



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2020

Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler

Kuenz, S ; Hoffmann, D ; Thurner, S ; Kraft, K ; Wiltafsky, M ; Damme, K ; Windisch, W ; Brugger, Daniel

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-190972>

Book Section

Published Version

Originally published at:

Kuenz, S; Hoffmann, D; Thurner, S; Kraft, K; Wiltafsky, M; Damme, K; Windisch, W; Brugger, Daniel (2020). Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler. In: Harms, K; Windisch, W. 58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Grub: Selbstverlag: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V., 115-120.

58. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

Tagungsband

*„Empfehlungen umsetzen – Rationsplanung und
Rationskontrolle nutzen!“*

15. Oktober 2020, Web-Konferenz



Herausgeber:

Katrin Harms und Wilhelm Windisch

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

Liesel-Beckmann-Str. 2

85354 Freising

bat@wzw.tum.de

Selbstverlag:

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

ISBN 978-3-9816116-7-0

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Übersichtsvorträge

Rodehutscond M Empfehlungen zur Versorgung von Nutztieren – Stand und Aktivitäten des Ausschusses für Bedarfsnormen (AfBN)	1
Hoedtke S Am Anfang steht die Analyse des Futters	5
Haidn B Automatisierung und Digitalisierung für Futter und Fütterung nutzen – Ansatzpunkte für mehr Tier- und Umweltschutz	12
Lingemann R & Schmitz B Mischfutteroptimierung im Griff?	19
Schneider S Schweinehaltung in Bayern - Status Quo: Zwänge und Handlungsspielräume in der Fütterung	24
Schäffler M Rationskontrolle: Möglichkeiten und Grenzen der Beprobung am Beispiel der Flüssigfütterung	31
Feldmann R Füttern über Computer und Handy: funktioniert das?	38
Brunlehner E-M Schweinehaltung in Bayern - Quo vadis? Lehren aus dem Projekt „Demonstration Farms“	42
Koch C Fütterungskonzepte mit Zukunft	51
Schuster H N-/P-reduzierte Fütterung umsetzen	54
Denißen J Futterselektion vermeiden- aktuelle Ergebnisse	60
Glatz-Hoppe J & Losand B Milchkontrolldaten zur Fütterungs- und Gesundheitskontrolle bei Milchkühen	68

Fütterungsstrategien und Futtermittel

Schneider S, Kraft J, Brunlehner E-M Praktische Umsetzung der nährstoffangepassten Schweinefütterung – Eine bayerische Erfolgsgeschichte	76
Schättler J, Jacob I, Straub V, Bader K, Bessai A-K, Bilau A, Engels E, Fittje S, Glowacki S, Jäckel U, Jänicke H, Grundler F, Junghans J, Kempkens K, Köhler B, Köhler P, Kowalewicz A, Lösel D, Papke G, Schätzl R, Schneider M, Wurth W, Hartmann S Klee und Luzerne über das Nutztier in Wert setzen - das Netzwerk KleeLuzPlus bringt neue Impulse	82
Honig A, Spiekers H, Windisch W, Götz K-U, Ettle T Untersuchungen zur Verteilung von Fettgewebe bei wachsenden Fleckviehbullen in Abhängigkeit vom Energiegehalt der Ration	87
Riepl F, Kuenz S, Brugger D, Inhuber V, Windisch W, Spiekers H, Ettle T Einfluss von pansengeschütztem Lysin in einer proteinreduzierten Ration auf die Mast- und Schlachtleistung wachsender Mastbullen	95
Ettle T, Obermaier A, Schuster H, Hammerl G Einfluss einer gestaffelten ruminalen N-Bilanz auf Futteraufnahme und Milchleistung von Braunvieh- und Fleckviehkühen	100
Schröder A, Pfeil K, Toft Bruhn A Einfluss pansengeschützter Aminosäuren auf Milchleistungsparameter und Ökonomie unter Berücksichtigung verschiedener Proteinbewertungssysteme	107
Kuenz S, Hoffmann D, Thurner S, Kraft K, Wiltafsky M, Damme K, Windisch W, Brugger D Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler	115

Futtermittelzusatzstoffe und Diätfuttermittel

Preißinger W, Scherb S, Propstmeier G, Zißler E Monoglyceride mittelkettiger Fettsäuren im Futter von abgesetzten Ferkeln - Auswirkungen auf Futteraufnahme und Leistung	122
Möddel A, Kröger I, Holl E Antimikrobielle Einflüsse eines phytoenen Futterzusatzstoffes im In-vitro-Versuch gegenüber Antibiotika und MCFAs	128
Preißinger W, Scherb S, Propstmeier G, Becher V Einfluss eines Ergänzungsfutters auf Basis von Hefen, Kräutergrünmehl und Zink auf zootechnische Parameter und Kotbeschaffenheit von abgesetzten Ferkeln	134
Cisse S, Benarbia M, Friedrich M, Gabinaud B, Belz E, Guilet D, Chicoteau P, Zemb O, Reindl F Einfluss eines standardisierten Citrusextraktes als Futterergänzung auf die Mikrobiota der Sau, ihr Wohlbefinden und die Leistung der Ferkel nach dem Absetzen	141

Philipps P, Ocasio-Vega C, Horn K, Bargo F, Steinruck U Wirtschaftlichkeit eines <i>Aspergillus oryzae</i> -Fermentationsproduktes in unterschiedlich optimierten Milchviehrationen	149
de Groot N, Faba L, Schalk C Competitive exclusion by promoting growth of beneficial bacteria after <i>Salmonella</i> infection	154
Kvidera S, Ibraheem M, Bradford B, Daubinger K, Perryman K & Araujo D The complete replacement of sulfate trace mineral sources with copper, zinc and manganese hydroxides improves NDF and DM digestibility in cattle diets	158
Tünte M, Westendarp H, Schön H-G, Fenske K, Reeken J-B Einfluss der Fütterung eines speziell bearbeiteten Mariendistelextraktes auf die Milchleistung, -qualität und Gesundheit von Milchkühen	165
Schomaker T, Kindermann M, Walker N, Wiemann M Möglichkeiten der Reduzierung von Methanemissionen aus der Milchviehhaltung durch den Einsatz eines neuartigen Futterzusatzstoffes	172
Turner T, Ramirez S, Gott P, Tacconi A, Murugesan G Colostrum quality enhanced by phytogetic feed additive during close-up period	178
Kröger I, Wilhelm M, ten Doeschate R, van Hout M Phytase 4a19 ermöglicht starke P-Reduktion in Rationen mit ausreichendem Phytatgehalt	185
Rossi B, Bartelt J and Grilli E Low dose of microencapsulated zinc oxide increases growth performance and reduces faecal zinc level in weanling pigs	190
Jacobs A, Harks F, Hazenberg L, Hoeijmakers M, Nell T, Pel S, Segers R Effizienz eines inaktivierten <i>Lawsonia intracellularis</i> -Impfstoffes beim Schwein bei Belastungsinfektion und unter Feldbedingung	194
Hoping B, Keimer B, Schlagheck A and Hummel J Hydrolyzed yeast <i>Kluyveromyces fragilis</i> improved growth performance and health parameter in calves reared for beef production	202
Tünte M, Reeken J-B, Haufe S Neutralisationskapazität von standardisierten Huminsäuren auf ausgewählte Schadstoffe und Toxine in Abhängigkeit von dem pH-Wert	207
Tünte M, Strohmaier M, Kohlleppel K, Gammel G Einfluss der Fütterung von standardisierten Huminsäuren an Legehennen auf ausgewählte Leistungs- und Eiquälitätsparameter sowie die Mortalität	211
Autorenverzeichnis	216
Werbepartner	218

Einfluss einer variierenden Trypsin-Inhibitor-Aktivität auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren beim Mastbroiler

Sylvia Kuenz¹, Dominik Hoffmann¹, Stefan Thurner², Konstanze Kraft³, Markus Wiltafsky⁴, Klaus Damme³, Wilhelm Windisch¹, Daniel Brugger⁵

¹ Lehrstuhl für Tierernährung (TUM)

² Institut für Landtechnik und Tierhaltung (LfL)

³ Versuchs- und Bildungszentrum für Geflügelhaltung (BaySG)

⁴ Evonik Nutrition & Care GmbH,

⁵ Institut für Tierernährung (Universität Zürich)

Der Anbau von Sojabohnen nahm in den letzten Jahren stetig zu; einerseits um unabhängig von Importen zu werden, andererseits um Fruchtfolgen zu diversifizieren und somit einen wertvollen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Allerdings sind Sojabohnen reich an antinutritiven Stoffen, wie beispielsweise Trypsin Inhibitoren (TI), die sich negativ auf Verdauung und Tiergesundheit auswirken und deshalb vor der Verfütterung thermisch denaturiert werden müssen. Der Anbauumfang in Bayern ist bisher aber noch sehr gering, weshalb eine Aufbereitung bislang nur in kleinen, dezentralen Anlagen erfolgen kann. Durch ungenügende Qualitätskontrollen in diesen Anlagen kann es zu großen qualitativen Unterschieden kommen. Teilweise kann es durch Überbehandlung zu Proteinschädigungen kommen, oder aber TI werden durch Unterbehandlung nur unzureichend denaturiert. Derzeit wird empfohlen, die Trypsin Inhibitor Aktivität (TIA) in teilentölten Sojaprodukten auf 4,0 mg/g zu begrenzen (Clarke und Wiseman 2005, 2007). Indes konnte im Rahmen dieses Projektes bereits gezeigt werden, dass es auch unterhalb dieses Grenzwertes bereits zu Leistungseinbrüchen kommen kann (Hoffmann et al. 2019; Kuenz et al. 2019, 2020). In vorliegender Studie soll jetzt der Einfluss der TIA auf die Verdaulichkeit einzelner Aminosäuren (AS) dargestellt werden.

Material und Methoden

Ausgangsmaterial für diesen Versuch waren die zwei Sojasorten Sultana und Merlin. Diese wurden mittels vier unterschiedlicher Verfahren aufbereitet (thermisch, hydrothermisch, druckthermisch und darrthermisch). Die TIA der aufbereiteten Sojakuchen variierte von 0,3 mg/g bis 23,6 mg/g. So entstanden 45 Sojavarianten, die in zwei Zulagestufen (15%, 30%) in eine Basisration im Austausch mit Maisstärke eingemischt wurden. Eine Ration ohne Beimischung von Sojakuchen diente als Kontrollration (Tabelle 1). Insgesamt entstanden auf diesem Wege 91 Versuchsvarianten. Allen Varianten wurde 0,5% Titandioxid als unverdaulicher Marker beigelegt.

In vier konsekutiven Versuchen wurden insgesamt 5.490 männliche Eintagsküken (Ross 308) eingestallt. Die Tiere wurden von Tag 1 bis einschließlich Tag 14 mit herkömmlichen Kükenstarter aufgezogen (Rohprotein 215 g/kg, 12,5 MJ ME/kg). An Tag 15 wurden die Tiere gewogen und zufällig den Versuchsrationen zugeteilt (10 Broiler pro Abteil, 6 Wiederholungen pro Variante). Die Versuchsrationen und Wasser standen den Tieren ad libitum zur Verfügung. An Tag 22 wurden die Broiler erneut gewogen und mittels CO₂ Begasung getötet. Den Tieren wurde sofort nach Eintreten des Todes der Bauchraum geöffnet und das Dünndarmstück zwischen dem Meckel'schem Divertikulum

und zwei Zentimeter vor der Abzweigung der Blinddärme entnommen. Die Sektion wurde mit bidestilliertem Wasser gespült und anschließend für jedes Abteil gepoolt (Kluth et al. 2005). Die Proben wurden bei -20 °C tiefgefroren, gefriergetrocknet und gemahlen.

Tabelle 1: Versuchsrationen mit Basisration, Zulagestufe 1 (15% Sojakuchen) und Zulagestufe 2 (30% Sojakuchen)

Komponenten (%)	Grundration 175 g/kg XP	Zulage 1 220 g/kg XP	Zulage 2 300 g/kg XP
Maisstärke	28.00	14.00	0.00
Experimenteller Sojakuchen	0.00	15.00	30.00
Sojaöl	4.00	3.00	2.00
Mais	-----	46.15	-----
Sojaextraktionsschrot	-----	10.00	-----
Kartoffelprotein	-----	5.00	-----
Titandioxid	-----	0.50	-----
Monocalciumphosphat	-----	2.51	-----
Natriumchlorid	-----	0.51	-----
Futterkalk	-----	1.15	-----
Mineralfutter	-----	0.15	-----
Vitaminvormischung	-----	0.20	-----
Cholin 50%	-----	0.20	-----
L-Lysin HCl	-----	0.62	-----
DL-Methionin	-----	0.20	-----
L-Arginin	-----	0.55	-----
L-Tryptophan	-----	0.03	-----
L-Threonin	-----	0.23	-----

Im Labor wurde die TIA (Norm DIN EN ISO 14902:2002-02), sowie die Rohnährstoffe nach WEENDER Analyse (VDLUFA 2012) der einzelnen Sojakuchen und der Futtermischungen bestimmt. Des Weiteren wurden sowohl der TiO₂- und der AS Gehalt im Futter, als auch in den Chymusproben analysiert (Brandt und Allam 1987; Llames und Fontaine 1994). Anschließend wurde mithilfe untenstehender Formel ein Verdaulichkeitskoeffizient für Rohprotein, der Summe der essentiellen und nicht-essentiellen AS, sowie für jede einzelne AS berechnet.

$$VQ_{AS\text{ Futter}} = 100 - \left(\frac{TiO_2\text{ Futter} \times AA_{Chymus}}{TiO_2\text{ Chymus} \times AA_{Futter}} \right)$$

Die praecaecale (pc) AS Verdaulichkeit der experimentellen Sojakuchen konnte dann durch lineare Regression berechnet werden (Rodehutscord et al. 2004).

Ergebnisse

Grundsätzlich lässt sich aussagen, dass zwischen der TIA im Futter und dem Lebendgewicht am Schlachttag, sowie der Gesamtzunahme der Tiere ein linearer Zusammenhang besteht. Je mehr TIA im Futter nachzuweisen war, desto geringer fielen Lebendgewicht und Gesamtgewichtszunahme aus (Abbildung 1).

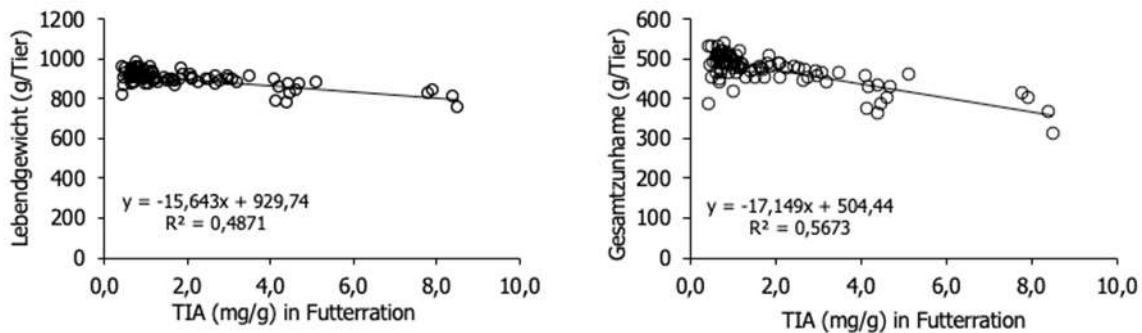


Abbildung 1: Einfluss der TIA (mg/g) auf Lebendgewicht (g/Tier) am Schlachttag (links) und Gesamtzunahme (g/Tier) während der Versuchsperiode (rechts)

Ein ähnliches Bild zeichnet sich bei der Betrachtung der pc AS Verdaulichkeit ab. In Abbildung 2 sind die Verdaulichkeitskoeffizienten von Rohprotein (XP), Die Summe der essentiellen AS (EAS), die Summe der nicht-essentiellen AS (NEAS), Lysin (Lys), Methionin (Met) und Cystein (Cys) mit steigender TIA zu sehen. Steigende Gehalte an TIA in den Sojakuchen reduzierten die pc Verdaulichkeit der einzelnen AS und somit die des gesamten XP. Auffällig war auch, dass die pc Verdaulichkeiten unterschiedlich stark vermindert wurden. So verschlechtert jede Zulage von 1,0 mg/g TIA die Verdaulichkeit von Lysin um 1,6%, wobei die Verdaulichkeit der schwefelhaltigen AS um 2,3% zurückging. Am stärksten war Cys betroffen. Bei der höchsten TIA-Stufe (22,4 mg/g) erreichte die pc Verdaulichkeit des Cysteins nur noch 5%.

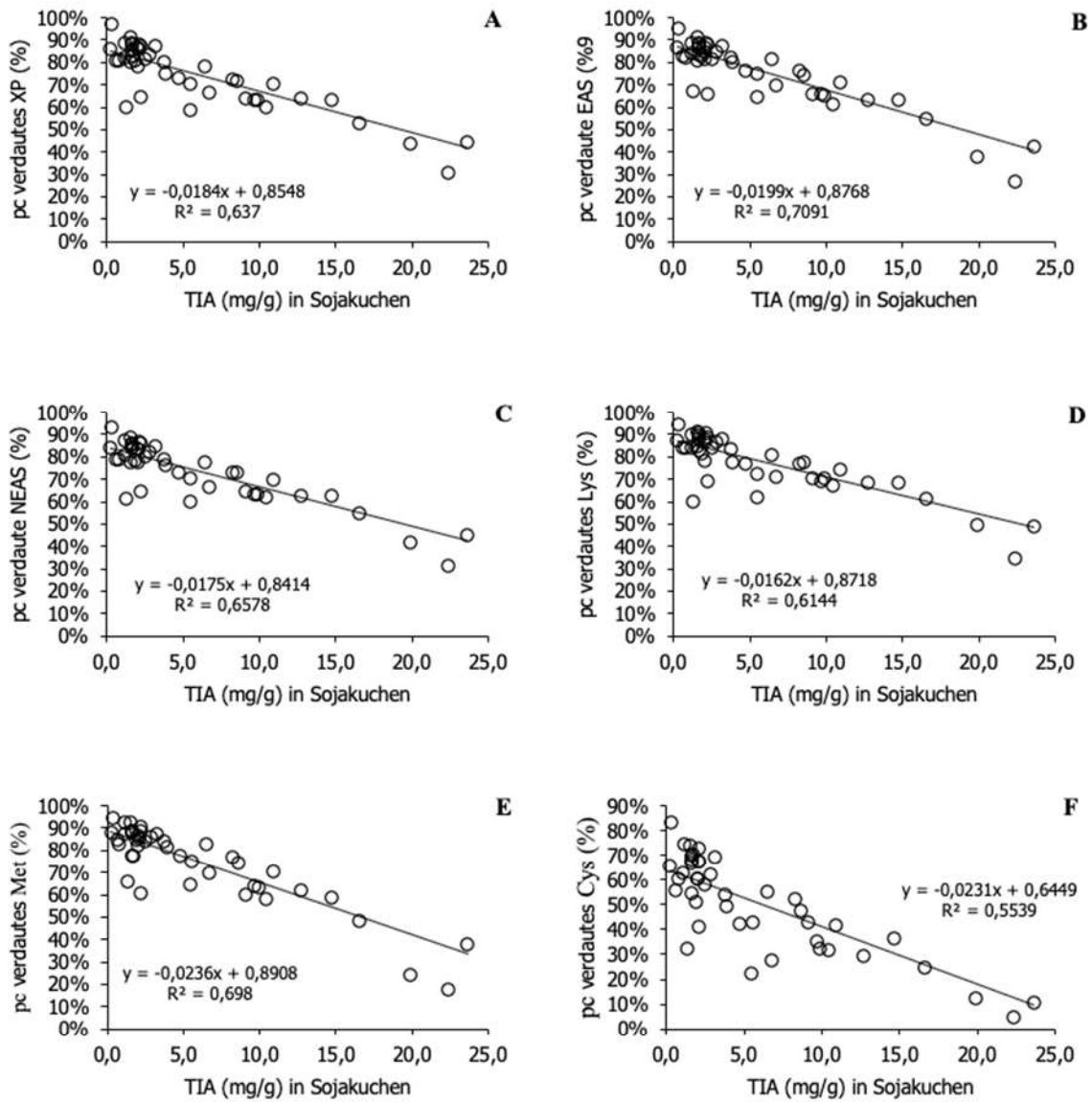


Abbildung 2: Einfluss der TIA (mg/g) auf praecaecal (pc) verdautes Rohprotein (XP) (A), pc verdaute essentielle Aminosäuren (EAS) (B), pc verdaute nicht essentielle Aminosäuren (NEAS) (C), pc verdautes Lysin (Lys) (D), pc verdautes Methionin (Met) (E) und pc verdautes Cystein (Cys) (F) in Prozent (%).

Diskussion

Die Ergebnisse aus dem Verdaulichkeitsversuch zeigten, dass TIA die pc Verdaulichkeit bei allen AS signifikant mit einem linearen Zusammenhang reduzierte. Dabei waren die beiden schwefelhaltigen AS Methionin und Cystein besonders stark in ihrer Dünndarmverdaulichkeit reduziert. Dies hatte auch signifikante Auswirkungen auf das Körpergewicht, sowie die Gesamtzunahmen der Mastbroiler während der Versuchsphase vom 15. bis zum 22. Lebenstag.

Eine mögliche Erklärung für die reduzierte AS Verdaulichkeit könnte inaktiviertes Trypsin im Verdauungstrakt sein. TI binden irreversibel an Trypsin und anderen Verdauungsenzymen und hemmen deren Aktivität. So konnte Foltyn et al. (2015) in einer Verdaulichkeitsstudie an Mastbroilern eine verminderte Aktivität an Trypsin im Dünndarm infolge einer Exposition mit TIA feststellen. In dieser Situation versucht das Pankreas, den Verlust an Verdauungskapazität durch eine vermehrte Sekretion an Verdauungsenzymen zu kompensieren (Nitsan und Liener 1976), was letztendlich einen erhöhten Fluss an endogenem Protein am Ende des Ileums zur Folge hat. Nachdem Trypsin und Chymotrypsin relativ viel schwefelhaltige AS enthalten (Nitsan und Liener 1976), sollte TIA vor allem die endogenen Verluste an Met und Cys erhöhen, was den besonders ausgeprägten Effekt auf die pc Verdaulichkeit dieser beiden AS erklären könnte. Aber auch die TI selbst sind reich an schwefelhaltigen AS. Vor allem die in der Sojabohne prominent vertretenen Bowman-Birk-Inhibitoren enthalten zahlreiche Disulfid-Brücken und daher viel Cystein (Odani und Ikenaka 1973). Der durch TIA erhöhte Fluss an schwefelhaltigen AS am terminalen Ileum bzw. der Rückgang der pc AS Verdaulichkeit könnte somit auch vom Inhibitor selbst verursacht worden sein. Um diese Frage zu beantworten, müssten weitere Studien z.B. auf der Basis von Isotopenmarkierung durchgeführt werden. Für die Praxis steht jedoch fest, dass die Gegenwart von TIA im Futter die pc AS Verdaulichkeit drastisch reduziert und deshalb auf ein Minimum zu reduzieren ist.

Literatur

Norm DIN EN ISO 14902:2002-02: Animal feeding stuffs - Determination of trypsin inhibitor activity of soya products.

Brandt, M.; Allam, S. M. (1987): Analytik von TiO₂ im Darminhalt und Kot nach Kjeldahlaufschluß. In: Arch. Anim. Nutr. (37), S. 453–454.

Clarke, E.; Wiseman, J. (2005): Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. In: Anim. Feed Sci. Technol. 121 (1-2), S. 125–138. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2005.02.012.

Clarke, E.; Wiseman, J. (2007): Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and subsequent effects on their nutritional value for young broilers. In: Br. Poult. Sci. 48 (6), S. 703–712. DOI: 10.1080/00071660701684255.

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 trypsin inhibitor activity, heat-degraded lysine concentration, and protein solubility in potassium hydroxide. In: Poult. Sci. 98 (6), S. 2489–2499.

Kluth, Holger; Mehlhorn, Katrin; Rodehutschord, Markus (2005): Studies on the intestine section to be sampled in broiler studies on precaecal amino acid digestibility. In: Arch. Anim. Nutr. 59 (4), S. 271–279. DOI: 10.1080/17450390500217058.

Kuenz, S.; Hoffmann, D.; Thurner, S.; Damme, K.; Windisch, W.; Brugger, D. (2019): Einfluss einer variierenden Trypsininhibitoraktivität im Alleinfutter auf die grobgewebliche Zusammensetzung beim Mastbroiler. In: VDLUFA-Schriftenreihe 76, S. 280–289.

Kuenz, S.; Hoffmann, D.; Thurner, S.; Damme, K.; Windisch, W.; Brugger, D. (2020): Impact of varying trypsin inhibitor activity in feed on chemical body composition of broiler chickens at the end of fattening. In: Proc. Soc. Nutr. Physiol. 29, S. 101.

Llames, C. R.; Fontaine, J. (1994): Determination of Amino Acids in Feeds. Collaborative Study. In: J. AOAC Int 77, S. 1362–1402. DOI: 10.1093/jaoac/77.6.1362.

Rodehutschord, M.; Kapocius, M.; Timmler, R.; Dieckmann, A. (2004): Linear regression approach to study amino acid digestibility in broiler chickens. In: Br. Poult. Sci. 45 (1), S. 85–92. DOI: 10.1080/00071660410001668905.

VDLUFA (2012): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs-und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch). Bd. III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt: VDLUFA-Verl.

Autorenanschrift:

Sylvia Kuenz
Lehrstuhl für Tierernährung
Technische Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
Tel: 08161- 71 3116
sylvia.kuenz@tum.de