

Der Einfluss rohproteinreduzierter Rationen auf das Wachstum und die Energieverwertung von Ferkeln

Jean Noblet und Laurent Le Bellego (INRA-Saint Gilles, Frankreich)

Einleitung

Frühere Ergebnisse zur Proteinreduzierung in Rationen von Mastschweinen und laktierenden Sauen (aus der Zusammenarbeit von Degussa - Eurolysine - INRA) zeigten eine im Vergleich zu konventionellen Rationen verbesserte Energieverwertung infolge einer verringerten Wärmeproduktion. Dabei waren keine Leistungseinbußen festzustellen, wenn eine bedarfsdeckende Ergänzung der proteinreduzierten Rationen mit essentiellen Aminosäuren erfolgte. Darüber hinaus scheinen Schweine unter den Bedingungen einer Proteinreduzierung ihre Futteraufnahme entsprechend dem Nettoenergiegehalt der Ration anzupassen. Leistungseinbußen, die im Zusammenhang mit erhöhten Umgebungstemperaturen standen, konnten durch eine Proteinreduzierung (geringere Wärmeproduktion durch die Ration) vermindert werden.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Energieverwertung und die Effizienz von proteinreduzierten Rationen für das Wachstum von Ferkeln zu bestimmen. Weiterhin sollten Aspekte der Tiergesundheit und der Wasseraufnahme untersucht werden.

Versuchsansatz

Die Untersuchungen wurden in 8 Blöcken mit jeweils 5 Börgen (Wurfgeschwister) der Kreuzung (Large White x Landrasse) x Piétrain im Lebendmassebereich von 12 bis 27 kg durchgeführt. Nach dem Absetzen am 28. Lebenstag wurden die Tiere einzeln in Flat-Deck-Käfigen aufgestellt und über 9 Tage an die Haltungs- und Fütterungsbedingungen adaptiert. In den folgenden 3 Tagen wurde das kommerzielle Ferkelaufzuchfutter schrittweise durch die jeweiligen Versuchsrationen ersetzt. Ein Tier je Block wurde zu Beginn des Versuches geschlachtet (Vergleichsgruppe) während die anderen 4 Tiere/Block jeweils eine der 4 pelletierten Versuchsrationen bekamen und nach Beendigung des Versuches geschlachtet wurden. Die Untersuchungen wurden in 4 aufeinanderfolgenden Serien mit jeweils 2 Blöcken durchgeführt. Die Umgebungstemperatur betrug 28 °C während der ersten Woche nach dem Absetzen und wurde wöchentlich um 1 °C verringert.

Die Rationszusammensetzung ist aus der Tabelle 1 ersichtlich. Die Reduzierung des Rohproteingehaltes von 22,4 auf 16,9 % war mit einer progressiven Ergänzung kristalliner Aminosäuren verbunden. Der Gehalt an essentiellen Aminosäuren lag dabei oberhalb des Bedarfes der Tiere, wobei das Verhältnis der Aminosäuren untereinander dem des idealen Proteins¹ entsprach. Gleichzeitig wurde die Menge an ileal verdaulichem Lysin je MJ NE konstant gehalten. Um eine Elektrolytbilanz über 170 mEq/kg sicherzustellen, wurde in die Ration 4 (niedrigster Rohproteingehalt) zusätzlich Natriumbicarbonat eingemischt. Futter und Wasser standen den Tieren ad libitum zur Verfügung.

Die Messung des Nährstoff-, Wasser und Energieansatzes für jedes Ferkel/Versuchszeitraum erfolgte über die vergleichende Schlachtmethode. Dabei wurde vorausgesetzt, dass alle Ferkel eines Wurfs zu Beginn der Untersuchungen die gleiche Körperzusammensetzung hatten (d.h. wie die zu Beginn geschlachteten Wurfgeschwister). Ähnliches wurde auch für die Aminosäurezusammensetzung des Rohproteins unterstellt.

Alle Daten wurden einer Varianz/Covarianzanalyse (SAS, 1990) mit 4 Rationen und 8 Blöcken als fixe Effekte unterzogen.

Tabelle 1: Zusammensetzung und Futterwert der Versuchsdiäten

Ration	1	2	3	4
Rohproteingehalt, % ²	22,4	20,4	18,4	16,9
Komponenten, %				
Weizen	20,30	22,00	24,00	26,60
Mais	19,33	21,79	23,53	23,79
Gerste	20,30	22,00	24,00	26,60
Sojaextraktionsschrot	36,45	30,24	24,02	17,66
L-Lysin-HCl		0,20	0,40	0,60
DL Methionin	0,02	0,08	0,14	0,20
L-Threonin		0,09	0,18	0,27
L-Tryptophan			0,03	0,07
L-Isoleucin			0,01	0,12
L-Valin			0,09	0,19
Mineralstoffe und Vitamine ¹	3,6	3,6	3,6	3,9
Futterwert				
Lysin, % ²	1,20	1,19	1,21	1,23
DE, MJ/kg ³	14,75	14,59	14,63	14,50
ME, MJ/kg ³	14,28	14,14	14,26	14,17
NE, MJ/kg ⁴	10,28	10,33	10,52	10,52
ileal verd. Lysin, g/MJ NE ⁴	1,01	1,01	1,01	1,02
Essentielle Aminosäuren, % of Nx6,25 ⁵	44,5	44,6	44,7	46,8
Elektrolytbilanz, mEq/kg ⁵	250	212	173	171

¹ ohne Antibiotika

² analysierte Werte, bezogen auf 87 % TS

³ in der 1. Versuchswoche (0. - 7. Tag) ermittelt, bezogen auf 87 % TS

⁴ Mittelwert aus den Schätzgleichungen NEg4 und NEg7 (NOBLET et al., 1994); standardisierte ileale Lysinverdaulichkeit nach EUROLYSINE - ITCF (1995); bezogen auf 87 % TS

⁵ kalkuliert nach den analysierten Werten

⁶ kalkulierte Elektrolytbilanz

Ergebnisse

Ein Ferkel in der Versuchsgruppe mit dem geringsten Rohproteingehalt im Futter (Ration 4) wurde während der Adaptationsperiode aufgrund unbefriedigender Futteraufnahme aus dem Versuch herausgenommen. Trotz geringerer Futteraufnahme unterschied sich die Lebendmassezunahme der mit der Ration 1 (höchster Rohproteingehalt) gefütterten Tiere im Vergleich zu den anderen

¹ Die Verhältnisse der Aminosäuren zum Lysin (standardisiert ileal verdauliche Aminosäuren) lagen über 0,30; 0,60; 0,65; 0,19; 0,60; 0,70 für Methionin, Methionin+Cystin, Threonin, Tryptophan, Isoleucin und Valin

Fütterungsgruppen nicht. Infolge dessen ergab sich eine leicht verbesserte Futterverwertung für die proteinreiche Ration (Tab. 2).

Tabelle 2: Einfluss des Rohproteingehaltes auf die Lebendmassezunahme, die Futteraufnahme und die Futterverwertung einzeln gehaltener Ferkel

	Ration				RSD ¹	Signifikanz ²
	1	2	3	4		
Versuchstiere	8	8	8	7	-	-
Versuchsdauer, d	22	22	22	22	-	-
Lebendmasse, kg						
Beginn ³	11,7	12,0	11,8	12,0	0,9	B**
Ende ³	26,0	26,8	27,2	26,8	1,4	B**
Lebendmassezunahme, g/d	642	661	690	663	56	B**
Futteraufnahme ⁴						
Futterverzehr, g/d	959 ^a	1039 ^b	1061 ^b	1048 ^b	74	D*, B**
MJ ME/d	13,69 ^a	14,69 ^b	15,12 ^b	14,85 ^b	1,05	D(0,07), B**
MJ NE/d	9,86 ^a	10,74 ^b	11,16 ^b	11,03 ^b	0,77	D*, B**
Futterverwertung, kg/kg	1,50	1,58	1,54	1,58	0,07	

¹ RSD: Restliche Standardabweichung

² Varianzanalyse mit 'Ration' (D) und 'Block' (B) als Variable. Statistische Signifikanz: * : P(0,05); ** : P<0,01.^{a,b} Mittelwerte unterscheiden sich signifikant (P<0,05)

³ vorher 12 h genüchert

⁴ auf einen TS-Gehalt von 87 % bezogen.

Die Ergebnisse der in der 1. Versuchswoche durchgeführten Bilanzuntersuchungen sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die Reduzierung des Rohproteingehaltes von 22,4 auf 16,9 % führte zu einer tendenziell abnehmenden Wasseraufnahme (um 15 %) bzw. Harnmenge (um 36 %). Signifikant (P<0,05) verringerte sich die N-Ausscheidung mit dem Harn um 42 %. Diese reduzierte N-Ausscheidung mit dem Harn führte zu einem signifikanten Anstieg (P<0,05) im ME/DE-Verhältnis der Rationen von 96,8 % (Ration 1) über 96,9 % (Ration 2) und 97,4% (Ration 3) auf 97,6 % (Diät 4). Die Konsistenz des Kotes blieb dagegen unbeeinflusst durch die Rationszusammensetzung, obwohl bei den Diäten 3 und 4 geringere Anteile von weichem bzw. flüssigem Kot gefunden wurden.

Wie die in Tabelle 4 dargestellten Daten belegen, wies die chemische Körperzusammensetzung nach Entnahme des Darminhaltes keine signifikanten Unterschiede zwischen den Proteinstufen auf.

Auch die Aminosäurezusammensetzung des Körperproteins ergab zum Zeitpunkt des Schlachtens keine gerichteten Unterschiede zwischen den Diäten bzw. zur entsprechenden Vergleichsgruppe, welche zu Beginn der Untersuchungen geschlachtet wurde (Tab. 4). Der durchschnittliche Lysinanteil im Körperprotein betrug 6,8 %.

In Übereinstimmung mit der geringsten Futteraufnahme fiel auch der Fett- und Energieansatz bei der Ration 1 am niedrigsten aus (Tab. 5). Diese Unterschiede reduzieren sich, wenn die unterschiedliche Energieaufnahme (vergl. Tab. 2) durch Bezug auf eine einheitliche ME-Aufnahme

Tabelle 3: Einfluss des Rohproteingehaltes auf die Stickstoffbilanz, die Wasseraufnahme, die Harnmenge und die Kotkonsistenz³

Ration	Ration				RSD ¹	Signifikanz ²
	1	2	3	4		
Stickstoffbilanz, g/d						
Stickstoffaufnahme	28,5 ^a	27,0 ^a	25,3 ^a	20,7 ^b	4,2	D*, B**
Stickstoffausscheidung						
Kot	2,5	2,8	2,4	2,6	0,5	B**
Harn	8,2 ^a	6,6 ^b	4,5 ^c	2,4 ^d	1,3	D**, B**
Gesamt	10,7 ^a	9,4 ^a	6,8 ^b	5,1 ^c	1,6	D**, B**
Stickstoffretention	17,8	17,7	18,5	15,6	3,0	B**
Stickstoffverwertung, %	68,2 ^a	73,2 ^b	80,7 ^c	85,4 ^d	2,8	D**, B*
Wasseraufnahme, g/d	1941	1887	1867	1645	465	B*
Harnmenge, g/d	757	643	625	481	309	
Kotkonsistenz, % ⁴						
Hart	81,9	82,0	95,4	89,0	13,6	B*
Weich	14,7	14,5	4,1	9,0	11,1	B*
Flüssig	3,4	3,5	0,5	0,2	4,0	

^{1,2} Vergleiche Tabelle 2

³ in der ersten Versuchswoche bestimmt (0. - 7. Tag)

⁴ Tage mit hartem, weichem oder flüssigem Kot in % der gesamten Versuchstage

Tabelle 4: Chemische Körperzusammensetzung nach Entnahme des Darminhaltes

	Vergleichsgruppe ¹	Ration			
		1	2	3	4
Chemische Zusammensetzung ² , %					
Wasser	71,5	70,6	69,5	69,7	69,6
Asche	2,9	2,8	2,7	2,8	2,7
Protein	15,0	16,1	16,3	16,3	16,0
Fett	10,1	10,3	11,3	11,2	11,4
Energie, kJ/g	7,38	7,71	8,12	8,06	8,16
Aminosäurezusammensetzung, % N x 6,25					
Lysin	6,58	6,75	6,80	6,83	6,82
Threonin	3,55	3,59	3,66	3,62	3,68
Methionin	1,89	1,85	1,91	1,87	1,92
Tryptophan	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94
Cystin	1,11	1,05	1,09	1,04	1,07

¹ zu Beginn des Versuches geschlachtet

berücksichtigt wird. Unter diesen Bedingungen war auch die Aufteilung der täglichen ME-Aufnahme auf den Energieansatz und die Wärmeproduktion relativ vergleichbar zwischen den unterschiedlichen Proteinstufen.

Tabelle 6 zeigt den Einfluss des Proteingehaltes im Futter auf die Aminosäurezusammensetzung des Schlachtkörpers. Demnach nahm mit Reduzierung des Proteingehaltes in der Ration lediglich der Anteil des Histidins im angesetzten Protein ab. Eine genaue Erklärung für dieses Ergebnis ist zurzeit jedoch nicht möglich.

Tabelle 5: Einfluss des Proteingehaltes auf den Protein- und Fettsatz sowie auf die Energiebilanz

Ration	Ration				RSD ¹	Signifikanz ²
	1	2	3	4		
Lebendmasse ohne Darminhalt, kg						
Beginn ³	11,1	11,4	11,2	11,4	0,82	B**
Ende	24,7	25,6	26,1	25,8	1,40	B**
Durchschnitt, kg ^{0,60}	5,73	5,80	5,84	5,81	0,19	B**
Ansatz, g/d						
Protein	105	110	115	108	11	B**
Fett	64 ^a	77 ^b	80 ^b	79 ^b	12	D*, B**
Ansatz ³ , g/d/kg ^{0,60}						
Protein	19,2	18,9	19,2	18,4	1,1	
Fett	12,4	13,2	13,1	13,3	1,2	
Energiebilanz, MJ/d						
Energieretention	4,91	5,52	5,72	5,65	0,62	B**
Wärmeproduktion	8,78	9,17	9,40	9,21	0,59	B*
Energiebilanz ⁴ , MJ/d/kg ^{0,60}						
Energieretention	0,92	0,94	0,94	0,95	0,05	
Wärmeproduktion	1,60	1,58	1,58	1,57	0,05	

^{1,2} vergl. Tabelle 2

³ 5 % der Lebendmasse als Darminhalt berücksichtigt (aus der Vergleichsgruppe abgeleitet)

⁴ kalkuliert für eine identische ME-Aufnahme von 2,52 MJ/d/kg^{0,60}

Tabelle 6: Einfluss des Proteingehaltes auf die Aminosäurezusammensetzung des Ansatzes (% des N x 6,25)

Ration	Ration				RSD ¹	Signifikanz ²
	1	2	3	4		
Lysin	6,88	6,95	6,99	7,00	0,28	
Threonin	3,62	3,73	3,67	3,78	0,13	B*
Methionin	1,81 ^a	1,92 ^b	1,86 ^{ab}	1,93 ^b	0,09	D(0,06)
Tryptophan	0,94	0,96	0,95	0,96	0,04	
Alanin	5,85	5,78	5,82	5,86	0,24	
Arginin	6,28	6,17	6,29	6,30	0,24	
Asparaginsäure	8,24	8,30	8,33	8,36	0,25	
Cystin	1,00	1,07	1,00	1,03	0,05	B**
Glutaminsäure	12,44	12,58	12,66	12,81	0,38	B**
Glycin	8,52	7,93	8,25	8,29	0,62	
Histidin	2,95 ^a	2,99 ^a	2,81 ^b	2,40 ^c	0,13	D**
Isoleucin	3,33	3,49	3,54	3,48	0,18	
Leucin	7,09	7,20	7,19	7,21	0,21	
Phenylalanin	3,77	3,78	3,79	3,76	0,13	
Serin	3,80	3,83	3,71	3,85	0,18	
Tyrosin	2,84	2,86	2,86	2,86	0,10	
Valin	4,57	4,65	4,74	4,72	0,22	

^{1,2} vergl. Tabelle 2

Die Bruttoverwertung des mit dem Futter aufgenommenen Lysins für den Ansatz betrug im Mittel aller Rationen 60 % und fiel im Vergleich zu den anderen Aminosäuren am höchsten aus (Tab. 7). Dieser Befund zeigt, dass Lysin wahrscheinlich die erstlimitierende Aminosäure in den verwendeten Versuchsdiäten darstellte. Für die anderen Aminosäuren (außer Lysin und Threonin) nahm die Bruttoverwertung mit sinkendem Proteingehalt in der Ration zu.

Tabelle 7: Einfluss des Rohproteingehaltes auf die Bruttoverwertung der mit dem Futter aufgenommenen Aminosäuren für den Ansatz³

	Ration				Mittelwert	RSD ¹	Signifikanz ²
	1	2	3	4			
Lysin	61,3	60,6	61,3	57,4	60,2	3,9	
Threonin	47,1	47,7	48,5	46,8	47,6	2,8	
Methionin	57,6 ^a	54,4 ^{ab}	51,0 ^{bc}	47,8 ^c	52,9	3,9	D**
Tryptophan	37,4 ^a	41,2 ^b	42,9 ^b	39,7 ^{ab}	40,3	2,4	D**
Alanin	63,8 ^a	66,6 ^a	76,7 ^b	81,7 ^c	72,0	3,6	D**, B*
Arginin	46,1 ^a	49,8 ^b	60,0 ^c	66,8 ^d	55,4	2,9	D**
Asparaginsäure	39,5 ^a	43,7 ^b	52,6 ^c	59,5 ^d	48,5	2,6	D**
Cystin	31,8 ^a	34,8 ^b	36,9 ^b	40,5 ^c	35,9	2,1	D**, B**
Glutaminsäure	31,4 ^a	33,2 ^b	37,9 ^c	40,6 ^d	35,6	1,7	D**, B*
Glycin	98,8 ^a	97,8 ^a	119,0 ^b	127,7 ^c	110,5	7,9	D**
Histidin	56,8 ^a	61,4 ^b	66,7 ^c	60,9 ^{ab}	61,4	3,8	D**
Isoleucin	37,5 ^a	42,1 ^b	49,7 ^c	46,6 ^c	43,9	3,2	D**
Leucin	44,2 ^a	47,1 ^a	54,1 ^b	58,2 ^c	50,7	2,9	D**
Phenylalanin	37,0 ^a	39,6 ^b	46,0 ^c	49,1 ^d	42,8	2,4	D**
Serin	38,6 ^a	42,2 ^b	46,7 ^c	51,5 ^d	44,6	2,4	D**
Tyrosin	45,1 ^a	47,6 ^a	56,6 ^b	59,4 ^b	52,0	2,8	D**
Valin	46,5 ^a	50,2 ^b	54,4 ^c	51,6 ^{bc}	50,7	3,1	D**

^{1,2} vergl. Tabelle 2

³ angesetzt in % der Aufnahme

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass eine Reduzierung des Rohproteingehaltes im Ferkelfutter um bis zu 5,5 Prozenteinheiten ohne Einfluss auf das Wachstum von Ferkeln im Lebendmassebereich von 12 bis 27 kg blieb. Voraussetzung dafür war jedoch eine bedarfsgerechte Ergänzung mit essentiellen Aminosäuren (im vorliegenden Versuch mit 6 Aminosäuren). Gleichzeitig kann die N-Ausscheidung um mehr als 40 % reduziert werden. Die positiven Effekte einer Proteinreduzierung auf die Kotkonsistenz und die Harnausscheidung sollten in weiteren Untersuchungen bestätigt werden.

Die geringfügige Beeinflussung der Energieverwertung durch eine Absenkung des Rohproteingehaltes im Ferkelfutter steht im Gegensatz zu einer verbesserten Energieverwertung, welche bei der Verfütterung von proteinreduzierten Rationen an wachsende Schweine beobachtet wurde. Die Gründe dafür sind nicht ganz klar. Möglicherweise reagiert der Proteinumsatz (in Verbindung mit der Wärmeproduktion) junger Ferkel weniger stark auf Veränderungen im Rohproteingehalt als bei schwereren Schweinen. Dieser Aspekt bedarf ebenfalls weiterer Untersuchungen.

Literatur

- EUROLYSINE - ITCF (1995): Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs. Eurolysine and ITCF, Paris, France
- NOBLET, J., H. FORTUNE, X.S. SHI, S. DUBOIS (1994): Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. Journal Animal Science 72, 344-354

Der vorstehende Beitrag wurde im Dezember 2000 als INRA-Versuchsbericht „Utilisation of energy and performance of piglets fed low protein diets“ von Jean Noblet und Laurent Le Bellego veröffentlicht und jetzt in Anlehnung an den Originalbeitrag von Dr. Jörg Bartelt ins Deutsche übersetzt.