



## Optimierung der dezentralen Sojaaufbereitung

### Auswirkungen auf die Broilermast, Hintergründe und Empfehlungen für Praktiker

#### STECKBRIEF

Sojabohnen, die an Monogaster verfüttert werden, müssen zur Reduktion des Gehalts an antinutritiven Inhaltsstoffen, v. a. der Trypsininhibitoren (TIA), hitzebehandelt werden. Der bestehende Zielkonflikt zwischen notwendiger Reduktion der TIA und einer möglichen Eiweißschädigung bei zu intensiver Behandlung wurde untersucht. Dabei konnte in Fütterungsversuchen gezeigt werden, dass TIA soweit wie möglich reduziert werden muss und eine damit einhergehende Eiweißschädigung vernachlässigbar bezüglich der Mastleistung bei Broilern war.

#### HINTERGRUND

Der Sojaanbau in Deutschland hat im Jahr 2019 um 25 % zum Vorjahr zugenommen und beträgt nun rund 30.000 ha. Sojabohnen sind derzeit mit relativ wenig Aufwand anzubauen und aufgrund ihrer Aminosäuren Zusammensetzung eine ausgezeichnete Proteinquelle in der Tierernährung. Während Sojabohnen in der Rinderfütterung bedenkenlos nahezu unbehandelt eingesetzt werden können, bedarf es bei der Fütterung an Schweine und Geflügel einer Hitzebehandlung, um antinutritive Bestandteile wie die Trypsininhibitoren (TIA) so weit wie möglich zu minimieren. Geschieht dies nicht können Monogastrier die mit der Nahrung zugeführten Nährstoffe nicht vollständig verwerten, Verdauungsenzyme werden verstärkt gebildet, v. a. die Bauchspeicheldrüse vergrößert sich bemerkbar und die Mastleistungen sinken stark. Große Ölmühlen nutzen für die Aufbereitung die Hexanextraktion. Produkte daraus sind im ökologischen Landbau aber nicht zulässig, daher wird dort v. a. auf kleinere dezentrale Sojaaufbereitungsanlagen mit verschiedenen Hitzeeinwirkungsverfahren (thermisch, hydrothermisch, druckthermisch und weitere) zurückgegriffen. Angestrebt wird dabei nach bisherigen Empfehlungen im aufbereiteten Soja eine TIA unter 4 mg/g Trockenmasse (TM) bei gleichzeitiger Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH) zwischen 78 und 85 %. KOH ist ein Indikator für die Schädigung der Proteine durch eine übermäßige Hitzebehandlung. Ziele im Projekt waren neben der qualitativen Ermittlung des Einflusses der unterschiedlichen Aufbereitungsverfahren auf den Futterwert auch die Erfassung und Beurteilung der Wachstumsleistung und Auswirkungen auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren bei Mastbroilern. Ebenso war es das Ziel mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) ein Schnellanalyseverfahren für TIA und KOH zu entwickeln und zur Qualitätssicherung in den Aufbereitungsanlagen einzusetzen.

#### ERGEBNISSE AUFBEREITUNG

Die verschiedenen Arten der Aufbereitung, thermisch, hydrothermisch, druckthermisch und darrthermisch mit Teilentölung mittels Schneckenpressen führte zu einem schrittweisen Abbau der TIA, wodurch Proben mit über-, unter- und optimaler Behandlung wie beabsichtigt erzeugt werden konnten (Abbildung 1). Die Ergebnisse der KOH-Analyse unterstützen den Gradienten von über- zu unter- und einer optimalen Behandlung.

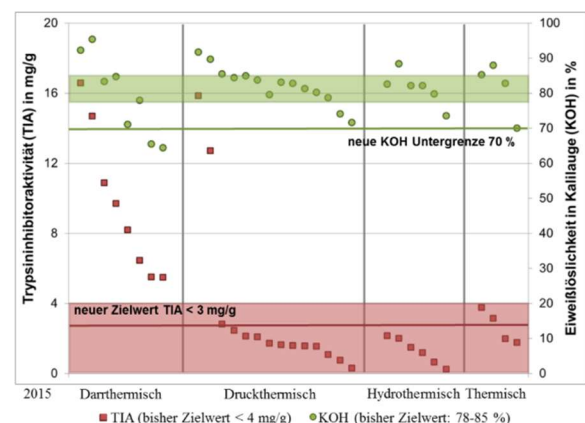


Abbildung 1: Trypsininhibitoraktivität (TIA) und Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH) gezielt unterschiedlich aufbereiteter Sojakuchen für die Fütterungsversuche an Masthühnern und zur Erstellung einer NIRS-Kalibration

#### ERGEBNISSE FÜTTERUNGSVERSUCHE

Im Verdaulichkeitsversuch zeigte sich, dass sich mit steigenden TIA-Gehalten die scheinbare Dünndarmverdaulichkeit vor allem auf Kosten der essentiellen Aminosäuren Methionin und Cystein reduzierte. Dies ging einher mit signifikant niedrigeren Werten bezogen auf das Körpergewicht, die täglichen Zunahmen und der aufsummierten Zunahmen der Masthühner in der Versuchsphase vom 15. bis zum 22. Lebenstag.

Im Wachstumsversuch zeigte sich prinzipiell das gleiche Bild, mit signifikant negativen Auswirkungen auf die Gewichtszunahme und die Futterverwertung. Eine eher untergeordnete Rolle spielte überraschender Weise die Eiweißschädigung in Bezug auf die genannten tierischen Leistungsparameter. Die Zahlen im Versuch belegen, dass pro 1 mg TIA/g TM zusätzlich in der Futtermischung ein Mehrbedarf in der Fütterung der Masthühner von 0,14 kg Futter pro kg Zuwachs entsteht (Abbildung 2). Bei der Betrachtung der Edelteile und der

einzelnen Organe der Broiler ergab sich eine sehr starke Gewichts- minderung bei den wertvolleren Teilstücken, der Brust und dem Schenkelpaar. Auch bei den Organen zeigte sich ein vergleichbares Bild: geringere Organengewichte mit steigendem TIA in der Futtermischung wobei die Organmasse im Vergleich zum gesamten Tier zunahm. Anders die Bauchspeicheldrüse, die mit steigendem TIA-Gehalt wie erwartet sehr stark an Gewicht zunahm.

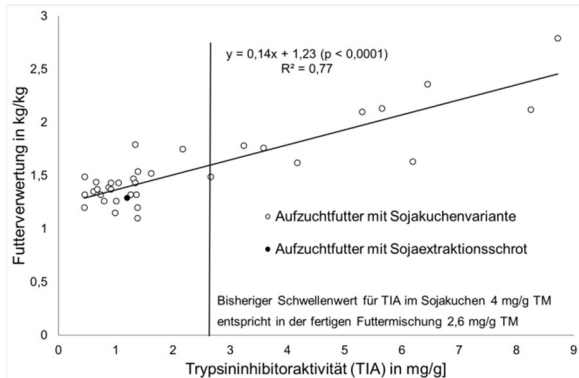


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen der Trypsininhibitoraktivität (TIA) in der fertigen Futtermischung und der Futterverwertung in der Aufzuchtphase von Broilern

## ERGEBNISSE NIRS-KALIBRATION

Alle erzeugten und untersuchten Sojavarienten wurden mit einem NIR-Spektrometer gescannt. In Kombination mit den Ergebnissen der chemischen Analysen (TIA und KOH) wurden Kalibrationsmodelle erstellt. Die gewählten Wellenlängenbereiche für beide Modelle lagen bei 9400-6096  $\text{cm}^{-1}$  und 4600-4248  $\text{cm}^{-1}$  mit einer entsprechenden Datenvorbehandlung. Beide Kalibrationsmodelle wiesen gute Bestimmtheitsmaße auf ( $R^2$  TIA = 0,92; KOH = 0,81) und wurden mithilfe externer Proben validiert. Im Ergebnis konnte der TIA-Gehalt der Rohbohne sehr gut geschätzt werden, wohingegen die niedrigeren TIA-Werte der vollfetten aufbereiteten Sojaprobe im Mittel um 2 mg/ g TM und des aufbereiteten Sojakuchens im Mittel um 1 mg pro g TM überschätzt wurden. Die Vorhersage der Eiweißlöslichkeit in Kalillauge (KOH-Wert) war insgesamt deutlich sicherer, mit prozentualen Abweichungen vom Laborwert zwischen 5 und 14 %. Die erstellten Kalibrationen wurden am Projektende zur Prozessüberwachung in einer dezentralen Sojaaufbereitungsanlage eingesetzt.

### Empfehlungen für die Praxis

Sojabohnen müssen vor der Verfütterung an Schweine oder Geflügel hitzebehandelt und teilentötet werden. Neueste Erkenntnisse aus Fütterungsversuchen zeigen, dass die Trypsininhibitoraktivität (TIA) so weit wie möglich reduziert werden muss um keine negativen Auswirkungen z. B. auf die Futterverwertung zu haben. Die damit einhergehende Eiweißschädigung war weniger relevant.

- neuer Zielwert für TIA im aufbereitetem Sojaprodukt liegt bei < 3 mg TIA/ g TM
- erstmaliger Zielwert für TIA in der Futtermischung liegt bei < 2 mg TIA/ g TM
- neuer Zielwert für Eiweißschädigung (KOH) liegt bei > 70 %

Sojachargen sollten vor der Verfütterung, am besten bereits beim Aufbereiter auf TIA und KOH untersucht werden und zur Sicherung hoher Wachstumsleistungen somit nur noch optimal aufbereitete Chargen in den Trog von Schweinen und Geflügel gelangen.

## SOJAAUFBEREITUNG IN DER PRAXIS

Ab 2011 wurden in mehreren dezentralen Sojaaufbereitungsanlagen unterschiedliche Feldproben entnommen, aus denen hervorgeht, dass etliche Chargen an aufbereitetem Soja und Sojakuchen in den TIA-Gehalten über 4 mg/ g TM lagen und die Eiweißlöslichkeit (KOH) außerhalb des angestrebten Bereichs von 78 bis 85 % zu finden waren. Die erhobenen Daten aus 2019 (Abbildung 3) bestätigten erneut diesen Sachverhalt. In der Beprobung 2019 waren thermische, hydrothermische und druckthermische Aufbereitungsanlagen vertreten, wobei alle TIA-Gehalte der thermischen Anlage unter 4 mg/ g TM waren, bei der hydrothermischen Anlage wurde nur eine Charge über diesem Schwellenwert erfasst, wohingegen bei der druckthermischen Aufbereitung dieser Wert bei allen von uns untersuchten Proben aus 2019 überschritten war. Somit muss die Aufbereitungsintensität in den dezentralen Sojaaufbereitungsanlagen intensiviert werden und unterbehandelte Chargen müssen gezielt von der Verfütterung an Monogastrier ausgeschlossen werden.

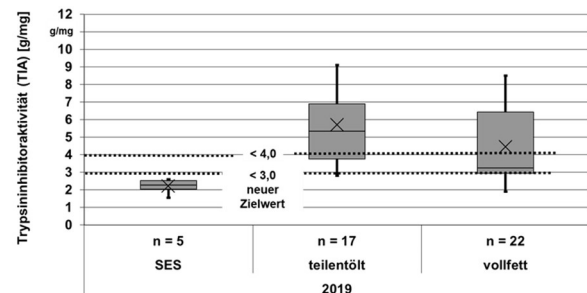


Abbildung 3: Trypsininhibitoraktivität (TIA) unterschiedlicher Sojachargen aus Praxisanlagen sowie von Landhändlern (Sojaextraktionsschrot, SES) aus dem Jahr 2018 und 2019

## FAZIT

Die Ergebnisse aus dem Verdaulichkeits- und Wachstumsversuch verdeutlichen, dass eine zu hohe TIA in den Futtermischungen auf Kosten der Futterverwertung (-10 % pro 1 mg TIA mehr im Futter), des erreichbaren Schlachtgewichts und insbesondere der Edelteile der Mastbroiler gehen. Die neuen Zielwerte für TIA müssen daher eingehalten werden und die dezentralen Aufbereitungsanlagen sollten die neuen Möglichkeiten mit NIRS zur Prozessoptimierung nutzen.

### Projektbeteiligte

Institut für Landtechnik und Tierhaltung (LfL), LVFZ Geflügel und Kleintiere Kitzingen (BaySG), Lehrstuhl für Tierernährung der TUM

### Kontakt

Für weitere Informationen zum Projekt, evtl. benötigtes Bildmaterial wenden Sie sich bitte an:  
Stefan Thurner, 08161/8640-4179, Stefan.Thurner@LfL.Bayern.de

Eine ausführliche Darstellung der Projektergebnisse finden Sie unter [www.ble.de/eiweisspflanzenstrategie](http://www.ble.de/eiweisspflanzenstrategie) und [www.orgprints.org](http://www.orgprints.org), Projektnummer 2814EPS022

### Impressum

Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Stefan Thurner  
Vöttingerstr. 36, 85354 Freising