低 CP 飼料の制限給与が肥育豚の成長および 枝肉成績におよぼす影響

池田周平・鈴木伸一*・祐森誠司・栗原良雄

東京農業大学農学部, 厚木市船子 1737, 243-0034

* 東京農業大学短期大学部, 世田谷区桜丘 1-1-1, 156-8504

(2005 年 12 月 8 日受付, 2006 年 3 月 14 日受理)

要 約 本試験では低 CP 飼料を自由摂取した肥育豚と体脂肪蓄積抑制に有効であることが知られている制限給餌法で飼育した肥育豚の成長ならびに枝肉成績について比較検討を行った。供試飼料は日本飼養標準・豚 (1998 年版) 肥育後期 (70~115 kg) の CP 量を 2.2% 単位低減し, アミノ酸要求量を満たすように不足する塩酸 L-リジンを添加した。対照区では制限給餌とならないように前日の飼料摂取量を参考に少量の残餌があるように給与量を調節した。試験区は対照区の前日摂取量を参考に体重補正して対象区の 85% 量を 1 日 2 回に分けて給与した。試験は単飼とし, 自由飲水の条件で室温 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の空調室内で行った。測定項目は体重 (増体量), 飼料摂取量, 飲水量, 体各部位の発育値, 消化率 (試験終了直前), 胸最長筋の化学成分と背脂肪の化学的性状とした。試験開始平均体重が対照区 70.8 ± 2.1 kg, 試験区 70.3 ± 1.2 kg から終了時平均体重の対照区 106.9 ± 1.9 kg, 試験区 106.5 ± 1.5 kg に達するまでに要した日数は対照区 41 日, 試験区 55 日となり, 試験区が 14 日長かった。試験区の 1 日当たりの飼料摂取量は対照区の 85% 量と設定していたが, 対照区 2.78 ± 0.17 kg に対し試験区は 2.26 ± 0.04 kg と約 81% 量となった。制限割合が想定以上に大きかったことから肥育日数の延長, 飼料摂取量の増加 (10 kg/頭), 飼料効率の低下を招くこととなった。体長, 胸深, 胸幅の伸びは試験区が有意 ($P < 0.05$) に小さかった。粗脂肪の消化率は試験区が有意 ($P < 0.05$) に高かったが, 可溶無窒素物, ADF は逆に試験区が有意 ($P < 0.05$) に低かった。屠体成績では背脂肪の肩部, 腰部が試験区で有意 ($P < 0.05$) に薄くなった。また, 供試飼料のアミノ酸組成を分析した結果, 対照区でリジン, トレオニンの摂取量が不足し, 試験区ではこれらに加えて含硫アミノ酸, トリプトファン, 分岐鎖アミノ酸の摂取量も要求量を下回った。しかし, 制限給与とした場合には脂肪蓄積に対してこれらアミノ酸量の不足による影響を上回る脂肪蓄積抑制の効果が認められたと考えられた。

Effects of Controlled Feeding with Low-CP Feed on the Growth and Carcass Quality of Fattening Pigs

S. IKEDA, S. SUZUKI*, S. SUKEMORI and Y. KURIHARA

Tokyo University of Agriculture, Department of Animal Science, Funako 1737, Atsugi-shi, Kanagawa, 243-0034, Japan

* Tokyo University of Agriculture, College of Bio-production Technology, Sakuraga-oka 1-1-1, Setagaya-ku, Tokyo, 157-0804, Japan

緒 言

豚の肥育過程において、栄養の不足は成長を停滞させ、その結果として豚舎（豚房）回転率に影響し、産業的に大きなダメージを与えることとなる。一般的な肥育豚の飼育形態である群飼の場合、順位の低い個体でも十分な飼料を摂取できるように配慮するとともに、飼料こぼしなどの損失を見込み 1 割程度多く給与している。これまで給与飼料の栄養水準として CP と TDN が目安であったが、CP 要求量は必須アミノ酸の不足が生じないように設定されており、必要量以上に含まれるアミノ酸に対しては余り考慮されていなかった。上記の理由から養豚施設では余剰窒素排泄量が多いのが現状である。2004 年 11 月に完全施行された「家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」において、排泄物の低減は当然のことながら、排泄物中の環境負荷物質の低減も図ることが唱えられている。その一環として、豚の要求する窒素供給形態は CP 量ではなく、アミノ酸バランスであることが明らかにされ、飼料中の CP を低減し、アミノ酸バランスを整えることで余剰窒素代謝物の排泄量が低減されるようになり¹⁻³⁾、実践されるようになってきた。しかし、CP 量の低減は飼料中の他の成分、特に可溶無窒素物の増加につながりエネルギー含量が高まることは否めない。また、飼料配合の段階で日本標準飼料成分表⁴⁾に示されるアミノ酸量に基づいた配合設計を行い、CP の低減に伴う必須アミノ酸量を添加補充するが、現実には成分表値⁴⁾と含有量に差があり、アミノ酸バランスに不均衡が生じ、体脂肪蓄積を誘起することがある。これは肉質の格付けを引き下げる要因であり、これを予防する手段の検討が必要である。

先に行った試験^{5,6)}では CP 低減飼料に難消化性繊維源としてコーンコブミールを配合して低 CP・低 TDN 飼料を調製し、肥育豚に給与した際の体脂肪蓄積抑制を検討した。その結果、飼料摂取量が想定以上に増加したことで成長に差は認められなかった。また、背脂肪厚にも有意な差は認められず、厚脂肪抑制の効果は認められなかった。本試験では低 CP 飼料を自由摂取した肥育豚と体

脂肪蓄積抑制に有効であることが知られている制限給餌法で飼育した肥育豚の成長ならびに枝肉成績について比較検討を行った。さらに本試験での飼料の消化性および飼料中のアミノ酸組成と要求量を比較した。

材料および方法

1. 供試豚

供試豚は、農事組合法人富士農場サービスより導入した去勢豚 8 頭（LWD 三元交雑種）を用いた。

2. 試験区分

試験区分として対照区（低 CP・自由摂取区）と試験区（低 CP 制限給与区）の 2 区を設けた。

3. 供試飼料

供試飼料組成は表 1 に示した。

供試飼料は日本飼養標準・豚（1998 年版）⁷⁾ 肥育後期（70～115 kg）に示される、CP13% 量よりも 2.2% 単位低減し、アミノ酸要求量を満たすように塩酸 L-リジンを添加した。なお、飼料は粒度を均一にするために榎野産業（株）マキノ式粉碎機 DD-2-7.5（約 2～3 mm）を用いて粉碎した。

4. 供試豚の飼育および飼育試験方法

供試豚は 77 日齢で導入後、室温を $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ に調節した飼育室内で 2 連単飼ケージ（150 cm×50 cm×80 cm）に 1 頭ずつ収容した。照明は 1 日当たり 12.5 時間（AM5:30 から PM6:00）とした。予備飼育中の給与飼料は市販肥育前期用飼料を自由摂取させ、飲水も自由とした。平均体重が 70 kg に到達する 3 日前に平均体重が等しくなるように 4 頭ずつ配分し、段階的に飼料を供試飼料に切り換えた。

試験は各区の平均体重が 70 kg から 106 kg に到達するまで行った。飼料の給与は対照区では制限給餌にならないように、毎日の摂取量を参考として加減し、翌日の飼料給与前に少量残るように 1 日 2 回（AM9:30, PM4:30）行った。試験区は対照区の前日の飼料摂取量を体重 1 kg 当たりの摂取量で 85% 量となるように補正し、1 日 2 回に分けて給与した。試験中の飲水は自由とした。飼料摂取量は給与量から残餌量、こぼし量を差し引いて算出した。飲水量についても同様に給水量か

表 1. 供試飼料の配合組成ならびに分析値
Table 1. Composition and analysis values of feed

Composition (%)	
Maize	52.2
Barley	40.0
Soybean meal	5.0
Soybean oil	0.6
CaCO ₃	0.9
CaPO ₄	0.6
NaCl	0.2
L-Lysine HCl	0.2
Mineral mix ¹	0.1
Vitamin ADE mix ²	0.1
Vitamin B mix ³	0.1
Analysis values (%)	
CP	10.8
Calorie (kcal/g)	3.91

¹(g/kg); MnCO₃: 50, FeSO₄: 50, CuSO₄: 25.1, ZnCO₃: 60, Ca(IO₃)₂: 1

²(unit/g); Vitamin A: 10,000 IU, Vitamin D: 2,000 IU, Vitamin E: 10 mg

³(g/kg): Thiamin: 1.0, Riboflavin: 7.0, Pyridoxine: 0.5, Niacinamide: 6.0, Ca-pantothenate: 10.9, Choline: 57.6, Vitamin B₁₂: 22 mg

ら残り量とこぼし量を差し引いて算出した。1 週間ごとに体重、体各部位の測定を行い、体重測定の約 1 時間前から給餌器、飲水器をはずして測定直前の採食、飲水による影響を除いた。体各部位の測定は体重測定後に体長、胸囲、管囲、体高、胸深、前巾、胸巾、後巾、十字部高の各部位を巻尺、体尺計を用いて 3 回測定し、平均値を求めた。

消化試験は対照区、試験区ともに平均体重が 90 ~ 100 kg の間に 6 日間全糞採取法にて行った。毎日個体ごとに全量を採取し、重量を測定後、よく混合してその中から一定割合で分析用に採取し、新たなポリエチレン製の袋に入れ、一時的に冷蔵庫に保存した。6 日分の糞を集めた後、フリーザーで冷凍保存した。

水分および CP の分析には解凍後、生糞のまま

用いた。粗脂肪、粗繊維、ADF および熱量の分析サンプルは解凍後 60℃ の大型循環式定温乾燥機で一昼夜乾燥後、室内で一昼夜放置して風乾状態にしてから風乾率を求め、1 mm 目の標準フルイを通過するようにコーヒーミル型粉碎器で粉碎したものを用いた。飼料および糞の一般成分、ADF ならびに熱量の分析は常法⁸⁾に基づいて行った。

5. 枝肉成績の測定および肉ならびに脂肪の化学性状

試験終了後、供試豚は(株)神奈川食肉センターで、24 時間絶食させた後、屠殺解体を行った。翌日、豚産肉能力検定の基準に基づき、屠体重、枝肉歩留、屠体長、背腰長 (I) (II)、屠体巾、背脂肪厚 (肩) (背) (腰) (屠体長の 1/2)、ランジル部脂肪層厚 (前) (中) (後)、腹部脂肪層厚 (前) (中) (後) の各項目を 3 回測定し、平均値を求めた。

屠体から採取した胸最長筋は、ミートチョッパー (3 mm 目) での処理を 3 回繰り返して挽肉にした。水分、CP、粗脂肪、粗灰分の定量は屠肉の成分分析の常法⁸⁾にしたがって行った。背脂肪の融点は上昇融点測定法⁹⁾、ヨウ素価はウイス氏法⁹⁾で行った。

6. 飼料のアミノ酸組成

供試飼料中のアミノ酸組成については(財)日本食品分析センターに委託し、高速液体クロマトグラフ法にて分析した。

7. 測定成績の統計処理

各測定成績については、統計学的方法により、一元配置分散分析を行い、有意性 (5% 水準) の検定を行った。

結果および考察

飼育試験成績は表 2 に示した。試験開始体重は対照区 70.8 ± 2.1 kg、試験区 70.3 ± 1.2 kg であり、対照区は終了体重の 106.9 ± 1.9 kg に達するまで 41 日を要し、試験区は 106.5 ± 1.5 kg に達するまで 55 日を要し、対照区より 14 日延長した。試験区の 1 日当たりの飼料摂取量は対照区の 85% 量に設定していたが、実際には約 81% 量であった。肥育所要日数が 14 日延長したが、期間中の飼料給与量が少ないために 1 頭当たりの総飼料摂取量

表 2. 肥育試験成績

Table 2. Results of growth test

	Control	Experiment
Fattening period (days)	41	55
Gain (kg/head/day)	0.88±0.04	0.66±0.01
Feed intake (kg/head/day)	2.78±0.17 ^a	2.26±0.04 ^b
Water consumption (kg/head/day)	6.01±1.35	6.58±1.55
Feed efficiency (%)	31.6 ±1.04	29.1 ±0.27
Feces amount (kg/head/day)	1.19±0.13 ^a	0.79±0.02 ^b
Extension of		
body length (cm)	19.8 ±1.1 ^a	14.8 ±1.7 ^b
chest circumference (cm)	18.1 ±1.3	15.2 ±0.8
cannon circumference (cm)	1.4 ±0.3	2.0 ±0.4
withers height (cm)	9.8 ±0.7	10.6 ±1.3
chest depth (cm)	10.5 ±0.6 ^a	6.6 ±0.5 ^b
front width (cm)	7.1 ±0.7	5.6 ±0.4
chest width (cm)	9.3 ±1.0 ^a	6.4 ±0.4 ^b
back width (cm)	3.8 ±1.4	4.8 ±0.5
hip height (cm)	9.4 ±0.4	10.9 ±0.7

Mean±S.E. n=4

Significant difference was recognized at 0.05 level between different super-script letters.

は約 10 kg 増加した。神部ら¹⁰⁾ はエネルギー水準の異なる飼料を用いて摂取エネルギー量が同等になるように制限給餌を行い、発育、肉量、肉質への影響について、摂取エネルギー量が同等であれば飼料摂取量が制限されても発育に要する期間の延長はなく、体脂肪の融点低下が高エネルギー低給与量の区に認められるが大きな問題はないと報告している。低 CP 飼料の TDN 低下による成長、肉質への影響を検討した先の試験⁵⁾ では自由摂取条件であったため、低 TDN 区は飼料摂取量が多くなり、摂取エネルギー量には対照区とほとんど差はなく、神部らと同様の結果になった。本試験はこれらの試験と異なり、同一飼料の給与量を単に制限しただけであり、摂取栄養量の違いが試験成績に反映されていると考えられる。また、飼料摂取量を制限した結果、1 日当たりの糞量は少なくなり飼料摂取量と排泄糞量に統計的な有意差 ($P<0.05$) が認められたが、試験条件の一環と考

えられた。体各部位の伸長において、体長、胸深、胸幅は試験区が有意 ($P<0.05$) に小さく、胸囲、前幅も小さい傾向にあった。後幅、腰高は試験区が大きくなる傾向にあり、本試験では制限給餌による摂取栄養量の減少で前軀は小さく、後軀は発達する傾向にあった。

消化試験成績は表 3 に示した。粗脂肪の消化率は試験区が有意 ($P<0.05$) に高くなったが、可溶無窒素物、ADF の消化率は有意 ($P<0.05$) に低くなった。粗繊維の消化率は試験区が低い値となったが有意差は認められなかった。CP、熱量の消化率にも有意差は認められなかった。したがって、DCP, TDN, DE による栄養価に差は認められなかった。

本試験では対照区を自由摂取としたことから飼料摂取量が日々変動し、それに基づいて試験区給与量の調整を行ったが、設定した制限よりも強い制限給与となったため、対照区に比較して肥育日

表 3. 消化率ならびに DCP, TDN, DE 値と TDN 摂取量

Table 3. Digestibilities, DCP, TDN, DE, and TDN intake values

	Control	Experiment
Digestibilities		
Crude protein (%)	81.4 $\pm$ 0.6	82.0 $\pm$ 0.6
Ether extracts (%)	72.0 $\pm$ 1.2 ^b	76.5 $\pm$ 1.4 ^a
Nitrogen free extracts (%)	92.6 $\pm$ 0.4 ^a	90.8 $\pm$ 0.5 ^b
Crude fiber (%)	44.0 $\pm$ 5.0	34.4 $\pm$ 1.7
ADF (%)	38.3 $\pm$ 5.1 ^a	23.9 $\pm$ 1.3 ^b
Calorie (%)	85.1 $\pm$ 0.4	85.6 $\pm$ 0.6
DCP (%)	8.78 $\pm$ 0.07	8.85 $\pm$ 0.06
TDN (%)	77.3 $\pm$ 0.3	76.3 $\pm$ 0.4
DE (Mcal/kg)	3.33 $\pm$ 0.01	3.35 $\pm$ 0.02
TDN intake (kg/head/day)	2.15	1.72

Mean $\pm$ S.E. n=4

Significant difference was recognized at 0.05 level between different superscript letters.

数が 14 日間延長した。この間、試験区の粗脂肪の消化率は有意に高くなるが、可溶無窒素物、粗繊維などの炭水化物の消化率は有意に低くなったため、TDN の値に差はなかったと考えられた。各栄養素の消化率に影響する要因には供試動物に関する内容と飼料が原因となる内容があり、本試験では飼料の摂取量が影響していると考えられる。一般的には飼料摂取量が少ない場合には消化管通過時間が長くなり、各栄養素の消化率は高まる¹⁰⁾が、本試験において栄養素によって消化率への影響が異なった理由は明らかにできなかった。

枝肉成績ならびに胸最長筋の化学成分および背脂肪の性状は表 4 に示した。屠体重量、枝肉歩留、屠体長、背腰長 (I), (II), 屠体幅については両区で同様の成績となった。背脂肪厚 (肩), (腰), 腰部脂肪厚 (前), (中) は試験区が対照区に比して有意 ($P < 0.05$) に薄くなり、他の部位でも有意差は認められないが薄い成績となった。両区の格付けは対照区が並 4 頭、試験区が上 3 頭と並 1 頭となり、試験区の上物率は 75% と高かった。

胸最長筋の化学成分および背脂肪の性状は試験区において水分, CP, 粗灰分が若干高く、粗脂肪

が若干低くなったが統計処理の結果、有意差は認められなかった。脂肪の融点は試験区において外層、内層とも高く、ヨウ素価は内層において高くなる傾向にあったが、有意差は認められなかった。先に報告した低 CP 条件で TDN 量の制限を比較した試験結果における背脂肪の融点に比べ、本試験結果の方が外層融点は若干高くなっている。神部らは^{11,12)} 配合飼料原料の違いが摂取エネルギー量よりも体脂肪の融点に影響することを報告している。本試験供試飼料は先の試験飼料に比べ大麦の配合割合が高く、このことによって融点が若干高まったと考えられた。

本試験に用いた飼料の全アミノ酸量ならびに摂取アミノ酸量と要求量 (日本飼養標準・豚 (1998 年版)⁷⁾ を表 5 に示した。本試験では飼料調製時に日本標準飼料成分表⁴⁾ に基づいてアミノ酸量を算出し、不足すると考えられたリジンは添加したが、成分表の値に比べ結晶リジン以外の供試飼料に含まれるリジンが低かったため、表 5 の値から明らかなように要求量に対して対照区でも約 17% 不足する量であった。同様にトレオニンも約 10% 不足していた。飼料中に含まれるアミノ酸量

表 4. 枝肉成績とロース部位の化学成分および背脂肪の化学的性質

Table 4. Measurements of carcass and chemical composition of loin and chemical character of back fat

	Control	Experiment
Carcass weight (kg)	106.9 $\pm$ 1.9	106.5 $\pm$ 1.5
Dressing percentage (%)	67.8 $\pm$ 0.8	67.4 $\pm$ 1.4
Length of		
carcass (cm)	93.8 $\pm$ 1.1	93.8 $\pm$ 0.6
back and loin length (I) (cm)	77.5 $\pm$ 0.9	79.0 $\pm$ 1.3
back and loin length (II) (cm)	68.5 $\pm$ 0.7	68.5 $\pm$ 1.1
carcass width (cm)	37.6 $\pm$ 1.1	37.0 $\pm$ 0.5
Thickness of back fat		
shoulder part (cm)	4.45 $\pm$ 0.1 ^a	3.52 $\pm$ 0.3 ^b
back part (cm)	2.18 $\pm$ 0.3	1.67 $\pm$ 0.2
waist part (cm)	3.77 $\pm$ 0.2 ^a	2.71 $\pm$ 0.2 ^b
1/2 part of carcass (cm)	3.21 $\pm$ 0.2	2.35 $\pm$ 0.1
top of ham		
front part (cm)	3.26 $\pm$ 0.2	2.81 $\pm$ 0.1
middle part (cm)	2.48 $\pm$ 0.3	2.23 $\pm$ 0.2
hind part (cm)	3.60 $\pm$ 0.3	2.76 $\pm$ 0.2
waist		
front part (cm)	4.71 $\pm$ 0.4 ^a	1.73 $\pm$ 0.3 ^b
middle part (cm)	4.90 $\pm$ 0.4 ^a	1.21 $\pm$ 0.2 ^b
hind part (cm)	4.12 $\pm$ 1.0	2.63 $\pm$ 0.6
Loin		
Moisture (%)	60.0 $\pm$ 1.9	62.0 $\pm$ 0.7
Crude protein (%)	19.1 $\pm$ 0.6	19.9 $\pm$ 0.5
Ether extracts (%)	21.1 $\pm$ 2.4	18.2 $\pm$ 1.6
Crude ash (%)	1.0 $\pm$ 0.4	1.3 $\pm$ 0.1
Back fat		
Melting point of outside (°C)	42.7 $\pm$ 0.8	43.9 $\pm$ 1.1
Melting point of inside (°C)	46.1 $\pm$ 0.6	47.1 $\pm$ 0.7
Iodine value of outside	55.9 $\pm$ 3.3	52.7 $\pm$ 2.0
Iodine value of inside	50.9 $\pm$ 2.1	56.9 $\pm$ 1.6

Mean $\pm$ S.D. n=4

Significant difference was recognized at 0.05 level between different super-script letters.

は対照区、試験区において共通であり、制限給与を行った試験区では必須アミノ酸摂取量の不足は含硫アミノ酸、トリプトファン、分岐鎖アミノ酸にも認められた。アミノ酸栄養において個々の絶

対量も重要な因子であるが、全体的なバランスも栄養価を判断する指標と考えられる。本試験に供試した飼料のアミノ酸パターンと要求量のパターンを比較したところパターン類似率¹³⁾は 0.962 と

表 5. 飼料中アミノ酸量, アミノ酸摂取量, アミノ酸要求量およびアミノ酸パターン類似率
 Table 5. Amino acid levels of feed, intake, requirement, and amino acid pattern similarity

	feed (% in the feed)	intake		requirement ¹⁾ (g/day)	similarity ²⁾
		Control (g/day)	Experiment (g/day)		
Arginine	0.55	15.3	12.4	5.7	0.976 ↑
Lysine	0.52	<u>14.4</u>	<u>11.7</u>	17.3	0.971 ↑
Histidine	0.28	7.8	6.3	5.5	0.961 ↓
Phenylalanine+Tyrosine	0.84	23.4	19.0	16.4	0.954 ↓
Leucine	0.92	25.6	20.8	17.3	0.946 ↓
Isoleucine	0.37	<u>10.3</u>	<u>8.4</u>	10.4	0.961 ↓
Methionine+Cystine	0.42	11.7	<u>9.5</u>	10.6	0.959 ↓
Valine	0.49	13.6	<u>11.1</u>	11.8	0.958 ↓
Threonine	0.36	<u>10.0</u>	<u>8.1</u>	11.2	0.963 ↑
Tryptophan	0.12	3.3	<u>2.7</u>	3.3	0.962—
Similarity of Total EAA ²⁾					0.962
Alanine	0.55	15.3	12.5	—	
Glycine	0.42	11.6	9.5	—	
Proline	0.91	25.2	20.6	—	
Glutamate	2.11	58.6	47.8	—	
Serine	0.47	13.0	10.6	—	
Aspartate	0.75	20.8	17.0	—	

¹⁾: These values were quoted from Japanese Feeding Standard for Swine (1998).

²⁾: Similarity was calculated with the 12 essential amino acid values, and each value was obtained without the value of target amino acid from 12 values. This value shows the role of target amino acid in this amino acid pattern, i.e. increasing of it means to break down the amino acid pattern. A direction of arrow means increasing or decreasing the value of amino acid pattern similarity.

なり, 比較的類似していた。しかし, 各アミノ酸のパターンに対する影響を減数類似率¹⁴⁾で比較したところ, アルギニンとリジンを個々に除いた際に類似率は高まり, アルギニンは過剰であることを示し, 逆にリジンは不足していることが確認できた。リジン摂取量を削減することにより脂肪交雑を高めることは既に報告¹⁵⁾されており, 摂取アミノ酸バランスの不均衡は脂肪代謝に影響するため, 本試験でのリジン, トレオニンの不足が自由摂取とした対照区の厚脂に影響して格付け成績を低くしたとも考えられる。しかし, 制限給与とした場合には脂肪蓄積に対してこれらアミノ酸量

の不足による影響を上回る脂肪蓄積抑制の効果が認められたと考えられた。

今回の制限割合が想定以上に大きかったことから肥育日数の延長, 飼料摂取量の増加 (10 kg/頭), 飼料効率の低下を招くこととなった反面, 枝肉の格付けは高くなり目的とした肉質改善の効果はある程度達成されたと考えられる。今後は制限割合を緩和した条件での追加試験が必要と考えられた。

また, 本試験において窒素排泄量の確認を行っていないが, 先の試験⁵⁾において尿中の窒素量は摂取窒素量が多いと高くなる傾向にあった。本試

験に供試した飼料では特にアルギニンが要求量の約 3 倍程度含まれており、この余剰量はアルギニンの代謝経路から尿素として排泄されることが推定される。したがって、トウモロコシをソルガムに置き換えるなどアルギニン含量の低いものを飼料原料として利用することも今後の窒素排泄量低減において有効と考えられる。

謝 辞

本試験を行うに当たり、結晶アミノ酸の提供を戴いた味の素(株)飼料部、超音波画像診断による胸最長筋断面積・背脂肪厚測定に協力戴いた旧(社)日本種豚登録協会静岡県支部の柴田正男氏ならびに試験期間を通じて協力戴いた杉浦洋氏、中田吉家氏、工藤渉氏、酒井孝徳氏に感謝の意を表します。

本研究の一部は、平成 16 年度財団法人伊藤記念財団による研究助成を受けて実施した。

文 献

- 1) 古谷 修・渡部正樹・阿部博行・清水俊太郎・大門博之・佐藤圭子・今田哲雄・佐藤金一：アミノ酸添加低蛋白質飼料給与による肉豚における窒素排泄量の低減：日豚会誌，**34** (1)，15-51，1997.
- 2) 池田周平・祐森誠司・鈴木伸一・栗原良雄：アミノ酸添加可消化粗タンパク質低減飼料の給与が肥育豚の成長および枝肉性状に及ぼす影響：日豚会誌，**40** (4)，177-185，2003.
- 3) 祐森誠司・池田周平・鈴木伸一・栗原良雄：アミノ酸添加低可消化粗タンパク質飼料による肥育豚の窒素排泄量および糞尿由来アンモニアガス濃度の低減効果：日豚会誌，**41** (1)，1-10，2004.
- 4) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本標準飼料成分表 (2002 年版)，中央畜産会，東京，1998.
- 5) 池田周平・祐森誠司・鈴木伸一・栗原良雄：低 CP・低 TDN 飼料給与が肥育豚の成長および肉質に及ぼす影響：平成 15 年度食肉に関する助成研究調査成果報告書，**22**，156-160，2004.
- 6) 池田周平・祐森誠司・鈴木伸一・栗原良雄：低 CP・低 TDN 飼料給与が肥育豚の成長、肉質および窒素排泄量に及ぼす影響：日豚会誌，**42** (1)，8-19，2005.
- 7) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準・豚 (1998 年版)，中央畜産会，東京，1998.
- 8) 古川 徳・門司恭典・天野 卓・渡邊忠男・栗原良雄・渡邊誠喜・半澤 恵・近江弘明・松岡昭善：東京農業大学畜産学実験実習書，東京農業大学農学部畜産学科，66-94，1991.
- 9) 齊藤不二男：肉質の検査法について，日豚研誌，**2**，1-10，1965.
- 10) 森本 宏：「消化率に影響する因子」，改著家畜栄養学，第 11 版，244-250，養賢堂，東京，1980.
- 11) 神部昌行・中井博康・池田敏雄・安藤四郎・小堤恭平・千国幸一・池田昭二・高橋正也：飼料中のエネルギー水準が肉豚の発育および肉量・肉質に及ぼす影響 1. 単飼で制限給餌した場合：日豚会誌，**27** (1)，17-23，1990.
- 12) 神部昌行・中井博康・池田敏雄・安藤四郎・小堤恭平・千国幸一・池田昭二・高橋正也：飼料中のエネルギー水準が肉豚の発育および肉量・肉質に及ぼす影響 2. 群飼で不断給餌した場合：日豚会誌，**27** (1)，24-29，1990.
- 13) 田村真八郎・大沢文江：食品間のアミノ酸パターンの類似性について：栄養と食糧，**22**，494-496，1969.
- 14) 田村真八郎・大沢文江：食品間のアミノ酸パターンの類似性について (第 2 報)：栄養と食糧，**22**，621-633，1969.
- 15) KATSUMATA, M., S. KOBAYASHI, M. MATSUMOTO, E. TSUNEISHI and Y. KAJI: Reduced intake of dietary lysine promotes accumulation of intramuscular fat in the Longissimus dorsi muscles of finishing gilts: Animal Science Journal, **76** (3), 237-244, 2005.

Effects of Controlled Feeding with Low-CP Feed on the Growth and Carcass Quality of Fattening Pigs

Shuhei IKEDA, Shinichi SUZUKI*, Seizi SUKEMORI and Yoshio KURIHARA

Tokyo University of Agriculture, Department of Animal Science,
Funako 1737, Atsugi-shi, Kanagawa, 243-0034, Japan

* Tokyo University of Agriculture, College of Bio-production Technology,
Sakuraga-oka 1-1-1, Setagaya-ku, Tokyo, 157-0804, Japan

The present experiment aimed to examine the effects of controlled feeding (which is well known as a method for body fat deposition reduction) with low-CP feed on the growth and carcass quality of fattening pigs. Feed used in this study was prepared by reducing the CP level by 2.2% from the standard level during the fattening period according to the Japanese feeding standard for swine (1998), and by supplementing it with lysine. Eight crossbred pigs were used and they were divided into two groups having the same mean body weight as follows : a control group, ad libitum of low-CP feed and an experimental group, 85% controlled feeding of low-CP feed. The animals were fed in a temperature-controlled room at $25 \pm 2^\circ\text{C}$ using a single cage with feed and water every day. Feed intake, water drinking, and feces were determined every day. Body weight and body size were determined every week. Digestion trial was conducted in the last week. After slaughtering, carcass measurements and analysis of the chemical composition of the loin and the chemical character of the back fat were conducted.

The fattening period, from a body weight of 70 kg to 106.9 ± 1.9 kg, took 41 days in the control, and in the experimental group it took 55 days to reach 106.5 ± 1.5 kg. Although the feeding level of the controlled feeding was designed to be 85% of the control group, it resulted in at about 81%. This reduction induced an increase in the fattening periods and total feed intake. The enlarging of body length, depth of chest, and width of chest in the experimental group was significantly ($P < 0.05$) smaller than that of the control group. Digestibility of ether extracts in the experimental group was significantly ($P < 0.05$) higher than that of the control group, but the levels of nitrogen free extracts and ADF were significantly ($P < 0.05$) lower in the experimental group. In the results of carcass measurements, the shoulder part and waist part of back fat thickness in the experimental group were significantly ($P < 0.05$) thinner than those in the control group.

In the results of amino acid analysis, lysine and threonine intake was insufficient even in the control group. Intakes for those amino acids, sulfur-containing amino acids, tryptophan, and branched-chain amino acids were also insufficient in the experimental group. The present results suggest that controlled feeding reduces the body fat deposition, although the amino acid imbalance might induce body fat

deposition.

Jpn. J. Swine Science, **43**, 2 : 57-66

Key words : Controlled feeding, Low-CP feed, Growth, Carcass quality, Fattening pigs