

# アミノ酸添加低タンパク質飼料の肥育豚への給与が季節別の尿量および窒素排せつ量に与える低減効果

誌名	日本養豚学会誌 = The Japanese journal of swine science
ISSN	0913882X
著者名	尾上,武 立花,文夫 鮫ヶ井,靖雄 小山,太 手島,信貴 山口,昇一郎 浅田,研一
発行元	日本養豚学会
巻/号	47巻1号
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	2010年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 原 著

アミノ酸添加低タンパク質飼料の肥育豚への給与が  
季節別の尿量および窒素排せつ量に与える低減効果尾上 武・立花文夫\*・鮫ヶ井靖雄\*・小山 太・  
手島信貴・山口昇一郎・浅田研一

福岡県農業総合試験場, 福岡県筑紫野市吉木, 818-0004

\* 全農飼料畜産中央研究所, つくば市, 300-4204

(2009年6月3日受付, 2009年10月15日受理)

**要 約** 豚舎から発生する環境負荷物質である窒素を低減するため, 粗タンパク質 (以下 CP) 含量を標準の 14.5% から下げ, 不足するアミノ酸を添加して CP が 11.5% になるように調製した低 CP 飼料を作成し, この飼料を代謝ケージで飼養した肥育豚 3~8 頭に 10~14 日間給与した。試験期間は冬季に 2 回, 夏季, 秋季に各 1 回の計 4 回とした。低 CP 飼料給与区は標準飼料給与区に比べて, 冬季は飲水量が 17.0%, 尿排せつ量が 24.9% 低減したが, 夏季にはこれらの低減効果はみられなかった。各季節ともふん中窒素の含量および排せつ量は差がなかったが, 尿中窒素排せつ量が 30.5%~40.1%, 総窒素排せつ量が 18.6~24.9% 低減した。各季節ともふんの排せつ量および水分含量には飼料による影響はなかった。

## 緒 言

近年, 家畜排せつ物に由来する環境負荷物質である窒素の軽減策として, 飼料中の CP 含量を下げた飼料の給与が有効であることが明らかとなっており, これらの報告<sup>1-6)</sup>によると, 不足するアミノ酸を添加した低 CP 飼料を給与すると, 発育性を損ねることなく排せつされる窒素量を低下させることができる<sup>7)</sup>とされている。また, 山本ら<sup>3)</sup>および祐森ら<sup>6)</sup>は窒素排せつ量だけでなく飲水量お

よび尿排せつ量も低減できたとしており, 養豚農家の尿処理における負担軽減が期待される。一方, 勝俣ら<sup>7)</sup>は高温環境下では肥育豚の消化能力は低下するとしており, 瑞穂ら<sup>8)</sup>は豚排せつ物処理の基礎資料としてふん尿量を調査した報告において, 夏季の尿量は冬季と比較して明らかに大量であったとしている。また, 山下ら<sup>9)</sup>は秋季と冬季は飲水量の約 60%, 夏季は約 45% が尿として排せつされたと報告している。このように, 消化率や飲水量, 尿排せつ量は季節によって影響を受

Seasonal Effects of a Reduced Protein, Amino Acid-Supplemented Diet on Reduction of Urine and Nitrogen Excretion in Finishing Pigs

T. ONOUE, F. TACHIBANA\*, Y. SAMEGAI\*, F. KOYAMA, N. TESHIMA, S. YAMAGUCHI and K. ASADA

Fukuoka Prefectural Agricultural Research Center, 1269, Yoshiki, Chikushino, Fukuoka, 818-0004, Japan

\*Central Research Institute for Feed and Livestock, Zen-Noh, 1708-2, Tsukuriya, Tsukuba, Ibaraki, 300-4204, Japan

連絡者: 尾上 武 (E-mail: onoue-t4410@pref.fukuoka.lg.jp Tel. 092-925-5177)

表 1. 試験の設計概要

Table 1. Design of experiment

	start	end	period	breed	n	experimental method
2007-summer	'07/07/13	'07/08/06	7days	W <sup>1)</sup>	4	cross over
2008-winter1	'08/01/06	'08/01/21	5days	W	4	cross over
2008-winter2	'08/02/01	'08/02/18	5days	W	4	cross over
2008-autumn	'08/10/01	'08/11/07	7days	W×D <sup>2)</sup>	3	3×3 latin square

<sup>1)</sup> Large Yorkshire

<sup>2)</sup> Duroc

表 2. 給与飼料の配合割合

Table 2. Formula of experimental diets

	standard CP diet	low CP diet
Corn	31.90	42.70
Grain sorghun	40.00	40.00
Wheat bran	9.70	7.50
Soybean meal	15.80	7.50
Animal fat	0.85	0.00
Vitamine mineral mix	0.10	0.10
Calcium carbonate	0.99	0.94
Salt	0.25	0.25
Choline Chloride (60%)	0.02	0.02
Dicalcium phosphate	0.39	0.65
L-Lysine	0.00	0.27
L-Methionine	0.00	0.02
L-Threonine	0.00	0.05

表 3. 給与飼料の設計成分値

Table 3. Composition of experimental diets

	standard CP diet	low CP diet
TDN (pig)	77.0	77.0
Crude protein	14.5	11.5
Crude fat	3.8	3.2
Crude fiber	3.6	3.2
Crude ash	4.03	3.71
Calcium	0.54	0.56
Phosphate	0.45	0.45
Linoleic acid	1.71	1.70
Methionine+Cystine	0.49	0.42
Methionine	0.22	0.20
Lysine	0.71	0.69
Threonine	0.53	0.45
Tryptophan	0.18	0.13

けることが知られている。しかし、季節別に低 CP 飼料の効果について言及した報告は見られない。そこで今回、筆者らは冬季に 2 回、夏季および秋季に各 1 回の計 4 回単飼ケージを用いた低 CP 飼料の代謝試験を行い、季節別の窒素排せつ量について調査したので報告する。

### 材料および方法

試験の実施時期、供試豚の品種、頭数および反復回数を表 1 に示す。試験は 2007 年の夏季、2008 年の冬季 (2 回) および秋季の計 4 回行った。2007

年夏季および 2008 年冬季はクロスオーバー法、2008 年秋季は別試験の予備試験区を加えたため、3×3 ラテン方格で試験を行った。供試豚は 2008 年秋季のみ大ヨークシャー種×デュロック種去勢豚を用い、それ以外は大ヨークシャー純粋種去勢豚を供試した。表 2 に給与飼料の配合割合を示す。試験区分は標準飼料給与区 (以下標準区) および低 CP 飼料給与区 (以下低 CP 区) の 2 区とした。なお、ビタミン・ミネラルについては日本飼養標準を満たす数値に設定した。表 3 に給与飼料の設計成分値を示す。標準区には CP 14.5%,

表 4. 低 CP 飼料と標準飼料を給与した肥育豚の飼養成績

Table 4. Performance of grower pig fed different level of crude protein

		water intake g/day	fecal volume g/day	urine volume g/day	fecal moisture %
Summer	Standard (n=4)	8062	1033	4227	69.9
	Low-CP (n=4)	8557	1009	4645	69.8
	SEM	350	17	296	0.2
Autumn	Standard (n=3)	5243	2132	1740	71.8
	Low-CP (n=3)	4627	1776	1338	70.7
	SEM	423	170	235	0.1
Winter	Standard (n=8)	4518 <sup>A</sup>	1946	2119 <sup>A</sup>	70.8
	Low-CP (n=8)	3748 <sup>B</sup>	2001	1590 <sup>B</sup>	70.2
	SEM	544	39	374	0.3

Means

SEM : standard error of the mean

Significantly difference was recognized at 0.01 level between different capital letter

低 CP 区には不足するアミノ酸を添加した CP 11.5% の飼料を給与した。試験は勝俣<sup>10)</sup>の方法を参考に行った。飼料は自由摂取とし、1日の残飼が約 500 g となるよう調整しながら給与し、飲水は自由とした。体重概ね 60 kg の供試豚を代謝ケージに収容し、ケージ馴致期間は 7 日間とした。試験用飼料馴致期間は 5 または 7 日間とし、その後同じ期間給与試験してふんおよび尿を 1 日 1 回全量採取した。採取したふんおよび尿は分析までの間冷蔵庫に 4℃ 以下で保管した。試験終了後、各個体ごとのふんおよび尿をそれぞれ混合し、分析に供した。その後、飼料を入れ替えて給与し、同様の飼料馴致期間と試験期間を設け材料を採取した。調査項目は増体重、飼料摂取量、飼料要求率、飲水量、ふんおよび尿排せつ量、ふん水分、ふんおよび尿の窒素含量とした。飼料については水分および窒素含量を測定した。水分含量は 60℃ で 48 時間通風乾燥した減少量より算出した。窒素含量はケルダール法により分解し、セミクロ蒸留装置により分析した。統計処理はクロスオーバー法およびラテン方格法で分散分析を行った。

## 結 果

表 4 に低 CP 飼料給与が飲水量、ふん・尿の排せつ量およびふんの水分含量に及ぼす影響について示した。各季の試験ともふんの排せつ量および水分含量には試験区間の差はみられなかった。飲水量に関しては、冬季において、低 CP 区では 3748 g と、標準区の 4518 g に対して 17.0% 低減 ( $p < 0.01$ ) した。同様に、尿排せつ量も低 CP 区では 1590 g と、標準区の 2119 g に対して 24.9% 低減 ( $p < 0.01$ ) した。秋季においては、飲水量には差がなく、尿排せつ量は低下する傾向が見られた。しかし、夏季の試験においては飲水量、尿排せつ量のいずれにも低減効果は見られなかった。

表 5 に低 CP 飼料給与が飼養管理時における窒素出納に及ぼす影響について示した。低 CP 区の窒素摂取量は、標準区に対して夏季は 13.5% ( $p < 0.05$ )、冬季は 16.2% ( $p < 0.01$ ) 低減した。秋季は 18.4% 低減 ( $p > 0.10$ ) したが、有意差はなかった。ふん中の窒素に関しては、各季試験の含量、排せつ量ともに試験区間の差はみられなかった。冬季の低 CP 区の尿中窒素含量は、標準区に対して低減 ( $p < 0.05$ ) した。夏季および秋季は平均値

表 5. 低 CP 飼料と標準飼料を給与した肥育豚の窒素出納

Table 5. Effect of diets containing different levels of crude protein on nitrogen balance measurements

		nitrogen intake g/day	N, % of feces %	N,excretion of feces g/day	N, % of urine %	N,excretion of urine g/day	nitrogen excretion g/day	nitrogen retention g/day
Summer	Standard (n=4)	46.4 <sup>a</sup>	1.02	10.5	0.42	17.7 <sup>A</sup>	28.2 <sup>a</sup>	18.2
	Low-CP (n=4)	40.1 <sup>b</sup>	1.02	10.3	0.26	12.0 <sup>B</sup>	22.4 <sup>b</sup>	17.8
	SEM	4.4	0.01	0.1	0.05	4.0	4.1	0.3
Autumn	Standard (n=3)	81.3	1.01	21.5	1.16	20.2 <sup>a</sup>	41.7	39.6
	Low-CP (n=3)	66.3	1.08	19.2	0.91	12.1 <sup>b</sup>	31.3	35.0
	SEM	8.1	0.06	2.2	0.11	2.4	1.7	4.8
Winter	Standard (n=8)	84.7 <sup>A</sup>	1.08	21.0	1.34 <sup>a</sup>	28.4 <sup>A</sup>	49.4 <sup>A</sup>	35.3 <sup>A</sup>
	Low-CP (n=8)	71.0 <sup>B</sup>	1.02	20.5	1.24 <sup>b</sup>	19.7 <sup>B</sup>	40.2 <sup>B</sup>	30.8 <sup>B</sup>
	SEM	9.7	0.04	0.4	0.07	6.1	6.5	3.2

Means

SEM : standard error of the mean

Significantly difference was recognized at 0.01 level between different capital letter and 0.05 level small letter

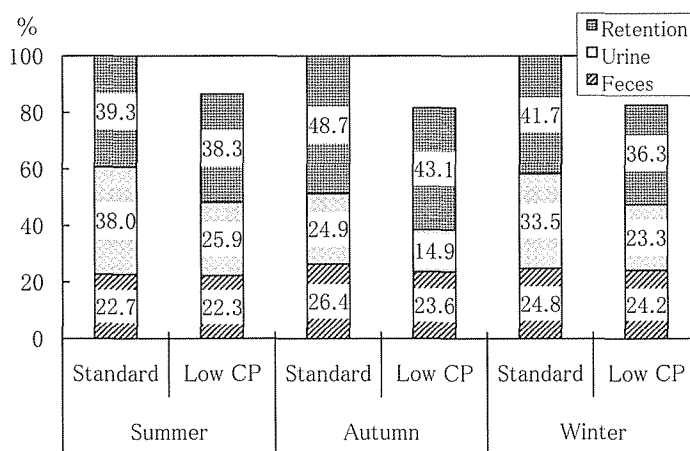


図 1. 標準飼料と低 CP 飼料を給与した試験豚の窒素出納

Fig. 1. Effect of diets containing different levels of crude protein on nitrogen balance measurements

は低減したが、有意差はなかった。低 CP 区の尿中の窒素排せつ量は、標準区に対して 30.5~40.1% 低減 (夏季および冬季  $p < 0.01$ , 秋季  $p < 0.05$ ) した。低 CP 区のみ尿合計の総窒素排せ

つ量は、標準区に対して夏季は 20.7% ( $p < 0.05$ ), 冬季は 18.6% ( $p < 0.01$ ) 低減した。秋季は 24.9% 低減 ( $p < 0.10$ ) したが、有意差はなかった。

図 1 に標準飼料と低 CP 飼料を給与した試験豚

の窒素の摂取量および排せつ量について示した。標準区の窒素摂取量を 100 とすると、低 CP 区の窒素摂取量は 81.6~86.5 となった。ふんとして排せつされる窒素は標準区が 22.7~26.4, 低 CP 区が 22.3~24.2 と差がなく、みかけの消化率は低 CP 区が低くなった。尿として排せつされる窒素は標準区の 24.9~38.0 に対して低 CP 区が 14.9~25.9 といずれの季節も低減された。また、両区とも秋季の値は夏季および冬季と比較して低かった。摂取量から排せつ量を差し引いた蓄積量は標準区の 39.3~48.7 に対して低 CP 区で 36.3~43.1 とやや低くなっているものの、蓄積率で比較すると低 CP 区では 43.3~52.8% と、標準区と比較してやや高かった。両区とも秋季の値は夏季および冬季と比較して高かった。

## 考 察

低 CP 飼料を給与した場合、飲水量および尿排せつ量が低下することは既に報告<sup>3,6)</sup>されている。この理由として斎藤<sup>11)</sup>は CP 含量が高いとタンパク質を分解する際の熱量増加やタンパク質の分解産物である尿素の血中濃度を一定以下に抑えるのに水分が必要であると考察し、飼料の低 CP 化により尿量を低減する効果を期待している。しかし、本試験では夏季にはこの尿排せつ量の低減効果が見られなかった。小林ら<sup>12)</sup>は冬季に比べ夏季は飲水量が増えることを報告しており、暑熱によるストレスを原因としてあげ、最高室温の平均が 28℃ を超えると暑熱ストレスによる増体の低下を認めている。本報告の夏季試験における期間中の日中の最高室温は平均で 30.3℃, 最低室温は 24.0℃ であった。夏季の飲水量が試験区で低減しなかったのも CP 含量の低下による効果以上に暑熱によるストレスが大きかったためと思われる。夏季試験の結果を個別別にみるとクロスオーバー法で行った後期の試験、すなわち体重が増えたときの試験で飲水量および尿排せつ量が多くなっている。小林ら<sup>12)</sup>は体重が 25~50 kg の肥育豚で夏季に体重と飲水量の間に正の相関があったとしている。また、設楽ら<sup>13)</sup>は夏季の飲水量および尿排せつ量は経日的に増加し、発育に伴うものと考察している。今回の試験では、低 CP 飼料の給与に

より冬季にはこれまでの報告どおり飲水量および尿排せつ量の低減効果が確認できた。しかし、気温の高い夏季にはその効果が薄れたのは、暑熱ストレスや発育に伴う体重の増加による影響が、飼料の低 CP 化による低減効果を上回ったためと思われる。なお、飼養成績については、期間が短いため統計処理は行わなかったが、参考として夏季、秋季、冬季の順に標準区対低 CP 区で平均値を示すと、増体 (g/日) は 543 対 518, 1143 対 1429, 1085 対 1033, 飼料摂取量 (g/日) は 1980 対 2138, 3395 対 3491, 3825 対 3807, 飼料要求率は 3.65 対 4.13, 2.97 対 2.44, 3.53 対 3.69 で、両区間に大きな差はなかった。

低 CP 飼料を給与した肥育豚のふん中の窒素排せつ量は、減少するという報告<sup>3,5,6)</sup>があるが、今回は TACHIBANA と UBAGAI<sup>2)</sup>と同様差はないという結果となった。古谷ら<sup>1)</sup>も窒素摂取量の低減と比較してふん中の窒素排せつ量はそれほど減らなかったとしており、その原因としてふん中に排せつされる窒素には飼料に直接由来しない代謝性窒素が含まれるためと述べている。また、山本らはリンゴジュース粕<sup>14)</sup>やビートパルプ<sup>15)</sup>、山口ら<sup>16)</sup>はミカンジュース粕と、低 CP 飼料にそれぞれ高繊維質原料を添加した飼料を肥育豚に給与したところ、尿中の窒素排せつ量は低減したがふん中の窒素排せつ量は逆に増加し、その原因として繊維性の非デンプン多糖類を多給した場合、大腸での腸内細菌が増殖して菌体タンパク質の合成が盛んになるためと考察している。本試験ではこうした非デンプン多糖類の添加はなく、ふん中窒素排せつ量の増加も低下もみられなかったものと思われる。

低 CP 飼料を給与した肥育豚の尿中の窒素排せつ量が減少するという結果は既報<sup>1-6)</sup>と一致する。低 CP 飼料給与による尿排せつ量の低減効果は季節によって差が出たが、尿中の窒素排せつ量は季節を問わず低減効果が見られた。夏季試験の結果を個別別にみると、飲水量の多い個体は尿排せつ量も多く、尿中窒素含量は少なかった。夏季の低 CP 区の尿中窒素含量は、標準区と比較して約 40% 低減しており、秋季や冬季と比較して低減割合は最も高かった。にもかかわらず、有意差が出な

かったのは、誤差が大きかったためである。

以上のことをまとめると、CP水準を14.5%から11.5%に下げ、不足するアミノ酸を添加した飼料を給与すると、各季節とも尿中の窒素排せつ量は30%程度、総窒素排せつ量は20%程度低減できる。飲水量の少ない冬季には尿排せつ量が減少することによって尿中の窒素排せつ量が低減される。尿中の窒素排せつ量の低減は水質汚濁防止法における窒素排水基準規制強化への対応となるほか、アンモニア等の窒素を含んだ悪臭物質の低減も期待できる。また、暑熱対策を徹底することにより、夏場でも低CP飼料による尿排せつ量の低減効果が現れる可能性が推察される。さらに、尿排せつ量の低減は汚水処理にかかる低コスト化につながる。

## 文 献

- 1) 古谷 修・渡部正樹・阿部博行・清水俊郎・大門博之・佐藤圭子・今田哲雄・佐藤金一：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，日豚会誌，**34**，15-21，1997.
- 2) TACHIBANA, F., H. UBAGAI: Effect of reducing crude protein and energy content in diets with amino acid supplementation on nitrogen balance, performance and carcass characteristics in pigs, *Anim. Sci. Technol.*, **68**, 640-649, 1997.
- 3) 山本朱美・高橋栄二・古川智子・伊藤稔・石川雄治・山内克彦・山田未知・古谷修：肉豚へのアミノ酸添加低タンパク質飼料の給与による尿量，窒素排せつ量およびアンモニア発生量の低減効果，日豚会誌，**39**，1-7，2002.
- 4) 阿部則夫・杉浦千佳子・中村慶逸：低タンパク質飼料給与による繁殖豚の窒素排泄量低減効果，日豚会誌，**39**，71-78，2002.
- 5) 齋藤常幸・須藤英紀・五十嵐宏行・今田哲雄：給与飼料中のTDNおよびCP水準の違いが産肉能力および窒素排泄量に及ぼす影響，日豚会誌，**40**，121-128，2003.
- 6) 祐森誠司・池田周平・鈴木伸一・栗原良雄：アミノ酸添加可低消化粗タンパク質飼料による肥育豚の窒素排せつ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**，1-10，2004.
- 7) 勝俣昌也・廣瀬英明・梶 雄次・斎藤 守：高温環境と飼料への油脂添加が肥育豚の消化率に及ぼす影響，西畜会報，**36**，30-36，1993.
- 8) 瑞穂 当・美斉津康民・山田 豊：豚のふん尿処理に関する研究 I. 豚のふん尿量と豚舎内におけるふん尿分離，日豚研誌，**21**，142-149，1984.
- 9) 山下滋貴・大和碩哉・島富 修・坂井 巧，豚舎の施設構造に関する研究 第1報 豚のふん尿量調査，福岡県農総試研報 C (畜産)，**1**，23-26，1982.
- 10) 勝俣昌也：動物栄養試験法，227-230，養賢堂，東京，2001.
- 11) 斎藤 守：ニワトリおよびブタからの環境負荷物質の低減化に関する栄養飼料学的研究の動向，日畜会報，**72**，J177-J199，2001.
- 12) 小林章二・市川 明・石原 武：肉豚発育に及ぼす飼育床面積と舎内温度の効果，愛知県農総試研報，**19**，377-383，1987.
- 13) 設楽 修・岩本英治：夏季のダクト送風が肥育豚の尿排せつ量と発育に及ぼす影響，兵庫県農技セ研報 (畜産)，**33**，24-29，1997.
- 14) 山本朱美・佐藤義人・中村慶逸・伊藤 稔・古谷 修：リンゴジュース粕の低蛋白質飼料への添加が肥育豚の発育，窒素排泄量および背脂肪厚に及ぼす影響，日豚会誌，**40**，129-134，2003.
- 15) 山本朱美・伊藤 稔・古川智子・長峰孝文・亀岡俊則・古谷 修：豚における低タンパク質飼料へのビートパルプの添加による尿中窒素排せつ量およびふん尿混合物からのアンモニア揮散量の低減，日豚会誌，**40**，135-140，2003.
- 16) 山口昇一郎・山本朱美・村上徹哉・伊藤稔・古谷 修：アミノ酸添加低タンパク質飼料への乾燥ミカンジュース粕の配合が豚の発育，背脂肪厚，肉色，窒素排せつ量および糞の臭気物質に及ぼす影響，福岡県農総試研報，**24**，88-93，2005.

## Seasonal Effects of a Reduced Protein, Amino Acid-Supplemented Diet on Reduction of Urine and Nitrogen Excretion in Finishing Pigs

Takeshi ONOUE, Fumio TACHIBANA\*, Yasuo SAMEGAI\*, Futoshi KOYAMA,  
Nobutaka TESHIMA, Shoichiro YAMAGUCHI and Kenichi ASADA

Fukuoka Prefectural Agricultural Research Center,  
1269, Yoshiki, Chikushino, Fukuoka, 818-0004, Japan

\* Central Research Institute for Feed and Livestock, Zen-Noh,  
1708-2, Tsukuriya, Tsukuba, Ibaraki, 300-4204, Japan

These experiments were conducted to determine the seasonal effects of feeding finishing pigs a reduced crude protein (CP) diet on the excretion of urine and nitrogen. The experimental diets prepared were a standard CP diet (CP 14.5%) and a low CP, amino acid-supplemented diet (CP 11.5%). Three to 8 pigs (60 kg BW) were fed these diets for 10 to 14 days. The experiments were conducted twice in winter and once in summer and autumn.

In winter, the low CP diets reduced water intake and urine excretion by 17% and 25%, respectively. In summer, there was no difference in water intake and urine excretion, however the nitrogen content ratio in urine tended to decrease with a low CP diet. Although there was no difference in fecal nitrogen excretion, the low CP diets reduced urine nitrogen excretion and total nitrogen excretion by 30.5 to 40.1% and 18.6 to 24.9% in all seasons. Reduction in dietary CP had only a slight impact on DG, GF, feed conversion ratio, feces excretion, and moisture contents.

*Jpn. J. Swine Science*, 47, 1 : 1-7

**Key words** : low protein diet, nitrogen excretion, pigs, urine excretion