

子豚用代用乳に対するペプチドの添加が人工哺育豚の発育成績ならびに血液性状に及ぼす影響

誌名	日本養豚学会誌
ISSN	0913882X
著者名	岩澤,季之 檜崎,昇 三谷,秀彦 保住,茂雄 盛田,フミ
発行元	日本養豚学会
巻/号	35巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 25-33
発行年月	1998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



子豚用代用乳に対するペプチドの添加が人工哺育豚の 発育成績ならびに血液性状に及ぼす影響

岩澤季之・檜崎 昇・三谷秀彦・保住茂雄・盛田フミ

酪農学園大学酪農学部 北海道江別市, 069-0836

(1997 年 9 月 8 日受付)

要 約 摂取蛋白質の消化が一時的に抑制される新生子豚の蛋白質代謝の発達機序を明らかにする一環として、子豚用代用乳に牛乳カゼイン由来のペプチドを添加して初乳無給与の新生子豚を人工哺育し、発育成績ならびに血液性状に及ぼす影響を出生直後から 1 週齢まで調査した。供試豚は、一腹の雑種 LWD を生後直ちに無作為に 2 分し、子豚用代用乳のみで哺育する対照区に 5 頭、牛乳カゼイン由来のペプチドを 3.7% 添加した代用乳で哺育する試験区に 6 頭を配置した。血清蛋白質濃度は両区とも出生直後から出生後 72 時間にかけて増加し、1 週齢で減少したが、いずれの時期においても有意差は見られなかった。しかし、血清アルブミン濃度は両区とも時間の経過とともに増加し、試験区は 24 時間以降で対照区を上回って推移した。24 時間および 72 時間で両区間に有意差が見られた ($P < 0.05$)。アルブミン/グロブリン比は、両区ともアルブミン濃度の増加に伴って高まり、試験区が対照区を常に上回って推移し、24 時間および 1 週齢で有意差が見られた ($P < 0.05$)。出生時体重は試験区 1.24 kg、対照区 1.25 kg とほぼ同様の値であったが、1 週齢になると試験区が 1.96 kg と対照区の 1.82 kg を上回った。いずれの時期においても有意差は見られなかったが、1 日平均増体量 (出生直後から 1 週齢まで) は試験区が 102 g となり、対照区の 81.4 g に比べて有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。

以上のことから、ペプチドは新生子豚の体蛋白質合成に効率よく利用され、初期発育を円滑にすることが示唆された。

結 言

前報では、豚初乳の遊離アミノ酸とペプチドの動態を調査したところ、遊離アミノ酸は Taurine (Tau) を除いて極めてわずかな量であったが¹⁾、ペプチド構成のアミノ酸は乳期に関係なく特に Proline (Pro), Glutamate+Glutamine (Glu+Gln), Glycine (Gly) および Arginine (Arg) などが豊富に存在した²⁾。このため、初乳中のペプチドは摂取蛋白質の消化が一時的に抑制される新生子豚の蛋白質代謝を賦活化していると推察された。初乳中のペプチドには様々な大きさのものが混在していると考えられ、これと同様のペプチド混合物を人工的に合成することは極めて困難である。幸い、牛乳のカゼインを酵素処理して得たペプチドが飼料添加物として市販されている。このペプチドには、豚初乳ペプチドと同様に Arg, Glu+Gln および Pro などが豊富に

含まれている。

本実験は、摂取蛋白質の消化が一時的に抑制される新生子豚の蛋白質代謝の発達機序を明らかにする一環として、子豚用代用乳にペプチドを添加して初乳無給与の新生子豚を人工哺育し、発育成績ならびに血液性状に及ぼす影響を出生直後から 1 週齢まで調査した。

材料と方法

1. 供試子豚および供試区分

供試子豚は、LW 種雌豚から生産された一腹の雑種 LWD で、11 頭を用いた。子豚は生後直ちに無作為に 2 分し、両区とも初乳は給与せず、子豚用代用乳のみで哺育する対照区に 5 頭、牛乳カゼイン由来のペプチドを 3.7% 添加した代用乳で哺育する試験区に 6 頭を配置した。人工哺育は出生直後から 2 週齢まで行い、試験期間は 1 週齢までとした。

Effect of peptide addition to milk replacer on weight performance and blood condition of colostrum-free piglets by artificially nursing

T. IWASAWA, N. NARASAKI, H. MITANI, S. HOSUMI and F. MORITA

Department of Dairy Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-0836

表 1. 子豚用代用乳およびペプチドのアミノ酸組成
Table 1. Amino acid compositions of milk replacer and peptide

	Milk replacer	Peptide (g/100 g ADM)
Val	1.64	6.07
Leu	2.71	8.45
Ile	1.26	4.91
Thr	1.13	3.33
Lys	2.13	7.21
Arg	0.87	3.21
His	0.70	2.52
Met	1.02	2.47
Phe	1.19	4.38
EAA	12.7	42.6
Gly	1.12	1.71
Ala	0.93	2.89
Ser	1.34	4.03
Asp+Asn	2.22	6.28
Glu+Gln	6.30	13.4
Tyr	0.99	1.80
Pro	2.16	10.2
Cys	0.18	0.24
NEAA	15.2	40.6
CP % (ADM*)	28.7	86.8

* Air dried matter

2. 供試代用乳およびペプチドのアミノ酸組成

供試代用乳およびペプチドは市販の製品を用い、これらのアミノ酸組成は、6N 塩酸を用いて 110℃ で 22 時間加水分解した後に、高速液体クロマトグラフ (LC-10 A アミノ酸自動分析システム：島津製作所) によりオルトフタルアルデヒドを用いた蛍光検出法で定量した²⁾。その結果を表 1 に示した。本実験で用いたペプチド製品 (エルゲン：住友製薬) は、牛乳由来のカゼインを酵素処理したものでペプチド 70%，遊離アミノ酸 30% を含有しており、ペプチドの大部分はトリペプチドであると推定されている。

3. 哺育方法

両区の代用乳給与量はメーカーの推奨量に準拠し、試験期間をとおして 1 日 1 頭当たり 60 g とした。また、両区の 1 日 1 頭当たりの各必須アミノ酸供給量、日本飼養標準³⁾ に基づいて算出した日増体量が 102 g の時のアミ

ノ酸要求量および日本飼養標準に対する充足率を表 2 に示した。試験区には、1 日目は 1 回当たり 5 g、2 日目は 1 回当たり 7.5 g、3～7 日目は 1 回当たり 10 g の代用乳に対してそれぞれ 3.7% 相当量のペプチドを添加し、また対照区には代用乳のみを用い、両区とも代用乳を 6 倍量の温湯で溶かして哺乳瓶で給与した。哺乳回数は 1 日目が 2 時間間隔で 12 回、2 日目は 3 時間間隔で 8 回、3～7 日目は 2～3 時間間隔で 6 回とした。

4. 一般管理

供試子豚は市販の人工哺育用ケージを用い、両区とも群飼育した。両区の子豚は初乳無給与のため母子免疫が成立しない。そのため、感染症による損耗を防止する目的で、豚血清由来の γ -グロブリン 10% 溶液 ((株)伊藤ハム中央研究所提供) を出生直後および出生後 72 時間の 2 回に、それぞれ 5 ml を腹腔内へ注射投与⁴⁾ した。また、鉄剤は出生後 12 時間および 72 時間の 2 回に、それぞれ 1 ml (デキストラン鉄 200 mg 含有) を筋肉内に注射投与した。

5. 発育成績および糞性状

体重は出生直後、出生後 72 時間および 1 週齢に測定した。また、糞性状は、1. 塊状便、2. 正常便、3. 軟便、4. 泥状便、5. 水様便の 5 段階に評価して毎日記録し、泥状便および水様便を下痢とみなした。

6. 血液サンプルの採取

血液サンプルは出生直後 (代用乳摂取前) は臍帯から、出生後 12, 24, 72 時間および 1 週齢は前大静脈から採取し、前報¹⁾ と同様に処理して得た血清を分析サンプルとし、分析に供するまで -30℃ で凍結保存した。

7. 調査項目

調査項目は、子豚の血清蛋白質濃度、血清蛋白質分画濃度、血清遊離アミノ酸濃度および血清尿素態窒素濃度とした。なお、血清尿素態窒素濃度は市販のキット (ジアセチルモノオキシム法) を用いて定量し、他の項目は前報と同様の方法¹⁾ で分析した。

結 果

1. 発育成績

発育成績を表 3 に示した。

出生時体重は試験区 1.24 kg、対照区 1.25 kg とほぼ同様であったが、1 週齢では試験区が 1.96 kg と対照区の 1.82 kg をわずかに上回った。しかし、いずれの時期においても有意差は見られなかったが、出生直後から 1 週齢までの 1 日平均増体量は試験区が 102 g となり対照区の 81.4 g に比べて有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。

表 2. 1 日当たりの必須アミノ酸摂取量および日本飼養標準の必須アミノ酸要求量に対する充足率

Table 2. Daily intake of essential amino acids for artificially nursing piglets and sufficient rate to amino acid requirements of JFSS*

	Control (g)	JFSS (g)	Sufficient rate (%)	Peptide added (g)	JFSS (g)	Sufficient rate (%)
Val	0.98	1.30	75.4	1.12	1.30	86.2
Leu	1.63	1.86	87.6	1.82	1.86	97.8
Ile	0.76	1.02	74.5	0.87	1.02	85.3
Thr	0.68	1.11	61.3	0.75	1.11	67.6
Lys	1.28	1.86	68.8	1.44	1.86	77.4
Arg	0.52	—	—	0.59	—	—
His	0.42	0.61	68.9	0.48	0.61	78.7
Met+Cys	0.72	0.93	77.4	0.78	0.93	83.9
Phe+Tyr	1.31	1.78	73.6	1.45	1.78	81.5
EAA	7.59	10.47	72.5	8.56	10.47	81.8

* Amino acid requirements when the daily weight gain is 102 g in Japanese Feeding Standard for Swine (1993).

表 3. 発育成績

Table 3. Effect of peptide addition to milk replacer on growth performance in artificially nursing piglets

	Time after birth		
	0 hr.	72 hr.	1 week.
Body weight (kg)			
Control	1.25±0.13	1.46±0.08	1.82±0.09
Peptide	1.24±0.15	1.58±0.16	1.96±0.20
ADG* (g/day)			
Control	81.4±9.5 ^b		
Peptide	102±15.4 ^a		

Values are means±S.D. * Average daily gain (0 h-1 week)

a, b: P<0.05

2. 血清蛋白質の推移

両区の血清蛋白質濃度および血清蛋白質分画濃度の推移を表 4 に示した。

血清蛋白質濃度は両区とも出生直後から出生後 72 時間にかけて増加し、1 週齢で減少したがいずれの時期においても区間に有意差は見られなかった。アルブミンは両区とも時間の経過とともに増加し、試験区は 24 時間以降になると対照区を上回って推移した。24 時間および 72 時間で両区間に有意差が見られた (P<0.05)。α-グロブリンは試験区が出生直後を除いて対照区に比べて常に低く推移し、1 週齢で有意差が見られた (P<0.05)。β-グロブリンは 24 時間を除き、また γ-グロブリンは試験期間をとおして、ともに両区が全く同様の値で推移し

た。アルブミン/グロブリン (A/G) 比は、両区とも時間の経過とともにアルブミン濃度が増加するに伴って高まったが、試験区は対照区を上回って推移し、24 時間および 1 週齢で有意差が見られた (P<0.05)。

3. 血清遊離アミノ酸の推移

血清遊離の各必須アミノ酸濃度の推移を表 5 に示した。両区の各必須アミノ酸は出生後 12 時間まで近似して推移し、有意差が見られたのは出生直後の Isoleucine (Ile) のみであった (P<0.05)。その後、両区の Valine (Val), Leucine (Leu), Ile および Threonine (Thr) は時間の経過とともに増加し、さらに試験区は 24 時間以降になると対照区を上回って推移した。Val と Ile は 24 時間で両区間に有意差が見られた (P<0.05)。

表 4. 血清蛋白質濃度および血清蛋白質分画濃度の推移

Table 4. Effect of peptide addition to milk replacer on the concentrations of serum protein and serum protein fraction in artificially nursing piglets

	Time after birth				
	0 hr.	12 hr.	24 hr.	72 hr.	1 wk.
(g/dl*)					
Serum protein					
Control	2.1±0.1	2.8±0.1	2.9±0.1	3.8±0.2	3.5±0.2
Peptide	2.2±0.2	2.8±0.3	2.8±0.2	4.0±0.5	3.4±0.0
Albumin					
Control	0.1±0.1	0.2±0.1	0.3±0.1 ^b	0.8±0.1 ^b	1.3±0.1
Peptide	0.2±0.1	0.2±0.0	0.4±0.0 ^a	1.0±0.1 ^a	1.5±0.2
α-Globulin					
Control	1.8±0.4	2.2±0.2	2.1±0.2	2.3±0.2	1.7±0.1 ^b
Peptide	1.9±0.1	2.1±0.2	2.0±0.1	2.3±0.3	1.5±0.1 ^a
β-Globulin					
Control	0.2±0.0	0.3±0.1	0.3±0.0	0.5±0.0	0.4±0.1
Peptide	0.2±0.1	0.3±0.0	0.4±0.1	0.5±0.1	0.4±0.1
γ-Globulin					
Control	0.0±0.0	0.2±0.1	0.2±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1
Peptide	0.0±0.0	0.2±0.1	0.2±0.1	0.1±0.0	0.1±0.1
A/G ratio**					
Control	0.08±0.03	0.06±0.03	0.11±0.04 ^b	0.29±0.06	0.61±0.04 ^b
Peptide	0.09±0.03	0.08±0.02	0.17±0.02 ^a	0.36±0.05	0.79±0.12 ^a

Values are means±S.D. a, b : P<0.05 *Except for A/G ratio **albumin : globulin ratio

Lysine (Lys) は出生直後の値が試験区 23.0μmol/dl, 対照区 20.5μmol/dl であったが, 24 時間にはそれぞれ 49.8μmol/dl, 40.2μmol/dl と著しく増加した。その後両区はほぼ安定し, 試験区が高い傾向で推移したが有意差は見られなかった。Arg は, 両区とも出生直後から 12 時間にかけて 1/3 以下に著しく減少した後に, 時間の経過とともに増加した。Methionine (Met) は, 両区とも出生直後では 1μmol/dl 以下と極めてわずかであったが, 時間の経過とともに増加し, 72 時間では試験区 113 μmol/dl, 対照区 103μmol/dl と顕著に高い値を示した。このため, Met は 24 時間から 72 時間にかけて両区の必須アミノ酸の中で最も多く存在したが, 1 週齢では試験区 27.4 μmol/dl, 対照区 27.5 μmol/dl と 72 時間の約 1/4 に著しく減少した。

4. 血清尿素態窒素濃度の推移

両区の血清尿素態窒素濃度の推移を表 6 に示した。

両区の血清尿素態窒素濃度は出生直後から 24 時間まではほぼ安定した値で近似して推移した。試験区は 72 時間で増加し, 対照区を有意に上回ったが (P<0.01),

1 週齢では逆に低い値を示したものの両区間に有意差は見られなかった。

5. 糞性状

糞性状を表 7 に示した。

下痢は, 両区の全頭に発生したが, 試験区では 1 頭当たりの平均下痢日数が対照区に比べて少ない傾向を示した。また, 糞スコアでは試験区が 2.5 で対照区の 3.5 に比べて有意に低い値を示した (P<0.05)。

考 察

自然哺育豚は, 初乳中のトリプシンインヒビターと子豚自身のもつパノサイトシスによって出生後 24~36 時間の間, 初乳蛋白質の大部分を占める γ-グロブリンを分解することなく体内に取り込むことができる⁵⁾。このため, 新生子豚の血清蛋白質濃度は出生直後の 3g/dl 以下から初乳吸入開始後 12 時間で 2 倍以上に増加する⁵⁾。一方, 市販の子豚用代用乳を用いて初乳無給与で人工哺育した子豚の血清蛋白質濃度は, 自然哺育豚の値に比べて著しく低い⁶⁾。これは, 供試代用乳には免疫抗

表 5. 血清遊離アミノ酸濃度の推移

Table 5. Serum free amino acid concentrations in artificially nursing piglets

	Time after birth				
	0 hr.	12 hr.	24 hr.	72 hr.	1 wk.
(μ mol/dl)					
Valine					
Control	19.5 $\pm$ 2.40	21.8 $\pm$ 7.76	23.3 $\pm$ 5.53 ^b	23.6 $\pm$ 7.31	56.6 $\pm$ 8.88
Peptide	20.3 $\pm$ 1.41	19.2 $\pm$ 6.13	33.1 $\pm$ 7.17 ^a	29.1 $\pm$ 6.53	60.4 $\pm$ 6.05
Leucine					
Control	6.70 $\pm$ 1.75	13.1 $\pm$ 4.65	15.3 $\pm$ 4.48	11.1 $\pm$ 6.82	34.2 $\pm$ 5.33
Peptide	7.37 $\pm$ 1.92	9.59 $\pm$ 5.99	22.1 $\pm$ 6.64	12.9 $\pm$ 5.86	37.9 $\pm$ 4.20
Isoleucine					
Control	1.79 $\pm$ 0.32 ^b	5.31 $\pm$ 0.99	9.21 $\pm$ 2.05 ^b	8.69 $\pm$ 4.18	19.6 $\pm$ 3.07
Peptide	2.62 $\pm$ 0.75 ^a	5.34 $\pm$ 3.21	13.9 $\pm$ 3.49 ^a	10.9 $\pm$ 2.68	21.9 $\pm$ 3.25
Threonine					
Control	10.2 $\pm$ 1.98	8.18 $\pm$ 1.21	11.2 $\pm$ 2.61	17.7 $\pm$ 6.99	37.7 $\pm$ 8.46
Peptide	11.5 $\pm$ 1.64	6.95 $\pm$ 2.69	12.5 $\pm$ 2.02	23.1 $\pm$ 4.64	42.8 $\pm$ 7.55
Lysine					
Control	20.5 $\pm$ 3.44	26.2 $\pm$ 9.47	40.2 $\pm$ 10.1	36.1 $\pm$ 12.1	41.0 $\pm$ 7.94
Peptide	23.0 $\pm$ 0.97	22.5 $\pm$ 12.2	49.8 $\pm$ 10.0	47.0 $\pm$ 12.5	48.6 $\pm$ 14.8
Arginine					
Control	7.75 $\pm$ 2.30	2.25 $\pm$ 1.97	5.40 $\pm$ 2.08	6.86 $\pm$ 3.52	7.35 $\pm$ 1.00
Peptide	9.02 $\pm$ 1.03	1.87 $\pm$ 1.63	5.28 $\pm$ 2.70	7.34 $\pm$ 2.96	9.00 $\pm$ 1.00
Methionine					
Control	0.34 $\pm$ 0.77	23.4 $\pm$ 4.03	59.6 $\pm$ 8.14	103 $\pm$ 21.3	27.5 $\pm$ 3.34
Peptide	0.81 $\pm$ 0.91	21.8 $\pm$ 8.75	57.9 $\pm$ 4.89	113 $\pm$ 8.29	27.4 $\pm$ 5.46

Values are means $\pm$ S.D. a, b : P<0.05

表 6. 血清尿素態窒素濃度の推移

Table 6. Effect of peptide addition to milk replacer on serum urea nitrogen in artificially nursing piglets

	Time after birth				
	0 hr.	12 hr.	24 hr.	72 hr.	1 wk.
(mg/dl)					
Control	12.3 $\pm$ 1.2	15.4 $\pm$ 0.5	12.9 $\pm$ 1.4	12.0 $\pm$ 1.9 ^B	46.6 $\pm$ 7.4
Peptide	12.0 $\pm$ 0.3	14.8 $\pm$ 1.7	11.9 $\pm$ 1.4	16.0 $\pm$ 1.5 ^A	36.5 $\pm$ 6.8

Values are means $\pm$ S.D. A, B : P<0.01

体供給源として豚血粉が添加されているが、添加量がわずかであり、 γ -グロブリンの吸収率も低いことによると推察されている⁷⁾。今回の実験は初乳無給与の条件下で行っているの、感染病による損耗を防止する目的で両区の子豚に豚血清 γ -グロブリン 10% 溶液を出生直後と 3 日齢に 5 ml ずつ腹腔内に注射投与しているが、両区の血清 γ -グロブリン濃度は常に 0.2 g/dl 以下であった。

このため、血清蛋白質濃度は、古郡ら⁸⁾や金子ら⁹⁾が報告した初乳無給与の人工哺育豚の値と同様に低かった。

新生子豚の血清アルブミンは、肝臓で合成される蛋白質であり、組織への栄養源としての機能をもつ¹⁰⁾。この蛋白質は出生後 24~72 時間¹⁾あるいは 3 日齢⁵⁾には肝臓で活発に産生され始め、時間の経過とともに急速に増加するので、新生子豚の体蛋白質合成が円滑に進んでい

表 7. 糞性状および下痢日数
Table 7. Effect of peptide addition to milk replacer on fecal condition in artificially nursing piglets

	Fecal score	Days of diarrhea*
Control	3.5 ^a	4.2±0.8
Peptide	2.5 ^b	3.5±1.0

Values are means±S.D. a, b: P<0.05

* per piglet

Fecal score is recorded as follows, 1=hard, 2=normal, 3=loose, 4=mud, 5=waterly.

4 and 5 of score are defined as diarrhea.

るか否かを見る上で重要な指標となる。両区の血清蛋白質濃度は、試験期間をとおして近似して推移し、有意差は見られなかった。しかし、血清アルブミン濃度は、両区とも時間の経過とともに増加し、試験区では24時間以降になると対照区を上回って推移した。24時間と72時間で両区間に有意差が見られた。飼料中の粗蛋白質含量に迅速に反応するといわれる血清尿素態窒素濃度¹¹⁾は、試験区が72時間で一時的に有意に高い値を示したが、他の時期では差が見られず、1週齢では逆に対照区が高い値を示した。さらに、血清遊離の各必須アミノ酸濃度は試験区が高い傾向で推移したものの、有意差が見られたのは極くわずかなアミノ酸であった。本実験で用いたペプチドは、大部分がトリペプチドであると推定されている。動物は摂取したジペプチドおよびトリペプチドをアミノ酸にまで分解しないで消化管から取り込むことができ、またこれらのペプチドは、遊離のアミノ酸に比べて吸収が速いといわれている^{12,13)}。このため、添加したペプチドは消化されることなくそのままか、あるいは消化されてアミノ酸となり消化管から速やかに吸収され、体蛋白質合成に効率よく利用されていることが示唆された。しかし、脱脂乳の加水分解物は人工哺育豚の蛋白質供給源として好ましくないとの報告がある。

PETTIGREW ら¹⁴⁾は、脱脂乳（以下A区）、ペプトン化脱脂乳（以下B区）およびミネラル添加したペプトン化脱脂乳（以下C区）をそれぞれ基礎にした代用乳を用いて1～2日齢で離乳した子豚を13日間にわたって人工哺育した。その結果、B区とC区は、A区に比べて激的な下痢を呈し、飼料摂取量や発育に大きな違いが見られ、さらにC区では、B区に比べて下痢の程度がひどかったと報告している。有吉¹⁵⁾は、アミノ酸混合物は蛋白質の数十倍から数百倍の浸透圧を消化管内で示すであろうと述べている。豚は他の家畜に比べて腎臓の尿濃縮能力が

低く、特に幼豚では著しく低い¹⁶⁾。子豚用の人工乳（プレスターター）は、豚乳に比べるとアルカリ塩類の含量が著しく高く、また、アミノ酸バランスは、豚乳に比べて劣る。過剰のアミノ酸は分解されて血中の尿素量を急激に上昇させるので、腎臓に負担がかかる¹⁷⁾。このため、B区やC区の子豚では、蛋白質全てをペプトン化したことで消化管内での浸透圧が増加し、さらに子豚の腎臓の尿濃縮能力が著しく低いことから、激しい下痢を起こしたと推察される。

豚乳中のペプチド由来のアミノ酸濃度は、分娩開始後48時間以降になると、豚乳の酸加水分解による全アミノ酸濃度の10%以上を占めた²⁾。そこで、本実験では試験区のペプチド添加量を、添加代用乳の粗蛋白質含量に占めるペプチド由来の粗蛋白質が10%になるように設定した。子豚の人工乳摂取による非特異性的下痢の発生は、高蛋白質含量が影響しているといわれている¹⁷⁾。この下痢は、飼料中の蛋白質含量を低減することで抑制できるかもしれないが、一方で、子豚は発育に見合った養分要求量が摂取できずに、成長が抑制される危険性が生じる¹⁷⁾。ペプチドは蛋白質とは異なり、アレルゲンにならないのでアレルギー反応を起こさず、下痢を誘引する心配がないといわれている。本実験の給与代用乳の粗蛋白質含量は、試験区が対照区に比べて2%程高かったにもかかわらず、PETTIGREW ら¹⁴⁾とは逆に試験区では、対照区に比べて1頭当たりの平均下痢日数と糞性状が優れる結果を示した。従って、試験区の代用乳はペプチドを添加したことで下痢の程度が軽くなり、これによって発育に見合った量のアミノ酸を吸収できたものと考えられる。

両区の子豚の1日当たりのアミノ酸摂取量は日本飼養標準³⁾に基づいて算出される日増体量102gの時のアミノ酸要求量に対してやや低かった。日本飼養標準³⁾(1-5kg)およびARC飼養標準¹⁸⁾(1-4kg)における子豚のアミノ酸要求量は実測値ではなく推定値であり、特に日本飼養標準³⁾は育成豚におけるLysの要求量を実験的に求め¹⁹⁾、それ以外のアミノ酸はARCの理想蛋白質におけるアミノ酸バランス¹⁸⁾から算出している。また、ARC¹⁸⁾においても、そのアミノ酸バランスは育成豚を用いた実験から求めており、本実験のような哺育期の子豚にこのアミノ酸バランスが正しく適用できるかは不明である。従って、新生子豚の初期発育の重要性²⁰⁾やSPF豚生産の普及に伴う代用乳の成分的品質の改善を考えると、1-5kgの子豚については、これらの体重の豚を実験に用いて得られる、より精密なアミノ酸要求量を示す必要があると考えられる。但し、本実験では対照区は試験

表 8. 2 週齢から 6 週齢までの体重の推移

Table 8. Effect of peptide addition to milk replacer on body weight from 2 week to 6 week after birth in artificially nursing piglets

	Time after birth				
	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week
(kg)					
Control	2.14±0.15	3.97±0.41	6.15±0.46 ^b	8.53±0.60 ^B	11.32±1.79
Peptide	2.51±0.40	4.74±0.87	7.77±1.10 ^a	11.09±1.30	13.75±1.55

Values are means±S.D. a, b: P<0.05 A, B: P<0.01

区に添加したペプチドと同量の粗蛋白質添加を行わなかったで、対照区の子豚は粗蛋白質の摂取量が飼養標準ではなく本来の要求量に対して不足していた可能性がある。このため、ペプチドの有効性を明確にするには各処理区の粗蛋白質含量を一定にしようとして、一部分をペプチドとカゼインで代替する試験を行うなど今後さらに検討する必要がある。

本実験における人工哺育豚の血清遊離 Met 濃度の動態から、新生子豚は Met 代謝が未発達であることが示唆された。ヒト乳児、幼ネコおよび幼ラットでは Met から Tau が合成される際に必要な肝臓でのシスタチオナーゼとシステインスルフィン酸デカルボキシラーゼ (CSAD) 活性が弱いために Met 代謝が未発達である²¹⁾。育児用ミルクを与えられたヒト乳児では、母乳を与えたものに比べて血漿遊離 Met 濃度が逆に数倍高くなるといわれている²²⁾。ARC¹⁸⁾ では、理想蛋白質の概念から、Lys を 100 とした時の Met+Cys 比率は 50 に定められており、1-4 kg の子豚における 1 日当たりの Met+Cys 要求量 (g/DEM) は、Lys 1.12 に対して 0.56 である。ところが、脱脂乳を基礎とした代用乳に Met を添加して幼豚に給与した実験では育成成績に改善が見られず、ARC の Met+Cys 要求量は高すぎるとの批判もある²³⁾。日本飼養標準³⁾ の 1-5 kg の子豚における Met+Cys 要求量は 0.46 で、対 Lys 比 50 と ARC¹⁸⁾ に準拠している。本実験で用いた代用乳には、もともと Met が添加強化されており、Met+Cys 含量は、表 1 から算出すると対 Lys 比が 56 と高い。代用乳の Met+Cys 含量は、表 1 で示したように必須アミノ酸の中で 3 番目に低いアミノ酸であったが、両区の血清遊離 Met 濃度は、24 時間から 72 時間の間は全てのアミノ酸の中で著しく高濃度で存在した。自然哺育豚の血清遊離 Met 濃度は他のアミノ酸に比べて極めて低く¹⁾、豚乳の全蛋白質に含まれる Met の対 Lys 比は、著者らが報告した値²⁾ から算出すると 1 週間後でさえ 29 である。特に、幼豚は成豚に比べてアミノ酸バランスの影響を受けやすいといわれ

ている。このため、子豚代用乳への Met 添加は無意味であり、ARC¹⁸⁾ や日本飼養標準³⁾ の子豚の Met+Cys 要求量は、新生子豚には高すぎると思われた。

本実験は新生子豚の初期発育を調査したので、表 3 には 1 週齢までの発育成績を示したが、実際は 2 週齢まで人工哺育し、その後は人工乳に切り替えて 6 週齢まで調査を行っている。その結果を表 8 に示した。試験区は 1 週齢以降も順調に発育したが、対照区は 1 週齢から 3 週齢までの発育が低下した。このため、試験区は 4 週齢以降で有意に高い値を示した。試験区の 6 週齢時の体重は 13.75 kg を示し、一概には比較できないが、高橋ら²⁴⁾、金子ら⁹⁾ および VERSTENGEN ら²⁵⁾ の報告した初乳無給与の人工哺育豚に比べて高く、自然哺育豚と遜色のない発育成績を示した。

以上のことから、本実験で用いたペプチドは新生子豚の初期発育を円滑にすることが示唆され、代用乳で人工哺育する新生子豚の有効なアミノ酸供給源になることがわかった。しかし、本実験における試験区のペプチドの有効性を明確にするためには、さらなる検討が必要である。また、新生子豚のアミノ酸要求量、特に含硫アミノ酸については、より精密化する必要があると思われる。

参 考 文 献

- 1) 岩澤季之・檜崎 昇：日豚会誌，**32**，193-199，1995。
- 2) 岩澤季之・檜崎 昇・八木康一：日豚会誌，**34**，9-14，1997。
- 3) 農水省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準・豚，10-13，中央畜産会，東京，1993。
- 4) NARASAKI, N., T. MIURA, M. UENO, M. SATO and T. NAKAMURA: Proceeding of 12th congress, II-415, International Pig Veterinary Society 1992。
- 5) 古郡 浩・川端麻夫・秋田富士・姫野健太郎：畜試研報，(29)，1-8，1975。
- 6) 岩澤季之：酪農学園大学大学院修士論文，1994。
- 7) 檜崎 昇・前田 徹・岩澤季之：北畜会報，**36**，33-36，1994。

- 8) 古郡 浩・美斎津康民・秋田富士・姫野健太郎 : 畜試研報, (26), 31-38, 1973.
- 9) 金子晴寿・斉藤庸二郎・本庄 章 : 日豚会誌, 24, 212-217, 1987.
- 10) 熊谷哲夫・浪岡茂郎・丹羽太左衛門・笹原二郎 編 : 豚病学 第二版, 65, 近代出版, 東京, 1983.
- 11) 梶 雄次・古谷 修 : 日畜会報, 58, 737-742, 1987.
- 12) WEBB, K.E. Jr. : J. Anim. Sci., 68, 3011-3022, 1990.
- 13) WEBB, K.E. Jr., J.E. MATTHEWS and D.B. DiRIENZO : J. Anim. Sci., 70, 3248-3257, 1992.
- 14) PETTIGREW, J.E., B.G. HARMON and D.H. BAKER : J. Anim. Sci., 44, 383-388, 1977.
- 15) 有吉修二郎 : アミノ酸飼料学, 91-93, チクサン出版社, 東京, 1983.
- 16) 吐山豊秋監修 : 豚の下痢症, 18-21, チクサン出版社, 東京 1982.
- 17) 有吉修二郎 : アミノ酸飼料学, 178-179, チクサン出版社, 東京, 1983.
- 18) Agricultural Research Council : The Nutrient Requirements of pigs, 67-124, CAB, England, 1981.
- 19) 梶 雄次・古谷 修 : 日畜会報, 58 : 574-582, 1987.
- 20) 古郡 浩 : 畜産の研究, 34, 43-47, 1980.
- 21) 財満耕二・西原潔子 : 含硫アミノ酸誌, 6, 135-143, 1983.
- 22) GAULL, G.E., D.K. RASSIN., N.C.R. RAIHA and K. HEINONEN : J. Pediatrics., 90, 348-355, 1977.
- 23) BALL, R.O., L. ATKINSON and H.S. BAYLAY : Br. J. nutr. 55, 659-668, 1986.
- 24) 高橋 明・阿部恒夫・森地敏樹・姫野健太郎・中野正吾 : 日豚会誌, 16, 1-11, 1979.
- 25) VERSTENGEN, M.W.A., W. van der HEL and F.J. M. PLJLS : Anim. Prod., 56, 217-223, 1993.

Effect of Peptide Addition to Milk Replacer on Weight Performance and Blood Condition of Colostrum-Free Piglets by Artificially Nursing

Toshiyuki IWASAWA, Noboru NARASAKI, Hidehiko MITANI,
Shigeo HOSUMI and Fumi MORITA

Department of Dairy Science, Rakuno Gakuen University,
Ebetsu, Hokkaido, 069-0836

The peptide (derived from cow milk casein) addition to milk replacer was conducted to research the effect of weight performance and blood condition of colostrum-free piglets by artificially nursing from birth to 1 week.

Eleven piglets from one litter were randomly divided into control group ($n=5$) and peptide added group ($n=6$). Both of the two group piglets were fed 60 g of milk replacer (CP 28.7% as ADM) with or without addition of 3.7% peptide (CP 86.8% as ADM) per head per day through the experimental period. Blood samples were taken at birth, 12, 24, 72 hours and 1 week.

Serum protein concentration in both group was increased from birth to 72 hours, and then decreased slightly. Serum albumin concentration, which supplies amino acid to body tissue, was increased linearly in peptide added group as time progressed and significantly higher than that of control group at 24 and 72 hours after birth ($P<0.05$). The body weights of control and peptide added group were increased from 1.25 kg and 1.24 kg at birth to 1.82 kg and 1.96 kg at 1 week of age, respectively.

As a result, average daily gain (102 g) of peptide added group was significantly higher than that (81.4 g) of control group ($P<0.05$).

In conclusion the results of this study indicate that peptide is efficiently utilized for body protein synthesis and improves weight performance of colostrum-free piglets by artificially nursing.

Jpn. J. Swine Science, **35**, 1 : 25-33

Key words : peptide, piglet by artificially nursing, serum albumin