

脂肪來源與含量對離乳仔豬生長性能和胰脂肪

酶以及胰輔脂肪酶活性發展之效應⁽¹⁾

劉芳爵⁽²⁾⁽⁴⁾ 徐阿里⁽²⁾ 嚴世俊⁽²⁾ 許晉賓⁽³⁾

收件日期：91 年 12 月 19 日；接受日期：92 年 3 月 7 日

摘 要

本試驗目的探討飼糧未添加脂肪、添加豬油 (3%和 6%) 和大豆油 (3%和 6%) 對離乳仔豬生長性能、胰脂肪酶 (lipase) 和胰輔脂肪酶 (colipase) 比活性和總活性發展之影響。試驗採用 84 頭四週齡離乳仔豬，於離乳日和各處理組分別於離乳後第 7、14、21 及 28 天時，以逢機方式選取試驗仔豬 4 頭，採集胰臟及量秤胰臟之重量，並進行胰脂肪酶和胰輔脂肪酶比活性和總活性測定。試驗結果顯示，離乳後第 0 至 7 天，餵飼添加 6%大豆油仔豬之日增重、飼料採食量和飼料效率均顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組。離乳後第 7 至 14 天仔豬餵飼添加 6%大豆油飼糧飼料效率亦顯著 ($P < 0.05$) 優於添加豬油和對照組。胰脂肪酶比活性之測定，離乳後第 7 天顯著 ($P < 0.05$) 低於離乳日，但是於離乳後第 14 天餵飼添加脂肪組之胰脂肪酶比活性顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組。離乳後第 21 天餵飼添加大豆油組和添加 6%豬油之胰脂肪酶比活性顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組與添加 3%豬油組。離乳後第 7 天添加大豆油組之胰輔脂肪酶比活性顯著 ($P < 0.05$) 高於豬油組，但是於離乳第 14 天以後，添加脂肪對促進胰輔脂肪酶比活性和總活性發展作用不顯著。因此，仔豬於離乳後兩週，餵飼添加 6%大豆油飼糧，仔豬的生長性能和胰脂肪酶比活性與總活性的發展較佳，但是對胰輔脂肪酶比活性與總活性發展之作用較低。

關鍵詞：豬油、大豆油、胰脂肪酶、胰輔脂肪酶、比活性。

緒 言

離乳措施導致仔豬腸道的生理反應產生相當大的改變，特別在胰臟消化酶的分泌量、活性及腸道功能的發展。Cera *et al.* (1988a) 認為仔豬於離乳後第一週腸道絨毛高度顯著降低、腺窩加深以及腸道黏膜絨毛細胞對養分的吸收能力降低。本省仔豬慣常於四週齡時離乳，但此時仔豬胃腸道消化系統的發育尚未達成熟階段，對於固態飼糧的適應能力不及 8 週齡之仔豬 (Kelly *et al.*, 1991)，且供餵飼糧之營養濃度和嗜口性亦會影響仔豬的生長性能。因此，仔豬於離乳初期常發生生長停滯現象

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1166 號。

- (2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。
- (3) 行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場。
- (4) 通訊作者。

部份受飼糧組成的影響 (Lindemann *et al.*, 1986)，通常為增加離乳仔豬能量的攝取常於飼糧中添加脂肪，不過離乳仔豬對脂肪的利用率隨脂肪種類與用量的不同而異，例如仔豬對植物性脂肪利用率高於動物性脂肪，因動物性脂肪含有較高比率之飽和脂肪酸 (如C_{16:0}和C_{18:0})，而飽和脂肪酸的迴腸消化率較不飽和脂肪酸C_{18:1}和C_{18:2}以及C_{18:3}者低，導致動物性脂肪在消化率和能量值 (energy value) 較植物性脂肪低 (Jorgensen *et al.*, 1992; 1993; Overland *et al.*, 1994)。不過，Cera *et al.* (1988b; 1990) 研究指出，仔豬於離乳後第一週對玉米油的利用率高於豬油和牛油，但是於仔豬離乳第二週後對此三種脂肪的利用率並無顯著差異。Howard *et al.* (1990) 則認為，仔豬於離乳後最初 1 至 2 週對植物性脂肪和動物性脂肪利用率並沒有顯著差異。因此，離乳仔豬對脂肪的利用率隨飼糧中添加脂肪種類的不同而不同。胰臟分泌之消化酶活性隨飼糧受質 (substrate) 含量的提高而增加，飼糧脂肪含量每增加 6 倍約可增加豬胰脂肪酶 1.8 倍的活性 (Bertrand *et al.*, 1982)。但提高飼糧蛋白質含量對脂肪酶活性並無提高作用，不過蛋白質含量可能有增加胰輔脂肪酶活性的作用 (Malika *et al.*, 1980)。剛離乳仔豬對於脂肪的利用至少須經兩週的固態飼料適應期，才能藉由採食固態飼料方式獲取相似於離乳前 1 天，藉由吮飲母豬乳汁獲得之能量 (Robertson *et al.*, 1985)。欲提高離乳仔豬脂肪的利用率，胰脂肪酶和胰輔脂肪酶活性分泌量必須足夠 (Lindemann *et al.*, 1986)。另外，Jensen *et al.* (1997) 指出，離乳會造成仔豬胰脂肪酶與胰輔脂肪酶活性下降現象 (Cera *et al.*, 1988a; b)。因此，為改善離乳初期仔豬脂肪的利用率，有關離乳仔豬脂肪酶與輔脂肪酶活性的發展模式急需探討，並建立相關之基礎資料供參考運用。

材料與方法

I. 試驗設計和實施方法

試驗採用四週齡 LYD 三品種離乳仔豬共 84 頭，其中 80 頭依逢機完全區集設計分配於兩種脂肪來源 (豬油和大豆油) 和兩種含量 (3 vs 6%) 組合之四試驗處理組與不添加脂肪之對照組，比較其胰脂肪酶和胰輔脂肪酶活性發展之差異。另外 4 頭仔豬於離乳日，旋即犧牲作為測定之基準。飼糧處理除脂肪比率不同外，其餘各種營養組成均依照台灣地區飼養標準-豬 (1990) 於仔豬體重 10-20 kg 階段之推薦量配製 (表 1)，試驗期間採任食方式餵飼，並充分提供清潔之飲水。

II. 測定項目

五試驗處理組之仔豬，分別於離乳後第 7、14、21 及 28 天逢機各選取 4 頭仔豬 (共 80 頭仔豬)，先經 13—15 小時禁食後，旋即犧牲並採集胰臟，測定其重量、胰脂肪酶和胰輔脂肪酶之比活性和總活性。同時記錄各處理組仔豬之體重和飼料採食量數值，俾供分析仔豬之生長性能。

III. 分析方法

胰脂肪酶和胰輔脂肪酶活性測定依 Borgstrom (1975) 和 Gargouri *et al.* (1986) 方法測定，以三酪脂 (tributyrin) 為受質，利用 0.1N NaOH 進行滴定。樣品之前處理為先將胰臟樣品均質後，取 1g 樣品放入 10 倍體積之 0.1% Triton X-100 溶液，再以細胞破碎機處理 1 分鐘後，放入冷凍離心機離心，取上清液供分析胰脂肪酶和胰輔脂肪酶之活性。1 個單位胰脂肪酶比活性之定義為每 1 g 胰臟蛋白質在溫度 25°C 下每分鐘水解三酪脂釋出 1 μ mole 游離丁酸之含量。胰輔脂肪

酶活性測定方法，則需先將上述胰臟上清液經 70℃ 加熱處理 10 分鐘，破壞原有之胰脂肪酶活性後，再外加 50 pmol 胰脂肪酶，利用 0.1N NaOH 進行滴定，亦由三酯脂所釋出之游離丁酸含量，估算胰輔脂肪酶比活性。胰脂肪酶和胰輔脂肪酶總活性測定，分別以胰脂肪酶和胰輔脂肪酶之比活性 (U/g protein) 乘以胰臟含有之蛋白質質量表示之。

IV. 統計分析

試驗資料以一般線性模式 (General Linear Model) 進行變方分析 (SAS, 1996)，以最小均方平均值 (Least Square Means) 比較各處理間之差異顯著性，顯著水準小於 0.05 和 0.01 時，分別表示差異顯著和差異極顯著。各處理組並以直交多項式 (orthogonal polynomial) 分析其線型反應 (linear response)。

表 1. 試驗飼糧組成和分析值

Table 1. Component and calculated values of experiment diets

Level of fat-added, %	Control ¹	Lard		Soybean oil	
	0	3	6	3	6
Ingredients					
Yellow corn	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5
Soybean meal, 44% CP	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
Dicalcium phosphate	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Limestone, 38% Ca	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Fish meal	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Corn starch	19.5	16.5	13.5	16.5	13.5
Lard	0	3	6	0	0
Soybean oil	0	0	0	3	6
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamin premix ²	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mineral premix ³	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
DL-Methionine	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Antibiotic ⁴	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Calculated value					
Crude protein, %	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
ME, kcal/kg	3235	3360	3484	3346	3456
Lysine, %	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21

¹ Without adding lard or soybean oil in diets.

² Provided the following contents per kilogram of diet: Vitamin A, 6000 IU; Vitamin D₃, 800 IU; Vitamin E, 20 mg; Vitamin K₃, 4 mg; Vitamin B₂, 4 mg; Vitamin B₆, 1 mg; Vitamin B₁₂, 20 µg; niacin, 30 mg; pantothenic acid, 16 mg; folic acid, 0.6 mg; biotin, 0.01 mg; choline chloride, 50 mg.

³ Provided the following contents per kilogram of diet: Fe, 140 mg; Cu, 20 mg; Mn, 20mg; Zn, 120 mg; I, 0.45 mg.

⁴ Provided 50 ppm chlortetracycline per kg in diets.

結果與討論

I. 離乳仔豬之生長性能

離乳日至第 7 天，仔豬餵飼添加 6%大豆油之日增重顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組和添加豬油組 (表 2)。離乳後第 7 至 14 天，仔豬餵飼添加 3%豬油之日增重比添加 3%大豆油顯著 ($P < 0.05$) 較高，此結果可能因餵飼添加 3%豬油組，仔豬有代償性生長現象。離乳第 14 至 21 天和第 21 至 28 天，仔豬餵飼添加大豆油日增重顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組和添加豬油組。全期亦

以餵飼添加 6%大豆油仔豬之日增重顯著 ($P < 0.05$) 高對照組和添加豬油組，Jorgensen *et al.* (1992; 1993) 和 Overland *et al.* (1994) 報告亦有相似之結果。因此，餵飼添加 6%大豆油對提高離乳仔豬之日增重效果顯著 ($P < 0.05$) 比添加豬油組和對照組佳。

離乳日至第 7 天，餵飼添加大豆油仔豬之採食量顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組和添加 3%豬油組，離乳第 7 至 14 天、14 至 21 天、21 至 28 天以及全期，仔豬之飼料採食量各處理組間並無顯著差異。因此，仔豬於離乳後第 1 週餵飼添加大豆油飼糧，仔豬可以攝取較多脂肪，但是在離乳第 7 至 28 天期間添加脂肪之種類和添加量對仔豬飼料採食量影響較小。Howard *et al.* (1990) 認為可能因植物性脂肪有改善離乳仔豬生長性能之效應，但是其效果僅出現於離乳後第 1 至 2 週期間，第 2 週以後則與添加動物性脂肪之效果相似。

離乳日至第 7 天仔豬之飼料效率，餵飼添加 6%大豆油組顯著 ($P < 0.05$) 優於對照組和添加豬油組，但添加 3 和 6%大豆油兩組間差異未達顯著水準。離乳第 7 至 14 天餵飼添加 6%大豆油仔豬之飼料效率比對照組和添加豬油組以及 3%大豆油組顯著 ($P < 0.05$) 較佳。離乳第 14 至 21 天或第 21 至 28 天，仔豬餵飼添加豬油或大豆油各飼糧組間飼料效率沒有顯著比對照組高。全期仍以餵飼添加 6%大豆油組仔豬之飼料效率顯著 ($P < 0.05$) 較佳，但其他各組間並沒有顯著差異。因此於離乳後最初兩週餵飼添加 6%大豆油比未添加脂肪和添加豬油組，仔豬之飼料效率顯著 ($P < 0.05$) 較佳。

表 2. 脂肪來源和含量對離乳仔豬生長性能之效應

Table 2. Effects of fat sources and levels on performances of postweaning piglets

Level of fat-added, %	Control ¹	Lard		Soybean oil		MSE
	0	3	6	3	6	
Initial BW, kg	6.78	6.72	6.88	6.51	6.70	0.23
1 st wk	7.15	7.07	7.40	7.53	7.84	0.60
2 st wk	9.17	9.19	9.18	9.05	9.78	0.84
3 st wk	12.63	12.75	12.38	13.25	14.12	0.83
4 st wk	17.19	16.51	16.64	18.38	19.30	1.12
0 to 7 d						
ADG, g	53 ^a	50 ^a	74 ^a	146 ^{ab}	162 ^b	39.1
ADFI, g	69 ^a	70 ^a	109 ^{ab}	177 ^b	190 ^b	40.5
Feed/gain	1.30 ^a	1.40 ^a	1.47 ^a	1.21 ^{ab}	1.17 ^b	0.09
7 to 14 d						
ADG, g	289 ^{ab}	303 ^b	254 ^{ab}	217 ^a	277 ^{ab}	36.2
ADFI, g	441	457	396	366	362	71.7
Feed/gain	1.53 ^b	1.51 ^b	1.56 ^b	1.61 ^b	1.30 ^a	0.10
14 to 21 d						
ADG, g	494 ^a	509 ^a	457 ^a	600 ^b	620 ^b	36.3
ADFI, g	794	781	743	853	818	54.0
Feed/gain	1.61	1.53	1.62	1.42	1.32	0.16
21 to 28 d						
ADG, g	651 ^b	537 ^a	609 ^{ab}	732 ^c	740 ^c	53.2
ADFI, g	991	927	989	1079	1076	56.4
Feed/gain	1.52	1.73	1.62	1.47	1.45	0.17
0 to 28 d						
ADG, g	372 ^a	350 ^a	349 ^a	424 ^{ab}	450 ^b	46.2
ADFI, g	643	649	614	663	652	37.9
Feed/gain	1.73 ^{ab}	1.85 ^b	1.76 ^{ab}	1.56 ^{ab}	1.45 ^a	0.14

¹ Without adding lard or soybean oil in diets.

^{a,b,c} Means within the same row without common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

^{d,e} Average daily gain and average daily feed intake are respectively abbreviated to ADG and ADFI.

綜合結果顯示，脂肪種類和添加量會影響離乳初期仔豬生長性能，Jorgensen *et al.* (1992; 1993) 和Overland *et al.* (1994) 認為植物性脂肪在不飽和脂肪酸（如C_{18:1}和C_{18:2}以及C_{18:3}）含量較動物性脂肪高，同時不飽和脂肪酸的迴腸消化率亦較飽和脂肪酸為高，本試驗採用之大豆油在亞麻仁油酸（C_{18:2}）含量為 65.7%高於豬油的 18.3%(臺灣地區養豬飼養標準編輯委員會，1990)，同時大豆油總不飽和脂肪酸含量為 84.9% 亦高於豬油之 58.9% (NRC, 1998)。因此飼料添加大豆油仔豬於離乳初期之生長性能表現較佳，但是於離乳兩週以後添加大豆油與豬油對仔豬的生長性能沒有差異，上述現象與Cera *et al.* (1988b; 1990) 研究結果相似。

II. 離乳仔豬胰脂肪酶之比活性 (specific activity) 和總活性 (total activity)

(i) 胰臟重與胰臟蛋白質含量

離乳第 7 天各處理組和對照組間之胰臟重均沒有顯著高於離乳日 (表 3)，但是第 7 天以後胰臟重量隨著離乳天數的增加而增加。離乳第 7 天仔豬之胰臟重量以飼料添加 6%豬油或大豆油組顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組和添加 3%脂肪之飼糧組，但是離乳後第 14、21 和 28 天各處理組與對照組間沒有顯著差異。胰臟之蛋白質含量各處理組和對照組，離乳第 7 天與離乳日兩時段之間均沒有顯著差異，但是在離乳第 7 天以後均隨著離乳天數的增加而增加，此現象 Owsley *et al.* (1986) 認為可能因仔豬之胰臟重量和蛋白質含量隨日齡的增加而提高的作用，不過在離乳後第 14、21 和 28 天各處理組與對照組間並沒有顯著差異。

表 3. 脂肪來源和含量對離乳仔豬胰臟重量和蛋白質含量之效應

Table 3. Effects of fat sources and levels on pancreas weight and total protein from pancreas in postweaning piglets

Items	Postweaning days			
	7	14	21	28
Pancreas weight, g ¹				
Control group ²	15.3 ± 1.5 ^{ab}	25.2 ± 3.3	35.0 ± 4.5	50.2 ± 8.8
Lard 3%	12.0 ± 1.6 ^a	23.2 ± 1.9	32.8 ± 7.8	52.1 ± 13.2
6%	16.5 ± 2.4 ^b	21.2 ± 4.9	35.7 ± 9.5	48.5 ± 1.6
Soybean oil 3%	11.5 ± 1.0 ^a	19.7 ± 4.5	27.8 ± 4.5	57.3 ± 4.8
6%	16.8 ± 2.0 ^b	20.2 ± 3.6	35.8 ± 6.0	51.9 ± 16.5
Total protein weight, g				
Control group	2.3 ± 0.5	5.0 ± 1.8	5.7 ± 0.9	8.6 ± 1.1
Lard 3%	1.8 ± 0.2	4.2 ± 0.4	5.2 ± 1.6	9.4 ± 1.4
6%	2.6 ± 0.8	3.9 ± 1.3	6.7 ± 2.3	9.0 ± 0.6
Soybean oil 3%	1.9 ± 0.3	3.8 ± 1.3	5.6 ± 0.9	9.3 ± 0.5
6%	2.7 ± 0.6	3.5 ± 1.2	6.7 ± 1.4	9.6 ± 1.2

¹ The pancreas weight and total protein from pancreas on d 0 after weaning were respectively at 13.0 ± 1.6g and 2.5 ± 0.3g.

² Without adding lard or soybean oil in diets.

^{a, b} Means within the same column without common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

(ii) 胰脂肪酶比活性

離乳第 7 天，胰脂肪酶比活性顯著 ($P < 0.05$) 低於離乳第 0 天 (圖 1)，Jensen *et al.*

(1997) 認為此現象可能因仔豬於離乳初期攝取脂肪量不足導致比活性的降低。添加豬油和大豆油雖比對照組有提高胰脂肪酶比活性，但仍比離乳第 0 天低；不過在離乳第 7 天以後，仔豬胰脂肪酶比活性隨離乳天數的增加而增加，胰脂肪酶比活性與仔豬離乳後天數之線性關係呈三次式反應 (cubic response)。離乳第 7 天餵飼添加 6% 豬油和添加 3% 或 6% 大豆油組顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組與添加 3% 豬油組。離乳第 14 天，仔豬餵飼添加脂肪之飼糧組胰脂肪酶比活性均高於對照組。離乳第 21 天，餵飼添加 6% 脂肪組仔豬胰脂肪酶之比活性顯著高於對照組與添加 3% 豬油組。離乳第 28 天，餵飼添加 6% 大豆油仔豬胰脂肪酶之比活性顯著高於其他各組，而且添加 6% 豬油與添加 3% 大豆油仔豬胰脂肪酶之比活性亦顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組和添加 3% 豬油組，但兩飼糧組間差異不顯著。添加 3% 和 6% 豬油以及添加 3 和 6% 大豆油仔豬胰脂肪酶之比活性，分別為對照組 1.16、1.54、1.33 和 1.78 倍，顯示添加大豆油對胰脂肪酶比活性發展之效果較豬油高，仔豬餵飼添加 6% 脂肪組對胰脂肪酶比活性的發展作用亦較添加 3% 脂肪組高。此現象在 Wicker & Puigserver (1990) 和 Bertrand *et al.* (1982) 文獻中亦有相同之結果。因此，離乳仔豬餵飼添加脂肪之飼糧，可以提高胰脂肪酶之比活性。

(iii) 胰脂肪酶總活性

仔豬胰脂肪酶之總活性於離乳第 7 天較離乳日為低 (圖 2, $P < 0.05$)，此現象 Jensen *et al.* (1997) 指出可能因仔豬胰脂肪酶比活性和胰臟蛋白質含量在離乳第 7 天時表現量較低所致。不過於離乳第 7 天以後，仔豬胰脂肪酶之總活性隨著日齡的增加而增加，胰脂肪酶總活性與仔豬離乳後天數之關係亦呈三次式反應。由於胰脂肪酶總活性受胰脂肪酶之比活性和胰臟蛋白質含量之影響，由離乳第 7、14、21 及 28 天胰脂肪酶總活性之變化，顯示胰脂肪酶總活性隨脂肪添加量的增加而增加 (Bertrand *et al.*, 1982)。添加 3% 和 6% 豬油以及添加 3% 和 6% 大豆油胰脂肪酶總活性分別為對照組之 1.10、1.59、1.29 和 1.95 倍，不過添加大豆油對提升胰脂肪酶總活性比添加豬油組高。此結果可能因大豆油含有不飽和脂肪酸較豬油高，離乳仔豬對大豆油之利用率較高的影響 (Cera *et al.*, 1988b; 1990; Wicker and Puigserver, 1990)。

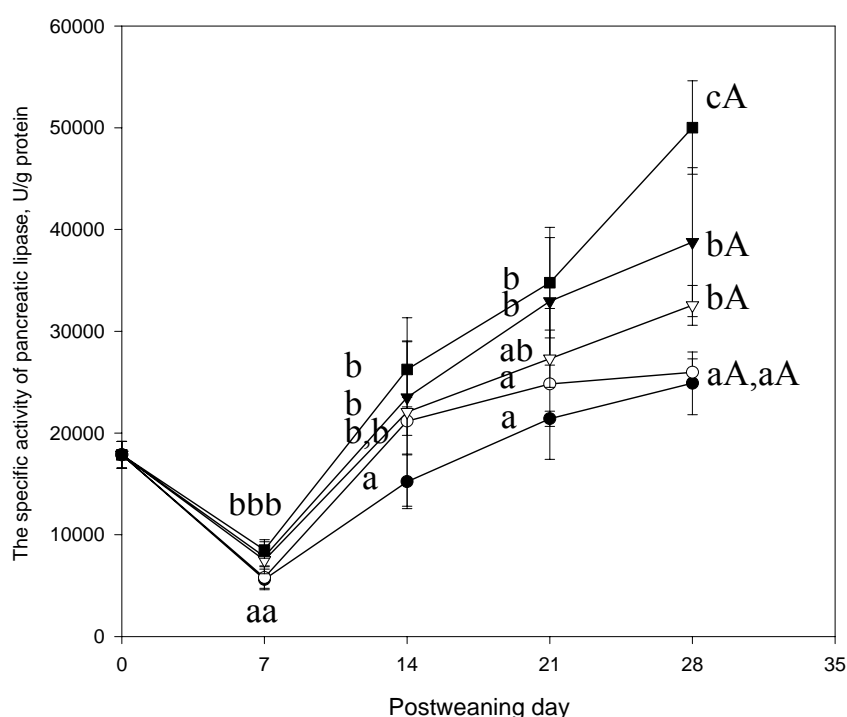


圖 1. 飼糧處理間胰脂肪酶比活性與離乳後天數之關係。

Fig. 1. The relationship between specific activity of pancreatic lipase and postweaning day of piglets among experiment diets.

●: Control group; ○: Lard 3%; ▼: Lard 6%; ▽: Soybean oil 3%; ■: Soybean oil 6%

U: One unit is defined as 1 μmole butyric acid released from tributyrin in one minute at 25°C.

a, b, c Means at the same postweaning day without common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

A The effect of postweaning day on the specific activity of pancreatic lipase is cubic ($P < 0.05$).

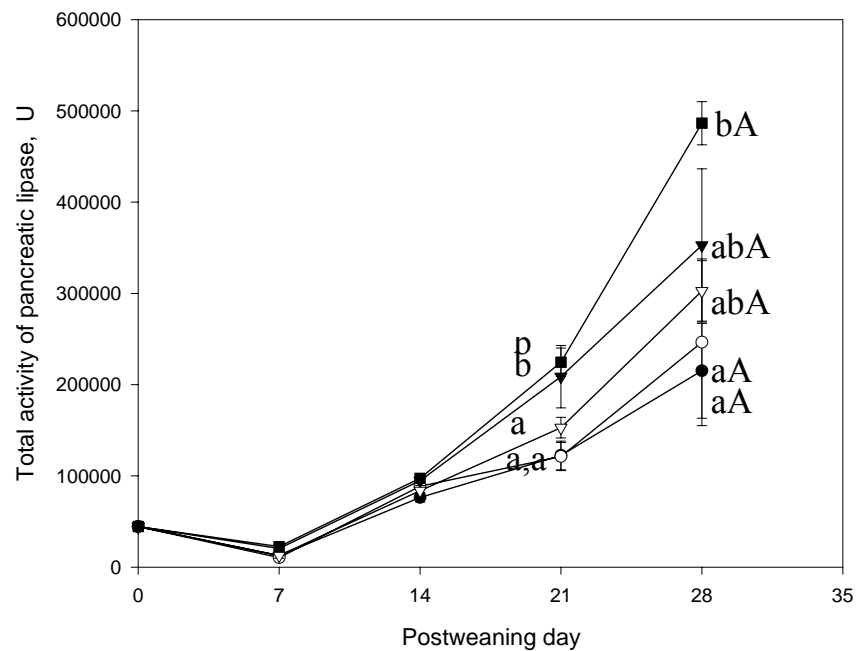


圖 2. 飼糧處理間胰脂肪酶總活性與離乳後天數之關係。

Fig. 2. The relationship between total activity of pancreatic lipase and postweaning day of piglets among experiment diets.

●: Control group; ○: Lard 3% ; ▼: Lard 6% ; ▽: Soybean oil 3% ; ■: Soybean oil 6%

U, a, b Meanings are the same as Fig. 1.

^A The effect of postweaning day on total pancreatic lipase activity is cubic ($P < 0.05$).

Total activity of pancreatic lipase was total protein from pancreas multiplies the specific activity of pancreatic lipase.

III. 離乳仔豬胰輔脂肪酶之比活性和總活性

(i) 胰輔脂肪酶比活性

胰輔脂肪酶比活性離乳第 7 天略低於離乳日，但是仔豬餵飼添加大豆油組比對照組和添加豬油組胰輔脂肪酶之比活性顯著 ($P < 0.05$) 較高 (圖 3)，此結果 Cera *et al.* (1988b; 1990) 認為可能因離乳初期仔豬對大豆油消化率較高所致。離乳第 14 天仔豬餵飼添加大豆油組胰輔脂肪酶之比活性顯著 ($P < 0.05$) 高於對照組，Momsen *et al.* (1995) 文獻亦有相似之結果。但是於離乳第 21 和 28 天各飼糧組間，仔豬胰輔脂肪酶之比活性沒有差異。離乳第 7 天以後胰輔脂肪酶之比活性隨離乳天數增加而增加，胰輔脂肪酶比活性與仔豬離乳後天數之線性關係亦呈三次式反應。添加 3 和 6% 豬油以及添加 3 和 6% 大豆油在胰輔脂肪酶比活性，分別為對照組之 1.11、1.15、1.26 以及 1.30 倍，由此結果顯示添加大豆油促進胰輔脂肪酶比活性發展的作用較添加豬油高。但 3 和 6% 脂肪添加量對仔豬胰輔脂肪酶比活性發展的作用，此兩種添加量間差異不顯著。此現象可能因胰輔脂肪酶比活性的發展除受脂肪含量影響之外，飼糧蛋白質含量 (Malika *et al.*, 1980) 和胃的抑制性多肽荷爾蒙 (gastric inhibitory polypeptide) (Duan and Erlanson-Albertsson, 1992) 亦會影響胰輔脂肪酶的比活性。

(ii) 胰輔脂肪酶總活性

胰輔脂肪酶之總活性離乳第 7 天略低於離乳日 (圖 4)，此現象顯示胰輔脂肪酶總活性的

發展於離乳初期有停滯現象 (Jensen *et al.*, 1997)。離乳第 7 天以後，胰輔脂肪酶之總活性發展隨仔豬日齡增加而增加，胰輔脂肪酶總活性與仔豬離乳後天數之線性關係呈三次式反應。但是離乳第 7、14、21 及 28 天，對照組與各脂肪添加組間均沒有顯著差異，此現象可能因胰輔脂肪酶總活性的發展除受脂肪因素影響之外 (Momsen *et al.*, 1995)，尚受其他因素如蛋白質因素 (Malika *et al.*, 1980) 和荷爾蒙因素 (Duan and Erlanson- Albertsson, 1992) 等的作用。不過添加 3% 和 6% 豬油以及添加 3 和 6% 大豆油仔豬胰輔脂肪酶總活性，分別為對照組之 1.09、1.20、1.22 以及 1.38 倍，此結果顯示添加脂肪對促進胰輔脂肪酶總活性發展作用較低。

因此，在離乳後最初 1 至 2 週，仔豬飼料添加 6% 大豆油飼糧，日增重和飼料效率較優於沒有添加脂肪、添加豬油組或添加 3% 大豆油組。同時添加大豆油促進胰脂肪酶比活性和總活性之作用高於添加豬油組和未添脂肪組，但是對胰輔脂肪酶比活性和總活性發展之成果較不顯著。

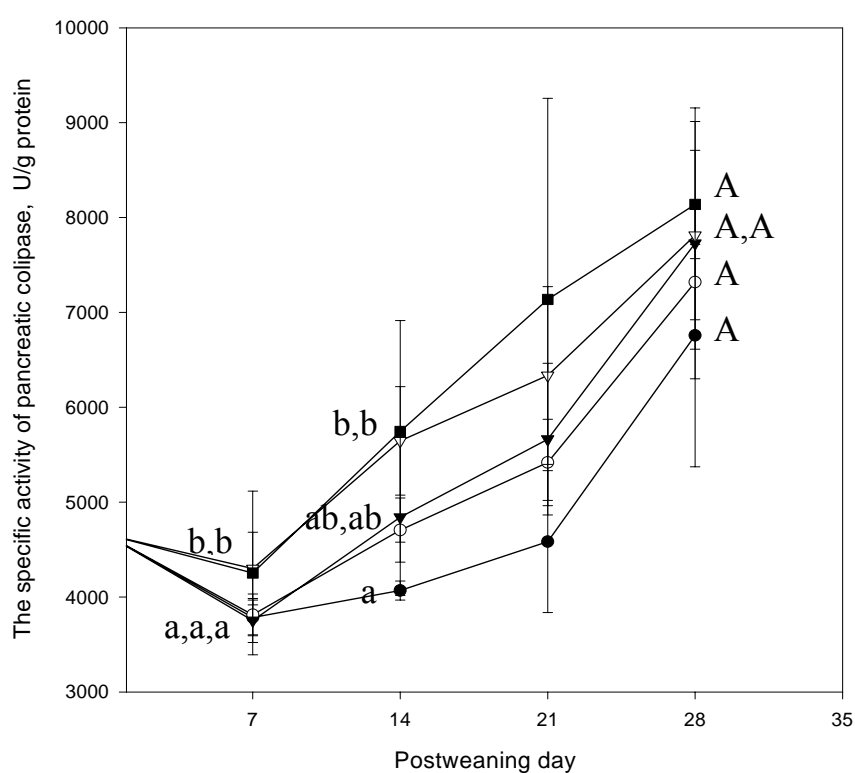


圖 3. 飼糧處理間胰輔脂肪酶比活性與離乳後天數之關係。

Fig. 3. The relationship between specific activity of pancreatic colipase and postweaning day of piglets among treatmental diets.

●: Control group; ○: Lard 3% ; ▼: Lard 6% ; ▽: Soybean oil 3% ; ■: Soybean oil 6%

U, a, b, Meanings are the same as Fig. 1.

^A The effect of postweaning day on the specific activity of pancreatic colipase is cubic ($P < 0.05$).

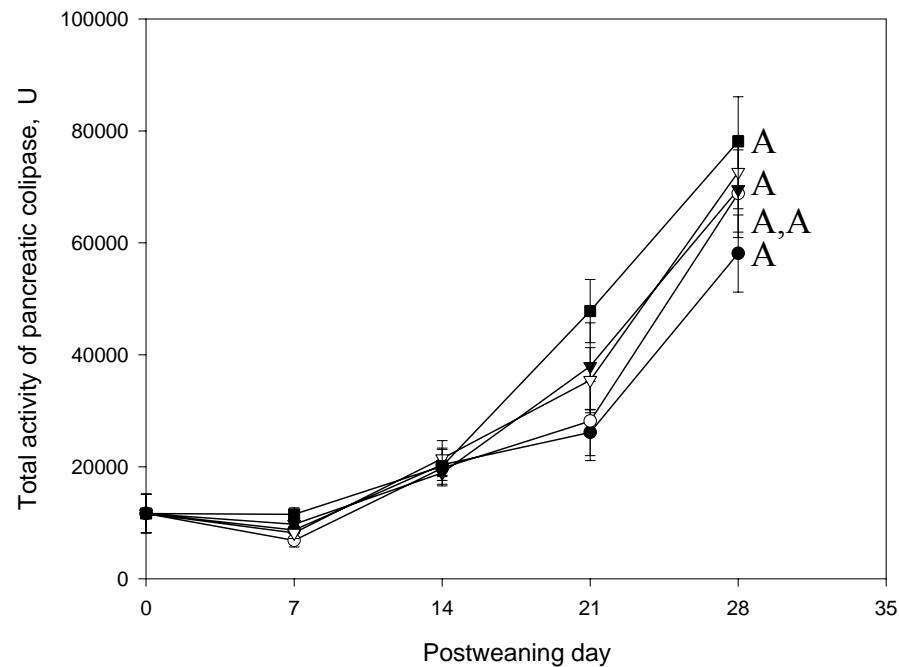


圖 4. 處理飼糧間胰輔脂肪酶總活性與離乳後天數之關係。

Fig. 4. The relationship between total activity of pancreatic colipase and postweaning day of piglets among treatmental diets.

●: Control group; ○: Lard 3% ; ▼: Lard 6% ; ▽: Soybean oil 3% ; ■: Soybean oil 6%

^AThe effect of postweaning day on total pancreatic colipase activity is cubic ($P < 0.05$).

Total activity of pancreatic colipase was total protein from pancreas multiplies the specific activity of pancreatic colipase.

參考文獻

- 臺灣地區養豬飼養標準編輯委員會。1990。臺灣地區飼養標準一豬。行政院農業委員會發行。台灣養豬科學研究所出版。
- Bertrand, S., G. A. Anik, O. Malika and V. Dominouie. 1982. Response of the exocrine pancreas to quantitative and qualitative variations in dietary lipids Am. Physiol. 242~G10~G15.
- Borgstrom, B. 1975. On the interactions between pancreatic lipase and colipase and the substrate, and the importance of bile salts. J. Lipid Research.16(6) : 411~417.
- Cera, K. R., D. C. Mahan, R. F. Cross, G. A. Reinhart and R. E. Whitmoyer. 1988a. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal and morphology in young swine. J. Anim. Sci. 66 : 574~584.
- Cera, K. R., D. C. Mahan and G. A. Reinhart. 1988b. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil, lard or tallow by weanling swine. J. Anim. Sci. 66(6) : 1430~1437.
- Cera, K. R., D. C. Mahan and G. A. Reinhart. 1990. Evaluation of various extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and an animal-vegetable fat blend for postweaning swine. J. Anim. Sci. 68(9) : 2756~2765.
- Duan, R. D. and C. Erlanson-Albertsson. 1992. Gastric inhibitory polypeptide stimulates pancreatic lipase and colipase synthesis in rats. Am. J. Physiol. 262(5) : G779~784.

- Gargouri, Y., G. Pieroni, C. Riviere, J-F. Saunier, P. A. Lowe, P. A. Sarda and R. Verger. 1986. Kinetic assay of human gastric lipase on short- and long-chain triacylglycerol emulsion. *Gastroenterology* 91 : 919~924.
- Hartman, P. A., V. W. Hays, R. O. Baker, L. H. Neagle and D. V. Catron. 1961. Digestive enzyme development in the young pig. *J. Anim. Sci.* 20 : 114~123.
- Howard, K. A., D. M. Forsyth and T. H. Cline. 1990. The effect of an adaptation period to soybean oil additions in the diets of young pigs. *J. Anim. Sci.* 68 : 678~68.
- Jensen, V. S., S. K. Jensen and K. Jakobsen. 1997. Development of digestive enzyme in pigs with emphasis on lipolytic activity in the stomach and pancreas. *J. Anim. Sci.* 75 : 437~445.
- Jorgensen, H., K. Jakobsen and B. O. Eggum. 1992. The influence of different protein, fat and mineral levels on the digestibility of fat and fatty acids measured at the terminal ileum and in feces of growing pigs. *Acta. Agric. Scand. Sect. Anim. Sci.* 42 : 177 ~184.
- Jorgensen, H., K. Jakobsen and B. O. Eggum. 1993. Determination of Endogenous fat and fatty acids at the terminal ileum and in feces in growing pigs. *Acta. Agric. Scand. Sect. Anim. Sci.* 43 : 177~184.
- Kelly, D., J. A. Smyth and K. J. McCracken. 1991. Digestive development of the early-weaned pig : effect of level of food intake on digestive enzyme activity during the immediate postweaning period. *Brit. J. Nutr.* 65(2) : 181~188.
- Lindemann, M. D., S. G. Gornelius and S. M. Kandelleg. 1986. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. *J. Anim. Sci.* 62 : 1298~1307.
- Malika, O., S. Bertrand , G. G. Anikn and A. Genevieve. 1980. Differential regulation of lipase and colipase in the pancreas by dietary fat and protein. *J. Nutr.* 110 : 2302~ 2309.
- Momsen, W. E., M. M. Momsen and H. L. Brockman. 1995. Lipid structural reorganization induced by the pancreatic lipase cofactor, procolipase. *Bioch.* 34(21) : 7271~7281.
- National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of swine. 10th revised Ed. Washington, D.C.
- Overland, M., Z. Mroz and F. Sundatol. 1994. Effect of lecithin on the apparent ileal and overall digestibility of crude fat and fatty acids in pigs. *J. Anim. Sci.* 72 : 2022~2028.
- Owsley, W. F., D. E. J. Orr and L. F. Tribble. 1986. Effects of nitrogen and energy source on nutrient digestibility in the young pig. *J. Anim. Sci.* 63 : 492~496.
- Robertson, A. M., J. J. Clark and J. M. Bruce. 1985. Observed energy intake of weaned piglets and its effect on temperature requirement. *Anim. Prod.* 40 : 475~79.
- SAS, 1996. SAS/STAT User's Guide, Release 6.11 Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Wicker, C. and A. Puigserver. 1990. Rat pancreatic colipase mRNA : nucleotide sequence of a cDNA clone and nutritional regulation by a lipid in diet. *Biochem. Biophys. Res. Commun* 167(1) : 130~136.

Effect of fat source and amount levels on growth performance and the development of pancreatic lipase and colipase activities in postweaning piglets⁽¹⁾

Fang-Chueh Liu^{(2) (4)}, A-Li Hsu⁽²⁾, Shih-Chin Yen⁽²⁾, and
Chin-Bin Hsu⁽³⁾

Received : Dec. 19, 2002 ; Accepted : Mar. 07, 2003

Abstract

The objective of this experiment was to examine the effects of fat sources and amount on the growth performance, pancreatic lipase and colipase specific activity and total pancreatic lipase and colipase activity in post-weaned piglets. Eighty-four piglets, 4 wk average age were fed one of five trial diets including without added fat as the control group, 3 and 6% added lard, and 3 and 6% added soybean oil. Four piglets were selected on the weaning day and sacrificed. On days 7, 14, 21 and 28 post-weaning, four piglets per trial diet were randomly selected and sacrificed. Pancreas organs from all sacrificed piglets were collected for weighing and lipolytic activity measurement. The results showed that piglets fed the 6% soybean oil diet had significantly ($P < 0.05$) higher on average daily gain, feed intake and feed efficiency than the control group from 0 to 7th day post-weaning. Piglet feed efficiency on the 6% soybean oil diet was remarkably ($P < 0.05$) better than the lard and control group diets from the 7th to 14th day post-weaning. On the 7th day post-weaning, specific pancreatic lipase activity was lower than on the weaning day. Piglets fed added fat diets showed higher specific pancreatic activity than the control group on the 14th day post-weaning. Piglets fed 6% lard and soybean oil diets had higher specific pancreatic lipase activity ($P < 0.05$) than the control and 3% added lard groups on 21st day post-weaning. The specific pancreatic colipase activity in piglets was boosted by soybean oil addition on the 7th day post-weaning. Adding fat produced no significant effect on specific pancreatic colipase activity after the 14th day post-weaning. However, piglets fed 6% added soybean oil acquired better growth performance and higher specific and total pancreatic lipase activity for the first 2-week post weaning. Adding soybean oil to the diet could increase the specific activity of pancreatic colipase on the 7th day postweaning.

Key words : Lard, Soybean oil, Pancreatic lipase, Pancreatic colipase, Specific activity.

-
- (1) Contribution No. 1166 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
(2) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua 712, Taiwan, R.O.C.
(3) Kaohsiung Animal Propagation Station, COA-LRI, Pingtung 912, Taiwan, R.O.C.
(4) Corresponding author.

Postweaning days
Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days

Postweaning days