

アミノ酸添加低蛋白質飼料給与が肥育豚の背脂肪厚と窒素排泄量に及ぼす影響

設楽 修* · 岩本英治*

要 約

1998年版日本飼養標準に準じたアミノ酸添加低蛋白質飼料の肥育豚 (30~110kg) への給与が、背脂肪厚と窒素排泄量に及ぼす影響を検討するために、粗蛋白質含量を標準飼料の16%から3%低下させ、この飼料に不足するリジン、トレオニン及びメチオニンを添加した飼料と、この飼料から可消化養分総量を3%低下させた飼料を調整した。この飼料を用いて、発育と枝肉成績を調査するための24頭の豚を用いた肥育試験と、窒素排泄量を調査するための54頭の去勢豚を用いた10日間の窒素出納試験を行った。

- 1 1日平均増体量は、区間に差がなかった。
- 2 背脂肪の増加量は、区間に差がなかった。
- 3 血中の尿素窒素は、低蛋白質飼料の給与により有意 ($P<0.05$) に低下した。
- 4 と体における背脂肪厚は、区間に差がなかった。
- 5 窒素の排泄率は、飼料中の粗蛋白質含量を下げることにより低下し、標準飼料に対する窒素排泄低減率は10~14%であった。
- 6 1998年版日本飼養標準に基づくアミノ酸添加低蛋白質飼料を肥育豚に給与すると、発育や背脂肪厚に影響を与えずに、窒素排泄量を低減することができる。

Effects of Reduced Crude Protein, Amino Acid-Supplemented Diets on Backfat Thickness and Reduction in Nitrogen Excretion of Growing-Finishing Pigs

Osamu SHIDARA and Eiji IWAMOTO

Summary

Twenty-four pigs were fed either 76% total digestible nutrients (TDN) and 16% crude protein (CP) diet, 76% TDN and 13% CP diet supplemented with amino acid (Japanese Feeding Standard, 1998) or 73% TDN and 13% CP diet supplemented with amino acid for growing (30 to 70kg) periods, and fed either 76% TDN and 14% CP diet, 76% TDN and 11% CP diet supplemented with amino acid or 73% TDN and 11% CP diet supplemented with amino acid for finishing (70 to 110kg) periods. In nitrogen balance trials, 54 hogs were fed the same diets in metabolic cages for 10 days.

- (1) Daily gain was not affected by dietary treatment.
- (2) Backfat thickness was not affected by dietary treatment.
- (3) Urea nitrogen in serum was significantly ($P<0.05$) decreased in reducing CP diets.
- (4) Carcass lean yield was not affected by dietary treatment.
- (5) Nitrogen excretion decreased in reducing CP diets.
- (6) The data indicates that 76% TDN and 13% CP diet supplemented with amino acid (Japanese Feeding Standard, 1998) can produce performance and backfat thickness equal to that obtained by Growing-Finishing pigs fed a 76% TDN and 16% CP diet, and can reduce nitrogen excretion.

キーワード：肥育豚，低蛋白質飼料，1998年版日本飼養標準 (豚)，背脂肪厚，窒素排泄量

緒 言

著者らは肥育豚の生産性を低下させずに、ふん尿中への窒素排泄量を低減させる目的で、低蛋白質飼料へのリ

1999年8月30日受理

* 中央農業技術センター

表2 日本飼養標準における必須アミノ酸の理想バランス(子豚・肥育豚)の比較

	リジン	ロイシン	トレオニン	メチオニン+シスチン	フェニルアラニン+チロシン	バリン	イソロイシン	アルギニン	ヒスチジン	トリプトファン
1998年版	100	100	65	61	95	68	60	33	32	19
1993年版	100	100	60	50	96	70	55	-	33	15

ジン及びトレオニンの添加やアミノ酸添加低蛋白質飼料の期別給与を行い、窒素排泄量の低減に対する有効性を報告^{10,11)}してきたが、アミノ酸を添加した低蛋白質飼料を給与した肥育豚の枝肉が厚脂傾向になるとの報告^{5,6,7,13)}もあり更なる検討が必要となってきた。

今回日本飼養標準⁹⁾が改訂され、必須アミノ酸の理想パターンがARC¹⁾のアイディアル・プロテインから変更されて、リジンに対するトレオニン及びメチオニンの比率が増加したことにより、蛋白質要求量がより適正なものとなり、窒素排泄量の低減と厚脂の防止に効果が期待されている。そこで、1998年版日本飼養標準に基づいた低蛋白質飼料及び同飼料中のエネルギー水準を低下させた飼料給与が背脂肪厚と窒素排泄量の低減に及ぼす影響について検討を行った。

材料及び方法

1 発育試験

(1) 供試豚

当センターで生産した三元雑種(ランドレース種×大ヨークシャー種×デュロック種)の去勢豚12頭、雌豚12頭の計24頭を用いた。1区分には去勢豚4頭、雌豚4頭の計8頭を配置した。供試豚の試験開始日齢は平均76.8日、平均体重は30.5kgであった。

(2) 試験期間

1998年9月2日～1998年12月17日までの107日間であった。

(3) 試験区分

表1に試験区分を、表2に1993年版⁸⁾と1998年版⁹⁾日本飼養標準に示された飼料中の必須アミノ酸における理想パターンの比較を示した。試験飼料は1998年版に準じて、肥育前・後期の可消化養分総量(以下TDNと呼ぶ)と粗蛋白質(以下CPと呼ぶ)要求量を計算上充足し、すべての必須アミノ酸が要求量を上回る標準飼料を1区とした。

2区では肥育前・後期ともにCP含量を1区よりも3%低下させ、計算上不足するリジン、トレオニン及びメチオニンを、要求量を充足するように飼料添加した。3区では厚脂対策を図るために、2区からTDNを3%低下させた飼料を調整した。試験飼料の配合割合は表3に示した。

表1 試験区分

区分	供試頭数	肥育前期	肥育後期	アミノ酸の添加
		(30-70kg) TDN / CP	(70-110kg) TDN / CP	
1区	8	76 / 16	76 / 14	無
2区	8	76 / 13	76 / 11	有
3区	8	73 / 13	73 / 11	有

表3 試験飼料の配合割合 (%)

区分	肥育前期			肥育後期		
	1区	2区	3区	1区	2区	3区
トウモロコシ	75.0	78.9	66.4	76.3	81.7	68.9
大豆粕	10.5	5.8	4.8	12.0	2.0	2.7
フスマ	4.20	7.7	22.7	6.6	10.0	24.8
魚粉	8.0	5.3	3.8	2.8	4.0	1.3
炭酸カルシウム	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
リンカル	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
食塩	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
プレミックス	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
塩酸L-リジン	0	0.15	0.18	0	0.11	0.14
L-トレオニン	0	0.02	0.04	0	0	0
メチオニン	0	0.02	0.04	0	0	0
TDN	76.02	76.19	73.24	75.93	76.16	73.19
CP	16.01	13.20	13.24	13.99	11.17	11.19
リジン	0.82	0.75	0.75	0.66	0.55	0.55
トレオニン	0.59	0.49	0.49	0.50	0.36	0.36
メチオニン+シスチン	0.52	0.46	0.46	0.45	0.34	0.34

注) 魚粉: CP60%、リンカル: 第2リン酸カルシウム、TDN: 可消化養分総量、CP: 粗蛋白質

なお、添加したアミノ酸の肥育前・後期の要求率はそれぞれ、リジンが0.75%・0.55%、トレオニンが0.49%・0.36%、メチオニン+シスチンが0.46%・0.34%である。

肥育期の区分は、体重30kg～70kgを肥育前期、70kg～110kgまでを肥育後期とし、110kgに到達した豚から試験を終了し、順次と体検査を行った。

(4) 飼養管理

1.6×4.2mの豚房を用いて、肥育前期は去勢豚4頭、雌豚4頭の8頭群飼で、肥育後期は去勢豚2頭、雌豚2頭の4頭群飼で不断給餌、自由飲水により飼養した。

表4 発 育 成 績

区分	開始体重 (kg)	終了体重 (kg)	開始日齢	終了日齢	1日平均増体量 (g)			飼料要求率		
					肥育前期	肥育後期	全 期 間	肥育前期	肥育後期	全期間
1 区	30.5 ± 1.8	113.0 ± 2.6	76.8 ± 0.7	172.6 ± 5.5	841.1 ± 78.4	893.3 ± 67.2	856.6 ± 26.8	2.67	3.72	3.19
2 区	30.6 ± 1.9	112.3 ± 2.4	76.8 ± 0.7	176.4 ± 9.0	810.2 ± 124.6	831.0 ± 93.6	823.7 ± 60.7	2.68	3.71	3.21
3 区	30.5 ± 1.5	110.1 ± 1.8	76.8 ± 0.7	176.6 ± 12.1	771.2 ± 115.1	862.7 ± 136.3	810.4 ± 56.3	2.72	4.17	3.38

注) 平均±標準偏差

(5) 調査項目

供試豚の体重は毎週測定し、背脂肪厚は超音波式豚背脂肪測定器 (リゾナー; RENCO 社製) により体長 1/2 部位正中線上で毎週測定した。飼料摂取量は前期、後期の摂取量を集計した。

血中の尿素窒素 (以下 UN と呼ぶ) は、血液自動分析機 (富士ドライケム 5500; 富士フィルム製) により試験開始時、体重 70kg 時及び試験終了時に測定した。

と体成績は、湯はぎ法によりと殺解体処理した後、豚産肉能力検定実務書¹²⁾の方法にもとづいて枝肉の背脂肪厚 (カタ・セ・コシ) 及び格付を調査した。

2 窒素出納試験

(1) 供試豚

当センターで生産した去勢豚 54 頭を用いた。肥育期を前・中・後期に区分し、各期に 9 頭を供試し、2 反復で実施した。供試豚の平均体重は前期が 43.8kg、中期が 71.4kg、後期が 93.2kg であった。

(2) 試験期間

肥育前期試験は、平成 10 年 10 月 19 日と 11 月 9 日から開始、肥育中期試験は、平成 10 年 12 月 8 日と平成 11 年 1 月 11 日から開始、肥育後期試験は、平成 10 年 11 月 24 日と平成 11 年 2 月 15 日から開始した。

(3) 試験方法

9 頭の供試豚を 0.6 × 1.2m の代謝試験用ケージに収容し、発育試験で用いた 3 種類の試験飼料をそれぞれ 3 頭に摂取させた。肥育前期及び肥育中期試験は前期飼料を、後期試験は後期飼料を用いた。飼料給与量はケージ収容時体重の 3% とし、毎日 9 時と 16 時に等量ずつ十分量の水とともに摂取させた。

試験は 6 日間の馴致及び予備期間の後、4 日間全糞全尿採取法により実施した。なお、尿回収バットには濃硫酸 10ml を加え、窒素の蒸散を防止した。

(4) 窒素の分析

試験飼料は原物を粉碎したものを分析した。採取した全糞は 65℃ の通風乾燥機で乾燥後全量粉碎し分析した。毎日採取した全尿は十分攪拌した後 100ml をサンプリン

グし、4 日間の重量比率により合尿にして分析した。窒素の測定は、試料を硫酸分解した後 1035 型ケルテックオート (TECATOR 社製) を用いて行った。

3 統計処理

Mann-Whitney 検定により有意差の検定を行った。結果は 5% レベルで有意とみなした。

結 果

1 発育試験

(1) 発育成績

発育成績を表 4 に示した。試験終了日齢、1 日平均増体量及び飼料要求率ともに 1 区がやや良い傾向が認められた。

(2) 背脂肪の増加量

供試豚の背脂肪の増加量を表 5 に示した。増加量は肥育前期では 1 区が多く 2 区が少ない傾向が認められた。肥育後期では 1 区に対して 3 区が有意に増加したが、全期間では区間に有意差は認められなかった。

表5 背脂肪の増加量 (mm)

区分	肥育前期	肥育後期	全期間
1 区	7.6 ± 2.1	7.9 ± 2.0 ^a	15.5 ± 2.6
2 区	6.0 ± 1.8	9.7 ± 1.4	15.7 ± 1.0
3 区	6.5 ± 2.2	10.1 ± 1.4 ^b	16.6 ± 2.3

注) a-b: 異符号間に有意差 (p < 0.05)

平均±標準偏差

表6 と 体 成 績

区 分	背 脂 肪 厚 (mm)				格 付 ¹⁾
	カ タ	セ	コ シ	平 均	
1 区	42.6	22.6	28.6 ^a	31.2	2.3
2 区	43.1	22.9	29.7	31.9	2.1
3 区	42.3	23.0	32.8 ^b	32.7	2.0

注) a-b: 異符号間に有意差 (p < 0.05)

1): 上を 3, 中を 2, 並を 1 として計算した。

(3) と体成績

枝肉の背脂肪厚と格付を表6に示した。カタ、セ及び平均では区間に有意差が認められなかったが、コシでは1区に対して3区が有意に厚い結果が得られ、格付は、1区が最も良く、次いで2区、3区と評価が低下する傾向を示し、3区の格落ち理由はコシの厚脂であったが、区間に有意差は認められなかった。

(4) UN

試験開始時、体重70kg時及び試験終了時のUNを表7に示した。試験開始時は区間に差がなかったが、70kg時及び試験終了時では2区及び3区が1区に対して有意に減少した。

(5) 飼料費

今回試験に用いた飼料の1kg当たりの単価は、前期飼料が1区で68.6円、2区で67.2円、3区で60.3円、後期飼料が1区で64.2円、2区で64.9円、3区で56.9円となり、肥育前・後期ともに1区と2区はほぼ同じで、3区が1区よりも7～8円安くなった。供試豚1頭当たりの飼料費を表8に示したが、全期間の飼料費は1区と2区がほぼ同じで、3区が約1500円安い結果が得られた。

2 窒素の出納量

4日間の代謝体重当たりの窒素出納量を表9に示した。摂取量は2区及び3区が肥育前・中・後期ともに1区に対して有意に減少した。摂取量と排泄量の差から求めた蓄積量は肥育後期のみ1区に対して2区及び3区が有意に増加した。排泄量は尿中及び合計において肥育前・中・後期ともに2区及び3区が1区に対して有意に減少したが、ふん中への排泄量には差がなかった。また、排泄率も前・中・後期ともに2区及び3区が1区に対して有意に減少した。

表7 血中尿素窒素の変化 (mg/dl)

区分	開始時	70kg時	終了時
1区	8.6 ± 3.1	16.0 ± 2.2 ^a	15.1 ± 1.5 ^a
2区	8.6 ± 2.5	10.0 ± 2.6 ^b	8.7 ± 1.7 ^b
3区	8.9 ± 1.3	10.7 ± 3.7 ^b	8.8 ± 2.6 ^b

注) a-b: 異符号間に有意差 (p < 0.05),
平均 ± 標準偏差

表8 供試豚1頭当たり飼料費 (円)

区分	肥育前期	肥育後期	全期間
1区	7546	9815	17361
2区	7149	10088	17237
3区	7085	8684	15769

表9 窒素出納量 (g/W^{0.75}kg/4 days)

区分	摂取量	蓄積量	排泄量			排泄率 (%)	排泄低減率 ¹⁾ (%)
			ふん中	尿中	合計		
前1区	7.96 ^a	2.09	1.06	4.81 ^a	5.8 ^a	73.8 ^a	—
2区	6.54 ^b	2.40	1.01	3.13 ^b	4.1 ^b	63.4 ^b	14.1
期3区	6.54 ^b	2.42	1.07	3.05 ^b	4.1 ^b	63.0 ^b	14.6
中1区	9.03 ^a	1.42	1.14	6.46 ^a	7.6 ^a	84.2 ^a	—
2区	7.44 ^b	1.85	1.01	4.58 ^b	5.5 ^b	75.2 ^b	10.8
期3区	6.95 ^b	1.71	1.12	4.12 ^b	5.2 ^b	75.3 ^b	10.6
後1区	8.50 ^a	1.18 ^a	1.09	6.23 ^a	7.3 ^a	86.1 ^a	—
2区	6.55 ^b	1.71 ^b	0.93	3.91 ^b	4.8 ^b	73.9 ^b	14.2
期3区	6.41 ^b	1.47 ^b	1.11	3.83 ^b	4.9 ^b	76.8 ^b	10.8

1) 1区に対する低減率, a-b: 異符号間に有意差 (p < 0.05)

1区に対する窒素排泄低減率は、肥育前期で2区及び3区ともに14%程度、肥育中期で2区及び3区ともに10%程度と同程度であったが、肥育後期では2区が14.2%、3区が10.8%で2区の低減率が大きかった。

考 察

供試豚の1日平均増体量と飼料要求率は、有意な差ではないものの標準飼料を給与した1区が優れ、CPのみを低下させた2区、TDNとCPを低下させた3区の順に劣る傾向が認められた。これは、日本飼養標準に示されたCP要求量には安全率が見込まれていないため、2区及び3区では計算上充足していたアミノ酸がインバランスの状態になった可能性が考えられる。その結果、発育はアミノ酸要求量以上にアミノ酸の含まれた1区に対して2区がやや劣り、さらに3区ではTDNの低下により劣ったものと思われる。また、3区では肥育前期の1日平均増体量が2区を下回ったものの、肥育後期では2区を上回っている。これは、増体量の増加する肥育後期に、供試豚が生理的にエネルギー摂取量を増加させるために飼料を過剰摂取したことが考えられ、その結果飼料要求率が2区と比較して劣ったものと思われる。

Chiba et al. ^{2,3)}は低蛋白質飼料へのアミノ酸添加時には、発育のためにエネルギー水準も上げる必要があると述べており、単に厚脂対策としてのエネルギー水準の低下は発育に有効でないと考えられる。

脂肪蓄積については、従来からアミノ酸を添加した低蛋白質飼料の給与により枝肉が厚脂になる可能性が報告^{5,6,7,11,13)}されていたが、背脂肪の増加量については肥育後期に3区が飼料の過剰摂取によると考えられる有意な増加を示したものの、全期間では3区間に有意な差はなかった。Kerr et al. ⁶⁾は低蛋白質飼料の給与では、正味

エネルギー価が高いうえに飼料要求率が低下するため、余剰エネルギーが脂肪蓄積にまわることを報告しているが、本試験では2区にこの傾向は認められず、従来のアミノ酸バランスと比較して、1998年版日本飼養標準に基づく飼料には厚脂を改善する効果があるものと考えられる。

と体成績についても、背脂肪厚はカタ及びセにはほとんど差がないが、3区の背脂肪の肥育後期における有意な増加がコシの厚さとして現れたものと考えられる。しかし、平均においては区間に有意差はなく、生体時における背脂肪の増加量と同様の結果となった。なお、3区の格付はコシの脂肪が評価に影響したものと考えられる。

UNは、前報¹¹⁾や市川⁴⁾らの報告と同様に2区及び3区で、低蛋白質飼料を摂取した体重70kg時及び試験終了時で有意に減少しており、飼料中の蛋白質の利用性をよく反映していると考えられる。

飼料費については、TDNが同じであれば供試豚1頭当たりの飼料費は通常飼料と低蛋白質アミノ酸添加飼料は変わらないが、TDNを3%低下させると飼料原料のコスト低減により飼料費は安くなるものの、枝肉成績が劣るために、収益性に大きな差はないものと考えられる。

窒素排泄率については、従来の知見^{7,10,11)}と同様に肥育前・中・後期ともに低蛋白質飼料を給与した2区及び3区で有意に低下し、肥育前・中・後期を通じて標準飼料である1区に対して10%~14%程度の窒素排泄低減率であった。しかし、1993年版の日本飼養標準⁸⁾に基づく前報¹⁰⁾における低減率は、アミノ酸を添加したCP2%低下飼料で4.4%~15%、CP4%低下飼料で14.2%~23.6%となっており、1998年版の本飼養標準⁹⁾に基づくCP3%低下飼料の窒素排泄率の低減効果は、前報を大きく上回るものではなく、その原因は明らかにできなかった。

また、エネルギー水準の影響については、2区と3区の間には有意差が認められておらず、アミノ酸添加低蛋白質飼料におけるTDNの3%の低下は窒素排泄に影響しないものと考えられた。

以上の結果から、CP含量を標準飼料から3%低下させ、新しいアミノ酸バランスに基づいたアミノ酸添加を行った低蛋白質飼料は、発育、枝肉品質及び飼料単価に悪影響を及ぼさず、さらに標準飼料に対して窒素排泄量を10~14%低減することができる可能性が示唆された。なお、実用面での低蛋白質飼料の設計に当たっては、CP含量の安全率を考慮することが必要と考えられた。さらに、有意差はないものの飼料のTDN水準を下げた場合、飼料要求率の低下と背脂肪厚の増加を招く可能性があるため注意が必要であると思われた。

引用文献

- (1) Agricultural Research Council(1981): The Nutrient Requirements of Pigs, 2. Protein and Amino Acid Requirements, Commonwealth Agricultural Bureaux, 67-124
- (2) L.I.Chiba, A.J.Lewis and E.R.Peo, Jr.(1991): Amino Acid and Energy Interrelationships in Pigs Weighing 20 to 50 Kilograms: I. Rate and Efficiency of Weight Gain: J.Anim.Sci. 69, 694-707
- (3) L.I.Chiba, A.J.Lewis and E.R.Peo, Jr.(1991): Amino Acid and Energy Interrelationships in Pigs Weighing 20 to 50 Kilograms: II. Rate and Efficiency of Protein and Fat Deposition: J.Anim.Sci. 69, 708-718
- (4) 市川明・小林章二・石原 武 (1990): マイロを主体とした養豚用低蛋白質飼料に対する合成アミノ酸の添加効果 I: 愛知農総試研報 22, 347-351
- (5) 古谷 修・渡辺正樹・阿部博行・清水俊郎・大門博之・佐藤圭子・今田哲雄・佐藤金一 (1997): アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与による肉豚における窒素排泄量の低減: 日豚研誌 34 (1), 15-21
- (6) Kerr, B.J., F.K.McKeith and R.A.Easter(1995): Effect on Performance and Carcass Characteristics of Nursery to Finisher Pigs Fed Reduced Crude Protein, Amino Acid-Supplemented Diets: J.Anim.Sci. 73, 433-440
- (7) 古閑護博・家入誠二・村上忠勝・早田繁伸・梶 雄次: 豚からの窒素排泄量低減試験: 第66回日本養豚学会大会講演要旨, 7
- (8) 農林水産技術会議事務局 (1993): 日本飼養標準・豚 (1993年版) (中央畜産会), 10-29
- (9) 農林水産技術会議事務局 (1998): 日本飼養標準・豚 (1998年版) (中央畜産会), 12-21
- (10) 設楽 修・岩本英治 (1998): アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与が肥育豚の発育と窒素排泄量に及ぼす影響: 兵庫農技研報 (畜産) 34, 36-41
- (11) 設楽 修・岩本英治 (1999): アミノ酸添加低蛋白質飼料の期別給与が肥育豚の発育と窒素排泄量に及ぼす影響: 近畿中国農研 97, 72-77
- (12) (社) 日本種豚登録協会 (1991): 豚産肉能力検定実務書, 26-49
- (13) 渡辺正樹・清水俊郎 (1996): 低蛋白質飼料給与が肥育豚の発育および体成績に及ぼす影響: 第65回日本養豚学会大会講演要旨, 5