

飼料添加凝結芽孢桿菌與狼尾草粉對離乳仔豬 生長性能之影響⁽¹⁾

王錦盟⁽²⁾ 劉芳爵⁽²⁾ 林秉憲⁽³⁾ 林幼君⁽⁴⁾⁽⁵⁾

收件日期：110 年 2 月 18 日；接受日期：110 年 6 月 28 日

摘 要

本試驗旨在探討飼糧中添加凝結芽孢桿菌 (*Bacillus coagulans*) 及狼尾草粉對離乳仔豬生長性能的影響。以 48 頭 4 週齡藍瑞斯 × 杜洛克離乳仔豬為試驗動物，逢機分為 3 組，分別予對照組飼糧 (A)、對照組飼糧額外添加凝結芽孢桿菌 2×10^5 CFU/kg (B)，B 組飼糧再額外添加台畜草二號狼尾草粉 3.2 g/kg (C)。試驗為期 4 週，期間測定飼料採食量、體重、血液學各種血球及血紅素。結果顯示，A、B 與 C 組的仔豬隻日採食量分別為 0.47、0.57 與 0.51 kg，B 組顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，B 組增重亦顯著高於對照組 ($P < 0.05$)，三組間飼料利用效率則無顯著差異。在血液學生化值分析方面，各檢測項目於各組間均無顯著差異。綜上所述，飼料中添加凝結芽孢桿菌，可增加仔豬採食量與增重。

關鍵詞：離乳仔豬、凝結芽孢桿菌、狼尾草粉、生長性能。

緒 言

2001 年聯合國糧食及農業組織 (The Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 將益生菌定義為「活的微生物，當給予足夠量時可對宿主產生健康益處 (Reid, 2016)」。一般常見的益生菌可區分為細菌及真菌兩大類。益生菌需能抵抗胃酸與膽鹽的破壞，無病原性，能定殖於腸壁細胞及能在腸道上進行繁殖，才能產生良好的作用 (Fuller, 1992)。

芽孢桿菌屬於中度嗜熱菌，固態發酵的耐受溫度可達 50 – 55°C，可以降低其在發酵生產過程被其他微生物污染的風險 (Abdel-Banat *et al.*, 2010; Lidan *et al.*, 2013)。一般微生物無法有效分解五碳醣，微生物利用磷酸乙酮醇酶途徑 (Phosphoketolase pathway) 發酵五碳醣時，可產生等當量之醋酸與左旋乳酸，但其產生效率大約 60%。芽孢桿菌將五碳醣或六碳醣水解產生左旋乳酸與醋酸的效率接近 100% (Patel *et al.*, 2006)。凝結芽孢桿菌為芽孢桿菌屬之菌種，凝結芽孢桿菌菌株具分解纖維與產生左旋乳酸之能力 (劉及林, 2016)。因此推測具利用狼尾草粉之能力，基於狼尾草粉取得相對較容易與未來的實用性之考量，本試驗於飼糧中添加凝結芽孢桿菌 S10，期能提升仔豬的生長性能。

飼糧中使用 5% 苜蓿粉不會影響仔豬的營養與能量消化，迴腸中的揮發性脂肪酸濃度隨著飼料中牧草使用量的增加而提升 (Chen *et al.*, 2013)。纖維在維持豬隻腸道菌群方面，具有正面的作用，牧草富含纖維，飼糧中添加紫色狼尾草會影響母豬腸道菌群的菌相，尤其是增加桿菌科 (*Coriobacteriaceae*) 的相對量 (Huang *et al.*, 2021)。一般而言，益生菌定殖在動物的消化道中，以小腸部分的數量最多，主要的作用在抑制腸道致病菌與維持消化道機能等。大腸部位之微生物菌相，對豬隻健康扮演非常重要的角色，主要由於微生物產生之短鏈脂肪酸，可降低腸道中的 pH 值，避免有害微生物的作用 (Blottiere *et al.*, 2003; Biagi *et al.*, 2006)。

由於凝結芽孢桿菌在動物消化道中能分解飼料原料的纖維素，為增加凝結芽孢桿菌的營養源及碳源比例，以提升其在動物消化道中的增殖。本試驗於離乳仔豬飼糧中使用凝結芽孢桿菌與狼尾草粉，探討其對離乳仔豬生長性能

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2669 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 農業科技研究院動物科技研究所。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

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

的影響。

材料與方法

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所產業組的試驗豬舍進行，試驗動物之使用、飼養管理及試驗內容，經畜產試驗所實驗動物管理小組以畜試動字第 109019 號申請核准在案。

I. 凝結芽孢桿菌飼料添加物及狼尾草粉

篩選自豬隻糞便的凝結芽孢桿菌 S10 菌株，具耐酸 (pH 2)、耐膽鹽 (2%)、耐高溫 (90°C) 及產孢能力等特性 (劉及林, 2016)。以此凝結芽孢桿菌之發酵產物 (含菌液) 進行冷凍乾燥，製成凝結芽孢桿菌粉，再依菌粉濃度稀釋製成凝結芽孢桿菌添加物。另以台畜草二號狼尾草粉 (CP 8.7%，ADF 45.1%，NDF 70.3%；黃等, 2021) 額外添加於飼料中。

II. 動物試驗

採用 4 週齡二品種雜交離乳仔豬 (藍瑞斯 × 杜洛克) 48 頭為試驗動物，逢機分為 3 組，分別為對照組 (A) 與凝結芽孢桿菌組 (B 組) 與凝結芽孢桿菌 + 狼尾草粉組 (C 組) 等 2 處理組，三組仔豬離乳平均體重分別為 7.20 ± 0.40 、 7.19 ± 0.23 與 7.04 ± 0.13 kg (mean \pm SD)。仔豬飼養於傳統高床保育豬舍，每組 4 重複，每欄 4 頭 (公母各半)，每欄面積 2.55 平方公尺。對照組 (A) 仔豬給飼保育豬基礎試驗飼糧 (表 1)；B 組，給飼糧加凝結

表 1. 凝結芽孢桿菌基礎飼糧配方組成

Table 1. Formulation and compositions of basal diet at *Bacillus coagulans* experiment

Ingredients	%
Yellow corn meal	67.65
Soybean meal, CP 44%	19.00
Fish meal	5.00
Skimmed milk	2.00
Whey powder	2.00
Soybean oil	1.00
Salt	0.50
Dicalcium phosphate	1.60
Limestone, pulverized	0.80
L-Lysine, 98.5%	0.10
Choline chloride, 50%	0.10
Vitamin premix ¹	0.15
Mineral premix ²	0.10
Total	100.00
Calculated values	
Crude protein, %	17.40
ME, kcal/kg	3,217
Analyzed values	
Crude protein, %	17.53
Calcium, %	1.16
Total phosphorus, %	0.75
Crude fiber, %	2.61

¹ Vitamin premix provided per kilogram of diet: vitamin A, 9,000 IU; vitamin D₃, 600 IU; vitamin E, 60 IU; vitamin K, 3 mg; vitamin B₁, 3 mg; vitamin B₂, 9 mg; vitamin B₆, 4.5 mg; vitamin B₁₂, 0.045 mg; nicotinic acid, 45 mg; calcium pantothenate, 45 mg; folic acid, 0.9 mg and biotin, 0.3 mg.

² Mineral premix provided per kilogram of diet: Cu, 5 mg; Mn, 6 mg; Co, 0.35 mg; Zn, 40 mg; I, 0.2 mg; Se 0.1 mg and Fe, 80 mg.

芽孢桿菌添加物之飼糧，飼料中凝結芽孢桿菌濃度為 2×10^5 CFU/kg；C 組飼料如同 B 組，再額外添加狼尾草粉 3.2 g/kg，此使用量係參考 Al-Khalaifa *et al.* (2019)。試驗為期 4 週，試驗於仔豬 8 週齡結束。試驗於春季進行，期間採任食，每日補充飼料 2 次。以乳頭式或碗式飲水器給水，每欄 2 個飲水器。每週測定仔豬的飼料採食量及體重，7 週齡時，於上午 9 – 10 時，豬隻以人工保定後，由頸靜脈採集 3 mL 血液，以血液分析儀 (XT-1800i Hematology Analyzer Sysmex Corporation, Co., Japan) 進行血液學的全血細胞計數 (Complete blood count) 檢測各類血球及血紅素。

III. 統計分析

本試驗採完全隨機設計 (Completely randomized design; CRD)，所得試驗資料使用 SAS 統計套裝軟體 (SAS, 2002)，利用一般線性模式程序 (General linear model procedure) 進行變方分析，如有顯著差異存在，再以最小平方方法 (Least squares means) 比較處理組間之差異顯著性，本試驗顯著差異水準為 ($P < 0.05$)。

結果與討論

I. 添加凝結芽孢桿菌與狼尾草粉對仔豬生長性能的影響

(i) 飼料採食量

仔豬於試驗全期及各週齡隻日採食量如表 2 所示，對照組 (A 組)、凝結芽孢桿菌組 (B 組) 與凝結芽孢桿菌 + 狼尾草粉組 (C 組) 的仔豬全期隻日採食量分別為 0.47、0.57 與 0.51 kg。以 B 組的採食量顯著高於對照組 ($P < 0.05$)。各週齡的採食量趨勢亦以 B 組高於對照組及 C 組，且在 6 週齡與 8 週齡時，B 組的採食量顯著高於對照組及 C 組 ($P < 0.05$)。顯示飼料添加凝結芽孢桿菌可促進離乳仔豬的食慾，然而再額外添加台畜草二號狼尾草粉 0.32%，對採食量無顯著影響。

表 2. 飼糧中添加凝結芽孢桿菌與狼尾草粉對離乳仔豬 5 – 8 週齡生長性能之影響

Table 2. Effects of adding *Bacillus coagulans* and napier grass powder in diet on growth performances of weaned pigs during 5 - 8 wk of age

Group	A	B	C
	Control	A diet added <i>Bacillus coagulans</i> at 2×10^5 CFU/kg	B diet added 0.32% Napier- grass Taishigrass No.2 powder
	Feed intake (kg/piglet/day)		
5-wk-old	0.15 ± 0.06^a	0.20 ± 0.02	0.15 ± 0.03
6-wk-old	0.34 ± 0.07^b	0.44 ± 0.08^a	0.40 ± 0.03^b
7-wk-old	0.56 ± 0.06	0.64 ± 0.07	0.59 ± 0.10
8-wk-old	0.82 ± 0.11^b	1.01 ± 0.10^a	0.88 ± 0.11^b
Whole period	0.47 ± 0.06^b	0.57 ± 0.05^a	0.50 ± 0.06^{ab}
	Body weight gain (kg/piglet/day)		
5-wk-old	0.00 ± 0.05	0.05 ± 0.01	0.01 ± 0.01
6-wk-old	0.17 ± 0.05	0.21 ± 0.05	0.20 ± 0.04
7-wk-old	0.30 ± 0.03	0.33 ± 0.04	0.29 ± 0.06
8-wk-old	0.39 ± 0.08	0.52 ± 0.10	0.45 ± 0.06
Whole period	0.22 ± 0.04^b	0.28 ± 0.03^a	0.24 ± 0.03^{ab}
	Feed efficiency (Gain/Feed)		
5-wk-old	0.00 ± 0.43	0.25 ± 0.05	0.07 ± 0.08
6-wk-old	0.50 ± 0.22	0.48 ± 0.14	0.50 ± 0.08
7-wk-old	0.54 ± 0.06	0.52 ± 0.10	0.49 ± 0.11
8-wk-old	0.49 ± 0.13	0.51 ± 0.12	0.51 ± 0.08
Whole period	0.47 ± 0.12	0.48 ± 0.08	0.47 ± 0.08

* Mean \pm SD.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Pu *et al.* (2018) 指出於飼料中添加凝結芽孢桿菌，可增加仔豬的隻日飼料採食量 (0.406 vs. 0.486 kg)。吳等 (2019) 在 5 – 7 週齡離乳仔豬飼糧中添加凝結芽孢桿菌，可顯著提高全期隻日飼料採食量 (0.40 vs. 0.50 kg)。本試驗獲得類似的結果，推測由於飼料添加凝結芽孢桿菌能影響腸道微生物菌相並改善腸道吸收，進而提升仔豬採食量。同時凝結芽孢桿菌可產生有機酸—左旋乳酸 (劉及林, 2016)，有機酸於解離前以親脂性型態存在，具穿透革蘭氏陰性菌細胞膜的能力，於細菌細胞內有機酸解離成氫離子和羧基陰離子，氫離子可降低細菌細胞內 pH 值，羧基陰離子則具有抑制細菌 DNA 和蛋白質合成的作用 (Stratford and Anslow, 1996; Russel and Diez-Gonzales, 1998)，推測凝結芽孢桿菌產生之有機酸能抑制革蘭氏陰性菌的繁殖，有助於改善腸菌相與提升仔豬採食量。

(ii) 仔豬增重

A、B 與 C 組仔豬的全期隻日增重分別為 0.22、0.28 與 0.24 kg，以 B 組最高，C 組次之，且 B 組仔豬隻日增重顯著高於對照組 ($P < 0.05$)。三組於各週齡的仔豬增重，具有類似趨勢，均以 B 組為最高，A 或 C 組次之。

飼糧中添加苜蓿有助於仔豬隻腸道中有益菌的增殖，抑制有害菌的增殖 (Wang, *et al.*, 2018)，飼糧中添加 5% 紫色狼尾草降低母豬腸道中大腸桿菌 (*Escherichia*) 與志賀氏菌 (*Shigella*) 的增殖 (Huang *et al.*, 2021)。Guerra *et al.* (2006) 指出，仔豬飼料中添加乳酸桿菌，具有提升仔豬日增重的效果。飼料中添加乳酸桿菌的代謝產物，亦具有提升仔豬日增重的結果 (Thu *et al.*, 2011)。由於纖維素在大腸道中可作為腸道微生物之營養來源，讓腸道內多種的細菌數量快速增加，包括好氧性與厭氧性之菌種 (Schnabel *et al.*, 1983)，因此分纖維素之凝結芽孢桿菌，可使用做為提升豬隻生長性能的益生菌來源。Pu *et al.* (2018) 指出，凝結芽孢桿菌可以改善腸粘膜屏障的完整性，以減緩大腸桿菌的攻擊，促進仔豬的生長。吳等 (2019) 在飼料中添加凝結芽孢桿菌，有提高 5 至 7 週齡離乳仔豬日增重的趨勢，綜上所述，使用凝結芽孢桿菌等益生菌可提升仔豬的增重。本試驗結果亦顯示，於飼料中添加凝結芽孢桿菌添加物可提升仔豬的日增重，但額外再添加狼尾草粉組 (C 組) 之仔豬增重與 B 組間無顯著差異，顯示飼料中添加凝結芽孢桿菌再額外添加狼尾草粉 0.32%，未有進一步提升仔豬增重的效果。

由於離乳、運輸及飼養環境設施改變等因素，常造成仔豬的緊迫，緊迫通常持續 4 到 24 小時 (Lewis and Berry, 2006)。在離乳過程中，仔豬與母豬分離，混合仔豬群和重排社會序位，經常造成仔豬離乳後 48 小時內採食量下降甚至未採食的情形 (Brooks *et al.*, 2001)。王等 (2020) 指出，飼料中添加凝結芽孢桿菌對仔豬離乳後第一週的增重無顯著助益，且仔豬離乳後第一週的增重為負值。本試驗有類似的結果，添加凝結芽孢桿菌對仔豬離乳後第一週的增重無顯著助益，但可降低仔豬負增重的頭數比率。

(iii) 飼料效率

A、B 與 C 組仔豬於試驗全期飼料效率分別為 0.46、0.48 與 0.47，各組間無顯著差異，各組仔豬於各週齡的飼料效率亦無顯著差異。有研究指出仔豬飼糧中添加液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquefaciens*) 或凝結芽孢桿菌對離乳仔豬飼料效率無顯著影響 (曾等, 2017; 吳等, 2019)，本試驗獲得類似結果。

II. 添加凝結芽孢桿菌與狼尾草粉對仔豬血液學檢測值的影響

仔豬於 7 週齡時，各組的血液學數值測定結果如表 3 所示，各組間之各檢測項目數值均無顯著差異，其中各組平均紅血球血紅素濃度 (Mean corpuscular cell hemoglobin concentration, MCHC) 介於 27.0 – 27.4% 之間，除此項略低於 Ježek *et al.* (2018) 參考值的最低值 28.8%。其餘各檢測項目之數值均落在 Ježek *et al.* (2018) 的推薦參考值內，顯示各項檢測值均在一般合理範圍內。

在不同的降溫設施下，母豬血液中的嗜中性白血球與淋巴球比值 (NET/LYM) 是良好的中長期壓力指標，緊迫提高嗜中性球與淋巴球的比值 (Quiñonero *et al.*, 2009)。王等 (2020) 飼養之對照組與添加凝結芽孢桿菌組仔豬，其 NET/LYM 比值分別為 0.79 與 0.71。本試驗 A、B 與 C 組的 NET/LYM 比值分別為 0.73、0.72 與 0.70，各組間無顯著差異，與王等 (2020) 的比值相近，推測兩試驗的仔豬所受到的中長期壓力相似。

表 3. 飼糧中添加凝結芽孢桿菌與狼尾草粉對 7 週齡仔豬血液學分析值之影響

Table 3. Effects of adding *Bacillus coagulans* napier grass powder in diet on hematological profile of piglets at 7 wk of age

Group	A Control	B A diet added <i>Bacillus coagulans</i> at 2×10^5 CFU/kg	C B diet added 0.32% Napiergrass Taishigrass No.2 powder	Ježek <i>et al.</i> (2018) Reference ranges (7 – 14 weeks of age)
No.	16	16	16	
RBC, 10^{12} cell/uL	$6.3 \pm 0.3^*$	6.2 ± 0.3	6.3 ± 0.3	5.40 – 7.28
WBC, 10^9 cell/uL	21.4 ± 1.6	22.1 ± 0.9	22.7 ± 4.5	13.70 – 34.12
PLT, 10^3 /uL	469.6 ± 60.4	558.8 ± 75.4	533.8 ± 72.7	273 – 730
NET, %	39.6 ± 1.4	38.7 ± 3.6	37.6 ± 4.0	30 – 71
LYM, %	55.3 ± 2.2	56.3 ± 3.2	56.9 ± 2.9	22 – 69
MON, %	4.2 ± 1.0	3.8 ± 0.8	4.3 ± 1.6	0 – 7
EOS, %	0.61 ± 0.18	0.73 ± 0.25	0.73 ± 0.27	0 – 9
BASO, %	0.39 ± 0.04	0.44 ± 0.05	0.46 ± 0.05	0 – 2
Hgb, gm%	10.3 ± 0.5	10.2 ± 0.4	10.3 ± 0.2	9.2 – 12.5
Hct, %	38.2 ± 1.3	37.8 ± 1.8	37.4 ± 1.9	28.0 – 41.7
MCV, fL	60.8 ± 1.9	60.9 ± 0.6	59.3 ± 1.3	47.7 – 63.0
MCH, pg	16.4 ± 0.8	16.4 ± 0.4	16.2 ± 0.2	14.0 – 18.5
MCHC, g/dL	27.0 ± 0.5	27.0 ± 0.8	27.4 ± 0.7	28.8 – 33.5
NET/LYM	0.73 ± 0.06	0.72 ± 0.10	0.70 ± 0.13	

* Mean \pm SD.

RBC, red blood cells; WBC, white blood cells; PLT, platelets; NET, neutrophils; LYM, lymphocytes; MON, mononuclear balls; EOS, eosinophilic white blood cells; BASO, basophilic white blood cells; Hgb, hemoglobin; Hct, hematocrit; MCV, mean corpuscular cell volume; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular cell hemoglobin concentration.

結 論

離乳仔豬飼糧中添加凝結芽孢桿菌 2×10^5 CFU/kg，可提升仔豬飼料採食量與增重，但對飼料效率則無顯著影響。

誌 謝

試驗期間承畜產試驗所產業組二股全體同仁協助，謹此誌謝。

參考文獻

- 王錦盟、林幼君、陳致吟、劉芳爵。2020。飼糧中添加凝結芽孢桿菌對離乳仔豬生長性能、血液生化值及糞便微生物的影響。畜產研究 53：91-98。
- 吳鈴彩、林幼君、張俊達、王錦盟、劉芳爵。2019。飼料添加芽孢桿菌對離乳仔豬生長表現的影響。畜產研究 52：108-113。
- 曾國富、林志勳、余祺、方文德、龔琳舒。2017。液化澱粉芽孢桿菌對離乳仔豬生長性能、腸道菌相及血液免疫球蛋白之影響。中畜會誌 46：311-319。
- 黃憲榮、成游貴、許晉賓、王治華。2021。狼尾草台畜草三號及二號品種對乳羊泌乳性能之影響評估。畜產研究 45：217-226。

劉芳爵、林幼君。2016。評估不同來源凝結芽胞桿菌對左旋乳酸產生量的影響。中畜會誌 45 (增刊): 223。

- Abdel-Banat, B. M. A., H. Hoshida, A. Ano, S. Nonklang and R. Akada. 2010. High temperature fermentation: how can process for ethanol production at high temperatures become superior to the traditional process using mesophilic yeast. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85: 861-867.
- Al-Khalaifa, H., A. Al-Nasser, T. Al-Surayee, S. Al-Kandari, N. Al-Enzi, T. Al-Sharrah, G. Ragheb, S. Al-Qalaf and A. Mohammed. 2019. Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens. *Poult. Sci.* 98: 4465-4479.
- Biagi, G., A. Piva, M. Moschini, V. E. ezzali and F. X. Roth. 2006. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. *J. Anim. Sci.* 84: 370-378.
- Blottiere, H. M., B. Buecher, J. P. Galmiche and C. Cherbut. 2003. Molecular analysis of the effect of short-chain fatty acids on intestinal cell proliferation. *Proc. Nutr. Soc.* 62: 101-106.
- Brooks, P. H., C. A. Moran, J. D. Beal, V. Demeckova and A. Campbell. 2001. Liquid feeding for the young piglet. In: M. A. Varley and J. Wiseman, editors, *The Weaner Pig: Nutrition and Management*. CABI Publishing, Wallingford. pp. 153-178.
- Chen, L., H. F. Zhang, L. X. Gao, F. Zhao, Q. P. Lu and R. N. Sa. 2013. Effect of graded levels of fiber from alfalfa meal on intestinal nutrient and energy flow, and hindgut fermentation in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 91: 4757-4764.
- Fuller, R. 1992. History and development of probiotics. In: *Probiotics*. Springer, Dordrecht, Germany. pp. 1-8.
- Huang, P. F., Q. Mou, Y. Yang, J. M. Li, M. L. Xu, J. Huang, J. Z. Li., H. S. Yang, X. X. Liang and Y. L. Yin. 2021. Effects of supplementing sow diets during late gestation with *Pennisetum purpureum* on antioxidant indices, immune parameters and faecal microbiota. *Vet. Med. Sci.*. doi: 10.1002/vms3.450.
- Ježek, J., J. Starič, M. Nemec, J. Plut, I. Oven, M. Klinkin and M. Stukelj. 2018. The influence of age, farm, and physiological status on pig hematological profiles. *J. Swine Health Prod.* 26: 72-78.
- Lewis, N. J. and R. J. Berry. 2006. Effects of season on the behavior of early-weaned piglets during and immediately following transport. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 100: 182-192.
- Lidan, Y., X. Zhou, M. S. B. Hudari, Z. Li, and J. C. Wua. 2013. Highly efficient production of L-lactic acid from xylose by newly isolated *Bacillus coagulans* C106. *Bioresour. Technol.* 132: 38-44.
- Patel, M. A., M. S. Ou, R. Harbrucker, H. C. Aldrich, M. L. Buszko, L. O. Ingram and K. T. Shanmugam. 2006. Isolation and characterization of acid-tolerant, thermophilic bacteria for effective fermentation of biomass-derived sugars to lactic acid. *Appl. Environ. Microbiol.* 72: 3228-3235.
- Pu, J., D. Chen, G. Tian, J. He, P. Zheng, X. B. Mao, J. Yu, Z. Q. Huang, L. Zhu, J. Q. Luo, Y. H. Luo and B. Yu. 2018. Protective effects of benzoic acid, *Bacillus coagulans*, and oregano oil on intestinal injury caused by enterotoxigenic *Escherichia coli* in weaned piglets. *Biomed Res. Int.* doi: 10.1155/2018/1829632.
- Quiñonero, J., C. GarcíaSantamaría, E. MaríaDolores and E. Armero. 2009. Physiological indicators of stress in gestating sows under different cooling systems. *Pesq. agropec. bras.* 44: 1549-1552.
- Reid G. 2016. Probiotics: definition, scope and mechanisms of action. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.* 30: 17-25. doi: 10.1016/j.bpg.2015.12.001.
- Schnabel, E., G. Bolduan and A. Guldenpenning. 1983. Effect of a bran diet on the total passage rate and tract measurements in weaning swine. *Arch. Tierernahr.* 33: 371-377.
- SAS Institute, 2002. Guide for Personal Computers. Version 8.0.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Stratford, M. and P. A. Anslow. 1996. Comparison of the inhibitory action on *Saccharomyces cerevisiae* of weak-acid preservatives, uncouplers, and medium-chain fatty acids. *FEMS Microbiol. Lett.* 142: 53-58.
- Thu, T. V., T. C. Loh, H. L. Foo, H. Yaakub and M. H. Bejo. 2011. Effects of liquid metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* on growth performance, faeces characteristics, intestinal morphology and diarrhoea incidence in postweaning piglets. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 69-75.
- Wang, J., C. Qin, T. He, K. Qiu, W. Sun, X. Zhang, N. Jiao, W. Zhu, and J. Yin. 2018. Alfalfa-containing diets alter luminal microbiota structure and short chain fatty acid sensing in the caecal mucosa of pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 9: 11. doi: org/10.1186/s40104-017-0216-y.

Effects of applying *Bacillus coagulans* and Napier grass powder on the growth performances of weaned piglets ⁽¹⁾

Chin-Meng Wang ⁽²⁾ Fang-Chieh Liu ⁽²⁾ Bing-Sian Lin ⁽³⁾ and You-Jun Lin ⁽⁴⁾⁽⁵⁾

Received: Feb. 18, 2021; Accepted: Jun. 28, 2021

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of *Bacillus coagulans* products and Napier grass meal on growth performance of weaned piglets. A total of 48 four-week-old (Landrace × Duroc) weaned piglets were used. Pigs were randomly divided into 3 groups and provided with control diet (A), control diet added 2×10^5 CFU/kg *Bacillus coagulans* products (B), and B diet added with Napier grass Taishigrass No.2 meal 3.2 g/kg (C). During the 4 weeks experiment, feed intake, body weight and hematology of the piglets were measured. The result showed that the daily feed intake of pigs at A, B, and C groups were 0.47, 0.57 and 0.51 kg, respectively. Pigs at B group had significantly ($P < 0.05$) larger feed intake than the control group. The body weight gain of pigs in B group was also significantly ($P < 0.05$) larger than those in the control group. There were no differences on the feed efficiency among groups. In hematological profile, no significant differences were observed among groups. In conclusion, the dietary application of *Bacillus coagulans* products significantly increased feed intake and body weight gain of the weaned piglets.

Key words: Weaned piglet, *Bacillus coagulans*, Napier grass powder, Growth performance.

(1) Contribution No. 2669 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Animal technology research center, Agricultural Technology Research Institute. Hsinchu 300100, Taiwan, R. O. C.

(4) Nutrition Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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