

Einsatz eines entbitterten Lupinenschrotes im Legehennenfutter

HERMANN VOGT, SIEGFRIED HARNISCH, RENATE KRIEG, HANS-WERNER RAUCH
und EDWARD C. NABER

Institut für Kleintierzucht – FAL und Department of Poultry Science, Ohio State Univ., Columbus, Ohio, USA

Einleitung

Während Süßlupinen mit gutem Erfolg in der Geflügel-fütterung eingesetzt werden können (s.u.a. Vogt et al., 1979), steht der hohe Gehalt an Chinolizidin-Alkaloiden dem Einsatz von „Bitter“-Lupinen entgegen. Für die menschliche Ernährung wurden früher die Lupinen durch Kochen und Wässern entbittert. Eine von der „Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)“ in Peru geförderte Versuchsanlage zur Entbitterung der Lupinen durch Extraktionsmittel ergab nur teilentbittertes Lupinenextraktionsschrot. Wurde dieses teilentbitterte Lupinenextraktionsschrot, das noch einen Restgehalt von 0,30 % Alkaloiden hatte, im Legehennenfutter eingesetzt, dann verschlechterten sich mit steigendem Anteil die Leistungen und erhöhte sich der Alkaloidgehalt in den Eidottern (Vogt et al., 1983). Inzwischen wurde von Hussmann ein Kaltwasser-Gegenstrom-Extraktionsverfahren (das sog. Mittex-Verfahren) entwickelt (GTZ, 1986), das den Alkaloidgehalt bis auf einen Restgehalt von etwa 0,0008 % senken kann. In dem vorliegenden Versuch sollte der Einsatz von nach diesem Verfahren entbitterten Lupinenschroten überprüft werden.

Versuchsmaterial und Versuchsplan

Für den Versuch standen entbitterte Lupinenschrote aus zwei *Lupinus alba*-Herkünften (P und G) und aus *Lupinus mutabilis* zur Verfügung, deren analytisch bestimmte Gehalte an Inhaltsstoffen in der Tabelle 1 zusammengestellt sind. Der Gesamtalkaloidgehalt in den Futtermischungen (über 90 % ist Lupanin) wurde von H. Wink, Lehrstuhl Pharmazeutische Biologie, Universität München mittels Kapillar-GLC untersucht.

Die Rohproteingehalte liegen mit gut 30 % höher als die von Ackerbohnen und Erbsen, fallen aber gegenüber Sojaextraktionsschrot noch ab. Besonders hoch war in dem Schrot aus *L. mutabilis* der Fettgehalt. Der hohe Rohfasergehalt beschränkt die Einsatzmöglichkeiten in der Geflügel-fütterung. Die Gesamtalkaloidgehalte lagen nur noch zwischen 0,0008 und 0,006 % und waren somit im gewünschten Umfang gesenkt worden.

Da die entbitterten Lupinenschrote nur in begrenzten Mengen zur Verfügung standen, konnte der Versuch nur mit verringerten Tierzahlen und verkürzter Versuchszeit durchgeführt werden.

Der Legehennenversuch wurde vom 18.04. bis 03.10. 1986 nach folgendem Versuchsplan durchgeführt:

- Gruppe 1 Normalration ohne entbittertes Lupinenschrot
- Gruppe 2 16 % Entbittertes Lupinenschrot aus *L. alba* P
- Gruppe 3 16 % Entbittertes Lupinenschrot aus *L. alba* G
- Gruppe 4 16 % Entbittertes Lupinenschrot aus *L. mutabilis*

Die in eigener Mischanlage gemischten und in Mehlform verfütterten Rationen hatten die aus der Tabelle 2 ersichtliche Zusammensetzung. Die Ergebnisse der dreimal wäh-

rend des Versuchs im Futtermittel- und Stoffwechsellaboratorium durchgeführten Nähr- und Mineralstoffanalysen und im aminosäureanalytischen Laboratorium durchgeführten säulenchromatographischen Bestimmungen der Aminosäuregehalte der Rationen sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Es wurde versucht die Rationen isonitrogen und rechnerisch isoenergetisch (11,3 MJ ME_n/kg) zu halten; als Energiegehalt wurde in die Berechnungen 8 MJ ME_n/kg entbittertes Lupinenschrot aus *L. alba* bzw. entsprechend dem höheren Fettgehalt 12,4 MJ ME_n/kg entbittertes Lupinenschrot aus *L. mutabilis* eingesetzt. In den Versuchsrationen 2/11 und 3/12 wurden 7,7 kg Haferschrot + 9,5 kg Sojaextraktionsschrot ersetzt durch 16 kg entbittertes Lupinenschrot + 1,1 kg Sojaöl + 0,06 kg DL-Methionin + 0,04 kg Cholinchlorid (50%ig) und in der Versuchsration 4/13 wurden 4 kg Maisschrot + 1,1 kg Sojaöl + 11 kg Sojaextraktionsschrot ersetzt durch 16 kg entbittertes Lupinenschrot aus *L. mutabilis* + 0,06 kg DL-Methionin + 0,04 kg Cho-

Tabelle 1: Nährstoffgehalt der entbitterten Lupinen (g/kg Frischsubstanz)
Nutrient content of the debittered lupines

Lupinensorte	<i>L. alba</i> P	<i>L. alba</i> G	<i>L. mutabilis</i>
Trockenmasse	935	931	956
Asche	19	16	36
Rohprotein	312	301	309
Rohfett (n. Säureaufschluß)	69	73	212
Rohfaser	214	193	164
Stickstofffreie Extraktstoffe	321	348	235
Stärke	120	120	53
Zucker	n.n.	n.n.	n.n.
Calcium	6,3	5,6	9,4
Phosphor	1,4	1,2	2,0
Kalium	n.n.	n.n.	0,3
Natrium	0,4	0,3	0,5
Asp	28,1	27,2	29,3
Thr	8,1	8,8	11,6
Ser	16,8	14,6	16,6
Glu	66,4	62,8	61,1
Pro	16,2	12,7	15,4
Gly	10,9	9,6	11,4
Ala	9,4	8,4	10,5
Cys*a)	4,6	5,0	5,0
Val	10,5	10,1	12,4
Met*a)	1,8	1,7	1,4
Ile	12,4	11,6	15,7
Leu	29,8	26,3	23,8
Tyr	10,9	8,8	7,6
Phe	12,9	10,3	10,7
Lys	16,7	15,1	14,5
His	6,2	6,9	7,6
Arg	35,0	30,0	27,7
Su.d.best. AS	296,7	269,9	282,3
Gesamtalkaloide*b)	0,04	0,06	0,008

*a) Nach Oxidation mit Perameisensäure bestimmt.

*b) Aus dem Gehalt der Rationen zurückgerechnet.

linchlorid (50%ig), d.h. in den Versuchsrationen wurde knapp die Hälfte des Sojaextraktionsschrotes durch entbittertes Lupinenschrot ersetzt.

Versuchstechnik

Der Versuch wurde vom 24-Wochen-Alter bis zum 48-Wochen-Alter über einem Zeitraum von 168 Tagen (6 Perioden zu 28 Tagen) durchgeführt.

Für den Versuch standen 102 LSL-Junghennen in Einzelkäfighaltung zur Verfügung. Wegen des knappen Versuchsmaterials wurden in den Gruppen 1-3 nur 30 Hennen je Versuchsration und in der Gruppe 4 sogar nur 12 Hennen eingesetzt; die Hennen waren in 6er Gruppen gleichmäßig im Versuchsstall verteilt. Als Beleuchtung wurden in der 20. Woche 9 Stunden, in der 21. Woche 9 1/2 Stunden und in der 22. Woche 12 Stunden Licht gegeben, dann wöchentlich 30 Min. mehr bis 14 Stunden erreicht waren, anschließend 15 Min. mehr bis 16 Stunden erreicht waren, weiterhin dann bis Versuchsende 16 Stunden Licht. Das Futter wurde nach Bedarf eingewogen und vierwöchentlich zurückgewogen. Die Eizahl wurde täglich, das Eigewicht jeweils an 4 Tagen von 14 Legetagen ermittelt.

Die Eiqualität wurde zweimal während des Versuches (35. und 47. Lebenswoche) untersucht. Die Eischalenstabilität (Anteil der Eier mit mangelnder Eischalenstabilität, Deformation, Bruchfestigkeit, Schalendicke) wurde zu jedem Termin an jeweils 5 aufeinander folgenden Tagen ermittelt; die Tagesmittelwerte jeder Gruppe wurden als Ausgangswerte für die Varianzanalyse verwendet. Die innere Eiqualität wurde an jedem Termin an jeweils 40 Eiern je Gruppe bestimmt.

In der 47. Lebenswoche wurde außerdem ein Geschmackstest mit Eiern der Gruppe 1 (Normalration ohne entbittertes Lupinenschrot) und der Gruppe 2 (Versuchsration mit 16 % entbittertes Lupinenschrot aus L. alba P) durchgeführt. Jeder der 10 Prüfer erhielt 3 chiffrierte, im Eiklar fest und im Dotter weichgekochte Eier desselben Kochvorgangs warm gereicht. Zwei der drei Eier stammten von Hennen derselben Futtergruppe, wobei die Reihenfolge der Futtergruppen dem Zufall unterlag. Angewandt wurde in der Prüfung der erweiterte Dreieckstest nach DIN 10 951.

In der 43.-46. Lebenswoche wurden außerdem die Hennen künstlich besamt und in wöchentlichem Abstand drei Versuchsbruten durchgeführt.

In der 43. Lebenswoche wurden je Versuchsgruppe 16 Eier und bei Versuchsende je Versuchsgruppe 3 Hennen im Labor verarbeitet und gefriergetrocknet und davon Proben an H. W i n k (s.o.) zur Untersuchung auf Gesamtalkaloidgehalte versandt.

Versuchsverlauf

Leider verlief der Versuch nicht ohne Störungen. Kurz nach Versuchsbeginn hatten die Hennen infektiöse Bronchitis (IB), dadurch bedingt, waren die Leistungsergebnisse nicht ganz optimal, erhöhten sich die Standardabweichungen und verschlechterten sich die Eischalenstabilitätsmerkmale; 6 % der Hennen mußten wegen fehlender Legeleistung aus dem Versuch ganz herausgenommen werden.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Rationen
Composition of the Rations

Ration		1	2	3	4
L. albus P	%	—	16	—	—
L. albus G	%	—	—	16	—
L. mutabilis	%	—	—	—	16
Maisschrot	%	50	50	—	46
Haferschrot	%	10	2,3	—	10
Sojaöl	%	2,4	3,5	—	1,3
Sojaextr. schrot., dampferh.	%	24,5	15	—	13,5
Luzeergrünmehl	%	2,5	2,5	—	2,5
DL-Methionin	%	0,12	0,18	—	0,18
Cholinchlorid (50 %ig)	%	0,1535	0,1935	—	0,1935
Mineralstoffe u. Zusätze ^a	%	10,3265	10,3265	—	10,3265
Errechneter ME-Gehalt	MJ/kg	11,3	11,3	—	11,3

a 8,8 % Calciumcarbonat, 0,8 % Dicalciumphosphat, 0,4 % Hestaphos, 0,2 % Natriumchlorid und 0,1265 % Vitamine und Spurenelemente^b

b Je 1 kg der Ration wurden jeweils zugemischt: 12 000 I. E. Vitamin A, 1500 I. E. Vitamin D₃, 18 mg Vitamin E, 4,8 mg Vitamin K₃, 2,4 mg Thiamin, 7,2 mg Riboflavin, 14,4 mg Calcium-D-Pantothenat, 48 mg Nicotinsäure, 4,8 mg Vitamin B₆, 1,2 mg Folsäure und 24 µg Vitamin B₁₂ (als Rovimix-Vitamin-konzentrat 428); 1,5 mg Canthaxanthin (Carophyll Rot 10); 50 mg Mangan, 75 mg Zink, 4 mg Kupfer, 75 mg Eisen und 0,4 mg Jod (Cimbria Spurenelementvormischung).

Tabelle 3: Nährstoffgehalt der Rationen (g/kg) ($\bar{x} \pm s$)
Nutrient content of the rations

Ration	1	2	3	4
n	3	3	3	3
Trockenmasse	892 ± 2	902 ± 5	898 ± 4	902 ± 3
Asche	121 ± 3	125 ± 6	107 ± 7	129 ± 4
Rohprotein	167 ± 1	173 ± 4	162 ± 2	161 ± 4
Rohfett (n. Säureaufschluß)	40 ± 6	42 ± 4	42 ± 4	60 ± 7
Rohfaser	51 ± 2	65 ± 4	68 ± 3	69 ± 2
N-freie Extr.stoffe	513 ± 10	497 ± 12	519 ± 16	484 ± 15
Stärke	361 ± 3	337 ± 7	357 ± 5	341 ± 7
Zucker	34,5 ± 1,8	27,8 ± 4	25,9 ± 2	23,4 ± 2
Calcium	36,2 ± 1,3	38,0 ± 1,2	36,6 ± 2,9	39,4 ± 1,3
Phosphor	5,8 ± 0,3	5,4 ± 0,1	5,0 ± 0,3	5,4 ± 0,2
Asp	17,2 ± 1,1	17,6 ± 0,6	16,8 ± 0,5	17,1 ± 1,2
Thr	7,8 ± 0,3	7,1 ± 0,7	7,7 ± 0,8	7,6 ± 0,9
Ser	9,1 ± 0,9	9,0 ± 0,1	8,7 ± 0,5	8,8 ± 1,1
Glu	31,9 ± 1,6	37,0 ± 1,7	30,3 ± 2,6	32,1 ± 1,3
Pro	7,6 ± 0,5	8,0 ± 1,0	8,8 ± 1,1	7,6 ± 0,8
Gly	6,6 ± 0,2	6,3 ± 0,6	6,8 ± 0,9	6,3 ± 0,2
Ala	8,7 ± 0,3	9,4 ± 0,4	9,2 ± 0,6	8,6 ± 1,5
Cys ^a	3,0 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,5 ± 0,1	2,7 ± 0,4
Val	8,9 ± 0,8	9,0 ± 0,2	9,2 ± 1,0	8,5 ± 0,6
Met ^a	4,0 ± 0,1	4,1 ± 0,1	4,2 ± 0,1	3,1 ± 0,3
Ile	7,2 ± 0,7	6,7 ± 0,3	7,5 ± 0,9	7,7 ± 0,2
Leu	13,1 ± 1,0	13,2 ± 0,8	13,0 ± 1,8	14,0 ± 0,6
Tyr	4,1 ± 0,2	4,3 ± 1,1	5,4 ± 1,0	4,6 ± 0,4
Phe	7,4 ± 0,8	7,7 ± 1,0	8,4 ± 0,5	6,9 ± 0,6
Lys	8,9 ± 0,8	8,7 ± 0,7	8,9 ± 1,2	8,6 ± 0,1
His	3,8 ± 0,4	4,1 ± 0,7	4,7 ± 0,6	4,7 ± 1,1
Arg	10,4 ± 0,3	12,0 ± 1,6	11,8 ± 1,6	12,0 ± 0,6
Su.d.best.AS	159,5 ± 0,8	167,9 ± 6,0	164,2 ± 9,4	160,8 ± 3,4
Gesamtalkaloide	0,0011	0,0062	0,0096	0,0012

a nach Oxidation mit Perameisensäure bestimmt.

Im übrigen verlief der Versuch ohne technische Störungen. Die Mortalität betrug nur 2 %.

Versuchsergebnisse

Über die gesamte Versuchszeit wurden die in der Tabelle 4 aufgeführten Leistungsergebnisse erzielt; danach wurde nur in der Gruppe 2 eine signifikant höhere Gewichtszunahme beobachtet. In den übrigen gemessenen Leistungen bestanden zwischen den Gruppen keine gesicherten Unterschiede, in der Tendenz erhöhten jedoch die Rationen mit entbittertem Lupinenschrot aus *L. alba* die Futterraufnahme und die Ration mit entbittertem Lupinenschrot aus *L. mutabilis* senkte in der Tendenz die Futterraufnahme.

Die Ergebnisse der Eiquantitätsmessungen sind in der Tabelle 5 zusammengestellt; da die Werte der untersuchten Eischalenstabilitätsmerkmale gleichgerichtet waren, sind in der Tabelle nur die Ergebnisse der Schalendickenmessungen angegeben. Unerklärlich ist die beobachtete Erhöhung der Eischalendicke in der Gruppe 3. In allen Gruppen mit entbittertem Lupinenschrot in den Rationen verbesserte sich die Eiklarhöhe, entsprechende Beobachtungen konnten auch bei dem vorhergehenden Versuch mit teilentbittertem Lupinenextraktionsschrot (Vogt et al., 1983) gemacht werden. Während jedoch in dem vorhergehenden Versuch der Dotterindex verbessert wurde und die Dotterfarbe unbeeinflusst blieb, blieb in diesem Versuch der Dotterindex

unbeeinflusst und es verschlechterte sich die Dotterfarbe, gemessen mit dem Farbfächer; hier ist eine Beeinflussung der Resorption der Carotinoide durch die entbitterten Lupinenschrote nicht auszuschließen.

Bei der Prüfung der Beeinflussung des Eigeschmacks durch 16 % entbittertes Lupinenschrot aus *L. alba* P bestimmten 8 der 10 Prüfer die Einzelprobe richtig, wobei die Lupinengruppe von 2 Prüfern als positiv abweichend bezeichnet wurde und von 6 Prüfern als negativ abweichend. Insgesamt war der Unterschied zwischen den Gruppen nicht signifikant. Bedingt durch den sehr niedrigen Restgehalt an Alkaloiden der in dem Versuch eingesetzten entbitterten Lupinenschrote wurde bei den Eiern aus den Lupinengruppen nicht mehr der bittere Eigeschmack beobachtet; einige der Prüfer bezeichneten in diesem Versuch den Geschmack der Eier aus der Lupinengruppe als „zu schwach“, „süßlich“ bzw. „lasch“.

Bei den Versuchsbruten bestanden zwischen den Eiern der 4 Gruppen keine Unterschiede in der Befruchtung (99/98/98/97 %) und in der Schlupffähigkeit der befruchteten Eier (78/81/82/79 %), so daß ein Übergang antinutriver Faktoren vom Futter in die Eier auszuschließen ist. Auch die Untersuchung der Ei- und Fleischproben mittels Kapillar-GLC auf Gesamtalkaloide ergab bei einer Nachweisgrenze von etwa 0,01 mg/kg keinen Alkaloidübergang in Fleisch und Eier.

Tabelle 4: Leistungsergebnisse ($\bar{x} \pm s$) Performance results

Gruppe Lupinenschrot 16 %	Gewichtszunahme ^a g/♀	Futtermittelverbrauch g/♀/d	Legeleistung %	Eigewicht g	Eimasse g/♀/d	Futter je g Eimasse g
<i>Varianzanalyse</i>						
1 -	198±140 ^a	116± 9	84,9±13,4	57,1±3,7	48,7± 9,1	2,48±0,58
2 L.alba P	269±133 ^b	120± 8	85,8±14,2	58,2±4,1	50,1± 9,8	2,50±0,60
3 L.alba G	169± 98 ^a	121± 9	86,0±14,4	58,6±5,1	51,0±11,4	2,51±0,68
F-Wert	4,41	2,07	0,05	0,87	0,35	0,012
Signifikanz der Differenzen ^b	p < 0,05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
<i>t-Test gegen Gruppe 1</i>						
4 L.mutabilis	270±129	109±18	85,6±12,8	56,0±5,7	48,3±10,3	2,38±0,81
t-Wert	1,49	1,77	0,14	0,12	0,76	0,45
Signifikanz der Differenzen ^b	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

a Anfangsgewicht 1505,5 ± 121,4 g
b N.S. = p > 0,05

Tabelle 5: Ergebnisse der Eiquantitätsmessungen ($\bar{x} \pm s$) Results of egg quality measuring

Gruppe Lupinenschrot	Schalendicke µm	Eiklarhöhe mm	Dotterindex %	Farbfächer
1 0 %	352 ± 7 ^b	5,1 ± 1,4 ^b	41,9 ± 2,8	12,2 ± 0,6 ^a
2 16 % L. alba P	352 ± 8 ^b	5,7 ± 1,4 ^a	42,8 ± 2,6	11,3 ± 0,8 ^b
3 16 % L. alba G	364 ± 10 ^a	5,7 ± 1,3 ^a	42,7 ± 2,6	10,5 ± 1,1 ^c
4 16 % L. mutabilis	347 ± 11 ^b	6,0 ± 1,7 ^a	42,9 ± 2,6	11,6 ± 0,8 ^b
F-Wert-Lupinenschrot	9,76	5,51	2,27	61,04
Signifikanz der Differenzen ^a	p < 0,001	p < 0,001	N.S.	p < 0,001
Grenzdifferenz ^b	9,1	0,59	1,07	0,32
1. Untersuchungstermin	349 ± 10 ^b	5,6 ± 1,5	42,9 ± 2,6 ^a	11,6 ± 0,9 ^a
2. Untersuchungstermin	359 ± 9 ^a	5,7 ± 1,5	42,3 ± 2,6 ^b	11,2 ± 1,1 ^b
F-Wert Termin	21,16	0,13	4,78	16,71
Signifikanz der Differenzen ^a	p < 0,001	N.S.	p < 0,01	p < 0,001
Grenzdifferenz ^b	4,8	0,32	0,58	0,17
F-Wert Wechselwirkung	0,09	0,26	0,53	13,57
Signifikanz ^a	N.S.	N.S.	N.S.	p < 0,001

a N.S. = p > 0,05; b Tukey-Test; p = 0,05

Den an der Durchführung und Auswertung der Versuche beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wird für die gewissenhafte Arbeit vielmals gedankt.

Zusammenfassung

In einem 168-tägigen Versuch wurden je 16 % entbittertes Lupinenschrot (aus 2 Herkünften *L. alba* bzw. aus *L. mutabilis*) in isonitrogenen und isoenergetischen Legehennenrationen eingesetzt; die entbitterten Lupinenschrote hatten noch einen Restgehalt von 0,0008 bis 0,006 % Gesamtalkaloide.

Die Verfütterung der entbitterten Lupinenschrote blieb ohne gesicherten Einfluß auf Legeleistung, Futteraufnahme, Futtermittelverwertung und Eigewicht; die Eiklarhöhe verbesserte sich, die Eidotter wurden jedoch heller. Eine beobachtete Abflachung des Eigeschmacks war nicht signifikant.

Befruchtung und Schlupffähigkeit der befruchteten Eier wurden nicht beeinflusst. Es fand kein Alkaloidübergang in Fleisch und Eier statt.

Feeding debittered lupines to laying hens

In a 168 day test 16 % debittered lupines (2 types of *L. alba* and one type of *L. mutabilis*) were employed in isonitrogenous and isoenergetic laying rations; the debittered lupines had a residual content of 0.0008 to 0.006 % alkaloids.

The feeding of debittered lupines had no significant influence on laying rate, feed intake, feed efficiency and

egg weight; the albumen height was increased, while the yolk became lighter. A perceived change in taste was not significant.

Fertility and hatchability of the eggs was not influenced. There was no carry over of alkaloids into meat and eggs.

Literatur

GTZ, 1986: Persönliche Mitteilung.

Vogt, H., Harnisch, S., und Krieg, R.: Der Einsatz von Süßlupinenschrot im Geflügelfutter. - Archiv für Geflügelkunde 43 (1979), S. 229-238.

Vogt, H., Harnisch, S., Krieg, R., Rauch, H.-W. und Karara, H.: Einsatz eines teilentbitterten Lupinextraktionsschrotes im Legehennenfutter. - Landbauforschung Völkenrode 33 (1983), S. 27-30.

Verfasser: Vogt, Hermann, Dir. und Prof. Dr. agr.; Harnisch, Siegfried, wiss. Oberrat, Dr. agr.; Krieg, Renate, wiss. Oberrätin, Dr. agr. und Rauch, Hans-Werner, wiss. Oberrat, Dr. agr.; Institut für Kleintierzucht (Celle) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Institutsleiterin: Prof. Dr. agr. Rose-Marie Wegner; Prof. Dr. agr. Edward C. Naber, Department of Poultry Science, The Ohio State University, 674 West Lane Avenue, Columbus, Ohio 43210, USA.