

# 異麥芽寡糖對仔豬生長性能、 氮代謝及糞臭味之影響<sup>(1)</sup>

徐阿里<sup>(2)</sup> 許晉賓<sup>(2)</sup>

收文日期：88年9月21日；接受日期：89年4月17日

## 摘 要

以生長試驗及代謝測定來探討仔豬飼糧中添加異麥芽寡糖 (Isomalto-oligosaccharides, IMOS) 對其生長性能、氮代謝及糞臭味之影響。所使用的異麥芽寡糖漿 (IMOSS) 含62.8% 異麥芽寡糖，係以  $\alpha$ -D-(1-6) 葡萄糖鍵結合的寡糖。選取 80 頭離乳仔豬 (體重 8.6 kg)，依性別及胎別分飼於 20 欄，逢機分飼處理飼糧，五種處理分別為飼糧添加：(1) 0% IMOS (對照組)；(2) 0.6% IMOS；(3) 1.2% IMOS；(4) 0.6% IMOS + 抗生素 (含林可黴素及觀黴素各 22 mg/kg)；(5) 0.6% IMOS + 雙叉乳桿菌 ( $8 \times 10^8$  CFU/kg)；以測定仔豬之生長性能等。另選取 16 頭仔豬 (體重 12.5kg) 分別置於代謝架，分 4 組逢機飼予試驗飼糧，飼糧處理如生長試驗之 1 至 4 組，經適應 5 天後，各別收集排泄物 5 天，以測定氮代謝及糞臭味。試驗結果顯示 IMOS 或抗生素、乳桿菌之添加並不顯著影響仔豬之飼料攝食量、增重、增重 / 飼料及下痢指數等。仔豬氮蓄積率及豬糞臭味成分中的氨 ( $\text{NH}_3$ )、硫化氫 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 與一級胺 ( $\text{RNH}_2$ ) 的濃度在處理間並無顯著差異，但飼糧添加 0.6% IMOS 可降低 ( $P < 0.07$ ) 豬糞臭氣中乙硫醇 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ )，但抗生素的添加並無此效果。

關鍵詞：異麥芽寡糖、生長、氮代謝、糞臭味、仔豬。

## 緒 言

動物能消化利用單糖及雙糖等，而其他的寡糖如果寡糖等不易被消化酵素分解，但能被腸內之微生物發酵利用，可以幫助有益微生物生長而抑制潛在性病原菌的增殖 (Monsan and Paul, 1995)。離乳仔豬飼糧含果寡糖 (Fructo-oligosaccharide, FOS) 飼料有提高氮消化率、降低排泄物臭味之趨勢 (Bunce *et al.*, 1995a)，降低豬感染大腸桿菌所引起的下痢及死亡 (Bunce *et al.*, 1995b)。Lou *et al.* (1995) 報告甘露聚寡糖 (Mannan-oligosaccharide, MOS) 可降低豬糞的大腸桿菌。Orban *et al.* (1997) 報告生長豬飼料中添加 Sucrose thermal oligosaccharide caramel (STOC) 對豬生長性能及小腸細菌數並無改善的效果。異麥芽寡糖 (isomalto-oligosaccharides, IMOS) 含有  $\alpha$ -D (1-6) 葡萄糖鍵結合之寡糖，不易為消化道內酵素分解，而且對消化道內微生

(1)行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1003 號。

(2)行政院農業委員會畜產試驗所家畜營養系。

物也具有選擇性的增殖作用，尤其有利於有益菌如雙叉乳桿菌等增殖，且被其他有害菌或兼性菌如類細菌、梭菌、鏈球菌等的利用率比果寡糖及乳寡糖低，故異麥芽寡糖在實用上較有利(渡邊，1989；張，1995)。異麥芽寡糖可利用 30% (W/V) 的麥芽糖為基質，利用 *Aspergillus niger* 之胞內  $\alpha$ -D-葡萄糖苷酶催化反應可得到異麥芽寡糖的生產率 60% (許等，1993)。台糖公司利用樹薯粉為原料，經微生物的酵素作用來生產異麥芽寡糖，成本可較果寡糖低，且耐熱性佳，具有生產的價值。本試驗目的乃以豬之生長試驗及代謝測定來探討仔豬飼糧中添加異麥芽寡糖對其生長性能、氮代謝及糞臭味之影響。

## 材料與方法

### I. 材料

- (i) 所使用的異麥芽寡糖漿為台糖公司所研發製造的，含有異麥芽糖 (isomaltose)、盼樂糖 (panose) 及異麥芽三糖 (isomaltotriose) 等非發酵性異麥芽寡糖及葡萄糖 (glucose)、麥芽糖 (maltose) 及麥芽三糖 (maltotriose) 等成分，其中含有 62.8% 異麥芽寡糖。
- (ii) 本試驗共使用 96 頭 LYD 三品種雜交仔豬來進行豬生長試驗及代謝試驗。

### II. 方法

#### (i) 生長試驗

選取 80 頭 LYD 三品種雜交仔豬 (平均體重 8.6 kg)，依性別及胎別分飼於 20 欄 (每欄 4 頭)，逢機分飼處理飼糧，每處理 4 欄 (重複)，五種處理分別為飼糧添加：(1) 0% IMOS (對照組)；(2) 0.6% IMOS 即添加 1% IMOSS；(3) 1.2% IMOS；(4) 0.6% IMOS + 抗生素 (含林可黴素及觀黴素各 22 mg/kg)；(5) 0.6% IMOS + 雙叉乳桿菌 ( $8 \times 10^8$  CFU/kg)。以測定保育期仔豬之生長性能、育成率及下痢指數等。對照組飼糧不添加抗生素與 IMOS，含代謝能 3250 kcal/kg，飼糧組成如表 1。

#### (ii) 代謝試驗

選取 16 頭閹公豬 (體重 12.5 kg) 分別置於代謝架，分 4 組逢機飼予試驗飼糧，飼糧處理如生長試驗之 1 至 4 組，豬經適應 5 天後，分別收集每頭豬之排泄糞及尿 5 天，以測定氮代謝，並用 Bionucs 及 Neotronics 偵測器 (馬等，1993)，測定糞臭氣中之氨氣及硫化氫等。

### III. 統計分析

試驗所得數據以 SAS 套裝軟體之統計分析系統 (SAS, 1988) 進行統計分析，先採用一般線性模式 (GLM) 進行變方分析，並以鄧肯式多變域試驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間的差異顯著性 (Steel and Torrie, 1980)

## 結果與討論

### I. 生長試驗

由異麥芽寡糖對仔豬生長性能影響試驗結果 (表 2) 顯示，IMOS 或抗生素、雙叉乳桿菌之添加並不顯著影響仔豬之飼料攝食量、增重、增重/飼料及下痢指數等，但豬餵飼含 1% IMOSS (含 0.6% IMOS) 及其與抗生素同時添加之二處理飼糧組有提高增重之趨勢，處理之效果分別改進增重

表 1. 對照組仔豬基礎飼糧組成

Table 1. Composition of basal diet for weanling pig

Ingredients	%
Corn, ground	61.8
Soybean meal	20.4
Fish meal	4.6
Skim milk	3.6
Whey	3.7
Lard	2.4
Dicalcium phosphate	1.6
Limestone, pulverized	0.74
Salt	0.4
L-Lysine-HCl, 78% lysine	0.06
Vitamin premix <sup>a</sup>	0.1
Mineral premix <sup>b</sup>	0.15
Choline chloride, 50% choline	0.2
Analyzed value	
Crude protein	18.64
Lysine	1.01
Calcium	1.07
Phosphorus	0.71

<sup>a</sup>Supplied per kilogram of diet : Vitamin A 6,000 IU; Vitamin D<sub>3</sub> 800 IU; Vitamin E 20 IU; Vitamin K<sub>3</sub> 4 mg; Vitamin B<sub>2</sub> 4 mg; Vitamin B<sub>6</sub> 1 mg; Vitamin B<sub>12</sub> 20  $\mu$ g; Niacin 30 mg; Calcium pantothenate 16 mg; Folic acid 0.5 mg; Biotin 0.1 mg.

<sup>b</sup>Supplied per kilogram of diet : Fe 140 mg; Cu 7 mg; Mn 20 mg; Zn 120 mg; I 0.45 mg.

4% 及 8% (表 2)；但提高 IMOSS 使用量至 2% (含 1.2% IMOS)，並無改進仔豬生長及飼料效率的效果。

Bunce *et al.* (1995b) 報告離乳仔豬飼料含果寡糖飼料可降低豬感染大腸桿菌所引起的下痢及死亡。Lou *et al.* (1995) 報告甘露聚寡糖可降低豬糞的大腸桿菌。而 Orban *et al.* (1997) 報告生長豬飼料中添加 Sucrose thermal oligosaccharide caramel (STOC) 對豬生長性能及小腸細菌數並無改善的效果。渡邊等 (1989) 報告 25 日齡仔豬飼糧中添加 0.12% 果寡糖或異麥芽寡糖或異麥芽寡糖與 *Bacillus toyoi* 生菌劑可較對照組提高五週增重分別達 3%、4% 及 8%，而飼料效率則分別改善 2%、3% 及 5%；其寡糖之添加量低於本試驗，適當的用量值得進一步探討。張 (1995) 報告仔豬飼料中添加果寡糖量，似宜在 1~2%，添加量太高會影響仔豬攝食量；但在本試驗中 IMOS 添加量為 0.6% 及 1.2%，並不影響飼料攝食量。

## II. 代謝試驗

IMOS 之添加雖降低仔豬對氮的消化率 ( $P < 0.05$ )，但並不顯著影響仔豬氮蓄積率 (表 3)，雖然

表 2. 異麥芽寡糖(IMOS)對仔猪生長性能之影響

Table2. Effect of isomalto-oligosaccharides (IMOS) on growth performance of weanling pigs

Item	IMOS	0%	0.6%	1.2%	0.6%	0.6%	
	Antibiotics <sup>a</sup>	-	-	-	+	-	SE <sup>d</sup>
	Bifidobacteria <sup>b</sup>		-	-	-	+	
Initial wt, kg		8.3	8.8	8.5	8.8	8.3	0.27
Feed intake, kg/d		0.86	0.90	0.93	0.99	0.84	0.05
Daily gain, kg/d		0.49	0.51	0.48	0.53	0.45	0.027
Gain/feed		0.57	0.57	0.52	0.54	0.54	0.026
Fecal consistency score <sup>c</sup>		2	2	2	2	2	0.041

<sup>a</sup> Lincomycin 22 mg/kg and Spectinomycin 22 mg/kg。

<sup>b</sup> Lactobacillus  $8 \times 10^8$  CFU/kg。

<sup>c</sup> Judgement of fecal consistency score / pen =  $\Sigma$  (daily fecal score per pig)  $\div$   $\Sigma$  (feeding days per pig)

Fecal consistency score :

1. normal, solid consistency; 2. normal, soft and mostly solid; 3. runny, mostly fluid; 4. watery, all fluid; 5. watery with blood

<sup>d</sup> Standard errors of the least squares mean.

飼糧中同時含 0.6% IMOS 及抗生素時會提高豬每日排糞氮量( $P < 0.05$ )，但並不顯著影響氮蓄積率。

豬糞臭味成分中的氨 ( $\text{NH}_3$ )、硫化氫 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 與一級胺 ( $\text{RNH}_2$ ) 的濃度在處理間並無顯著差異，但飼糧添加 0.6% IMOS 可降低豬糞臭氣中乙硫醇 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ ) 的濃度( $P < 0.07$ )，並有降低氨氣 (12%) 之趨勢，提高 IMOS 至 1.2% 並無再改進的效果，但如添加抗生素，反而有提高  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$  ( $P < 0.07$ ) 及  $\text{NH}_3$  ( $P < 0.18$ ) 的濃度之趨勢(表 4)。

Bunce *et al.* (1995a) 報告離乳仔猪餵飼含果寡糖(Fructo-oligosaccharide, FOS) (0.75 g/d 或 1.5 g/d) 之飼料可提高氮消化率( $P < 0.2$ )、氮蓄積率 ( $P < 0.12$ ) 及降低排泄物臭味如 p-cresol, indole 與糞臭素 (skatole) 之濃度 ( $P < 0.18$ ) 之趨勢，而 Gabert *et al.* (1995) 報告保育豬飼料中添加寡糖並不顯著影響迴腸胺基酸消化率及小腸的細菌數。Orban *et al.* (1997) 報告生長豬飼料中添加 Sucrose thermal oligosaccharide caramel 對仔猪生長性能及小腸細菌數並無改善的效果。IMOS 不易被仔猪的消化道內的酵素所分解，而且消化道內微生物對 IMOS 也有選擇性，如 IMOS 有利於乳桿菌的增殖，但在嫌氣性細菌的利用率則較果寡糖及乳寡糖低 (渡邊，1989)。在本試驗 IMOS 的添加提高豬排糞氮量而使氮消化率降低，其可能原因在腸道的微生物菌數之改變，而影響內源性氮量排出增加而降低了表面消化率。內源性氮包括本身腸道黏液及微生物菌體，而腸道黏液含有 N-acetylglucosamine 及 N-acetylgalactosamine 等 (Neutra and Forstner, 1987)，而細菌體細胞壁亦為 N-acetylglucosamine 與 deoxyribonucleic acid 等的來源 (Voet and Voet, 1990)，此均含有氮，而增加內源性氮之排出。

本研究結果顯示仔猪飼糧中添加含 0.6% IMOS、1.2% IMOS 或抗生素，對仔猪生長性能及氮蓄積無改進的效果，但 0.6% IMOS 之添加有降低豬糞臭氣中乙硫醇之趨勢。

表 3. 異麥芽寡醣(IMOS)對仔豬氮代謝之影響

Table3. Effect of isomalto-oligosaccharides (IMOS) on nitrogen metabolism of weanling pigs

Item	IMOS	0%	0.6%	1.2%	0.6%	SE <sup>d</sup>
	Antibiotics <sup>a</sup>	-	-	-	+	
N intake, g/d		23.12	22.93	21.17	1.79	
Urinary N, g/d		4.90	5.33	3.97	5.15	0.69
Fecal N, g/d		3.84 <sup>b</sup>	4.63 <sup>bc</sup>	4.43 <sup>bc</sup>	5.08 <sup>c</sup>	0.40
N digestibility, %		83.39 <sup>b</sup>	79.58 <sup>c</sup>	79.06 <sup>c</sup>	79.45 <sup>c</sup>	1.21
N retention, g/d		14.38	12.97	12.77	14.34	1.48
N retention, %		61.27	56.38	59.77	58.59	0.65

<sup>a,d</sup> Same as in Table 2.<sup>b,c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

表 4. 異麥芽寡醣(IMOS)對仔豬糞臭氣之影響

Table 4. Effect of isomalto-oligosaccharides(IMOS) on odor of excreta of weanling pigs

Item	IMOS	0%	0.60%	1.2%	0.60%	SE <sup>d</sup>
	Antibiotics <sup>a</sup>	-	-	-	+	
NH <sub>3</sub> , ppm		1.78	1.57	1.76	2.43	0.42
H <sub>2</sub> S, ppm		1.21	1.38	1.24	0.96	0.25
RNH <sub>2</sub> , ppm		1.62	1.34	1.18	1.21	0.36
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH, ppm		1.78 <sup>bc</sup>	1.21 <sup>b</sup>	1.44 <sup>bc</sup>	2.22 <sup>c</sup>	0.35

<sup>a, d</sup> Same as in Table 2.<sup>b,c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.07).

## 誌 謝

本研究承行政院農業委員會補助計畫經費〔87 科技 -1.5 牧 -14(16)〕及台灣糖業研究所王國禧博士提供異麥芽寡醣，本系劉芳爵先生提供乳酸菌，郭明儒先生協助豬之飼養及本飼料化驗中心同仁協助化學分析，試驗始得順利完成，謹此誌謝。

## 參考文獻

- 馬孟德、黃文瑜、吳繼芳、傅政敏。1993。飼料中添加除臭劑飼養肉豬對其生長性能與糞尿除臭效果影響之研究 II.沙皂素與沸石粉除臭效果比較試驗。中畜會誌 22(3):229-235。
- 許垵基、王錫賢、黃詩芳、汪曉芬、段國仁。1993。利用 *Aspergillus niger* ATCC42418 之胞內  $\alpha$ -D-葡萄糖苷酶生產異麥芽寡醣之研究。中國農化會誌 31(6):740-751。
- 張繁雄。1995。寡糖與多醣類寡糖在飼料工業上之發展與應用 (上)及(下)。飼料營養雜誌 5:47-

63 及 6:74-94。

- 渡邊直久、阪本博史、川名隆雄、内田健、鈴木正紀、志村武雄。1989。子豚に對する生菌劑およびイソマルトオリゴ糖併用の效果試験。畜産の研究 43 (9):1071-1074。
- Bunce, T. J., M. S. Kerley, G. L. Allee, and B. N. Day. 1995a. Feeding fructooligosaccharide to the weaned pig improves nitrogen metabolism and reduces odor metabolic excretion. *J. Anim. Sci.* 73 (Suppl. 1):70 (abstr).
- Bunce, T. J., M. D. Howard, M. S. Kerley, G. L. Allee and L. W. Pace. 1995b. Protective effect of fructooligosaccharide (FOS) in prevention of mortality and morbidity from infectious *E. Coli* K: 88 challenge. *J. Anim. Sci.* 73 (Suppl. 1):69 (abstr).
- Gabert, V. M., W. C. Sauer, R. Mosenthin, M. Schmitz and F. Ahrens. 1995. The effect of oligosaccharides and lactitol on the ileal digestibilities of amino acids, monosaccharides and bacterial populations in the small intestine of weanling pigs. *Can J. Anim Sci.* 75: 99-107.
- Lou, R., B. Langlois, K. Dawson, G. Cromwell and G. Parker. 1995. Effects of dietary mannanoligosaccharide on the prevalence of antibiotic resistant fecal coliforms from swine. *J. Anim. Sci.* 73 (Suppl. 1):175.
- Monsan, P. F. and P. Paul. 1995. Oligosaccharide feed additives. In: R. J. Wallace and A. Chesson (Ed.) *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feedings*. p 232. VCH, New York.
- Neutra, M. R. and J. F. Forstner. 1987. Gastrointestinal mucus: synthesis, secretion and function. pp 975-1009. in L. R. Johnson, ed. *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. 2<sup>nd</sup> ed. Raven Press, New York, NY.
- Orban, J. I., J. A. Patterson, O. Adeola, A. L. Sutton and G. N. Richards. 1997. Growth performance and intestinal microbial populations of growing pigs fed diets containing sucrose thermal oligosaccharide caramel. *J. Anim. Sci.* 75:170-175.
- Voet, D. and J. G. Voet. 1990. *Biochemistry*. John Wiley and Sons, New York, N.Y.
- SAS. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Inst. Inc. Cary, N.C.
- Steel, R. G. D. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Inc. New York.

# Effects of Isomalto-Oligosaccharides on Growth Performance, Nitrogen Metabolism and Odor of Excreta of Weanling Pigs <sup>(1)</sup>

A. L. Hsu<sup>(2)</sup> and C. B. Hsu<sup>(2)</sup>

Received Sep. 21, 1999; Accepted Apr. 17, 2000

## Abstract

The feeding trial and metabolism trial were conducted to evaluate the effect of dietary isomalto-oligosaccharides (IMOS) on growth performance, nitrogen metabolism and odor of excreta of weanling pigs. IMOS are oligosaccharides composed of glucose units bound by  $\alpha$ -D-(1,6) linkage. In the feeding trial, 80 weanling pigs (average weight 8.6 kg) were assigned to 20 pens and allotted to one of five dietary treatments. The diets were control; control diets containing either 0.6% or 1.2% IMOS; control diets containing 0.6% IMOS and Bifidobacteria ( $8 \times 10^8$ /kg) or antibiotics (Lincomycin 22 mg/kg and Spectinomycin 22 mg/kg). In the metabolism trial, 16 weanling pigs (average weight 12.5 kg) were housed in metabolic cages and allotted to one of four dietary treatments as those in feeding trial excluding the dietary treatment containing 0.6% IMOS with Bifidobacteria. Pigs were adapted for five days followed by a 5-day collection for measuring the nitrogen metabolism and odor of excreta of each pig. The results showed that there were no significant effects of IMOS or antibiotics or Bifidobacteria on ADG, ADFI, feed efficiency, nitrogen retention, scour scores and concentration of  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{RNH}_2$  in feces. The level of  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$  in the feces were decreased by the addition of 0.6% IMOS ( $P < 0.07$ ) but not antibiotics addition.

Key words: Isomalto-oligosaccharides, Growth, Nitrogen metabolism, Odor of excreta, Weanling pig.

(1) Contribution No. 1003 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.  
(2) Department of Animal Nutrition, COA-TLRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan. 71210 R.O.C.