

# 口服凝結芽孢桿菌醱酵液對哺乳仔豬增重、 下痢發生率與糞便微生物的影響<sup>(1)</sup>

劉芳爵<sup>(2)(3)</sup> 林幼君<sup>(2)</sup>

收件日期：113 年 1 月 22 日；接受日期：113 年 3 月 15 日

## 摘 要

本試驗目的探討口服凝結芽孢桿菌醱酵液對哺乳仔豬的增重、下痢發生率、糞便微生物與血液中血球數量的影響。凝結芽孢桿菌醱酵液的製備，採用本所自行選殖的凝結芽孢桿菌菌株於商用 MRS 培養液中，經醱酵過程後，以離心方法取醱酵後上清液，再經 10 倍減壓濃縮後，以食品級葡萄糖漿調整其抗菌活性為 1 IU/mL。試驗採用 24 頭第 2 產次的藍瑞斯懷孕母豬，並於懷孕期第 110 天時，逢機將母豬分成 3 組，分別為對照組（出生仔豬無口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液）、抗生素組（出生仔豬口服抗生素 1 mL/次，僅 1 次）與口服凝結芽孢桿菌醱酵液組（出生仔豬口服醱酵液 1 mL/天，連續 7 天）。試驗結果顯示哺乳仔豬口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液於第 2 與 3 週齡時，仔豬下痢發生率低於對照組。糞便微生物部分，在 7 日齡時口服凝結芽孢桿菌醱酵液比對照組，顯著降低仔豬糞便大腸桿菌數量。在第 28 天時仔豬血液中的血球數量，在血球數量與各種白血球百分比，僅有口服抗生素組的嗜鹼性白血球百分比比對照組與口服凝結芽孢桿菌醱酵液組顯著較高。綜上所述，哺乳仔豬口服凝結芽孢桿菌醱酵液，具有降低仔豬下痢發生率與糞便大腸桿菌數量的作用，但不影響哺乳期仔豬的增重。

關鍵詞：凝結芽孢桿菌、下痢、醱酵液、哺乳仔豬。

## 緒 言

哺乳期間的仔豬容易發生黃痢與白痢的問題，主要因致病性大腸桿菌所引起。仔豬黃痢多發生於出生後一週內的哺乳仔豬，然白痢則多發生於出生後 1 週的仔豬。哺乳仔豬發生黃痢的死亡率高，主要是因仔豬嚴重脫水、電解質不平衡與維持身體正常功能所需能量不足，容易造成新生仔豬的死亡 (Martin and Henry, 1982)。加上哺乳仔豬免疫系統的發育尚未健全，抵抗力較差，容易受到外在環境細菌感染如沙門氏菌、大腸桿菌、梭菌感染等，導致仔豬發生下痢與增重下降的問題 (Ruiz *et al.*, 2016)。

仔豬腸道微生物的定殖始於剛出生時，經由新生仔豬接觸到母豬和周邊環境的微生物所致，不過仔豬腸道微生物菌群的建立，為一序列複雜的進化過程 (Mackie *et al.*, 1999)。同時腸道微生物菌群對仔豬局部免疫功能成熟化的進程，扮演關鍵的作用 (Sommer and Baeckhed, 2013)。然而，在新生仔豬的腸道微生物菌群屬於開始建立階段，並不穩定。因此，非常容易受到各種因素的干擾，如抗生素就是最常見的影響因素之一 (Nylund *et al.*, 2014)。不過為預防哺乳仔豬發生下痢，常於出生後 1 – 3 天內給予口服抗生素方法，但此法容易使仔豬腸道微生物產生抗藥性與影響益生菌的數量 (Shahana *et al.*, 2021)。在目前國際翦抗風潮下，應用微生物醱酵物來預防哺乳仔豬下痢，為另一項可選擇方法，目的為避免抗生素的濫用 (Hung *et al.*, 2019)。本試驗採用凝結芽孢桿菌菌株 (*Bacillus coagulans*)，具有產乳酸、形成孢子與運動等特性 (Payot *et al.*, 1999)，同時其醱酵代謝物亦具有抑制細菌的作用，包括如桿菌 (*Bacillus*)、李斯特菌 (*Listeria*)、葡萄球菌 (*Staphylococcus*)、鏈球菌 (*Streptococcus*)、腸球菌 (*Enterococcus*) 和梭菌 (*Clostridium*) 等，可促進仔豬的生長性能與改善下痢的作用 (Riazi *et al.*, 2009；Wu *et al.*, 2018)。然而，有關凝結芽孢桿菌醱酵液對於減少哺乳仔豬下痢的效果評估，相關研究甚少。因此，本研究旨在探討口服凝結芽孢桿菌醱酵液對

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2783 號。

(2) 農業部畜產試驗所動物營養組。

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

降低哺乳仔豬下痢發生率的效果，供作未來取代抗生素減少仔豬下痢發生率的替代物質。

## 材料與方法

本試驗於農業部畜產試驗所動物營養組試驗豬舍進行，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 111-33 號申請核准在案。

### I. 試驗動物與飼糧處理

採用經同期化發情配種確認已懷孕之第 2 產次藍瑞斯母豬，在母豬懷孕期第 110 天時，選取 24 頭母豬，分成 3 組，每組 8 重複，分別為對照組、口服抗生素組與口服凝結芽孢桿菌發酵液組。對照組 (CON, control group)，新生仔豬沒有給予口服抗生素與芽孢桿菌發酵液；抗生素組 (OAA, orally administrated antibiotic group)，新生仔豬口服 (成分 gentamicin sulfate 6.25 mg/mL，中國化學製藥股份有限公司製造)，並依照廠商建議的用法與用量，於出生後第 1 - 3 天給予 1 次口服；口服凝結芽孢桿菌發酵液組 (OAF, orally administrated fermentation broth group)，新生仔豬口服約 1 mL/day (1 mL 含 1 IU 抑菌活性與 85% 葡萄糖漿)，自出生日連續 7 天口服。懷孕期與泌乳期母豬飼料，參考臺灣地區飼養標準一豬 (1990) 推薦的營養需要量，粗蛋白質分別為 12% 與 15%、可消化能為 3,100 與 3,300 kcal/kg、離胺酸含量為 0.45% 與 0.70%、鈣與總磷均為 0.8% 與 0.6%，懷孕期母豬餵飼量為 2.2 kg/day，哺乳期母豬則任食，哺乳期間仔豬沒有額外提供教槽料，避免因教槽料含有抗生素的影響。同時舍內溫度在 22 - 26 與定時實施換氣 (10 - 15 次/小時)，維持良好的飼養環境。

### II. 凝結芽孢桿菌發酵液的製備與抑菌活性的分析

凝結芽孢桿菌發酵液的製備，參照劉及林 (2021) 與劉等 (2023) 方法，採用本所篩選自牛瘤胃液之凝結芽孢桿菌菌株，接種於 MRS 培養基中 (No. 110661, MRS broth, Merck company, USA)，於溫度 37°C 與震盪頻率 100 rpm/min，經培養 48 小時後，以 10,000 × g 離心收集上清液，接續參照 Riazi *et al.* (2009) 以減壓方法濃縮 10 倍體積後 (v/v)，再以 0.45 μm 過濾膜進行過濾消毒，再將濃縮後凝結芽孢桿菌發酵液存放於 4°C 冰箱備用。

凝結芽孢桿菌發酵液 (lactosporin, LP) 抑菌活性分析，依據 Cintas 等 (1995) 紙錠瓊脂擴散法 (agar diffusion method) 進行分析。以  $1 \times 10^6$  CFU/mL 益生菌藤黃微球菌 (BCRC 編號 80243 *Micrococcus luteus*，購自財團法人食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心) 混合於含 0.7% 瓊脂、6 g/L 酵母萃取物和 2.5 g/L 葡萄糖之培養基作為指示菌株。同時以 9 IU/g 乳酸鏈球菌 A (Nisin A; No.1414-45-5, Sigma, St Louis, MO, USA) 做為正對照組，Nisin A 以 pH2 之 HCl 溶液回溶，回溶後 Nisin A 濃度為 1.8 IU/mL，接續進行連續兩倍稀釋成  $2^{-1}$  至  $2^{-6}$  的標準溶液，分別取 50 μL/孔標準溶液注入前述培養基的紙錠上，再將其培養於 37°C 培養箱中 18 小時，其後測量抑菌環直徑並與 Nisin A 濃度進行線性迴歸，供作計算抑菌活性的檢量線用。接續分析濃縮後的凝結芽孢桿菌發酵液的抑菌活性，再以食品級葡萄糖漿調整抑菌活性為 1 IU/mL 混合後，存放於 4°C 冰箱供哺乳仔豬口服試驗用。

### III. 測定項目

以懷孕期第 110 天與仔豬離乳日時之母豬體重與三點背脂厚度的變化，供分析母豬的體況。哺乳仔豬部分，分別於出生與離乳時量秤體重，供分析哺乳期仔豬的增重，同時記錄仔豬出生活頭數與離乳仔豬頭數，供分析哺乳期間仔豬的育成率。在血液中血球數量部分，在仔豬離乳日時各組隨機選取 6 頭仔豬 (3 公 3 母)，採集血液樣品 3 - 5 mL，供分析血液中的各種血球的數量。

仔豬糞便微生物的分析，分別在仔豬 7 日齡與 28 日齡時，以消毒過的棉花棒刺激直腸肛門收集仔豬糞便樣品，供分析仔豬糞便微生物。糞便微生物分析，主要參照 Chromagar ECC (No. EF323-25, CHROM agar™ ECC company, France) 建議方法，首先取新鮮糞便 1 g 樣品，先放入 10 mL 0.85% NaCl 混合均勻，接續用 0.85% NaCl 連續稀釋 (1 mL + 9 mL 0.85% NaCl) 至 1/100,000,000，總共需要稀釋 8 次。分別取 1 mL 之  $1/10^3$ 、 $1/10^6$  與  $1/10^8$  稀釋糞便樣品，再分別注入 3 個 9 cm 培養皿，接續注入適量 Chromagar (約 9 mL)，搖放均勻靜置至凝固後，放置於 37°C 培養箱經 24 小時後，依據菌落外貌顏色，分別計算糞便中大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、大腸桿菌群 (*coliform*)、革蘭氏陰性菌 (gram-negative bacteria) 等菌落的數量。

試驗仔豬糞便評分與下痢發生率的估算方法，依據 Hart and Dobb (1988) 與 Marquardt *et al.* (1999) 的方法，進行糞便指數的評分。從仔豬出生日開始至第 28 日齡結束，每日上午 09:00 至 11:00 進行一次糞便指數評分。糞便評分標準為 4 級分，指數「0」表正常成型糞便 (水分含量 < 70%)、「1」表輕微軟便 (水分含量 70 - 75%)、「2」表中度軟便 (水分含量 75 - 80%) 與「3」表嚴重軟便 (水分含量 > 80%)，供評估仔豬下痢的嚴

重程度。每週仔豬下痢發生率的計算方法，主要參考 Sun *et al.* (2022) 文獻所列之方法，計算公式如下：

$$\text{每週下痢發生率 (\%)} = \frac{\text{下痢仔豬頭數}}{\text{試驗仔豬總頭數} \times 7 (\text{觀察天數})} \times 100\%$$

\*當仔豬糞便外觀下痢指數等於或大於 2 時，定義為發生下痢。

#### IV. 統計分析

試驗收集之各項資料，利用 SAS (2005) 的套裝統計軟體，依一般線性模式 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，並以鄧肯氏多變域測定法 (Duncan's multiple range test) 進行處理組平均值間之差異顯著性分析，當  $P < 0.05$  表差異顯著，而  $P < 0.01$  表差異極顯著。

## 結果與討論

### I. 母豬及哺乳期仔豬的體重與育成率

懷孕期第 110 天母豬與母豬於仔豬離乳時之體重與背脂厚度，仔豬在出生與離乳時的體重和 4 週的增重，各組間均無差異，如表 1 所示。母豬於對照組、口服抗生素及凝結芽孢桿菌發酵液之哺乳期間的失重，分別為 25.0、20.1 與 28.5 kg，背脂厚度分別減少為 3.8、4.8 與 3.9 mm，顯示母豬在哺乳期間，母豬體重的失重與減少的背脂厚度，各組間沒有顯著的變化。仔豬經對照組、口服抗生素及凝結芽孢桿菌發酵液處理之 4 週哺乳期間的體增重，分別為 5.78、5.67 與 5.83 kg，育成率分別為 95.5、96.4 與 97.4%，顯示哺乳仔豬沒有因口服抗生素與凝結芽孢桿菌發酵液，而影響哺乳期間母豬的失重與背脂厚度以及仔豬的增重與育成率。此現象在母豬的部分，可能因本研究採用相同品種與產次的母豬，且母豬沒有餵飼飼料營養成分以外的物質。因此母豬間的繁殖性能相似 (Bloembergen *et al.*, 2008; Koketsu *et al.*, 2017)。在哺乳仔豬部分，為讓哺乳仔豬正常的生長，本研究除將母豬飼養於密閉式水簾分娩豬舍，提供母豬合適的飼養環境外，在母豬飼糧均依照臺灣地區飼養標準一豬 (行政院農業委員會編輯委員會, 1990) 推薦之營養需要量配製，提供懷孕期與分娩期母豬均衡營養的飼糧，確保哺乳仔豬能夠獲取充足的初乳與乳汁，供仔豬正常生長 (Laia *et al.*, 2021)。

表 1. 服抗生素與凝結芽孢桿菌發酵液對母豬體重與背脂厚度、仔豬體重與育成率的影響

Table 1. The effects of orally administrated antibiotic and *Bacillus coagulans* fermentation broth on the body weight and backfat depth of sows and body weight and survival rate of suckling pigs

Items	CON <sup>§</sup>	OAA	OAF
<b>Sows</b>			
Body weight at 110 days of gestation, kg	250.2 ± 11.9*	234.9 ± 29.3	243.5 ± 17.5
Backfat thickness at 110 days of gestation, mm	21.0 ± 1.8	21.8 ± 2.2	22.2 ± 1.8
Body weight at weaning day, kg	225.2 ± 32.9	214.8 ± 36.8	215.0 ± 22.8
Back fat depth at weaning day, mm	17.2 ± 1.6	17.0 ± 3.4	18.3 ± 3.3
<b>Suckling pigs</b>			
Body weight at birth, kg	1.50 ± 0.13	1.41 ± 0.06	1.52 ± 0.08
Body weight at weaning, kg	7.28 ± 0.45	7.08 ± 0.71	7.35 ± 0.98
Weight gain for 28 days, kg	5.78 ± 0.29	5.67 ± 0.38	5.83 ± 0.53
Number of alive piglet at birth, head	11.0 ± 0.2	11.0 ± 0.4	11.7 ± 0.6
Number of alive piglet at weaning, head	10.5 ± 0.7	10.6 ± 0.6	11.4 ± 0.6
Survival rate, % <sup>&amp;</sup>	95.5	96.4	97.4

\* Mean ± SD.

<sup>§</sup> CON, control group; OAA, orally administrated antibiotic group; OAF, orally administrated fermentation broth group.

<sup>&</sup> Survival rate = (Number of alive piglet at weaning / Number of alive piglet at birth) × 100%.

### II. 口服抗生素與凝結芽孢桿菌發酵液對哺乳仔豬下痢發生率的影響

哺乳期間仔豬的下痢發生率，在第 8 - 14、15 - 21 與 22 - 28 日齡時口服抗生素與凝結芽孢桿菌發酵液

較對照組低 (如表 2)。顯示哺乳仔豬口服抗生素 (gentamicin sulfate) 與凝結芽孢桿菌醱酵液, 均具有降低哺乳仔豬下痢發生率的效果。此現象可能是因凝結芽孢桿菌醱酵液含有乳孢菌素 (lactosporin) 抑菌物質, 能夠降低新生仔豬下痢發生率的作用 (Casewell *et al.*, 2003; Riazi *et al.*, 2009; Ruiz *et al.*, 2016; Thomson and Friendship, 2019)。在 Poulsen *et al.* (2018) 報告指出, 新生仔豬口服 5 mg/day Gentamicin 抗生素, 顯著降低糞便中微生物族群多樣性與仔豬下痢發生率, 本研究利用口服凝結芽孢桿菌醱酵液具有抑制微生物的效果, 此結果與口服抗生素相似。另外一些文獻指出, 運用微生物醱酵物產生的抗菌蛋白或抗菌肽均具有改善下痢的效果, 本報告口服凝結芽孢桿菌醱酵液降低哺乳仔豬下痢發生率, 亦有相似的結果 (劉等, 2023; Payot *et al.*, 1999; Riazi *et al.*, 2009; Ripamonti *et al.*, 2009)。

表 2. 口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液對哺乳期仔豬下痢發生率的影響

Table 2. Effect of orally administrated antibiotics and *Bacillus coagulans* fermentation broth on the Incidence of diarrhea of suckling piglets

Items	CON <sup>§</sup>	OAA	OAF
0 – 7 d, %	0 ± 0*	0 ± 0	0 ± 0
8 – 14 d, %	11.1 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.2 ± 0.2 <sup>b</sup>	4.2 ± 1.3 <sup>b</sup>
15 – 21 d, %	7.5 ± 2.9 <sup>a</sup>	3.4 ± 0.8 <sup>ab</sup>	1.2 ± 0.5 <sup>b</sup>
22 – 28 d, %	0.8 ± 0.1	1.3 ± 0.4	0 ± 0

\* Mean ± SD.

§ Meanings are the same as in table 1.

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

### III. 口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液對哺乳仔豬糞便微生物的影響

哺乳仔豬口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液, 對 7 日齡與 28 日齡仔豬糞便微生物的影響, 如表 3 所示。在仔豬 7 日齡時, 口服凝結芽孢桿菌醱酵液於糞便大腸桿菌數量顯著較對照組為低 ( $3.91$  vs.  $9.33 \times 10^8$  cfu/g), 此現象可能凝結芽孢桿菌具有產乳酸, 且其醱酵代謝物中具有抑制容易引發仔豬消化道疾病的微生物包括如桿菌 (*Bacillus* spp.)、李斯特菌 (*Listeria* spp.)、葡萄球菌 (*Staphylococcus* spp.)、鏈球菌 (*Streptococcus* spp.)、腸球菌 (*Enterococcus* spp.) 和梭菌 (*Clostridium* spp.) 等所致, 進而降低仔豬下痢發生率與改善仔豬的生長性能 (Payot *et al.*, 1999; Riazi *et al.*, 2009; Ripamonti *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2018)。在仔豬第 28 天 (離乳) 時, 各組仔豬糞便微生物則沒有顯著差異。此現象可能因自第 8 天起, 沒有持續給予口服抗生素或凝結芽孢桿菌醱酵液, 並經過 3 週的哺乳時間, 仔豬腸道微生物的多樣性與豐富度逐漸增加。此現象與文獻 Burrough *et al.* (2017)、Wu *et al.* (2018) 及 Florencia *et al.* (2019) 有相似結果。因此, 在第 28 天離乳時, 各組哺乳仔豬糞便微生物沒有顯著差異。

表 3. 口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液對哺乳仔豬糞便微生物的影響

Table 3. Effects of orally administrated antibiotics and *Bacillus coagulans* fermentation broth on fecal bacteria of suckling pigs

Items	CON <sup>§</sup>	OAA	OAF
Day 7			
<i>E. coli</i> × 10 <sup>8</sup> cfu/g	9.33 ± 1.10 <sup>*a</sup>	5.15 ± 1.25 <sup>ab</sup>	3.91 ± 1.37 <sup>b</sup>
Other fecal coliform bacteria × 10 <sup>8</sup> cfu/g	0.13 ± 0.05	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.008
Other Gram negative bacteria × 10 <sup>8</sup> cfu/g	6.45 ± 2.47	5.80 ± 2.80	4.97 ± 1.97
Day 28 (weaning day)			
<i>E. coli</i> × 10 <sup>8</sup> cfu/g	6.71 ± 1.87	4.24 ± 1.37	4.20 ± 1.40
Other fecal coliform bacteria × 10 <sup>8</sup> cfu/g	0.12 ± 0.05	2.05 ± 0.01	1.07 ± 0.003
Other Gram negative bacteria × 10 <sup>8</sup> cfu/g	5.71 ± 2.54	5.73 ± 2.09	5.79 ± 1.55

\* Mean ± SD.

§ Meanings are the same as in table 1.

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

## VI. 口服抗生素組與凝結芽孢桿菌醱酵液對仔豬血液中血球數量的影響

新生仔豬口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液對離乳時仔豬血液中的血球數量與各種白血球百分比的影響，如表 4 所示。結果顯示，仔豬口服抗生素組的嗜鹼性白血球比例顯著較對照組與口服凝結芽孢桿菌醱酵液組為高 (0.60 vs. 0.41 vs. 0.36%)，此現象可能因腸道微生物多樣性與豐富度受到 Gentamicin 抗生素的影響，造成仔豬容易發生發炎的現象 (Burrough et al., 2017; Wu et al., 2018; Florencia et al., 2019)。仔豬發生發炎反應過程中，嗜鹼性白血球 (Basophils) 會參與其中，當其百分比過高時會造成仔豬發生過敏反應 (Voehringer, 2009)。不過本研究分析嗜鹼性白血球百分比介於 0.5 – 1.0% 之間，仍屬正常範圍。仔豬血液中其他血球數如紅血球與血小板數量、嗜酸性球百分比 (Eosinophils)、嗜中性球百分比 (Eosinophils)、淋巴細胞百分比 (Lymphocyte) 與單核球細胞百分比 (Monocyte)，則不受口服抗生素或凝結芽孢桿菌醱酵液的影響。

表 4. 口服抗生素與凝結芽孢桿菌醱酵液對哺乳仔豬血液中血球數的影響

Table 4. Effects of orally administrated of antibiotics and *Bacillus coagulans* fermentation broth on blood cell counts of suckling pigs

Items	CON <sup>§</sup>	OAA	OAF
Red blood cell × 10 <sup>6</sup> , cells/μL	6.69 ± 0.69*	6.96 ± 0.71	7.08 ± 0.53
Blood platelet × 10 <sup>3</sup> , cells/μL	576.7 ± 157.1	559.1 ± 180.3	573.0 ± 224.6
White blood cell, cells/μL	13,670 ± 4,668	13,603 ± 3,256	14,877 ± 3,735
Basophils, %	0.41 ± 0.15 <sup>b</sup>	0.60 ± 0.22 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.24 <sup>b</sup>
Eosinophils, %	1.63 ± 0.76	1.52 ± 0.88	1.38 ± 0.79
Neutrophils, %	31.8 ± 6.7	30.3 ± 3.0	30.2 ± 6.09
Lymphocyte, %	61.8 ± 6.6	63.1 ± 5.3	63.8 ± 6.3
Monocyte, %	4.52 ± 1.41	4.47 ± 1.67	4.22 ± 1.67

\* Mean ± SD.

§ Meanings are the same as in table 1.

<sup>a, b</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

## 結論與建議

新生仔豬連續 7 天口服凝結芽孢桿菌醱酵液，具有降低仔豬第 2 與 3 週齡下痢發生率，且與口服 Gentamicin 抗生素降低下痢發生率的效果相似，顯示凝結芽孢桿菌醱酵液與抗生素組同樣具有抑制哺乳仔豬下痢發生率的作用。在仔豬糞便微生物與血液中的血球數量，在 7 日齡時口服凝結芽孢桿菌醱酵液比對照組顯著降低仔豬糞便大腸桿菌數量。綜上所述，哺乳仔豬口服凝結芽孢桿菌醱酵液可取代口服抗生素，具有降低仔豬下痢發生率與糞便中大腸桿菌數的作用。

## 致 謝

試驗期間感謝畜產試驗所畜產經營組二股全體同仁與動物營養組嚴世俊先生和蕭合芬小姐，試驗進行過程中之協助與相關資料之收集與分析工作，讓試驗順利完成。

## 參考文獻

- 行政院農業委員會編輯委員會。1990。臺灣地區飼養標準－豬。行政院農業委員會出版。
- 劉芳爵、林幼君。2021。源自豬隻糞便與牛瘤胃液凝結芽孢桿菌的篩選、鑑定與性狀分析。畜產研究 54(3)：148-154。
- 劉芳爵、林幼君、李秀蘭。2023。飼糧添加凝結芽孢桿菌對離乳仔豬生長性狀、血液性狀與下痢發生率的影響。畜產研究 56(3)：190-198。

- Bloemhof, S., E. H. van der Waaij, J. W. M. Merks and E. F. Knol. 2008. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. *J. Anim. Sci.* 86: 3330-3337.
- Burrough, E. R., B. L. Arruda, and P. J. Plummer. 2017. Comparison of the luminal and mucosa-associated microbiota in the colon of pigs with and without swine dysentery. *Vet. Sci.* 4: 139. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00139>.
- Casewell, M., C. Friis, E. Marco, P. McMullin, and I. Phillips. 2003. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *J. Antimicrob. Chemother.* 52: 159-161.
- Florencia, C. F., J. M. G. dos Santos, F. Illas, and V. Aragon. 2019. Antimicrobial removal on piglets promotes health and higher bacterial diversity in the nasal microbiota. *Scientific reports* 9: 6545-6554. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43022-y>.
- Koketsu, Y., S. Tani, and R. Iida. 2017. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management* 3: 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>.
- Laia, B., D. Sola-Oriol, P. Llonch, S. Lopez-Verge, S. M. Martín-Orue, and J. F. Perez. 2021. Management and feeding strategies in early life to increase piglet performance and welfare around weaning: A Review. *Animals* 11:302 (pp. 1-43). <https://doi.org/10.3390/ani11020302>.
- Mackie, R. I., A. Sghir, and H. R. Gaskins. 1999. Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract. *Am. J. Clin. Nutr.* 69(5):1035S-1045S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.5.1035s>.
- Nylund, L., R. Satokari, S. Salminen, and W. M. de Vos. 2014. Intestinal microbiota during early life-impact on health and disease. *Proc. Nutr. Soc.* 73(4): 457-469. <https://doi.org/10.1017/S0029665114000627>.
- Payot, T., Z. Chemaly, and M. Fick. 1999. Lactic acid production by *Bacillus coagulans*-kinetic studies and optimization of culture medium for batch and continuous fermentations. *Enzyme Microb. Technol.* 24: 191-199.
- Poulsen, A. S. R., N. Jonge, J. L. Nielsen, O. Hojberg, C. Lauridsen, S. M. Cutting, and N. Canibe. 2018. Impact of *Bacillus* spp. spores and gentamicin on the gastrointestinal microbiota of suckling and newly weaned piglets. *PLoS ONE*: 13(11): e0207382 (pp. 1-22). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207382>.
- Riazil, S., R. E. Wirawan, V. Badmaev, and M. L. Chikindas. 2009. Characterization of lactosporin, a novel antimicrobial protein produced by *Bacillus coagulans* ATCC 7050. *J. Applied Microbio.* 106: 1370-1377.
- Ripamonti, B. A. Agazzi, A. Baldi, C. Balzaretto, C. Bersani, S. Pirani, R. Rebucci, G. Savoini, S. Stella, and A. Stenico. 2009. Administration of *Bacillus coagulans*, in calves: Recovery from fecal samples and evaluation of functional aspects of spores. *Vet. Res. Commun.* 33: 991-1001.
- Ruiz, L. A. V., G. J. Bersano, A. F. Carvalho, M. H. B. Catroxo, D. P. Chiebao, F. Gregori, S. Miyashiro, A. F. C. Nassar, T. M. F. S. Oliveira, R. A. Ogata, E. P. Scarcelli, and P. O. Tonietti. 2016. Case-control study of pathogens involved in piglet diarrhea. *BMC. Res Notes*: 9(22): 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1751-2>.
- SAS. 2005. User's guide: Statistic, version 9.1 edition. SAS Inc., Cary, NC. USA.
- Sommer, F. and F. Bäckhed. 2013. The gut microbiota-masters of host development and physiology. *Nature reviews Microbio.* 11(4):227-238. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2974>.
- Thomson, J. R. and R. M. Friendship. 2019. Digestive system. In Zimmerman, J. J., LA R. A. Karriker, K. J. Schwartz, G. W. Stevenson and J. Zhang. *Diseases of swine*, 11th Edition Ames, Blackwell Publishing. pp 234-263.
- Voehringer, D. 2009. The role of basophils in helminth infection. *Trends in Parasitology* 25(12): 551-556. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2009.09.004>.
- Wu, T., Y. Zhang, Y. Lv, P. Li, D. Yi, L. Wang, D. Zhao, H. Chen, J. Gong, and Y. Hou. 2018. Beneficial impact and molecular mechanism of *Bacillus coagulans* on piglets' intestine. *Int. J. Mol. Sci.* 19(7): 2084. <https://doi.org/10.3390/ijms-19072084>.

# The effect of orally administrated *Bacillus coagulans* fermentation broth on weight gain, incidence of diarrhea and fecal bacteria in suckling pigs <sup>(1)</sup>

Fang-Chueh Liu <sup>(2)(3)</sup> and Yu-Chun Lin <sup>(2)</sup>

Received: Jan. 22, 2024; Accepted: Mar. 15, 2024

## Abstract

The purpose of this experiment was to investigate the effects of orally *Bacillus coagulans* fermentation broth on weight gain, incidence of diarrhea, fecal bacteria and complete blood count of suckling pigs. The preparation of *Bacillus coagulans* fermentation broth used *Bacillus coagulans* strain inoculated into commercial MRS medium, which underwent fermentation and was separated by centrifugation process for the supernatant fluid. The supernatant went through rotary evaporation to reduce the volume as 1/10 (v/v), followed by adding food-grade dextrose syrup to adjust the antimicrobial activity at 1 IU/mL. The experiment was conducted on 24 heads of the second parity of Landrace gestation sows (110th day of pregnancy), which were divided into three groups: the control group (newborn piglets not given antibiotics and *Bacillus coagulans* fermentation broth), the antibiotic group (newborn piglets given only one administration of oral antibiotics with 1 mL/dose), and the orally administrated *Bacillus coagulans* group (newborn piglets given the fermentation broth with 1 mL/dose/day for 7 consecutive days). The experimental results showed that when suckling pigs were given the oral antibiotics and *Bacillus coagulans* fermentation broth at the 2nd and 3rd weeks of age, the incidence of diarrhea in suckling pigs were lower than that in the control group. In terms of fecal bacteria, orally administrated *Bacillus coagulans* fermentation broth at 7 days of age significantly reduced the fecal *E. coli* counts of piglets compared with the control group. In terms of the complete blood count and percentage of different white blood cells at the 28<sup>th</sup> day, only the percentage of alkaliphilic white blood cells in the oral antibiotic group was significantly higher than that in the control group and the orally administered *Bacillus coagulans* fermentation broth. In conclusion, the oral administration of *Bacillus coagulans* fermentation broth for suckling pigs has the effect of reducing the incidence of diarrhea and fecal *E. coli* counts, but the weight gain was not affected by those treatments.

Key words: *Bacillus coagulans*, Diarrhea, Fermentation broth, Suckling pig.

---

(1) Contribution No. 2783 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Animal Nutrition Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: fcliu@mail.tlri.gov.tw.