

in freier Luft unterzogen wir diese einer gleichmäßigen maschinellen Erschütterung, welche durch einen kleinen Laboratoriumsdynamomotor erzeugt wurde. Zur Umwandlung der Kreis- in geradlinige Bewegung benutzten wir einen Tischausleser, auf welchem nach der Entfernung der überflüssigen Teile ein großes zylindrisches Blechgefäß angebracht wurde. Die Pflanzen wurden mit Hilfe einer Schraube in der Mitte des Gefäßes befestigt und je 5 Minuten lang geschüttelt. Die erreichte Erschütterung war ziemlich schwach, daher sind die Blattverluste gering, und sie dürften von denjenigen in der Praxis angetroffenen weit überschritten werden. Jede Pflanze wurde zuerst vor der Erschütterung und gleich danach wieder die gefallen Blätter abgewogen und die Blattverluste in Prozenten des Gesamtgewichtes der Pflanze ausgedrückt. Diese schwankten in extremen Fällen zwischen 4,2 und 15 %. Es sind also ganz beträchtliche Unterschiede vorhanden. Die empfindlichste Pflanze hat einen ungefähr 3,6mal größeren Blattabfall als die widerstandsfähigste.

Ordnet man in Klassen die Zahlen, welche die Größe der Blattverluste anführen, so erhalten wir nebenstehendes Bild.

Die Zahlen zeigen, daß wir mit einer unregelmäßigen Variationsreihe zu tun haben, was wohl auf die kleine Zahl der untersuchten

Ordnungsklassen in Prozenten	Zahl der Pflanzen
4,0—4,9	3
5,0—5,9	6
6,0—6,9	8
7,0—7,9	8
8,0—8,9	10
9,0—9,9	5
10,0—10,9	9
11,0—11,9	8
12,0—12,9	5
13,0—13,9	3
14,0—14,9	1
15,0—15,9	1

Pflanzen zurückzuführen ist. Diese enthält selbstverständlich alle Standortsmodifikationen des untersuchten Materials, sie erfaßt aber nicht weniger die erblichen Variationen, denn bei einer so stark ausgeprägten Heterozygotie, wie sie unsere Kleepflanzen aufweisen, kann man nicht annehmen, daß eine derartige Reihe lediglich Modifikationen zum Ausdruck bringt. Wir rechnen infolgedessen mit der Möglichkeit, Stämme züchten zu können, die einen bedeutend geringeren Blattverlust aufweisen werden als das Ausgangsmaterial. Es bleibt weiteren Untersuchungen und besonders der Prüfung von Nachkommenschaften der ausgewählten Pflanzen vorbehalten, um zu zeigen, wie weit wir hier mit vererbaren Eigenschaften zu tun haben, und ob überhaupt unsere Annahme Aussicht auf Erfolg hat.

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

Die Prüfung des Geschmacks und der Giftigkeit von Lupinen und anderen Leguminosen durch Tierversuche unter besonderer Berücksichtigung der züchterisch brauchbaren Methoden.

Von R. v. Sengbusch.

Es gibt viele anspruchslose, massenwüchsige und ertragreiche Pflanzen, die keinen oder nur einen geringen landwirtschaftlichen Nutzwert besitzen, weil sie Stoffe enthalten, die ihnen einen schlechten Geschmack verleihen oder giftig sind. Es bestehen drei Möglichkeiten: erstens können diese Stoffe nur schlecht schmecken, aber nicht giftig sein. Dieser Fall liegt beim Steinklee vor, das in ihm enthaltene Cumarin ist ein unangenehmer Geschmackstoff, aber kein ausgesprochenes Gift. Zweitens können sie, wie das bei den meisten Alkaloiden der Fall ist, sowohl schlecht schmecken als auch giftig sein. Ein Beispiel hierfür sind die bitteren Lupinen. Drittens können die Stoffe geschmacklich indifferent, aber giftig sein. In diese Gruppe dürften viele Blutgifte, wie z. B. das Ricin von *Ricinus communis* gehören.

Diese drei Gruppen von Stoffen kommen praktisch auch nebeneinander in einer Pflanze vor. So enthält z. B. *Ricinus communis* neben dem Toxin Ricin noch ein Alkaloid, das Ricinin.

Aber auch, wenn eine Pflanze nur eine der obengenannten Gruppen enthält, können mehrere Stoffe desselben Typs nebeneinander vorkommen. So enthält z. B. *Lupinus luteus* drei Alkaloide: Lupanin, Lupinin und Lupinidin. Es ist bekannt, daß die einzelnen Alkaloide sehr verschiedene pharmakologische Wirkungen haben.

Wenn man die züchterische Bearbeitung einer solchen Pflanze mit unerwünschten Stoffen in Angriff nimmt, muß man mit dem Studium der physiologischen Wirkungen dieser Stoffe beginnen.

Als ich 1927 mit der Ausarbeitung einer Methode für die Züchtung einer alkaloidfreien

Lupine anfang, wurde eine Reihe von Versuchen eingeleitet, die über die Geschmacks- und Gifteigenschaften der einzelnen Lupinenarten, in der Hauptsache von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*, Aufschluß geben sollten. Ferner versuchte ich, da es keine spezifischen Alkaloidreagenzien gibt (die meisten Alkaloidreagenzien reagieren auch mit verschiedenen Eiweißarten), eine biologische Methode der Giftbestimmung auszuarbeiten. Versuche mit Pilzen, Daphnien und verschiedenen Fischarten hatten keinen einwandfreien Erfolg. Sie wurden abgebrochen, als es mir gelang, eine chemische Schnellmethode der Alkaloidbestimmung, die sich für züchterische Zwecke als brauchbar erwies, auszuarbeiten. Mit Hilfe dieser rein chemischen Methode konnte ich in den Jahren 1928–1930 unter Millionen von Einzelpflanzen alkaloidfreie Individuen, die Stammpflanzen der neuen Süßlupinensorten, auslesen. (*Lupinus luteus*, *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus*.) Auch konnten nikotinfreie Stämme von *Nicotiana tabacum* (Zigaretten- und Zigarrentabak) gezüchtet werden.

Daß es sehr wohl möglich ist, biologische Methoden für Massennuntersuchungen von Giften auszuarbeiten, beweist die Arbeit von AGERBERG, SCHMIDT und mir. Der *Fungus imperfectus* (*Cladosporium fulvum* C.) ist als Indikator für Solanin zu verwenden. Der Pilz reagiert bei Anwesenheit von Solanin mit einem charakteristisch gestauchten, geweihartigen Mycelwachstum. Chemische Schnellmethoden für die Solaninbestimmung gibt es vorläufig noch nicht.

Es ist bekannt, daß die Lupinen-Alkaloide sowohl bitter schmecken, als auch giftig sind. Weniger klar liegen die Verhältnisse bezüglich des Ictrogens, des die Lupinose hervorrufenden Giftes. (Sowohl Körner als auch Grünlupinen können Lupinose hervorrufen). Man glaubt, daß es nicht identisch mit den Alkaloiden ist. Die Tatsache, daß man das Ictrogen durch Temperaturen von über 70° C zerstören kann, spricht für diese Annahme.

Die meisten Forscher nehmen an, daß das Ictrogen erst sekundär durch Eiweißzersetzung, Bakterien, Pilze oder Umsetzungen irgendwelcher Art entsteht. Hierfür spricht, daß ein und dieselbe Lupinenart einmal hoch ictrogenhaltig, ein anderes mal ictrogenfrei sein kann. Die beiden Typen können nebeneinander im selben Jahr bei ein und derselben Ernte auf derselben Fläche vorkommen.

Zu klären wären daher in der Hauptsache folgende Fragen:

In welchem Zustand (Körner oder grüne Masse) enthält die Lupine ein Maximum an unangenehmen Geschmacksstoffen?

2. In welchem Zustand (Körner oder grüne Masse) enthält die Lupine ein Maximum an Alkaloid-Giftstoffen?

3. Welche Tierarten eignen sich am besten für die Bonitierung der unangenehmen Geschmacksstoffe der Lupine?

4. Welche Tierarten eignen sich am besten für die Feststellung der Alkaloid-Giftigkeit der Lupine?

5. Wie verhalten sich *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* zueinander bezüglich des Geschmacks und der Giftigkeit, und besteht eine Parallele zum Alkaloidgehalt der beiden Lupinenarten?

6. Enthalten Lupinen neben dem Alkaloidgift noch andere Giftstoffe und welche Möglichkeiten eröffnen sich der Lupinoseforschung durch die Züchtung der Süßlupinen?

Fütterungsversuche mit normalen bitteren Lupinen (*Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*) und Süßlupinen (*Lupinus luteus*).

Körner.

Bei den ersten Fütterungsversuchen wurden die Lupinenkörner im Gemisch mit Hafer und Gerste verfüttert. Dies hatte zur Folge, daß die Tiere unbestimmte Mengen Lupinen aufnahmen, da sie nach Möglichkeit den Hafer und die Gerste bevorzugten. Bei Verabreichung von Heu als Beifutter wurden überhaupt keine Lupinen aufgenommen.

Um die aufgenommenen Mengen genau kontrollieren zu können, wurde der Versuch gemacht, reine Lupinenkörner nur mit Wasserbeigabe zu verabreichen. Nachdem es sich herausgestellt hatte, daß die Tiere, vor allen Dingen Kaninchen, Schafe und auch Meerschweinchen, Lupinen in reiner Form in genügenden Mengen aufnehmen, wurde nur noch diese Fütterungsart angewandt.

Schweine.

Es zeigte sich, daß Schweine *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* weder in geschroteter noch in heiler Form aufnehmen. Die Tiere verhungern in mehr oder weniger kurzer Zeit, wenn man ihnen kein anderes Futter verabreicht. Alte und junge Tiere verhalten sich in dieser Richtung gleich. Es muß angenommen werden, daß der bittere Geschmack der Lupinen die Ursache für das Nichtaufnehmen ist.

Mäuse.

Mäuse verhalten sich den Lupinen gegenüber genau so ablehnend wie Schweine. Allerdings zeigten sich bei der großen Zahl von Mäusefütterungsversuchen, die ich durchführte, individuelle Unterschiede. Es gibt Einzelindividuen, die ganz geringe Mengen von Lupinen aufnehmen. Die

aufgenommene Menge reicht jedoch bei weitem nicht aus, um die Tiere am Leben zu erhalten. Die Lebendgewichte nehmen rapide ab, die Tiere sterben zwischen dem 4. und 14. Tage (*Lupinus luteus* und *L. angustifolius*). Die mit reinem Hafer gefütterten Tiere zeigen im Lebendgewicht

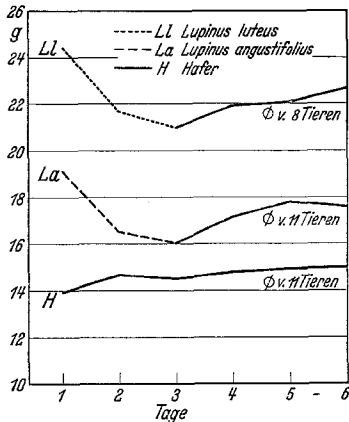


Abb. 1. Lebendgewichtskurven von Mäusen bei Fütterung mit Hafer, *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*.

keine Abnahme. Die Haferaufnahme schwankt zwischen 3 und 6 g täglich. Lupinen hat nur ein Tier in Mengen von 1–2 g aufgenommen. Die übrigen Tiere haben die Lupinenaufnahme vollkommen verweigert.

Abb. 1 zeigt einen ähnlichen Versuch mit einer größeren Anzahl von Mäusen. Je Futterart

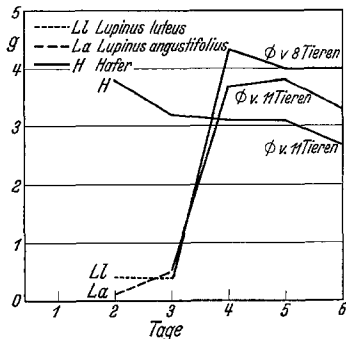


Abb. 2. Aufgenommene Futtermengen bei Fütterung von Mäusen mit Hafer, *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*.

wurden etwa 8–12 Tiere eingestellt. Die Lebendgewichtskurve fällt bei Lupinenfütterung rapide. Um die Tiere am Leben zu erhalten, wurden die mit Lupinen gefütterten Tiere vom dritten Tage an wieder mit Hafer gefüttert. Nach der Umfütterung stieg die Lebendgewichtskurve der Tiere wieder an. Abb. 2 gibt die im Durchschnitt aufgenommene Futtermengen wieder. Von Hafer wurden konstant etwa 3 g je Tag aufgenommen. Die aufgenommene Lupinenmenge lag im Durchschnitt unter einem $\frac{1}{2}$ g täglich. Nach der Umfütterung am dritten Tage

wurden Hafermengen von 3–4 g täglich aufgenommen.

Meerschweinchen.

Die Lebendgewichte der Meerschweinchen nehmen bei reiner Lupinenfütterung dauernd ab. Die Tiere sterben innerhalb von 14 Tagen. Die mit Hafer gefütterten Kontrolltiere zeigen ein konstant bleibendes Lebendgewicht.

Im Gegensatz zu Schweinen und Mäusen nehmen Meerschweinchen relativ hohe Mengen von Lupinen auf. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß man es bei Meerschweinchen nicht mit einem Hungertode, sondern mit einem Gifttode zu tun hat. (Siehe „bitterstoffarme Lupinen II“, Der Züchter 3, S. 106 (1931), Abb. 9 und S. 107 Abb. 10.)

Meerschweinchen sind also für die Giftprüfung von Lupinen besonders geeignet. Ich benutzte daher für die ersten Prüfungen meiner Süßlupinenneuzüchtungen Meerschweinchen. Die mit normalen bitteren Lupinen gefütterten Tiere sterben innerhalb von 14 Tagen. Die mit Hafer und Gerste gefütterten Tiere zeigen ein konstant bleibendes Lebendgewicht. Die mit Süßlupinen gefütterten Tiere haben einen konstant steigenden Lebendgewichtsverlauf. Von Süßlupinen wird mehr aufgenommen als durchschnittlich von Gerste und Hafer.

Durch die vergleichenden Fütterungsversuche zwischen normalen bitteren Lupinen und Süßlupinen ist es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Giftstoffe der bitteren Lupinen die Todesursache sind und nicht eine eventuelle Eiweißüberfütterung.

Kaninchen.

Es wurden im Laufe der letzten Jahre (seit 1927) eine sehr große Anzahl (einige hundert Kaninchen mit bitteren Lupinen gefüttert. Die Kontrolltiere erhielten Hafer. Kaninchen nehmen sowohl gelbe als auch blaue Lupinen nach kurzer Gewöhnung relativ gut auf. In den ersten Tagen der Fütterung sind die von gelben Lupinen aufgenommenen Mengen etwa doppelt so hoch wie die von blauen aufgenommenen. Von *Lupinus luteus* etwa 40 g täglich, von *Lupinus angustifolius* 18 g.

Man kann Kaninchen jahrelang nur mit bitteren Lupinen füttern, ohne daß eine Abnahme des Lebendgewichts eintritt. Jüngere Tiere entwickeln sich normal und weisen gute Zunahme auf. Es gibt jedoch auch bei den Kaninchen individuelle Unterschiede bezüglich der Empfindlichkeit gegen die Lupinengifte. Bei der Fütterung von gelben Lupinen starben im Laufe des ersten bis zweiten Monats 18,2% der Tiere, bei Verfütterung von blauen Lupinen betrug der Ausfall 26,1%, während bei den

Kontrolltieren ein Ausfall von unter 2% zu verzeichnen war.

Bei diesen empfindlichen Tieren, die eine Lupinenfütterung nicht vertragen, handelt es sich wahrscheinlich um einen Gifftod. Die Tiere nahmen das Futter relativ gut auf, starben aber trotzdem. Die meisten Sektionsbefunde lauteten auf „Darmentzündung“ bzw. Kokzidiose.

Abb. 3—5 geben einen Teil der Kaninchenfütterungsversuche mit Hafer (Abb. 3), mit *Lupinus luteus* (Abb. 4) und *Lupinus angustifolius* (Abb. 5) wieder. Diese etwa siebenmonatlichen Versuche beweisen, daß es Tiere gibt, die bei reiner Lupinenfütterung einen normalen Verlauf der Lebendgewichtskurve aufweisen. Im Laufe der Versuche sind eine ganze Reihe von

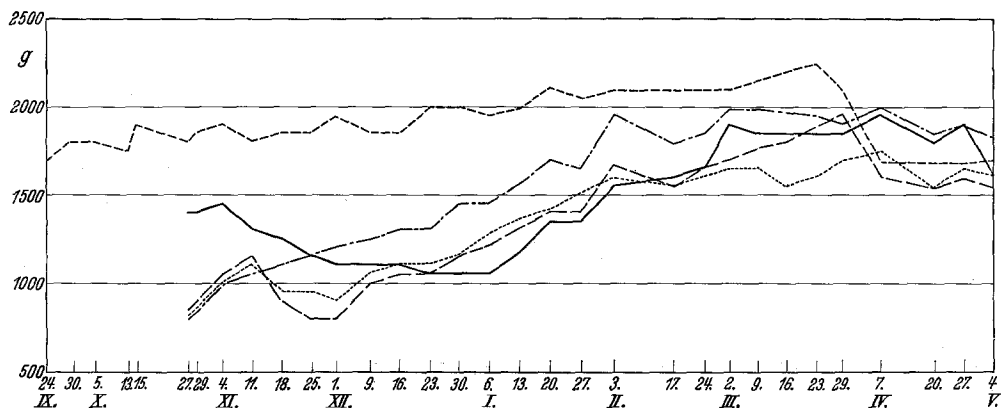


Abb. 3. Fütterungsversuch mit Hafer an Kaninchen. Lebendgewichtskurve.

Ich habe bei Verfütterung von gelben Lupinen niemals äußerliche Krankheitserscheinungen beobachten können. Bei Verfütterung von blauen Lupinen konnten jedoch in etwa 10—20% der Fälle typische Krankheitsbilder festgestellt werden. Die Tiere wurden in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen von Krämpfen befallen. Nachdem der Anfall vorüber war, zeigten die Tiere normale Freßlust. Wenn man die Tiere anstrengte (z. B. an den Hinterläufen hochhob), konnten die Krämpfe wieder ausgelöst werden.

Künstlich kann man dasselbe Krankheitsbild durch rectale und subcutane Injektion von Lupinen-Dekokten und reinen Lupinen-Alka-

loiden erzeugen. Über diese Versuche wird im weiteren Verlauf der Arbeit berichtet werden (siehe S. 68). Es ist damit sehr wahrscheinlich gemacht, daß die krampfartigen Anfälle, die bei Verfütterung von blauen Lupinen auftreten, durch die Lupinen-Alkaloide hervorgerufen werden.

Je nach der individuellen Empfindlichkeit der Tiere können sie im Laufe der Zeit zugrunde gehen oder auch am Leben bleiben. Im letzteren Falle tritt scheinbar eine Gewöhnung an das Gift ein, und die Krämpfe bleiben aus.

Muttertieren, die monatelang mit Lupinen gefüttert worden waren, gedeckt worden. Sie brachten normale Junge, die sich bei ausschließlicher Lupinenfütterung vollkommen normal weiterentwickelten.

Insgesamt sind etwa 25 Würfe während der

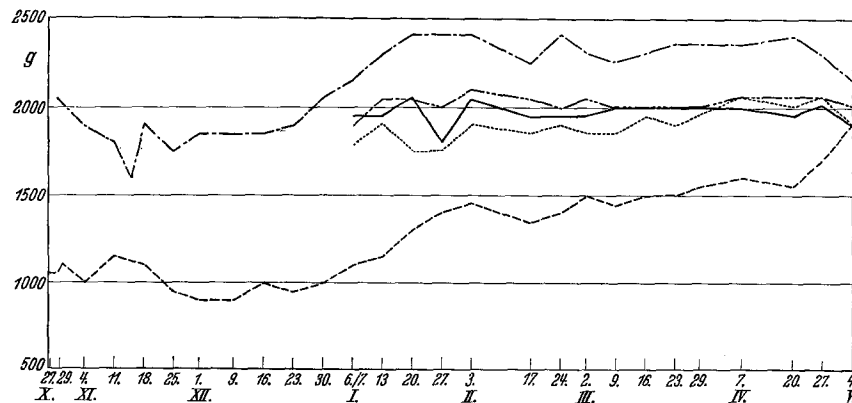


Abb. 4. Fütterungsversuch mit *Lupinus luteus* an Kaninchen. Lebendgewichtskurven.

Lupinenfütterung erfolgt. Die Entwicklung der Tiere war in allen Fällen befriedigend.

Ich habe einen Teil der Versuchstiere, die verschieden lange mit bitteren Lupinen (*Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*) gefüttert worden waren und Kontrolltiere an die tierärztliche Hochschule geschickt. Professor Dr. DOBBERSTEIN hat sich in liebenswürdiger Weise bereit erklärt, die Sektionen durchzuführen.

Bei den mit Hafer und *Lupinus angustifolius* gefütterten Tieren konnten keinerlei pathologi-

sche Veränderungen festgestellt werden. Die mit *Lupinus luteus* gefütterten Tiere hatten entsprechend der Fütterungsdauer mehr oder weniger starke pathologische Leberveränderungen.

Anschließend an diese ersten Ergebnisse hat

weisbar und zwar durch den Glykogenschwund in den Leberzellen. Makroskopisch sind die Veränderungen an der Leber erst nach mehrmonatlicher Fütterung wahrnehmbar (siehe Abb. 6).

Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, daß es nicht einwandfreiesteht, daß es sich

hier um die Lupinose, die durch das Ictrogen hervorgerufen wird, die in Schafbeständen so große Verheerungen anrichtet, handelt. Ich möchte sie vorsichtshalber als chronische *lupinoseartige* Leberveränderung bezeichnen.

Schafe.

Es wurden am 1. Nov. 1928 4 junge Schafe mit einem Lebendgewicht von 29—36 kg eingestellt. Zwei von ihnen wurden mit *Lupinus angustifolius*, zwei mit *Lupinus luteus* gefüttert.

Die Tiere erhielten ungeschrotene bittere Lupinenkörner und Wasser. Eingestreut wurde mit Torf. Im Laufe des ersten halben Jahres wurden in regelmäßigen Abständen die Futteraufnahmen und die Lebendgewichte kontrolliert (s. Abb. 7).

Die Tiere nahmen gut zu und erfreuten sich eines guten Gesundheitszustandes. Wegen technischer Schwierigkeiten mußte der Versuch im Mai 1929 eingeschränkt werden. Es konnte nur noch ein Schaf mit gelben und ein Schaf mit blauen Lupinen gefüttert werden. Die anderen beiden Tiere wurden geschlachtet. Pathologische Veränderungen waren an diesen beiden Tieren nicht nachzuweisen.

Das Tier, das mit *Lupinus luteus* gefüttert

wurde, entwickelte sich weiter gut, nahm zu und wurde nach rund *zweijähriger* Lupinenfütterung am 1. Okt. 1930 geschlachtet. Das andere Schaf, das mit blauen Lupinen gefüttert worden war, magerte im Laufe der Zeit immer mehr ab. Im August 1929 bestand Gefahr für das Leben des Tieres. Es wurde daher von einer weiteren Fütterung mit blauen Lupinen abgesehen und eine vierzehntägige Fütterung mit Hafer und Gerste eingeschaltet. Das Tier erholte sich hier-

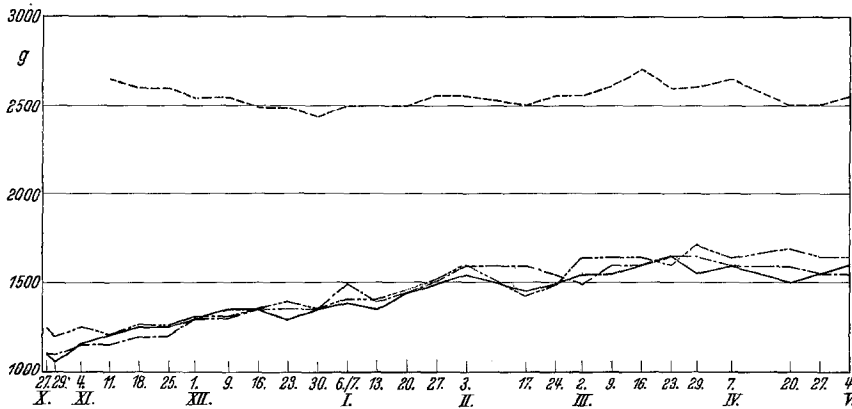


Abb. 5. Fütterungsversuch mit *Lupinus angustifolius* an Kaninchen. Lebendgewichtskurven.

DOBBERSTEIN eigene Versuche angestellt, um den Verlauf der pathologischen Leberveränderungen, die durch Verfütterung von *Lupinus luteus* erzeugt werden können, zu studieren. Er berichtet hierüber zusammen mit WALKIEWICZ in Virchows Archiv, Bd. 201, H. 3: Die Leberveränderungen bei der chronischen Lupinose des

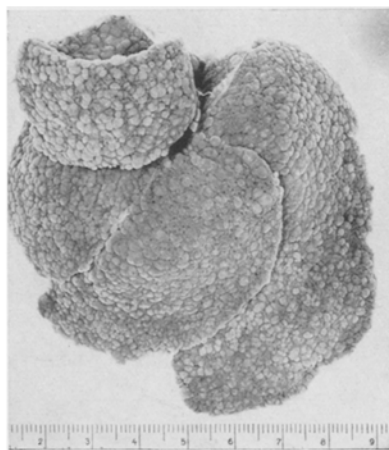
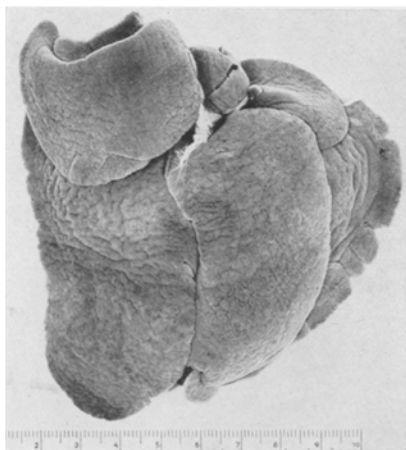


Abb. 6. A. Leber eines 3 Monate lang, und B. Leber eines 7 Monate lang mit *Lupinus luteus* gefütterten Kaninchens. (Nach DOBBERSTEIN und WALKIEWICZ).

Kaninchens. Die Verff. kommen darin zu folgenden Ergebnissen:

Die chronischen Leberveränderungen des Kaninchens gleichen denen bei Phosphorvergiftungen. Es tritt ein Glykogenschwund in den Leberzellen und eine lebhaft pathologische Leberzellenneubildung auf, der sich eine schneller oder langsamer verlaufende zentroazinäre braune Atrophie anschließt. Die ersten Veränderungen sind bereits nach siebentägiger Fütterung nach-

auf zusehends. Um festzustellen, ob die Ursache der Abmagerung in der Eigenart der blauen Lupine zu suchen sei, fütterte ich das Tier von Anfang September an mit gelben Lupinen. Das Tier nahm wieder gut zu und wurde nach dreizehnmonatiger Fütterung mit gelben Lupinen am 1. Okt. 1930 geschlachtet. Es hatte ein Gewicht von 61,5 kg erreicht. Damit ist wahrscheinlich gemacht, daß Schafe blauen Lupinen gegenüber empfindlicher sind als gelben.

Von gelben Lupinen nehmen Schafe größere Mengen als von blauen auf. Es scheint eine geschmackliche Differenz zwischen den beiden Lupinenarten zu bestehen.

Normal bittere Lupinen (*Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*) werden von Schafen längere Zeit ohne äußere Nachteile verwertet. Die Tiere weisen gute Lebendgewichtszunahme auf.

Der Futtereinkauf wurde so eingerichtet, daß jeweils nicht mehr als 2 Doppelzentner gekauft wurden. Auf diese Weise bestand die Möglichkeit, lupinosegiftiges Material hereinzubekommen. Im Laufe der ganzen Fütterungsdauer sind niemals lupinoseähnliche Erkrankungen eingetreten. Das Abmagern des einen Schafes bei Verfütterung von blauen Lupinen ist auf Freßunlust zurückzuführen. Irgendwelche Krankheitssymptome zeigte es nicht.

Schweine.

Im Anschluß an diese Fütterungsversuche, die ausschließlich mit Lupinen durchgeführt wurden, ist ein Schweinemastversuch zu besprechen. Nachdem festgestellt worden war, daß Schweine reines Lupinenschrot nicht aufnehmen, wurde versucht, Lupinenschrot dem normalen Schweinefutter, bestehend aus Gerstenschrot, Maischrot, Fischmehl und Trockenhefe, in verschiedenen Verhältnissen zuzusetzen. Das Futter wurde in feuchtem Zustande verabreicht.

Angefangen wurde mit einer Lupinenbeimischung (*Lupinus luteus*) von 15%. Anfänglich wurde das Futter gut aufgenommen, nach kurzer Zeit stellte sich jedoch Freßunlust ein. 33% Lupinenbeimischung führten zu absoluter Futterverweigerung. Eine normale Aufnahme konnte bei 5% Lupinenbeimischung erzielt werden. Die Lebendgewichtszunahmen waren bei dieser Art

der Fütterung zufriedenstellend und die täglich aufgenommenen Futtermengen waren normal. Die Zunahme des Lebendgewichtes betrug

im 1. Monat	0,260 kg	täglich	15—33%	Lupinenschrot
„ 2. „	0,940 „	„	5%	„
„ 3. „	0,899 „	„	„	„
„ 4. „	0,615 „	„	„	„
„ 5. „	0,696 „	„	„	„
„ 6. „	0,404 „	„	„	„

Fütterung mit grüner Masse.

Meerschweinchen.

Meerschweinchen, die wir mit normalen bitteren Lupinen fütterten, nahmen diese gut auf und zeigten durchweg gute Lebendgewichtszunahme.

Kaninchen.

Kaninchen gediehen bei Verfütterung von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* eben-

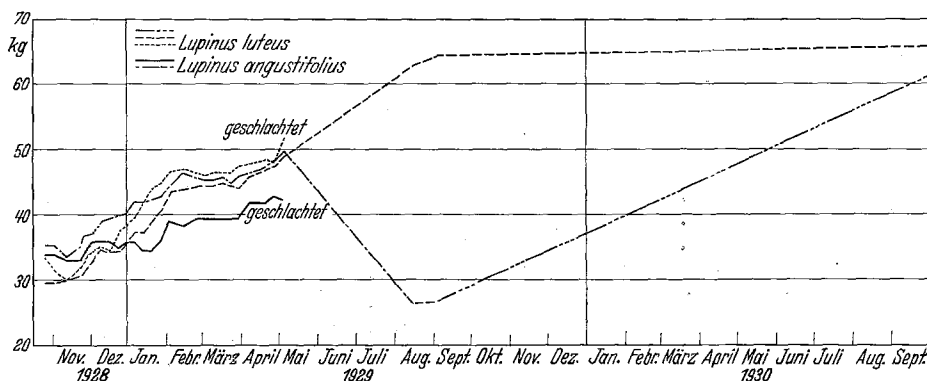


Abb. 7. Fütterungsversuch an Schafen mit *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*. Lebendgewichtskurven.

falls ausgezeichnet. Irgendwelche Schädigungen konnten nicht beobachtet werden. Die Zunahmen waren gleich groß wie bei Luzernefütterung.

Ein vergleichender Fütterungsversuch zwischen Luzerne und einem Süßlupinenstamm D++ (*Lupinus luteus*) verlief störungslos. Auch hier konnten irgendwelche Nachteile der Lupinenfütterung nicht beobachtet werden.

Verteilung des Alkaloidgehaltes in der Pflanze.

(*Lupinus luteus*, *angustifolius* und *albus*.)

Bei der Verfütterung von *Lupinus albus* (ganze Pflanzen mit Stengeln und Blättern) erhielt ich immer gute Fütterungsergebnisse, genau wie bei der Verfütterung von *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* (normale bittere Lupinen). Die Tiere fraßen jedoch, wie ich beobachten konnte, in der Hauptsache die Stengel und die unteren Blätter.

Abb. 10 gibt die Ergebnisse eines Fütterungsversuchs wieder, bei dem nur Spitzenblätter zur Verfütterung gelangten. Die Tiere magerten ab und starben innerhalb von drei Wochen.

Auf Grund dieser Fütterungsergebnisse und

anderer Beobachtungen, die ich bei der Züchtung von süßen Albus-Lupinen gemacht hatte, wurden quantitative Alkaloid-Bestimmungen an Blättern aus verschiedenen Regionen der Pflanze gemacht. Es wurde in drei Gruppen untersucht: Spitzenblätter, Blätter aus dem Mittelteil der Pflanze und untere Blätter. Gepflückt wurde das Material nach der Blüte, als bereits Hülsen angesetzt waren. Es wurden nur vollgrüne Blätter gepflückt.

Der Alkaloidgehalt des Stengels im Verhältnis zu den Blättern interessierte nicht so sehr, da bereits aus der Literatur bekannt ist, daß der Stengel von Lupinen nur einen Bruchteil des Alkaloidgehaltes der Blätter enthält.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigt Tabelle 8.

Tabelle 8.
Der relative Alkaloidgehalt in verschiedenen Teilen der Pflanze bei Lupinen. (Spitzenregion=100).

	<i>Lupinus luteus</i> %	<i>Lupinus angust.</i> %	<i>Lupinus albus</i> %	<i>Lupinus mutab.</i> %
Spitzenblätter	100	100	100	100
Mittlere Blätter	100	30	50	—
Untere Blätter	100	10	20	10

Lupinus luteus weist bei Blättern aus verschiedener Höhe keine großen Unterschiede bezüglich des Alkaloidgehaltes auf, wohl aber *Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus* und einige andere Arten. Bei diesen ist der Alkaloidgehalt der oberen Blätter etwa 5—10 mal so hoch wie der der unteren. Es ist ohne weiteres klar, daß diese Verhältnisse bei Fütterungsversuchen von entscheidender Bedeutung sein müssen. So erklärt sich auch, weshalb bei der Verfütterung von ganzen Pflanzen von *Lupinus albus* inklusive Stengel gute Resultate erzielt werden konnten, während die Versuchstiere bei der Verfütterung von Spitzenblättern nach kurzer Zeit eingingen.

Versuche über die Giftwirkung verschiedener Lupinenextrakte.

1928 stellte ich Dekokte aus 1000 g Lupinen und 3000 ccm Wasser her. Die Kochdauer betrug eine Stunde. Das Wasser wurde abgesehen und auf 40 ccm eingedampft.

Die 40 ccm wurden einem Tier in Abständen von 10 Minuten in Dosen von je 10 ccm rektal verabfolgt.

Bei *Lupinus angustifolius* legte sich das Tier nach der dritten Spritze, wurde apathisch, es traten leichte Krämpfe auf. Nach der vierten Spritze verstärkten sich die Krankheitserscheinungen. 30 Minuten nach der letzten Spritze trat der Tod ein.

Bei *Lupinus luteus* blieben die ersten drei Spritzen vollkommen ohne Wirkung. Nach der

vierten Spritze zeigte das Tier leichtes Unbehagen. Nach 5 Stunden trat Freßunlust, Schwäche in den hinteren Extremitäten, Apathie und leichte Krämpfe auf. 6 Stunden nach der letzten Spritze war das Tier tot.

Beim nächsten Versuch wurden 2000 g *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius* mit 5500 ccm Wasser 2 Stunden lang gekocht. 1800 ccm Extrakt wurden abgesehen und auf 250 ccm eingedampft.

Die Ergebnisse sind für *Lupinus angustifolius*:

1. Kaninchen, rektal 15 ccm in 2 Dosen, in Abständen von 10 Minuten. Nach 7 Minuten Seitenlage und Krämpfe, nach 95 Minuten tot.

2. Kaninchen, 12 ccm in 2 Dosen, in 10 Minuten Abstand. Nach der letzten Spritze matt, Seitenlage, Krämpfe. Nach 105 Minuten tot.

3. Kaninchen, 6 ccm in 2 Dosen, in 10 Minuten Abstand. Nach der letzten Spritze Seitenlage und Krämpfe. Nach 150 Minuten tot.

Die Ergebnisse für *Lupinus luteus* sind:

1. Kaninchen, 12 ccm in 2 Dosen, 10 Minuten Abstand. Nach der zweiten Spritze leicht träge, sonst keine Schädigung.

2. Kaninchen, 12 ccm in 2 Dosen, 10 Minuten Abstand. Wie bei Tier 1 keine Schädigung.

Sowohl bei den Versuchen mit *Lupinus luteus* als auch bei denen mit *Lupinus angustifolius* wurden Jungtiere von etwa 800—1000 g Gewicht benutzt. Mit demselben Extrakt wurden dann auch erwachsene Tiere mit einem Lebendgewicht von etwa 2000 g behandelt.

Lupinus angustifolius: Kaninchen, 21 ccm rektal in 3 Dosen, in 10 Minuten Abstand. 10 Minuten nach der letzten Spritze Apathie und Krämpfe. 70 Minuten nach der letzten Spritze tot.

Lupinus luteus: Kaninchen, 21 ccm in 3 Dosen, 10 Minuten Abstand. Erst keine Schädigungen, am dritten Tage nach der Injektion starb das Tier.

Es ist also leicht, Dekokte herzustellen, die so konzentriert sind, daß man bei rektaler Verabreichung bei Kaninchen typische Gifterscheinungen auslösen kann.

Ich habe anschließend versucht, Kaninchen mit Alkaloidlösungen zu spritzen und zwar mit Lupanin und Lupinin. Lupanin wirkt subcutan injiziert bei 0,3 g letal. Die Wirkungen dieses Giftes sind genau dieselben wie die, die man durch rektale Verabreichung von *Lupinus angustifolius*-Dekokt erzeugt.

Im Gegensatz zum Lupanin ist das Lupinin wesentlich weniger giftig; 2,2 g wurden bei subcutaner Injektion ohne Schaden vertragen. Leider war es mir nicht möglich, das dritte Alkaloid der gelben Lupine, das Lupinidin, zu erhalten und damit Versuche anzustellen.

Diese Injektionsversuche bestätigen im wesentlichen die Ergebnisse der Fütterungsver-

suche. *Lupinus angustifolius* enthält ausschließlich Lupanin, *Lupinus luteus* geringe Mengen Lupanin, dafür mehr Lupinin und Lupinidin. Wieweit es durch Injektionsversuche mit Lupinin und Lupinidin möglich ist, wenn man die Spritzungen längere Zeit fortsetzt, dieselben Leberveränderungen hervorzurufen wie bei Verfütterung von *Lupinus luteus*, konnte leider wegen Materialmangels nicht geprüft werden.

Vergleichende Giftprüfungen von normalen bitteren Lupinen und Süßlupinen können mit Hilfe der Dekoktmethode, die allerdings noch weiter ausgebaut werden könnte, durchgeführt werden. Man muß dabei allerdings berücksichtigen, daß man nur die Alkaloidgifte erfaßt, da durch das Kochen das Ictrogen zerstört wird.

Falls man das Ictrogen mit erfassen will, muß man zu Extraktionen bei tieferen Temperaturen (unter 70°) greifen.

Ich extrahierte 20 g Lupinenmehl mit 50 ccm destilliertem Wasser 9 Stunden lang bei 50° C. Bei dieser Art der Extraktion werden sowohl die Alkaloide als auch das Ictrogen gelöst. Die filtrierte Lösung wurde in Mengen von 0,5 bis 1,5 ccm Mäusen im Gewicht von 15–20 g subcutan injiziert. Die letale Dosis beträgt bei *Lupinus angustifolius* durchschnittlich 0,5, bei *Lupinus luteus* 1 ccm. Der Tod tritt in spätestens einer Stunde, meist schon nach wenigen Minuten, unter genau denselben Begleiterscheinungen wie bei den früheren Versuchen (starke Krämpfe) ein.

Mit Hilfe dieser Methode wurden die ersten Giftprüfungen der Süßlupinen (*Lupinus luteus*) durchgeführt. Süßlupinen-Extrakte, die in oben beschriebener Weise hergestellt wurden, erwiesen sich als unschädlich. Die sonst typischen Krämpfe traten nicht auf, die Tiere blieben am Leben.

Für die Prüfungen von bitteren Lupinen auf ihren Ictrogehalt eignet sich die Methode nicht, da der Gehalt an giftigen Alkaloiden so hoch ist, daß das weniger akut wirkende Ictrogen nicht zur Auswirkung kommen kann. Für die Prüfung von Süßlupinen, denen Alkaloide fehlen, wird sich die Methode für den Nachweis des Ictrogens als brauchbar erweisen. Allerdings wird man die Behandlung der Tiere längere Zeit fortsetzen müssen.

Soweit die Versuche. Ich komme nun zurück zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen.

1. In welchem Zustand (Körner oder grüne Masse) enthält die Lupine ein Maximum an unangenehmen Geschmacksstoffen?

Der Alkaloidgehalt der Körner von Lupinen beträgt etwa 0,5–1%, der der grünen Masse etwa 0,1%. Da der schlechte Geschmack der Lupinen in der Hauptsache durch die Alkaloide bedingt sein dürfte, ist von vornherein anzu-

nehmen, daß die Körner wesentlich schlechter schmecken als die grüne Masse. Tatsächlich wird dieses auch durch den Tierversuch bestätigt. Meerschweinchen und Kaninchen fressen vom grünen Material beliebig große Mengen, während sie von den Körnern nur beschränkte Mengen aufnehmen, die teilweise, vor allen Dingen bei Meerschweinchen, nicht ausreichen, um das Lebendgewicht zu erhalten.

Zur Bestimmung des Geschmacks ist die grüne Masse von Lupinen fast unbrauchbar.

2. In welchem Zustand (Körner oder grüne Masse) enthält die Lupine ein Maximum an Alkaloid-Giftstoffen?

Soweit es sich um das Alkaloidgift handelt, enthält, wie oben bereits gesagt, die grüne Masse nur den sechsten bis zehnten Teil der in den Körnern enthaltenen Alkaloide. Die Fütterungsversuche haben gezeigt, daß die grüne Masse wesentlich weniger giftig wirkt als die Körner. Meerschweinchen gedeihen bei Verfütterung von Grünlupinen ausgezeichnet, ebenfalls Kaninchen. Bei Körnerfütterung sterben die Meerschweinchen innerhalb von 14 Tagen, obgleich sie zum Teil relativ hohe Mengen aufnehmen. Kaninchen sind den Lupinenkörnern gegenüber weniger empfindlich als die Meerschweinchen, sie nehmen gut zu, jedoch gibt es individuelle Unterschiede, so daß man auch in einzelnen Fällen bei Kaninchen von einer Giftwirkung sprechen kann.

Auf jeden Fall entspricht der Giftnachweis durch Fütterungsversuch dem Alkaloidgehalt der zur Verfütterung gelangenden Masse: Körner, hoher Alkaloidgehalt, giftig; grüne Masse, geringer Alkaloidgehalt, ungiftig.

Der Schluß, den man hieraus ziehen muß, ist der: Für Alkaloid-Giftversuche mit Lupinen, insbesondere mit Süßlupinen, eignen sich nur die Körner, die grüne Masse ist für Fütterungsversuche zur Alkaloid-Giftbestimmung vollkommen unbrauchbar.

3. Welche Tierarten eignen sich am besten für die Bonitierung der unangenehmen Geschmacksstoffe der Lupine?

Am empfindlichsten reagieren den unangenehmen Geschmacksstoffen der Lupine gegenüber Schweine und Mäuse. Diese beiden Tierarten nehmen Lupinenkörner praktisch überhaupt nicht auf. Sie sind somit am geeignetsten, um die Qualität von Süßlupinen bezüglich des Geschmacks zu bonitieren. Bei Schweinen hat man die Möglichkeit, eine graduelle Geschmacksfeststellung durchzuführen. Diese Tiere nehmen geschrotenes, feuchtes Futter, bestehend aus Gersten- und Haferschrot, Fischmehl und Trockenhefe mit einem Zusatz von 5% Lupinenschrot, normal auf. Steigert man den Prozentsatz des zugesetzten Lupinenschrotes, so nimmt

die Freßlust stark ab. Bei Süßlupinen-Neuzüchtungen müßte also geprüft werden, wie hoch der Prozentsatz der Lupinenbeimischung noch sein darf, ohne daß die Freßlust abnimmt. *Die höchste Qualitätsstufe bezüglich des Geschmacks wäre erreicht, wenn Schweine Süßlupinen auch in reiner Form aufnehmen würden.*

In die nächste Gruppe gehören die Meerschweinchen und Kaninchen. Diese Tiere nehmen Lupinen normal auf, allerdings erst nach einer mehr oder weniger langen Gewöhnungszeit. Für die Geschmacksprüfung von Lupinen sind sie genau so wie die nächste Gruppe unbrauchbar.

Schafe nehmen nach kurzer Zeit der Gewöhnung Lupinen gut auf.

Man kann folgende Skala bezüglich der geschmacklichen Empfindlichkeit aufstellen: Schweine — Mäuse — Meerschweinchen — Kaninchen — Schafe.

4. Welche Tierarten eignen sich am besten für die Feststellung der Alkaloid-Giftigkeit der Lupine?

Bei Fütterungsversuchen zur Feststellung der Giftigkeit der bitteren Lupinen scheiden Mäuse und Schweine von vornherein aus, weil sie die Aufnahme verweigern. Für die Prüfung von Süßlupinen wird man sie heranziehen müssen.

Meerschweinchen nehmen von bitteren Lupinen ausreichende Mengen auf, sie sterben durchweg nach einer etwa vierzehntägigen Fütterungsdauer. Diese Tiere sind daher für die Prüfung des Giftgehalts von bitteren Lupinen außerordentlich gut geeignet.

Kaninchen nehmen durchweg genügend hohe Mengen von bitteren Lupinen auf. Bezüglich der Empfindlichkeit gegenüber den Lupinengiften gibt es bei den Kaninchen große individuelle Unterschiede. Es sterben bei reiner Lupinenfütterung etwa 20% der Tiere im Laufe der ersten anderthalb Monate der Fütterung. Bei Fütterung von *Lupinus luteus* stellen sich chronische Leberveränderungen ein. Nach dem siebenten Fütterungstage tritt, wie DOBBERSTEIN nachweisen konnte, ein Glykogenschwund in den Leberzellen ein. Nach mehrmonatlicher Fütterung sind dann makroskopische Leberveränderungen sichtbar. Ob diese Leberveränderungen mit den Leberveränderungen, die bei der Lupinose auftreten, zu identifizieren sind, kann noch nicht entschieden werden. Da diese Leberveränderungen bei Kaninchen jedoch stets bei Verfütterung von gelben Lupinen auftraten und Schafe, die mit den gleichen Lupinen gefüttert wurden, keine Krankheitserscheinungen zeigten, möchte ich annehmen, daß die Ursache für diese Erkrankung der Leber eventuell die Alkaloide sind. In Frage kommen Lupinin und Lupinidin, während das Lupanin ausscheidet, weil bei der Verfütterung von blauen Lupinen (blaue Lu-

pinen enthalten ausschließlich Lupanin) keine Leberveränderungen zu beobachten waren. Die Möglichkeit, daß es sich bei dem Lebergift der gelben Lupine um einen anderen Giftstoff der Lupine handeln könnte, besteht weiter. An Hand von vergleichenden Fütterungsversuchen mit normalen bitteren und gelben Süßlupinen (Körner und grüne Masse) wird diese Frage einwandfrei zu klären sein. Falls bei der Verfütterung von gelben Süßlupinen keine chronischen Leberveränderungen beim Kaninchen auftreten, so ist es sehr wahrscheinlich, daß die Ursachen der Leberveränderungen in den Alkaloiden zu suchen sind. Falls dieselben Leberveränderungen auch bei Verfütterung von Süßlupinen auftreten, so ist anzunehmen, daß ein nicht alkaloidartiger Stoff hierfür verantwortlich zu machen ist, und es wäre anschließend zu studieren, wieweit dieser Stoff mit dem Ictrogen, dem Erzeuger der Lupinose, identisch ist. Gleichzeitig wäre damit nachgewiesen, daß Lupinen immer Lupinose-Giftstoffe enthalten, von denen anzunehmen ist, daß sie nicht erst sekundär entstehen. Man könnte also diesen Giftstoff in züchterische Bearbeitung nehmen und versuchen, auch bezüglich des Lebergiftstoffes giftfreie Lupinen zu züchten. Gegen diese zuletzt geäußerte Annahme (daß der Lebergiftstoff mit dem Ictrogen identisch sein soll) spricht die Tatsache, daß bei Verfütterung von *Lupinus angustifolius* niemals Leberveränderungen zu beobachten waren. Es ist aber bekannt, daß auch *Lupinus angustifolius* Lupinose erzeugend wirken kann.

Bei Verfütterung von *Lupinus angustifolius* an Kaninchen treten zuweilen sichtbare Vergiftungserscheinungen auf. Die Tiere leiden in regelmäßigen Abständen an Krämpfen, die große Ähnlichkeit mit den Krämpfen haben, die man künstlich durch Injektion der reinen Lupinengifte bei Kaninchen hervorrufen kann. Die Krämpfe treten in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen auf. In der Zwischenzeit ist die Freßlust nicht herabgesetzt. Diese Vergiftungserscheinungen sind jedoch nur bei 10—20% der Versuchstiere (wahrscheinlich den empfindlichsten Individuen) zu beobachten.

Man kann durch Verfütterung von Lupinen an Kaninchen den Giftgehalt von Lupinus luteus und Lupinus angustifolius prüfen.

Für die Giftprüfungen mittels Injektionen eignen sich Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen. Kaninchen werden eingedickte Dekotte von Lupinen rektal verabfolgt. Es gelingt leicht, die Eindickung so weit zu treiben, daß man die letale Dosis feststellen kann. Mit Hilfe dieser Dekoktversuche kann man also die Giftigkeit von Lupinen in kurzer Zeit einwandfrei

bestimmen. Nur muß man dabei im Auge haben, daß beim Kochen auch Giftstoffe zerstört werden können, die dann nachträglich nicht erfaßt werden.

Um das leicht zerstörbare Ictrogen mit zu erfassen, werden die Lupinen mit Wasser bei etwa 50° aufgeschlossen und das Filtrat Mäusen subcutan injiziert. Wie diese Versuche zeigen, gelingt es leicht, ohne Eindicken die letale Dosis zu erreichen. Man wird daher, wenn man die Gesamtgiftprüfung von Lupinen vornimmt, sich dieser zuletzt beschriebenen Methode bedienen.

5. *Wie verhalten sich Lupinus luteus und Lupinus angustifolius bezüglich des Geschmacks und der Giftigkeit zueinander und welche Parallele besteht zum Alkaloidgehalt der beiden Arten.*

Der Alkaloidgehalt von *Lupinus luteus* ist etwa 2—3 mal höher als der von *Lupinus angustifolius*. *Lupinus angustifolius* ist jedoch für den menschlichen Geschmack sehr viel bitterer. Genau wie der Mensch reagieren auch die meisten Tiere. Es konnte gezeigt werden, daß sowohl Schafe als auch Kaninchen, vor allen Dingen in der ersten Zeit der Fütterung mit Lupinen, von den gelben Lupinen etwa 100% mehr aufnehmen als von den blauen. Es scheint daher erwiesen zu sein, daß die Alkaloide der gelben Lupine geschmacklich anders zu werten sind als die der blauen.

Ähnlich wie der Geschmack verhält sich auch die Giftigkeit. Mäuse- und Kaninchenversuche zeigen, daß blaue Lupinen giftiger als gelbe sind. Aber auch an dieser Stelle muß noch einmal darauf hingewiesen werden, daß auch die gelben Lupinen, obgleich viel langsamer wirkende, so doch hoch giftige Stoffe enthalten, die bei Kaninchen zu chronischen Leberveränderungen führen. Bei Meerschweinchen wirken sowohl gelbe als auch blaue Lupinen bei Verfütterungen letal. Dekokt-Injektionsversuche bestätigen noch einmal die geringere Giftigkeit von *Lupinus luteus*.

Beide Lupinenarten, *Lupinus luteus* und *Lupinus angustifolius*, sind in Körnerform bitter und giftig, jedoch steht sowohl der schlechte Geschmack als auch der Giftgehalt in umgekehrtem Verhältnis zu ihrem absoluten Alkaloidgehalt.

Es wird notwendig sein, die pharmakologischen Eigenschaften der einzelnen Lupinen-Alkaloide zu studieren, um die Erklärung für die hier mitgeteilten Beobachtungen zu finden.

6. *Enthalten die Lupinen neben dem Alkaloidgift noch andere Giftstoffe, und welche Möglichkeiten eröffnen sich für die Lupinoseforschung durch die Züchtung der Süßlupinen?*

Ein einwandfreier Beweis dafür, daß Lupinen außer den Alkaloidgiften noch andere Giftstoffe

enthalten, konnte nicht erbracht werden. Wie oben bereits ausgeführt, konnte bei Verfütterung von gelben Lupinen eine chronische Leberveränderung hervorgerufen werden, die aber möglicherweise durch die besonderen Alkaloide dieser Lupinenart hervorgerufen sein kann. Jedenfalls eröffnen sich durch die Züchtung der Süßlupinen neue Möglichkeiten der exakten Lupinoseforschung, da diese Lupinen die störenden Alkaloidgifte nicht enthalten. Zu prüfen sind sowohl die Körner als auch die grüne Masse.

Welche Fehler sind nun bei meinen Versuchen gemacht worden, die in Zukunft vermieden werden müssen?

Die Kontrolltiere sind bei mir mit Hafer und Gerste gefüttert worden (ausgenommen die Fütterungsversuche mit grüner Masse). Wegen des sehr hohen Eiweißgehaltes der Lupinen und der damit verbundenen Gefahr einer direkten Eiweißvergiftung wäre es zweckmäßig, die Kontrolltiere mit entfetteter Soja oder mit künstlich entbitterten Lupinen zu füttern. Allerdings müßte man durch entsprechende Kontrollversuche erst die Brauchbarkeit des einen oder des anderen Materials prüfen.

Welche Lehren sind aus den beschriebenen Versuchen zu ziehen?

So wertvoll die Ergebnisse der Fütterungsversuche in bezug auf die Geschmacks- und Giftfeststellung der einzelnen Lupinenarten waren, so wird man doch in Zukunft bestrebt sein, noch exaktere Methoden auszuarbeiten. Vor allen Dingen wird es notwendig sein; einwandfreie Schnellmethoden der Prüfung von Süßlupinen auf Giftgehalt (Ictrogen) auszuarbeiten. Neben Fütterungsversuchen wird man der Herstellung und Verabreichung von Extrakten erhöhtes Interesse zuwenden müssen. Um außer Mäusen auch noch andere größere Versuchstiere heranziehen zu können, wird man die Extraktion mit Wasser, Glycerin und anderen Lösungsmitteln bei unter 70° durchführen, diese, um die nötige Konzentration zu erreichen, im Vakuum bei niedrigen Temperaturen eindampfen und dann rektal oder subcutan verabfolgen. Man wird sich hierbei nicht mit einer einmaligen Injektion begnügen können, sondern wird sie eine Reihe von Wochen und Monaten hindurch fortsetzen müssen, um die gewünschten Leberveränderungen, die für die Lupinose charakteristisch sind, zu erzeugen.

Falls man neben dem Kornmaterial auch die grüne Masse einer Alkaloid-Giftprüfung unterziehen will, so muß man vor der Verfütterung bzw. Extraktion das Material trocknen. In der Trockensubstanz ist nämlich der Alkaloidgehalt etwa ebenso hoch wie der der Körner.

Versuche mit anderen krautigen gifthaltigen Pflanzenarten.

(*Astragalus glycyphyllus*, *A. sulcatus*, *A. cicer*, *A. utriger* und *Galega officinalis*, *Lupinus albus* und *Lupinus albus termis*).

Einige der obengenannten Arten würden sich gut als Futterpflanzen eignen, wenn es auf züchterischem Wege gelänge, sie von ihren Giftstoffen zu befreien. Es wurde daher versucht,

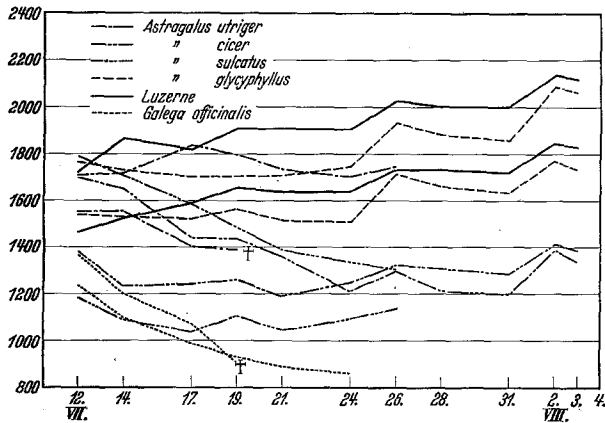


Abb. 8. Fütterungsversuche an Kaninchen mit *Astragalus utriger*, *A. cicer*, *A. sulcatus*, *A. glycyphyllus*, *Galega officinalis* und Luzerne (grüne Masse).

den Geschmack und Giftwert dieser Pflanzen festzustellen.

Im Sommer 1933 wurden Kaninchen mit grüner Masse der obengenannten Arten gefüttert. Die Ergebnisse sind auf Abb. 8 und 9 wiedergegeben. Von den vier *Astragalus*-Arten wurde nur

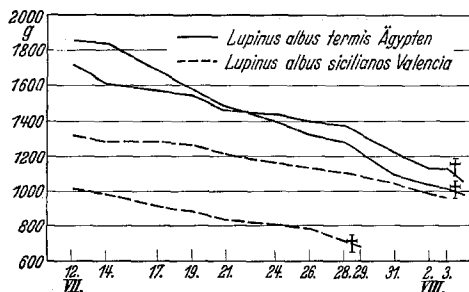


Abb. 9. Fütterungsversuche an Kaninchen mit *Lupinus albus termis* Ägypten und *Lupinus albus sicilianos* Valencia.

von *Astragalus glycyphyllus* genügend viel aufgenommen, so daß keine Abnahme der Tiere erfolgte. Trotzdem ist aber *Astragalus glycyphyllus* gegenüber der Luzerne im Nachteil. Die sehr massenwüchsige und anspruchslose *Galega officinalis* wird von Kaninchen überhaupt nicht aufgenommen, die Tiere verhungern in kurzer Zeit. Versuche mit *Lupinus albus* zeigten, daß diese Lupinenart ebenfalls sehr schlecht schmeckt und auch in grüner Form kaum aufgenommen wird. Allerdings gelangten bei diesen Versuchen

nur Spitzenblätter, die einen besonders hohen Alkaloidgehalt haben, zur Verfütterung. Die Versuche werden fortgesetzt, vor allen Dingen wird geprüft werden, welche Stoffe den schlechten Geschmack der erwähnten Pflanzen bedingen. Dann werden Schnellmethoden für die Bestimmung der Giftstoffe ausgearbeitet werden müssen, um die züchterische Bearbeitung in Angriff nehmen zu können. Es kann heute bereits gesagt werden, daß es sich bei *Galega officinalis* um Alkaloide handelt.

Zusammenfassung.

Es gibt viele Pflanzenarten, deren landwirtschaftlicher Nutzwert dadurch gemindert ist, daß sie unangenehme Geschmacksstoffe oder Gifte enthalten. Es wird gezeigt, wie der Züchter praktisch Geschmacksstoffe und Gifte durch Tierversuche feststellt. Für die geschmackliche Prüfung von Lupinen wurden Schweine, Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen und Schafe herangezogen. Die Empfindlichkeit der Tiere den Lupinen gegenüber wächst in der angegebenen Reihenfolge.

Die Empfindlichkeit der gleichen Tiere gegenüber den Lupinengiften nimmt in folgender Reihenfolge zu: Schafe, Kaninchen, Meerschweinchen.

Eine Schnellprüfung, vor allen Dingen von Süßlupinen, kann durch die Herstellung von Extrakten und rektale oder subcutane Verabreichung an Kaninchen und Mäuse durchgeführt werden.

Süßlupinen erwiesen sich sowohl bei Fütterungs- als auch bei Injektionsversuchen als ungiftig.

Es wird ein Weg gezeigt, wie an Hand des Süßlupinenmaterials das Lupinoseproblem gelöst werden kann.

Fütterungsversuche mit den vorläufig wenig oder gar nicht kultivierten Arten *Astragalus glycyphyllus*, *sulcatus*, *utriger* und *cicer*, *Galega officinalis*, *Lupinus albus* und *Lupinus albus termis* zeigten, daß diese Pflanzenarten unangenehme Geschmacksstoffe bzw. Gifte enthalten. Die Massenwüchsigkeit und Genügsamkeit einiger dieser Arten läßt es erwünscht erscheinen, sie in züchterische Bearbeitung zu nehmen, d. h. ihnen auf züchterischem Wege den Giftstoff zu nehmen.

Mit der Aufzählung dieser letztgenannten Pflanzen soll nicht gesagt sein, daß damit die Zahl der eventuell wertvollen Futterpflanzen, die erst durch Entgiftung landwirtschaftlich nutzbar gemacht werden können, erschöpft ist.

Man sollte gerade dieser Frage bei der Dringlichkeit des Problems der Eiweißversorgung unseres Vaterlandes besondere Aufmerksamkeit zuwenden.