

Z. Ernährungswiss. 14, 229-233 (1975)

*Institutos Nacionales de Salud, Instituto de Nutricion
Jirón Tizón y Bueno No. 276, Lima II, Peru*

Die Lupine, ein Beitrag zur Nahrungsversorgung in den Anden

2. Die Proteinqualität von *Lupinus mutabilis* im Vergleich zu *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* und Soja max.

C. Ortiz, R. Gross und E. von Baer

Mit 2 Tabellen

(Eingegangen am 7. April 1975)

Obwohl die Lupine (*Lupinus mutabilis*) seit Jahrtausenden einen bedeutenden Beitrag zur Eiweißversorgung der Andenbewohner leistete, geriet sie immer mehr in Vergessenheit. Erst in letzter Zeit beschäftigt man sich mit der erstmals von von Sengbusch (1) erwähnten Möglichkeit, diese Lupinenart als Ölfrucht zu nutzen.

Zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeit dieser Leguminose gehört neben der Evaluierung des Öles auch eine Qualitätsprüfung des Ölkuchens. Gerade bei den Leguminosen wird die Proteinqualität nicht nur durch die Aminosäuresequenzen des Eiweißes bestimmt, sondern auch durch begleitende, wachstumshemmende Proteine oder Aminosäurederivate, wie Trypsinhemmer und Hämagglutinine. Die folgende Untersuchung soll mit dazu beitragen, mehr über die Eiweißqualität von *Lupinus mutabilis* im Vergleich zu anderen Lupinenarten (*L. albus* und *L. luteus*) und Soja zu erfahren.

Material und Methoden

Die Untersuchung erstreckte sich auf zwei Versuchsreihen zu 4 bzw. 10 Rattengruppen, die aus je 10 männlichen Ratten gebildet wurden. Das Alter der Tiere betrug $27,6 \pm 1,6$ Tage (1. Versuchsreihe) bzw. $19,9 \pm 1,1$ Tage (2. Versuchsreihe), entsprechend einem Gewicht von $59,2 \pm 5,5$ g bzw. $37,6 \pm 5,8$ g. Die Versuchsdurchführung erfolgte nach den Empfehlungen des Arbeitskreises für Proteinbewertung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere (2, 3). Danach wurden folgende Futtermischungen verabreicht:

Rohprotein (entsprechend 1,6 % N)	10 %
Saccharose	10 %
Sojaöl	5 %
Cellulose	4 %
Mineralstoffe	6 %
Vitamine (\pm Stärke)	2 %
Maisstärke	ab 100 %

Statt der vorgeschriebenen Reisstärke wurde eine auf dem lokalen Markt erhältliche Maisstärke verwendet. Bei dem Vergleichsprotein handelt es sich um das empfohlene vitaminfreie Kasein (95 Teile), das durch DL-Methionin (5 Teile) aufgewertet wurde.

Wegen des hohen Alkaloidgehaltes von *Lupinus mutabilis* (Herkunft: Cuzco, Peru) wurde der Samen nach einer von Jimenez (4) entwickelten Technik mit einem Ionenaustauscher entbittert. Die Samen von *Lupinus albus* var. Astra und *Lupinus luteus* var. Aurea (beide Herkunft Semillas Baer, Gorbea, Chile) sind nicht behandelt worden, da es sich bei beiden Sorten um alkaloidfreie Sorten handelt. Die Samen von *Chenopodium quinoa*, in Peru „quinua“ genannt und in Deutschland unter dem Namen „Reismelde“ bekannt, mußten auf Grund ihres Saponingehaltes mehrmals gewaschen werden, bis das Waschwasser klar blieb, sich kein Schaum mehr bildete und somit alle bitteren Saponine eliminiert waren. Zum Schluß wurden die Körner bei 40° C schonend getrocknet.

Alle Samen, einschließlich Soja (Herkunft: USA), wurden mit Schalen gemahlen, um sie dann so in die Nahrung einzumischen, daß der Rohproteingehalt 10 % betrug.

Einige Versuchsgruppen erhielten Samenmaterial, das 15 Minuten bei 110° C autoklaviert wurde, um dadurch etwaige vorhandene thermolabile, wachstums-hemmende Proteine zu zerstören.

Allen Tieren wurde täglich das Futter ad libitum gereicht.

Ergebnisse und Diskussion

Um die Ergebnisse beider Versuchsreihen vergleichbar zu gestalten, wurden die PER-Werte nach der Campbell-Correction (5) in Tabelle 2 dargestellt. Die unkorrigierten PER-Werte des Kontrollproteins beider Gruppen weichen voneinander ab, wobei der PER-Wert des Kaseins der Versuchsreihe 1 niedriger ist als der von Versuchsreihe 2. Dies liegt wahrscheinlich in dem um ein paar Tage höheren Alter der Tiere von Versuchsreihe 1 begründet und dem damit verbundenen höheren Anfangsgewicht. Auf Grund der Übereinstimmung der Gruppen Mr + Qu 1 und Mr + Qu 2 – beide unterscheiden sich nicht signifikant von den Testproteinen – lassen sich die beiden Versuchsreihen miteinander vergleichen. Der leichte Unterschied der beiden Versuchsgruppen Mr + Q 1 und Mr + Qu 2 liegt wahrscheinlich in den etwas unterschiedlichen Proteineigenschaften der geprüften Eiweißvertreter begründet.

Bei der Beurteilung des Eiweißes von *L. mutabilis* und *Ch. quinoa* sei zu berücksichtigen, daß es sich hierbei nicht um die Bewertung des ursprünglichen Eiweißes handelt, da ein Waschprozeß zur Entfernung der Alkaloide bzw. Saponine vorgeschaltet wurde. Sicherlich sind im Verlaufe der Behandlung der Samen freie Aminosäuren weggespült und andere Aminosäuren durch eine Maillard-Reaktion geblockt worden. Es ist deshalb möglich, daß die Eiweißqualität von *L. mutabilis* nicht nur wegen ihrer genetischen Eigenschaften deutlich unter der von *L. albus* und *L. luteus* liegt, sondern auch auf Grund des technologischen Entbitterungsprozesses. Hauptverantwortlich für den niedrigen PER-Wert von *L. mutabilis* ist der Mangel an schwefelhaltigen Aminosäuren, auch im Verhältnis zu den beiden anderen Lupinenarten (6, 7). Die von Martinod (8) noch niedriger ermittelte Proteinqualität von *L. mutabilis* (19 % des Testproteins) kann an dem unterschiedlichen Genmaterial liegen. Die verschiedenen Ökotypen können zum Teil recht stark variieren, weshalb auch differenzierte Proteinqualitäten zu erwarten sind. Außerdem kann der niedrigere Qualitätswert in einem anderen Auswaschungsverfahren begründet liegen. Der höhere PER-Wert von *L. albus* (Ar 2) und *L. luteus* (Lr 2) entsteht durch den größeren Gehalt an Methionin, wie bereits

beschrieben. Bei einer Methioninzugabe von 0,6 % zu rohem Mehl von *L. mutabilis* erreicht die Gruppe Mr + Met 2 einen PER-Wert von 133,7 %, bezogen auf die Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis bestätigt das Methionindefizit des Lupinenproteins. Bei gleicher Methioninzugabe übertrifft das Eiweiß von *L. mutabilis* die Proteinwertigkeit von Soja bei weitem.

Tab. 1. Rohproteingehalt der getesteten Eiweißquellen
in Prozent der Trockensubstanz ($N \times 6,25$)

Eiweißquellen	Rohprotein- gehalt
<i>Lupinus mutabilis</i> (1. V.)	45,8
<i>Lupinus mutabilis</i> (2. V.)	43,1
<i>Lupinus albus</i>	37,3
<i>Lupinus luteus</i>	41,8
<i>Chenopodium chinosa</i> (1. V.)	11,5
<i>Chenopodium chinosa</i> (2. V.)	12,9
Soja max.	36,0

Tab. 2. PER nach *Campbell*-Correction und prozentuale Proteinqualität im Vergleich zum Testprotein (= 100) von *L. mutabilis*, *L. albus*, *L. luteus*, Soja max. und *L. mutabilis* + Ch. quinoa

Versuchsreihe 1		PER (<i>Campbell</i> - Correction)	Prozentuale Protein- qualität
K 1	95 Teile Kasein + 5 Teile DL-Methionin	2,50 ± 0,25	100,0
Mr 1	<i>L. mutabilis</i> roh	0,93 ± 0,30	37,1
Ma 1	<i>L. mutabilis</i> autoklaviert	1,20 ± 0,23	48,2
Mr + Qu 1	40 Teile Protein von <i>L. mutabilis</i> roh + 60 Teile Protein von Ch. quinoa	2,42 ± 0,11	97,0
K 2	95 Teile Kasein + 5 Teile DL-Methionin	2,50 ± 0,30	100,0
Mr + Qu 2	40 Teile Protein von <i>L. mutabilis</i> roh + 60 Teile Protein von Ch. quinoa	2,71 ± 0,26	108,4
Ma + Qu 2	40 Teile Protein von <i>L. mutabilis</i> autoklaviert + 60 Teile Protein von Ch. quinoa	2,73 ± 0,22	109,1
Mr + Met 2	<i>L. mutabilis</i> + 0,6% Methionin	3,34 ± 0,32	133,7
Ar 2	<i>L. albus</i> roh	1,36 ± 0,29	54,4
Lr 2	<i>L. luteus</i> roh	1,50 ± 0,31	60,0
Sr 2	Soja max. roh	1,62 ± 0,31	67,3
Sa 2	Soja max. autoklav.	2,64 ± 0,26	105,6
Sr + Qu 2	40 Teile Protein von Soja max. roh + 60 Teile Protein von Ch. quinoa	1,79 ± 0,36	71,7
Sr + Met 2	Soja max. roh + 0,6% DL-Methionin	2,50 ± 0,22	99,8

Martinod (8) stellt bei einer Zugabe von 0,3 % L-Methionin zu *L. mutabilis* einen PER-Wert von 112 % fest, bezogen auf das Testprotein.

Da *Ch. quinoa* bei der Ernährung der Hochlandindios Südamerikas ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, wurde der Samen dieser Pflanze in die Untersuchung mit eingeschlossen. Wegen des hohen Anteiles an Methionin im Samen wurde das Eiweiß auf seine mögliche Ergänzungswirkung getestet (9). Wie bereits erwähnt, liegen die Werte der Proteinqualität der Mischeiweiße von *Ch. quinoa* und *L. mutabilis* bei beiden Gruppen Mr + Qu 1 und Mr + Qu 2 mit ihren korrespondierenden Testproteinen gleich. Die Ergänzungswirkung von Quinoa ist also zu dem Eiweiß von *L. mutabilis* beträchtlich.

Autoklavierter Samen von *L. mutabilis* besitzt eine signifikant bessere Proteinwertigkeit als nichtautoklaviertes Material. Diese Beobachtung wurde bereits bei anderen Lupinenarten gemacht (10). Allerdings ist der Unterschied wesentlich geringer als bei Soja. Diese relativ geringe Verbesserung des PER-Wertes kann durch einen besseren Proteinaufschluß und daher eine höhere Verdaulichkeit bedingt sein. Es ist aber auch denkbar, daß in *Lupinus mutabilis thermolabile*, wachstumshemmende Proteine vorhanden sind, die in den meisten Leguminosen vorhanden sein sollen (11). Sollte es sich hier um Trypsinhemmer handeln, so scheinen diese im Vergleich zu Soja von weitaus geringerer Bedeutung zu sein, wie die beiden Vergleichsgruppen Sr 2 und Sa 2 zeigen. Durch den Zusatz von 0,6 % DL-Methionin im rohen Sojamehl erreicht man beinahe denselben PER-Wert wie mit autoklaviertem Soja. Diese Werte decken sich mit den Untersuchungen von Liener (12). Der Autor wies auf einen Zusammenhang zwischen der Anwesenheit von Trypsinhemmern und schwefelhaltigen Aminosäuren hin. Ein Ergänzungseffekt von Quinoa ist im Gegensatz zum Lupineneiweiß bei rohem Sojamaterial nicht festzustellen. Wahrscheinlich genügt die Zufuhr an schwefelhaltigen Aminosäuren durch Quinoa bei Soja bei weitem nicht, um den Effekt der Trypsinhemmer zu kompensieren. Dies deutet darauf hin, daß die Anwesenheit von wachstumshemmenden, thermolabilen Stoffen in *L. mutabilis* wesentlich unbedeutender ist, wenn sie nicht überhaupt in Frage gestellt werden muß. Eine endgültige Klärung dieses Problems kann nur durch eine enzymatische Untersuchung geklärt werden.

So ist es auch nicht weiter verwunderlich, wenn eine signifikante Steigerung der Proteinqualität des Mischeiweißes von Quinoa mit autoklaviertem Lupinenmaterial anstelle von rohem (Ma + Qu 2) nicht zu erreichen ist. Eine thermische Behandlung von *L. mutabilis* allein aus Gründen einer Qualitätsverbesserung des Eiweißes scheint also nicht gerechtfertigt, solange das Lupinenmaterial mit anderen Eiweißen gemischt wird und die Aminosäuresequenz dieses Mischproteins ausbalanciert ist. Bei Zufuhr von Methionin kann der Samen von *L. mutabilis* als wertvolle Eiweißquelle Eingang in die tierische und menschliche Ernährung finden.

Zusammenfassung

In einem Wachstumstest an Ratten wurde die Proteinqualität von *Lupinus mutabilis* im Vergleich zu *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* und Soja getestet. Der niedrige PER-Wert von 37,1 %, bezogen auf Kasein (= 100 %), liegt in dem

starken Mangel an Methionin begründet und läßt sich durch Zumischen von 0,6 % DL-Methionin oder eines an schwefelhaltigen Aminosäuren reichen Samens, wie *Chenopodium quinoa*, auf 133,7 % oder 97,0 bzw. 108,4 %, bezogen auf das Testprotein, steigern. Wachstumshemmende Proteine, wie Trypsinhemmer, die in vielen Leguminosen vorhanden sind, scheinen nicht oder nur im geringen Maße im Samen von *Lupinus mutabilis* vorhanden zu sein.

Literatur

1. Sengbusch, R. von, Süßlupinen und Öllupinen. *Ldw. Jb.* **91**, 5, 719–880 (1942).
2. Müller, R., *Zschft. Tierphys. Tierern. Futtermkde.* **19**, 5, 257–320 (1964).
3. Cremer, H. D., Publication 1100, Nat. Ac. of Sciences, Nat. Res. Council, Washington D.C.P.P., 31–33 (1969).
4. Jimenez, S., Estudios Químico-Tecnológicos en *lupinus mutabilis* (Tarhui). In: Proyecto de lupino, Informe No. 2, Ed. by R. Gross und E. von Baer, Instituto de Nutrición, Lima, Peru, 23–35 (1974).
5. Campbell, J. A., *J. Agr. Food Chem.* **8**, 323–327 (1960).
6. Gladstones, J. S., Lupins as crop plants. *Fields crop abstr.* **23**, 2, 123–149 (1970).
7. Gross, R. und E. von Baer, Die Lupine, ein Beitrag zur Nahrungsversorgung in den Anden. 1. Allgemeine Gesichtspunkte (1975).
8. Martinod, M. S., *Eev. Ecuatoriana de Med.* **II**, 4, 199–205 (1964).
9. Collazos, C. et al., La Composición de los Alimentos Peruanos. Instituto de Nutrición, Lima, Peru (1964).
10. Hore, E. L., *J. Sci. Food Agr.* **25**, 851 (1974).
11. Liener, I. E., Txis Factors in Protein Foods. In: *Proteins in Human Nutrition*. Ed. by J. W. G. Porter and B. A. Rolls, 481–500 (London and New York 1974).
12. Liener, I. E., Effect of heat on plant proteins. In: *Processed Plant Protein Foodstuffs*. Ed. by A. M. Altschul 79–130 (New York 1958).

Anschriften der Verfasser:

- Dr. Cesar Ortiz, Instituto de Nutrición, Tizón y Bueno 276, Lima 11, Peru
Dr. Rainer Gross, Instituto de Nutrición c Bueno 276, Lima 11, Peru
Erik von Baer, Campo Experimental, Casilla 943, Gorbea, Chile