

酵素添加飼料給与による肥育豚のふん排泄量の低減

大和碩哉・山本英二・佐藤充徳¹⁾

(畜産研究所)

肥育豚のふん排泄量を低減させるため、複合酵素、植物細胞膜崩壊酵素及びカプセル化植物細胞膜崩壊酵素添加飼料給与が、生ふん量、発育、飼料利用性等に及ぼす影響について検討した。①複合酵素(主にセルラーゼ)は0.2%添加区では、乾物の消化率は対照区に比べ1.1%向上し、生ふん量は11%減少したが、飼料費は高くなった。②植物細胞膜崩壊酵素(主にペクチナーゼ)は0.2%、0.5%添加区では、乾物の消化率は対照区に比べそれぞれ1.9%および5.7%向上した。生ふん量は対照区に比べそれぞれ11%および41%減となり有意($P < 0.01$)に低減できた。飼料要求率は酵素の飼料添加割合の増加に伴って良くなり、0.1~0.3ポイント向上した。と体品質は各区分には差はなかった。飼料費は酵素0.2%添加区では、対照区より安くなったが、酵素0.5%添加区では高くなった。③マイクロカプセル化植物細胞膜崩壊酵素は0.5%添加区では、乾物消化率は対照区に比べ6.0%向上し、生ふん量は減少率43%と大幅に減少した。以上の結果から、複合酵素、植物細胞膜崩壊酵素を肥育豚用飼料に添加給与することにより飼料の消化率が改善され、ふん排泄量が減少することが明らかになった。また、植物細胞膜崩壊酵素の添加割合が0.2%では飼料利用性が向上し、それに伴い飼料費が下がった。さらに、その酵素の添加割合を上げ、カプセル化し、飼料に添加給与することにより、飼料の利用性が一層向上し、ふん排泄量の低減効果が大きくなることが明らかになった。

[キーワード：肥育豚、ふん排泄量、酵素、飼料費、マイクロカプセル化]

Reduction in the Quantity of Pig Excrement Using Enzyme Additives in Diet. Hiroya YAMATO, Eiji YAMAMOTO and Mitsunori SATO (Fukuoka Agric.Res.Cent, Chikushino Fukuoka 818-8549 Japan) Bull.Fukuoka Agric.Res. Cent.18 : 126-130 (1999)

For the purpose of decreasing the quantity of pig excrement, research was carried out to detect the effect of using composite enzymes (*Aspergillus niger var macrosporus*, *Trichoderma Koningi*), plant cell membrane collapse enzyme (*Aspergillus usamii mut. shiro-usamii*) and microcapsulated plant cell membrane collapse enzyme as diet additives on digestibility, excrement quantity, gain of body weight, feed conversion, carcass quality and feeding costs. 1) Dry matter digestibility of pigs being fed a diet with the addition of 0.2% a composite enzyme based on cellulase(A) was higher by 1.1% than that of the control. Excrement quantity of (A) decreased by 11% compared with the control. The feeding cost of (A) was higher than that of the control. 2) Dry matter digestibility for pigs being fed a diet with an addition of 0.2%(B) and 0.5%(C) of plant cell membrane collapse enzyme based on pectinase was higher by 1.9-5.7% than that of the control. Excrement quantity of (B) and (C) were significantly ($p < 0.01$) lower by 11-41% than that of the control. The feeding conversion rate decreased by 0.1-0.3 as a result of increasing the additive ratio of enzyme. The feeding cost of (B) was lower than that of the control, but, that of (C) was higher than the control. 3) Dry matter digestibility for pigs being fed a diet with the addition of 0.5%(D) microcapsulated plant cell membrane collapse enzymes was higher by 6% than that of the control. The excrement quantity of (D) decreased by 43% compared with that of the control.

The results suggested that digestibility was improved and excrement quantity was decreased by being fed a diet with the addition of composite enzyme, plant cell membrane collapse enzymes and microcapsulated enzymes. Especially, it was effective to feed a diet with the addition of 0.5% microcapsulated plant cell membrane collapse enzymes.

[key words : pig, excrement quantity, enzyme, feed cost, microcapsulated enzyme]

結 言

本県での養豚農家1戸当りの飼養頭数は毎年増加しており、それと共にふん尿排泄量が増加している。加えて、養豚農家の多くは都市近郊に立地しているため、混住化が進むにつれて環境問題が深刻化している。しかしながら、養豚農家はほとんどが一貫経営の養豚専業農家であり、経営内の耕地面積は非常に少ないため、ふん尿排泄物の自家内での処理は困難である。ふん排泄量は、動物性油脂を用いた高エネルギー飼料の給与⁸⁾、繊維含量の

1) 現飯塚農林事務所

少ない飼料の給与¹⁾、高温高圧処理(エキスパンダー、エクストルーダ処理)飼料の給与⁵⁾、ペレット飼料の給与⁶⁾等による低減が報告がされているが、いずれも完全な処理法とは言えない。また、河川汚染の主な原因の一つであるふん尿中の窒素については蛋白質水準を下げて、アミノ酸を増やすことにより総窒素排泄量は約30%低減可能である³⁾。窒素と並ぶ汚染原因である、リンについても微生物由来のフィターゼ酵素を飼料に添加給与するとリンの排泄量を30~50%低減できたことが報告されている⁷⁾。特に、ふん排泄量の低減については、飼料の消化率を高めることが重要で、そのためペクチン、セルロース、

ヘミセルロース等からなる細胞壁によってとり囲まれている飼料中の栄養分は、豚自身が分泌する酵素では細胞壁を破壊することができないので酵素添加が必要である。現在子豚用飼料に酵素を添加し、消化率を改善する利点の事例はあるが、成豚についての報告はない⁵⁾。一方、肥育豚用飼料への酵素の添加は給与飼料量が子豚と比較して多量であるため、高価格である酵素の添加量が増加し、採算が合わず普及しなかった。しかし、今日では新しいタイプの酵素の開発および大量生産による低価格化が進み、これらの酵素の飼料への添加給与により消化率を改善し、飼料利用性の向上およびふん排泄量の低減技術の実用化の可能性がでてきた。今後、規模拡大により経営を安定させるは環境保全対策を確立することが大変重要である。このため、ふん尿処理施設の建設費、除ふん作業の労働費及びランニングコストの引下げ等を図るには、一層のふん排泄量を低減する必要がある^{9,10)}。そこで、各種消化酵素³⁾及びカプセル化酵素の飼料添加給与が消化率、ふん排泄量、発育、と体品質及び飼料費等に及ぼす影響を検討したので報告する。

材料および方法

試験1 複合酵素(主にセルラーゼ)、植物細胞膜崩壊酵素(主にベクチナーゼ)添加飼料給与が飼料利用性及びふん排泄量に及ぼす影響

1 消化試験は、大ヨークシャー種1腹から生産された平均体重68kgの去勢豚4頭を用いた。

試験はふん尿分離ができるケージ豚房に1頭づつ収容し、飼料給与は朝、夕2回の制限給餌、自由飲水とし、予備試験5日間、本試験4日間とした。

2 肥育試験は、大ヨークシャー種を1試験区当たり去勢豚6頭、雌豚2頭の計8頭を用い、開始時平均体重47から終了時体重107kgとした。飼料給与は不断給餌とし、水は自由飲水とした。

試験に用いた飼料は、対照区は日本種豚登録協会指定の豚産肉能力検定飼料(以後基礎飼料とする)とし、複合酵素区は基礎飼料に複合酵素を0.2%添加し、植物細胞膜崩壊酵素区は基礎飼料に植物細胞膜崩壊酵素を0.2%添加した。飼料成分は第1表に示した。

第1表 複合酵素及び植物細胞膜崩壊酵素添加飼料成分

成分	対照区	複合酵素0.2%添加区	植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区
	%	%	%
可消化養分総量	74.45	74.45	74.45
可消化粗蛋白質	12.65	12.65	12.65
粗繊維	3.00	3.00	3.00
カルシウム	0.90	0.83	0.83
リン	0.71	0.69	0.69
複合酵素	0.00	0.20	0.00
植物細胞膜崩壊酵素	0.00	0.00	0.20

調査項目は消化率、生ふん量、ふんの含水率、1日平均増体量、飼料摂取量、飼料要求率、と体品質、飼料費とした。試験期間は1995年12月～1996年4月である。

試験2 植物細胞膜崩壊酵素の添加割合が異なる飼料給与が飼料利用性及びふん排泄量に及ぼす影響

1 消化試験は、大ヨークシャー種1腹から生産された平均体重57kgの去勢豚4頭を用いた。

試験はふん尿分離ができるケージ豚房に1頭づつ収容し、飼料給与は朝、夕2回の制限給餌、自由飲水とし、予備試験5日間、本試験4日間とした。

2 肥育試験は、一代雑種(WL)を1試験区当たり去勢豚4頭、雌豚4頭の計8頭を用い、開始時平均体重50kgから終了時体重107kgとした。飼料給与は不断給餌とし、水は自由飲水とした。

試験に用いた飼料は、対照区は日本種豚登録協会指定の豚産肉能力検定飼料(以後基礎飼料とする)とし、植物細胞膜崩壊酵素0.2%区は植物細胞膜崩壊酵素を基礎飼料に0.2%添加し、植物細胞膜崩壊酵素0.5%区は基礎飼料に植物細胞膜崩壊酵素を0.5%添加した。飼料成分は第2表に示した。

第2表 植物細胞膜崩壊酵素添加飼料成分

成分	対照区	植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区	植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区
	%	%	%
可消化養分総量	74.45	74.45	74.45
可消化粗蛋白質	12.65	12.65	12.65
粗繊維	3.00	3.00	3.00
カルシウム	0.90	0.83	0.73
リン	0.71	0.69	0.66
植物細胞膜崩壊酵素	0.00	0.20	0.50

調査項目は消化率、生ふん量、ふんの含水率、1日平均増体量、飼料摂取量、飼料要求率、と体品質、飼料費とした。試験期間は1996年7月～9月である。

試験3 マイクロカプセル化植物細胞膜崩壊酵素添加飼料給与が消化率及びふん排泄量に及ぼす影響

消化試験は、大ヨークシャー種1腹から生産された平均体重77.6kgの去勢豚3頭を用いた。

試験期間は予備試験5日間、本試験4日間とした。試験に用いた飼料は、試験1、2の基礎飼料を対照とし、それに植物細胞膜崩壊酵素0.5%、マイクロカプセル化植物細胞膜崩壊酵素0.5%を添加した。なおマイクロカプセルは有孔テンプレを用いた噴霧乾燥法によって作成し、その粒径は10～20μmである。調査項目は消化率、生ふん量、ふんの含水率とした。試験期間は平成1997年2月～3月である。

結果

試験1 複合酵素、植物細胞膜崩壊酵素添加飼料給与が飼料利用性及びふん排泄量に及ぼす影響

複合酵素、植物細胞膜崩壊酵素の飼料添加給与による消化率、発育及び飼料利用性は第3表に示した。各栄養成分の消化率は各酵素0.2%添加飼料を給与することにより、粗蛋白質では複合酵素0.2%添加区で2.2%、植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区で1.9%向上した。また、可溶無窒素物では、それぞれ4.9%、5.7%向上し、粗

第3表 複合酵素及び植物細胞膜崩壊酵素添加飼料給与が肥育豚の消化率及び発育と飼料利用性への影響

区	消化率					発育と飼料利用性			
	乾物	粗蛋白質	可溶無窒素物	粗脂肪	粗繊維	肥育期間	1日平均増体量	飼料摂取量	飼料要求率
	%	%	%	%	%	日	g	kg	
対照区	83.0 ^A	82.0	85.0	75.6	42.0	76	800	229(3.0)	3.78
複合酵素0.2%添加区	84.1 ^{AB}	84.2	90.1	76.5	44.1	77	797	225(2.9)	3.68
植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区	84.9 ^B	83.9	90.7	77.2	40.9	76	793	208(2.7)	3.48

1)統計処理は1元配置分散分析で行い、縦列の大文字異符号間に有意差あり(P<0.01)。

2)()内は1日1頭当たり飼料摂取量。

第4表 複合酵素及び植物細胞膜崩壊酵素添加飼料給与が肥育豚のふん排泄量及びと体品質と飼料費への影響

区	ふん排泄量			と体品質と飼料費				
	ふんの含水率	生ふん量	ふんの乾物量	枝肉歩留	背脂肪の厚さ	PCS ⁴⁾	L値 ⁵⁾	飼料費 ⁶⁾
	%	g	g	%	cm			円
対照区	63.6	820(100)	300(100)	73.4	1.9	4.0	51.3	7,598
複合酵素0.2%添加区	61.6	730(89)	280(93)	74.0	2.2	4.1	52.0	7,883
植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区	63.8	730(89)	260(87)	73.3	2.2	4.1	50.5	7,277

1)ふん量は飼料を2kg/1日1頭を給与した時の値。

2)()内は対照を100とした指数。

3)統計処理は1元配置分散分析で行った。

4)PCS(標準肉色)は1~6で表示。

5)L値(明度)は測色色差計で測定。

6)60kg増体に要する飼料費:60kg×飼料要求率×(飼料単価+酵素単価×添加割合)。

飼料単価は対照33.5円/kg、複合酵素1,100円/kg、植物細胞膜崩壊酵素675円/kg。

脂肪では、それぞれ0.9%、1.6%向上した。粗繊維の消化率はそれぞれ2.1%、1.1%向上し、セルラーゼが主成分の複合酵素0.2%添加区が効果は大きかった。全体の乾物消化率は複合酵素0.2%添加区で1.1%改善されたが有意差はなかった。また植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区で1.9%と1%水準で有意に改善された。1日平均増体量は肥育期間が各区共にほぼ同じであるため差はなかった。1日1頭当たり飼料摂取量は、複合酵素0.2%添加区は2.9kg、植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区は2.7kgと対照区と比べ、それぞれ100g、300g少なくなった。総量では対照区に比べ複合酵素0.2%添加区で4kg、植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区で21kg少なくなった。飼料要求率は複合酵素0.2%添加区は0.1、植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区は0.3低くなり飼料利用性が改善された。ふんの含水率、生ふん量、と体品質及び飼料費は第4表に示した。ふんの含水率は複合酵素0.2%

添加区が対照区に比べ2.0%少なくなったが植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区は差がなかった。生ふん量は飼料2kg/日1頭を給与した時、複合酵素及び植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区が対照区の820gに比べ90g少ない730gとなったが有意差はなかった。対照区を100とした指数で表すと複合酵素及び植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区は89となり、11%のふん量の減少となった。枝肉歩留、PCS及びL値については各区間にほとんど差がなかった。背脂肪の厚さは複合酵素及び植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区が対照区に比べやや厚くなる傾向であったが有意な差はなかった。飼料費は複合酵素0.2%添加区が飼料摂取量の減少割合が小さいことと、酵素価格が高いために対照区に比べ1頭当たり285円高となった。しかし、植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区は複合酵素0.2%添加区に比べ安く、飼料摂取量も少なくなったため対照区に比べ1頭当たり321円安くなった。

第5表 植物細胞膜崩壊酵素の飼料添加割合の違いによる肥育豚の消化率及び発育と飼料利用性への影響

区	消化率					発育と飼料利用性			
	乾物	粗蛋白質	可溶無窒素物	粗脂肪	粗繊維	肥育期間	1日平均増体量	飼料摂取量	飼料要求率
	%	%	%	%	%	日	g	kg	
対照区	81.7 ^A	77.3 ^{Aa}	85.6 ^A	64.8	35.3	76	735	189(2.5)	3.37
植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区	84.9 ^{Ba}	80.1 ^{Ab}	91.1 ^B	65.4	42.6	77	743	187(2.4)	3.27
植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区	87.4 ^{Bb}	85.3 ^B	92.3 ^B	72.2	43.7	74	761	179(2.4)	3.18

1)統計処理は1元配置分散分析で行い、縦列の大文字異符号間に有意差あり(P<0.01)、小文字異符号間に有意差有り(P<0.05)

2)()内は1日1頭当たり飼料摂取量。

第6表 植物細胞膜崩壊酵素の飼料添加割合の違いによる肥育豚のふん排泄量及びと体品質と飼料費への影響

区	ふん排泄量			と体品質と飼料費				
	ふんの含水率	生ふん量	ふんの乾物量	枝肉歩留	背脂肪の厚さ	PCS ⁴⁾	L 値 ⁵⁾	飼料費 ⁶⁾
	%	g	g	%	cm			円
対 照 区	67.2	980(100) ^{A3)}	320(100)	74.5	2.0	3.9	52.2	6,209
植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区	66.2	770(79) ^{B)}	260(81)	74.4	1.9	4.3	48.5	6,268
植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区	62.6	580(59) ^{B)}	220(69)	74.2	2.0	4.3	50.6	6,449

1)ふん量は飼料を2kg/1日1頭に給与した時の値。
 2)()内は対照を100とした指数。
 3)統計処理は1元配置分散分析で行い、縦列の大字異符号間に有意差あり(P<0.01)、小文字異符号間に有意差有り(P<0.05)
 4)PCSは標準肉色(1~6)で表示。
 5)L値は測色色差計で測定。
 6)55kg増体に要する飼料費:55kg×飼料要求率×(飼料単価+酵素単価×添加割合)。
 飼料単価は対照33.5円/kg、植物細胞膜崩壊酵素675円/kg。

第7表 植物細胞膜崩壊酵素及びカプセル化酵素添加飼料給与が肥育豚の消化率とふん排泄量への影響

区	消 化 率					ふん排泄量		
	乾物	粗蛋白質	可溶無窒素物	粗脂肪	粗繊維	ふんの含水率	生ふん量	ふんの乾物量
	%	%	%	%	%	%	g	g
対 照 区	84.0 ^{Aa)}	78.1 ^{A)}	91.6	62.8 ^{aa)}	34.5	68.2	920(100) ^{A3)}	290(100)
植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区	87.7 ^{b)}	86.0 ^{Ba)}	92.8	75.9 ^{b)}	42.0	65.7	650(71) ^{B)}	220(76)
カプセル化酵素0.5%添加区	89.4 ^{B)}	90.9 ^{Bb)}	93.0	80.6 ^{B)}	47.6	62.7	520(57) ^{B)}	190(66)

1)統計処理は1元配置分散分析で行い、縦列の大字異符号間に有意差あり(P<0.01)、小文字異符号間に有意差有り(P<0.05)
 2)ふん量は飼料を2kg/1日1頭に給与した時の値。
 3)()内は対照を100とした指数。

試験2 植物細胞膜崩壊酵素の添加割合が異なる飼料給与が飼料利用率及びふん排泄量に及ぼす影響

植物細胞膜崩壊酵素の飼料添加割合を0.2%、0.5%にした飼料の消化率、発育及び飼料利用率は第5表に示した。各栄養成分の消化率は、粗蛋白質では0.2%添加区が2.8%と5%水準で有意に改善され、0.5%添加区が8.0%と1%水準で有意に改善された。また可溶無窒素物では0.2%添加区が5.5%、0.5%添加区が6.7%と1%水準で有意に改善された。粗脂肪及び粗繊維では添加割合が高いほど優れ、0.2%添加区は0.6~7.3%改善されたのに対し、0.5%添加区では7~8%と、さらに改善されたが有意差はなかった。全体の乾物消化率は植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区で3.2%、0.5%添加区で5.7%改善され、ともに1%水準で有意に改善された。また子豚については、その糖化力の強さのため添加割合が多いと下痢の発生が高くなると言われているが、肥育豚に対しては、0.5%添加給与ではまったく影響はなかった。1日平均増体量は酵素添加割合が多くなるほど大きくなる傾向にあった。1日1頭当たり飼料摂取量は、酵素0.2%、0.5%添加区とも2.4kgと対照区に比べ100g少なくなった。総量は対照区に比べ酵素0.2%添加区で2kg、酵素0.5%添加区で10kg少なくなった。飼料要求率は酵素0.2%添加区では0.1ポイント、酵素0.5%添加区は0.19ポイント低くなり改善された。ふんの含水率、生ふん量、と体品質及び飼料費は第6表に示した。ふんの含水率は酵素0.2%、0.5%添加区が対照区に比

べそれぞれ1.0%、4.6%低くなった。生ふん量は飼料2kg/1日1頭を給与した時、酵素0.2%添加区が対照区の980gに比べ210g少ない770gとなった。また、酵素0.5%添加区は対照区に比べ400g少ない580gとなり、酵素0.2%、0.5%添加区共に1%水準で有意に減少した。対照区を100とした指数で表すと植物細胞膜崩壊酵素0.2%添加区は79、0.5%添加区は59となり、それぞれ21%、41%の大幅なふん量低減となった。枝肉歩留、背脂肪の厚さは各區間に差はなかった。PCSは酵素添加飼料給与により高くなり、肉色は少し赤味が強くなる傾向にあった。飼料費は植物細胞膜崩壊酵素の添加飼料給与割合が多くなるほど高くなり、対照区と比較すると酵素0.2%添加区では1頭当たり59円高、酵素0.5%添加区で181円高となった。

試験3 マイクロカプセル化植物細胞膜崩壊酵素添加飼料給与が消化率及びふん排泄量に及ぼす影響

植物細胞膜崩壊酵素0.5%とマイクロカプセル化植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加飼料給与による肥育豚の消化率及びふん排泄量は第7表に示した。粗蛋白質、可溶無窒素物、粗脂肪及び粗繊維の各栄養成分の消化率は酵素添加飼料を給与することにより対照区に比べ2~12%高くなった。特に、マイクロカプセル化酵素添加飼料を給与することにより、3~19%と一層高くなり、粗蛋白質、粗脂肪については1%水準で有意に改善された。全体の乾物消化率は対照区に比べ、植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区は3.6%高くなり5%水準で有意に改善され、さ

らにマイクロカプセル化酵素0.5%添加区では5.9%高くなり、1%水準で有意に改善された。またマイクロカプセル化植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区は植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区に対し5%水準で有意に優れていた。ふんの含水率は対照の68.2%に対し、植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区は65.7%と2.5%少なく、マイクロカプセル化酵素0.5%添加区では62.7%と5.5%少なくなった。生ふん量は各区とも飼料2kg/1日1頭給与すると対照の920gに対し、植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区は650g、マイクロカプセル化酵素0.5%添加区は520gとなり共に1%水準で有意に少なくなった。対照区を100とした指数で表すと植物細胞膜崩壊酵素0.5%添加区は71、マイクロカプセル化酵素0.5%添加区は57となり、それぞれ29%、43%と大幅に生ふん量は減少した。

考 察

本試験では、市販されている動物用飼料添加物としての酵素を肥育豚用飼料に添加給与することによって、消化率を改善し、ふん排泄量低減効果について検討した。

酵素添加飼料を給与すると、1日1頭当たり飼料摂取量は4~10%少なくなるにもかかわらず増体に差がなかった。これは複合酵素および植物細胞膜崩壊酵素添加給与による消化率の向上によって、飼料摂取量は少なくとも栄養分は不足しないためと考えられる。飼料利用性は複合酵素0.2%添加区、植物細胞膜崩壊酵素0.2%及び0.5%添加区共に良くなっている。これは複合酵素0.2

%添加区は主成分のセルラーゼが、特に粗繊維と粗蛋白質の消化率を高め、植物細胞膜崩壊酵素添加区は主成分のペクチナーゼが、特に可溶無窒素物と粗脂肪の消化率を高めたものと考えられる。しかし、全体の乾物消化率は複合酵素0.2%添加区は有意に高くないが、植物細胞膜崩壊酵素0.2%及び0.5%添加区はペクチナーゼが有効に働き有意に高まったものと考えられる。また、植物細胞膜崩壊酵素の添加割合が高いほど細胞膜の崩壊が進み各栄養成分の消化率が改善され、乾物の消化率は第3回試験では87.7%と1%水準で有意に向上したものと推察される。また、植物細胞膜崩壊酵素0.5%のマイクロカプセル化により各栄養成分及び乾物の消化率は1%水準で有意に改善したのは強酸性の胃内をスムーズに通過し、小腸及び大腸内での働きがより活発化したものと推察される。ふんの含水率は複合酵素、植物細胞膜崩壊酵素の添加及び添加割合の増加に伴い下がる傾向にある。これは酵素により消化性が高まり、不消化飼料量が少なくなると、大腸での滞留時間が長くなると報告されており²⁾、その結果、水分の吸収が大腸で十分におこなわれるために、ふんの含水率が下がるものと考えられる。また、酵素を有孔でんぶんでカプセル化することにより胃内の強酸性の胃液で酵素が破壊されるのを防ぎ、給与した大部分の酵素が腸内へ到達することで小腸及び大腸で消化を促進するためふん含水率がさらに下るものと考えられる。生ふん量は複合酵素を0.2%飼料添加給与することにより低減するが有意な差は認められない。しかし、植物細胞

膜崩壊酵素を0.2%及び0.5%飼料添加給与すると細胞膜が崩壊し消化率が大幅に改善したために1%水準で有意に低減したものと考えられる。と体品質は枝肉歩留、背脂肪の厚さでは大きな差がないことから酵素添加による影響はないと考えられる。しかし、肉色は植物細胞膜崩壊酵素を添加給与することにより、正常値(PCS3, 4)の範疇であるが、やや濃くなる傾向にある。これは、肉色の濃さと総色素量間に正の相関があることが報告⁴⁾されていることから植物細胞膜崩壊酵素が肉色を濃くする何らかの効果があるものと推察され、今後究明する必要がある。以上の結果から、植物細胞膜崩壊酵素0.2%及び0.5%添加区は複合酵素0.2%添加区に比べ飼料利用率、ふん排泄量低減効果も優れ、価格的にも安いことから普及性が高いと考えられる。また、ふん排泄量低減の点では酵素添加割合を増やすなり、マイクロカプセル化することが有効であるが、現状においては飼料価格が大幅にアップすることが考えられる。

この様なことから、今後養豚農家ででのふん処理、飼料の有効利用面から植物細胞膜崩壊酵素0.2%及び0.5%添加飼料給与は十分普及性があると考えられる。

謝 辞

本試験において、消化率算出のため飼料及びふんの分析をしていただいた理研農産株式会社福籠哲男主任並びにマイクロカプセル化酵素の提供をしていただいた九州大学松本清教授に御礼を申し述べます。

引用文献

- 1) 古谷修(1994): 豚・飼料給与法、給水法による環境対策、農山漁村文化協会、463-468。
- 2) 古谷修(1993): ふん尿の質と量を変えることができるか、鶏の研究、第68巻、第6号、103-106。
- 3) 梶雄次(1996): アミノ酸バランスの改善による窒素排泄量の低減、「豚からの環境負荷物質の排泄量低減化技術の開発」のための研究会、1-10。
- 4) 川井田博(1994): 肉質、養豚ハンドブック、養賢堂、294-297。
- 5) 草山泰和(1992): 子豚の飼養におけるセルラーゼの利用、油脂5、39-43。
- 6) 押田敏雄(1997): 養豚の飼養管理からみたふんの減量と質の改善対策、畜産コンサルタント5、28-33。
- 7) 武政正明(1996): フィチンリンの利用性改善によるリン排泄量低減技術の開発、畜産技術3、2-5。
- 8) 大和碩哉(1967): 肉豚に対する動物性油脂の給与試験、福岡県種畜場研究報告、140-155。
- 9) 代永道裕(1993): ふん尿の性状、農業技術大系、畜産編8、環境対策、農山漁村文化協会、5-15。
- 10) 代永道裕(1993): 豚飼料給与法、給水法による環境対策、農業技術大系、畜産編8、環境対策、農山漁村文化協会、5-7。
- 11) 山本武彦(1983): 酵素利用の着眼点と問題点、日本農芸化学会ABCシリーズ、朝倉書店、158-168。