

Schätzung des standardisiert praecaecal verdaulichen Rohproteins mittels einer einfachen Labormethode

A simple laboratory method for estimating the standardised precaecally digestible crude protein

Valérie Schumacher, Saskia Kehraus, Karl-Heinz Südekum

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften

Abstract

The project deals with a simple laboratory method to estimate the standardised precaecally digestible crude protein (spcvCP). The overall objective of the project is to contribute to an adequate CP supply of pigs and also to support performance and animal health as well as to avoid nitrogen surpluses, which are harmful for the animal and the environment. This can be achieved by a precise protein evaluation of the feed. According to GfE, protein evaluation has been based on spcvXP since 2006. Up to now, this has been determined *in vivo* using an invasive method using fistula at the terminal ileum. *In vitro*, spcvCP is often determined using a time-consuming enzymatic method (Boisen and Fernandez 1995), which has not been well established so far. Therefore, a rapid laboratory method for the estimation of spcvCP in pigs was developed. On the lines of the CP fractionation procedure for ruminant feeds (Licitra et al. (1996)), the neutral detergent insoluble CP (NDICP) or acid detergent insoluble CP (ADICP) is measured. Based on the determination of NDICP or ADICP, the ND-soluble or AD-soluble CP is calculated and used to derive equation to estimate spcvCP.

Einleitung

Die Labormethode basiert auf dem Wissen, dass Schweine zu den Dickdarmfermentierern gehören, entsprechend sind das Neutral-Detergenzien-unlösliche Rohprotein (NDUXP) und das Säure-Detergenzien-unlösliche XP (ADUXP) im Dünndarm weitgehend unverdaulich. Hingegen steht dem Tier das ND- bzw. AD-lösliche XP (NDLXP bzw. ADLXP) im Dünndarm zur Verfügung, welches wie folgt berechnet werden kann:

$$\mathbf{NDLXP = XP_{Futter} - NDUXP}$$

Gleiches gilt auch für ADLXP. Die hier beschriebene Vorgehensweise ähnelt derjenigen für die Proteinbewertung beim Pferd (GfE 2014).

Material und Methoden

Von einer Arbeitsgruppe der Universität Hohenheim wurde ein einzigartiger Probenpool von über 80 Einzelfuttermitteln zur Verfügung gestellt, deren spcvXP bereits *in vivo* am Schwein bestimmt wurde. Daraus resultiert eine Minimierung methodischer Varianzen (*in vivo*, Laboranalyse) für die Ableitungen der Schätzgleichungen. Der Probenpool setzte sich zusammen aus 32 Getreideproben (unterschiedlicher Art und Genetik), Rapsfuttermitteln (Rapskuchen, unbehandelte und thermisch behandelte Raps-extraktionsschrote), Sojaprodukten (Sojaextraktionsschrote, Sojakuchen, unbehandelte, extrudierte

und thermisch behandelte Vollfettsojabohnen), Ackerbohnen (unterschiedliche Trypsininhibitoraktivitäten (TA) und Tanninkonzentrationen), Erbsen (unterschiedliche TA), Lupinen und speziellen Proben (Weizenkleber, Fischmehle, Sojaproteinkonzentrate, Erbsen- und Sojaproteinisolat). Diese Proben wurden nach bestimmten N-haltigen Verbindungen kategorisiert, z. B. Maillard-Reaktionsprodukte oder/und Tannin-Proteinkomplexe, die im ADUXP erfasst werden. Daher wurde für Proteinquellen das ADUXP und für Getreide, welche z. B. nicht thermisch behandelt wurden, bei denen keine Maillardprodukte und keine Tannine zu erwarten sind, das NDUXP bestimmt. Die Isolierung des NDUXP bzw. ADUXP erfolgte nach Licitra et al. (1996) und die N-Bestimmung im Rückstand nach Kjeldahl (VO (EG) 152/2009, Anhang III, C). Eine Schätzgleichung für spcvXP wurde anhand der kalkulierten NDLXP- bzw. ADLXP-Konzentrationen und den *in vivo* spcvXP abgeleitet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm R Studio (Version 2022). Zunächst wurde eine Rohdatenanalyse vorgenommen und daraufhin die Entscheidung für das lineare Modell getroffen. Das lineare Modell für die Regressionsanalyse lautet:

$$y = a x + b \quad \text{mit } y = \textit{in vivo} \text{ spcvXP (g/kg TM)}, x = \text{NDLXP bzw. ADLXP (g/kg TM)}$$

Eine Schätzgleichung für das spcvXP wurde aus dem linearen Modell abgeleitet, welche anschließend für die Ableitung der Validierung verwendet wurde. Um das geschätzte spcvXP für die Validierung zu erhalten, wurde aus den NDUXP-Gehalten aus der Referenz (REF) das NDLXP berechnet und in die Schätzgleichung eingesetzt. Das auf diese Weise geschätzte spcvXP und die *in vivo* spcvXP Werte aus der REF (für identische Proben) wurden dann zur Validierung in das lineare Modell eingesetzt.

Ergebnisse

Für alle Proben wurde das *in vivo* spcvXP aus der REF gegen die Werte für das NDLXP für Getreide und ADLXP für Proteinfuttermittel aufgetragen (Abb. 1). Daraus ergibt sich die Schätzgleichung für alle Proben [1]:

$$y = 0,8640 x - 13,372 \quad R^2 = 0,962 \quad [1]$$

mit $y = \text{geschätztes spcvXP (g/kg TM)}$, $x = \text{NDLXP bzw. ADLXP (g/kg TM)}$

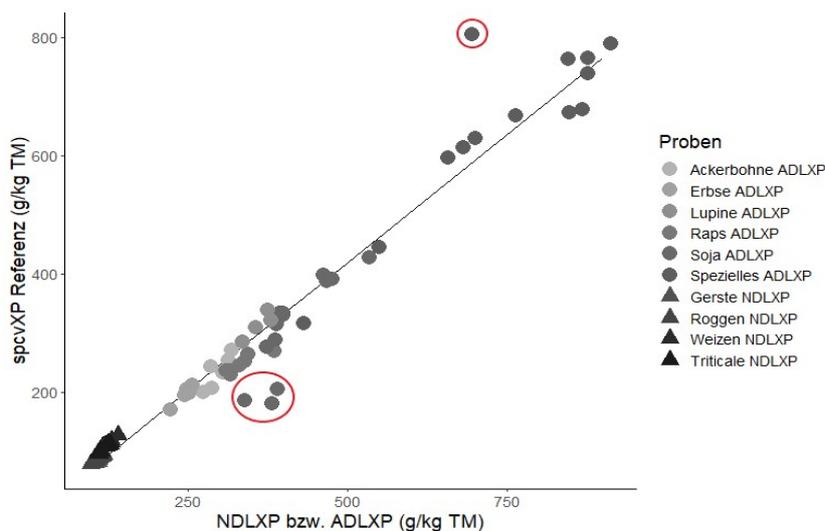


Abb. 1: Regression spcvXP für Getreide und Proteinfuttermittel

Das Getreide befindet sich im unteren Bereich und die Proteinfuttermittel im oberen Bereich der Abb. 1, wobei drei Werte besonders auffallen. Hierbei handelt es sich um nicht ausreichend oder sehr wenig thermisch behandelte Vollfettojabohnen ($TA > 7 \text{ g/kg TM}$), die aufgrund der hohen TA so nicht in der Schweinefütterung eingesetzt werden. Ein weiterer auffälliger Wert ist bei einem von drei Weizenklebern zu erkennen. Dabei handelt es sich um einen hydrolysierten Weizenkleber, bei dem zur Behandlung keine weiteren Angaben vorlagen. Da ADUXP sehr niedrig war, also nach der Isolierung kaum Rückstand zur Analyse vorhanden war, ist der ADLXP-Wert hoch. Die vier auffälligen Proben sind in der beschriebenen Regressionsanalyse mit aufgeführt und markiert. Nach Entfernung der vier auffälligen Proben erhöhte sich das Bestimmtheitsmaß auf $R^2 = 0,976$.

Für die Einzelbetrachtung der Getreideproben wurde das *in vivo* spcvXP aus der Referenz gegen NDLXP aufgetragen (Abb. 2), wobei eine Gruppierung in Weizen+Triticale und Gerste+Roggen zu beobachten war, welche in den folgenden Regressionen resultieren:

$$\text{Weizen/Triticale: } y = 0,8979 x + 0,438 \quad R^2 = 0,908 \quad [2]$$

y = geschätztes spcvXP (g/kg TM), x = NDLXP (g/kg TM)

$$\text{Roggen/Gerste: } y = 0,9076 x - 11,826 \quad R^2 = 0,896 \quad [3]$$

y = geschätztes spcvXP (g/kg TM), x = NDLXP (g/kg TM)

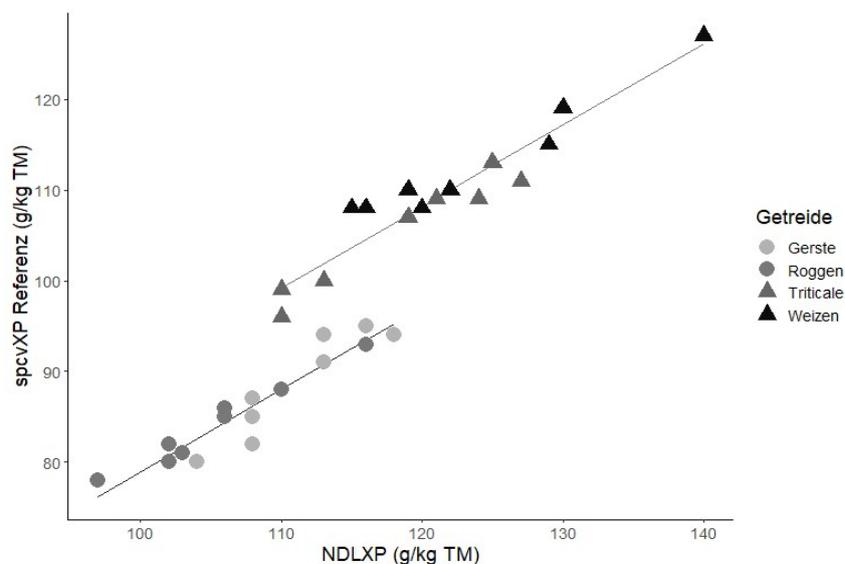


Abb. 2: Regression spcvXP für Weizen+Triticale und Gerste+Roggen

Wie zuvor beschrieben wurden für die Validierung Daten aus der REF (Jondreville et al. 2000a, 2000b, 2001; Leterme et al. 2000) herangezogen und die NDLXP-Gehalte in die Schätzgleichung [1] über alle Proben eingesetzt. Für die Validierung ergibt sich die Regressionsgleichung [4]:

$$y = 0,9154 x + 9,555 \quad R^2 = 0,963 \quad [4]$$

y = mit [1] geschätztes spcvXP REF (g/kg TM), x = *in vivo* spcvXP REF (g/kg TM)

Obwohl die Proben aus der REF sehr unterschiedlich sind und die NDUXP-Analysen in verschiedenen Laboren durchgeführt wurden, ist das Bestimmtheitsmaß der Validierung mit 0,963 sehr hoch. Führt man die Validierung mit der Schätzgleichung ausschließlich für Getreide durch, ist das Bestimmtheitsmaß gegenüber der Validierung mit der Schätzgleichung für alle Proben nicht höher.

Diskussion/Schlussfolgerung

Die Bestimmung von NDUXP und ADUXP ist eine Routineanalyse, die auch für die Proteinbewertung beim Wiederkäuer genutzt wird. Somit stellt die hier beschriebene schnelle Labormethode eine sehr gute Alternative zur enzymatischen Methode (Boisen und Fernandez 1995) zur Schätzung des spcvXP dar. Ringversuche im VDLUFA zeigen eine sehr gute Vergleichbarkeit der NDLXP-Werte zwischen den Laboren (relative Vergleichsstandardabweichung: 3 %). Die Ableitung der spcv Aminosäuren anhand der ND- bzw. AD-löslichen Aminosäuren sowie eine NIRS-Kalibration für ADUXP und NDUXP sind in Bearbeitung. Eine Übertragung der Vorgehensweise auf das Geflügel ist in Planung.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Universität Hohenheim für die Bereitstellung des Probenmaterials. Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projekträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie.

Literatur

- Boisen, S., Fernandez, J.A., 1995: Prediction of the apparent ileal digestibility of protein and amino acids in feedstuffs and feed mixtures for pigs by *in vitro* analyses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 51, 29-43.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2006: Empfehlung zur Energie- und Nährstoffversorgung bei Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2014: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Jondreville, C., van den Broecke, J., Grosjean, F., Van Cauwenberghe, S., Gâtel, F., 2000a: Ileal digestibility of amino acids in maize gluten feed for pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 9, 99-111.
- Jondreville, C., van den Broecke, J., Grosjean, F., Van Cauwenberghe, S., Gâtel, F., 2000b: Ileal true digestibility of amino acids in wheat milling by-products for pigs. *Ann. Zootech.* 49, 55-65.
- Jondreville, C., van den Broecke, J., Gâtel, F., Grosjean, F., Van Cauwenberghe, S., Sève, B., 2001: Ileal digestibility of amino acids and estimates of endogenous amino acid losses in pig fed wheat, triticale, rye, barley, maize and sorghum. *Anim. Res.* 50, 119-134.
- Leterme, P., Souffrant, W.-B., Théwis, A., 2000: Effect of barley fibres and barley intake on the ileal endogenous nitrogen losses in piglets. *J. Cereal Sci.* 31, 229-239.
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996: Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347-358.
- Verordnung (EG) Nr. 152/2009 der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln (ABl. L 54 S. 1). Zuletzt geändert durch Art. 1 VO (EU) 2022/893 vom 7.6.2022.

Autorenanschrift

Valérie Schumacher
Institut für Tierwissenschaften
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Endenicher Allee 15, 53115 Bonn
vschu@itw.uni-bonn.de