

Schnelle Bestimmung der Futterqualität und der Aminosäuren von Erbsen mittels Nah-Infrarotspektroskopie*

Aulrich, K.¹, Böhm, H.¹ und Jürgens, H.-U.²

Keywords: feed quality, amino acids, NIRS, peas

Abstract

The EU-VO 889/2008 sets the year 2012 as the deadline for the exclusive use of organically produced feedstuffs. Protein and amino acid requirements must then be satisfied with local protein-rich feeds. Analytical data of organic feeds, as compared with conventional table values, shows clear deviation of protein and amino acids between conventional and organic feeds. The standard tabular values are not sufficient for the calculation of the feed rations in organic monogastric nutrition. Exact knowledge of the main ingredients and amino acid contents are needed for an acceptable calculation of the feed rations, and for this reason a fast and easy analytical method is necessary. The ability of NIRS to evaluate the quality and content of amino acids in peas was studied. Pea samples from different areas in Germany (n=207) were analysed and used to develop NIRS equations. The performance data obtained shows that the main ingredients and the amino acids could be well predicted with the NIRS. The prediction accuracy for the sulfur-containing amino acids was satisfactory. Pea samples from a future season should be used to improve the stability of the data and to check the quality of the calibrations.

Einleitung und Zielsetzung

In der ökologischen Geflügel- und Schweineproduktion weisen die Futterrationen zum Teil erhebliche Defizite auf, die vor allem aus Schwankungen in der Qualität des Rohproteins, insbesondere der Gehalte an essentiellen Aminosäuren, resultieren. Dies erschwert die Einführung der 100 % Biofütterung, die ab 1. Januar 2012 gesetzlich vorgeschrieben ist, erheblich. Sollen einheimische Körnerleguminosen zukünftig verstärkt als Alternative zu hochwertigen konventionellen Proteinfuttermitteln genutzt werden, sind genaue Kenntnisse über Protein- und Aminosäuregehalte sowie Aminosäuremuster erforderlich. Eigene Analysendaten zeigen, dass die Schwankungen in ökologisch erzeugten Futtermitteln deutlich höher sind als in konventionellen, so dass eine Berechnung von Öko-Futterrationen auf Basis der DLG-Futterwerttabellen (DLG 1991) nicht zu zufriedenstellenden Resultaten führt. Auch durch Anbauoptimierungen wird man die Schwankungen nicht vermeiden können, da sie erheblich durch die Witterung und Standortfaktoren beeinflusst werden. Optimierte Rationen sind daher nur unter Zuhilfenahme einer schnellen und zeitnahen Analytik zur Erfassung der Inhaltsstoffe zu erreichen.

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, Land, karen.aulrich@vti.bund.de, www.vti.bund.de

²Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß-Lüsewitz, hans-ulrich.juergens@jki.bund.de

*Die Untersuchungen sind Bestandteil des Forschungsprojektes „Schwankungen der Inhaltsstoffe in Öko-Futtermitteln: schnelle Bestimmung der Inhaltsstoffe zum sicheren Umgang mit dem Problem“ (BÖL-FöKz 06OE110)

Zur Bewertung der Proteinqualität als auch des Aminosäuremusters der Futtermittel kommen verschiedene analytische Methoden zum Einsatz, die sehr zeit- und kostenaufwendig sind. Als schnelle, kostengünstige Alternative bietet sich die Schätzung mittels Nah-Infrarotspektroskopie (NIRS) an. Voraussetzung für die Anwendung der NIRS sind allerdings stabile Kalibrierungen für jeden zu schätzenden Inhaltsstoff, die aus Analysendaten der klassischen Methoden erstellt werden.

Ziel der vorgestellten Untersuchungen war es daher, die Eignung der NIRS zur schnellen, zeitnahen Schätzung der Futterqualität und der essentiellen Aminosäuren (AS) von Futtererbsen als ein Beispiel für einheimische Leguminosen zu prüfen. Weiterhin sollte der Einfluss des Vermahlungsgrades der Erbsen auf die Güte der Vorhersage der Rohnährstoffe untersucht werden.

Methoden

Aus Anbauversuchen der Landwirtschaftskammern wurden 207 Futtererbsenproben des Erntejahres 2008 zur Verfügung gestellt. Nach der Ernte wurden die Proben an das Institut für Ökologischen Landbau versandt, hier getrocknet (60 °C), vermahlen (Cyclotec, FOSS, Sieb: 1 mm und 0,5 mm) und sowohl mittels klassischer chemischer Analytik untersucht als auch NIR-spektroskopisch vermessen.

Die Aufnahme der NIR-Spektren erfolgte am FT-NIR-Spektrometer (NIRLab, Fa. Büchi, Essen) im Spektralbereich von 1000 – 2500 nm mit einer Schrittweite von 1 nm in diffuser Reflexion. Die Proben wurden sowohl als Ganzkörner vermessen als auch in den Vermahlungsgraden 1 und 0,5 mm und jeweils dreimal gescannt, das Mittelwertspektrum gebildet und für die spätere chemometrische Berechnung verwendet.

Die Referenzanalytik zur Bestimmung der wichtigsten Inhaltsstoffe wurde mittels chemischer Analytik (Vermahlung 1 mm) nach den Verbandsmethoden der VDLUFA (1997) durchgeführt. Die AS-Analyse (Vermahlung 0,5 mm) erfolgte am Julius Kühn-Institut durch Säurehydrolyse entsprechend der EU-Richtlinie 98/64/EG (1998) und anschließender Derivatisierung der freien Aminosäuren nach dem 6-Aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidylcarbamate (ACCQ)-Verfahren (Cohen und Michaud 1993). Die derivatisierten Aminosäuren wurden mittels HPLC an einer Luna 3µm C18(2) 150x2 mm Säule (Phenomenex, Aschaffenburg) analysiert. Die mit der Referenzanalytik ermittelten Analysewerte dienten als Datengrundlage für die Erstellung der Kalibrierungen zur Schätzung der Gehalte an Rohprotein (XP), -faser (XF), -fett (XL), -asche (XA), Trockensubstanz (T), Stärke (XS), Zucker (XZ) und der AS. Die Kalibrierungen wurden mit der Chemometriesoftware NIRCal (Fa. Büchi, Essen) erstellt, nach Import der zuvor aufgenommenen Spektren in NIRCal. Es standen 140 Proben zur Verfügung, für die Validierung waren es 67 Proben. Die Güte der Kalibrierung wurde anhand folgender statistischer Kennzahlen bewertet: Standardfehler der Vorhersagen (SEP), Regressionskoeffizienten der Kalibrierungen (RK).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Rohnährstoffanalytik, dargestellt in Tabelle 1, zeigen im Vergleich mit den Tabellenwerten aus den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1991) deutliche Unterschiede in allen Parametern außer für XF. Die XP-Gehalte liegen deutlich unter den konventionellen Tabellenwerten, wohingegen die XL-, XS- und XZ-Gehalte über den konventionellen Werten liegen. Die Spannbreiten sind sehr hoch. Ein weiterer Aspekt der Untersuchungen war es, zu vergleichen inwieweit sich der Vermahlungsgrad der Erbsen auf die Güte der Vorhersage auswirkt.

Tabelle 1: Rohnährstoffe (Mittelwerte und Spannweiten der nasschemischen Analyse) in Futtererbsen im Vergleich mit DLG-Werten (DLG 1991) und statistische Kennzahlen der NIR-Kalibrationen unterschiedlicher Vermahlungsgrade

Inhaltsstoff (n=207)	Mittelwert und Spannweite (g/kg T)	DLG (1991) (n=104)	R _k GK	R _k 1 mm	R _k 0,5 mm	SEP GK	SEP 1 mm	SEP 0,5 mm
Rohprotein	230 ± 14 194 – 267	259 ± 18	0,95	0,97	0,97	4,8	3,5	3,9
Rohfett	20 ± 1,6 17 – 25	15 ± 5	0,82	0,82	0,90	0,95	0,91	0,67
Rohfaser	68 ± 6 55 – 82	68 ± 14	0,89	0,86	0,90	2,6	2,8	2,6
Rohasche	30 ± 2 23 – 36	37 ± 11	0,89	0,86	0,89	0,98	1,2	1,1
Stärke	522 ± 16 473 – 553	475 ± 59	0,90	0,94	0,93	7,2	5,4	6,2
Zucker	75 ± 4 66 – 87	66 ± 6	0,75	0,77	0,91	3,1	2,7	1,8

R_k: Regressionskoeffizient der Kalibrierung, SEP: Standardfehler der Vorhersage, GK: Ganzkorn, 1 mm Sieb, 0,5 mm Sieb

Tabelle 2: Statistische Kennzahlen der NIR-Kalibrationen der Aminosäuren in Futtererbsen (Vermahlungsgrad 0,5 mm)

Aminosäuren (n=207)	Spannweite (g/kg T)	R _k	SEP
Lysin	14,7 - 19,1	0,94	0,33
Methionin	0,34 - 0,62	0,89	0,028
Cystein	2,06 - 3,78	0,87	0,17
Threonin	7,68 - 9,84	0,94	0,16
Arginin	14,9 - 24,0	0,96	0,57
Histidin	4,77 - 6,47	0,96	0,11
Isoleucin	8,70 - 11,7	0,95	0,19
Leucin	14,6 - 19,4	0,95	0,31
Phenylalanin	10,1 - 13,2	0,96	0,18
Valin	10,1 - 13,0	0,96	0,18
Prolin	6,70 - 9,32	0,96	0,17
Serin	8,77 - 11,9	0,96	0,17
Alanin	8,69 - 11,2	0,95	0,18
Asparagin	22,0 - 30,8	0,96	0,52
Glutamin	33,4 - 45,5	0,97	0,71
Glycin	9,0 - 11,7	0,96	0,18
Tyrosin	7,32 - 9,35	0,95	0,14

R_k: Regressionskoeffizient der Kalibrierung, SEP: Standardfehler der Vorhersage

Tabelle 1 zeigt die Standardfehler der Vorhersage und die Regressionskoeffizienten der Kalibrierung von Ganzkornproben im Vergleich zu den Vermahlungsgraden 1 und 0,5 mm, die für die Rohnährstoff- bzw. die AS-Analytik üblich sind. Je höher der Vermahlungsgrad ist, umso geringer wird der Fehler der Vorhersage und umso besser wird die Kalibrierung, was sich in den Regressionskoeffizienten ausdrückt, lediglich für XP und XS wird keine Verbesserung von 1 mm zu 0,5 mm verzeichnet. Dahingegen wird für XZ die Güte der Kalibrierung von 1 zu 0,5 mm deutlich verbessert.

Die Spannbreiten der Referenzanalytik für die AS in den untersuchten Erbsen und die Kennzahlen zur Einschätzung der Güte der Vorhersage der Gehalte mittels NIRS sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Regressionskoeffizienten der Kalibrierungen liegen für alle AS zwischen 0,94 und 0,97, lediglich für Methionin und Cystein werden mit 0,87 bzw. 0,89 Werte unter 0,9 erhalten. Die Standardfehler der Vorhersage sind für alle AS niedrig, so dass die Vorhersage mittels NIRS für alle nichtschwefelhaltigen AS als sehr gut eingeschätzt werden kann, für Methionin und Cystein als gut.

Diskussion

Die Schwankungsbreite in den Gehalten der Rohnährstoffe, die in früheren Arbeiten (z.B. Böhm *et al.* 2007) beschrieben wurden und die Abweichungen von den Standardtabellenwerten (DLG 1991) bestätigten sich in den Untersuchungen. Weiterhin zeigt sich, dass mit dem Probenmaterial eines Erntejahres bereits sehr gute Kalibrationen für die Vorhersage der Rohnährstoffe und der meisten Aminosäuren in Futtererbsen erstellt werden konnten, für Methionin und Cystein sind sie als gut zu bewerten. Im Vergleich mit den von Fontaine *et al.* (2001) entwickelten Kalibrationen für Futtererbsen sind die Regressionskoeffizienten für XP und alle AS der dargestellten Untersuchungen besser und die Standardfehler kleiner.

Schlussfolgerungen

Die guten und sehr guten Vorhersagegenauigkeiten der Rohnährstoffe und der Aminosäuregehalte müssen durch die Analyse der Proben eines weiteren Erntejahres überprüft werden; erst dann kann eine Aussage über die Anwendbarkeit der Kalibrationsgleichungen getroffen werden. Weiterhin ist zu prüfen, ob die Schätzgenauigkeiten bei Messung von Ganzkornproben ausreichend für die Erstellung von Futterrationen sind. Dies würde eine weitere große Vereinfachung der Analytik bedeuten.

Literatur

- VDLUFA (1997): Methodenbuch Band III: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen – Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Richtlinie 98/64/EG (1998): Zur Festlegung gemeinschaftlicher Analysemethoden für die Bestimmung von Aminosäuren, Rohfetten und Olaquinox in Futtermitteln und zur Änderung der Richtlinie 71/393/EWG, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 257/14.
- Cohen S.A., Michaud D.P. (1993): Synthesis of A Fluorescent Derivatizing Reagent, 6-Aminoquinolyl-N-Hydroxy-succinimidyl Carbamate, and Its Application for the Analysis of Hydrolysate Amino-Acids Via High-Performance Liquid-Chromatography. *Anal Biochem* 211: 279-287.
- Böhm H., Aulrich K., Berk A. (2007) Rohprotein- und Aminosäuregehalte in Körnerleguminosen und Getreide. In: Zikeli S., Claupein W., Dabbert S. (Hrsg.) *Zwischen Tradition und Globalisierung* : Bd. 2. Berlin , Köster, S. 569-572.
- Fontaine J., Horr J., Schirmer B. (2001): Near-infrared reflectance spectroscopy enables the fast and accurate prediction of the essential amino acid contents in soy, rapeseed meal, sunflower meal, peas, fishmeal, meat meal products, and poultry meal. *J Agric Food Chem* 49: 57-66.