

麩醯胺與麩胺酸對離乳瘦弱仔豬生長性能之影響⁽¹⁾

許晉賓⁽²⁾⁽⁵⁾ 李秀蘭⁽²⁾ 王漢昇⁽²⁾ 黃憲榮⁽²⁾ 劉芳爵⁽³⁾ 王治華⁽⁴⁾

收件日期：102 年 6 月 3 日；接受日期：103 年 5 月 10 日

摘 要

本試驗使用 26 日齡離乳後之 LYD 瘦弱仔豬共 48 頭，分飼三種處理飼糧，處理組 1 為以熟化玉米粉 - 大豆粕為基礎之保育飼糧 (Control group)；處理組 2 (Gln+) 與處理組 3 (Glu+) 分別於對照組飼糧添加 1% L-Glutamine (Gln) 或 1% L-glutamate (Glu) 以取代等量之玉米澱粉。另選取同胎而離乳體重較重之仔豬 (Heavier group) 16 頭做為正對照組，供飼以玉米—大豆粕為基礎之保育料。各處理組經 17 天之飼養後，均改飼此種保育料，再經 14 天結束。生長性能顯示，試驗開始與 17 天時，離乳較重仔豬之體重及日增重都顯著較大 ($P < 0.05$)，此期間每日採食量與飼料效率 (G/F) 在各瘦弱仔豬組間則無顯著差異。在第 18 – 31 天時，各瘦弱仔豬組之日增重明顯提升，且 Gln+ 組顯著 ($P < 0.05$) 高於 Glu+ 組與離乳較重組，對照組亦顯著 ($P < 0.05$) 大於離乳較重組。試驗全期 (d 0 – 31) 各組之日增重並無顯著差異。血漿生化值方面，第 17 天時離乳較重組比另三個瘦弱仔豬組有顯著 ($P < 0.05$) 較高的肌酸酐 (creatinine) 濃度與鹼性磷酸酶 (ALP) 活性、及較低的血漿尿素氮 (BUN) 濃度；第 31 天時，Gln+ 組之 BUN 濃度仍高於離乳較重組 ($P < 0.05$)，但離乳較重組之 ALP 活性則較低 ($P < 0.05$)。試驗結果顯示，以熟化玉米粉—大豆粕為基礎配製離乳仔豬飼料，供給體重較輕仔豬，於試驗 18 – 31 天期間呈現代償性生長，但另於此種飼糧添加 1% 之 Gln 或 Glu，並無法進一步改善仔豬的生長性能。

關鍵詞：生長性能、麩胺酸、麩醯胺、離乳仔豬。

緒 言

仔豬離乳時往往遭受極大的緊迫，包括營養攝取方式的改變、飼養環境的改變、與母豬及同伴的分離等，而造成仔豬的生理緊迫與生長的抑制。其中較常見的是離乳仔豬發生下痢問題，導致腸道絨毛遭受破壞，有時也造成仔豬生長性能變差、育成率降低等經濟損失。這種離乳後生長不良仔豬，體重較輕且生長緩慢，體型比同胎仔豬瘦小，飼養期也明顯拉長 (Mahan and Lepine, 1991)，如未加強照護飼養，一旦演變成石頭豬將變得毫無經濟價值，帶給業者管理上的麻煩及經濟損失。在飼養策略上應儘量使離乳仔豬順利完成飼料轉換並適應之，降低飼料原料的干擾，促進仔豬的採食量 (Boudry *et al.*, 2002)。

實務上，適當使用飼料添加物來調控腸道發育，使腸道功能趨於成熟穩定，產生對病原之抵抗性，此項技術發展逐漸成為飼養管理策略的實務運用 (Dirkzwager *et al.*, 2005; Lalles *et al.*, 2007; Pluske *et al.*, 1997)。其中，麩醯胺 (glutamine, Gln) 是一種有益於小腸組織發育的胺基酸，其對於動物的營養及生理之重要性，筆者已有詳細的文獻回顧 (許等, 2007)。在許 (2011) 之部分試驗結果亦證實，Gln 有助於促進離乳仔豬之生長性能與小腸絨毛之發育，並減緩閹仔公豬之去勢緊迫。在小兒科醫學研究亦發現，Gln 有助於早產兒的生長發育，降低罹患敗血症之比例 (Neu *et al.*, 1997)，亦是安全且具代謝耐受性之營養補給方式，可使早產兒提早進入口服飼食之營養階段，促進胃腸消化與吸收 (Thompson *et al.*, 2003)。而麩胺酸 (glutamate, Glu) 則位居胺基酸生化代謝之重要交叉路口，是 Gln 經過 glutaminase 去胺作用後所形成的代謝

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2105 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所主任秘書室。

(5) 通訊作者，E-mail: cbhsu@mail.tlri.gov.tw。

產物，可進而轉變成 α -ketoglutarate 後進入 TCA cycle，以產生 ATP，是一條重要的能量產生與組織修補的代謝途徑 (Brosnan, 2000)。Glu 是小腸的主要能源之一，扮演關鍵的神經傳導物質 (neurotransmitter)，更是許多重要的生物活性分子之前驅物 (Young and Ajami, 2000)。飼糧中的 Glu 對於腸道發育亦具有重要的生理功能，如它在脯胺酸及精胺酸之生物合成上扮演重要的角色；亦是負責保護小腸黏膜之關鍵因子 (主要是藉由 glutathione 之作用) (Reeds *et al.*, 2000)。

由於 Gln 與 Glu 之多種生化機能，具有維護小腸健全發育及減輕緊迫等功效。本試驗之目的乃探討將此二種胺基酸添加於體重較輕之離乳仔豬，以提高 Gln 與 Glu 之攝取，評估其改善瘦弱仔豬生長性能之效果。

材料與方法

I. 試驗動物與飼糧處理

本研究所涉及之動物試驗於行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場進行，動物之使用與飼養管理之操作係依據該機關「實驗動物照護及使用委員會」核准之試驗準則進行。試驗利用 16 胎之 LYD 三品種雜交仔豬，於 26.3 ± 1.4 日齡時離乳並秤重，移走母豬，留下仔豬繼續原地飼養，並進行離乳飼料之轉換 (漸進式轉換教槽料成為保育料)，經約 10 天 (平均 9.6 天) 飼養後再秤重，將體重較輕及離乳後增重較慢者列為瘦弱仔豬，每胎挑出 3 頭共 48 頭，逢機分配至下列三個飼糧處理組，處理組 1 為以熟化玉米粉—大豆粕為基礎之保育飼糧 (對照組)，其配方列於表 1；處理組 2 (Gln+) 與處理組 3 (Glu+) 為對照組飼糧分別添加 1% L-Gln 或 1% L-Glu 以取代等量之玉米澱粉。試驗豬隻飼養於傳統式保育豬舍，每 4 頭一欄 (長 2.4 m \times 寬 1.3 m)，每處理組 4 欄共 16 頭。豬舍地板為高床網狀地面，每欄各有一飼料槽及飲水乳頭，每日提供飼料，任飼飼養，本階段 (第一階段) 共為期 17 天。另選取同胎、但離乳體重較重之仔豬 (選自每胎最重之前 10–20% 者) 共 16 頭，作為本試驗之正對照組 (Heavier group)，豬隻分飼於四欄，供餵以玉米—大豆粕為基礎之普通保育料 (配方同表 1，但將熟化玉米粉改為一般玉米粉)。各組經第一階段 17 天飼養後，進入第二階段，各處理組仔豬繼續飼於原欄位，且均改餵飼相同的普通保育料，餵飼 14 天後結束試驗。評估二階段各組仔豬之生長性能。

II. 測定項目與方法

試驗期間在第一與第二階段之開始及結束當天 (d 0、d 17、d 31)，所有試驗豬隻於上午 9:00 空腹時進行個別秤重，以測定仔豬的生長增重情形，並記錄 0–17 天期間之每欄飼料採食量及計算飼料效率。豬隻於個別秤重後，隨即進行頸靜脈採血 6 mL (每欄選取較壯者 3 頭，每組共 12 頭)，血漿經離心分離後貯存於 -20°C 冰櫃，以供測定血漿生化指標。測定項目包括血漿尿素氮 (BUN)、肌酸酐 (creatinine)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 活性，以全自動血液生化分析儀 (Automatic Analyzer, HITACHI 7150, Tokyo, Japan) 測定。

III. 統計分析

試驗所得資料以套裝軟體之統計分析系統 (SAS, 1999) 進行統計分析，以一般線性模式程序 (GLM) 進行變方分析，並以鄧肯式新多變域檢定法 (Duncan's new multiple range test) 比較各處理組間之差異顯著性。

結 果

試驗期間仔豬的生長性能列於表 2。各組瘦弱仔豬在剛離乳時體重約在 5.1–5.3 kg，試驗開始時 (d 0) 各瘦弱仔豬組體重平均為 7.1 kg；而離乳較重仔豬 (Heavier group) 剛離乳時為 6.2 kg，至試驗開始時體重已達 9.4 kg，比其他三個瘦弱仔豬組顯著較重 ($P < 0.05$)，而此體重優勢至少維持至試驗第 17 天 ($P < 0.05$)。但至試驗 31 天結束時，三個瘦弱仔豬組體重已明顯趕上，且各組體重已無顯著差異。在第一階段 (d 0–17)，每日採食量與飼料效率 (G/F) 在瘦弱仔豬組間均無差異，而較重組仔豬之日增重則顯著 ($P < 0.05$) 大

於三個瘦弱仔豬處理組。在第二階段 (d 18 – 31) 時，各處理組均改餵飼相同的保育料，但此階段各組仔豬之生長增重卻有明顯改變，Gln+ 組之日增重顯著高於 Glu+ 組與離乳較重組 ($P < 0.05$)，對照組之日增重亦顯著 ($P < 0.05$) 大於離乳較重組。合計試驗全期 (d 0 – 31) 之增重情形，四個飼糧處理組並無顯著差異，但其中以 Gln+ 組仔豬之日增重數值略高於其他各組 ($P = 0.174$)，分別比對照組與 Glu+ 組提高 9.6% 與 13.3%。

血漿生化指標結果列於表 3，試驗開始時三瘦弱仔豬處理組間之各項血漿生化指標均無差異。在試驗 17 天時，離乳較重組比另三瘦弱仔豬處理組有顯著 ($P < 0.05$) 較高的肌酸酐濃度與 ALP 活性，及較低的 BUN 濃度。在試驗 31 天時，離乳較重組之 BUN 濃度仍比 Gln+ 組顯著較低 ($P < 0.05$)，但此時三個瘦弱仔豬組之 ALP 活性則顯著高於離乳較重組 ($P < 0.05$)。

表 1. 基礎飼糧組成

Table 1. The composition of basal diet

Ingredient	%
Heat processed corn meal	50.05
Soybean meal	23.7
Dried skim milk	16.0
Whey	5.0
Soybean oil	1.0
Dicalcium phosphate	1.6
Limestone, pulverized	0.8
Salt	0.5
Vitamin premix ^a	0.1
Mineral premix ^b	0.15
Choline chloride, 50%	0.1
Cornstarch ^c	1.0
Calculated values, %	
Crude protein	20.3
Calcium	1.01
Total phosphorus	0.77
Lysine	1.15
Analyzed values, %	
Crude protein	20.7
Calcium	0.97
Total phosphorus	0.72
Lysine	1.14

^a Supplied the following vitamins per kg of diet: Vitamin A, 6,000 IU; Vitamin D₃, 800 IU; Vitamin E, 20 mg; Vitamin K₃, 4 mg; Vitamin B₂, 4 mg; Vitamin B₆, 1 mg; Vitamin B₁₂, 0.02 mg; Niacin, 30 mg; Calcium pantothenate, 16 mg; Folic acid, 0.6 mg; Biotin, 0.01 mg; Choline chloride, 50 mg.

^b Supplied the following minerals per kg of diet: Fe, 140 mg; Cu, 7 mg; Mn, 20 mg; Zn, 120 mg; I, 0.45 mg.

^c 1% L-Gln or 1% L-Glu substituted for cornstarch.

表 2. 飼糧添加 Gln 和 Glu 對離乳瘦弱仔豬生長性能之影響

Table 2. Effect of dietary Gln and Glu supplementation on the growth performance of weaning piglets with poor weight gain

Items	Control	Gln+	Glu+	Heavier group	SE	P value
N	16	16	16	16		
Body weight, kg						
Weaning	5.1	5.3	5.1	6.2	0.5	0.2036
D 0	7.1 ^b	7.1 ^b	7.1 ^b	9.4 ^a	0.4	0.0001
D 17	10.6 ^b	10.4 ^b	11.1 ^b	14.9 ^a	0.6	0.0001
D 31	16.6	17.4	16.5	18.8	1.0	0.3167
D 0 – 17						
ADFI, kg	0.44 ^b	0.44 ^b	0.49 ^b	0.68 ^a	0.03	0.0001
ADG, kg/d	0.21 ^b	0.20 ^b	0.22 ^b	0.32 ^a	0.03	0.0001
Gain/feed	0.46	0.45	0.48	0.48	0.04	0.8887
D 18 – 31						
ADG, kg/d	0.43 ^{ab}	0.51 ^a	0.39 ^{bc}	0.28 ^c	0.04	0.0059
D 0 – 31						
ADG, kg/d	0.31	0.34	0.30	0.31	0.03	0.1744

ADFI: Average daily feed intake; ADG: Average daily gain.

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

討 論

仔豬哺乳階段如因母乳攝取不足 (Valros *et al.*, 2002) 或因疾病感染，而導致體型瘦小、體重不足，可能影響競食及後續生長，甚至降低育成率。離乳後仔豬更立即遭受各種緊迫原的考驗，如短暫的減少採食常造成嚴重的營養不良及生長抑制，這也影響到仔豬小腸絨毛的形態與功能，而常造成下痢的發生 (Lalles *et al.*, 2004)。雖然已有許多研究探討營養、行為、疾病及環境因素對於離乳仔豬之效應，但顯然離乳仔豬的照護及生長抑制現象仍舊是令人困擾的棘手問題 (Lalles *et al.*, 2007)。因此，利用飼養策略改善仔豬離乳後的不良性能仍是當前養豬界重視的重要課題 (Dirkzwager *et al.*, 2005)。

在本試驗中所使用之仔豬為離乳時體重較輕及離乳 1 – 2 週後增重較慢之仔豬，推測這些較輕仔豬主要是哺乳期間母乳採食較不足者，而離乳後增重較慢之仔豬則可能是因離乳緊迫而減少採食，有少數可能因下痢而影響生長。通常，這種離乳瘦弱仔豬之飼養期也需較長的時間，且離乳初期應提供較優質易消化之配方。在試驗第一階段時，各組均以較優質的飼料原料 (熟化玉米粉—大豆粕) 為基礎，添加 Gln 或 Glu 之豬隻並未能進一步改善生長增重，但離乳較重組在此階段則仍能維持其生長優勢。但到第二階段時，全體豬隻均餵飼相同的保育料 (玉米粉—大豆粕為基礎)，此三組瘦弱仔豬的生長增重均比第一階段高 ($P < 0.01$)，呈現出代償性生長之現象 (Prince *et al.*, 1983)，尤以 Gln+ 組之日增重表現最好。推測這結果可能是因第一階段三組瘦弱仔豬之飼糧配方是採用熟化玉米粉—大豆粕為基礎 (不同於 Heavier group 之飼糧是以一般玉米粉—大豆粕為基礎)，較易被仔豬消化，其生長改善成績在第二階段呈現。通常仔豬在 3 – 4 週齡離乳，此時腸道發育尚未成熟以消化植物性飼料，且小腸絨毛也常因緊迫、感染與低採食量而受損 (Dirkzwager *et al.*, 2005)。熟化玉米粉是配製離乳仔豬轉換期飼料重要的原料之一，以熟化玉米粉 - 大豆粕所配製之飼料有助於仔豬的消化 (澱粉利用率提高)，因此對於瘦弱仔豬第二階段的生長有所助益。然而，筆者亦認為瘦弱仔豬此種代償性生長現象應只是短暫性的，在轉換成一般飼料並經適應後終究會回歸至豬隻的正常生長曲線，然其生長後期體重恐怕依舊無法追上離乳較重之豬隻 (在試驗第 31 日時，各組體重雖無顯著差異，但離乳較重豬隻依舊保有優勢)，此現象於緒言中已提及 (Mahan and Lepine, 1991)，惟本試驗並未持續進行至生長後期而無法加以印證。

表 3. 飼糧添加 Gln 和 Glu 對離乳瘦弱仔豬血漿生化指標之影響

Table 3. Effect of dietary Gln and Glu supplementation on the plasma biochemical parameters of weaning piglets with poor weight gain

Items	Control	Gln+	Glu+	Heavier group	SE	P value
D 0						
Creatinine, mg/dL	0.95	0.92	0.87	—	0.04	0.3824
BUN, mg/dL	12.8	12.8	12.3	—	0.8	0.6694
Uric acid, mg/dL	0.14	0.14	0.12	—	0.02	0.5436
ALP activity, U/L	12.7	13.0	15.6	—	2.7	0.8421
D 17						
Creatinine, mg/dL	0.78 ^b	0.74 ^b	0.76 ^b	1.01 ^a	0.06	0.0021
BUN, mg/dL	16.2 ^a	17.9 ^a	16.9 ^a	12.5 ^b	2.5	0.0001
Uric acid, mg/dL	0.13	0.12	0.14	0.10	0.02	0.4650
ALP activity, U/L	18.5 ^b	13.2 ^b	17.4 ^b	62.2 ^a	7.2	0.0001
D 31						
Creatinine, mg/dL	0.99	0.96	0.96	1.05	0.04	0.5381
BUN, mg/dL	12.8 ^{ab}	13.8 ^a	12.0 ^{ab}	10.4 ^b	0.9	0.0988
Uric acid, mg/dL	0.10	0.09	0.08	0.13	0.03	0.6088
ALP activity, U/L	65.5 ^a	81.8 ^a	51.2 ^a	16.1 ^b	14.5	0.0282

N = 12; ALP: Alkaline phosphatase.

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

在本試驗亦顯示，熟化玉米粉—大豆粕之飼料中添加 Gln 以強化仔豬腸道功能並促進生長，其效果比添加 Glu 來得好。飼糧添加 1% Gln，可能有促進瘦弱仔豬腸道絨毛細胞之增生與更新之效果（提供醯胺氮，以供合成細胞分裂所需的嘌呤或嘧啶），加速部分下痢仔豬腸道功能之復原（Liu *et al.*, 2002；Wu *et al.*, 1996；Zou *et al.*, 2006）。因此，在試驗後期比其他處理組仔豬有較佳的生長增重（但未顯著優於對照組）。前人研究顯示，小腸遠端之上皮細胞壽命（cell life span）約為 10.2 天（Fan *et al.*, 2001），而 Gln+ 組在試驗前段 17 天的飼養下應已提供充足的 Gln，供其腸細胞利用與更新，而呈現更完整的腸道吸收功能，並在試驗後段展現出比 Glu+ 組與離乳較重組更好的生長增重。

另外，亦有證據顯示，在仔豬腸道感染時，腸腔中之 Gln 有益於正常黏膜滲透性之維持（Dugan and McBurney, 1995），亦可促進染患腸炎之仔豬其空腸對氮、鈉的吸收（Rhoads *et al.*, 1991），顯示 Gln 能促進離乳仔豬小腸上皮及免疫細胞之增生更新，維護腸道形態之完整及吸收功能。然而，Glu 雖然亦可提供腸細胞進行能量代謝利用（Wu *et al.*, 2007），但 Glu 卻缺乏如 Gln 所具有之促進細胞增生之功能（因 Gln 可在 glutaminase 催化下變成 Glu，並釋出醯胺氮 -NH₂，以合成與細胞分裂有關之含氮鹽基嘌呤及嘧啶）。目前雖然亦有類似研究，顯示飼糧添加 1% Gln 或 Glu 均有助於維持仔豬空腸之絨毛高度，提高小腸對木糖的主動吸收能力（Liu *et al.*, 2002），但有關 Glu 改善離乳仔豬生長性能之相關證據則較少。

在血漿生化指標的效應上，Zou *et al.* (2006) 認為離乳仔豬的血漿 BUN 濃度較其他生長階段之豬隻為高，可能是因剛離乳時採食量下降，營養攝取不足，且同時增加體蛋白質的分解代謝而引起氮的損失。在該篇研究亦顯示，飼糧添加 1% Gln 可降低離乳仔豬之血清 BUN 濃度，作者解釋因 Gln 為合成多種胺基酸之前驅物而能促進蛋白質之合成，故可降低血清 BUN 濃度。在本試驗第一階段結束時，三個瘦弱仔豬處理組其血漿 BUN 濃度均顯著高於離乳較重組（表 3），可能是此階段之瘦弱仔豬對胺基酸之利用較差，以致生長增重較慢（表 2），而有較多的胺基酸被代謝而排出，其中 Gln+ 組之 BUN 濃度相對其他各組略偏高，可能是添加 1% Gln 未能完全利用所致。離乳較重組則能有效利用蛋白質進行生長，而有較低的血漿 BUN 濃度。到第 31 天試驗結束時，三瘦弱仔豬組其血漿 BUN 濃度均已低於第 17 天時，因這階段瘦弱仔豬組呈現代償性生長而提高對蛋白質的利用。然而，此時唯獨 Gln+ 組之 BUN 濃度仍顯著高於離乳較重組，

原因則較複雜，因餵飼強化 Gln 之飼糧達 17 天，可能有較多的 Gln 蓄積體內並被陸續代謝利用；另外，Thompson *et al.* (2003) 認為攝取過多的 Gln 可藉 BUN 而代謝掉，且 Gln 分子代謝後也會比 Glu 產生較多的 BUN，均可能造成 Gln+ 組之 BUN 濃度顯著高於離乳較重組。在 Glu+ 組結果亦相同，但 Glu+ 組與對照組及離乳較重組並未達顯著差異。

鹼性磷酸酶 (ALP) 廣泛存在於動物組織中，對於骨骼與脂肪之形成扮演重要功能。Bogin (1992) 指出，血漿 ALP 活性在年幼及成長中的動物較高，故可能在生長較快、代謝旺盛之豬隻其體內 ALP 活性亦較高。此在本試驗之前、後階段生長增重較快之處理組，亦有相似現象。此外，如 Zou *et al.* (2006) 亦發現，仔豬在 21 日齡離乳前之血漿 ALP 活性亦相當高，在離乳後初期生長較慢，血漿 ALP 活性也較低，但到離乳 20 天時生長增重提高後，其血漿 ALP 活性亦升高，皆與本試驗仔豬血漿 ALP 活性之變化相一致。關於血漿肌酸酐濃度，因肌酸酐為動物體異化作用之一種最終產物，主要在肌肉中形成，在血液中之濃度會與肌肉量成正比 (Bogin, 1992)，而此現象亦符合本試驗之結果，即試驗前段仔豬離乳體重較重者，日增重亦較高，其血漿肌酸酐濃度亦顯著高於其他三個瘦弱仔豬處理組。

結 論

為改善離乳時瘦弱仔豬之生長，餵飼以熟化玉米粉—大豆粕為基礎配製仔豬飼料，瘦弱仔豬於試驗 18—31 天期間呈現出代償性生長現象，但再額外添加 1% 之 Gln 或 Glu，並無法進一步改善仔豬的生長性能。

參考文獻

- 許晉賓。2011。飼糧添加麩醯胺對離乳仔豬生長性能、腸道形態與免疫能力之影響。國立中興大學博士論文。臺中。臺灣。
- 許晉賓、詹熾熔、黃憲榮、王治華、顏宏達、余碧。2007。飼糧添加麩醯胺、有機酸及益生菌對離乳仔豬生長性能之影響。中畜會誌 36(4):217-230。
- Bogin, E. 1992. Handbook for veterinary clinical chemistry. Kimron Veterinary Institute, Koret School of Veterinary Medicine, POB 12 Bet 2-Dagan 50250, Israel. pp.1-9.
- Boudry, G., J. P. Lalles, C. H. Malbert, E. Bobillier and B. Seve. 2002. Diet-related adaptation of the small intestine at weaning in pigs is functional rather than structural. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 34:180-197.
- Brosnan, J. T. 2000. Glutamate, at the interface between amino acid and carbohydrate metabolism. J. Nutr. 130:988S-990S.
- Dirkzwager, A., B. Veldman and P. Bikker. 2005. A nutritional approach for the prevention of post weaning syndrome in piglets. Anim. Res. 54:231-236.
- Dugan, M. E. and M. I. McBurney. 1995. Luminal glutamine perfusion alters endotoxin-related changes in ileal permeability of the piglet. J. Parenter. Enteral. Nutr. 19:83-87.
- Fan, M. Z., B. Stoll, R. Jiang and D. G. Burrin. 2001. Enterocyte digestive enzyme activity along the crypt-villus and longitudinal axes in the neonatal pig small intestine. J. Anim. Sci. 79:371-381.
- Lalles, J. P., G. Boudry, C. Favier, N. Le Floch, I. Luron, L. Montagne, I. P. Oswald, S. Pie, C. Piel and B. Seve. 2004. Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. Anim. Res. 53:301-316.
- Lalles, J. P., P. Bosi, H. Smidt and C. R. Stokes. 2007. Weaning — A challenge to gut physiologists. Livest. Sci. 108:82-93.
- Liu, T., J. Peng, Y. Xiong, S. Zhou and X. Cheng. 2002. Effects of dietary glutamine and glutamate supplementation on small intestinal structure, active absorption and DNA, RNA concentrations in skeletal muscle tissue of weaned piglets during d 28 to 42 of age. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 15:238-242.
- Mahan, D. C. and A. J. Lepine. 1991. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. J. Anim. Sci. 69:1370-1378.

- Neu, J., J. C. Roig, W. H. Meetze, M. Veerman, C. Carter, M. Millsaps, D. Bowling, M. J. Dallas, J. Sleasman, T. Knight and N. Auestad. 1997. Enteral glutamine supplementation for very low birth weight infants decreases morbidity. *J. Pediatr.* 131:691-699.
- Pluske, J. R., D. J. Hampson and I. H. Williams. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest. Prod. Sci.* 51: 215-236.
- Prince, T. J., S. B. Jungst and D. L. Kuhlers. 1983. Compensatory responses to short-term feed restriction during the growing period in swine. *J. Anim. Sci.* 56:846-852.
- Reeds, P. J., D. G. Burrin, B. Stoll and F. Jahoor. 2000. Intestinal glutamate metabolism. *J. Nutr.* 130:978S-982S.
- Rhoads, J. M., E. O. Keku, J. Quinn, J. Woosely and J. G. Lecce. 1991. L-Glutamine stimulates jejunal sodium and chloride absorption in pig rotavirus enteritis. *Gastroenterol.* 100:683-691.
- SAS. 1999. *SAS/STAT User's Guide*. Version 8.01. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Thompson, S. W., B. G. McClure and T. R. J. Tubman. 2003. A randomized, controlled trial of parenteral glutamine in ill, very low birth-weight neonates. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 37:550-553.
- Valros, A. E., M. Rundgren, M. Spinka, H. Saloniemi, L. Rydhmer and B. Algers. 2002. Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 76:93-104.
- Wu, G., F. W. Bazer, T. A. Davis, L. A. Jaeger, G. A. Johnson, S. W. Kim, D. A. Knabe, C. J. Meininger, T. E. Spencer and Y. L. Yin. 2007. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production (review article). *Livest. Sci.* 112:8-22.
- Wu, G., S. A. Meier and D. A. Knabe. 1996. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. *J. Nutr.* 126:2578-2584.
- Young, V. R. and A. M. Ajami. 2000. Glutamate: An amino acid of particular distinction. *J. Nutr.* 130:892S-900S.
- Zou, X. T., G. H. Zheng, X. J. Fang and J. F. Jiang. 2006. Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets. *Czech J. Anim. Sci.* 51:444-448.

The effects of glutamine and glutamate supplementation on the growth performance of weaning pigs with lower weight gain⁽¹⁾

Chin-Bin Hsu ^{(2) (5)} Hsien-Juang Huang ⁽²⁾ Hsiu-Lan Lee ⁽²⁾ Han-Sheng Wang ⁽²⁾
Fang-Chueh Liu ⁽³⁾ and Chih-Hua Wang ⁽⁴⁾

Received: Jun. 3, 2013; Accepted: May 10, 2014

Abstract

In the study, 48 LYD crossbred weaner piglets (weaned at 26 days of age) with lower weight gain were selected and allotted to one of three dietary treatments. Diet 1 was basal starter diet based on heat processed ground corn-soybean meal (control group); the control diet supplemented with 1% glutamine (Gln) or 1% glutamate (Glu) in replace of corn starch to make up the diet 2 (Gln+ group) and diet 3 (Glu+ group). Sixteen heavier weaning pigs from the same litters were selected and assigned to the positive control group (heavier group) and were fed the common starter diet based on corn-soybean meal. The experimental diets were fed for 17 days and then all the diets were changed to the same common starter diet for the next feeding period (day 18-31). The results showed that the heavier pigs had larger body weight (BW) and ADG on initial and d 17, but daily feed intake and feed efficiency (G/F) were not different among three poor weight gain groups. During d 18-31, the ADG of the three poor weight gain groups obviously increased, the Gln+ group was higher ($P < 0.05$) than the Glu+ group and heavier group, and the control group was higher than the heavier group ($P < 0.05$). There were no difference in ADG among treatments during the entire period (d 0-31), but the ADG in Gln+ group was somewhat higher compared with the others. The plasma creatinine and ALP activity in heavier group was higher ($P < 0.05$) than three poor weight gain groups on d 17, and the BUN concentration was lower ($P < 0.05$). The BUN concentration in the Gln+ group was still higher ($P < 0.05$) than the heavier group on d 31, and the plasma ALP activity in heavier group was lowest ($P < 0.05$). The results indicated that the weight gain for piglets fed the starter diet which based on heat processed ground corn-soybean meal had a compensatory growth lower weight gain on the stage of d 18-31, but 1% of Gln or Glu supplementation was not beneficial for the subsequent growth.

Key words: Growth performance, Glutamate, Glutamine, Weaning pig.

(1) Contribution No. 2105 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Kaohsiung Animal Propagation Station, COA-LRI, Pingtung 912, Taiwan, R.O.C.

(3) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

(4) Secretariat, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.

(5) Corresponding author, E-mail: cbhsu@mail.tlri.gov.tw.