

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), z.Z. Instituto de Nutrición, Lima (Perú)

Die Lupine – ein Beitrag zur Nahrungsversorgung in den Anden

5. Einige Beobachtungen zur traditionellen Entbitterung von Lupinen im Wasser

R. Bleitgen, R. Gross und U. Gross
Mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 27. November 1978)

Die Anspruchslosigkeit der Lupine hinsichtlich Boden und Klima brachte schon früh die Menschen dazu, den Samen der großkörnigen Arten als Nahrungsmittel zu nutzen. Dabei wurden die Samen mit oder ohne vorhergehendes Kochen für mehrere Tage in fließende Gewässer, in Tümpel oder ins Meer gelegt, um die stark bitteren Alkaloide auszuwaschen (1, 2). In Peru wird gegenwärtig der Anbau von *Lupinus mutabilis* gefördert, um Speiseöl und ein Eiweißkonzentrat zunächst für die Tierernährung zu gewinnen (3). Gleichzeitig soll versucht werden, auf die Landbevölkerung einzuwirken, einen Teil der Ernte weiterhin zur direkten Ernährung zu verwenden. Die Nutzung der Lupine, nicht nur als „cash crop“, sondern auch als „food crop“ soll dazu verhelfen, neben der Verbesserung der sozialökonomischen Situation der Kleinbauern im Hochland der Anden auch direkt die Ernährungslage durch den vermehrten Konsum einer qualitativ hochwertigen Ackerfrucht zu verbessern. Es ist daher notwendig, mehr über die traditionelle Entbitterungstechnologie zu erfahren, um Alternativen für den aufwendigen Auswaschungsprozeß zu erarbeiten.

Material und Methoden

Alle Untersuchungen wurden mit homogenem Samenmaterial von bitterer *L. mutabilis* var. H 1 (Herkunft: Universität Huancayo, Peru) und „süßer“ *L. albus* var. Astra (Herkunft: Campex, Temuco, Chile) durchgeführt.

Eiweißbestimmung

Zur Bestimmung des Eiweißes wurden die Biuret-Methode (4, 5, 6) und die Stickstoffbestimmung nach *Kjeldahl* benutzt.

Sensorische Tests

Zur sensorischen Testung der Lupinenalkaloide wurden in 17 Sitzungen 12 Personen in die Methodik der sensorischen Prüfung eingeführt (7).

Die Schulung der geschmacklichen Sensibilität richtete sich nach der Deutschen Norm für die Bestimmung der Geschmacksempfindlichkeit (8). Als Ver-

gleichswert diente kohlensäurefreies Tafelwasser. Die Konzentration der zu ermittelnden Substanz wurde langsam gesteigert, um so den Geschmacksschwellenwert festzustellen. Jede Testperson mußte sowohl die erste Geschmacksempfindung notieren, als auch die Geschmacksrichtung (süß, sauer, bitter, salzig) identifizieren. Die einzelnen Proben waren kodifiziert. Fernerhin wurde auf Konzentrationszunahmen geprüft.

Entbitterungsversuch

Drei Lupinenproben – unbehandelte Lupinenkörner, 30 min. gekochte Lupinenkörner, ungekochte in ca. 8 Teile zerkleinerte Lupinenkörner – wurden zwei Tage schonend getrocknet, eingewogen und in feines Leinengewebe eingenäht, wobei man von 15 Parallelproben ausging. Den Samen entbitterte man bis zu sieben Tagen in fließendem Wasser. Die Muster lagen dabei in einem Plastikgefäß, in dem von oben Wasser zugeführt wurde und das unten durch ein Sieb abfloss. Die Wasserzufluhr war so geregelt, daß immer 3 cm Wassersäule über der obersten Probe stand. Nach der gewünschten Entbitterungszeit trockneten die Proben nochmals 2 Tage bei 80 °C und wurden dann gewogen.

Ergebnisse und Diskussion

Verantwortlich für den stark bitteren Geschmack sind die verschiedenen Alkaloide aus der Chinolozidingruppe. Allerdings muß der Bitterkeitsgrad nicht mit dem Gesamtalkaloidgehalt korrelieren (9). Dies bedeutet, daß die Einzelalkaloide in bezug auf die Bitterkeit eine unterschiedliche sensorische Bedeutsamkeit haben. In Tabelle 1 ist eine Übersicht über die Geschmacksschwellenwerte einiger Hauptalkaloide angegeben, die in Lupinen vorkommen.

Tab. 1. Geschmacksschwellenwerte einiger Lupinenalkaloide im Vergleich zu Coffein (g/100 g Wasser).

	x	s	Xmax	Xmin
Spartein	0,00085	0,00066	0,00025	0,002
D-Lupaninperchlorat	0,0021	0,0009	0,001	0,003
Lupinin	0,0038	0,0037	0,0004	0,012
Isolupanin	0,0116	0,0066	0,003	0,024
Hydroxylupanin	0,017	0,013	0,005	0,04
Coffein	0,072	0,026	0,05	0,1

Auffällig ist der starke Bitterkeitsgrad, der im Falle von Spartein von allen Testpersonen noch im ppm-Bereich nachgewiesen wurde. Dies zeigt, daß die sensorische Nachweisbarkeitsgrenze bei weitem die chemisch-analytische übertrifft. Alle Alkaloide haben einen niedrigeren Geschmacksschwellenwert als der Vergleichsstandard Coffein, wobei sich die Lupinenalkaloide in ihrem Bitterkeitsgrad untereinander stark unterscheiden. Die Bitterstoffe nehmen in ihren Geschmacksschwellenwerten wie folgt zu: Spartein, Lupanin und Lupinin, die sich jedoch nicht signifikant voneinander unterscheiden, Isolupanin und Hydroxylupanin. Lupinin und Hydroxylupanin wurden dabei noch von einigen Versuchspersonen als leicht sauer beschrieben.

Tab. 2. Vergleich der sensorischen und toxischen Rangfolge von Lupinenalkaloiden.

Abnahme der Bitterkeit	Abnahme der Toxizität nach (10)	Abnahme der Toxizität nach (11)
Spartein	Lupanin	Spartein
Lupanin	Lupinin	Lupinin
Lupinin	Spartein	Lupanin
Isolupanin	Hydroxylupanin	Hydroxylupanin
Hydroxylupanin		

In Tabelle 2 wird die ermittelte sensorische Rangfolge mit der toxikologischen Rangfolge verglichen. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von *Couch* (10) ähnelt die von *Nowacki* und *Wezyk* (11) ermittelte toxische Rangfolge von Lupinenalkaloiden der in dieser Studie ermittelten sensorischen Rangfolge. Dies würde bedeuten, daß die Bitterkeit ein Indikator für die Toxizität wäre. Um eine endgültige Aussage hierüber machen zu können, wäre es jedoch notwendig, Toxizitätsstudien mit Lupinenalkaloiden an Primaten durchzuführen.

Für die Entbitterung, Kochqualität und die organoleptische Beschaffenheit, insbesondere hinsichtlich der Textur, sind die Quellgeschwindigkeit und das Quellvermögen des Lupinensamens von Bedeutung. In den Abbildungen 1 A und 1 B werden die Quelleigenschaften von *L. albus* (Abb. 1 A) und *L. mutabilis* (Abb. 1 B) miteinander verglichen, wobei es sich um Samen handelte, der bei einer Wassertemperatur von 15 °C bzw. von 80 °C quoll. Generell zeigte sich, daß *L. mutabilis* sehr viel ungleicher Wasser aufnahm als *L. albus*. Die Standardabweichung der Wasserspeicherung in Relation zum Mittelwert lag bei *L. mutabilis* durchschnittlich doppelt so hoch wie bei *L. albus*. Dies läßt auf eine weitaus größere genetische Homogenität von *L. albus* schließen. Bei der niedrigen Wassertemperatur quollen die Körner beider Arten auf das Zweieinhalbfache ihres Anfangsgewichtes, während sie bei 80 °C nur auf das Doppelte anschwollen. Die Ursache des Verlustes der Quellfähigkeit liegt sehr wahrscheinlich in der durch die höhere Temperatur verursachten Proteinumstrukturierung. Dabei war die Wasseraufnahmefähigkeit von *L. albus* etwas größer als die von *L. mutabilis*. Ein artspezifischer Unterschied zeigte sich bei der Quellgeschwindigkeit. Betrug die Verdopplungszeit des Samengewichts bei *L. albus* $t_{\Delta/2} = 4.33$ h, so lag sie bei *L. mutabilis* um 16% niedriger bei $t_{\Delta/2} = 3.65$ h. Entsprechend waren die Verdopplungszeiten bei 80 °C heißem Wasser für *L. albus* $t_{\Delta/2} = 1.25$ h und *L. mutabilis* $t_{\Delta/2} = 0.9$ h.

Auf den Abbildungen 2 A, 2 B und 2 C werden die Zusammenhänge zwischen Entbitterungszeit und dem Trockensubstanz- und Eiweißverlust als auch der sensorisch gemessene Bitterstoffgehalt dargestellt, wie sie sich bei der traditionellen Entbitterung ergeben.

Grundsätzlich zeigte sich, daß bei allen drei Mustern (ungekochte, 30 min gekochte und ungekochte zerkleinerte Lupinen) mit Zunahme der Entbitterungszeit, Trockensubstanz (TS) und Eiweiß sowie Bitter-

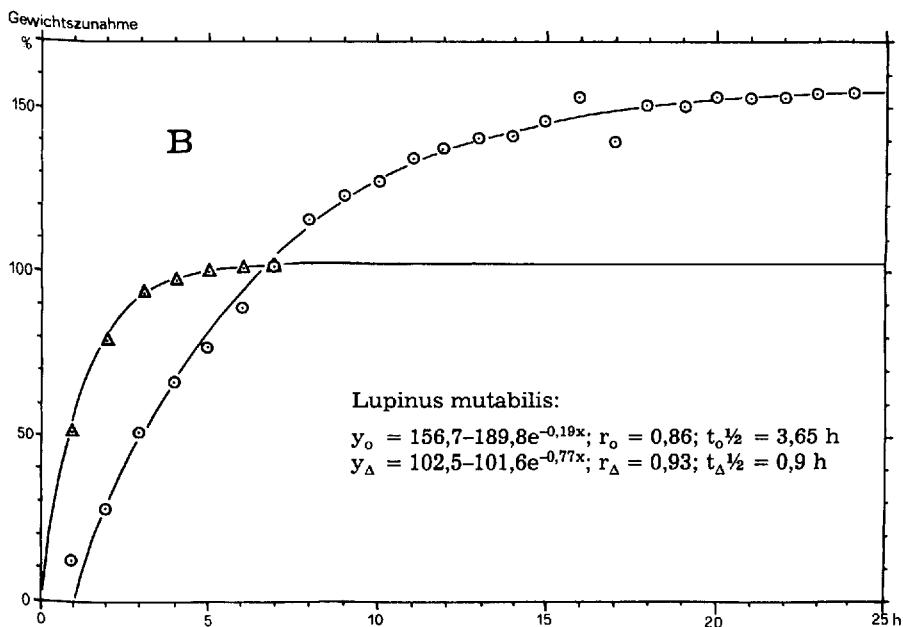
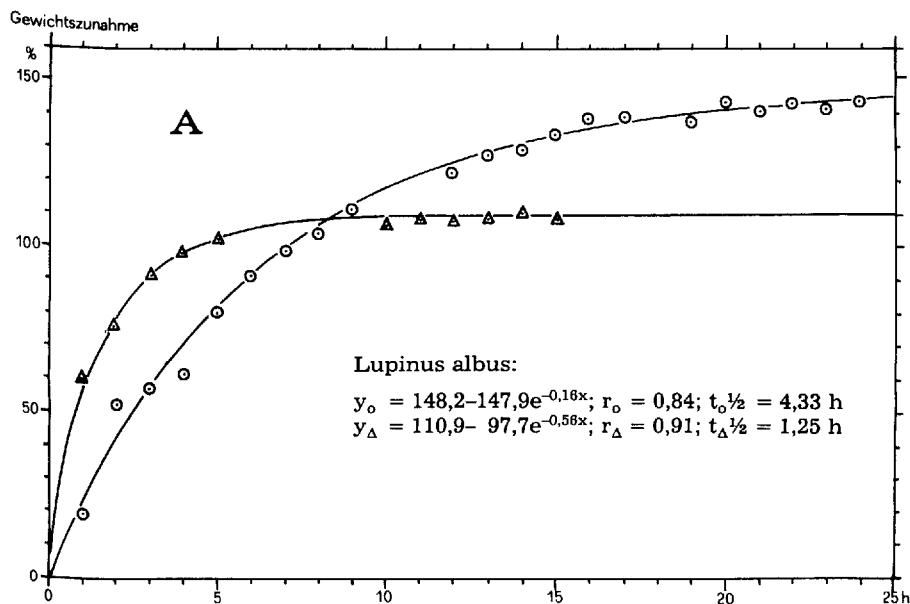
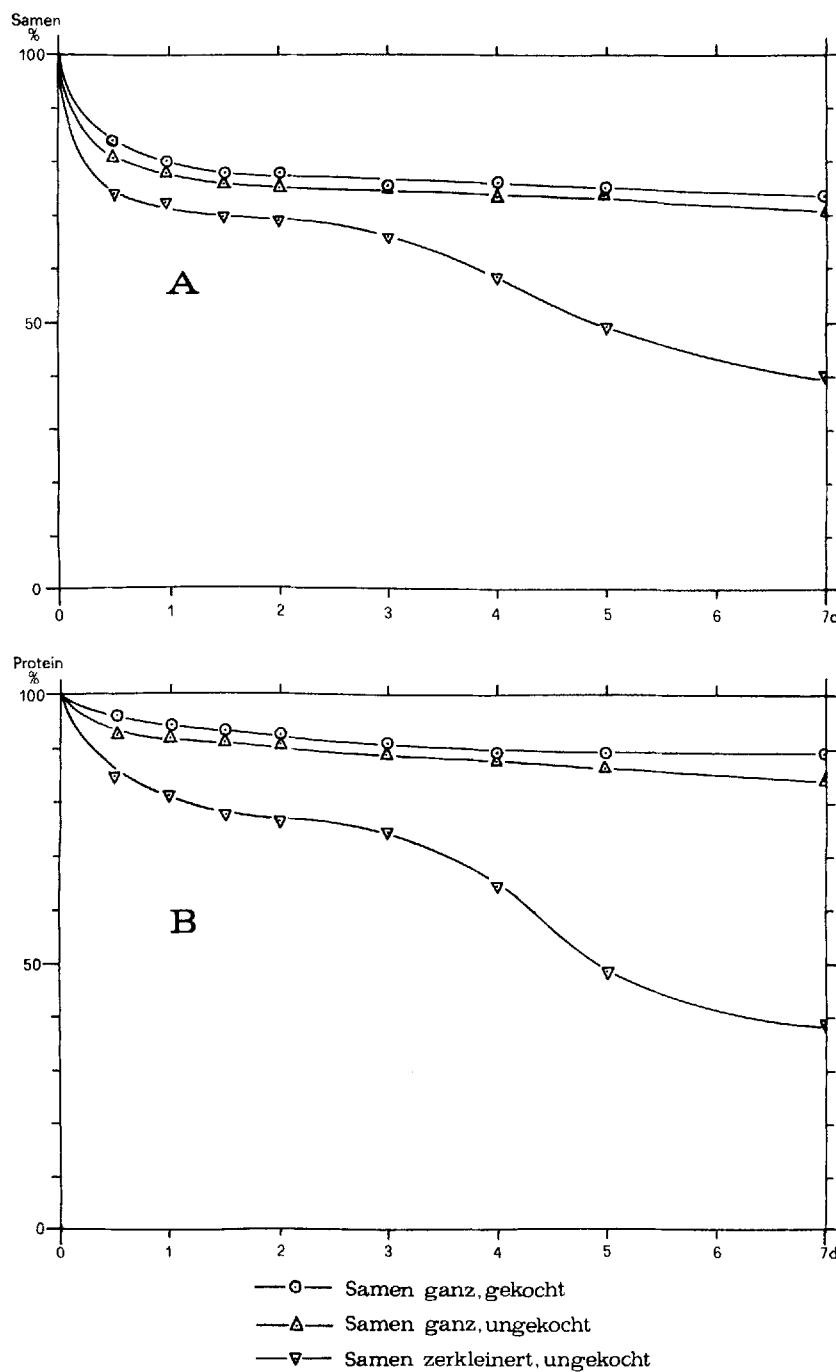


Abb. 1. In den Abbildungen 1A und 1B werden die Quelleigenschaften von *L. albus* (Abb. 1A) und *L. mutabilis* (Abb. 1B) miteinander verglichen. Wasseraufnahme im Samen von *Lupinus albus* (A) und *Lupinus mutabilis* (B) bei 20 °C (○) und 80 °C (△).



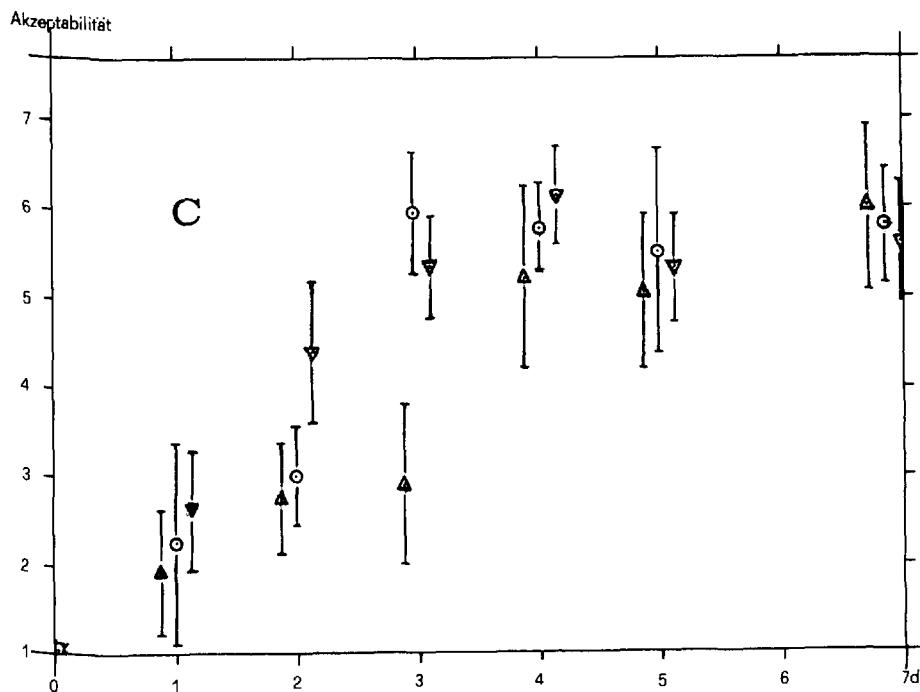


Abb. 2. Trockensubstanz- (A), Protein- (B) und sensorisch gemessener Alkaloidgehalt (C) im rohen und gekochten ganzen und zerkleinerten Samen von *L. mutabilis* in Abhängigkeit zur Wasserbehandlung.

stoffe ausgewaschen wurden. Durch die Verminderung des Bitterstoffgehaltes nahm die Akzeptabilität zu.

In zu erwartender Weise war der TS- und Eiweißverlust bei dem zerkleinerten Lupinensamen deutlich am größten, da die größere Oberfläche des Kornes zum Lösungsmittel und das Fehlen der schützenden Samenhülle einen starken Stoffaustausch ermöglicht. Die TS- und Eiweißauswaschung bei dem zerkleinerten Samen verlief in zwei Phasen. Nachdem sich der Massenverlust nach zwei Tagen auf ungefähr 30% und der Proteinverlust auf 25% einzustellen schien, erhöhten sich die beiden Verluste bis zum siebten Tag auf 60%. Die zweite Phase liegt in einer beginnenden mikrobiologischen Zersetzung des Samens begründet. Deutlich geringer waren die Auswaschungsverluste der ganzen Körner, wobei der TS-Verlust der gekochten Proben immer um ungefähr 2% niedriger als der der ungekochten Muster lag. Der Eiweißverlust war bei den gekochten Samen bis zum vierten Tag ebenfalls zwei Prozent niedriger als bei den ungekochten Körnern. Danach blieb der Eiweißverlust bei den gekochten Proben bei ca. 10%, während er bei den ungekochten Mustern weiter zunahm. Vergleicht man nun die drei Entbitterungsmethoden sensorisch nach ihrer Effizienz, so unterschieden sie sich nach dem ersten Entbitterungstag unwesentlich. Erst nach zwei Tagen hatte der Bitterkeitsgrad bei den zerkleinerten Proben deutlich abgenommen, während die beiden Proben mit den ganzen Körnern weiterhin stark bitter

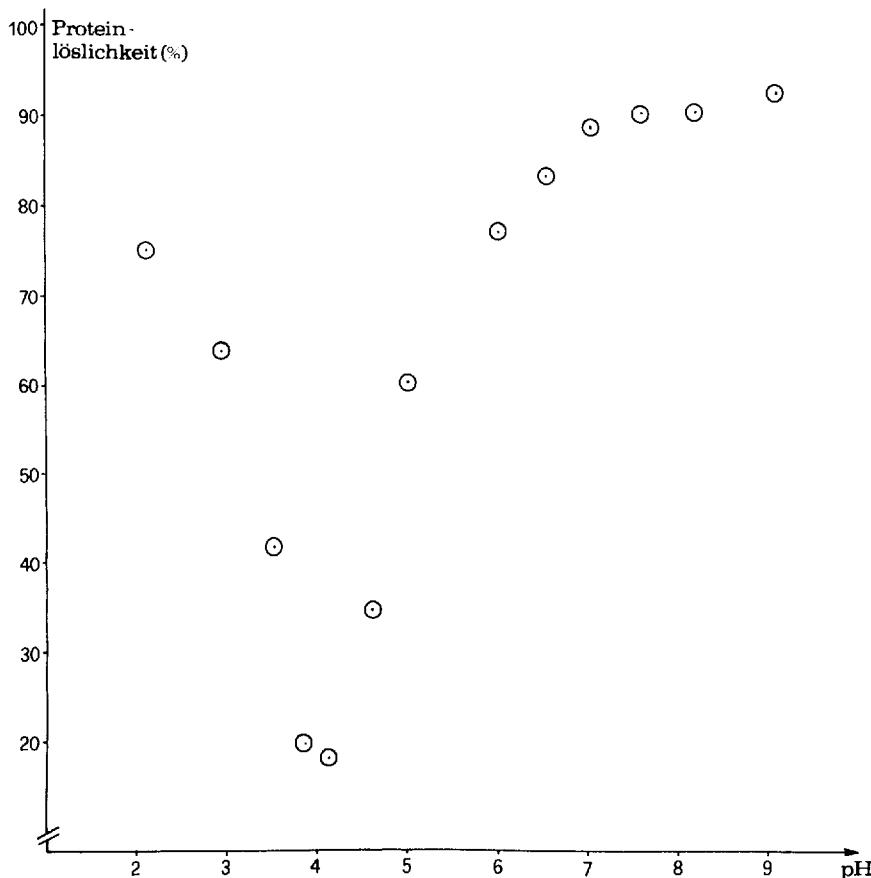


Abb. 3. Proteinlöslichkeit des Samens von *L. mutabilis* im Wasser in Abhängigkeit des pH-Wertes.

blieben. Nach drei Tagen hatte sich das gekochte Muster sensorisch stark verbessert, während das ungekochte Korn erst nach vier Tagen einen sensorisch vertretbaren Bitterkeitsgrad aufwies.

Es scheint also, daß der Kochprozeß eine merklich bessere Alkaloidauswaschung aus dem Korn bewirkt. Der Gesamtalkaloidgehalt wurde dabei auf ein Promille von 3,14% auf 0,003% reduziert (12). Unter Berücksichtigung des Massen-, Eiweiß- und Alkaloidverlustes empfiehlt es sich nach Abbildung 2 den Samen nach einer Kochzeit von einer halben Stunde drei Tage in fließendem Wasser zu entbittern.

Freilich läßt sich ein solches Verfahren im Hinblick auf den Nährstoffverlust, den Wasserverbrauch und die Wasserverunreinigung lediglich in kleinem Maßstab für den häuslichen Gebrauch anwenden.

Bei einer großtechnischen Entbitterung wäre es notwendig, zur Eindämmung des Eiweißverlustes im isoelektrischen Punkt des Lupineiweißes zu arbeiten. Auf Abbildung 3 ist die Proteinlöslichkeit von *L. mutabilis* in Abhängigkeit vom pH-Wert des Wassers dargestellt. Dabei

verlief die Kurve ähnlich wie bei *L. albus*, wobei der isoelektrische Punkt zwischen pH 4 und 4,5 lag (13, 14). Bei pH 7 betrug die Eiweißlöslichkeit über 90% und um den neutralen pH-Wert erreichte die Proteinlöslichkeit noch immer zwischen 85 und 90%.

Zusammenfassung

Der bittere Geschmack von Lupinenalkaloiden lässt sich im Wasser im Falle von Spartein noch im ppm-Bereich sensorisch nachweisen und nimmt über D-Lupaninperchlorat, Lupinin, Isolupanin, Hydroxylupanin ab.

Die Quellfähigkeit von Lupinensamen hat artenunterschiedliche Charakteristika. Die Quellgeschwindigkeit ist in *L. albus* etwas geringer als in *L. mutabilis*. Die Wasseraufnahme nimmt in heißem Wasser ab, die Quellgeschwindigkeit zu. Zur häuslichen Entbitterung empfiehlt es sich, die ganzen Lupinensamen eine halbe Stunde zu kochen und drei Tage in fließendem Wasser zu entbittern.

Der isoelektrische Punkt des Eiweißes von *L. mutabilis* liegt zwischen pH 4 und 4,5.

Summary

The bitter taste of lupin alkaloids can be sensorially detected in water within ppm-range. The strength of the taste diminishes as follows: sparteine, D-Lupaninperchlorate, lupinine, isolupinine and hydroxylupanine.

The swelling capacity of lupin seeds presents different characteristics according to the species. The swelling rapidity is in *L. albus* somehow inferior to that of *L. mutabilis*. The absorption of water decreases in hot water, and the swelling rapidity increases. For domestic debittering it is recommended to cook whole lupin seeds during half an hour and to debitter them for 3 days in flowing water.

The isoelectric point of the protein of *L. mutabilis* lies between pH 4 and 4.5.

Literatur

1. Gross, R., E. v. Baer: Die Lupine – ein Beitrag zur Nahrungsversorgung in den Anden, 1. Z. Ernährungswiss. **14**, 224–228, 1975. – 2. Morales, E., R. Gross, U. Gross, E. v. Baer: Die Lupine – ein Beitrag zur Nahrungsversorgung in den Anden, 3. Z. Ernährungswiss. – 3. Gross, R., E. v. Baer: Posibilidades del *Lupinus mutabilis* y *Lupinus albus* en los países andinos. Arch. Lat. Nutr. **27**, 451–472 (1977). – 4. Pinckney, A. J.: The Biuret Test as applied to the Estimation of Wheat Protein Cereal Chem. **38**, 501–506 (1961). – 5. Official Methods of Analysis of the Assoc. of Official Agricult. Chemists 284–285 (1950). – 6. Official Methods of Analysis of the Assoc. of Official Agricult. Chemists 343–344 (1960). – 7. Marscha, L., S. Wark, T. E. Furia: Special sensory panels for screening new synthetic sweeteners Food Technology **51** (1977). – 8. DIN 10959. – 9. v. Sengbusch, R.: Die Prüfung des Geschmacks und der Giftigkeit von Lupinen und anderen Leguminosen durch Tierversuche unter besonderer Berücksichtigung der züchterisch brauchbaren Methoden. Züchter **6**, 62–72 (1934). – 10. Couch, J. E.: Relative toxicity of lupin alkaloids. J. agric. Res. **32**, 51–67 (1926). – 11. Nowack, St. Wezyk: Preliminary Research on Lupine alkaloids' Toxicity for rabbit organism. Roczniki Nauk Rolniczych. **75**-B-3, 385–399 (1960). – 12. Keeler, R. F., R. Gross: Studies about the total alkaloid and anagyrine content of some bitter and sweet selections of different edible lupin species (in press). – 13. Junge, J.: Lupine and Quinua. An. Esc. de Ing. Univ, Concepción, Chile (1973). – 14. Pompei, C., M. Lucisano: Le Lupin (*L. albus*) comme source de protéines pour l'alimentation humaine. II. Production d'Isolats par Coagulation Acide et par Ultrafiltration – Diafiltration. Lebensm.-Wiss. u. -Technol. **9**, 338–344 (1976).

Anschriften der Verfasser:

R. Bleitgen, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ, Eschborn.

Dr. Ursula Gross, Dr. Rainer Gross, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ, z. Z. Instituto de Nutrición, Tizón y Bueno 276, Lima 11, Peru.