

# 提升飼糧中硒及維生素 E 含量對畜試一號仔豬 生長性能及血球組成的影響<sup>(1)</sup>

王錦盟<sup>(2)(4)</sup> 林幼君<sup>(3)</sup> 陳致吟<sup>(2)</sup> 劉芳爵<sup>(2)</sup>

收件日期：109 年 1 月 7 日；接受日期：109 年 5 月 5 日

## 摘 要

本試驗目的在探討提高飼糧中硒及維生素 E 含量對仔豬生長性能的影響。以 32 頭 5 週齡畜試一號黑豬為試驗動物，依體重逢機分為 2 組，分別為對照組與處理組，處理組飼糧中硒及維生素 E 添加量為 NRC(2012) 推薦量的 6 倍。對照組與處理組飼料中硒檢測值分別為 0.33 與 1.81 mg/kg (ppm)，維生素 E 檢測值則分別為 51.4 與 103.2 IU/kg。試驗資料依疫苗注射時間點分為試驗前期 (第 6 – 7 週齡)、試驗後期 (第 8 – 9 週齡) 與全期 (第 6 – 9 週齡) 進行分析。結果顯示，試驗前期兩組間的生長性能無顯著差異，試驗後期處理組的飼料轉換率顯著優於對照組 ( $P < 0.05$ )。全期而言，高量硒與維生素 E 飼糧則有降低仔豬採食量的趨勢 ( $P = 0.09$ )。在血球數量方面，仔豬給飼較高硒和維生素 E 濃度飼糧，其血液中嗜中性白血球與淋巴球比值 ( $N/L = 0.59$ ) 顯著低於對照組 ( $N/L = 0.67$ ,  $P < 0.05$ )，顯示提升飼糧中硒和維生素 E 濃度有降低仔豬緊迫反應的效果對血液中抗菌勝肽與免疫球蛋白則無顯著影響。綜上所述，提高飼糧中硒及維生素 E 含量，推測可以減緩仔豬的緊迫反應及降低疫苗注射對仔豬增重與飼料轉換率的抑制效應。

關鍵詞：畜試一號黑豬、硒、維生素 E、生長性能。

## 緒 言

逐年縮減可添加於畜禽飼料中抗生素生長促進劑的使用種類為國際趨勢，以歐盟為例，公告在 2006 年完全禁止抗生素做為動物的生長促進劑，國內目前亦逐年縮減可添加於畜禽飼料中的抗生素種類。為因應此趨勢，運用有益營養素強化仔豬的免疫力 (immunity)，以降低禁用抗生素對產業的衝擊為可行的策略之一。有益營養素包括維生素 A (含  $\beta$ -胡蘿蔔素)、維生素 B 群、C、D 與 E；礦物質中的鐵、鋅、硒、銅與錳等均為維持免疫機能不可或缺的營養素。

哺乳類動物先天性免疫的抗菌勝肽 (antimicrobial peptides, AMPs) 有 2 類，第一類 cathelicidin-related AMPs，一般由 12 – 80 個胺基酸組成，富含離胺酸、精胺酸和組胺酸等陽離子胺基酸，通常為帶正電的勝肽，並具有親水性與疏水性等兩性特徵 (Sang and Blecha, 2009)。其中 proline-arginine-rich 39-amino acid peptide (PR39) 為富脯胺酸 (proline-rich) 的 cathelicidin，藉由阻止蛋白質與 DNA 合成並導致這些成分的降解，進而殺死細菌 (Boman *et al.*, 1993)。第二類禦菌素 (defensins) 一般由 15 – 20 個胺基酸組成，包括 6 – 8 個半胱胺酸，屬陽離子勝肽具有很強的抗細菌、真菌和具外套膜病毒作用。使用豬傷寒沙門氏菌 (*Salmonella Typhimurium*) 感染豬腸道上皮細胞株 (porcine ileal epithelial cell line, IPEC-J2)，可誘導 porcine beta defensins-1, 2 (pBD-1, 2) 的 mRNA 表現量 (Veldhuizen *et al.*, 2006; Veldhuizen *et al.*, 2009)。此意謂著，第一道防線上皮細胞若受到微生物的感染，可提升抗菌勝肽表現量因應。

硒是人類與家畜飼糧中不可少的微量元素，動物體內超過 30 種蛋白質含有硒。硒依存性穀胱甘肽過氧化酶 (Se-dependent glutathione peroxidase, GSH-Px) 參與酵素性抗氧化防禦系統，保護細胞免受自由基造成的傷害，參與甲狀腺激素的代謝，參與生殖功能並發揮神經保護作用。除了抗增殖與消炎 (anti-proliferative and anti-inflammatory)

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2636 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

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

外，硒還能刺激免疫系統。維生素 E 可直接與自由基反應，以阻止自由基對多元不飽和脂肪酸進行過氧化鏈鎖反應，同時維生素 E 與含硫胺基酸亦有助於硒的抗氧化作用 (Zarczynska *et al.*, 2013)。

豬飼糧中添加硒及維生素 E 可測得豬隻產生的後天性免疫相關效應，包括對豬隻抗體的產生有正面的協同作用、淋巴球增殖試驗 (lymphocyte proliferation assay)、豬感染試驗的抵抗力 (resistance to experimental infection) 表現等 (Peplowski *et al.*, 1980; Finch and Turner, 1996)。動物對飼糧中高量硒的耐受性不高，豬飼料中硒的中毒濃度為 5 mg/kg (NRC, 2012)。

本試驗提高飼糧中礦物質硒及維生素 E 添加量，探討其對仔豬生長性能、血球組成及抗菌肽生成的影響，並評估免疫注射前後，高量硒與維生素 E 飼糧對仔豬生長性能的影響。

## 材料與方法

### I. 動物試驗

以 5 週齡畜試一號黑豬 32 頭 (公母各半) 為試驗動物，逢機分為對照組與處理組，供試豬隻平均初體重分別為  $7.76 \pm 0.97$  與  $7.49 \pm 1.77$  kg。豬隻飼養於傳統高床保育豬舍，每組 4 重複 (欄)，每重複 4 頭 (公母各半)，每欄面積 2.55 平方公尺。對照組豬隻給飼保育豬飼糧 (表 1)。硒與維生素 E 需要量分別為 0.3 mg/kg 與 16 IU/

表 1. 維生素 E 與硒試驗之仔豬基礎飼糧配方組成

Table 1. The formula and compositions of the basal diet for the piglets in Vit E and Se experiment

| Item                    | %      |
|-------------------------|--------|
| Ingredients             |        |
| Corn meal               | 67.71  |
| Soybean meal            | 19.00  |
| Fish meal               | 5.00   |
| Dicalcium phosphate     | 1.60   |
| Limestone, pulverized   | 0.80   |
| Skimmed milk powder     | 2.00   |
| Whey powder             | 2.00   |
| Soybean oil             | 1.00   |
| Salt                    | 0.50   |
| Choline chloride, 50%   | 0.10   |
| CuSO <sub>4</sub>       | 0.04   |
| Premix-Vit <sup>a</sup> | 0.15   |
| Premix-Min <sup>b</sup> | 0.10   |
| Total                   | 100.00 |
| Calculated values       |        |
| CP, %                   | 17.40  |
| ME, kcal/kg             | 3,217  |
| Calcium, %              | 0.94   |
| Phosphate, %            | 0.73   |
| Available phosphate, %  | 0.57   |
| Lysine, %               | 1.13   |

<sup>a</sup> Provided per kilogram of diet: Vitamin A, 9,000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 600 IU; Vitamin E, 60 IU; Vitamin K, 3 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 3 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 9 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 4.5 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 0.045 mg; Niacin, 45 mg; Nicotinic acid, 45 mg; Folic acid, 0.9 mg; and Biotin, 0.3 mg.

<sup>b</sup> 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.

\* The selenium analyzed values of the control and treatment group diets were 0.33 and 1.81 mg/kg, respectively, and the vitamin E were 51.4 and 103.2 IU/kg, respectively.

kg (NRC, 2012)，處理組飼糧中硒與維生素濃度為 NRC (2012) 推薦量的 6 倍 (額外添加亞硒酸鈉  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ , Se min 45%, Nihon Shiyaku Reagent) 與維生素 E (ROVIMIX® E50; 經 3 次稀釋後添加於飼料中)。飼料中硒與維生素 E 含量，分別以 103 年 8 月 25 日部授食字第 1031901169 號公告修正重金屬檢驗方法與脂溶性維生素之檢驗方法 (TFDA A0025.00) 進行檢測。對照組飼料中硒與維生素 E 檢測值分別為 0.33 mg/kg 與 51.4 IU/kg，處理組則分別為 1.81 mg/kg 與 103.2 IU/kg。試驗為期 4 週，試驗於仔豬 9 週齡結束，試驗期間採任食，不限給水，每 2 週測定仔豬的採食量及生長性能，以評估提高飼糧中礦物質硒與維生素 E 對離乳仔豬生長性能的影響。

## II. 血液檢測

在試驗結束時，以人工固定方法由頸靜脈採集血液 5 mL，以 Sysmex XN-1000 血液分析儀 (XN-1000 Hematology analyzer Sysmex Corporation, Co., Japan) 進行血球檢測 (WBC, RBG, PLT, NET, LYM, MON, EOS, BASO)。另血清中 PR-39 及 pBD-2 濃度分析，採用酵素免疫吸附法 (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, ELISA)，利用抗原抗體間專一性鍵結之特性，對血清樣品進行分析。以 Porcine ELISA PR-39 試劑套組 (BlueGene, China) 和 Porcine ELISA pBD-2 試劑套組 (ABclonal, USA)，依照製造廠商之建議步驟操作，再利用酵素免疫分析儀 (Power wave XS, BioTek Instruments) 判讀，以波長 450 nm 進行分析及濃度換算。血漿中之免疫球蛋白 IgG、IgA 及 IgM 含量，採用酵素免疫吸附法，利用抗原抗體間專一性鍵結之特性，對血漿樣品進行分析。分別以 Pig ELISA IgG、IgA 與 IgM 試劑套組 (Bethyl, USA)，依照製造廠商之建議步驟操作，再利用酵素免疫分析儀 (Power wave XS, BioTek Instruments) 判讀，以波長 450 nm 進行分析及濃度換算。

## III. 統計分析

由於仔豬 7 週齡時，注射假性狂犬病基因缺損不活化疫苗 (PR, 第 1 次) 與豬放線桿菌不活化菌苗 (1、5 型) (AP, 第 1 次)，因此將資料分為試驗前期 (第 6 – 7 週齡)、試驗後期 (第 8 – 9 週齡) 及全期 (第 6 – 9 週齡) 進行分析。

本試驗採逢機完全區集設計 (randomized complete block design)，試驗資料使用 SAS 統計套裝軟體 (Statistical Analysis System. SAS, 2002)，利用一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure) 進行變方分析，並以 Tukey's Studentized Range Test 比較處理組間之差異顯著性 ( $P < 0.05$ )。

分析模式：

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + \varepsilon_{ijk}; i = 1, 2, 3, 4; j = P, Q$$

上式中  $B_i$  代表區集 (block) 效應，仔豬初體重依大小分為 1、2、3 及 4 級。 $T_j$  代表處理 (treatment) 效應，P 為對照組，Q 為處理組， $\varepsilon_{ijk}$  則為機差效應。

# 結果與討論

## I. 仔豬生長性能

### (i) 仔豬飼料採食量

提升飼料礦物質硒與維生素 E 濃度對仔豬採食量的影響如表 2。雖然試驗前期與後期處理組的仔豬飼料採食量均低於對照組，惟不具顯著差異，但處理組全期平均採食量 ( $0.612 \pm 0.125$  kg/頭/天) 有低於對照組 ( $0.712 \pm 0.083$  kg/頭/天) 的趨勢 ( $P = 0.09$ )，表示仔豬給飼高量礦物質硒與維生素 E 飼糧有降低仔豬採食量的趨勢。

NRC (2012) 建議不同體重豬飼糧中硒的含量為 0.15 – 0.30 mg/kg。雖然豬隻給飼含 8.3 mg/kg 硒的飼糧，並沒有觀察到對豬隻的生長性能有不良影響 (Goehring *et al.*, 1984a)。但 Goehring *et al.* (1984b) 於玉米大豆粕基礎飼糧中添加硒 0、4、8、12、16 及 20 mg/kg，隨著飼糧中硒的增加，造成 5 週齡仔豬增重和採食量有下降的現象。Olivera *et al.* (2017) 於玉米大豆粕基礎飼糧中硒含量為 0.3 及 0.6 mg/kg，亦造成仔豬採食量下降的現象。本試驗得到類似的結果，處理組飼糧中硒含量為 1.81 mg/kg，計算仔豬平均硒攝取量為 1.11 mg/頭/天，造成仔豬採食量有下降的趨勢，推測本試驗提高飼糧中硒的含量 (1.81 mg/kg)，可能為降低仔豬採食量的原因之一。

### (ii) 仔豬日增重

提升飼料礦物質硒與維生素 E 對仔豬體增重的影響如表 2。對照組的全期平均隻日增重 ( $0.30 \pm 0.03$  kg) 有高於處理組 ( $0.27 \pm 0.04$  kg) 的趨勢 ( $P = 0.06$ )，此趨勢與上述飼料採食量類似。由於對照組採食量較高，而導致對照組體增重有較高的趨勢。試驗前期對照組的隻日增重為  $0.28 \pm 0.04$  kg，亦有高於處理組 ( $0.23 \pm$

0.03 kg) 的趨勢 ( $P = 0.08$ )。試驗後期對照組與處理組的隻日增重則均為 0.31 kg。顯示，對照組的全期日增重有較高趨勢的情形，主要來自試驗前期對照組體增重較佳所致。

Goehring *et al.* (1984b) 認為生長速率是豬的慢性硒中毒的最敏感指標，雜交仔豬飼糧中硒的毒性濃度似乎在 4 和 8 mg/kg 之間。本試驗仔豬給飼每公斤含 1.81 mg 礦物質硒的飼糧，對試驗組仔豬採食量及體增重均有抑制的趨勢。

表 2. 提升飼糧中硒及維生素 E 濃度對仔豬 (畜試黑豬一號) 生長性能之影響

Table 2. Effects of increasing dietary Se and Vitamin E concentration on growth performance of the piglets (TLRI Black Pig No.1)

| Items                                   | Control group <sup>1</sup> | Treatment group <sup>1</sup> |
|---|----------------------------|------------------------------|
| No.                                     | 4                          | 4                            |
| Feed intake (kg/piglet/day)             |                            |                              |
| 6 ~ 7 weeks of age                      | 0.52 ± 0.06*               | 0.47 ± 0.09                  |
| 8 ~ 9 weeks of age                      | 0.85 ± 0.04                | 0.75 ± 0.16                  |
| Whole period                            | 0.71 ± 0.08                | 0.61 ± 0.13                  |
| Body weight gain (kg/piglet/day)        |                            |                              |
| 6 ~ 7 weeks of age                      | 0.28 ± 0.04                | 0.23 ± 0.03                  |
| 8 ~ 9 weeks of age                      | 0.31 ± 0.03                | 0.31 ± 0.06                  |
| Whole period                            | 0.30 ± 0.03                | 0.27 ± 0.04                  |
| Feed conversion rate (feed intake/gain) |                            |                              |
| 6 ~ 7 weeks of age                      | 1.86 ± 0.14                | 2.02 ± 0.19                  |
| 8 ~ 9 weeks of age                      | 2.73 ± 0.11 <sup>a</sup>   | 2.42 ± 0.17 <sup>b</sup>     |
| Whole period                            | 2.41 ± 0.19                | 2.24 ± 0.16                  |

\* mean ± SD.

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

<sup>1</sup> Control group: Se 0.33 mg/kg, Vit E 51 IU/kg; Treatment group: Se 1.81 mg/kg, Vit E 103 IU/kg.

### (iii) 飼料轉換率

隨著飼糧中硒添加量的增加，造成仔豬飼料轉換率變差 (Goehring *et al.*, 1984b)。本次試驗前期的處理組飼料轉換率為  $2.02 \pm 0.19$  較對照組的  $1.86 \pm 0.14$  差，惟不具顯著差異。相反的，試驗後期處理組飼料轉換率為  $2.42 \pm 0.17$ ，則顯著優於對照組的  $2.73 \pm 0.11$  ( $P < 0.05$ )。由於在試驗後期處理組之採食量低於對照組，但隻日增重上則與對照組相同為 0.31 kg，以致試驗後期處理組之飼料轉換率優於對照組。惟全期而言，兩組間則無顯著差異。推測由於第 7 週齡注射 PR 與 AP 疫苗，使對照組仔豬的體增重受到抑制。相對的，處理組給飼較高量礦物質硒與維生素 E 飼糧，雖然採食量較對照組少，但仔豬體增重維持於對照組的水準。推測給飼較高量礦物質硒與維生素 E 飼糧，可降低免疫注射對仔豬體增重的抑制效應，使仔豬體增重表現不亞於對照組，因而造成試驗後期處理組之飼料轉換率較優於對照組。

綜合上述，提升飼糧中硒與維生素 E 的添加量，推測可以降低疫苗注射造成仔豬緊迫程度，進而改善仔豬的飼料轉換率。

## II. 血液檢測

### (i) 仔豬血液中血球組成與數量

本試驗結束時，對照組與處理組之血球組成與數量如表 3。畜試一號黑豬 1 月齡仔豬之血液白血球數平均為  $13,700 \text{ cell}/\mu\text{L}$ ，3 月齡時為  $22,700 \text{ cell}/\mu\text{L}$ ，6 月齡時則為  $20,500 \text{ cell}/\mu\text{L}$  (洪等, 2011)。本試驗血液常規檢測之數值中，對照組與處理組之白血球數目分別為  $15,433 \text{ cell}/\mu\text{L}$  與  $18,312 \text{ cell}/\mu\text{L}$ ，處理組之白血球數目顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )。一般而言，白血球數提升與發炎反應有關，Ježek *et al.* (2018) 亦指出發炎反應



可造成母豬白血球數提升，如子宮復舊 (uterine involution) 或是感染 (infection)，惟本試驗兩組的白血球數均介於洪等 (2011) 推薦的 13,700 – 22,700 cell/ $\mu$ L 之間，顯示兩組仔豬白血球數量均屬一般正常範圍內。

在畜試一號黑豬成長過程，血液中各種白血球以淋巴球 (LYM) 占的百分比最高，在 1 日齡、1 月齡、3 月齡與 6 月齡時淋巴球百分比分別為 49.2、53.7、51.8 與 58.1% (洪等, 2011)。本試驗具類似結果，血液中各種白血球以淋巴球占的百分比最高，處理組與對照組之淋巴球百分比分別為 59.3 與 56.6%。另一方面，處理組之淋巴球百分比顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )，且處理組的嗜中性白血球 (NET) 百分比則顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ )，以致處理組嗜中性白血球與淋巴球的比值 0.59 (N/L, NET/LYM) 顯著低於對照組的 0.67 ( $P < 0.05$ )。綜上所述，提高飼糧中硒與維生素 E 濃度，會導致仔豬液中白血球組成的改變。

本試驗處理組之單核球百分比 4.2% 顯著高於對照組的 3.8% ( $P < 0.05$ )，但均介於 Horn *et al.* (2010) 的 2 – 10% 範圍內。另一方面，處理組的嗜酸性白血球百分比 0.9% 顯著低於對照組的 1.2% ( $P < 0.05$ )，均介於 Horn *et al.* (2010) 的 0.5 – 11% 範圍內，推測本試驗單核球與嗜酸性白血球百分比均屬一般正常範圍內。

表 3. 提升飼糧中硒及維生素 E 濃度對仔豬 (畜試黑豬一號) 血球組成之影響

Table 3. Effects of increasing dietary Se and Vitamin E concentration on blood cell profiles of the piglets (TLRI Black Pig No.1)

| Items                                  | Control group <sup>1</sup> | Treatment group <sup>1</sup> | SE    | P value |
|--|----------------------------|------------------------------|-------|---------|
| No.                                    | 16                         | 16                           |       |         |
| WBC, cell/ $\mu$ L <sup>1</sup>        | 15,433 <sup>b</sup>        | 18,312 <sup>a</sup>          | 316   | **      |
| RBC, M cell/ $\mu$ L                   | 6.3                        | 6.1                          | 0.11  | NS      |
| PLT, 10 <sup>3</sup> platelet/ $\mu$ L | 314.5                      | 347.5                        | 18.68 | NS      |
| NET, %                                 | 37.9 <sup>a</sup>          | 35.0 <sup>b</sup>            | 0.50  | *       |
| LYM, %                                 | 56.6 <sup>b</sup>          | 59.3 <sup>a</sup>            | 0.42  | *       |
| MON, %                                 | 3.8 <sup>b</sup>           | 4.2 <sup>a</sup>             | 0.07  | *       |
| EOS, %                                 | 1.2 <sup>a</sup>           | 0.9 <sup>b</sup>             | 0.03  | *       |
| BASO, %                                | 0.5                        | 0.5                          | 0.06  | NS      |
| NET/LYM                                | 0.7 <sup>a</sup>           | 0.6 <sup>b</sup>             | 0.02  | *       |

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

<sup>1</sup> Same as Table 2.

<sup>2</sup> WBC, white blood cells; RBC, red blood cells; PLT, platelets; NET, neutrophils; LYM, lymphocytes; MON, mononuclear balls; EOS, eosinophil; BASO, basophil.

\*:  $P < 0.05$ ; \*\*:  $P < 0.01$ ; NS: not significant.

(ii) 飼糧中硒和維生素 E 濃度與仔豬緊迫

將飼糧中硒與維生素 E 濃度，由 0.2 ppm 與 17 IU/kg 提升至 1.0 ppm 與 200 IU/kg 為期 14 天，可以減緩熱緊迫對豬隻的影響 (Liu *et al.*, 2016)。皮質類固醇 (corticosteroids) 是有效的短期壓力指標，N/L 比值是豬隻的良好中長期壓力指標，緊迫會提高母豬血液中嗜中性球與淋巴球的比值 (Quiñonero *et al.*, 2009)，本試驗給飼提升硒與維生素 E 濃度飼糧，顯著降低處理組血液中 N/L 比值 ( $P < 0.05$ )，推測提升飼糧中硒和維生素 E 濃度可降低仔豬的緊迫反應。

(iii) 飼糧中硒和維生素 E 濃度與免疫的表現

提升飼糧中硒及維生素 E 對仔豬血清中抗菌勝肽與免疫球蛋白均無顯著影響 (表 4)。Yoon and McMillan (2006) 提高母豬飼糧中硒的含量，不論使用有機或無機硒，對 14 日齡仔豬血清中的 Ig G 濃度均無顯著影響。本試驗有類似的結果，對照組與處理組仔豬血清中免疫球蛋白 IgG、IgA 與 IgM 濃度均無顯著差異。PR39 為豬隻產生的抗菌勝肽之一，豬隻受到沙門氏菌感染提升血清中抗菌勝肽濃度 (Zhang *et al.*, 1997)。本試驗則未測得血清中 PR39 濃度的提升。綜上所述，推測試驗環境消毒作業確實，減低仔豬細菌性感染情形，以致對照組與處理組仔豬血清中抗菌勝肽 PR39 與 pBD2 濃度均無顯著差異。

表 4. 提升飼糧中硒與維生素 E 濃度對仔豬 ( 畜試黑豬一號 ) 血液中抗菌肽與免疫球蛋白濃度之影響

Table 4. Effects of increasing dietary Se and Vitamin E concentration on blood antimicrobial peptide and immunoglobulin concentration of the piglets (TLRI Black Pig No.1)

| Items                    | Control group | Treatment group | SE   | P value |
|--------------------------|---------------|-----------------|------|---------|
| No.                      | 16            | 14              |      |         |
| PR39, pg/mL <sup>1</sup> | 723.1         | 703.0           | 17.9 | 0.49    |
| pBD2, pg/mL              | 67.2          | 65.6            | 12.7 | 0.94    |
| IgG, mg/mL               | 7,782         | 8,053           | 533  | 0.74    |
| IgA, mg/mL               | 650           | 606             | 28   | 0.35    |
| IgM, mg/mL               | 1,296         | 1,368           | 35   | 0.24    |

NS: not significant.

<sup>1</sup> Same as Table 2.<sup>2</sup> PR39, proline-arginine (PR)-rich antibacterial peptide; pBD2, Porcine beta defensin 2; IgG, immunoglobulins G; IgA, immunoglobulins A; IgM, immunoglobulins M.

## 結 論

給飼處理組仔豬高濃度礦物質硒 (1.81 mg/kg) 與維生素 E (103.2 IU/kg) 飼糧，有降低仔豬採食量的趨勢，但處理組試驗後期仔豬增重，可能因為受免疫注射的抑制較小，以致飼料轉換率較佳。血液常規檢測方面，提升飼糧中硒與維生素 E 含量，可改變仔豬血液中白血球組成，而顯著降低嗜中性白血球與淋巴球比值 (N/L)，顯示提高量礦物質硒與維生素有助於舒緩仔豬接種疫苗後的緊迫。

## 誌 謝

試驗期間承畜產試驗所產業組二股全體同仁協助及營養組蕭合芬小姐樣品分析，謹此誌謝。

## 參考文獻

- 洪鈴柱、李恒夫、邱智偉、蘇天明。2011。畜試黑豬一號血液學調查。畜產研究 44：301-310。
- Boman, H. G., B. Agerberth and A. Boman. 1993. Mechanisms of action on *Escherichia coli* of cecropin P1 and PR-39, two antibacterial peptides from pig intestine. *Infect. Immun.* 61: 2978-2984.
- Cao, J., F. Guo, L. Zhang, B. Dong and L. Gong. 2014. Effects of dietary Selenomethionine supplementation on growth performance, antioxidant status, plasma selenium concentration, and immune function in weaning pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 5: 46-52.
- Finch, J. M. and R. J. Turner. 1996. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. *Res. Vet. Sci.* 60: 97-106.
- Goehring, T. B., I. S. Palmer, O. E. Olson, G. W. Libel and R. C. Wahlstrom. 1984a. Effects of seleniferous grains and inorganic selenium on tissue and blood composition and growth performance of rats and swine. *J. Anita. Sci.* 59: 725-732.
- Goehring, T. B., I. S. Palmer, O. E. Olson, G. W. Libal and R. C. Wahlstrom. 1984b. Toxic effects of selenium on growing swine fed corn-soybean meal diets. *J. Anim. Sci.* 59: 733-737.
- Horn, C. E. 2010. Hematology of the pig. In: D. J. Weiss and K. J. Wardrop eds. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6<sup>th</sup> ed. Ames, Iowa: Wiley Blackwell, pp. 843-851.
- Ježek J., J. Starič, M. Nemec, M. Nemec, J. Plut, OI. Golinar, 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.

- Liu, F., J. J. Cottrell, J. B. Furness, L. R. Rivera, F. W. Kelly, U. Wijesiriwardana, R. V. Pustovit, L. J. Fothergill, D. M. Bravo, P. Celi, B. J. Leury, N. K. Gabler, F. R. Dunshea. 2016. Selenium and vitamin E together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Exp. Physiol.* 101: 801-810.
- Miller, W. T. and H. W. Schoening. 1938. Toxicity of selenium fed to swine in the form of sodium selenite. *J. Agric. Res.* 56: 831-842.
- NRC. 2012. Nutrition requirements of swine. (11<sup>th</sup> Ed). National Academy Press, Washington, D. C. USA.
- Olivera, T. F. B., A. G. Bertechini, R. Philomeno and V. A. Silva. 2017. Dietary levels and sources of selenium for post weaning piglets. *Ciênc. Rural* [online] vol.47, n.12, e20170477. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170477>.
- Peplowski, M. A., D. C. Mahan, F. A. Murray, A. L. Moxon, A. H. Cantor and K. E. Ekstrom. 1980. Effect of dietary and injectable vitamin E and selenium in weanling swine antigenically challenged with sheep red blood cells. *J. Anim. Sci.* 51: 344-351.
- 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.
- Sang, Y. and F. Blecha. 2009. Porcine host defense peptides: Expanding repertoire and functions. *Dev. Comp. Immunol.* 33: 334-343.
- SAS Institute. 2002. Guide for Personal Computers. Version 8.0.1, SAS Inst., Inc., Cary, NC. USA.
- TFDA A0025.00. 2014. Method of test for fat-soluble Vitamins in foods. Taiwan Food and Drug Administration.
- Veldhuizen, E. J., H. G. Hendriks, A. Hogenkamp, A. van Dijk, W. Gaastra, P. C. Tooten and H. P. Haagsman. 2006. Differential regulation of porcine  $\beta$ -defensins 1 and 2 upon Salmonella infection in the intestinal epithelial cell line IPI-2I. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 114: 94-102.
- Veldhuizen, E. J., I. Koomen, T. Ultee, A. van Dijk and H. P. Haagsman. 2009. Salmonella serovar specific upregulation of porcine defensins 1 and 2 in a jejunal epithelial cell line. *Vet. Microbiol.* 136: 69-75.
- Yoon, I. and E. McMillan. 2006. Comparative effects of organic and inorganic selenium on selenium transfer from sows to nursing pigs. *J. Anim. Sci.* 84: 1729-1733.
- Zarczynska, K., P. Sobiech, J. Radwinska and W. Rekawek. 2013. Effects of selenium on animal health. *J. Elementol.* 18: 329-340.
- Zhang, G., C. R. Ross, S. S. Dritz, J. C. Nietfeld and F. Blecha. 1997. Salmonella infection increases porcine antibacterial peptide concentrations in serum. *Clin. Diagn. Lab. Immunol.* 4: 774-777.

# Effects of increasing dietary selenium and vitamin E concentration on growth performance and blood cell profile of TLRI Black Pig No.1 piglets <sup>(1)</sup>

Chin-Meng Wang <sup>(2) (4)</sup> You-Jun Lin <sup>(3)</sup> Chih-Yin Chen <sup>(2)</sup> and Fang-Chueh Liu <sup>(2)</sup>

Received: Jan. 7, 2020; Accepted: May 5, 2020

## Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of dietary selenium and vitamin E on growth performance of piglets. A total of 32 piglets (5-wk-old, TLRI Black Pig No.1) were divided into control and treatment groups by the body weight. In the treatment group, selenium and vitamin E concentration in the diet was 6 times of NRC (2012) recommendation. The selenium values of the control and treatment groups were 0.33 and 1.81 mg/kg, respectively, and the vitamin E were 51.4 and 103.2 IU/kg, respectively. The data of study period was divided into 1st-stage, between 5 and 7 weeks of age, 2nd-stage, between 7 and 9 weeks of age, and whole period, between 5 and 9 weeks of age, according to vaccination time. The results showed that there was no difference in growth performance between the two groups at the 1<sup>st</sup>-stage, and the FCR (feed conversion rate) of the treatment group was significantly ( $P < 0.05$ ) better than the control group at the 2<sup>nd</sup>-stage. In whole period, the piglets fed higher selenium and vitamin E concentration diet had a tendency to reduce feed intake ( $P = 0.09$ ). In the blood cells count, neutrophil/lymphocytes value ( $N/L = 0.59$ ) of the piglets, fed higher selenium and vitamin E concentration diet, was significantly ( $P < 0.05$ ) lower than the control group ( $N/L = 0.67$ ). The result showed that increasing dietary selenium and vitamin E concentration can relieve the stress response of the piglets. In conclusion, increasing dietary selenium and vitamin E concentration could lower the suppression effect of feed intake and growth of piglets, and relieve the stress response of the piglets after vaccination.

Key words: TLRI Black Pig No.1, Selenium, Vitamin E, Growth performance.

---

(1) Contribution No. 2636 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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

(4) Corresponding author, E-mail: cmwang@mail.tlri.gov.tw.