

# 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

山口昇一郎\*・山本朱美<sup>1)</sup>・村上徹哉・伊藤 稔<sup>2)</sup>・古谷 修<sup>1)</sup>

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（以下低CP）飼料を体重80kgからの肥育後期豚に給与した場合の発育、背脂肪厚、肉色、窒素排せつ量および糞の臭気物質を検討した。飼料は標準CP飼料（以下標準CP区、CP15.6%）、アミノ酸添加低CP飼料（以下低CP区、CP11.9%）、乾燥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（以下低CPミカン10%区、CP11.7%および低CPミカン20%区、CP11.5%）を調製し、供試豚に給与した。

1. 1日増体量は標準CP区、低CP区および低CPミカン10%区の間では差はなく、低CPミカン20%区は他の区に比べ有意に低下した（ $p < 0.05$ ）。背脂肪厚および肉色は区間に差は認められなかった。
2. 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、尿中窒素排せつ量は大きく低下した。
3. 両ミカン区の糞からは、D-リモネンの揮発が認められた。低級脂肪酸の揮発量は、低CPミカン20%区で増加する傾向が認められた。

従って、乾燥ミカンジュース粕を10%配合したアミノ酸添加低CP飼料を肥育後期豚へ給与すると、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、尿中および糞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。

[キーワード：乾燥ミカンジュース粕，低タンパク質飼料，肥育後期豚，窒素排せつ量，低級脂肪酸]

Effects of Feeding an Amino Acid-supplemented Lower Protein Diet Containing Dried Orange Juice Pulp on Growth Performance, Back Fat Thickness, Meat Color, Nitrogen Excretion and Fecal Odor Material in Finishing Pigs. YAMAGUCHI Shoichiro, Akemi YAMAMOTO, Tetuya MURAKAMI, Minoru ITOH and Shu FURUYA (Fukuoka Agricultural Reserch Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 24:88-93 (2005)

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, nitrogen excretion and fecal odor material in finishing pigs (80 to 105kg). The experimental diets were prepared as follows: a standard CP diet (standard CP diet, CP15.6%), a low CP, amino-acid supplemented diet (low CP diet, CP11.9%), low CP, amino-acid supplemented diets containing 10% or 20% of dried orange juice pulp (low orange 10% diet, CP11.7% and low orange 20% diet, CP11.5%), respectively. The experimental pigs fed in a group setting and kept with *ad libitum* feeding and drinking.

1. 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 674g, 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.
2. 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.
3. D-limonene was detected in the emission gas from feces for the low orange 10% and the low orange 20% diet. Lower fatty acid emission for the low orange 20% was higher than the other diets.

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.

[Key words: Finishing pigs, Low protein diet, Nitrogen excretion, Orange juice pulp, Growth performance, Lower fatty acid]

## 緒 言

福岡県の養豚経営では、飼養規模拡大による糞尿処理対策や農家周辺の都市化が進展する中で、環境対策が急務となっている。このため、汚水処理や堆肥化だけでなく、飼料給与の面から窒素やリンなどの環境負荷物質の排出量を低減させる技術の開発が重要となっている。窒

素排せつ量を低減させる試みとしては、アミノ酸を添加した低タンパク質（以下低CP）飼料を肥育豚に給与することで、窒素排せつ量を28%前後削減できることが報

\* 連絡責任者（家畜部）

1) 財畜産環境整備機構畜産環境技術研究所

2) 現所属：(株)農林水産技術情報協会

告<sup>3,8,9,11)</sup>されている。また、豚に繊維性の非澱粉多糖類(以下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<sup>1)</sup>、山本ら<sup>12)</sup>は、リンゴジュース粕やビートパルプを給与することによって、糞尿混合物(以下スラリー)からのアンモニア揮発量が低減することを報告している。

乾燥ミカンジュース粕は、ミカンからジュースを搾汁した残渣として発生し、全国で年間約8万トン排出されていると推定されている。本県では、平成14年度において水分10%以下に乾燥処理された乾燥ミカンジュース粕が918トン生産され、牛用飼料として全量利用されている。豚用飼料としては現在のところ利用されていないが、尿中窒素低減効果が大きい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<sup>9)</sup>ため、尿中窒素排せつ量の低減が期待される。現在までに、乾燥ミカンジュース

粕を用いて肉質改善を目的とした研究<sup>10)</sup>は行われているが、窒素排せつ量低減効果および糞から発生する臭気物質については検討されていない。

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、窒素排せつ量および糞から発生する臭気物質に及ぼす影響を検討した。

## 材料および方法

### 1 供試豚

当场で飼育している大ヨークシャー種去勢雄と雌豚16頭ずつ計32頭を用い、体重80kgから105kgの肥育後期において16頭ずつ2回に分けて試験を行った。豚は4頭ずつの群飼として、出荷まで不断給餌および自由飲水とした。

第1表 供試飼料の配合割合および成分組成

	標準 CP	低 CP	低 CP ミカン 10%	低 CP 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 <sup>1)</sup>	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 <sup>2)</sup>				
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
有効メチオンin+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 <sup>3)</sup> (%)	17.7	16.7	21.6	26.5

注1) 飼料1kg中の含量;硝酸チアミン1.5mg, リボフラビン10.5mg, 塩酸ピリドキシン0.75mg, ニコチン酸アミド9mg, D-パントテン酸カルシウム16.4mg, 塩化コリン86.4mg, ビタミンA 10,000IU, ビタミンD<sub>3</sub> 2,000IU, 酢酸d1- $\alpha$ -トコフェロール10mg, Mn 50mg, Fe 50mg, Cu 10mg, Zn 10mg, I 1mg

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

3) 非澱粉多糖類

## 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(以下標準CP区, CP15.6%), アミノ酸を添加した低CP飼料(以下低CP区, CP11.9%)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(以下低CPミカン10%区, CP11.7%および低CPミカン20%区, CP11.5%)の4種類で, 配合割合および成分組成を第1表に示した。乾燥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乾燥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)<sup>9)</sup>の成分値にもとづき, 日本飼養標準・豚(1998)<sup>7)</sup>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1回目の試験は10日目, 2回目の試験は12日目からセライトを2%添加した飼料を1週間給与し, セライト添加酸不溶性灰分(AIA)法<sup>4)</sup>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100g採取した。糞の乾燥, 粉碎等の処理は常法<sup>5)</sup>によった。また, 尿中への窒素排せつ量は, 日本飼養標準・豚<sup>7)</sup>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<sup>3)</sup>で算出した。供試豚は, 105kgを目安に順次屠場に出荷し, 皮剥ぎ後の背脂肪厚を測定し, 背・肩・腰の平均値を示した。また, 胸最長筋および背脂肪内層のサンプルを採材後, 色差計(ミノルタ社製)を用い, 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<sup>5)</sup>および古谷らの方法<sup>4)</sup>によった。糞からの臭気分析については, 1回目の試験開始後20日目に供試豚が排せつした新鮮糞を1kg採取し, 攪拌後, 5gを20ml容のバイアル瓶に充填した。バイアル瓶を80°Cで30分間加熱し, 気相部の3mlをガスクロマトグラフ質量分析計(ヒューレットパッカード社製HP6890-5973)に導入し

第2表 低タンパク質飼料への乾燥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	1日当たり	飼料	TDN	背脂肪
	量(kg)	増体量(g)			
標準CP	3.4 <sup>ab</sup>	923 <sup>a</sup>	3.67	2.75	3.30
低CP	3.6 <sup>a</sup>	959 <sup>a</sup>	3.82	2.87	3.23
低CPミカン10%	3.4 <sup>ab</sup>	960 <sup>a</sup>	3.72	2.72	3.24
低CPミカン20%	3.0 <sup>b</sup>	674 <sup>b</sup>	4.55	3.28	2.81

注1) 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

2) 同一系列内異符号間は有意差あり(p<0.05)

第3表 低タンパク質飼料への乾燥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	8.4	5.4	79.1	3.3	4.4
低CP	54.2	8.3	5.6	78.8	3.3	4.3
低CPミカン10%	54.9	9.2	6.3	78.4	2.8	3.6
低CPミカン20%	52.5	7.6	4.4	78.0	2.9	3.4

注1) 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

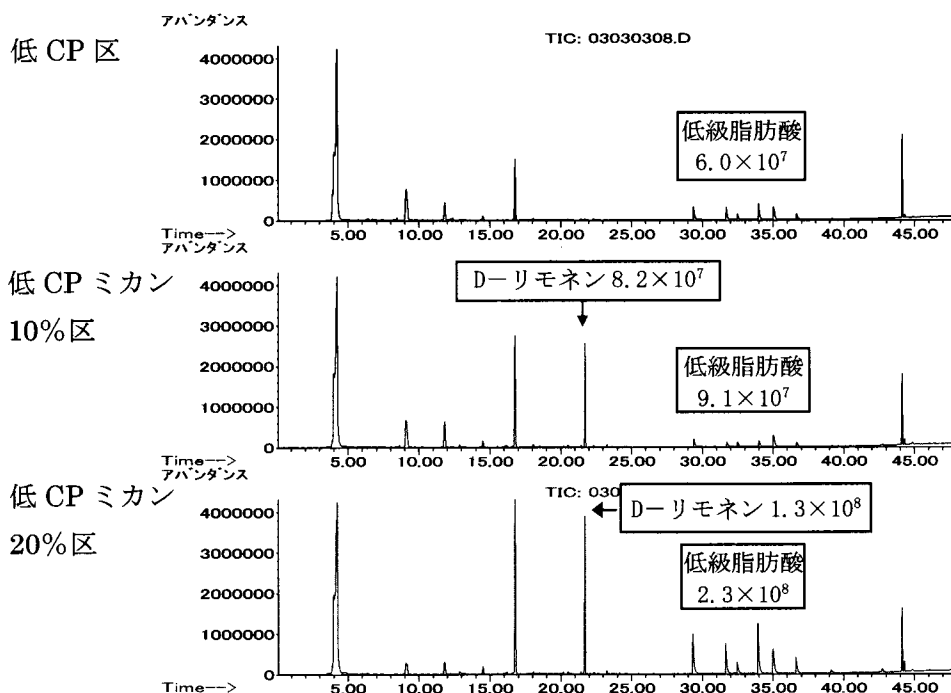
2) L\*は明度, 色度におけるa\*は赤色度, b\*は黄色度を示す

第4表 低タンパク質飼料への乾燥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 )	CP 消化率 ( % )
標準 CP	3.4 <sup>ab</sup>	90.2 <sup>a</sup>	14.8	54.8 <sup>a</sup>	69.6	83.6 <sup>a</sup>
低 CP	3.6 <sup>a</sup>	75.2 <sup>b</sup>	15.8	38.2 <sup>b</sup>	53.7	79.4 <sup>a</sup>
低ミカン 10%	3.4 <sup>ab</sup>	65.7 <sup>b</sup>	18.1	26.3 <sup>bc</sup>	44.3	72.5 <sup>b</sup>
低ミカン 20%	3.0 <sup>b</sup>	54.2 <sup>c</sup>	18.0	21.1 <sup>c</sup>	39.2	66.7 <sup>c</sup>

注1) 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

2) 同一系列内異符号間は有意差あり(p<0.05)



第1図 低タンパク質飼料への乾燥ミカンジュース粕の配合が臭気成分とその強度に及ぼす影響

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<sup>14)</sup>で行った。

## 結果

### 1 豚の発育、背脂肪厚および飼料費

標準CP飼料、低CP飼料、低CPミカン10%飼料および低CP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第2表に示した。これらは、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CPミカン10%区および低CPミカン20%区で

それぞれ923、959、960および674gとなり、低CPミカン20%区は他の区に比べ有意に低かった (p<0.05)。飼料要求率およびTDN要求率でも低CPミカン20%区が劣る傾向が認められた。

枝肉の背脂肪の厚さは、有意差は認められなかったが、低CPミカン20%区で最も薄かった。なお1頭当たりの飼料費(乾燥ミカンジュース粕は、10円/kgとして計算)では、標準CP区、低CP区、低CPミカン10%区および低CPミカン20%区でそれぞれ3,154円、3,177円、3,091円および3,085円となり、低CPミカン20%区が最も安く、低CPミカン10%区でも標準CP区より安くなった。

### 2 肉色および脂肪色

第3表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ず、脂肪色についても有意差は認められなかった。

### 3 糞および尿への窒素排せつ量

第4表に窒素出納の成績および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CPミカン20%区は他の区に比べ有意に少なかった ( $p < 0.05$ )。糞中窒素排せつ量は標準CP区、低CP区、低CPミカン10%区および低CPミカン20%区でそれぞれ14.8, 15.8, 18.1および18.0gとなり、両ミカン区の方が多い傾向が認められた。尿中への窒素排せつ量はそれぞれ54.8, 38.2, 26.3および21.1gとなり、低CP区および両ミカン区は、標準CP区に比べ有意に少なかった ( $p < 0.05$ )。また、低CP区と低CPミカン10%区の間には有意差は認められなかったが、低CPミカン20%区との間には有意差が認められた。CP消化率は、標準CP区と低CP区との間には有意差は認められなかったが、乾燥ミカンジュースの配合割合が増えるに従い有意に減少した ( $p < 0.05$ )。

### 4 糞の臭気分析

第1図に低CP飼料への乾燥ミカンジュース粕の配合が、糞の臭気成分およびその強度に及ぼす影響について示した。乾燥ミカンジュース粕添加区では、その配合割合に比例して柑橘類に含まれるD-リモネンの揮発量が多くなった。また、豚糞に特徴的な悪臭物質である低級脂肪酸の発生量は、低CP区と低CPミカン10%区の間には差が認められなかったが、低CPミカン20%区は他の区に比べ多くなる傾向が認められた。

## 考 察

乾燥ミカンジュース粕の配合が発育に及ぼす影響において、標準CP区、低CP区および低CPミカン10%区の間では、大きな差は認められなかったが、低CPミカン20%区は、他の区に比べ劣る傾向が認められた。山本ら<sup>13)</sup>は、肥育後期の豚において、低CP飼料に繊維質原料としてリンゴジュース粕を10%添加した飼料 (CP10.6%) を豚に給与した場合、標準CP飼料 (CP13.4%) 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としている。乾燥ミカンジュース粕でも10%程度の配合までならば飼料摂取量と発育に影響はないが、20%配合した場合には、嗜好性が悪いことから飼料の摂取量が減り、発育に影響が生じたものと考えられる。また、低CP飼料の給与の場合には、厚脂の発生が問題点として指摘されている<sup>3)</sup>が、今回の結果では、低CP区および低CP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。低CPミカン20%区の背脂肪厚が薄かった原因としては、増体が悪く脂肪の蓄積が進まなかったためと考えられる。

肉色および脂肪色の影響において、肉色では、L\*値、a\*値およびb\*値とも一定の傾向は認められなかった。また、ミカンには、 $\beta$ -カロテンや $\beta$ -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。調子ら<sup>10)</sup>は、乾燥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、乾燥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。

糞中への窒素排せつ量において、低CPミカン10%区および20%区は他の区に比べやや多い傾向を示したが、尿中への窒素排せつ量は標準CP区に比べ、低CPミカン10%区で52%、低CPミカン20%区では61%と大幅に低減した。また、CP消化率においても、両ミカン区は他の区に比べ有意に低くなった。NSPを多量に含む飼料原料を給与すると、大腸での腸内細菌の増殖が活発になり、腸内細菌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血流を通じて消化管に分泌され、菌体蛋白質に取り込まれるものとされている<sup>1)</sup>。従って、本来尿中に排出される窒素が、糞中に移行するため、CP消化率を下げたものと考えられる。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CPミカン10%区で22%、低CPミカン20%区で50%多く含まれているため (第1表)、両ミカン区は大幅に尿中窒素量が低減したものと推察される。なお、低CP区が標準CP区に比べ有意に尿中窒素排せつ量が低減した理由としては、CP消化率に差がないことから窒素摂取量が少なかったためと考えられる。リンゴジュース粕における尿中窒素排せつ量低減効果については、低CP飼料に10%添加した飼料を豚に給与した場合に、糞中窒素排せつ量は、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<sup>13)</sup>されている。供試飼料のCP含量やNSP含量が違うため正確な比較はできないが、乾燥ミカンジュース粕には、リンゴジュース粕と同等の尿中窒素排せつ量低減効果があることが示唆された。

新鮮糞の臭気分析において、乾燥ミカンジュース粕添加区は、乾燥ミカンジュースの配合割合が増えるに従いD-リモネンの揮発量が増加し、また低CPミカン20%区では低級脂肪酸の揮発量が多くなる傾向が認められた。低CPミカン20%区で低級脂肪酸の揮発量が多かった原因として、Canh<sup>1)</sup>らは、繊維質の多い飼料を豚に給与すると微生物の働きにより低級脂肪酸の生産量が増加することを報告している。低CPミカン20%区は腸内細菌の増殖が低CP区および低CPミカン10%区以上に活発になったため、低級脂肪酸の発生量が多くなったのではないかと推察される。人の嗅覚に対する刺激の強さは、におい物質の濃度の対数に比例すること<sup>15)</sup> (Weber・Fechnerの法則) から、においの強さは、低CP区および低CPミカン10%区に比べ低CPミカン20%区では約13%の増加となる。従って、現場で応用の場合は臭気にも影響がでるものと予想されるため、除糞をこまめに行うなどの対策が必要であると思われる。今後は、繊維質の多給が臭気物質に与える影響についてさらに詳細に検討する必要がある。なお、新鮮糞においては、アンモニアは検出されなかったが、山本ら<sup>12)</sup>は、低CP飼料へのリンゴジュース粕の添加により、スラリーにおけるアンモニア揮散量が、80%低減することを報告している。同様の窒素排せつ量低減効果を持つ乾燥ミカンジュース粕の場合も、同じ傾

向になることが予想され、スラリーからのアンモニア揮散量についても、低減が可能であると思われる。

本研究により、アミノ酸添加低CP飼料に乾燥ミカンジュース粕を添加して肥育後期豚へ給与した場合に、標準的なCP飼料を給与した場合と比較して、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、増体量が低下し、低級脂肪酸の揮発量は多くなる傾向にあることが明らかとなった。農家における糞尿処理では、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。従って、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る。本研究により、リンゴジュース粕と同様に、尿中窒素排せつ量を低減させることができたことは、生産現場の汚水処理および臭気対策として十分活用できるものと考えられる。

## 引用文献

- 1) Canh, T.T., M.W.A. Versteegen, A. J.A. Aarnink and J. W. Schrama (1997) Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. *J. Anim. Sci.*, **75**:700-706.
- 2) Ewing, W.N. (2000) *The Feeds Directory*. Em-press Publishing Netherlands.
- 3) 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 (1997) 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.
- 4) 古谷 修・山本朱美・伊藤 稔・青木幸尚 (2001) 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.
- 5) 石橋 晃(監修)(2001)新編動物栄養試験法. 養賢堂.
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2001) 日本標準飼料成分表 (2001年版). 中央畜産会.
- 7) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1998) 日本飼養標準・豚 (1998年版). 中央畜産会.
- 8) 斎藤 守 (2001) 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**:177-199.
- 9) Tavhban, F. and H. Ubagai (1997) 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.
- 10) 調子俊雄・西本尚武・中野 栄・津田 暎・浅利芳一・島内幸一・和田謹一 (1988) 乾燥ミカン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. *和歌山県畜試研報*, **3**:27-31.
- 11) 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 (2002) 肉豚へのアミノ酸添加低蛋白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.
- 12) 山本朱美・梅本栄一・長峰孝文・古川智子・伊藤 稔・松井正敏・藤村信雄・古谷修 (2001) 低タンパク質飼料へのリンゴジュース粕添加による尿中窒素排せつ量および豚房からのアンモニア発生量の低減. *日豚会誌*, **38**:227-228.
- 13) 山本朱美・佐藤義人・中村慶逸・伊藤 稔・古谷修 (2003) リンゴジュース粕の低蛋白飼料への添加が肥育豚の発育、窒素排せつ量および背脂肪厚に及ぼす影響. *日豚会誌*, **40**:129-134.
- 14) 吉田実 (1975) 畜産を中心とする実験計画法. 養賢堂.
- 15) Wright, R. H. (1969) *The science of smell*. みすず書房.