

Futtersoja aufbereiten – Gründe und Zielparameter



Ludwig Asam, Kerstin Spory, Ann-Kathrin Spiegel

1 Antinutritive Faktoren

Sojabohnen sind aufgrund ihrer hohen Fett- und Proteingehalte sowie der sehr günstigen Aminosäurezusammensetzung ein interessantes Eiweißfuttermittel insbesondere für die Ernährung von Geflügel und Schweinen. Allerdings enthalten die Bohnen auch verschiedene sogenannte antinutritive Faktoren (ANF), die vor der Verfütterung reduziert werden sollten.

Antinutritive Faktoren sind in Futtermitteln enthaltene Substanzen, die unabhängig vom Gehalt an verfügbaren Hauptnährstoffen, Vitaminen und Mineralstoffen negative Wirkungen auf das Tier haben können. Sie stammen in der Regel aus dem sekundären Stoffwechsel der Pflanze und dienen der Regulation des Wachstums, der Abwehr von Schädlingen oder als Färb- und Duftstoffe. Eine erhöhte Aufnahme von antinutritiven Substanzen kann die Futteraufnahme und Leistung der Tiere, vor allem bei Monogastriern vermindern. Zusätzlich sinkt die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Stoffwechselstörungen, sowie toxische Reaktionen können im Organismus auftreten. Es sind ANF aus den Stoffgruppen der Kohlenhydrate, Proteine, Phenole und Glycoside bekannt.

1.1 Verdauungshemmende Trypsininhibitoren

Die Trypsininhibitoren sind spezifische Eiweiße die das Verdauungssystem hemmen können. Bei der Proteinverdauung von Monogastern hemmen sie das körpereigene Enzym Trypsin, das Proteine in Aminosäuren aufspaltet. Trypsininhibitoren sind die wichtigsten antinutritiven Substanzen in Sojabohnen, die es bei der Aufbereitung zu beseitigen gilt. Sie setzen sich zusammen aus dem Bowman-Birk-Inhibitor und dem Kunitz-Inhibitor. Die Trypsininhibitoren sind wärmeempfindlich, sie sollten vor der Verfütterung durch eine entsprechende Aufbereitung um mindestens 90% reduziert worden sein.

1.2 Lectine (Hämagglutinine)

Lectine sind komplexe Eiweiße, die in der Lage sind, sich an Zellmembranen zu binden und von dort aus biochemische Reaktionen auszulösen. Sie haben zudem die Fähigkeit, die Blutkörperchen (Erythrozyten) zu verkleben (Hämagglutination). Mit dem Futter aufgenommene Lectine heften sich an die Darmzotten und können hierdurch zur Schädigung der Darmlumina führen, was eine verminderte Nährstoffverdauung und -absorption zur Folge hat. Durch eine thermische Behandlung können Lectine denaturiert werden – hierdurch verlieren sie ihre Affinität zu den Erythrozyten und ihre antinutritive Wirkung wird somit reduziert. In entölten Sojabohnen liegt der Lectingehalt bei 1-3 % des gesamten Proteins.

1.3 Phytinsäure

Phytin wird in der Literatur als Sammelbegriff für Phytinsäure und ihre Salze verwendet. Die physiologische Bedeutung der Phytinsäure besteht darin, dass sie den Pflanzen als wichtigster Phosphorspeicher dient. Sie kann mit verschiedenen Elementen schwerlösliche Metallverbindungen bilden, die als Phytate bezeichnet werden. In Folge dieses Komplexbildungsvermögens von Phytinsäure mit Nährstoffen (z. B. zweiwertigen Kationen) kann die Nährstoffverfügbarkeit bei Monogastern beeinträchtigt werden, weil ihnen das Enzym Phytase fehlt. Eine weitere antinutritive Wirkung der Phytinsäure könnte zudem in der Verschlechterung der Eiweißverwertung bei Monogastriden liegen, da Phytinsäure auch mit Protein schwer lösliche Komplexe bildet. Die Phytinhalte liegen in den Samen von

Sojabohnen zwischen 10 bis 15 g/kg. Durch thermische Behandlung können auch die antinutritiven Eigenschaften der Phytinsäure reduziert werden.

1.4 Urease

Urease ist das Enzym, das Harnstoff in Ammoniak und Kohlenstoffdioxid spaltet. Urease wirkt dann störend, wenn die Bohnen gemeinsam mit harnstoffhaltigem Futter an Wiederkäuer verfüttert werden und somit die Freisetzung von Ammoniak erhöht wird. Urease wird durch die Einwirkung von Hitze inaktiviert und verhält sich dabei ähnlich im Abbau wie die Trypsininhibitoren. Dadurch kann sie für die Intensität einer Behandlung als Qualitätsmerkmal herangezogen werden.

2 Qualitätsparameter für Sojafuttermittel

2.1 Ureaseaktivität

Die Bestimmung der Ureaseaktivität dient zur indirekten Erfassung der Trypsininhibitoren in aufbereiteten Sojafuttermitteln, da deren unmittelbare Messung sehr aufwendig ist. Man misst daher als Ersatzgröße die Restaktivität eines anderen für die Sojabohne charakteristischen Inhaltsstoffs, des Enzyms Urease. Die Ureaseaktivität, d.h. die aus einer definierten Harnstofflösung je Minute in Form von Ammoniak bei 30 °C freigesetzte Stickstoffmenge sollte bei getoasteten Sojabohnen und -produkten unter 0,4 mg/g Trockenmasse liegen.

2.2 Trypsininhibitoren

Eine direkte Messung der Trypsininhibitoren ist möglich. In der Praxis wird entweder die Aktivität (TIA) oder der Gehalt (TIU) an Trypsininhibitoren gemessen:

- › Trypsininhibitoraktivität (TIA) in mg/g
Rohbohne: ca. 25 mg/g, optimal behandelt: < 2 mg/g
- › Trypsin-Inhibitor Units (TIU) in TIU/mg TS
Rohbohne: ca. 80 TIU/mg TS, optimal behandelt: < 3 TIU/mg TS

2.3 PDI - Protein Dispersibility Index (Eiweißlöslichkeit des Sojaproteins in Wasser)

Thermische Behandlungen zur Aufbereitung von Sojabohnen bergen jedoch die Gefahr von Proteinschädigungen. So müssen einerseits antinutritive Substanzen ausreichend vermindert werden, allerdings soll das Protein dabei möglichst wenig geschädigt werden. Bei zu starken Erhitzungen können Maillard-Reaktionen (=ungewünschte Nebenreaktionen) auftreten, die sich negativ auf die Verdaulichkeit und besonders auf die Verfügbarkeit von essenziellen Aminosäuren auswirken können. Eine Maillard-Reaktion entsteht bei einer zu starken Erhitzung von Futtermitteln. Dabei werden die im Futter vorhandenen Polysaccharide zu einfachem Zucker umgewandelt, der mit freien Aminosäuren Komplexe bildet. Der gebildete Komplex ist durch Enzyme nicht mehr spaltbar. Zur Prüfung des Aufbereitungseffektes wird hierfür die

sogenannte Proteinlöslichkeit (PDI) untersucht. Sie zeigt Denaturierung des Proteins an. Je intensiver die Hitzebehandlung ist, desto geringer wird die Proteinlöslichkeit. Wenn die Proteinlöslichkeit kleiner als 15 % ist, liegen vermutlich Proteinschädigungen vor. Allerdings gibt es bislang noch keine eindeutig definierte Grenze, die eine Überhitzung exakt definiert.

	PDI in Wasser
Rohbohne	80 bis 90 %
optimal behandelt	15 bis 45 %
überbehandelt	< 15 %

2.4 Eiweißlöslichkeit in KOH

Neben der Eiweißlöslichkeit des Proteins in Wasser (PDI) wird als ein weiterer Parameter häufig die Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH) bestimmt. In Untersuchungen wurden deutlich geringere Zunahmen bei Broilern und Mastschweinen festgestellt, wenn die Löslichkeit in KOH geringer als 72 % war. Sojabohnen mit einer hohen Proteinlöslichkeit in KOH wiesen sehr gute Verdaulichkeiten auf, solange die Ureaseaktivität im empfohlenen Bereich lag.

2.5 Kresolrotadsorption

Überhitzungsschäden können zudem mithilfe der Messung der Kresolrotabsorption erfasst werden. Die Fähigkeit des Sojaproteins, Farbstoffe mit einer Phtaleingruppe zu binden, steigt mit zunehmender Hitzeeinwirkung nahezu linear an. Die optimale Verwertung des Proteins liegt nach Untersuchungen bei Sojaschroten mit einer Absorption von 5,4 bis 6,6 mg Kresolrot/g. Die VDLUFA gibt als Optimalbereich für Sojaprodukte 5 bis 6 mg Kresolrot/g an.

2.6 Aminosäurenverfügbarkeit

Die Wertigkeit eines Proteins wird an der Verfügbarkeit an essenziellen Aminosäuren abgeleitet. Durch eine zu starke Erhitzung von Sojabohnen bzw. Sojafuttermitteln gehen vor allem die essenziellen Aminosäuren Lysin, Methionin + Cystein und Tryptophan verloren. Die Gehalte dieser Aminosäuren in den Futtermitteln können mit klassischer und aufwendiger Nasschemie bestimmt werden. In den letzten Jahren wurden jedoch kostengünstige Verfahren auf Basis von Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)-Technik entwickelt. Vor allem reaktives Lysin nimmt linear durch eine zunehmende Hitzeeinwirkung ab und kann mittels dieser NIRS-Technik gemessen werden. Dadurch existiert ein weiterer Indikator für die Beurteilung einer angemessenen Soja-Aufbereitung.

3 Impressum

Dieses Infoblatt wurde im Rahmen des Projektes „Ausweitung des Sojaanbaus durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung“ erstellt. Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft