

# 生菌剤、血漿蛋白及びトルラ酵母添加飼料給与が早期離乳子豚の発育及び免疫能に及ぼす効果

山本英二・大和碩哉  
(畜産研究所)

早期離乳した子豚を良好に発育させるため、生菌剤、血漿蛋白およびトルラ酵母の添加飼料給与が、早期離乳子豚の発育、飼料の利用性及び免疫能に及ぼす影響について検討した。なお、免疫能の指標として好中球の殺菌能を化学発光により測定した。①生菌剤0.5%添加飼料の給与では、21～35日齢の子豚の1日平均増体量は対照区に比べ、有意 ( $p < 0.05$ ) 向上した。21～35日齢の1日平均飼料摂取量及び飼料要求率は生菌剤区が対照区より優れた傾向を示した。生菌剤給与後、14日目の好中球殺菌能は対照区に比べ高い傾向を示した。②血漿蛋白1%添加飼料の給与した子豚の発育について、影響は認められなかったが、好中球の殺菌能は給与後、28日目に高い傾向を示した。③トルラ酵母0.5%添加飼料の給与により、21～63日齢の子豚の1日平均増体量は対照区に比べ、有意 ( $p < 0.05$ ) に大きくなった。また、飼料要求率も対照区に比べ、優れる傾向を示した。好中球の殺菌能は、トルラ酵母給与後28日目に対照区より高い傾向を示した。以上の試験結果から、生菌剤及びトルラ酵母添加飼料を給与した早期離乳子豚の発育向上に効果がみられた。また、免疫能は添加給与後、14日あるいは28日後に上昇する傾向があるものの、有意な差はみられなかった。

[キーワード：子豚、生菌剤、血漿蛋白、トルラ酵母、好中球、殺菌能]

Effects of Microbial Preparation, Plasma Protein and Torula Yeast on the Growth and Phagocytic Immunity of Early Weaned Pigs. Eiji YAMAMOTO, Hiroya YAMATO (Fukuoka Agric. Res. Cent, Chikushino Fukuoka 818-8549 Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17:158-161 (1998)

We studied the effects of microbial preparation, plasma protein and torula yeast on the growth and phagocytic immunity of pigs weaned early to maintain their health. We used the value of chemiluminescence for determining in vitro bactericidal capacity of porcine neutrophil. ① From 21 to 35 days old, the average daily gain (ADG) for pigs being fed the diet with the addition of 0.5% microbial preparation (B) was significantly ( $p < 0.05$ ) higher than that of control (A). The average daily feed intake (ADFI) of B tended to be larger than that of A. Feed conversion (FC) of B tended to be lower than that of A. On the 14th day postweaning, in vitro bactericidal capacity of B tended to be higher than that of A. ② On the 28th day postweaning, in vitro bactericidal capacity of pigs fed a diet with the addition of 1.0% plasma protein tended to be higher than that of A. ③ From 21 to 63 days old, the ADG of pigs fed diet added with 0.5% torula yeast (C) was significantly ( $p < 0.05$ ) higher than that of A. ADFI of C tended to be larger than that of A. The FC of C tended to be lower than that of A. As a result the diet with addition of B or C had better effects on growth performance in the early weaned pig and at 14 or 28 days the postweaning in vitro bactericidal capacity of B or C tended to be higher. But B or C was significantly ( $p < 0.05$ ) higher than A.

[Key words: pigs, microbial preparation, plasma protein, torula yeast, neutrophil, bactericidal capacity]

## 緒 言

子豚の自然離乳は生後約50～60日齢であるが、母豚の繁殖回転率を高め年間生産子数を増やすために県内の農家では生後約21～28日齢で早期離乳が行われている。

しかし、早期離乳時の子豚は母豚との隔絶、母乳から飼料への切り換え等のストレスを受け、発育が低下する。また、生後28日齢以前に離乳すると、子豚の細胞性免疫が抑制されることも報告されている<sup>1)</sup>。さらに、母豚からの子豚への移行抗体は日齢の経過とともに低下し、特に18～21日齢以降は母豚からの移行抗体が消失するため、慢性疾病の病原性微生物に感染する恐れがあるといわれている<sup>6)</sup>。そこで、離乳子豚を順調に発育させるために種々の対策がとられているが、必ずしも十分とはいえない。

このため早期離乳子豚を健康に発育させる方法として、生菌剤、有機酸、微量金属元素、ビタミン剤等の生理活性物質の活用が報告されている<sup>5,15,16)</sup>が、その効果について十分に明らかにされていない。

そこで、生菌剤、血漿蛋白およびトルラ酵母が、早期離乳した子豚の発育、飼料利用性に及ぼす効果を明らかにし、また、それらの給与が免疫能の指標の一つである好中球の殺菌能に対する影響を併せて検討した。

## 試 験 方 法

### 試験1 生菌剤添加飼料給与が早期離乳子豚の発育及び飼料利用性に及ぼす影響

供試豚は大ヨークシャー種4腹から生産された21日齢の離乳子豚の去勢雄16頭、雌16頭の計32頭を用い、1

第1表 供試飼料

	基礎飼料A	基礎飼料B
	%	%
粗蛋白質	21.0	18.0
脂 肪	5.0	4.5
粗 繊 維	2.0	4.0
粗 灰 分	8.0	7.0
カルシウム	0.75	0.60
リン	0.60	0.50
可消化養分総量	86.0	81.0
可消化粗蛋白質	20.0	16.0

試験区当たり去勢雄8頭、雌8頭を雌雄別飼いで群飼した。飼料は不断給餌、飲水は自由飲水とし、試験期間は21～63日齢までとした。

試験に用いた基礎飼料A（日本配合飼料社、人工乳前期用飼料）、B（日本配合飼料社、人工乳後期用飼料）の成分について表1に示した。対照区の給与飼料は21～35日齢までは基礎飼料A、36～49日齢は基礎飼料AとBをそれぞれ50%ずつ混合したもの、50～63日齢までは基礎飼料Bを使用した。試験区は対照区の給与飼料に生菌剤（東亜薬品工業社製）0.5%添加した生菌剤区を設定した。生菌剤1g中には乳酸菌（*Streptococcus faecalis* T-110） $7 \times 10^6$ 個、糖化菌芽胞末（*Bacillus mesentericus*） $3 \times 10^5$ 個及び酪酸菌芽胞末（*Clostridium butyricum*） $2 \times 10^6$ 個が含まれている。

調査項目は1日平均増体量、1日飼料摂取量及び飼料要求率とした。試験期間は1994年4月～9月である。

### 試験2 トルラ酵母及び血漿蛋白添加飼料給与が早期離乳子豚の発育と飼料利用性に及ぼす影響

供試豚は大ヨークシャー種母豚3腹から生産された21日齢の離乳子豚の去勢雄12頭、雌12頭の計24頭を用い、1試験区あたり去勢雄4頭、雌4頭の計8頭を雌雄混飼で群飼した。飼料は不断給餌、飲水は自由飲水とし、試験期間は21～63日齢までとした。

対照区の給与飼料は21～35日齢までは基礎飼料A、36～49日齢は基礎飼料AとBをそれぞれ50%ずつ混合したもの、50～63日齢までは基礎飼料Bを使用した。試験区は、基礎飼料にトルラ酵母粉末（*Candida utilis*、日本製紙社）を0.5%添加したトルラ酵母区、血漿蛋白（バイエル社）を1%添加した血漿蛋白区を設定した。

調査項目は1日平均増体量、1日平均飼料摂取量及び飼料要求率とした。試験期間は1996年4月～6月である。

### 試験3 生菌剤添加飼料給与による好中球の殺菌能の変化

供試豚は大ヨークシャー種母豚3腹から生産された21日齢の離乳子豚の去勢雄8頭、雌8頭の計16頭を用い、1試験区あたり去勢雄4頭、雌4頭の計8頭を雌雄混飼で群飼した。飼料は基礎飼料Aを使用し、不断給餌とし、飲水は自由飲水とした。試験区には試験1と同様の生菌剤を0.5%添加給与した。

試験期間は21～35日齢までとし、試験開始時（21日齢）と14日目（35日齢）で採血した。

採取した血液は白血球を分離するため、ヘパリン処理

し、全血の1/2量の6%デキストランT600生理食塩水溶液を加え30分室温に放置した後、上層部を遠心採取し、イーグルMEM培地に懸濁した。この後、比重1.07のパーコールに重層し、遠心分離後、混入した赤血球を溶血液（0.16M塩化アンモニウム：0.17Mトリス=9：1混合液）で溶血処理後、イーグルMEM培地で2回洗浄した。白血球数を $1 \times 10^6$ 個/mlに調整した液100 $\mu$ lと20mMルミノール溶液100 $\mu$ lを混合し、化学発光測定装置（Biolumat LB9505, Berthold社）で加温した後、生理食塩水で10mg/mlに調整したオプソニン化ザイモザン（発光誘導物質）100 $\mu$ lを加え、20分間の発光活性を測定した。発光活性は発光ピーク値（ $\times 10^6$ CPM）で表し、比較した<sup>2,13)</sup>。試験期間は1995年10月～11月である。

### 試験4 トルラ酵母及び血漿蛋白添加飼料給与による好中球殺菌能の変化

試験2の供試豚を用いて、発育試験開始時（21日齢）、14日目、28日目及び42日目（63日齢）に採血を行い、血液中の好中球殺菌能を調査した。

試験3と同様の手法で好中球の殺菌能を測定した。

## 結 果

### 試験1 生菌剤添加飼料給与が早期離乳子豚の発育及び飼料利用性に及ぼす影響

第2表 生菌剤給与による早期離乳子豚の発育及び飼料利用性

日 齢	21-35	36-49	50-63	21-63
1日平均増体量	g	g	g	g
対 照 区	175a	476a	659a	458a
生 菌 剤 区	233b	478a	700a	487a
1日平均飼料摂取量	g	g	g	g
対 照 区	362a	699a	1316a	833a
生 菌 剤 区	404a	721a	1455a	900a
飼料要求率				
対 照 区	2.07	1.47	2.00	1.98
生 菌 剤 区	1.73	1.51	2.08	1.91

注1) 異符号間に有意差有り(p<0.05)

2) 飼料要求率=飼料摂取量÷増体重

第3表 血漿蛋白及びトルラ酵母給与による早期離乳子豚の発育及び飼料の利用性

日 齢	21-35	36-49	50-63	21-63
1日平均増体量	g	g	g	g
対 照 区	255a	631a	699a	530a
血 漿 蛋 白 区	240a	593a	767a	538a
ト ル ラ 酵 母 区	334b	722b	877b	648bb
1日平均飼料摂取量	g	g	g	g
対 照 区	506a	931a	1287a	916a
血 漿 蛋 白 区	461a	873a	1212a	857a
ト ル ラ 酵 母 区	450a	1141a	1323a	975a
飼料要求率				
対 照 区	2.00	1.50	1.84	1.73
血 漿 蛋 白 区	1.90	1.50	1.58	1.60
ト ル ラ 酵 母 区	1.60	1.60	1.51	1.51

注1) 異符号間に有意差有り(p<0.05)

2) 飼料要求率=飼料摂取量÷増体重

生菌剤給与による早期離乳子豚の1日平均増体量、1日平均飼料摂取量及び飼料要求率を第2表に示した。

(1) 発育：子豚の1日平均増体量は、21～35日齢では対照区175g、生菌剤区233gとなり、生菌剤区が有意( $p < 0.05$ )に大きかった。一方、36～49日齢、50～63日齢及び21～63日齢では対照区に比べて、生菌剤区の方が多い傾向にあったが、有意な差は認められなかった。

(2) 飼料摂取量：生菌剤区の1日平均飼料摂取量は対照区に比べて、有意な差は認められなかったが、多い傾向を示した。

(3) 飼料要求率：子豚の飼料要求率は21～35日齢では対照区に比べ、生菌剤区の方が良い傾向にあった。他の日齢では差がなかった。

### 試験2 トルラ酵母及び血漿蛋白添加飼料給与が早期離乳子豚の発育と飼料利用性に及ぼす影響

トルラ酵母及び血漿蛋白添加飼料給与による早期離乳子豚の1日平均増体量、1日平均飼料摂取量及び飼料要求率を第3表に示した。

(1) 発育：対照区の1日平均増体量に比べて、トルラ酵母区の方が36～49日齢、50～63日及び21～63日齢において、有意に( $p < 0.05$ )増加したが、血漿蛋白区の方は差が認められなかった。

(2) 飼料摂取量及び飼料要求率：対照区の1日平均飼

料摂取量に比べて、血漿蛋白区は差がなかったが、トルラ酵母区の方は21～35日齢において少なく、35日齢以降は多かった。飼料要求率は、対照区に比べ、血漿蛋白区は差がなかったが、トルラ酵母区の方は21～35日齢において良い傾向にあった。

### 試験3 生菌剤添加飼料給与による好中球殺菌能

試験開始時と生菌剤添加飼料給与後14日目の化学発光値は対照区0.46、2.26に比べて、0.65、4.40と高い値を示し、好中球の殺菌能は向上する傾向がみられた(第1図)。ただし、各区ごとに分離した白血球を混合、調整した後に測定したため有意差をみることはできない。

### 試験4 トルラ酵母及び血漿蛋白添加飼料給与による好中球殺菌能

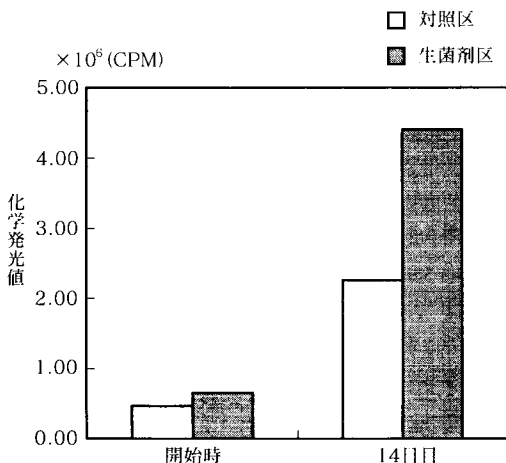
試験開始後28日目の化学発光値は、対照区1.10に比べて、トルラ酵母区では1.88、血漿蛋白区では2.15といずれも高い値を示し、好中球の殺菌能は向上する傾向がみられたが有意差はなかった。14、42日後の化学発光値に差はみられなかった(第2図)。

## 考 察

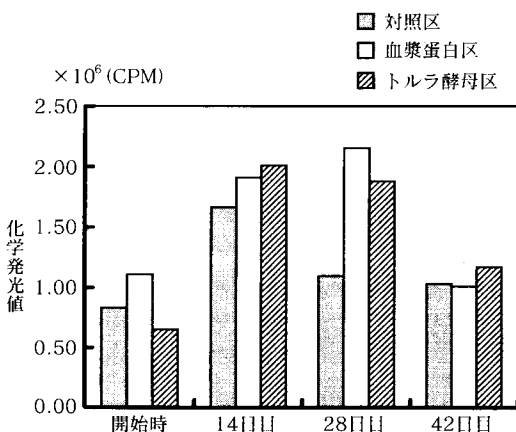
子豚を良好に発育させるには、離乳ストレスを最小限に抑えることが重要である。このため、通常の市販の子豚用人工乳飼料の中には、母乳から飼料へすみやかに移行できるように、嗜好性や消化性に優れ、栄養価が高い種々の生理活性物質が配合されている。これらの生理活性物質は飼料添加物あるいは動物用医薬品として市販されている。

本試験では、市販されている生理活性物質を子豚用飼料に添加することによって、子豚の増体への効果を検討した。離乳後14日間の子豚の増体は生菌剤及びトルラ酵母を飼料に添加給与すると、いずれも有意に向上した。また、試験期間中の子豚の下痢は、対照区及び各試験区とも、みられなかった。

生菌剤添加飼料を給与した21～35日齢までの子豚の発育が有意に改善されたのは、その間の1日平均飼料摂取量が多かったことから、飼料の食い込みが多かったためと思われる。本試験に使用した生菌剤は、子豚の下痢の治療および予防薬として市販されているものである。生菌剤中の乳酸菌は、ストレスにより変動した腸内細菌叢を改善する作用があり<sup>8,9)</sup>、また、体内に侵入した細菌や異物を貪食する食細胞の一種であるマクロファージを活性化させ、免疫能を強化することが示されている<sup>11)</sup>。また、糖化菌にはその代謝産物が免疫賦活化作用を有しているピフィズ菌の増殖を促進したと報告されている<sup>4)</sup>。また、酪酸菌は、でんぷん糖化酵素、蛋白質分解酵素及び乳酸分解酵素を産生するので、飼料の消化を助ける作用がある。さらに生菌剤の給与は、子豚の腸内細菌叢を安定させ、腸内腐敗物質を減少させる作用があると報告されている<sup>12)</sup>。これらのことから、消化機能が十分発達していない35日齢以前の子豚の発育向上は生菌剤の添加飼料給与により、腸内細菌叢が安定して、飼料消化の改善がなされたためと思われる。一方、36日齢以降の子豚の発育に効果がみられなかったのは消化機能がある程度



第1図 生菌剤添加飼料給与による好中球の殺菌能



第2図 血漿蛋白及びトルラ酵母添加飼料給与による好中球の殺菌能

発達したためと思われる。したがって、子豚用飼料への添加期間については、さらに検討が必要である。

血漿蛋白中には免疫グロブリンが含まれおり経口的に投与された免疫グロブリンは、腸管から大半が吸収されるが、吸収されない免疫グロブリンは腸管粘膜上皮を保護し、腸管内の病原性微生物の腸管粘膜上皮への侵入を防止すると言われている<sup>14)</sup>。また、血漿蛋白を離乳後14日間、2、4、6、8、および10%添加すると子豚の発育が向上する<sup>7)</sup>と報告されているものの、1%添加飼料給与については報告がないので今回試験を実施したが子豚の発育を促進する効果はなかった。したがって、血漿蛋白の飼料添加は2%以上が必要であると考えられる。

トルラ酵母は36～63日齢間の1日平均飼料摂取量が増加するとともに1日平均増体量が有意に向上しており、今回の試験物質の中で最も効果があった。トルラ酵母は、欧州で人や家畜の蛋白質源や調味料の原料として使用されている。また、ビタミンB<sub>1</sub>以外の各種ビタミンも含まれている<sup>3)</sup>。このことからトルラ酵母の飼料添加により発育が良くなったのは子豚への栄養が強化されたためと考えられる。粉末酵母は特有の臭気と苦みと後味が残る<sup>3)</sup>といわれているが、試験2の結果から36日齢以降の子豚に問題はないと思われる。

血液中の白血球は好中球、好酸球及び好塩基球に分類される。このうち好中球は体外から侵入してきた病原性微生物を貪食、殺菌、消化することにより、感染防御の役割を担っている。好中球が体内の異物を貪食し殺菌・消化する過程で、活性酸素を放出する。ルミノール（発光物質）を添加することで、活性酸素の化学発光を測定する方法があり、好中球の病原性微生物や異物に対する殺菌能の指標とされており<sup>2)</sup>、細胞性免疫能の中心である好中球の殺菌能はストレスにより抑制されることが報告されている<sup>10)</sup>。今回、生理活性物質添加飼料給与による好中球の殺菌能への影響について、生菌剤、血漿蛋白及びトルラ酵母について検討したが、いずれも試験開始後、14日間の好中球の殺菌能は対照区に比べ、向上しているため、早期離乳子豚のストレスを緩和させる作用があると思われる。なお、細胞性免疫について、一部の効果が明らかになったが、免疫能は細胞性免疫以外に抗体産生能といった液性免疫もあり、免疫能に対する影響について、今後、さらに詳しく分析することで、その生理活性物質の生体への効果を明らかにすることが必要である。

## 謝 辞

本試験において、好中球の殺菌能分析について、ご指導をいただいた九州大学歯学部薬理学教室の門脇知子女史並びに山本健二教授に深謝します。また、トルラ酵母を提供していただいた日本製紙株式会社化成開発研究所に御礼を申し述べます。

## 引用文献

- 1) F.BLECHA, D.S.POLLMANN and D.A.NICHOLS (1983) Weaning pigs at an early age decreases cellular immunity. *J.Anim.Sci.* **56** (2)369-400.
- 2) 長谷川廣文,堀内篤(1993)食細胞機能検査法. *Medical Technology*. **21**(7),605-610.
- 3) 橋谷義孝(1965)酵母学.岩波書店. 534-543.
- 4) IINO H., et al (1993) Stimulation of bacterial growth of some strains of *Bifidobacterium* by a crude preparation of metabolites from *Bacillus mesentericus* TO-A. *Biomedical Letters*. **48**,73-78.
- 5) K.J.HENNESSY, F.BLECHA, D.S.POLLMANN, E.F.KLUBER (1987) Isoprinisone and levamisole immunomodulation in artificially reared neonatal pigs. *Am.J.Vet.Res.*, **48**(3),477-480.
- 6) 呉克昌(1997)日本におけるSEWの応用.豚病会報,**30**,16-23.
- 7) L.J.KATS, J.L.NELSEN, M.D.TOKACH, R.D.GOODBAND, J.A.HANSEN and J.L.LAURIN (1994) The effect of spraydried porcine plasma on grow performance in the early-weaned pig. *J.Anim. Sci.* **72**(8)2075-2081.
- 8) 光岡知足(1978)腸内細菌叢と家畜の生産性Ⅰ.日獣会誌.**31**(9),259-267.
- 9) 光岡知足(1978)腸内細菌叢と家畜の生産性Ⅱ.日獣会誌.**31**(10),199-207.
- 10) 村田英雄(1995)長距離輸送後の牛血清に認められた牛好中球機能抑制作用.日畜会報.**66**(11),976-978.
- 11) 奥村純市,古瀬充宏(1995)プロバイオテックス.畜産の研究.**49**(2),323-327.
- 12) 寺田厚,原宏佳ら(1994)豚の腸内フローラおよび腸内腐敗物質に及ぼす生菌剤の効果.日畜会報.**65**(9),806-814.
- 13) 斧康雄(1990)ケミルミネッセンス法を用いた食細胞検査法.モダンメディア.**36**(12),12-27.
- 14) YABUKI.T., KASHIWAZAKI.M., NAMIOKA.S. (1974) Quantitative analysis of three classes of immunoglobulins in serum of newborn pig and milk sows. *Am.J.Vet.Res.* **35**(12),1483-1489.
- 15) 矢後啓司,佐野順一ら(1995)フラクトオリゴ糖の豚への給与試験.神畜試研.**85**,12-15.
- 16) 矢挽輝武,石井泰明ら(1991)Peptidoglycanおよびその他の生理活性物質が豚の生産性に及ぼす影響.日豚会誌.**28**(3),225-229.