



Doctoral Thesis

Stoffliche und energetische Ausnützung von Futterprotein mit unterschiedlicher Aminosäurezusammensetzung beim wachsenden Schwein

Author(s):

Kronauer, Markus Stephan

Publication Date:

1993

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000891374> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 10099

**Stoffliche und energetische
Ausnützung von Futterprotein
mit unterschiedlicher Aminosäuren-
zusammensetzung beim
wachsenden Schwein**

**Abhandlung zur Erlangung des Titels eines
Doktors der technischen Wissenschaften der**

**Eidgenössischen Technischen Hochschule
Zürich**

vorgelegt von

Markus Stephan Kronauer

Dipl.Ing.Agr. ETH

geboren am 12. März 1953

von Winterthur, Luzern und Zürich

Angenommen auf Antrag von

Prof.Dr. C. Wenk, Referent

Dr. H.P. Pfirter, Korreferent

Zürich 1993

ZUSAMMENFASSUNG

Die Zusammensetzung des Futterproteins (Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan und andere essentielle Aminosäuren) in Rationen für wachsende Schweine spielt in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht eine wesentliche Rolle. Die Verhältnisse von Lysin zum Gehalt an verdaulicher Energie und an Rohprotein sowie der Aminosäuren untereinander beeinflussen den Gesamtstoffwechsel und damit das Wachstum, den Futterverzehr der Tiere sowie die Verwertung der Energie und des Stickstoffs im Futter.

Dieses Problem wurde in drei Versuchsreihen an insgesamt 46 wachsenden kastrierten Schweinen untersucht.

In Versuchsreihe A wurde im Gewichtsbereich von 9 bis 100 kg Mischung GM (Getreidemischung mit einem analysierten Rohproteingehalt (RP) von 118 g / kg) an Tiergruppe 1 durchgehend, an Gruppe 2 abwechselnd mit Mischung GMAs (derselbe RP - Gehalt, Zulage von Lysin und Methionin), an Gruppe 3 mit JF (212 g RP / kg) verabreicht. Damit konnte die Verdaulichkeit von Nährstoffen und Energie bei gleichem Gewicht, aber unterschiedlichem Alter ermittelt werden.

Die Verdaulichkeit der Energie, der organischen Substanz und des Rohproteins, aber auch die Aufnahme an verdaulicher Energie pro kg metabolischem Körpergewicht waren durch die Zusammensetzung der Ration und durch die Fütterungsintensität beeinflusst. Die Verdaulichkeit der Energie $v(E)$ betrug in den Fütterungsperioden mit Mischung JF rund 0.84, die Verdaulichkeit der organischen Substanz $v(OS)$ rund 0.87, diejenige des Rohproteins $v(RP)$ 0.83 bis 0.87. Dabei wurde 1.3 bis 1.7 MJ verdauliche Energie pro kg metabolischem Körpergewicht (VE^* , Exponent $3/4$) aufgenommen. In den Perioden mit den Mischungen GM und GMAs betragen $v(E)$ 0.75 bis 0.81, $v(OS)$ 0.78 bis 0.83, $v(RP)$ 0.73 bis 0.82, VE^* 0.9 bis 1.4 MJ / kg $G^{3/4}$. Nur bei den Rationen GM und GMAs war der Alters Einfluss auf die Verdaulichkeit signifikant. Die Aufnahme an VE^* war bei

denselben Rationstypen jedoch durch das Gewicht der Tiere beeinflusst.

In Versuchsreihe B wurden vier verschiedene Futtermischungen durchgehend verabreicht: Varianten 1 und 2 mit niedrigem (120 g / kg), Varianten 3 und 4 mit hohem Rohproteingehalt (215 g / kg). Bei den Varianten 2 und 4 wurden jeweils Lysin und Methionin zugelegt. Dabei wurde der Gesamtstoffwechsel von Schweinen in demselben Gewichtsbereich wie bei Versuchsreihe A gemessen.

Von den jungen Tieren wurde bei den Varianten 3 und 4 mehr Stickstoff (N) retiniert als bei den Varianten 1 und 2. Bei den älteren Tieren bewirkte die Aminosäurezulage in den Varianten 2 bzw. 4 eine erhöhte N - Bilanz gegenüber den Varianten 1 bzw. 3. Bei hoher Proteinversorgung und zunehmendem Gewicht der Tiere musste mehr überschüssiger N abgebaut werden, was aus den abnehmenden Wirkungsgraden der N - Verwertung im Verlaufe der Mast zum Ausdruck kam. Der Gesamtwirkungsgrad der Ausnützung der umsetzbaren Energie war bei den Varianten 3 und 4 zunächst geringer gegenüber den Varianten 1 und 2. Ab 40 kg Gewicht der Tiere verringerten sich die Unterschiede zwischen den Proteinstufen. Dafür war der Gesamtwirkungsgrad bei den Varianten 2 bzw. 4 etwas erhöht gegenüber den Varianten 1 bzw. 3. Die Aufnahme an umsetzbarer Energie pro kg metabolischem Körpergewicht war bei den Varianten 3 und 4 im Gewichtsbereich bis 40 kg höher als bei den Varianten 1 und 2. Der Anteil der retinierten Energie in Form von Protein betrug bis 40 kg Gewicht 35 - 50 % bei den Varianten 3 und 4, jedoch nur 20 - 25 % bei den Varianten 1 und 2.

In Versuchsreihe C wurde der Gesamtstoffwechsel der Tiere ab 9 bis ca. 35 kg Lebendgewicht gemessen unter dem Einfluss einer Imbalanz zwischen Arginin (8.0 bzw. 15.0 g / kg Futter) und Lysin (5.5 bzw. 10.0 g / kg). Dies entsprach damit der Anordnung eines 2 x 2 - Faktorenversuches. Die Futtermischungen enthielten 160 - 175 g Rohprotein / kg.

Durch den erhöhten Lysingehalt war auch die Stickstoffbilanz erhöht. Bei Variante 2 mit geringem Gehalt an Lysin, aber hohem Gehalt an Arginin war sie gegenüber Variante 1 mit einem geringen Gehalt an Lysin und Arginin erniedrigt. Die Ausnützung des Futter - N war bei den Varianten 3

und 4 mit Lysinulage am besten, bei Variante 2 jedoch am schlechtesten. Nur bei Variante 2 wurde deutlich weniger umsetzbare Energie pro kg metabolischem Körpergewicht aufgenommen, ebenso weniger Energie retiniert als bei den übrigen drei Varianten. Zusätzlich war der Gesamtwirkungsgrad der Ausnützung der umsetzbaren Energie schlechter. Der Anteil des Proteinansatzes an der gesamten retinierten Energie betrug bei den Varianten 1 und 2 20 bis 25 %, bei den Varianten 3 und 4 35 bis 40 %. Die Argininulage übte darauf keinen Einfluss aus. Der reduzierte Energie- und Stoffwechsel bei Variante 2 liessen auf einen Imbalanzeffekt schliessen. Der Einfluss trat aber nur dann auf, wenn der Gehalt von Lysin im Verhältnis zur verdaulichen Energie der Ration niedrig war.

In allen Versuchsreihen war der Einfluss der Proteinversorgung auf die Tageszunahmen und die Futterverwertung deutlich. Bei den jungen Tieren und niedriger Proteinversorgung bestand vor allem in Versuchsreihe C ein Unterschied zwischen Rationen mit oder ohne Ergänzung an Lysin und Methionin. Bei den entsprechenden Rationen in den Versuchsreihen A und B mit niedrigerem Rohproteingehalt als in Versuchsreihe C waren folgende Aminosäuren limitierend: Threonin, Tryptophan, Isoleucin und Valin.

In den Versuchsreihen B und C wurden der Erhaltungsbedarf sowie die partiellen Wirkungsgrade für Wachstum, Protein- und Fettansatz anhand von 7 Regressionsmodellen berechnet. Besonders in Versuchsreihe B resultierten dabei Werte mit einem hohen Variationskoeffizienten. Sie stimmten, auch wenn die umsetzbare Energie mit der gemessenen Wärmebildung aufgrund der physischen Aktivität der Tiere korrigiert wurde, nicht mit Literaturergebnissen überein. In Versuchsreihe C wiesen der mittlere Erhaltungsbedarf und der mittlere partielle Wirkungsgrad für Wachstum jedoch niedrigere Variationskoeffizienten auf und waren mit Literaturergebnissen eher vergleichbar. Dies war wohl auf die höhere Variation in der Fütterungsintensität gegenüber Versuchsreihe B zurückzuführen. Anhand der Regressionsmodelle konnte die retinierte Energie pro kg metabolischem Körpergewicht (G^*) mit recht genauer Übereinstimmung abgeleitet werden, falls die umsetzbare Energie pro kg $G^{3/4}$ mit 1300 bis 1500 kJ in den Regressionsgleichungen eingesetzt wurde.

SUMMARY

The composition of dietary protein for growing pigs (lysine, methionine, threonine, tryptophan and other essential amino acids) is important in economical and ecological respects. The ratios of lysine to digestible energy, and to crude protein as well as to individual amino acids influence the whole metabolic processes and therefore the growth and feed intake of the animals, and the utilization of dietary energy and protein.

This problem was investigated in three series of experiments with 46 castrated growing pigs.

In the series A of experiments (9 to 100 kg liveweight), the mixture GM (cereals, 118 g CP / kg analysed) was given to group 1 continuously, to group 2 alternating with the mixture GMAs (with the same CP content, addition of lysine and methionine), and to group 3 alternating with the mixture JF (212 g CP / kg). Thereby it was possible to determine the digestibility of nutrients and energy at the same body weight, but at different age limits of animals.

The digestibility of energy $d(E)$, organic matter $d(OM)$ and crude protein $d(CP)$, and the digestible energy intake per kg metabolic body weight (DE^* , exponent $3/4$) were influenced by the composition of rations and the feeding intensity. During the feeding with JF mixture, the $d(E)$, $d(OM)$ and $d(CP)$ amounted to approx. 0.84, 0.87 and 0.83 - 0.87, respectively. The DE^* intake varied from 1.3 to 1.7 MJ / kg $W^{3/4}$. The corresponding values obtained with GM and GMAs mixture were 0.75 - 0.81, 0.78 - 0.83 and 0.73 - 0.82, and 0.9 - 1.4 MJ / $W^{3/4}$, respectively. A significant influence of age on the digestibility was observed only with the GM and GMAs mixture. The DE^* with the same feed mixtures was influenced by the weight of the animals.

In the second series B of experiments four different feed mixtures were given to growing pigs continuously: treatments 1 and 2 with a lower

crude protein (CP) content (120 g / kg) and treatments 3 and 4 with a higher CP content (215 g / kg). Diets in treatments 2 and 4 were supplemented with lysine and methionine. The protein and energy metabolism of pigs was studied at the same range of body weights as in series A.

In young animals, the nitrogen (N) retention was higher with treatments 3 and 4 than with treatments 1 and 2. However, the amino acid supplementation to treatments 2 and 4 increased the N retention in older animals compared to unsupplemented diets. At the high level of crude protein in the ration and the increase in live body weight of the animals, more excess N was degraded. This was reflected by the decreased N utilization during the fattening period. At the beginning, the total efficiency of the utilization of metabolizable energy was lower in treatments 3 and 4 than in treatments 1 and 2. From 40 kg liveweight onwards the difference between high and low CP groups became smaller. Yet the total efficiency was somewhat higher with treatments 2 and 4 in comparison to treatments 1 and 3. Until 40 kg body weight the metabolizable energy intake per kg metabolic body weight was higher in treatments 3 and 4 than in treatments 1 and 2. During the same growth period, the energy retained as protein relative to total retention was 35 to 50 % in treatments 3 and 4 compared to only 20 to 25 % in treatments 1 and 2.

In the series C, the influence of imbalance between arginine (8.0 and 15.0 g / kg ration), and lysine (5.5 and 10.0 g / kg) on the protein and energy metabolism of pigs weighing 9 to 35 kg was investigated in experiments arranged according to a 2 x 2 factorial design. The rations contained 160 to 175 g CP / kg.

The higher lysine content increased the nitrogen (N) balance. In treatment 2 with a low lysine but a high arginine content, the N balance was decreased compared to treatment 1 which contained lower amounts of both lysine and arginine. The efficiency of N utilization was highest in treatments 3 and 4 with lysine supplementation and lowest in treatment 2. A significantly lower metabolizable energy intake per kg metabolic body weight, and also a lower energy retention were observed in treatment 2 compared to the other 3 treatments. Furthermore, the total efficiency of the utilization of metabolizable energy was poor in this

treatment. The portion of energy retained as protein in relation to total retention was 20 to 25 % in treatments 1 and 2, and 35 to 40 % in treatments 3 and 4. In this case the arginine supplementation did not have any influence. The reduced energy and protein metabolism in treatment 2 indicated an imbalance effect. This effect was apparent only at the low ratio of lysine to digestible energy content in the ration.

In all experiments there was a significant influence of dietary crude protein level on the live weight gain and feed efficiency. With young animals and the low level of crude protein (CP), there was a difference between rations with and without supplementation of lysine and methionine, especially in the series C of experiments. The other amino acids such as threonine, tryptophan, isoleucine and valine were limiting in the rations of series A and B with a lower CP content.

In B and C series of experiments, the maintenance requirement and the partial efficiencies of energy utilization for growth, protein and fat deposition were estimated using 7 regression models. The estimated values had a high coefficient of variation especially in experiment series B. These values were not identical with the values in literature, even if the metabolizable energy was corrected for heat production caused by physical activities of the animals. In experiment series C, the maintenance requirement and the partial efficiency of energy utilization for growth had lower coefficients of variation, and the absolute mean values were more comparable with the values in literature. This could be attributable to the higher variation in metabolizable energy intake compared to the series B.

When the metabolizable energy intake of 1300 to 1500 kJ / kg $W^{3/4}$ was used in the regression equations, more precise values for the retained energy per kg metabolic body weight could be derived.