

# 不同溫度下泌乳母豬飼糧中添加甜菜鹼對改善其繁殖性能之效果評估<sup>(1)</sup>

廖宗文<sup>(2)(3)</sup> 楊璿菁<sup>(2)</sup> 李恒夫<sup>(2)</sup>

收件日期：106 年 11 月 6 日；接受日期：107 年 1 月 9 日

## 摘 要

本試驗旨在評估於不同環境溫度下，泌乳母豬飼糧中添加甜菜鹼對改善母豬繁殖哺育性能的效果。試驗係為 2 × 2 複因子，即每日循環溫 24 – 32°C 和恆溫 25°C，兩種飼糧分為對照組使用一般泌乳母豬飼糧，試驗組則於對照組飼糧中添加 0.5% 甜菜鹼。母豬於分娩後 3 – 5 日移入環控室泌乳母豬分娩架上，哺育仔豬至 28 日齡離乳止，測定母豬於泌乳期體重及背脂厚度之變化、離乳至再發情間距以及哺乳仔豬於哺乳期間增重及其育成率等。試驗結果顯示，飼養於循環溫組母豬，和飼養於恆溫組母豬比較，其飼料採食量較低，呼吸次數明顯較多，離乳至再發情間隔也顯著地 ( $P < 0.05$ ) 較長，而不同溫度組之仔豬於哺乳期增重及育成率則無顯著差異。飼糧中添加甜菜鹼與否對泌乳母豬體重及背脂厚度變化、離乳至再發情間距等繁殖性狀以及血液成分皆無顯著影響，而仔豬於哺乳期的增重以及育成率也沒有顯著差異。總而言之，在循環溫 24 – 32°C 之狀況下，泌乳母豬飼糧添加 0.5% 甜菜鹼，並無法改善母豬繁殖性能以及仔豬生長性能。

關鍵詞：熱緊迫、甜菜鹼、繁殖性能。

## 緒 言

熱緊迫狀況下泌乳母豬可藉由呼吸生理功能調整、增加呼吸道表面蒸發性散熱，以維持體中心溫度於恆定狀況，確保生理功能正常運作。熱緊迫減少母豬飼料攝食量、增加體重失重及背脂厚度損失量，但所哺育仔豬依舊能維持正常生長 (廖等, 2010)。而於高溫狀況下，熱緊迫對於飼糧養分消化率的影響，Liao and Veum (1994) 比較，每日 25 – 34°C 的循環溫或置於恆定 32°C 的熱緊迫溫度，會降低新母豬飼糧能量及氮的利用率，減少可利用養分攝取量，間接降低繁殖效率。甜菜鹼係一細胞內外滲透壓調節物質，在熱季中可以維護胃腸道組織完整性，增加養分消化率。Cronjé (2006) 發現，熱緊迫環境下，母豬或家禽飼料中添加甜菜鹼，可加強腸細胞的健康程度，以應付腸細胞內外滲透壓失衡所造成的緊迫危害，顯示甜菜鹼可能具有減輕在熱緊迫環境下，不利於營養分吸收利用的效果。本研究旨在評估泌乳母豬於熱緊迫環境下，飼糧添加甜菜鹼對改善其繁殖與哺育性能的效果。

## 材料與方法

### I. 試驗動物及處理

本試驗在行政院農業委員會畜產試驗所環境條件控制畜舍 (環控室) 內進行，使用經產泌乳期藍瑞斯母豬，共 28 頭，動物使用及管理均通過行政院農業委員會畜產試驗所實驗動物小組之審核。試驗期間飼料採任食，飲水充分供應，於餵飼前先收集前次餵飼之剩餘料，扣除後記錄實際每日飼料採食量，母豬於分娩後 3 – 5 日內連同仔豬一併移置於環控室泌乳母豬分娩架 (197 × 178 × 55 cm) 上，前方置吊掛式飼料槽及杯式飲水器，母豬分娩架後方懸掛仔豬保溫燈，母豬移入後，經適應室內溫度後，每日以探針式溫度計 (TES-1306 Thermometer) 量測直腸溫度，另以目測母豬腹脇部呼吸起伏計數呼吸數兩次 (09:00、13:00 各一次)，連續記錄 5 日，環控室

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2581 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

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

內使用溫濕度記錄器 (MicroLogPRO-EC 750 型)，記錄室內溫濕度。母豬哺育仔豬至仔豬 28 日齡離乳，母豬運送回待配母豬舍，觀察離乳後再發情性狀，其方法係以目視觀察，手觸壓背部及公豬誘導以確認發情，紀錄所需日數，發情配種母豬，經 21 日後，如沒有再顯現發情徵兆，則判定已受孕，屬懷孕母豬。再配種懷孕，繼續繁殖週期。

## II. 試驗設計及飼糧

本試驗係為  $2 \times 2$  複因子試驗，即溫度設定分別為每日恆溫  $25^{\circ}\text{C}$  及循環溫  $24 - 32^{\circ}\text{C}$  二種，後者係由每日 08:00 開始，逐漸增加環控室溫度至 14:00 為  $32^{\circ}\text{C}$  後，維持 2 小時，由 16:00 開始降溫，至 20:00 達  $24^{\circ}\text{C}$  後，維持至隔日 08:00 (圖 1、2)。使用之飼料係以玉米—大豆粕為主的飼料原料所調配，飼料營養標準參考 NRC (1998) 泌乳母豬標準。對照組飼糧使用一般泌乳母豬飼糧，即粗蛋白質含量 15%，代謝能 3,183 kcal/kg，試驗組飼糧則於對照組飼糧中額外添加 0.5% 甜菜鹼，對照組飼料組成，如表 1 所示。

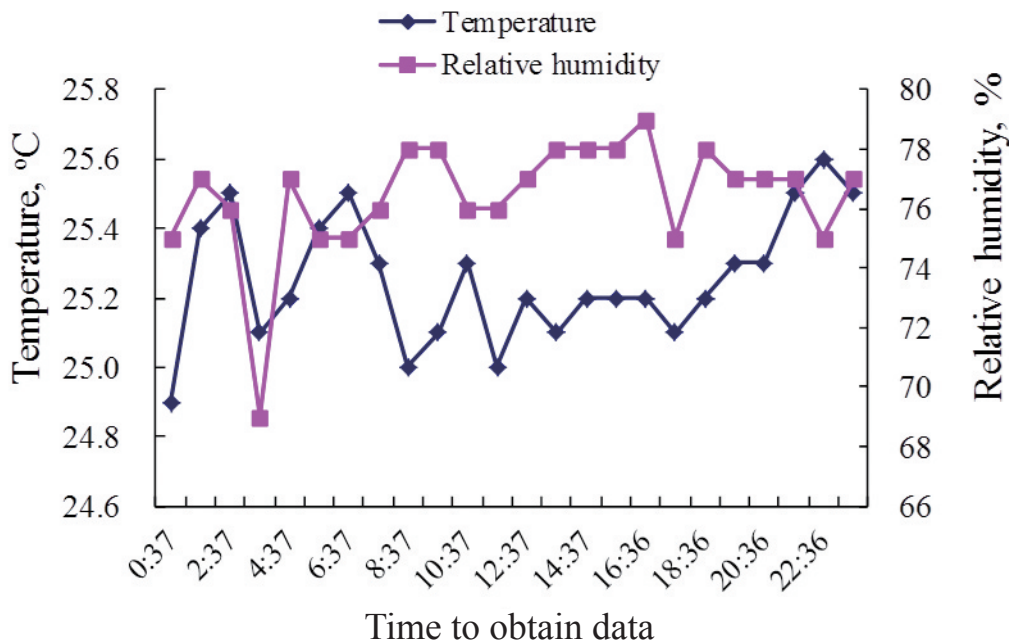


圖 1. 環控室的溫度及相對濕度—恆溫 ( $25^{\circ}\text{C}$ )。

Fig. 1. Temperature and relative humidity in constant temperature chamber ( $25^{\circ}\text{C}$ ).

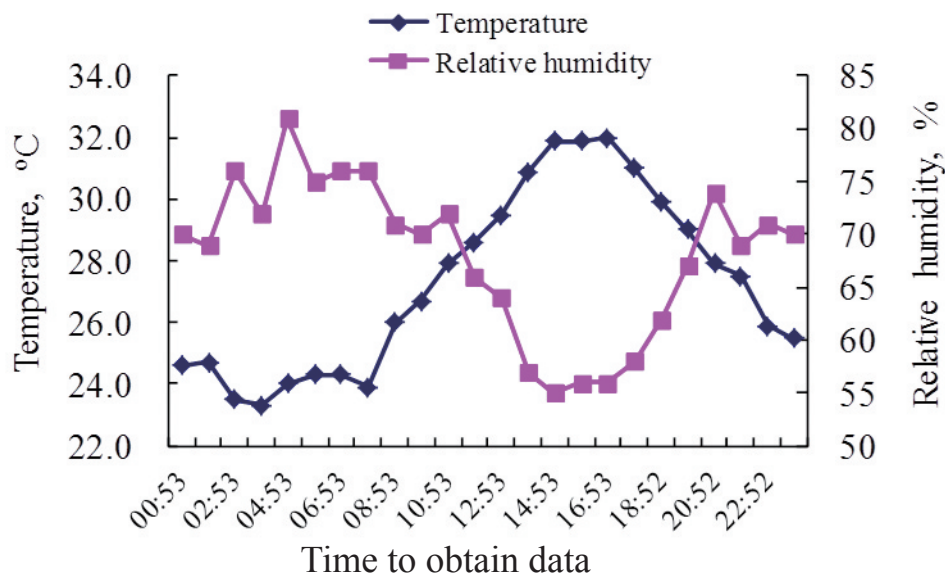


圖 2. 環控室的溫度及相對濕度—循環溫 ( $24 - 32^{\circ}\text{C}$ )。

Fig. 2. Temperature and relative humidity in cyclic ambient temperature chamber ( $24-32^{\circ}\text{C}$ ).

表 1. 對照組飼料組成

Table 1. The composition of control diet (%)

Ingredient	Control
Yellow corn	63.7
Soybean meal, 44%	25.0
Wheat bran	6.0
Molasses	2.0
Betaine-HCl	0.0
Limestone, pulverized	1.0
Dicalcium phosphate	1.4
Salt	0.5
Vitamin premix <sup>a</sup>	0.2
Mineral premix <sup>b</sup>	0.2
Total	100.0
Calculated value	
Crude protein, %	16.7
Metabolizable energy, kcal/kg	3,165
Lysine, %	0.9

<sup>a</sup> Vitamin premix provided per kilogram of diet: 6,000 IU of vitamin A, 400 IU of vitamin D<sub>3</sub>, 40 IU of vitamin E, 2 mg of vitamin K, 2 mg of vitamin B<sub>1</sub>, 6 mg of vitamin B<sub>2</sub>, 3 mg of vitamin B<sub>6</sub>, 0.03 mg of vitamin B<sub>12</sub>, 30 mg of Niacin, 30 mg of Pantothenic acid, 0.6 mg of Folic acid, and 0.2 mg of Biotin.

<sup>b</sup> Mineral premix provided per kilogram of diet: 80 ppm of Fe, 5 ppm of Cu, 6 ppm of Mn, 45 ppm of Zn, 0.2 ppm of I, 0.1 ppm of Se, and 0.35 ppm of Co.

### III. 測定項目

- (i) 每日紀錄泌乳母豬飼料攝食量、試驗開始體重及其背脂厚度、離乳時體重及其背脂厚度，離乳至再發情配種間距等繁殖性狀，並於試驗開始及結束時抽取血液，使用 18 號針頭內含 EDTA 針筒，由頸靜脈採取血液 10 mL，經 3,000 rpm，離心 30 min，取上層血漿冷凍於 -20°C，分析血液中總蛋白、尿素氮及總膽固醇量等血液成分供評估用。
- (ii) 紀錄出生仔豬數、離乳仔豬數、出生重、離乳重、仔豬育成率等。
- (iii) 每日紀錄母豬直腸溫度、呼吸數兩次 (09:00、13:00 各一次)，及記錄豬舍內之溫濕度。

### IV. 統計分析

試驗所收集數據，利用統計分析系統 (SAS, 2008) 進行統計分析，並以一般線性模式程序 (general linear model procedure) 複因子試驗變方分析法測定飼糧或環境溫度之主效應，以及交感效應。飼糧效應、環境溫度效應及其交感效應之自由度皆為 1，試驗單位為泌乳母豬。

## 結果與討論

本試驗供試各性狀未發現飼糧 × 環境溫度之交互效應，故分別討論主效應。

### I. 不同環境溫度的影響

#### (i) 泌乳母豬繁殖性能及採食量

由表 2 顯示，在泌乳母豬飼糧採食量方面，循環溫組比恆溫組每日飼糧採食量有較低之趨勢，循環溫組泌乳母豬每日生活在 24°C – 32°C，大部分都處於母豬的熱中間溫度帶上限溫度，高溫的時間較長，故遭遇熱緊迫的情形較明顯。而循環溫及恆溫組的母豬體重與背脂厚度的變化分別為 -21.36 kg、-23.94 kg 及 -0.50 mm、-1.10 mm，兩溫度處理組的差異不顯著，然以恆溫組母豬之體重與背脂厚度損失量有稍多之趨

勢。本研究母豬每日飼糧攝食量介於 4.50 – 4.71 kg/d，以平均哺育 9 頭之哺乳仔豬而言，稍嫌不足，因而整個泌乳期有大於 20 kg 的體重失重。此亦顯現於母豬離乳後再發情間距，於循環溫的環境下，顯著地 ( $P < 0.05$ ) 比處於 25°C 恆溫下之母豬為長，廖及徐 (1987) 亦獲得相同的研究結果。

表 2. 環境溫度與添加甜菜鹼對泌乳母豬繁殖性能的影響

Table 2. Main effect of cyclic ambient temperature and betaine supplementation on reproductive performance of lactating sow

	Ambient temperatures		Diet		SEM
	Cyclic 24-32°C	Constant 25°C	Control (C)	C + 0.5% betaine (B)	
Daily feed intake, kg/d	4.50	4.71	4.74	4.48	0.19
Body weight at farrowing, kg	237.3	244	237.1	244.2	6.19
Body weight at weaning, kg	216	220	215.3	220.8	5.44
Body weight loss during lactation, kg	-21.4	-24	-21.9	-23.4	2.54
The backfat thickness at farrowing, mm	24.3	24.6	24.8	24.1	0.65
The backfat thickness at weaning, mm	23.1	23.4	23.8	22.8	0.59
Backfat thickness loss during lactation, mm	-0.50	-1.10	-1.02	-0.57	0.34
Interval from weaning to estrus, d	4.69 <sup>a</sup>	4.17 <sup>b</sup>	4.42	4.46	0.12

<sup>a, b</sup> Temperature main effect differs significantly ( $P < 0.05$ ).

(ii) 泌乳母豬的生理值

不同環境溫度下泌乳母豬之平均呼吸數，列如表 3。循環溫組及恆溫組於 13:00 測定，分別為 60.07 及 38.58 次/分，以循環溫組顯著地 ( $P < 0.05$ ) 高於恆溫組，而 09:00 測定者，則無顯著差異，顯見經過整夜長時間 25°C 恆溫，母豬呼吸數平穩，兩組之母豬直腸溫度則於 09:00 時，以恆溫者較高，而於 13:00 時則無差異，顯示隨外界溫度上升，母豬藉由呼吸數增加 (表 3)，維持體中心溫度。楊 (1989) 指出，豬在高溫環境下，呼吸深度減少，但速率增加，造成短促而快速呼吸，每分鐘總氣體交換量可增加至 3 倍，因此經由呼吸道表面所蒸發喪失的水分也呈正比例增加，藉由此種淺短喘氣蒸發性散熱方式，力保體中心溫度於正常範圍內，因此循環溫下母豬經由生理調適，可使體中心溫降得越多，應與其較快呼吸速率有關。

表 3. 環境溫度與添加甜菜鹼對泌乳母豬之直腸溫度與呼吸數之影響

Table 3. Main effect of cyclic ambient temperature and betaine supplementation on rectal temperature and respiration rate of lactating sow

	Ambient temperatures		Diet*		SEM
	Cyclic 24-32°C	Constant 25°C	C	B	
Respiration rate, times/min					
Time measured 09:00	40.73	41.15	41.33	40.54	3.36
Time measured 13:00	60.07 <sup>a</sup>	38.58 <sup>b</sup>	47.26	51.39	5.57
Rectal temperature, °C					
Time measured 09:00	39.43 <sup>a</sup>	40.27 <sup>b</sup>	40.06	39.64	0.34
Time measured 13:00	40.10	40.71	40.53	40.28	0.34

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

\* Described as Table 2.

(iii) 泌乳母豬繁殖性狀

在 25°C 恆溫下，相較於循環溫，母豬離乳後至發情之間距，有縮短趨勢，日循環溫度下 (24 – 32°C)，則添加甜菜鹼與否，對離乳後至發情之間距性狀，則無影響，而在循環溫狀況下，添加甜菜鹼有減少體重失重之趨勢，而在恆定溫度下，則無此效果。

(iv) 仔豬生長性能與育成率

有關出生仔豬體重以恆溫組者較循環溫組較大，本試驗係依母豬分娩順序逢機分配至 2 × 2 之複因子組合中，



因此出生時之窩仔數和試驗處理並無相關。而離乳時之活仔數亦以恆溫組較循環溫組較大，似與該組母豬有稍高的飼料攝食量以及較大的體重失重，足以支持較大窩仔數之存活，但是對仔豬於哺乳期增重則無助益。仔豬育成率，在組間差異亦不顯著(表 4)，本試驗縱使母豬遭受將近 20 kg 明顯的體重及體組織的損失及分解，以提供大量營養分供仔豬哺育之用，使仔豬尚有將近 6.0 kg 之哺乳期增重，生長良好，顯示母豬泌乳性能並未受到環境熱緊迫的影響。

表 4. 環境溫度與添加甜菜鹼對哺乳仔豬生長性能及育成率影響主效應

Table 4. Main effect of cyclic ambient temperature and betaine supplementation on growth and survival rate of piglets

	Ambient temperatures, °C		Diet*		SEM
	Cyclic 24-32°C	Constant 25°C	C	B	
Live piglet at birth, head	8.5 <sup>a</sup>	10.3 <sup>b</sup>	9.7	9.1	0.38
Litter size at weaning, head	8.1 <sup>a</sup>	9.7 <sup>b</sup>	9.3	8.5	0.31
Body weight of piglet at birth, kg	1.50 <sup>a</sup>	1.63 <sup>b</sup>	1.58	1.56	0.02
Body weight of piglet at weaning, kg	7.50	7.58	7.68	7.40	0.10
Weight gain of piglet during sucking period, kg	5.98	5.94	6.08	5.83	0.09
Survival rate of piglet, %	95.70	95.08	96.45	94.33	1.58

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

\* Described the same as Table 2.

#### (v) 泌乳母豬的血液生化值

試驗開始時，不同溫度處理組之血液性狀差異係屬母豬個體差異所致。由表 5 顯示，各溫度組間母豬之血液生化值並無顯著差異。

## II. 甜菜鹼的影響

### (i) 泌乳母豬繁殖性能及飼料採食量

泌乳母豬採食量方面，對照組(C 組)每日飼糧採食量有比添加甜菜鹼組(B 組)較高之趨勢(表 2)，而對照組與添加甜菜鹼組(B 組)的體重與背脂厚度的變化分別為 -21.86 kg、-23.44 kg 及 -1.02 mm、-0.57 mm，各組皆無顯著差異，但以 B 組之體重減少量有較多之趨勢，顯示額外添加甜菜鹼於飼糧中無法提高母豬飼料採食量，改善泌乳期間的體重及背脂厚度損失等，兩處理組間之母豬離乳至再發情間距也無顯著差異。

### (ii) 泌乳母豬的生理值

不同飼糧組之泌乳母豬之呼吸數，各組間無顯著差異(表 3)，甜菜鹼添加組及對照組之呼吸數於 09:00 及 13:00 測定，皆無顯著差異，而 13:00 測定，甜菜鹼組有稍多趨勢。兩組之母豬直腸溫度，於 09:00 及 13:00 測定亦相近。母豬置於循環溫度下，比之恆定溫度，於 13:00 測定時，其呼吸次數顯著地 ( $P < 0.05$ ) 增加，另於 09:00 測定直腸溫度，則以恆溫下母豬者較高；而於 13:00 測定，則兩組無差異，此推測應是在環控室內溫度逐漸上升過程，母豬透過增加換氣或躺臥，增加飲水而加強體熱發散，而維持體中心溫於平衡。Van Wettero *et al.* (2012) 發現，泌乳期飼糧中添加甜菜鹼可以增加熱季窩仔豬數，縮短離乳至再發情間距。另 Mendoza *et al.* (2015) 發現，由離乳至受精後 35 日，餵飼甜菜鹼，可縮短離乳至再發情間距。廖等 (2010) 指出，環境熱緊迫造成母豬離乳至再發情間距延長，而本研究之添加甜菜鹼降低直腸溫度，似有紓解熱緊迫改善此繁殖性狀之效果。

### (iii) 仔豬生長性能與育成率

母豬飼糧中添加甜菜鹼對哺乳仔豬生長及育成率並無顯著影響，但在哺乳期增重方面，以對照組有稍大之趨勢(表 4)。

### (iv) 泌乳母豬的血液生化值

試驗開始時，不同飼糧處理組之血液性狀差異係屬母豬個體差異所致。飼糧添加甜菜鹼之泌乳母豬，其血液膽固醇含量於泌乳期間的增加幅度低於對照組飼糧，有減緩膽固醇增加之趨勢(表 5)。母豬經過泌乳期後，其血中尿素氮含量增加較多，由表 2 可見，添加甜菜鹼組母豬於泌乳期的體重失重較大，而背脂厚度減少量則較少，似可推測由分解的體組織中，以肌肉蛋白質要比脂肪來得多，在異化作用過程中分解蛋白質造成血中尿素氮的升高，另大多數包括白蛋白的血總蛋白質質量也下降。

表 5. 環境溫度與添加甜菜鹼對泌乳母豬血漿性狀的影響

Table 5. Main effect of cyclic ambient temperature and betaine supplementation on the plasma constituent of lactating sow

	Ambient temperatures, °C		Diet*		SEM
	Cyclic 24-32°C	Constant 25°C	C	B	
At the start of experiment					
Total protein (TP), g/dL	7.04	6.88	6.93	6.99	0.07
Triglyceride (TG), mg/dL	14.63 <sup>b</sup>	21.69 <sup>a</sup>	19.88	14.66	1.49
Blood urea nitrogen (BUN), mg/dL	7.59 <sup>a</sup>	5.02 <sup>b</sup>	5.04 <sup>b</sup>	7.75 <sup>a</sup>	0.56
Total cholesterol, mg/dL	102.56 <sup>a</sup>	95.50 <sup>b</sup>	97.38	100.69	1.82
At the end of experiment					
Total protein (TP), g/dL	6.60	6.71	6.83 <sup>a</sup>	6.49 <sup>b</sup>	0.07
Triglyceride (TG), mg/dL	18.86	14.75	15.80	17.53	1.54
Blood urea nitrogen (BUN), mg/dL	12.18	10.26	9.16 <sup>b</sup>	13.15 <sup>a</sup>	0.82
Total cholesterol, mg/dL	104.14	104.16	104.90	103.40	1.38

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

\* Described the same as Table 2.

## 參考文獻

- 廖宗文、徐阿里。1987。狹欄飼養泌乳母豬熱能供餵量對繁殖性能及哺乳性能的影響。畜產研究 20(2)：17-25。
- 廖宗文、蕭合芬、楊璿菁、李恒夫。2010。不同環境溫度對泌乳母豬繁殖性能及氮與能量消化率之影響。畜產研究 43(4)：285-295。
- 楊天樹。1989。豬之水分代謝及需要。飼料營養雜誌：82-88 頁。
- Cronjé, P. 2006. Fighting heat stress: Diet, gut integrity, and gut health. Feed International. May-June: pp. 14-19.
- Liao, C. W. and T. L. Veum. 1994. Effects of dietary energy intake by diets and heat stress from days 3 to 24 or 30 on embryo survival and nitrogen and energy balance. J. Anim. Sci. 72: 2369-2377.
- Mendoza, S. M., G. Martinez, M. Knauer, E. van Heughten, P. Wilcock, and R. D. Boyd. 2015. Sow performance in response to dietary betaine fed in lactation and weaning to 35 d post-insemination during moderate heat stress. Midwest ASAS abstract #150.
- National Research Council. 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10<sup>th</sup> Revised. ed. Washington, D. C. U.S.A.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT<sup>®</sup> 9.2 User's Guide. Cary, NC, USA.
- Van Wettero, W. H. E. J., P. Herde, and P. E. Hughes. 2012. Supplementing sow gestation diets with betaine during summer increases litter size of sows with greater numbers of parities. Anim. Reprod. Sci. 132: 44-49.

# Evaluation of the effect of dietary betaine supplementation on the reproductive performance of lactating sow rearing under different temperatures <sup>(1)</sup>

Chung-Wen Liao <sup>(2)(3)</sup> Heng-Fu Lee <sup>(2)</sup> and Tsui-Ching Yang <sup>(2)</sup>

Received: Nov. 6, 2017; Accepted: Jan. 9, 2018

## Abstract

The aim of this experiment was to evaluate the effect of dietary betaine supplementation on the reproductive performance of lactating sow and growth performance of piglets under hot climate. Experiment was a 2 × 2 factorial with 2 levels of betaine supplementation, 0 and 0.5%, under profiles of two temperatures constant 25°C and cyclic ambient temperature, 24-32°C. Sows were moved into lactating crate in different environmental chambers at the 3<sup>rd</sup>-5<sup>th</sup> day postfarrowing and nursed the piglets till 28 d when piglets were weaned. The body weights and backfat thickness change during lactation period, interval between weaning to estrus of sow, body weight gain and survival rate of piglet during lactating period were used to measure the effect of supplementing betaine under different temperature profiles. Result showed that sows raised under cyclic ambient temperature reduced its feed intake. There were longer ( $P < 0.05$ ) interval between weaning to estrus and increased respiration rate of sows under cyclic ambient temperature. No difference was observed on the weight gain of piglets during lactating period. The supplementation of betaine in sow diet did not have beneficial effect on the the body weights and backfat thickness change during lactating period, the interval between weaning to estrus of sow, body weight gain and survival rate of piglets during lactating period. In conclusion, there was no beneficial effect of dietary supplementation of betaine whether sows was raised under cyclic ambient temperature or constant ambient temperature.

Key words: Heat stress, Betaine, Reproductive performance.

---

(1) Contribution No. 2581 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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