

アミノ酸添加低タンパク質飼料へのミカンジュース粕の配合
が豚の発育,背脂肪厚,肉色および窒素排せつ量に及ぼす影
響

誌名	日本養豚学会誌 = The Japanese journal of swine science
ISSN	0913882X
著者	山口, 昇一郎 山本, 朱美 村上, 徹哉 伊藤, 稔 古谷, 修
巻/号	42巻1号
掲載ページ	p. 20-26
発行年月	2005年3月

アミノ酸添加低タンパク質飼料へのミカンジュース粕の配合が豚の発育、背脂肪厚、肉色および窒素排せつ量に及ぼす影響

山口昇一郎・山本朱美*・村上徹哉・伊藤 稔**・古谷 修*

福岡県農業総合試験場, 福岡県筑紫野市, 818-0004

* (財)畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所, 福島県西郷村, 961-8061

** 現所属: (社)農林水産技術情報協会, 東京都中央区, 103-0026

(2004年7月20日受付, 2004年11月11日受理)

要約 乾燥ミカンジュース粕を配合したアミノ酸添加低タンパク質 (低CP) 飼料を肥育後豚 (80-105 kg) に給与した場合の発育, 背脂肪厚, 肉色および窒素排せつ量の低減効果について検討した。飼料は標準CP飼料 (標準CP, CP 15.6%), アミノ酸添加低CP飼料 (低CP, CP 11.9%), ミカンジュース粕を10%および20%配合したアミノ酸添加低CP飼料 (低ミカン10%, CP 11.7%および低ミカン20%, CP 11.5%) を調製し, 給与した。飼養条件は, 群飼, 不断給餌, 自由飲水とした。試験期間中に, 酸不溶性灰分を指標物質とする消化試験を実施して糞中への窒素排せつ量を推定するとともに, 日本飼養標準・豚にもとづき尿中への窒素排せつ量を算出した。

試験の結果, 1日増体量は標準CP区, 低CP区, 低ミカン10%区および低ミカン20%区でそれぞれ923, 959, 960, および674gとなり, 低ミカン20%区で有意に低かった ($p < 0.05$)。背脂肪厚および肉色には差は認められなかった。糞中窒素排せつ量は標準CP区, 低CP区, 低ミカン10%区および低ミカン20%区でそれぞれ14.8, 15.8, 18.1および18.0g, 尿中への窒素排せつ量はそれぞれ54.8, 38.2, 26.3および21.1g, 総窒素排せつ量はそれぞれ69.6, 53.7, 44.3および39.2gであり, 両ミカン区の糞中窒素排せつ量は標準CP区に比べてやや増加したが, 尿中および総窒素排せつ量は大きく低下した。以上のことから, 豚へミカンジュース粕を10%配合したアミノ酸添加低CP飼料を給与した場合に, 標準CP区と比較して発育成績, 背脂肪厚および肉色は同等で, 尿中および総窒素排せつ量が大幅に低減できることが明らかとなった。

Effects of Feeding an Amino Acid-supplemented Lower Protein Diet Containing Dried Orange Juice Pulp on Growth Performance, Back Fat Thickness, Meat Color, and Nitrogen Excretion in Finishing Pigs

S. YAMAGUCHI, A. YAMAMOTO*, T. MURAKAMI, M. ITOH** and S. FURUYA*

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

* Livestock Industry's Environmental Improvement Organization, Institute of Livestock Industry's Environmental Technology, Nishigo, Fukushima, 961-8061

** Present address: Agriculture, Forestry and Fisheries Technical Information Society, Tokyo, 103-0026

緒 言

現在の養豚経営では、飼養規模拡大や都市化の進展に伴う糞尿処理対策が急務となっており、環境対策を十分考慮した経営が、重要な存続条件となっている。このため、従来から行われている糞尿処理だけでなく、窒素やリンなどの環境負荷物質の排出量そのものを低減化させる技術の開発がますます重要になるものと考えられる。近年では、栄養飼料面から窒素排せつ量を低減化する技術開発が進み、アミノ酸を添加した低タンパク（低CP）飼料を給与することで、窒素排せつ量を28%前後低減化できることが多く報告¹⁻⁴⁾されている。また、豚に繊維性の非澱粉多糖類（NSP）を多く含む飼料を給与すると尿中への窒素排せつ量が減ることも知られており、山本ら⁵⁾は、リンゴジュース粕やビートパルプにおいて、尿中窒素排せつ量およびスラリーからのアンモニア揮散量の低減に有効であることを報告している。

有機性資源の一つであるミカンジュース粕は、リンゴジュース粕やビートパルプと同様、繊維質含量が多い⁶⁾ため、尿中窒素排せつ量の低減が期待される。しかし、ミカンジュース粕を用いて肉質改善を目的とした報告⁷⁾ばされてはいるが、肥育試験によって窒素排せつ量低減効果について検討した報告はない。

そこで、本研究では、乾燥ミカンジュース粕を配合した低タンパク質飼料を肥育後期豚に給与し、豚の発育、背脂肪厚、肉色および窒素排せつ量に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

1. 供試豚

福岡県農業総合試験場で飼育された大ヨークシャー種から生まれた去勢雄と雌豚16頭ずつ計32頭を試験に供試し、16頭ずつ2回に分けて体重80 kgから105 kgの肥育後期において試験を行った。豚は去勢雄2頭と雌2頭の4頭群飼として、出荷まで不断給餌、自由飲水とした。

2. 供試飼料

供試飼料はトウモロコシとダイズ粕を主体とした標準的CP含量の飼料（標準CP区、CP 15.6%）、

アミノ酸を添加した低CP飼料（低CP区、CP 11.9%）および低CP飼料に乾燥ミカンジュース粕を10%および20%配合した飼料（低ミカン10%区、CP 11.7%および低ミカン20%区、CP 11.5%）の4種類で、配合割合を表1に示した。ミカンジュース粕添加飼料では、低CP飼料のトウモロコシの配合量を減らしてミカンジュース粕を添加したため、飼料中のエネルギー含量であるDEおよびTDNは低CP飼料の場合よりわずかに低くなった。各試験飼料の必須アミノ酸含量は、日本標準飼料成分表（2001）⁸⁾およびミカンジュース粕についてはThe Feeds Directory（2000）⁹⁾の成分値にもとづき、日本飼養標準・豚（1998）⁹⁾の要求量を満足するように調製した。

3. 窒素の消化試験および肉質検査

試験開始後10日および12日目からセライトを2%添加した飼料を1週間にわたり給与し、セライト添加酸不溶性灰分（AIA）法¹⁰⁾により消化試験を実施して糞中への窒素排せつ量を求めた。サンプルは、セライト添加飼料給与後、5から7日目までのいずれか1日に排せつされた糞を個体別に約100 g採取した。糞の乾燥、粉碎等の処理は個体別に行い、処理方法は常法¹¹⁾に従った。また、尿中への窒素排せつ量は、日本飼養標準・豚⁹⁾の方式により体内への窒素蓄積量を推定し、これにもとづく方法¹⁾で算出した。供試豚は、105 kgを目安に順次屠場に出荷し、皮剥ぎによって処理された枝肉の背脂肪厚を測定した。また、胸最長筋および背脂肪内層のサンプルを採材し、色差計（ミノルタ社製）を用いて、L*値、a*値およびb*値を測定した。

4. 化学分析および統計処理

飼料および糞の窒素濃度およびAIAの分析は、それぞれ、常法¹¹⁾および古谷らの方法¹⁰⁾によった。また、飼料区間の有意性の検定は多重範囲検定法のTurkey法¹²⁾で行った。

結果および考察

1. 豚の発育と背脂肪厚

標準CP飼料、低CP飼料、低ミカン10%飼料および低ミカン20%飼料を給与した肥育豚の発育成績と背脂肪厚の値を表2に示した。これら

表 1. 供試飼料の配合割合および成分組成

	標準 CP	低 CP	低ミカン 10%	低ミカン 20%
配合割合 (%)				
トウモロコシ	66.4	73.0	63.0	53.0
ダイズ粕	16.8	6.50	6.50	6.50
フスマ	15.47	18.84	18.84	18.84
乾燥ミカンジュース粕	—	—	10.0	20.0
炭酸カルシウム	0.61	0.54	0.54	0.54
第二リン酸カルシウム	0.07	0.21	0.21	0.21
塩化ナトリウム	0.30	0.30	0.30	0.30
ビタミン・ミネラル混合物 ¹⁾	0.35	0.35	0.35	0.35
塩酸 L-リジン	—	0.24	0.24	0.24
L-トレオニン	—	0.03	0.03	0.03
成分組成 ²⁾				
CP (%)	15.6	11.9	11.7	11.5
DE (kcal/g)	3.3	3.3	3.2	3.2
TDN (%)	75	75	73	72
カルシウム	0.60	0.60	0.73	0.86
非フィチンリン	0.24	0.24	0.24	0.23
有効リジン	0.62	0.58	0.58	0.58
有効メチオニン+シスチン	0.46	0.37	0.35	0.33
有効トレオニン	0.47	0.37	0.36	0.34
トリプトファン	0.19	0.14	0.15	0.17
NSP	17.7	16.7	21.6	26.5

注 1) 飼料 1 kg 中の含量; 硝酸チアミン 1.5 mg, リボフラビン 10.5 mg, 塩酸ピリドキシン 0.75 mg, ニコチン酸アミド 9 mg, D-パントテン酸カルシウム 16.4 mg, 塩化コリン 86.4 mg, ビタミン A 10,000 IU, ビタミン D₃ 2,000 IU, 酢酸 d1- α -トコフェロール 10 mg, Mn 50 mg, Fe 50 mg, Cu 10 mg, Zn 10 mg, I 1 mg

2) CP は実測値, それ以外は日本標準飼料成分表 (2001)⁶⁾ および The Feeds Directory (2000)⁸⁾ にもとづく計算値。

は、去勢雄と雌豚を供試した 2 回の試験の値をプールした 1 処理区 8 頭の平均値であるが、1 回目の試験で、標準 CP 区および低 CP 区で、各 1 頭を発育不良のため除外したので、これらの区では 7 頭の成績である。1 日当たり増体量は標準 CP 区、低 CP 区、低ミカン 10% 区および低ミカン 20% 区でそれぞれ 923, 959, 960 および 674 g となり、低ミカン 20% 区で有意に低かった ($p < 0.05$)。飼料要求率および TDN 要求率でも低ミカン 20% 区が劣る傾向が認められた。山本ら⁵⁾ は、肥育後期の豚において、低 CP 飼料にリンゴ

ジュース粕を 10% 添加した飼料 (CP 10.6%) を豚に給与した場合、標準 CP 飼料 (CP 13.4%) を給与した豚と比較して、1 日当たり増体量および飼料要求率には差が認められなかったことを報告している。ミカンジュース粕でも 10% 程度の配合までならば発育に影響は認められないが、20% 配合した場合には、飼料の摂取量が減り、結果的に発育に影響が認められたものと考えられる。

枝肉の背脂肪の厚さは、有意差は認められなかったが、低ミカン 20% 区で最も薄い傾向が認められた。低 CP 飼料の給与の場合には、厚脂の

表 2. 低タンパク質飼料へのミカンジュース粕の配合が発育に及ぼす影響

試験区	飼料摂取量	1日当たり増体量 (g)	飼料要求率	TDN 要求率	背脂肪厚 (cm)
標準 CP	3.39 ^{ab} ±0.04	923 ^a ±16	3.67±0.02	2.75±0.02	3.30±0.08
低 CP	3.67 ^a ±0.17	959 ^a ±36	3.83±0.03	2.87±0.01	3.23±0.13
低ミカン 10%	3.42 ^{ab} ±0.05	960 ^a ±73	3.72±0.13	2.72±0.10	3.24±0.18
低ミカン 20%	2.96 ^b ±0.02	674 ^b ±44	4.55±0.63	3.28±0.45	2.81±0.15

注 1) 平均±標準誤差。

2) 飼料摂取量, 飼料要求率および TDN 要求率は, 同一処理区の平均値 (n=2)。1日当たり増体量および背脂肪厚は, 個体別データの平均値 (n=7 か n=8)。

3) 同一系列内異符号間は有意差あり (p<0.05)。

表 3. 低タンパク質飼料へのミカンジュース粕の配合が肉色及び脂肪色に及ぼす影響

試験区	肉 色			脂 肪 色		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
標準 CP	53.1±0.5	8.4±0.3	5.4±0.3	79.1±1.1	3.3±0.3	4.4±0.4
低 CP	54.2±0.6	8.3±0.3	5.6±0.3	78.8±1.4	3.3±0.3	4.3±0.4
低ミカン 10%	54.9±0.4	9.2±0.2	6.3±0.1	78.4±1.6	2.8±0.4	3.6±0.4
低ミカン 20%	52.5±0.5	7.6±0.3	4.4±0.2	78.0±1.1	2.9±0.4	3.4±0.3

注 1) 平均±標準誤差。

2) 標準 CP 区および低 CP 区は, 7 頭, 低ミカン 10% 区および低ミカン 20% 区は, 8 頭の平均値。

3) L* は明度, 色度における a* は赤色度, b* は黄色度をそれぞれ示す。

発生が問題点として指摘されている¹⁾が, 本試験の結果では, 低 CP 区および低ミカン 10% 区の背脂肪厚は, 標準 CP 区と有意差は認められなかった。

2. 肉色および脂肪色

表 3 に肉色および脂肪色の値を示した。肉色は, L* 値, a* 値, b* 値のいずれも試験区間で有意差は認められなかった。また, ミカンには, β-カロテンや β-クリプトキサンチンなどの脂溶性の色素が含まれていることから, 脂肪色に影響を与えることも考えられたが, 黄色を示す b* 値に影響は認められず, L* 値および a* 値も試験区間で有意差は認められなかった。調子⁷⁾は, ミカンジュース粕を用いた肉質向上に関する試験を行い, ミカンジュース粕を飼料中へ 30% 添加しても肉色, 脂肪色および保水力等の肉質には影響が見られなかったことを報告しており, 本研究でも

同様の傾向が認められた。

3. 糞および尿への窒素排せつ量

表 4 に窒素出納の成績および見かけの CP 消化率を示した。1日当たりの窒素摂取量は標準 CP 区が多く, 低ミカン 20% 区は他の区に比べ有意に少なくなった (p<0.05)。糞中窒素排せつ量は標準 CP 区, 低 CP 区, 低ミカン 10% 区および低ミカン 20% 区でそれぞれ 14.8, 15.8, 18.1 および 18.0 g となり, ミカンジュース粕添加区の方が多量傾向が認められた。尿中への窒素排せつ量はそれぞれ 54.8, 38.2, 26.3 および 21.1 g となり, 標準 CP 区に比べ, 低 CP 区で 30%, 低ミカン 10% 区で 52%, 低ミカン 20% 区では 61% と大幅に低減した。また, 総窒素排せつ量でも, 標準 CP 区に比べそれぞれ, 23%, 37%, 44% と低減した。一方, 低 CP 飼料にリンゴジュース粕を 10% 添加した飼料を豚に給与した場合, 糞中窒素排せつ量

表 4. 低タンパク質飼料へのミカンジュース粕の配合が窒素排せつ量に及ぼす影響

試験区	飼料摂取量 (kg/d)	窒素摂取量 (g/d)	糞中窒素 排せつ量 (g/d)	尿中窒素 排せつ量 (g/d)	総窒素 排せつ量 (g/d)	見かけの CP消化率 (%)
標準 CP	3.39 ^{ab} ±0.04	90.3 ^a ±1.0	14.8±0.5	54.8 ^a ±0.6	69.6±0.4	83.6 ^a ±0.5
低 CP	3.67 ^a ±0.17	75.1 ^b ±3.4	15.8±0.5	38.2 ^b ±1.5	53.7±1.3	79.4 ^a ±0.8
低ミカン 10%	3.42 ^{ab} ±0.05	65.7 ^b ±0.9	18.1±1.0	26.3 ^{bc} ±1.7	44.3±1.4	72.5 ^b ±1.4
低ミカン 20%	2.96 ^b ±0.02	54.2 ^c ±0.5	18.0±1.1	21.1 ^c ±1.4	39.2±0.9	66.7 ^c ±1.7

注 1) 平均±標準誤差。

- 2) 飼料摂取量および窒素摂取量は、同一処理区間の平均値 (n=2)、各窒素排せつ量および見かけの消化率は、個体別データの平均値 (n=7 か n=8)。
- 3) 同一系列内異符号間は有意差あり (p<0.05)。

は、標準 CP 飼料に比べ 30% 増加し、尿中窒素排せつ量は、41% 低減できることが報告⁵⁾されている。試験飼料の CP 含量や NSP 含量が違うため、正確な比較はできないが、肥育試験におけるミカンジュース粕の尿中窒素排せつ量低減効果は、リンゴジュース粕と同等の効果があることが示唆された。

見かけの CP 消化率は、標準 CP 区に比べ、低 CP 区で 5.0%、低ミカン 10% 区で 13.3%、低ミカン 20% 区では 20.2% 低下し、ミカンジュース粕添加区で大幅な低下が認められた。各試験飼料における NSP 含量は、標準 CP 区に比べ、低 CP 区はほぼ同じであるが、低ミカン 10% 区で 22%、低ミカン 20% 区で 50% 多く含まれており、NSP 含量が多くなるに従い見かけの CP 消化率も減る傾向が認められた (表 1)。この理由として、リンゴジュース粕やビートパルプの尿中窒素排せつ量低減効果の原理と同様、NSP を多量に含む飼料原料を給与すると、大腸での微生物の増殖が活発になり、微生物が菌体蛋白質を合成するための窒素源が不足するため、本来尿中に排せつされる尿素が菌体蛋白質に取り込まれ、代謝性糞中窒素が増えたためと考えられる¹³⁾。

本研究により、肥育後豚豚へアミノ酸添加低 CP 飼料にミカンジュース粕を添加給与した場合に、標準的な CP を給与した豚と比較して、10% の配合までは発育成績および肉色は変わらずに、尿中窒素排せつ量および総窒素排せつ量を減らせるが、20% 配合した場合には、有意に発育が劣る

ことが明らかとなった。農家における糞尿処理は、糞は堆肥化により比較的処理に問題はないが、尿は液肥化や浄化処理が中心であり、液肥の場合には、一部の圃場への集中的な散布や悪臭の発生など問題点も多い。また、尿汚水中には多量の窒素が含まれているため、浄化処理により窒素を完璧に取り除くのは困難である。したがって、排せつ後の処理だけではなく、飼養管理過程において窒素を減らすことは重要であり、本研究により尿中窒素排せつ量を低減させることができたことは非常に意味がある。今後は、汚水中の窒素負荷低減化により、現場でどれくらいの処理コストの低減化が可能であるかを検討する必要があるものと思われる。

参考文献

- 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**, 15-21, 1997.
- TACHIBANA, F. and 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. (Jpn), **68**, 640-649, 1997.
- 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.

- 4) 山本朱美・青木幸尚・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蛋白質飼料の給与による尿量, 窒素排泄量およびアンモニア発生量の低減効果, 日豚会誌, **39**, 8-13, 2002.
- 5) 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.
- 6) 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(2001年版), 中央畜産会, 2001.
- 7) 調子俊雄・西本尚武・中野 栄・津田 暹・浅利芳一・島内幸一・和田謹一:みかんジュース粕等による良品質豚肉の生産技術に関する試験, 和歌山県畜産試験場研究報告, 第**3**号, 27-31, 1988.
- 8) EWING, W.N.: The Feeds Directory, Em-press Publishing Netherlands, The Netherlands, 2000.
- 9) 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, 1998.
- 10) 古谷 修・山本朱美・伊藤 稔・青木幸尚:豚の消化試験における指標物質としてのセライト添加酸不溶性灰分の利用, 日豚会誌, **38**, 171-176, 2001.
- 11) 石橋 晃(監修):新編動物栄養試験法, 養賢堂, 東京, 2001.
- 12) 吉田 実:畜産を中心とする実験計画法, 養賢堂, 東京, 1975.
- 13) CANH, T.T., M.W.A. VERSTEGEN, A.J.A. AARNINK and J.W. SCHRAMA: Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs, J. Anim. Sci., **75**, 700-706, 1997.

Effects of Feeding an Amino Acid-supplemented Lower Protein Diet Containing Dried Orange Juice Pulp on Growth Performance, Back Fat Thickness, Meat Color, and Nitrogen Excretion in Finishing Pigs

Shoichiro YAMAGUCHI, Akemi YAMAMOTO*, Tetuya MURAKAMI,
Minoru ITOH**, Shu FURUYA*

Fukuoka Prefectural Agricultural Reserch Center, Yoshiki, Chikushino, Fukuoka, 818-0004

* Livestock Industry's Environmental Improvement Organization, Institute of Livestock Industry's Environmental Technology, Nishigo, Fukushima, 961-8061

** Present address : Agriculture, Forestry and Fisheries Technical Information Society, Tokyo, 103-0026

An experiment was conducted to determine the effects of supplementing a reduced crude protein (CP) diet with dried orange juice pulp on the growth performance, back fat thickness, meat color and nitrogen excretion in finishing pigs (80 to 105 kg). The experimental diets were prepared as follows: a standard CP diet (standard CP diet, CP 15.6%), a low CP, amino-acid supplemented diet (low CP diet, CP 11.9%), low CP, amino-acid supplemented diets containing 10% or 20% of dried orange juice pulp (low orange 10% diet, CP 11.7% and low orange 20% diet, CP 11.5%), respectively. The experimental pigs fed in a group setting and kept with ad libitum feeding and drinking. Fecal and urinary nitrogen excretions were estimated by a digestibility trial using acid insoluble ash as a marker and by a method based on the Japanese Feeding Standard for Swine (1998), respectively.

The average daily gains for the standard CP, the low CP, the low orange 10% and the low orange 20% diet were 923, 959, 960 and 674 g, respectively. The low orange 20% diet was significantly lower than the other diets ($p < 0.05$). The average back fat thickness and meat color were not significantly different across the diets. Fecal nitrogen excretion for the standard CP, the low CP, the low orange 10% and the low orange 20% diet was 14.8, 15.8, 18.1 and 18.0 g, respectively. Urinary nitrogen excretion was 54.8, 38.2, 26.3 and 21.1 g, respectively. Total nitrogen excretion was 69.6, 53.7, 44.3 and 39.2 g, respectively, fecal nitrogen excretion for the low orange 10% and the low orange 20% diet was a little higher compared to the standard CP diet. Urinary and total nitrogen excretion for the low orange 10% and the low orange 20% diet were much lower than those for the standard CP diet.

These results suggested that a diet containing 10% of dried orange juice pulp to an amino acid-supplemented lower CP diet can reduce urinary and total nitrogen excretion without any detrimental effects on growth performance and meat color in finishing pigs.

Jpn. J. Swine Science, **42**, 1 : 20-26

Key words : Finishing pigs, Low protein diet, Nitrogen excretion, Orange juice pulp, Growth performance