

## Die Variabilität in der Verarbeitungsqualität sowie im Nährstoffgehalt von Sojafuttermitteln: Das Tool NIRS-Analytik

Puntigam R<sup>1</sup>, Slama J<sup>2</sup>, Rittler L<sup>3</sup> & Wetscherek W<sup>4</sup>

*Keywords: Sojabohnen, Sojakuchen, Toasten, Ferkel, Leistung*

### Abstract

*Variation in soybean nutrient content and processing methods result in nutritional variations in soy-products, especially in expeller which is one of the most important protein sources in organic pig and poultry nutrition. Based on the trypsininhibitor activity (TIA) analysis, an underprocessing of soybeans was observed which resulted in reduced animal performance. However, the data from the current study indicated that optimal processed soybean expeller can be used to replace solvent extracted soybean meal without negative effects on the performance of weaning piglets. Therefore, the NIRS-analysis seems to be a good tool to evaluate the processing quality of soybeans during toasting as well as to optimize the dietary energy and nutrient content.*

### Einleitung und Zielsetzung

Die Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) stellt den Goldstandard in punkto Eiweißqualität innerhalb der pflanzlichen Futtermittel in der Schweine- und Geflügelfütterung dar. Speziell in der ökologischen Fütterung rückt dieses Futtermittel sehr stark in den Fokus. In Europa hat sich die Anbaufläche in den vergangenen 20 Jahren ca. verfünffacht (~ 5,3 Mio. ha), was einem Produktionsvolumen von ca. 10,6 Mio. Tonnen entspricht (FAOSTAT, 2020). Mit dem starken Anstieg konnte ebenfalls eine Steigerung der dezentralen sojaverarbeitenden Betriebe nachgewiesen werden. Zum einen wird die Verarbeitungsqualität der Sojabohnen durch die Sortenwahl beeinflusst (Hemetsberger et al., 2021), zum anderen sehr deutlich durch die Anwendung von Temperatur über eine bestimmte Einwirkdauer des jeweiligen Verfahrens (Hoffmann et al., 2019). Es gilt sowohl eine Unter- (Aktivität der Trypsininhibitoren (TIA) < 4 g/kg; Clarke and Wiseman, 2007), als auch Überprozessierung (Proteinlöslichkeit in Kalilauge (KOH), 78-85%, Araba and Dale, 1990) zu vermeiden, sodass die Leistung der Tiere nicht durch eine zu hohe Restaktivität der Trypsininhibitoren oder Hitzeschädigung der Aminosäuren negativ beeinflusst wird. Neben der nasschemischen Analytik könnte auch das Verfahren der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) zur Prozessoptimierung im Zuge der Toastung, der Abschätzung der Verarbeitungsqualität sowie der nährstofflichen Charakterisierung zur Rationsgestaltung genutzt werden. Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit bestand zum einen darin die Verarbeitungsqualität ausgewählter Soja-Verarbeitungsbetriebe in Europa zu bewerten. Zum anderen wurde der Forschungsfrage nachgegangen, ob die Verarbeitungsqualität im Zuge der Sojaaufbereitung mittels NIRS-Analytik abschätzbar bzw. optimierbar ist und auf Basis dieser Ergebnisse ein steigender Einsatz von optimiert prozessiertem Sojakuchen im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot einen Einfluss auf die Leistungen von Absetzferkel zeigt.

---

<sup>1</sup>Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (LfL), Grub, reinhard.puntigam@lf.bayern.de,

<sup>2</sup>Agr.-pädagogische Hochschule Wien, <sup>3</sup>Donau Soja Verein, <sup>4</sup>Institut für TTE, BOKU-Wien

## Methoden

**Felderhebung:** Zur Evaluierung der Variabilität des Nährstoffgehaltes sowie der Verarbeitungsqualität von konventionellen und ökologisch produzierten Sojabohnen und deren Produkte wurde im Juni/Juli 2020 von 30 Unternehmen (AUT, 10; DEU, 12; FRA, 3; SRB 1; GRC 1; MDA, 3) gemäß einem erstellten Leitfaden (unveröffentlicht) eine repräsentative Probenziehung durchgeführt (gefördert durch: Horizon 2020, OK-NET Ecofeed – Nr. 773911). Als Referenz wurden zusätzlich 4 Sojaprobe aus Übersee (Brasilien) hinzugezogen. Die Proben wurden bei -20°C gelagert, anschließend vermahlen (Fritsch Pulverisette 14; 1 mm; 10.000 rpm; Idar-Oberstein, DEU) und mittels NIRS (Bruker MPA-II; Software OPUS 8.x) unter Nutzung der Kalibration AMINORED und AMINONIR (Evonik Operations GmbH, Hanau, DEU) nährstofflich charakterisiert (Patent EP 3 361 248 B1). Die Erstellung der Kalibrationen erfolgte nach ISO 12099.

**Fütterungsversuch:** Zur Evaluierung der NIRS-Ergebnisse und Optimierung der Sojaverarbeitung wurde ein Toastversuch durchgeführt. Es wurde eine einheitliche Charge einer geschälten Sojabohnensorte (Atacama; Probstdorfer Saatzucht GmbH, AUT) bei ansteigenden Temperaturen (135, 150, 157 sowie 165°C) unter konstanter Behandlungsdauer mittels Toaster (KKT -R100; oil press GmbH; DEU) aufbereitet und zu Kuchen gepresst (KK100 F Universal/HD; oil press GmbH; DEU). Zur Beurteilung der Verarbeitungsqualität der Sojakuchenvarianten wurde der Gehalt an TIA sowie die Proteinlöslichkeit in KOH mittels NIRS-Analytik analysiert. Diese Daten bildeten die Basis für die Auswahl des Sojakuchens für den nachfolgenden Fütterungsversuch. Hierzu wurden 48 Absetzferkel (Gewicht  $9,45 \pm 1,13$  kg) den vier Versuchsgruppen zugeteilt, in welchen Sojaextraktionsschrot (SES) durch ansteigende Anteile an optimiert prozessiertem Sojakuchen (50, 75 und 100%) ersetzt wurde.

## Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 werden die Ergebnisse aus der Felderhebung dargestellt. Der mittlere Rohproteingehalt (XP) der unverarbeiteten Sojabohnen betrug 371,3 g/kg Frischmasse (FM). Die Betrachtung des Minimal- und Maximalwertes lässt eine deutliche Variabilität erkennen. Demgegenüber wies der Gehalt an Rohfett eine geringere Streuung auf. Der deutliche Unterschied im XP-Gehalt, wie auch die hohe Variabilität in der Entölung, resultierten in einer starken nährstofflichen Variabilität des Sojakuchens. Unterschiede zwischen konventionellem und ökologischem Anbau waren nicht ersichtlich.

**Tabelle 1:** Gehalt an Rohnährstoffen (g/kg) sowie umsetzbare Energie (ME, MJ/kg) der Sojaprodukte aus der Felderhebung (basierend auf NIRS-Analytik)

		TM	XP	XL	Lysin	ME
Sojabohne roh	Mittelwert	910,3	371,3	204,2	23,6	
	Standardabw.	9,17	20,5	9,30	1,08	
	Minimum	895,1	317,9	186,0	20,9	
	Maximum	932,8	407,9	223,0	25,4	
Sojabohne vollfett getoastet	Mittelwert	941,0	397,5	206,2	24,0	17,6
	Standardabw.	13,6	12,97	9,13	0,50	0,19
	Minimum	917,6	380,2	192,0	23,3	17,3
	Maximum	962,1	423,7	220,0	25,1	17,9
Sojakuchen	Mittelwert	935,4	436,2	114,2	26,9	16,6
	Standardabw.	13,4	33,6	32,2	1,87	0,56
	Minimum	909,0	373,8	61,0	23,7	15,2

	Maximum	962,1	499,6	172,0	30,0	17,7
	Mittelwert	881,7	435,6	18,3	26,9	13,4
1Sojaschrot heimisch	Standardabw.	7,97	35,2	4,7	2,27	0,6
	Minimum	875,5	384,8	15,0	23,7	12,4
	Maximum	893,1	461,5	25,0	28,5	13,7
	Mittelwert	886,8	477,3	18,8	29,2	14,1
1Sojaschrot Übersee	Standardabw.	2,90	23,4	2,8	1,2	0,20
	Minimum	883,5	442,3	16,0	27,4	13,8
	Maximum	889,3	490,4	22,0	30,0	14,3

<sup>1</sup>extrahiert; TM, Trockenmasse, XP, Rohprotein; XL, Rohfett; ME, umsetzbare Energie<sub>Schwein</sub>.

In Tabelle 2 werden die bedeutendsten Parameter zur Beurteilung der Verarbeitungsqualität von Sojaprodukten dargestellt. Die unverarbeiteten Sojabohnen wiesen einen mittleren Gehalt an TIA von 26,15 g/kg aus, wobei ein Minimum von knapp 23 und ein Maximum von knapp 30 g/kg nachgewiesen werden konnte. Sowohl in den Proben der vollfetten Sojabohnen (TIA: 8,04 g/kg), wie auch des Sojakuchens (TIA: 7,78 g/kg) konnte eine deutliche Unterprozessierung festgestellt werden. Dies lässt sich zusätzlich durch die Ergebnisse der Proteinlöslichkeit und dem PCI untermauern.

**Tabelle 2:** Prozessparameter der unterschiedlichen Sojaprodukte (basierend auf NIRS-Analytik)

		PDI (%)	KOH (%)	TIA (g/kg)	PCI
	Mittelwert	59,4	94,5	26,2	24,8
Sojabohne roh	Standardabw.	3,9	1,6	1,4	1,0
	Minimum	50,3	89,6	23,4	23,0
	Maximum	67,0	97,5	29,1	27,0
	Mittelwert	24,3	82,5	6,9	16,7
Sojabohne vollfett getoastet	Standardabw.	8,0	4,0	2,3	1,5
	Minimum	14,3	76,9	3,2	14,0
	Maximum	36,7	90,0	10,2	19,0
	Mittelwert	17,9	85,5	7,9	18,2
Sojakuchen	Standardabw.	7,8	6,1	4,0	2,5
	Minimum	6,6	67,6	0,3	12,0
	Maximum	40,5	94,2	13,9	23,0
	Mittelwert	13,5	79,5	1,1	11,5
Sojaschrot heimisch	Standardabw.	2,0	0,8	0,5	0,6
	Minimum	10,9	78,7	0,5	11,0
	Maximum	15,5	80,3	1,5	12,0
	Mittelwert	13,0	76,4	2,4	12,0
Sojaschrot Übersee	Standardabw.	1,7	1,5	0,8	0,8
	Minimum	11,5	74,6	1,5	11,0
	Maximum	15,2	77,9	3,0	13,0

PDI, Proteinl. in Wasser; KOH, Proteinl. in Kalilauge; TIA, Trypsin-inhibitor-aktivität; PCI, Processing conditions indicator (10-20 = Optimalbereich, < 10 Unter-; > 20 Überbehandlung).

Auf Basis des Gehaltes an TIA sowie der Proteinlöslichkeit, wurde jener Sojakuchen im Fütterungsversuch eingesetzt, der mit 157°C für 21 min. optimiert prozessiert wurde. Die nasschemisch analysierten Rohnährstoffgehalte sowie die Gehalte der bedeutendsten Aminosäuren der Versuchsfuttermischungen unterschieden sich zwischen den Versuchsgruppen kaum und decken sich ebenfalls sehr gut mit den

kalkulierten Soll-Nährstoffgehalten. In der Tabelle 3 werden die wichtigste Leistungsdaten aus dem Fütterungsversuch veranschaulicht. Wie ersichtlich, übte die gesteigerte Substitution von Sojaextraktionsschrot durch optimiert prozessierten Sojakuchen keinen negativen Effekt auf die tägliche Zunahme, wie auch Futterverwertung aus. Auch die Futteraufnahme wurde durch den ansteigenden Einsatz von Sojakuchen im Austausch mit Sojaextraktionsschrot nicht beeinflusst. Basierend auf diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass speziell in der Rationsgestaltung von Schweinen nach Bio-Richtlinien, d.h. ohne Supplementierung freier Aminosäuren, das Augenmerk noch stärker auf die optimale Verarbeitung gelegt werden muss. Hierdurch können energie- und nährstoffangepasste Rationen kalkulieren werden, ohne Leistungseinbußen auf Grund einer möglichen Unter- oder Überbehandlung der Sojabohne riskieren zu müssen.

**Tabelle 3:** Leistungsdaten aus dem Fütterungsversuch mit Ferkeln

	Versuchsgruppen				SEM	p-Wert
	SES	50%	75%	100%		
Anfangsgewicht, kg	9,50	9,53	9,15	9,52	1,13	0,587
Endgewicht, kg	35,52	35,96	35,96	35,33	3,00	0,924
Tgz 1. - 6. Woche, g/T	619,5	629,3	638,2	614,7	8,00	0,758
FA 1. - 6. Woche, g/T	1101,4	1087,3	1060,7	1102,4	9,40	0,438
FV 1. - 6. Woche, 1: ...	1,74	1,76	1,74	1,77	0,01	0,819

T, Tag; Versuchsgruppen: SES, 100% Sojaextraktionsschrot; 50/75/100%, prozentualer Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Sojakuchen; Tgz, tägliche Zunahme; FA, Futteraufnahme; FV, Futterverwertung; SEM, Standardfehler, p-Wert<0,05, Signifikanzniveau.

## Schlussfolgerungen

Sowohl der Nährstoffgehalt der unbehandelten Sojabohnen, als auch der Pressvorgang zu Sojakuchen resultieren in einer hohen nährstofflichen Variabilität zwischen den Verarbeitern. Darüber hinaus konnte eine deutliche Unterbehandlung festgestellt werden. Demgegenüber übt die Substitution von Sojaextraktionsschrot durch optimal aufbereiteten Sojakuchen keinen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Ferkel aus. Somit können die Ergebnisse der NIRS-Analyse sowohl für die Beurteilung der Verarbeitungsqualität der Sojabohne als auch die nachfolgende Rationskalkulation genutzt werden. Dies kann vor allem in ökologischen Rationen zu einer optimierten Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen beitragen.

## Literatur

- Araba, M. and Dale, N. M. (1990) Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing soybean meal. *Poultry Sci.*, 69(1), 76-83.
- Clarke, E. and Wiseman, J. (2007) Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and effects their nutritional value for young broilers. *Br. Poult. Sci.* 48, 703-712.
- FAOSTAT. (2020) Food and agriculture organization of the United Nations - Statistics division, Rome, Italy.
- Hemetsberger, F.; Hauser, T.; Domig, K. J.; Kneifel, W.; Schedle, K. (2021) Interaction of Soybean Varieties and Heat Treatments and Its Effect on Growth Performance and Nutrient Digestibility in Broiler Chickens. *Animals*, 11(9), 2668.
- Hoffmann, D.; Thurner, S.; Ankerst, D.; Damme, K.; Windisch, W.; Brugger, D. (2019) Chickens' growth performance and pancreas development exposed to soy cake varying in TIA, heat-degraded lysine concentration, and protein solubility in potassium hydroxide. *Poultry Science*, 98, 2489-2499.