

Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau - Variabilität wichtiger Inhaltsstoffe in Abhängigkeit vom Standort -

Breeding of lupines for the ecological farming Variability of important ingredients in relation to location

H.-U. Jürgens¹, G. Jansen¹ und J. Kuhlmann²

Keywords: development of organic agriculture, crop farming, blue lupin

Schlagwörter: Entwicklung Ökolandbau, Pflanzenbau, Blaue Lupine

Abstract:

Lupines are used as protein-rich feeding stuff with high quality for the organic farming. Therefore important quality parameters are estimated in different cultivars and breeding lines of blue lupins in relation to location. Protein content, amino acid composition, fat and fatty acid composition, as well as antinutritive substances (raffinose oligosaccharides and alkaloids) were often more different between locations than cultivars. The reason for differences in content and composition of the ingredients is caused probably by diverse environmental conditions especially soil acidity (pH-value).

Einleitung und Zielsetzung:

Der Anbau von einheimischen Körnerleguminosen hat im ökologischen Landbau für die Betriebe eine besondere Bedeutung bei der Versorgung mit proteinreichen Futtermitteln und stellt gleichzeitig neben der organischen Düngung eine wichtige Quelle für die Zufuhr von Stickstoff in den Boden dar. Nach Erbsen rangiert der Anbau von Lupinen mit einer durchschnittlichen Anbaufläche von 40.000 ha im Jahr an zweiter Stelle noch vor den Ackerbohnen (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006). Dies wurde durch die Züchtung von bitterstoffarmen Sorten mit einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Anthraknose (*Colletotrichum gloeosporioides*) vornehmlich bei der Blauen Lupine (*Lupinus angustifolius*) ermöglicht.

In einem 2-jährigen Versuch wurden aktuelle Sorten und Zuchtmaterial auf ihre wertgebenden Inhaltsstoffe an 3 ökologischen Standorten geprüft. Die Untersuchungen umfassten die Bestimmung von Protein, Fett und freien Zuckern einschließlich der Raffinoseoligosaccharide (RFO's), die ebenso wie die analysierten Alkaloide den antinutritiven Substanzen zugeordnet werden. Weiterhin wurde die Proteinqualität hinsichtlich ihrer Zusammensetzung an wichtigen, insbesondere schwefelhaltigen, Aminosäuren betrachtet.

Im folgenden Beitrag sollen die Ergebnisse vorgestellt und in Abhängigkeit vom Standort diskutiert werden.

Methoden:

Der Anbau der Lupinen (17 Blaue, darunter 5 Zuchtstämme) erfolgte in 4facher Wiederholung auf zwei ökologischen Standorten in Mecklenburg-Vorpommern (Groß Lüsewitz, Gülzow) und auf einem ökologischen Standort in Niederbayern (Bogen).

Der Rohstickstoff wurde nach Kjeldahl bestimmt und der Rohproteingehalt aus dem nach Kjeldahl bestimmten Stickstoffgehalt durch Multiplikation mit 6.25 berechnet. Die Aminosäurenanalyse erfolgte nach Hydrolyse der Proteine und Derivatisierung der freigesetzten Aminosäuren mit 6-Aminoquinolyl-N-Hydroxysuccinimidyl-Carbamat an

¹Institut für abiotische Stresstoleranz, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Rudolf-Schick-Platz 3, 18190 Groß Lüsewitz, Deutschland, h.juergens@bafz.de

²Saatzucht Steinach GmbH, Station Bornhof, Klockower Str. 11, 17219 Bocksee, Deutschland

der HPLC mittels fluoreszenzspektrometrischer Detektion (COHEN & MICHAUD 1993). Die Alkaloide wurden zuerst mit Salzsäure extrahiert, anschließend an einer Chem-Elut Säule aufkonzentriert und am GC/MS bzw. GC identifiziert und quantifiziert (TORRES et al. 2002, WINK et al. 1995). Die Bestimmung der mit wässrigem Methanol extrahierten RFO's erfolgte nach Umsetzung zu den Trimethylsilylethern am GC (GORECKI et al. 1997). Am GC wurde ebenfalls die Fettsäurezusammensetzung des extrahierten Öls nach Umesterung zu den Methylestern bestimmt (ARENS et al. 1994).

Ergebnisse und Diskussion:

Über das durchschnittlich um ein Drittel höhere Ertragsniveau der Blauen Lupinen (Sorten und Zuchtstämme) mit über 30 dt/ha auf den beiden ökologischen Standorten in Gülzow und Groß Lüsewitz gegenüber dem Standort Bogen in den Versuchsjahren 2004 und 2005 wurde bereits berichtet (JANSEN et al. 2005b). Als Ursache wird eine unterschiedliche Bodenstruktur und Nährstoffverfügbarkeit auf den Standorten angenommen. So zeichnen sich beide Standorte in Mecklenburg-Vorpommern durch leichtere Böden mit niedrigerem pH-Wert aus, während im niederbayrischen Bogen kalkhaltiger Boden mit hohen pH-Werten vorhanden ist. Gleichzeitig wurden auch gravierende Differenzen im Rohproteingehalt zwischen diesen Standorten beobachtet. Die Unterschiede zwischen dem Standort Bogen mit durchschnittlich etwa 21% Rohprotein und den beiden Standorten in Mecklenburg-Vorpommern mit durchschnittlich etwa 30% Rohprotein waren so groß, dass die Sortenunterschiede fast vernachlässigbar waren (JANSEN et al. 2005a). Werden die Proteingehalte im Zusammenhang mit den Erträgen betrachtet, multiplizieren sich die Differenzen zwischen den Standorten und führten auf den schwach sauren Böden zu einem Proteinertrag von durchschnittlich 10 dt/ha gegenüber 4 dt/ha auf dem kalkhaltigen Boden. Nachfolgend sollen weitere wichtige Inhaltsstoffe näher betrachtet werden. Der Rohfettgehalt unterschied sich innerhalb der Sorten und Zuchtstämme an einem Standort ebenfalls nur geringfügig und betrug für die Standorte in Mecklenburg $4.0\pm 0.6\%$ (2004) bzw. $5.7\pm 0.6\%$ (2005). Am bayrischen Standort Bogen hingegen lagen die Werte mit $6.5\pm 0.5\%$ (2004) bzw. $7.3\pm 0.7\%$ (2005) signifikant höher. Die im Fett hauptsächlich gefundenen ungesättigten Fettsäuren waren Linol-, Öl- und Linolensäure mit einem gesamten prozentualen Anteil von durchschnittlich 80%. Die gesättigten Fettsäuren bestanden überwiegend aus Palmitin- und Stearinsäure. Der Gesamtanteil an ungesättigten Fettsäuren war in beiden Versuchsjahren unabhängig vom Standort, jedoch wurde insbesondere im Jahre 2005 am bayrischen Standort eine Verschiebung zu höheren Anteilen an Linolsäure beobachtet.

Für eine ökologische Nutzung von Lupinen als Futtermittel hat die Proteinqualität eine besondere Bedeutung, da fehlende Aminosäuren nicht ergänzt werden können, wie es bei Futtermitteln aus konventionellem Anbau möglich ist. Der Bedarf an einzelnen Aminosäuren wird in der Tierernährung im Verhältnis zum Lysin als erstlimitierende Aminosäure angegeben. Hier sind vor allem neben Lysin der Gehalt an Methionin + Cystin und Threonin zu betrachten. In der Tierfütterung für Monogastride wird das optimale Verhältnis von Lysin : Methionin + Cystein : Threonin im Protein mit 100 : 60 : 60 angestrebt (JEROCH et al. 1999). Es ist bekannt, dass Lupinen häufig ein Defizit an den essentiellen schwefelhaltigen Aminosäuren haben (SUJAK et al. 2006) und es wird bei der Berechnung der Aminosäuren über Futterwerttabellen im Allgemeinen von einer gleich bleibenden Aminosäurezusammensetzung der Proteine ausgegangen.

Um diese Aussage zu prüfen, wurde von allen geernteten Proben eine vollständige Aminosäureanalyse mit Ausnahme von Tryptophan durchgeführt. Als Ergebnis wurden signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung des Proteins zwischen den

Standorten in Mecklenburg und Niederbayern gefunden, die auch hier häufig größer waren, als die innerhalb der Sorten. So betrugen die Werte für Lysin bezogen auf 100 g Protein im untersuchten Sortiment der Blauen Lupine in Bogen 5.27 ± 0.32 g (2004) bzw. 5.23 ± 0.82 g (2005) und in Groß Lüsewitz 4.62 ± 0.66 g (2004) bzw. 4.55 ± 0.24 g (2005). Die gleichen Aussagen konnten für Cystein und Methionin getroffen werden. Hier lagen die Mittelwerte in Mecklenburg für alle Sorten über beide Jahre für Cystein bei 1.53 g und für den bayrischen Standort bei 1.95 g je 100 g Protein. Für Methionin wurden bei gleicher Auswertung der Messergebnisse 0.60 g bzw. 0.80 g auf 100 g Protein berechnet. Auch bei Threonin konnte mit 3.74 g auf 100 g Protein in Bogen ein um etwa 8% höherer Wert gefunden werden. Werden diese Einzelergebnisse zusammengefasst, so wurden auf dem bayrischen Standort zwar einerseits geringere Proteinträge dafür aber andererseits bessere Proteinqualitäten erzielt. Trotzdem bleibt ein insgesamt unzureichender Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren und insbesondere an Methionin.

Wichtige antinutritive Inhaltsstoffe der Lupine und auch anderer Leguminosen sind die Raffinoseoligosaccharide zu denen die Raffinose, Stachyose und Verbascose gehören. Aufgrund des Fehlens von α -1,6-Galactosidase im Verdauungstrakt der Monogastriden werden diese Verbindungen erst im Dickdarm durch Mikroorganismen unter Bildung von Gasen fermentativ abgebaut (MINORSKY 2003) und führen zu einer erhöhten Flatulenz. Die in den untersuchten Blauen Lupinen gefundenen Gehalte an RFO's lagen 2004 bei 3.7% und im darauf folgenden Jahr bei 3.5% mit einem relativen Anteil von 16% Raffinose, 54% Stachyose und 30% Verbascose. Signifikante Unterschiede zwischen den Standorten bezüglich der verschiedenen Bodenqualitäten über beide Jahre wurden nicht beobachtet, jedoch lagen 2004 die Werte in Groß Lüsewitz um durchschnittlich 8% niedriger.

Die Saccharose gehört nicht zu den antinutritiven Substanzen, ihr Gehalt ist aber für die qualitative Bewertung als Futter von Bedeutung und betrug im Jahre 2004 1.6% und 2005 1.9%. Neben diesem Jahresunterschied wurde für den Standort Groß Lüsewitz im Jahre 2005 ein signifikant höherer Mittelwert von 2.2% Saccharose gegenüber den anderen Standorten gefunden.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Bewertung antinutritiver Inhaltsstoffe der Lupine sind die toxisch wirkenden Quinolizidin-Alkaloide, die den typischen bitteren Geschmack verursachen. Als alkaloidarme, auch als Süßlupinen bezeichnete Formen, gelten Lupinensorten mit einem Alkaloidgehalt von weniger als 0,05%. Häufig vorkommende Alkaloide der Blauen Lupine mit ihren relativen Anteilen sind Lupanin (59%), 13-Hydroxy-Lupanin (18%), Iso-Lupanin (5%) und das Angustifolin (14%), das nur in dieser Lupinenart in erhöhten Anteilen vorliegt.

Werden zunächst die prozentualen Gesamtmengen der Alkaloide in Abhängigkeit vom Anbauort betrachtet, so zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen Groß Lüsewitz mit 0.03% über beide Versuchsjahre und dem bayrischen Bogen mit nur 0.005% im Jahre 2004 und 0.002% im Jahre 2005. Auch auf dem zweiten mecklenburgischen Standort wurden deutlich höhere Alkaloidmengen im Vergleich zum bayrischen mit zusätzlichen Jahresunterschieden von 0.04% im Jahre 2004 und 0.02% im Jahre 2005 beobachtet.

Die geringen Gesamtalkaloidgehalte auf dem bayrischen Standort sind hauptsächlich auf niedrigere Lupanin-Werte zurückzuführen, die sich dann auch in einem niedrigeren relativen Anteil von 24% (2005) widerspiegeln.

Auf den leichten Böden in Mecklenburg mit einem insgesamt erhöhten Alkaloidniveau lassen die niedrigeren Alkaloidgehalte in den neu zugelassenen Sorten bzw. unter-suchten Zuchtstämmen den Züchtungsfortschritt der letzten Jahre klar erkennen. So betragen auf diesen Standorten die Alkaloidmengen bei den Sorten, die bis ein-schließlich 2000 zugelassen wurden, im Mittel 0.048% (2004) bzw. 0.035% (2005) und bei jüngeren Sorten 0.025% (2004) bzw. 0.018% (2005).

Schlussfolgerungen:

Der Einfluss von Standort und Sorte auf wichtige Qualitätsparameter, wie Proteinge-halt und -ertrag, Aminosäurezusammensetzung, Fettgehalt und die Fettsäurezu-sammensetzung sowie der Gehalt von antinutritiven Substanzen, wie Raffinoseoligo-saccharide und Alkaloide, von ökologisch erzeugten Blauen Lupinen aktueller Sorten und von Zuchtmaterial wurde untersucht. Die Standortunterschiede zwischen Nieder-bayern und Mecklenburg-Vorpommern waren für viele der genannten Qualitätspara-meter deutlich höher als die Sortenunterschiede und sind wahrscheinlich auf unter-schiedliche Umweltbedingungen insbesondere in den Bodeneigenschaften (hoher pH-Wert am Standort Bogen) zurückzuführen.

Literatur:

- Arens M., Schulte E., Weber K. (1994): Fatty-Acid Methylsters, Transesterification with Trimethyl Sulfonium Hydroxide (Rapid Method). *Fett Wissenschaft Technologie* 96:67-68.
- Cohen S. A., Michaud D. P. (1993): Synthesis of A Fluorescent Derivatizing Reagent, 6-Aminoquinolyl-N-Hydroxysuccinimidyl Carbamate, and Its Application for the Analysis of Hydroly-sate Amino-Acids Via High-Performance Liquid-Chromatography. *Analytical Biochemistry* 211:279-287.
- Gorecki R. J., Piotrowicz-Cieslak A. I., Lahuta L. B., Obendorf R. L. (1997): Soluble carbohydrates in desiccation tolerance of yellow lupin seeds during maturation and germination. *Seed Sci Res* 7: 107-115.
- Jansen G., Jürgens H.-U., Flamme W. (2005a): Einfluss von Standort und Sorte auf ausgewählte Qualitätsparameter ökologisch erzeugter Lupinen für die Nutztierfütterung. In: Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2005. *Landbauforsch Völkenrode SH 290:1-9.*
- Jansen G., Jürgens H.-U., Kuhlmann J., Flamme, W. (2005b): Züchterische Bearbeitung von Süßlupinen für den ökologischen Landbau – Erste Ergebnisse zu Ertrags- und Qualitätsunters-uchungen In: Hrsg. J. Heß, Rahmann, G.: 8. Beiträge zur Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ende der Nische, Kassel, 01.03.2005 - 04.03.2005, S. 57-58.
- Jeroch H., Drochner W., Simon O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere : Ernährungs-physiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. UTB, Stuttgart, 544 S.
- Minorsky P. V. (2003): Raffinose oligosaccharides. *Plant Physiol* 131:1159-1160.
- Sujak A., Kotlarz A., Strobel W. (2006): Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food Chem* 98: 711-719.
- Torres K. B., Quintos N. R., Necha L. L. B., Wink M. (2002): Alkaloid profile of leaves and seeds of *Lupinus hintonii* C. P. Smith. *Zeitschrift für Naturforschung C* 57:243-247.
- Wink M., Meissner C., Witte L. (1995): Patterns of Quinolizidine Alkaloids in 56 Species of the Genus *Lupinus*. *Phytochemistry* 38:139-153.