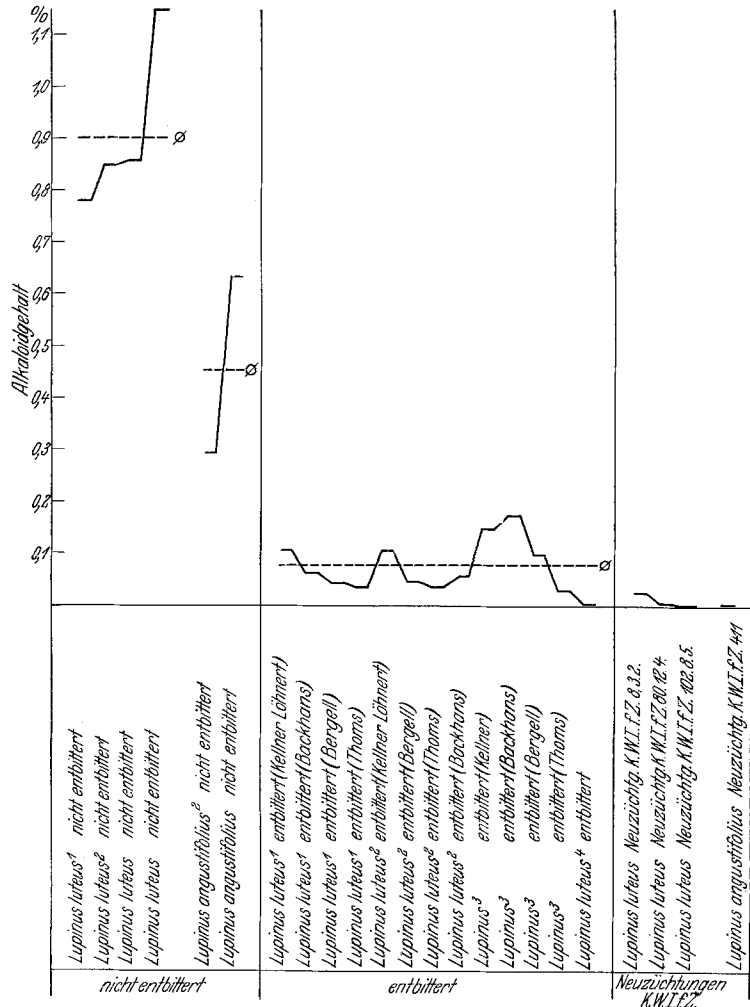


Abb. 8. *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*.
Vergleichende graphische Zusammenstellung des Alkaloidgehaltes der „Normalen“, der Entbitterten und der Neuzüchtungen des K.W.-I. f. Z. Münchenberg i. d. M.

Tabelle 18.

Fütterungsversuch mit Meerschweinchen. Täglich aufgenommene Futtermengen.

Futter		1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	11. Tag	12. Tag	13. Tag	14. Tag
Gerste—Hafer	Gerste 1810	2,5	8,0	14,5	14,5	16,5	20,0	20,0	40,5	35,0	35,0	35,0	40,0	35,0	35,0
	1945	12,0	10,0	5,0	15,0	20,0	10,0	35,0	28,0	23,0	25,5	30,0	30,0	30,0	20,0
	Hafer 4002	15,0	17,0	18,0	18,0	16,0	18,0	13,0	17,0	14,0	18,0	18,0	14,0	12,0	14,0
	4003	4,0	11,0	16,0	16,0	17,0	17,0	16,0	16,0	16,0	20,0	19,0	18,0	15,0	20,0
	4004	8,0	8,0	10,0	11,0	14,0	15,0	12,0	14,0	17,0	15,0	14,0	16,0	14,0	14,0
	4005	7,0	8,0	9,0	11,0	16,0	17,0	11,0	14,0	10,0	17,0	15,0	18,0	19,0	18,0
<i>Lupinus luteus</i> , bitter	nll 4006	8,0	10,0	10,0	10,0	12,0	12,0	13,0	12,0	12,0	11,0	10,0	10,0	13,0	12,0†
	4007	5,0	5,0	11,0	11,0	10,0	9,0	11,0	10,0	11,0	10,0	10,0	10,0	12,0	10,0†
	4008	1,0	0,0	3,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	† ¹	—	—	—	—	—
	4009	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	6,0	6,0	†	—	—	—	—	—	—
	4010	1,0	0,0	3,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	†	—	—	—	—
	1813	0,0	0,0	4,5	7,5	6,0	5,5	2,0	†	—	—	—	—	—	—
	1814	0,0	7,5	7,5	7,5	7,5	0,0	†	—	—	—	—	—	—	—
	1946	1,5	4,5	1,0	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1947	0,0	0,5	0,0	1,5	2,0	6,5	4,0	1,0	†	—	—	—	—	—
Neuzüchtung 8. 3. 2.	nll 1942	6,5	11,0	15,0	18,5	18,5	18,0	27,0	24,0	26,0	24,0	22,0	23,0	38,0	30,0
	1943	6,5	17,0	16,5	20,0	20,0	25,5	29,5	26,0	27,0	20,0	25,0	25,0	35,0	25,0
∅ Gerste — Hafer . .		8,0	10,3	12,0	14,2	16,5	16,1	17,8	21,5	19,1	21,7	21,8	22,6	20,8	20,1
∅ <i>Lupinus luteus</i> bitter		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
∅ Neuzüchtung 8. 3. 2.		6,5	14,0	15,7	19,2	19,2	21,7	28,2	25,0	26,5	22,0	23,5	24,0	36,5	27,5

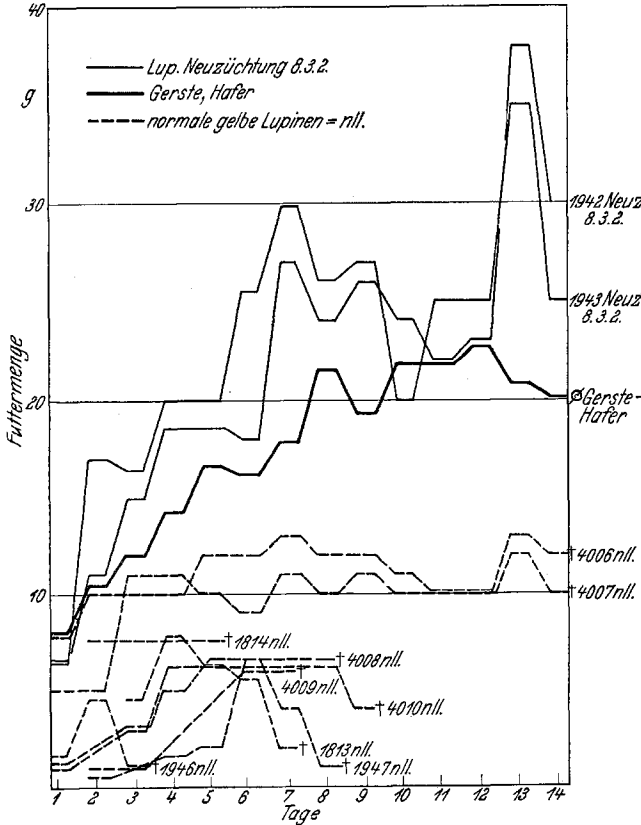


Abb. 9. Fütterungsversuch mit Meerschweinchen. Täglich angenommene Futtermengen.

erbringen, daß auch bei Tieren die Nichtaufnahme von Lupinen durch den bitteren Geschmack der Alkaloide verursacht sein kann, wurden Fütterungsversuche mit Meerschweinchen durchgeführt. Diese Tiere nehmen normale Lupinen nicht in genügenden Mengen auf, um davon leben zu können. Sie sterben daher im Laufe von etwa 3 Wochen. Die aufgenommenen Mengen bewegen sich, wie Tabelle 18 zeigt, zwischen 0 und höchstens 13 g.

Die Aufnahme von Gerste und Hafer erfolgt in Mengen von durchschnittlich 20 g. Das Lebendgewicht bleibt konstant bzw. die Tiere nehmen leicht an Gewicht zu.

Bei reiner Fütterung mit Neuzüchtung 8. 3. 2. lagen die aufgenommenen Mengen gleich hoch oder höher als die von Gerste und Hafer. Das Lebendgewicht zeigt eine ansteigende Kurve. Hierdurch ist der Beweis dafür erbracht, daß nach Ausschaltung des Bitterstoffes Meerschweinchen die Lupinen in genügenden Mengen aufnehmen, um nicht nur am Leben zu bleiben, sondern auch ihr Lebendgewicht zu erhöhen.

Erste Giftversuche (Tabelle 20). *Lupinus luteus*. Die Giftversuche konnten in diesem

¹ † = gestorben.

Tabelle 19. Fütterungsversuch mit Meerschweinchen. Lebendgewichte.

Futter		1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag	11. Tag	12. Tag	13. Tag	14. Tag
Hafer — Gerste	Gerste 1810	315	300	295	295	290	285	265	285	300	300	305	310	310	310
	1945	245	243	230	225	225	215	215	215	215	215	220	220	220	212
	Hafer 4002	230	230	230	230	235	240	235	240	240	235	235	240	240	240
	4003	175	180	185	185	185	190	195	200	200	200	200	205	205	210
	4004	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	225
	4005	245	240	240	245	240	240	240	240	245	245	250	250	250	260
<i>Lupinus luteus</i> bitter	nll 4006	295	290	280	285	280	280	280	275	275	270	265	240	250	250 †
	4007	200	200	195	190	180	170	170	170	165	150	150	150	150	150 †
	4008	165	160	160	155	150	145	135	115	†	—	—	—	—	—
	4009	165	145	135	125	120	120	100	†	—	—	—	—	—	—
	4010	140	145	135	130	120	115	110	105	95	†	—	—	—	—
	1813	295	290	275	255	235	210	200	†	—	—	—	—	—	—
	1814	315	310	280	270	240	230	†	—	—	—	—	—	—	—
	1946	290	260	245	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1947	340	320	300	275	275	260	225	215	†	—	—	—	—	—
Neuzüchtung 8.3.2.	nll 1942	295	275	280	290	290	290	305	300	315	315	330	330	332	325
	1943	315	310	310	325	325	335	340	345	350	330	360	360	350	350
Ø Gerste — Hafer . .		238	235	233	233	232	231	228	234	236	236	238	241	241	244
Ø <i>Lupinus luteus</i> bitter		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ø Neuzüchtung 8.3.2.		305	292	295	307	307	312	322	322	332	322	345	345	341	337

Jahr genau wie die Fütterungsversuche nur in geringem Umfang durchgeführt werden. Aber es sollte doch schon in diesem Jahr der Versuch unternommen werden, nicht nur den Beweis zu erbringen, daß die Neuzüchtungen auf Grund ihres geringen Alkaloidgehalts besser schmecken, sondern daß sie auch weniger giftig sind. Man muß sich allerdings darüber im klaren sein, daß es sich bei diesen Untersuchungen nur um Vorversuche im bescheidenen Rahmen handeln kann. Sie können nur richtunggebend auf die weiteren Versuche dieser Art wirken (Tabelle 20). Von den mit normalen Lupinen injizierten Mäusen haben alle nach wenigen Minuten Krämpfe bekommen, und bis auf eine sind sie alle innerhalb einer Stunde gestorben.

Mäuse, die mit gleichem Extrakt der Neuzüchtung 8.3.2. injiziert wurden, bekamen keine Krämpfe und blieben alle bis auf eine, die nach 1080' starb, am Leben.

Schluß.

Die Untersuchungsergebnisse des Jahres 1930/31 befinden sich in einem gewissen Anfangsstadium. Ein großer Teil konnte aus Materialmangel nur unvollständig ausgeführt werden, ein Teil mußte ganz unterbleiben. Die nächsten Jahre werden weiter der Vermehrung

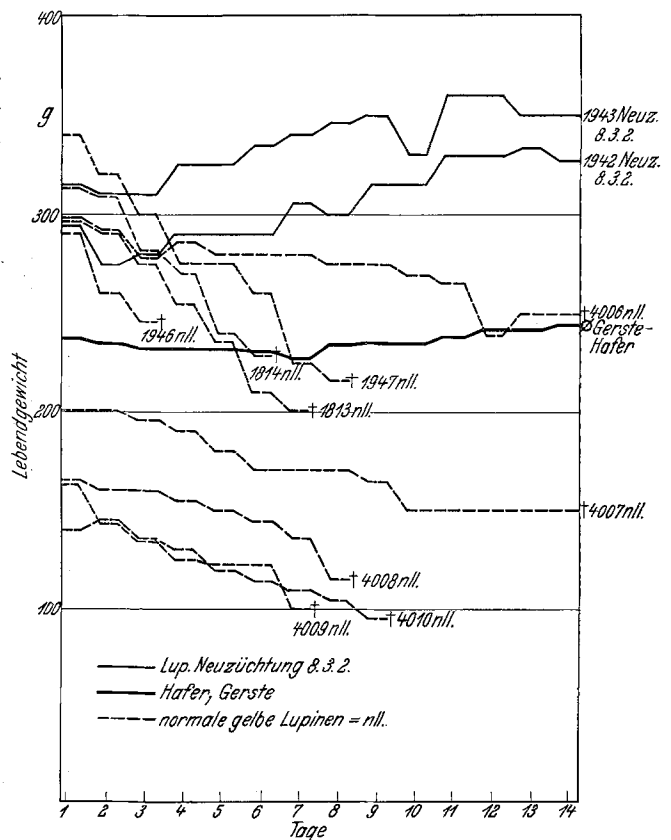


Abb. 10. Fütterungsversuch mit Meerschweinchen. Lebendgewichte.

Tabelle 20. Mäuse-Giftversuche.

Nr.	Gew.	Inj. ccm	Extr.	Krämpfe nach	gestorben nach
1	19,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
2	24,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
3	16,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
4	19,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
5	14,0	1,0	8. 3. 2.	—	1080'
6	14,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
7	19,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
8	13,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
9	19,0	1,0	8. 3. 2.	—	—
10	14,0	1,0	nll ¹	5'	10'
11	17,0	1,0	nll	3'	10'
12	21,0	1,5	nll	20'	60'
13	16,0	1,0	nll	10'	35'
14	19,0	1,0	nll	20'	—
15	16,0	1,0	nll	15'	39'
16	17,0	1,0	nll	10'	37'
17	16,0	1,0	nll	5'	13'
18	19,0	1,0	nll	10'	17'
19	22,0	1,0	nll	10'	45'

der Neuzüchtungen dienen müssen. Hand in Hand mit der Vergrößerung des Materials können dann im Laufe der Zeit immer umfangreichere Untersuchungen chemischer und physiologischer Art vorgenommen werden.

In das nächstjährige Programm ist die Züchtung einer alkaloidfreien *Lupinus polyphyllus* aufgenommen. Wenn es gelingt, auch alkaloidfreie *Lupinus polyphyllus* anzuzüchten, dann sind sämtliche in Deutschland anbauwürdigen Lupinen alkaloidfrei. Es wäre nach den Erfahrungen, die wir mit den verschiedenen Lupinen gewonnen haben, ein leichtes, auch andere Lupinenarten auf Alkaloidarmut umzuzüchten. Es hat für uns aber keinen Wert, wahllos irgendwelche Lupinenarten alkaloidfrei zu machen, weil die wirtschaftliche Bedeutung solcher Neuzüchtungen ungewiß ist.

Wir können mit Hilfe unserer Selektionsmethode nicht nur Lupinen, sondern fast sämtliche alkaloidhaltigen Pflanzen bezüglich des Alkaloidgehalts züchterisch bearbeiten.

Unsere Arbeiten über Tabak haben gezeigt, daß es bei *Nicotiana tabacum* auf züchterischem Wege möglich ist, den Nicotingehalt des Tabaks um etwa 90% herabzusetzen. Es gibt aber gerade für den Tabak so viele Herstellungsländer, daß sich eine individuelle Züchtung für entsprechende Länder empfiehlt. Außer diesen beiden Kulturpflanzen gibt es aber sicher, vor allem in den Tropen und Subtropen, alkaloidhaltige Pflanzen, die durch Herabsetzung ihres Alkaloidgehalts zu Kulturpflanzen werden könn-

¹ Normal *Lupinus luteus* bitter.

ten, und andererseits solche, die wohl schon Kulturpflanzen sind, bei denen aber eine Herabsetzung des Alkaloidgehalts für die wirtschaftliche Ausnutzung von Vorteil sein könnte.

Zusammenfassung.

Die Lupinenneuzüchtungen des K. W.-I. f. Z. sind im Jahre 1930 weiter vermehrt worden. Durch die Art der Vermehrung (weiter Standraum) ist es möglich, Lupinen unter günstigen Bedingungen im Verhältnis 1:500 zu vermehren. Durch die Ungunst der Witterung erzielten wir bei der Vermehrung der *Lupinus luteus*- und *angustifolius*-Neuzüchtungen durchschnittlich nur 150 Samen je Pflanze.

Die Neuzüchtungen von *Lupinus luteus* und *angustifolius* stammen aus Landsorten der Müncheberger Gegend.

1930 gelang erstmalig die Auffindung von nicht bitteren *Lupinus albus*.

Ein Teil dieser Neuzüchtung von *Lupinus albus* stammt aus südfranzösischem Material, ein Teil aus portugiesischem Material.

Die Neuzüchtungen von *Lupinus luteus* enthalten unter 0,03% Alkaloide in Körnern und in Blättern, gegenüber einem durchschnittlichen Alkaloidgehalt bei entbitterten Lupinen von 0,07%. Der beste Stamm von *Lupinus angustifolius* 411 enthält 0,01% Alkaloide.

Es wird vorgeschlagen, Lupinen mit einem Alkaloidgehalt von unter 0,05% als alkaloidarm und von unter 0,025% als alkaloidfrei zu bezeichnen.

Der Gesamtstickstoffgehalt und der Reinproteinstickstoffgehalt sind bei *Lupinus luteus* 80. 12. 4. am höchsten. Wir besitzen stickstoffärmere und stickstoffreichere alkaloidarme Neuzüchtungen.

Die Neuzüchtungen *Lupinus luteus* 80. 12. 4. und 102. 13. 5. und *Lupinus angustifolius* 411 und 415 sind für den menschlichen Geschmack nicht bitter, sowohl die Körner als auch die Blätter.

Durch einen Fütterungsversuch mit Meererschweinchen wird bewiesen, daß die Tiere die Neuzüchtung 8. 3. 2. ebenso gern wie Hafer und Gerste aufnehmen.

Die Giftversuche an Mäusen zeigen, daß bezüglich der Giftigkeit die Neuzüchtungen sich wesentlich von den normalen bitteren Lupinen unterscheiden. Extrakte von normalen Lupinen wirken in einer bestimmten Konzentration letal. Genau so hergestellte Extrakte aus Neuzüchtung 8. 3. 2. rufen keinerlei Schädigungen der Versuchstiere hervor.

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß es züchterisch möglich ist, den Alkaloidgehalt sämtlicher alkaloidhaltigen Pflanzen züchterisch zu bearbeiten. Für Lupinen (*Lupinus luteus*, *angustifolius* und *albus*) und Tabak liegen die Beweise bereits vor.

Die Bearbeitung anderer Pflanzen, seien es Kulturpflanzen oder wilde, soll nacheinander in Angriff genommen werden.

Literatur.

1. KÖNIG: Chem. der Nahrungs- u. Genußmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände. 5. Aufl. Bd. 2. S. 526.

2. MACH u. LEDERLE: Landw. Versuchsstat. 98, 117 (1921).

3. PRJANISCHNIKOW: J. landw. Wissensch. Moskau 5 u. 6 (1924).

4. PULFRICH, C.: Z. Instrumentenkde 1, 35—44; 2, 61; 3, 109—120 (1925).

5. PULFRICH, C.: Z. Instrumentenkde 1925, 521—530.

6. SENGBUSCH, R. v.: Z. Züchtung A 15, 219 (1930).

7. SENGBUSCH, R. v.: Der Züchter 1930, H. 1.

8. STUTZER, A.: J. Landw. 54, 237 (1906).

9. STUTZER, A.: J. Landw. 29, 473 (1881) und Rep. f. anal. Chem. 1885, 162.

10. ZANGENMEISTER, W.: Münch. med. Wschr. 1928, 1575.

(Aus dem Institut für Pflanzenzucht, Lenin-Akademie, Leningrad.)

Genetik des Hafers.

(Sammelreferat.)

Von H. Emme.

Es muß vorausgeschickt werden, daß trotz dem großen Formenreichtum der Hafer die genetische Forschung bis gegenwärtig beinahe ausschließlich die 42 chromosomige, tatsächlich die an Formen reichste Gruppe, berührt hat; die 14 chromosomige Gruppe ist wenig, die 28 chromosomige beinahe gar nicht auf ihre genetische Natur hin untersucht worden. Das ist insofern verständlich, als sich ein genaueres botanisches Studium dieser 2 Gruppen auf die letzte Zeit bezieht (THELLUNG 1927, MORDVINKINA 1929, MALZEW 1930) und in bezug auf die Kleinformen noch nicht abgeschlossen ist. Andererseits ist die am meisten verbreitete *A. sativa* L. auch 42 chromosomig, und es war in erster Linie praktisch notwendig und wichtig, den Charakter der Vererbung seiner Merkmale festzustellen; auch war es theoretisch von Interesse, die genetischen Beziehungen von *A. sativa* L. zu den anderen *Euavena*-Arten, hauptsächlich zu dem ihm verwandten Wildhafer *A. fatua* L. festzustellen. Daraus folgte, daß die weit größte Anzahl der bisher erschienenen Arbeiten über 42 chromosomige Haferbastarde sich auf solche zwischen den Vertretern von *A. sativa* L. untereinander und dieser letzteren mit *A. fatua* L. bezieht. Die Bastarde mit den übrigen 42 chromosomigen Hafern sind weitaus nicht ausreichend erforscht.

Vererbung von Färbung der Glumellen.

Bei den Hafern kann eine schwarze, bräunlich-rötliche, graue, gelbe und weiße Färbung der Glumellen unterschieden werden. Verschiedene Systematiker haben der Färbung eine verschiedene taxonomische Bedeutung zugeschrieben. (KÖRNICKE und WERNER 1883, ATTERBERG 1891,

NILSSON-EHLE 1901, DUFOUR und DASSONVILLE 1903, FRUWIRTH 1907, BOEHMER 1910, DENAIFFE und SIRODOT (1901, 1922), ETHERIDGE (1916) und andere. In den neuesten Systemen des Hafers von THELLUNG (1911, 1922) und MALZEW (1930) spielt die Färbung eine untergeordnete Rolle. Jedenfalls muß die ganze Variationsbreite der Nuancen zur Sortencharakteristik herbeigezogen werden, denn gerade die Farbennuancen sind von den Außeneinflüssen sehr abhängig. Die Vererbung der Färbung bei Bastarden zwischen Vertretern von *A. sativa* L. ist von RIMPAU (1883, 1891), TSCHERMAK (1903), WILSON (1907), NORTON (1907), ROBERTS und FREEMANN (1908), THATSCHER (1913), NILSSON-EHLE (1908/09), GAINES (1917), CAPORN (1918), MEUNISSIER (1918), A. E. V. RICHARDSON (laut PRIDHAM, 1918), SCHRIBAUX (1925), MEURMANN (1926) beschrieben worden.

Die wichtigsten Arbeiten über die genetische Natur der Färbung, gehören NILSSON-EHLE. Laut diesem Autor variiert die Färbung (genauer deren Nuance) stark in Abhängigkeit von Außeneinflüssen, kann aber im ganzen als konstant betrachtet werden. Schwarz ist epistatisch über braun und grau, grau über gelb, gelb über weiß. Auf Grund von Epistase konnten verschiedene komplizierte Spaltungserscheinungen gedeutet werden: so ergab F_2 in gewissen Kreuzungen von schwarz \times gelb — 12 schwarz: 3 gelb: 1 weiß (also dihybrid), oder 12 schwarz: 3 grau: 1 weiß (wenn ein Graufaktor enthalten war). Eine F_2 -Spaltung in schwarz, grau, gelb, grau-gelb und weiß ließ auf Epistase von schwarz über grau und gelb in einem Elter schließen (der II war weiß). Weitere Untersuchungen über