

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

飼糧中離胺酸之缺乏對保育豬肌肉蛋白質更新之影響

計畫類別： 個別型計畫          整合型計畫

計畫編號：NSC 90-2313-B-002-370

執行期間： 90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

計畫主持人：魏恆巍

共同主持人：

計畫參與人員：張益銘

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學畜產學系

中 華 民 國      91 年      10 月      31 日

# 飼糧中離胺酸之缺乏對保育豬肌肉蛋白質更新之影響

計畫編號：NSC 90-2313-B-002-370

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：魏恆巍 國立台灣大學畜產學系

計畫參與人員：張益銘 國立台灣大學畜產學系

## 一、 中文摘要

本試驗檢測飼糧中離胺酸缺乏對保育豬肌肉蛋白質蓄積速率之影響。以離胺酸含量達需要量 61.4% 之飼糧，強迫餵飼裝設胃管之保育豬 18 天。結果顯示，其血漿中之游離離胺酸濃度低於對照組者，但異白胺酸與甲硫胺酸皆較對照組者為高，三者皆達顯著。缺乏組之豬隻體重與生長速率，皆顯著低於對照組者；而離胺酸之缺乏致使嚼肌、背最長肌、內縮肌與二頭股肌之蛋白質蓄積量，僅達對照組者之 62%、64%、63% 與 58%。各肌肉於試驗全期之蛋白質蓄積速率，對照組者皆顯著高於缺乏組者，但嚼肌與背最長肌之胺基酸組成，兩組間卻無顯著差異存在，此意味著肌肉蛋白質之蓄積趨緩乃是其各主要蛋白質之蓄積以等比例趨緩之結果，而非某一種肌肉蛋白質對飼糧離胺酸之缺乏特別敏感所致。

**關鍵詞：**保育豬、強迫餵飼、離胺酸缺乏、蛋白質蓄積速率

## Abstract

The aim of this study is to investigate effects of dietary lysine deficiency on protein accretion rates of porcine muscles. Pigs at 12 kg received a diet containing 61.4% of lysine requirement were in force-feeding by gastric tubes for 18 days. Results showed that the deficient pigs were with much lower lysine ( $p < 0.01$ ) but significantly higher methionine and isoleucine concentrations in plasma in comparison with a control group and lysine deficiency caused significantly lighter body weights and slower growth rates. Protein masses deposited for muscles *masseter*, *longissimus dorsi*, *adductor* or *biceps femoris* in the deficient group were only 62%, 64%, 63% or 58%, respectively, compared to that of the pigs

fed adequately. Protein accretion rates of the afore-mentioned muscles in the control group were higher, significantly different from the deficient pigs; nevertheless, there was no significant difference in amino acid composition of muscles *masseter* or *longissimus dorsi* between two groups, and it implied that the decreases in muscle protein deposition were due to reductions in accretion between individual muscle proteins, proportionately, but not because of some muscle proteins specifically sensitive to deficiency of lysine.

**Keywords:** Weanling pigs, Force-feeding, Lysine deficiency, Protein accretion rates

## 二、 緣由與目的

飼糧中第一限制胺基酸之缺乏，會影響豬隻之生長表現，對於其檢測指標之取捨，必須加以考量。由以往測定需要量之試驗結果顯示，離胺酸之缺乏，會致使生長豬之體增重趨緩與飼料利用效率變差 (Hamilton & Veum, 1986)。Batterham *et al.* (1990) 之研究指出，無論何種性別之生長豬，可使蛋白質之沈積速率達到最佳狀態之飼糧中離胺酸之迴腸消化率，遠較可使生長速率或飼料換肉率呈現最佳表現者為高。此乃因體重之增加為水分、脂肪、蛋白質與礦物質蓄積之總和，故將其視為飼糧胺基酸缺乏時之檢測指標，反而不如選用蛋白質之蓄積速率較具代表性。

由於以往之文獻，並未評估豬隻於生長階段，當飼糧中第一限制胺基酸為離胺酸時，進行強迫餵飼，其肌肉蛋白質更新之變化情形，而離胺酸對處於快速生長階段之保育豬而言，容易成為以玉米-大豆粕為基礎之實用飼糧中之主要限制胺基酸，且其於肌肉組織之各主

要蛋白質，如肌動蛋白 (Actin)、肌凝蛋白 (Myosin)、肌紅素 (Myoglobin) 與膠原蛋白 (Collagen) 間之胺基酸組成中之百分比(分別為 12.4、7.6、21.3 與 3.8 g/16g N)，差異頗大，又豬隻約有 50% 之體蛋白質存在於肌肉組織中，因此探討肌肉蛋白質之蓄積速率之變化情形，將有助於瞭解離胺酸為第一限制胺基酸時，豬隻之生長表現趨緩之原因。

### 三、材料與方法

#### 試驗設計

由於受限於場地設備之不足，本試驗分六次進行，每次使用五隻來自同一窩之 LYD 三品種、閹割過之雄性保育豬。於每次試驗開始時，先犧牲一隻豬，藉以提供基本資料，其餘四隻豬則逢機平均分入對照組與離胺酸缺乏組，分別於試驗期之第 16 日與第 18 日，每組各犧牲一隻豬。

#### 飼糧之配製

本試驗之飼糧採用實用飼糧，計算飼糧配方時，胺基酸之需要量與各飼料原料所含必需胺基酸之濃度皆以 NRC(1998)之表面迴腸消化值為基礎，其配方組成如表一。

#### 豬隻之飼養

自民間牧場購入三週齡之離乳閹仔公豬，以對照組之飼糧進行個別欄飼養，待其體重達十公斤時手術之。於其之咽喉下方 3 公分、偏左 2 公分處，裝設 18 號醫療用之胃管，使之藉由食道進入豬隻之胃部 (Cortamira *et al.*, 1991)。每日以調水之對照組飼糧，自胃管處餵飼豬隻四次，每日所餵飼之代謝能為  $0.96 \times [-133 + (25 \times \text{體重}) - (0.99 \times \text{體重})^2]$  大卡 (NRC, 1998)，水則自由飲用。當豬隻之體重達十二公斤時即開始進行試驗。各組之豬隻，分別於犧牲前三天，自前肢靜脈處裝設導管 (catheter)，以供犧牲當日採集血液樣品與執行安樂死之用途。

#### 犧牲動物時之處理

表一. 飼糧組成<sup>a</sup>

成分 (g/kg)	飼糧	
	對照組	離胺酸缺乏組
黃玉米	150	150
大豆粕	140	140
玉米筋粉	53	53
羽毛粉	50	50
血粉	20	20
乳清粉	42	42
葡萄糖	100	100
玉米澱粉	222	222
麩醯胺酸	100	100
礦物質預混物 <sup>b</sup>	40	40
維生素預混物 <sup>c</sup>	10	10
羥丁胺酸	0.82	0.82
DL-甲硫胺酸	0.84	0.84
色胺酸	0.41	0.41
離胺酸	5.34	---
纖維素	2.60	7.94
計算值		
粗蛋白質 (%)	23.05	23.05
代謝能 (ME, Mcal/kg)	3600	3600
離胺酸 (total basis, %)	1.27	0.78
測定值		
水分 (%)	8.59	8.36
粗蛋白質 (%)	23.5	23.4
離胺酸 (total basis, %)	1.23	0.83

註:a. 生長豬隻營養需要量以 NRC(1998)為標準，配合實驗需求將飼糧中各營養成分提高 1.103 倍。

b. 各礦物質於每 1 公斤飼糧中添加量為：CaCO<sub>3</sub>, 9.17g; CaHPO<sub>4</sub>, 16.67g; NaCl, 1.33g; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O, 3.99g; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0.35g; CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, 0.93mg; KI, 0.25mg; Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>, 0.35mg。

c. 各維生素於每 1 公斤飼糧中添加量為：維生素 A, 4.10mg; 維生素 D, 0.49mg; 維生素 E, 22.05mg; 維生素 K, 0.61mg; 維生素 B2, 1.63mg; 維生素 B12, 13.33mg; 菸鹼酸, 8.48mg; 葉酸, 0.09mg; 泛酸鈣, 13.77mg。

豬隻於被犧牲前，先藉由靜脈導管採集血液，以供測定血漿中之胺基酸組成。繼之注入過量之 sodium pentobarbitone 進行安樂死。確定豬隻無眼瞼之反射後，便立刻取其右側完整之咬肌 (*masseter*)、背最長肌 (*longissimus dorsi*)、內縮肌 (*adductor*) 與二頭股肌 (*biceps femoris*)，記錄重量，並凍存之，以供後續測

定其蛋白質之濃度、計算蛋白質蓄積速率之用。

#### 檢測項目

血漿中之胺基酸組成：於去除蛋白質後，以胺基酸自動分析儀檢測之。

肌肉中之胺基酸組成：以 6M 鹽酸水解後，亦使用胺基酸自動分析儀檢測之。

各肌肉之蛋白質蓄積量：由試驗起始時與第 18 天所採得之右側肌肉重與氮之百分比(樣品經均質、烘乾、研磨後以 Kjeldahl 法 [A.O.A.C., 1984]測定之)計算之。

各肌肉之蛋白質蓄積速率：由第 16 與 18 天或第 0 天與第 18 天所採得之右側肌肉重、氮之百分比與天數計算之。

#### 統計分析

試驗之數據以兩樣品均質成對 t 值測定法進行統計分析。

### 四、結果與討論

#### 飼糧中離胺酸缺乏對保育豬血漿游離胺基酸組成之影響

飼糧中離胺酸缺乏可改變血漿中游離胺基酸之組成(表二)。通常飼糧胺基酸之缺乏會降低限制胺基酸於血漿中之濃度，這於本實驗中獲得映證，即離胺酸缺乏組豬隻之血漿中游離離胺酸之濃度顯著低於對照組者 ( $p < 0.01$ )，此代表著本試驗所配製之缺乏組飼糧，的確達到致使保育豬離胺酸缺乏之目的。除此之外，缺乏組之血漿游離異白胺酸與甲硫胺酸之濃度皆較對照組者為高，達顯著水準 ( $p < 0.05$ )，此或許意味著離胺酸之缺乏，干擾到前述兩種胺基酸之代謝，致使彼等於血漿中之更新速率趨緩，此有待進一步之調查。缺乏組血漿中尿素之濃度，亦顯著高於對照組者 ( $p < 0.05$ )，此現象可以胺基酸之「水桶理論」加以解釋，即離胺酸之缺乏，致使其他之胺基酸無法被充分利用以形成蛋白質，故多餘之游離胺基酸便被降解脫氨，致使血漿中尿素之濃度上升。

#### 飼糧中離胺酸缺乏對保育豬生長速率之影響

飼糧中離胺酸缺乏會致使仔豬之生長速率趨緩。仔豬於實驗期間之體重變化如表三所示，無論是飼養 16 天或 18 天之豬隻，缺乏組之活體體重與生長速率皆顯著低於對照組者 ( $p < 0.05$ )，但同組內不同飼養天數之生長速率，則無顯著差異存在。一般從事胺基酸缺乏之試驗，所採用之餵飼制度為任飼，而胺基酸之缺乏，往往會致使受測豬隻之採食量下降，進而使所測得之反應，不僅來自於第一限制胺基酸，亦受制於所有營養份之攝食量不足，因此本研究對豬隻之餵飼模式，乃採行由胃管強迫餵飼，以保證生長速率之趨緩，純粹是因為離胺酸缺乏所致。又缺乏組之生長速率為對照組之 84.4%，符合當今世界上對動物福利規定最嚴格之英國之標準-營養缺乏之試驗動物，其生長速率不可低於對照組者之 45%，故本研究亦兼顧到受測豬隻之動物福利。

表二. 飼糧中離胺酸缺乏對保育豬血漿中游離胺基酸組成與尿素濃度之影響

胺基酸 ( $\mu\text{mole}/100\text{ml}$ )	對照組 ( $n = 6$ )	缺乏組 ( $n = 6$ )
精胺酸	6.50 ± 0.89	6.62 ± 2.98
組胺酸	3.86 ± 0.53	3.86 ± 0.63
異白胺酸	9.68 ± 2.67*	12.05 ± 2.24
白胺酸	23.44 ± 5.46	24.95 ± 4.84
離胺酸	11.57 ± 1.74**	2.80 ± 0.93
甲硫胺酸	1.96 ± 0.47*	3.06 ± 0.77
苯丙胺酸	8.45 ± 0.42	10.15 ± 2.45
羥丁胺酸	14.02 ± 2.40	14.35 ± 3.32
色胺酸	3.18 ± 0.50	2.71 ± 0.39
酪胺酸	8.97 ± 1.78	8.33 ± 1.46
纈胺酸	30.46 ± 7.04	32.06 ± 5.68
丙胺酸	43.92 ± 10.14	47.14 ± 5.63
天冬胺酸	3.24 ± 1.98	3.77 ± 1.23
麩胺酸	22.70 ± 11.54	29.25 ± 14.77
甘胺酸	40.10 ± 5.91	38.43 ± 9.08
脯胺酸	23.15 ± 1.63	26.01 ± 5.96
絲胺酸	19.93 ± 4.37	17.81 ± 4.39
尿素	595.72 ± 56.92*	734.61 ± 110.56

(\* :  $p < 0.05$  ; \*\* :  $p < 0.01$ )

表三. 飼糧中離胺酸缺乏對保育豬體增重與生長速率之影響

處理	起始	對照組		缺乏組	
	(n=6)	(n=6)		(n=6)	
實驗天數	0	16	18	16	18
活體體重 (kg)	12.35	20.83*	22.4*	19.67	20.7
生長速率 (kg/day)	---	0.53 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.46 <sup>b</sup>	0.46 <sup>b</sup>

\* : 代表於相同的飼實驗天數下, 兩處理之對各肌肉之蛋白質含量之影響差異顯著(p<0.05)。

<sup>a,b</sup> 同列具有不同字母者, 表示差異顯著 (p<0.05)。

### 飼糧中離胺酸缺乏對各肌肉之蛋白質含量之影響

飼糧中離胺酸之缺乏會致使嚼肌(紅肌)、背最長肌(白肌)、內縮肌與二頭股肌(混合型)之蛋白質含量下降(表四), 達顯著水準(p<0.05)。經十八日之實驗期間, 缺乏組各肌肉之蛋白質蓄積量(缺乏組者-起始組者), 分別僅為對照組者之62%、64%、63%與58%。

表四. 飼糧中離胺酸缺乏對各肌肉之蛋白質含量之影響

處理	起始	對照組		缺乏組	
	(n=6)	(n=6)		(n=6)	
肌肉\天數	0	16	18	16	18
嚼肌	2.46 ±0.45	4.07 ±0.44*	4.39 ±0.25*	3.22 ±0.34	3.66 ±0.13
背最長肌	28.26 ±6.44	53.27 ±4.72*	63.27 ±5.96*	45.57 ±2.45	50.71 ±1.70
內縮肌	6.51 ±1.36	11.01 ±1.56*	11.79 ±2.05*	9.20 ±1.27	9.82 ±1.48
二頭股肌	26.71 ±2.18	45.52 ±1.61*	52.01 ±3.95*	37.97 ±2.87	41.45 ±1.36

\* : 代表於相同的飼實驗天數, 兩處理間之差異顯著(p<0.05)。

### 飼糧中離胺酸缺乏對各肌肉之蛋白質蓄積速率之影響

試驗期之長短, 會影響蛋白質蓄積速率

之計算結果與資料之解釋。若以同一處理組中, 實驗天數為16天之保育豬各肌肉中蛋白質含量為基礎, 與實驗第18天者相減, 再除以2(天數), 所得之蛋白質蓄積速率(公克/天), 在兩處理間僅有背最長肌(p<0.05)與二頭股肌(p<0.01)呈現出顯著性差異(表五)。至於嚼肌者與內縮肌者, 兩組間皆差異不顯著之可能原因有二: 一為本研究之試驗動物為三品種雜交肉豬, 雖源自於同一窩, 但個體間肌肉重之整齊度差, 致使顯著性無法顯呈現; 另一則為與其他肌肉相比較, 嚼肌與內縮肌於豬隻各肌肉間之重量較輕, 蛋白質之蓄積速率也較慢, 故需要較長之試驗期, 才能顯現出其蛋白質蓄積之反應。反之若改以起始者為計算基礎, 與第18天者相減, 再除以天數18, 相同肌肉所得之蛋白質蓄積速率(表六), 對照組者皆較缺乏

表五. 試驗期之第十六日至第十八日間飼糧中離胺酸缺乏對各肌肉之蛋白質蓄積速率(公克/天)之影響

肌肉\處理	對照組	缺乏組
	(n=6)	(n=6)
嚼肌	0.16±0.10	0.22±0.20
背最長肌	5.00±1.26*	2.57±0.81
內縮肌	0.39±0.36	0.31±0.19
二頭股肌	3.20±1.40**	1.74±1.25

(\* : p<0.05 ; \*\* : p<0.01)

表六. 試驗期間(十八天)飼糧中離胺酸缺乏對各肌肉之蛋白質蓄積速率(公克/天)之影響

肌肉\處理	對照組	缺乏組
	(n=6)	(n=6)
嚼肌	0.11±0.01**	0.07±0.20
背最長肌	1.95±0.20**	1.25±0.26
內縮肌	0.29±0.10*	0.18±0.04
二頭股肌	1.41±0.25**	0.82±0.09

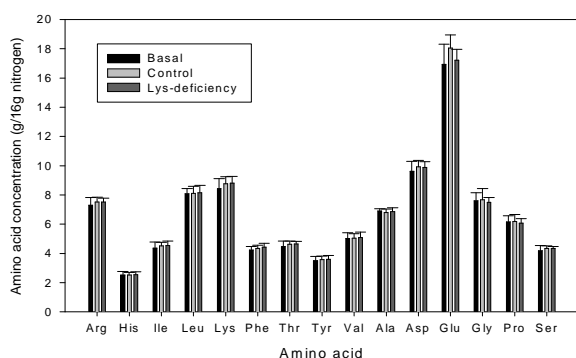
(\* : p<0.05 ; \*\* : p<0.01)

組者為高, 差異具有顯著性, 但所得之

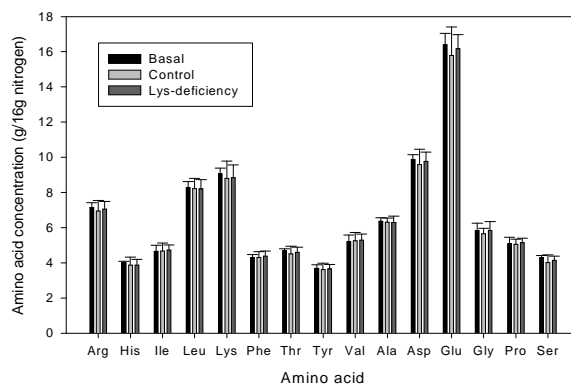
數值，皆較表五者為小。以背最長肌為例，實驗期第 16 天至第 18 天期間，計算所得之蛋白質蓄積速率為  $5.00 \pm 1.26$ ，而整個實驗期之蛋白質蓄積速率則為  $1.95 \pm 0.20$ ，不同計算方式所得之值差異甚大。若對照文獻 (Mulvaney *et al.*, 1985) 所載之蛋白質蓄積速率之計算方式，彼等之試驗動物為 22 公斤之生長豬，其背最長肌之蛋白質蓄積速率，乃是由豬隻體重達 22 公斤之前後 7 天 (即 14 天) 計算而得，其值為  $0.8 \pm 0.1$ ，與本試驗之整個試驗期所獲得之蓄積速率較為接近，因此，以足夠的試驗天數計算蛋白質之蓄積速率，比起短短的兩天內之蓄積者，較具有代表性。

### 飼糧中離胺酸缺乏對肌肉之胺基酸組成之影響

飼糧中離胺酸之缺乏 (僅達需要量之 60.6%，以迴腸消化值為基礎)，不至於影響保育豬之嚼肌 (紅肌) 與背最長肌 (白肌) 之胺基酸組成 (圖一、二)。雖然肌肉之蛋白質蓄積量會因飼糧離胺酸之缺乏而減少，但由於肌肉之胺基酸組成沒有變化，此意味著所含離胺酸比例互異之各主要肌肉蛋白質 (肌動蛋白、肌凝蛋白、肌紅素與膠原蛋白) 間之蓄積比例，所受之影響不大，故推論之，肌肉蛋白質之蓄積趨緩乃是其各主要蛋白質之蓄積以等比例趨緩之結果，而非某一種肌肉蛋白質對飼糧離胺酸之缺乏特別敏感所致。



圖一. 飼糧中離胺酸缺乏對保育豬之嚼肌中胺基酸組成(g/16g N)之影響



圖二. 飼糧中離胺酸缺乏對保育豬之背最長肌中胺基酸組成(g/16g N)之影響

### 五、計畫結果自評

本試驗原本預計同時進行離胺酸與色胺酸缺乏之試驗，但評審委員建議因狂牛病之故，色胺酸之飼料原料-肉骨粉購買困難，且囿於經費不足，故只進行離胺酸之試驗。本研究室費時數月，克服諸多困難，終能於兼顧動物福利與試驗目的，成功地建立保育豬之胃管裝設技術與術後之照顧及餵飼流程，使試驗得以遂行，達到大多數之預期目標。

### 六、參考文獻

- Association of Official Analytical Chemists (1984) Official Methods of Analysis, 14<sup>th</sup> Ed., Arlington, VA.
- Batterham, E. S., L. M., Andersen, D. R. Baigent, and E. White. (1990) Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: effect of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. British Journal of Nutrition 64, 81-94.
- Cortamira, N. O., Seve, B., Lebreton, Y. and Ganier, P. (1991) Effect of dietary tryptophan on muscle, liver and whole-body protein synthesis in weaned piglets: relationship to plasma insulin. British Journal of Nutrition 66, 423-435.
- Hamilton, C. R. and T. L. Veum. (1986) Effect of biotin and (or) lysine additions to corn-soybean meal diets on the performance and nutrient balance of growing pigs. Journal of Animal Science 62, 155-162.
- Mulvaney, D. R., R. A. Merkel, and W. G. Bergen. (1985) Skeletal muscle protein turnover in young male pigs. Journal of Nutrition 115, 1057-1064.
- National Research Council (1998) Nutrient Requirements of Swine, Tenth Revised Ed., National Academy Press, Washington, D.C..