豚における供試飼料の消化率に及ぼす供試飼料 と基礎飼料の配合割合の影響

杉 本 亘 之

北海道立根釧農業試験場

(1986 年 12 月 8 日 受付)

要 約 供試飼料と基礎飼料の配合割合が、豚における供試飼料の消化率に及ぼす影響について、トウモロコシ、緑葉蛋白質、ビートパルプおよびとうもろこしサイレージを用いて検討した。4 種類の供試飼料とも、その配合割合が異なることによって、消化率が影響を受けることを認めた。総合的に判断し、供試飼料の消化率および栄養価の標準偏差は、配合割合が増加するにつれ小さくなり、供試飼料の栄養価は、配合割合が 20% 以上になるとほぼ安定した値を示した。

緒 言

飼料の消化率を求める際に、成分組成の偏りや嗜好性が劣る等の理由によって、単一給与が不可能な飼料（供試飼料）については、消化率既知の基礎飼料と併用して消化試験を実施し、基礎飼料の消化率是不変であるとの前提のもとに、供試飼料の消化率を間接的に求めることが一般に行われている。しかし、供試飼料と基礎飼料の配合割合に関しては、特に十分な検討がなされていないまま、研究者独自の判断に委ねられ実施されているのが実状である。

一方、粗蛋白質の消化率は、飼料中の粗蛋白質含量^{1,2)}や繊維含量³⁻⁵⁾によって影響を受けるとする報告がみられることから、供試飼料と基礎飼料の配合割合の差異による化学成分の変化は、消化率に影響を及ぼすことが考えられ、また供試飼料と基礎飼料の消化性や物理性が異なると、両者の配合割合の差異によって、消化管内における摂取飼料の滞留時間が影響を受け、その結果、消化率に変動を及ぼすことも推察される。

そこで本試験は、トウモロコシ、緑葉蛋白質^{6,7)}、ビートパルプおよびとうもろこしサイレージの消化率を求

める際の、基礎飼料との配合割合の違いが、これら供試飼料の消化率に、どのような影響を及ぼすか検討を加えた。

材料および方法

緑葉蛋白質以外の試験は、基礎飼料として豚産肉能力検定飼料（以下検定飼料と記す）を用いた。

消化試験は、いずれの場合も予備期間 5 日、採糞期間 5 日の全糞採取法によった。なお、供試豚は試験期間中各個体ごとに代謝ケージに収容し、水は試験期間を通じて十分に与えた。

糞は、各個体ごとに 1 日分ずつ集め、70℃の通風乾燥器で 1~2 日間乾燥後、数日間放置してから重量を測定し、各個体ごとに 5 日間の全量をプールし、その内の一定量を粉碎し、分析に供した。飼料および糞の一般分析は、AOAC 法に準拠した方法⁸⁾により、エネルギーの測定は島津ボンブカロリーメーター CA-3 型により、統計分析による有意性の検討は、DUNCAN⁹⁾の多重範囲検定法によった。

試験 I トウモロコシ

試験飼料は、トウモロコシを検定飼料に原物割合で 0、10、20 および 40% 代替した 4 処理区を設定した。供試豚は、大ヨークシャー去勢雄 4 頭（体重 27~29 kg）を用い、4×4 のラテン方格法によった。飼料の給与量は、1 日あたり体重の 4% とした。供試飼料の化学成分は表 1 に示した。

試験 II 緑葉蛋白質

基礎飼料には、検定飼料中に含有する大豆粕を除いた

Effects of mixing ratio of Experimental diet with basal diet upon digestibility of experimental diet in pigs

N.SUGIMOTO

Konsen Agricultural Experiment Station, Hokkaido.

大豆粕無配合の飼料を調製して用いた。試験飼料は、基礎飼料に緑葉蛋白質を 0, 5, 10, 20 および 30% 代替し

表 1 供試飼料の化学成分

	基礎飼料	トウモロコシ
水分 (%)	9.2	9.1
粗蛋白質 (%)	17.7	10.9
粗脂肪 (%)	5.0	5.1
N F E (%)	66.3	80.7
粗繊維 (%)	4.3	1.7
粗灰分 (%)	6.7	1.6
エネルギー (kcal/g)	4.52	4.50

水分以外は乾物中の値

表 2 供試飼料の化学成分

	基礎飼料	緑葉蛋白質
水分 (%)	11.7	7.7
粗蛋白質 (%)	15.2	60.4
粗脂肪 (%)	3.7	9.3
N F E (%)	70.3	18.7
粗繊維 (%)	4.4	2.5
粗灰分 (%)	6.4	9.1
エネルギー (kcal/g)	4.61	5.85

水分以外は乾物中の値

表 3 供試飼料の化学成分

	基礎飼料	ビートパルプ
水分 (%)	9.2	5.8
粗蛋白質 (%)	19.0	11.6
粗脂肪 (%)	5.2	2.3
N F E (%)	64.5	62.4
粗繊維 (%)	4.2	20.0
粗灰分 (%)	7.1	3.7
エネルギー (kcal/g)	4.49	4.41

水分以外は乾物中の値

た 5 処理区を設け, 5, 10, 20 および 30% 区はランドレース去勢雄 4 頭 (体重 38~40 kg) を用い, 4×4 のラテン方格法により, 基礎飼料は同時期に他のランドレース去勢雄 4 頭を用いてそれぞれ消化試験を実施した。飼料の給与量は, 1 日あたり体重の 4% とした。供試飼料の化学成分は表 2 に示した。

試験Ⅲ ビートパルプ

試験飼料は, ビートパルプを検定飼料に原物割合で, 0, 10, 20 および 30% 代替した 4 処理区を設定した。供試豚は, 大ヨークシャー去勢雄 8 頭で, 体重 30 kg~32 kg のものを用い, 2 頭を 1 群とし 4×4 のラテン方格法により消化試験を実施した。飼料の給与量は, 1 日あたり体重の 4% とした。供試飼料の化学成分は表 3 に示した。

試験Ⅳ とうもろこしサイレージ

供試とうもろこしは, 早生品種 C 535 で, 糊熟後期~黄熟中期に切断長 8.5 mm とし, 約 500 kg をプラスチック板 (100×200 cm) 2 枚を円筒形とし, 内側をビニールで覆った簡易サイロに貯蔵した。供試豚は, ランドレース去勢雄 8 頭 (体重 73~80 kg) で, 1 処理区 4 頭ずつを用いた。試験飼料の構成は, 表 4 のとおりで, 検定飼料とサイレージの合計乾物摂取量がほぼ等量になるように, 検定飼料の給与量を調節した。消化試験は, 検定飼料区について実施した後, 10% 区と 20% 区を同時期に, さらに 30% 区と 40% 区を同時期に実施した。供試飼料の化学成分は表 5 に示した。とうもろこしサイレージは同一サイロ内のものであったが, 10・20% 区の先に供試したものと, その後の 30・40% 区に供試したものとで水分含量が大きく異なった。このことは, 貯蔵中に水分の移動が生じたためと推察されるが, 詳細については不明である。その他の成分については, サイレージ間に, 特に明らかな差は認められなかった。

結果および考察

試験Ⅰ トウモロコシ

表 4 乾物摂取量および摂取割合

	乾物摂取量 (kg/日)			乾物摂取割合 (%)	
	配合飼料	サイレージ	合計	配合飼料	サイレージ
配合区	2.22	0	2.22	100	0
10% 区	2.02	0.26	2.28	89	11
20% 区	1.77	0.51	2.28	78	22
30% 区	1.51	0.60	2.11	72	28
40% 区	1.26	0.80	2.06	61	39

表 5 供 試 飼 料 の 化 学 成 分

	水 分	粗蛋白質	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分	エネルギー
	%	%	%	%	%	%	kcal/g
基 礎 飼 料	11.4	18.2	4.7	65.2	5.1	6.9	4.41
サイレージ							
10-20% 区用	74.3	9.2	4.0	63.7	18.2	4.9	4.59
30-40% 区用	80.0	8.7	4.1	63.2	19.3	4.9	4.56

水分以外は乾物中の値

表 6 供試飼料の消化率および栄養価

	基 礎 飼 料	ト ウ モ ロ コ シ		
		10%区	20%区	40%区
消 化 率				
乾 物 (%)	79.5±0.5 ¹⁾	82.1±13.4	85.3±10.0	85.3±4.6
粗 蛋 白 質 (%)	76.3±2.0	70.0±25.8	71.1±20.9	67.1±12.1
粗 脂 肪 (%)	65.7±3.6	66.2±23.7	73.3±22.9	65.7±14.9
N F E (%)	88.5±0.3	88.3±7.6	89.9±4.8	91.3±1.7
粗 纖 維 (%)	22.7±2.7	25.0±50.0	27.7±48.5	26.0±30.0
エ ネ ル ギ ー (%)	78.7±0.8	78.6±15.8	81.8±11.4	83.1±4.8
栄 養 価 ²⁾				
D C P (%)	7.6±2.8	7.6±2.8	7.7±2.3	7.3±1.3
D E (kcal/g)	3.54±0.71	3.54±0.7	3.7±0.5	3.74±0.2
T D N (%)	86.9±11.6	86.9±11.6	89.1±9.2	88.9±4.7

¹⁾ 平均値±標準偏差²⁾ 乾物中の値

基礎飼料およびトウモロコシの消化率と栄養価は表 6 に示した。トウモロコシの消化率および栄養価は、配合割合の差異により有意差を認めなかった ($P>0.05$) が、NEE とエネルギーの消化率および DE 含量はトウモロコシの配合割合が増加するにつれ高まる傾向を示した。また、乾物消化率は、10% 区に比較し 20% および 30% 区で約 3% 高かった。なお、粗蛋白質、粗脂肪および粗繊維の消化率は、標準偏差が非常に大きく、一定の傾向を認めることはできなかった。

試験Ⅱ 緑葉蛋白質

基礎飼料および緑葉蛋白質の消化率と栄養価は表 7 に示した。トウモロコシ同様、緑葉蛋白質の消化率および栄養価においても、配合割合の差異により有意差は認められなかった ($P>0.05$)。しかし、緑葉蛋白質の配合割合が増加するにつれ、乾物消化率および TDN 含量は低下の傾向を示した。

試験Ⅲ ビートパルプ

ビートパルプの乾物摂取割合は、10% 区が 10.35%、

20% 区が 20.38%、30% 区が 28.33% で、30% 区はビートパルプの給与量のうち、10% 程度の残食がみられた。基礎飼料およびビートパルプの消化率と栄養価は表 8 に示した。ビートパルプの配合割合が増加するにつれ、ビートパルプの各成分の消化率は上昇の傾向を示し、エネルギーにおいて、10% 区と 30% 区との間に 5% 水準で有意差が認められた。なお、ビートパルプの粗繊維の消化率は、20% 区および 30% 区で約 77% であり、基礎飼料の乾物消化率 78.6% に近い、非常に高い値であった。栄養価についてみると、20% 区と 30% 区ではほぼ同じ値であったが、10% 区では DE および TDN 含量とも 20% 区および 30% 区に比較し 1 割程度低かった。

試験Ⅳ とうもろこしサイレージ

基礎飼料およびとうもろこしサイレージの消化率と栄養価は表 9 に示した。粗脂肪の消化率は、他区に比較し 30% 区で低かったが、いずれの処理区ともきわめて高い値であった。その他の成分の消化率についてみると、NFE の消化率は処理区間による差が明らかでなかった

表7 供試飼料の消化率および栄養価

		基礎飼料	緑葉蛋白質			
			5 %区	10%区	20%区	30%区
消 化 率						
乾	物 (%)	81.0±0.7 ¹⁾	70.0±8.0	69.4±6.0	66.9±2.3	65.7±0.6
粗	蛋 白 質 (%)	79.3±1.2	82.4±1.9	82.2±3.0	82.2±1.6	79.8±2.4
粗	脂 肪 (%)	70.4±4.8	64.1±27.5	44.4±32.6	43.0±3.3	43.6±8.5
N	E E (%)	89.0±0.6	46.7±36.9	58.9±25.9	49.9±5.3	51.2±7.6
粗	纖 維 (%)	24.3±4.8	61.7±48.2	80.4±30.5	53.0±31.1	65.7±16.4
エ	ネ ル キ ー (%)	80.5±1.0	66.8±6.8	67.8±6.3	66.2±2.4	65.2±0.8
栄 養 価 ²⁾						
D	C P (%)	12.1±0.2	49.8±1.2	49.6±1.8	49.6±0.9	48.2±1.5
D	E (kcal/g)	3.71±0.04	3.91±0.40	3.97±0.37	3.87±0.14	3.82±0.04
T	D N (%)	81.5±0.8	73.4±3.6	71.9±6.8	69.3±2.3	68.5±1.1

¹⁾ 平均値±標準偏差²⁾ 乾物中の値

表8 供試飼料の消化率および栄養価

基礎飼料				ビ ー ト パ ル プ		
				10%区	20%区	30%区
消 化 率						
乾	物 (%)	78.6±0.5	66.8±6.7	69.8±4.5	70.8±2.8	
粗	蛋 白 質 (%)	79.5±1.9	6.0±15.4	9.1±14.4	9.3±9.5	
粗	脂 肪 (%)	68.3±6.4	10.7±27.9	9.6±27.2	0	
N	F E (%)	87.1±0.8	83.5±8.9	86.4±3.7	87.7±3.2	
粗	纖 維 (%)	23.9±1.5	71.7±9.4	76.6±6.2	77.6±7.2	
エ	ネ ル ギ ー (%)	79.0±0.7	56.9±5.6 ^a	61.9±6.3 ^{ab}	63.7±3.0 ^b	
栄 養 価						
D	C P (%)	15.1±0.4	0.7±1.8	1.1±1.7	1.1±1.1	
D	E (kcal/g)	3.54±0.03	2.51±0.25 ^a	2.73±0.28 ^{ab}	2.81±0.13 ^b	
T	D N (%)	80.3±0.6	67.7±6.4	70.8±4.3	71.7±3.5	

¹⁾ 平均値±標準偏差²⁾ 乾物中の値³⁾ ビートパルプの処理区間において異符号間に有意差あり (a, b 間に $P < 0.05$)

が、乾物、粗蛋白質、粗繊維およびエネルギーの消化率は、10%区が他区よりも高く、特に乾物、粗蛋白質および粗繊維の消化率は、10%区が他区よりも1%水準で有意に高い値を示した。栄養価についてみると、消化率同様、10%区では他区よりも高い値であったが、20%以上の処理区における差は小さかった。

以上、4種類の供試飼料を用いて、その配合割合と消化率との関係を検討した結果、供試飼料の配合割合が異なることによって、供試飼料の消化率は影響を受けるものと推察された。すなわち、トウモロコシおよび緑葉蛋

白質とも、消化率および栄養価に有意差は認められなかった ($P > 0.05$) もの、緑葉蛋白質における5%区と30%区の TDN 含量の差は4.9%に及んでいる。さらに、ビートパルプでは、10%区と30%区の差が DE 含量で 0.30 kcal/g、TDN 含量で 4.0%、またとうもろこしサイレージでは、10%区と40%区の差が DCP 含量で 2.5%、DE 含量で 0.49 kcal/g、TDN 含量で 4.8%であった。したがって、これら配合割合の差異に基づく栄養価の差は、飼料の栄養評価の上で注目すべきものと判断される。

表 9 供試飼料の消化率および栄養価

		基 礎 飼 料	サ イ レ ー ジ			
			10%区	20%区	30%区	40%区
消 化 率						
乾	物 (%)	78.7±0.2 ¹⁾	74.9±5.0 ^{A3)}	68.6±0.8 ^B	67.9±2.0 ^B	66.6±0.7 ^B
粗	蛋 白 質 (%)	75.1±1.4	86.5±18.1 ^A	63.1±4.5 ^B	62.8±4.8 ^B	63.0±3.3 ^B
粗	脂 肪 (%)	82.5±3.6	100.0±0 ^a	100.0±0 ^a	92.5±7.1 ^b	98.0±3.1 ^{ab}
N	F E (%)	87.0±0.5	80.4±4.4	81.0±0.2	80.4±1.8	79.6±0.9
粗	纖 維 (%)	35.7±2.2	43.4±7.3 ^a	35.6±3.6 ^{ab}	34.6±6.6 ^{ab}	32.8±5.6 ^b
エ	ネ ル ギ ー (%)	78.6±0.4	82.1±5.8 ^A	75.4±0.3 ^B	73.4±2.9 ^B	71.9±1.7 ^B
栄 養 価 ²⁾						
D	C P (%)	13.7±0.2	8.0±1.7 ^A	5.8±0.4 ^B	5.5±0.4 ^B	5.5±0.3 ^B
D	E (kcal/g)	3.47±0.02	3.77±0.27 ^A	3.46±0.01 ^B	3.35±0.13 ^B	3.28±0.08 ^B
T	D N (%)	80.9±0.4	76.0±5.6 ^a	72.9±0.8 ^b	71.5±2.1 ^b	71.2±1.6 ^b

1) 平均値±標準偏差

2) 乾物中の値

3) サイレージの処理区間において異符号間に有意差あり
(a, b 間に $P < 0.05$, A, B 間に $P < 0.01$)

図 1 供試飼料の乾物配合割合と栄養価との関係

次に、これらの関係を、さらに検討するため、供試飼料の乾物配合割合と栄養価の関係について示すと、図1のとおりである。総合的に判断し、供試飼料の配合割合がおおよそ 20% までは各栄養価の変化がやや大きいものの、配合割合が 20% 以上になると各栄養価の変化の小さいことがうかがわれる。また、表 6, 7, 8 および 9 から明らかなように、供試飼料の配合割合が増加するにつれ、供試飼料の消化率および栄養価の標準偏差は相対的に小さな値となった。これらのことから、供試飼料の消化率を求めるには、できるだけ配合割合を高めることが測定精度からみて重要であり、本試験の結果から、供試飼料の配合割合を 20% 以上にすることが望ましいものと判断された。なお、本試験では、豚の飼料として比較的多く利用される飼料を、供試飼料として用いており、しかも基礎飼料の粗蛋白質含量は、最も低い場合でも、緑葉蛋白質の基礎飼料の 15.2% と比較的高いことから、粗蛋白質の消化率は、内因性窒素化合物の影響を、あまり受けない条件¹⁾であったものと考えられる。したがって、本試験よりも、さらに特殊な成分の飼料を用いた条件における、供試飼料と基礎飼料との配合割合の差異に基づく消化率の影響に関しては、さらに今後の検討が重要であろう。

文 献

- 1) 古谷 修・高橋正也：日畜会報, 51, 33-39, 1980.

- 2) GLOVER, J. and D.W. DUTHIE : J. Agr. Sci., **51**, 289-293, 1958.
- 3) CUNNINGHA, H.M., D.W. FRIEND and J.W.G. NICHOLSON : Can. J. Anim. Sci., **42**, 167-175, 1962.
- 4) LLOYD, L.E. and E.W. CRAMPTON : J. Anim. Sci., **14**, 693-699, 1955
- 5) WHITING, F. and L.M. BEZEAU : Can. J. Anim. Sci., **37**, 95-105, 1957.
- 6) 杉本巨之・斉藤 隆 : 日豚研誌, **23**, 68-73, 1986.
- 7) 杉本巨之・宮崎 元・斉藤 隆 : 日豚研誌, **23**, 157-164, 1986.
- 8) 農林省畜産試験場, 飼料分析法, 1960.
- 9) DUNCAN, D.B. : Biometrics, **11**, 1-42, 1955.

EFFECTS OF MIXING RATIO OF EXPERIMENTAL DIET WITH BASAL DIET UPON DIGESTIBILITY OF EXPERIMENTAL DIET IN PIGS

Nobuyuki SUGIMOTO

Konsen Agricultural Experiment Station,
Nakashibetsu-cho, Hokkaido 086-11.

The effects of mixing ratio of experimental diet with basal diet upon digestibility of the experimental diet in pigs were investigated in the present study using corn, leaf protein concentrate, beet-pulp and corn silage.

The digestibility of experimental diet was influenced by varying the mixing ratio of the experimental diet with the basal diet in all the 4 types of experimental diets. The overall judgements on the results, however, revealed that as the mixing ratio of the experimental diet increased, the standard deviations of the digestibility and nutritive values of the experimental diet became smaller and that the nutritive value of the experimental diet reached an almost stable level when the mixing ratio of the experimental diet exceeded 20%.

Jap. J. Swine Science **24**, 2: 94-99