

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

Die Lupine, ein Beitrag zur Nahrungsversorgung in den Anden

3. Ernährungsphysiologische Untersuchung mit dem Mehl der Süßlupine (*Lupinus albus*)*

R. Gross, E. Morales, U. Gross und E. von Baer

Mit 3 Tabellen

(Eingegangen am 6. September 1976)

Schon zu Zeiten der Griechen und Römer wurden *Lupinus albus* und *Lupinus termis*, die beide demselben Formenkreis angehören, angebaut und nach ihrer Entbitterung gegessen (1). *Theophrastus*, *Censorius*, *Columella*, *Plinius* und *Varro* berichten über die landwirtschaftlichen Vorteile dieser anspruchslosen Pflanze, deren entbitterter Samen als Futter für das Vieh galt und der auch von den Menschen ohne Schädigungen verzehrt wurde. Darüber hinaus verwendete man den bitteren Sud als Heilmittel gegen „Eingeweidewürmer“ und Verdauungsfehler sowie äußerlich gegen zahlreiche Hautkrankheiten.

Noch vor hundert Jahren verzehrten vor allem die ärmeren Bevölkerungsschichten Süditaliens *Lupinus termis* in großen Mengen. Zur Entbitterung wurde der Samen zuvor einige Stunden in Säckchen ins Meer gehängt.

Der Anbau von *Lupinus albus* und *Lupinus termis* und somit die Nutzung des Samens erstreckte sich über die Mittelmeerstaaten bis hin in den Sudan und dessen Nachbarländer, wo der Samen von *Lupinus termis* noch heute als wichtige Eiweißquelle in der menschlichen und tierischen Ernährung gelten soll (2).

Allerdings nahm die Bedeutung von *Lupinus albus* und *Lupinus termis* in der menschlichen Ernährung aufgrund des umständlichen und teilweise unvollkommenen Entbitterungsprozesses immer mehr ab. Erst nach der Züchtung von alkaloidarmen Süßlupinen durch von *Sengbusch* gewann die Pflanze zur Deckung des Eiweiß- und Ölbedarfes wieder an Bedeutung (3). Dabei gelang es, den durchschnittlichen Alkaloidgehalt bei *Lupinus albus* von 1,668% auf 0,016–0,026% zu senken (4). Mit zahlreichen Fütterungsversuchen an verschiedenen Tierarten, insbesondere einem Fütterungsversuch an Ratten, der sich über vier Generationen erstreckte, wurde die ernährungsphysiologische Bedenkenlosigkeit der Süßlupine demonstriert (5, 6). Weitere Untersuchungen am Menschen, die *Bickel*

* Die Untersuchungen wurden im Rahmen der deutschen Entwicklungshilfe von der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Peru gefördert. Wir danken Herrn Prof. J. Junge, Universität Concepción, Chile, für die Überlassung des Süßlupinenmehles.

in Berlin durchführte, bestätigen, daß die Süßlupine auch ohne Probleme in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden kann, mit einer guten Verdaulichkeit von 88,3 % (7). Während des Zweiten Weltkrieges fand die Süßlupine in verhältnismäßig großem Umfang Eingang in die Nahrungsmittelproduktion. Da neben *Lupinus mutabilis* nun auch der Anbau der Süßlupine *Lupinus albus* in einigen Andenländern erste Erfolge zeigt, soll in der folgenden Untersuchung das Mehl der Süßlupine auf seine Verträglichkeit bei der peruanischen Bevölkerung getestet werden.

Material und Methoden

20 Kadetten einer Militärakademie in Lima, die aus einer Gruppe von 50 Freiwilligen nach einer medizinischen Kontrolluntersuchung ausgesucht wurden, erhielten über vier Wochen täglich $58,9 \pm 9,6$ g Lupinenmehl in zahlreiche Speisen ihrer Kantinenkost eingearbeitet. Ausgangsmaterial des Mehles war eine Neuzüchtung „Astra“ der Süßlupine *Lupinus albus*, die auf eine weitere Senkung des Alkaloidgehaltes ausgelesen wurde (8). Das Lupinenmehl stellte die Universität von Concepción, Chile, nach einem dort entwickelten Verfahren her (9). Die meisten bisher auf dem Markt erscheinenden Sorten variieren in ihrem Alkaloidgehalt zu stark, um in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden zu können.

Alle Personen wurden vor und nach der Studie eingehend untersucht. Am ersten und letzten Tag der Studie nahm man Blutproben, um mit Hilfe von Schnelltests Hämoglobin, Hämatokrit, Gesamtbilirubin und -protein, Harnstoff, Harnsäure und Glutamat-Oxalacetat-Transaminase zu bestimmen. Darüber hinaus wurde die Nährstoffaufnahme kontrolliert und nach den für Peru gültigen Nährstofftabellen bestimmt (10, 11).

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 gibt einen Aufschluß über einige anthropometrische Daten der Gruppe. Gewicht und Größe liegen über dem nationalen Durchschnitt (12). Das Gewicht nahm bis zum Ende der Versuchszeit nur unwesentlich zu.

Die Nährstoffaufnahme spiegelt Tabelle 2 wider. Dabei fällt die hohe Energieaufnahme mit 17,8 MJ auf, die allerdings für die in der Ausbildung stehenden Kadetten altersmäßig angepaßt ist (13).

Bei einer aufgenommenen Menge von $58,9 \pm 9,6$ g Lupinenmehl wurden $32,1 \pm 5,2$ g Lupineneiweiß verzehrt. Dies entspricht einem Anteil an Gesamteiweiß von $26,8 \pm 6,2$ %.

Seit langem weiß man, daß die Lupine zwei unterschiedliche Intoxikationen bewirken kann. Einerseits kann ein größerer Konsum von Bitter-

Tab. 1. Anthropometrische Daten der untersuchten Gruppe.

| | | \bar{x} | s |
|---------------|--------|-----------|-----|
| Alter (Jahre) | | 18,8 | 1,7 |
| Größe (cm) | | 172 | 5 |
| Gewicht (kg) | Anfang | 65,2 | 8,4 |
| | Ende | 65,6 | 8,4 |

Tab. 2. Nährstoffaufnahme der untersuchten Personen.

| | Gesamt | | pro kg Körpergew. | |
|-------------------|-----------|------|-------------------|------|
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| Energie (KJ) | 17 848 | 4214 | 275 | 62 |
| Eiweiß (g) | 116 | 25 | 1,8 | 0,4 |
| Fett (g) | 122 | 39 | 1,9 | 0,6 |
| Kohlenhydrate (g) | 657 | 177 | 10,1 | 2,7 |
| Lupinenmehl (g) | 58,9 | 9,6 | 0,9 | 0,1 |
| Lupineneiweiß (g) | 32,1 | 5,2 | 0,5 | 0,08 |

lupinen mit einem hohen Alkaloidgehalt Nervenschädigungen verursachen, die begleitet sind von schwankendem Gang, Schweißausbrüchen, Gleichgewichtsstörungen, Magen- und Darmbeschwerden, Mydriasis, Schwächeanfällen bis zum Koma. Bei einem Exzeß kann auch der Tod durch Atemlähmung und Herzstörungen auftreten (14). Zum anderen ist eine Intoxikation durch die Lupinose möglich, die durch ein Heptatotoxin verursacht wird (15). Die dabei auftretenden Leberschädigungen rühren nicht von den Lupinenalkaloiden her (16). Verantwortlich für die Lupinose sind Mykotoxine eines sekundären Befalls der Pflanze (17, 18). Die Leberläsionen sind im Serum durch einen stark erhöhten Bilirubin- und Serum-Glutamat-Oxalacetat-Transaminase-Spiegel (SGOT) nachweisbar (19, 18). Beide Intoxikationsmöglichkeiten versuchte man in der Untersuchung zu berücksichtigen.

Tabelle 3 zeigt alle im Blut untersuchten Variablen. Der Bilirubin- und SGOT-Gehalt liegt zu Versuchsbeginn und -ende im Normalbereich und änderte sich nicht. Darüber hinaus befanden sich die Hämoglobin-, Hämatokrit- und Gesamtproteinwerte im Normalbereich und veränderten sich nicht oder nur unwesentlich. Ebenso blieb der Harnstoffspiegel konstant. Lediglich der Harnsäuregehalt verringerte sich im Serum leicht signifikant. Da der Harnsäurespiegel beim Menschen durch zahlreiche unkontrollierbare Einflüsse stark fluktuieren kann, muß eine Erklärung für diese Senkung unabhängig von der Lupinendiät gesucht werden (20). Die

Tab. 3. Blutdatenvergleich zu Beginn und Ende der Studie der untersuchten Personengruppe.

| | Versuchsbeginn | | Versuchsende | |
|--------------------|----------------|------|--------------|------|
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| Hämoglobin (g%) | 14,3 | 0,9 | 14,3 | 0,8 |
| Hämatokrit (%) | 43,2 | 2,8 | 43,5 | 2,6 |
| Gesamtprotein (g%) | 7,2 | 0,5 | 7,0 | 0,6 |
| Gesamtbilirubin | 0,71 | 0,34 | 0,67 | 0,28 |
| SGOT (mg/ml) | 12,2 | 4,3 | 12,3 | 7,2 |
| Harnstoff (mg%) | 31,2 | 8,4 | 31,1 | 7,7 |
| Harnsäure (mg%) | 5,9 | 0,6 | 5,1 | 0,7 |

Blutdaten geben keinerlei Hinweis auf irgendwelche Organschädigungen, wie beispielsweise von Leber oder Nieren. Auch die eingehende Nachuntersuchung aller Personen ergab keinerlei Verdacht auf eine körperliche Schädigung. Alle Nervenleistungen waren normal. Herzfrequenz und Blutdruck blieben unverändert. Allergische Reaktionen konnten nicht beobachtet werden. Verdauungsstörungen in Form von Flatulenzen, die nach dem Verzehr der meisten Leguminosen auftreten, wurden nicht festgestellt.

Nach dieser Untersuchung spricht vom ernährungsphysiologischen Standpunkt nichts gegen eine Verwendung der Süßlupine als zusätzliche Eiweißquelle für die menschliche Ernährung. Allerdings muß gewährleistet sein, daß

1. der Alkaloidgehalt der Samen nicht über 0,02 % steigt, was züchterische und bzw. oder technologische Konsequenzen hat, da die meisten Sorten in ihrem Alkaloidgehalt zu stark variieren;
2. kein Befall von Sekundärpilzen in der Hülse und am Samen nachweisbar ist, die die Lupinose verursachen könnten.

Zusammenfassung

20 Personen erhielten über vier Wochen $58,9 \pm 9,6$ g Mehl von *Lupinus albus*. Alle Personen vertrugen das Süßlupinenmehl gut. Es konnten keine nennenswerten Veränderungen von Hämoglobin, Hämatokrit, Gesamtprotein, Harnstoff, Bilirubin und SGOT im Blut festgestellt werden. Die Lupine kann mit zur Eiweißversorgung in der menschlichen Ernährung beitragen, wenn sichergestellt ist, daß

1. der Alkaloidgehalt im Samen nicht über 0,02 % liegt und
2. der Samen frei von Sekundärpilzen ist, die eine Lupinose bewirken können.

Summary

Lupinus albus flour doses of 58.9 ± 9.6 g have been given to 20 persons. This sweet lupine flour has been digestible without complications in all cases. There have been no significant changes of hemoglobine, hematocrite, total protein, urea, bilirubine, and SGOT in the blood. So the lupine may be used for improvement of protein supply in men under the criteria that

- (1) the alkaloid content of the seed does not exceed 0.02 %,
- (2) the seed itself contains no secondary fungi which may cause a lupinosis.

Literatur

1. Kette, W., Die Lupine als Feldfrucht, 8. Aufl. (Berlin 1877). – 2. Grindley, D. N., A. A. Akour, J. Sci. Food Agric. 6, 461 (1955). – 3. Sengbusch, R. v., Landw. Jahrb. 91, 723 (1942). – 4. Hackbarth, J., H.-J. Troll, Lupinen als Körnerleguminosen und Futterpflanzen. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung. 2. Aufl. Bd. IV, 1–51 (Berlin und Hamburg 1959). – 5. Mangold, E., Sitz.-Ber. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin, Math.-naturwiss. Kl., Nr. 3, 1–46 (1950). – 6. Columbus, A., Tierernähr. 7, 543 (1935). – 7. Hackbarth, J., H. J. Troll, Anbau und Verwertung von Süßlupinen (Frankfurt am Main 1960). – 8. Baer, E. v., El lupino dulce. Rev. Semiente, Chile, 21–24 (1971). – 9. Junge, J., Estudio de Factibilidad Tecnica y Economica de un Centro de Tecnologias Agroindustriales, Univ. Concepción 1973. – 10. Instituto de Nutrición, Las composiciones de los alimentos peruanos (Lima 1969). – 11. Wu-Leung, W.-T., M. Flores, Tabla de Composición de Alimentos Para Uso en

América Latina (INCAP-ICNED 1961). – 12. Collazos, C. et al., La alimentación y el estado de nutrición en el Perú. Anales Fac. Med. Univ. May. San Marcos, Tomo XLIII No. 1. – 13. Anonym, FAO/WHO Handbook on Human Nutritional Requirements. Nutr. Rev. **33**, 147 (1974). – 14. Schmidlin-Mészáros, J., Mitt. a. d. Geb. d. Lebensm.unters. u. Hyg. **64**, 194 (1973). – 15. Gardiner, M. R., J. Comp. Path. **77**, 63 (1967). – 16. Peterson, Austral. J. exp. Biol. **41**, 123 (1963). – 17. Gardiner, M. R., Brit. Vet. J. **122**, 508 (1966). – 18. Van Wermelo, K. T., W. F. O. Marasas, T. F. Adelaar, T. S. Kellermann, I. B. J. Van Rensburg, J. A. Minne, J. S. Afr. Vet. Med. Ass. **41**, 235 (1970). – 19. Gardiner, M. R., W. H. Parr, J. Comp. Path. **77**, 51 (1967). – 20. Gross, R., A. Ramírez, C. Quadra, C. Collazos, U. Gross, W. Feldheim, Nutritional Test with green alga *Scenedesmus* with healthy and malnourished persons. X. Internationaler Ernährungskongreß, Kyoto, Japan (1975).

Anschriften der Verfasser:

Dr. Ursula Gross, Dr. Rainer Gross, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit gtz, z. Z. Instituto de Nutrición, Tizon y Bueno 276, Lima 11, Perú, Dr. Enrique Morales, Instituto de Nutrición, Tizon y Bueno 276, Lima 11, Perú, Erik von Baer, Campo Experimental, Gorbea, Chile