

飼糧中補充生物素與有機鋅對濕熱季節荷蘭乳牛 蹄部健康與泌乳性能之影響⁽¹⁾

張俊達⁽²⁾⁽⁴⁾ 蕭宗法⁽²⁾ 李佳蓉⁽²⁾ 李春芳⁽³⁾

收件日期：109 年 1 月 21 日；接受日期：109 年 5 月 25 日

摘 要

為紓緩荷蘭泌乳牛的熱緊迫，本試驗在探討於熱季高溫濕度指數 (Temperature-humidity index, THI) 環境下，飼糧中補充生物素與有機鋅對荷蘭泌乳牛之蹄部健康、產乳量及血液生化值之改善。試驗於 2019 年 5 月至 8 月的濕熱季節執行，將 24 頭泌乳中期荷蘭乳牛依體重、乳量 (平均 28.8 kg)、胎次 (平均 1.9 胎) 與泌乳天數 (平均 158 天) 逢機分成 2 組群飼。試驗組於基礎飼糧外，每天每頭再補充 10 mg 生物素及 5 g 有機鋅，對照組則不補充上述物質。於試驗開始與之後每 30 天調查牛隻行動分數 (1 至 5 分, locomotion score)、乳成分及血液生化值。試驗結果顯示，試驗期間牛舍內 THI 平均為 75.2 ± 1.1 (屬輕度熱緊迫)。飼糧補充生物素與有機鋅可改善牛隻行動分數 (2.09 vs. 1.64) 與提高牛群隻日產乳量 0.6 – 0.9 kg 之現象，但乳成分及體細胞數等皆未受到影響。在血液生化值方面，飼糧補充生物素與有機鋅有微幅降低餵飼後 30 天、60 天及 90 天之血中麩胺酸草乙酸轉胺酶 (GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (GPT) 及乳酸鹽脫氫酶 (LDH) 之穩定趨勢。由試驗結果得知，於國內濕熱季節時 (THI 75.2)，飼糧中補充生物素與有機鋅有改善牛隻蹄部健康、產乳量與肝臟健康之趨勢，並具經濟效益。推測在更嚴峻熱緊迫環境時，添加生物素與有機鋅的效益應可更為明確。

關鍵詞：生物素、荷蘭泌乳牛、行動分數、有機鋅、泌乳性能、溫濕度指數。

緒 言

溫濕度指數 (Temperature-humidity index, THI) 為結合氣溫及相對濕度之計算值，可用來警示家畜生產業及運輸業者家畜受熱緊迫之狀況 (Harrington and Bowles, 2004)。臺灣夏季常處於高溫與高濕之氣候，因此容易導致牛隻的熱緊迫，研究顯示當 THI 高於 72 時，牛隻即開始受到熱緊迫的影響，其症狀包括降低乾物質採食量、產乳量、泌乳效率及引起代謝擾亂 (Stanley *et al.*, 1975; West, 1995)。Chase (2006) 以 THI 分級家畜受到熱緊迫的程度，THI < 72 為舒適， $72 \leq \text{THI} < 79$ 為輕度熱緊迫， $80 \leq \text{THI} < 89$ 為中度熱緊迫，THI > 90 為嚴重熱緊迫，隨著 THI 的增高，牛隻受到的熱緊迫影響越高，飼養者需要強化熱緊迫紓解措施以維護家畜健康與生命。

蹄病為目前國內成為牛隻淘汰的三大原因之一 (陳, 2001)。牛隻行動分數是一種分級方式，主要是用來判定牛隻行走時的跛腳程度，在飼養管理上常被作為評估牛隻腳蹄健康的重要指標之一 (Flower and Weary, 2006)。大多數行動分數評分方法使用 3 到 5 個性狀，包括不對稱的步態 (asymmetric gait)、不願承擔重量 (reluctance to bear weight)、背部拱起 (arched back)、頭部擺動 (head bobbing) 和前後腳追蹤點 (tracking up) (Schlageter-Tello *et al.*, 2014)。而生物素在角化過程扮演著重要的元素，且為角化組織 (皮膚、毛髮、腳蹄與腳墊) 形成與完整度所必需 (Higuchi *et al.*, 2003)。飼糧補充生物素與有機鋅對蹄病有改善的效果 (Twardoń *et al.*, 2009)。許多研究已證實生物素的應用可增加產乳量 (Zimmerly and Weiss 2001, Ferreira *et al.*, 2007)。很多研究指出，有機型式微量礦物質的消化吸收會優於無機型式的礦物質 (Osorio *et al.*, 2016)。Smith *et al.* (1999) 指出，使用蛋白鋅 (Zn proteinates) 或鋅與胺基酸螯合物，可明顯促進乳腺上皮細胞的再生能力。飼糧補充有機鋅不會影響乳成分與體細胞數，但是對產乳量有改善之效果 (Cope *et al.*, 2009)。Godara *et al.* (2016) 指出熱緊迫會降低乾物質採食量，因此於熱緊迫期間應提高營養濃

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2639 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副所長室。

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

度，以盡可能滿足動物所需。Sunil Kumar *et al.* (2011) 指出於熱緊迫期間補充飼料添加物，如礦物質或礦物質與維生素等，將有助於減緩牛隻熱緊迫。

泌乳牛於熱緊迫期間同時補充有機鋅與生物素的研究報告很少，因此為紓緩國內濕熱季節對乳牛群緊迫的負面影響，試驗探討於飼糧中補充生物素與有機鋅，對改善泌乳牛蹄部健康（以行動分數 (locomotion score) 表示）、乾物質採食量及產乳量之效果。

材料與方法

本試驗所使用之動物均通過行政院農業委員會畜產試驗所實驗動物照護與使用小組之審核。

I. 試驗動物環境

試驗期間為 2019 年 5 月至 8 月，使用荷蘭泌乳牛，飼養在行政院農業委員會畜產試驗所產業組乳牛試驗場的水泥地傳統牛舍，提供餵飼走道、牛床與飲水槽設施，試驗區域的長與寬分別為 24 m 與 10 m，每頭牛可活動空間為 8.6 m²，試驗期間提供降溫設施包括全日開啟的四臺風扇 (36 吋，2 HP，3 葉片，風量 26,300 m³/hr)，使風速 2.5 m/s 以上，風扇置於牛隻採食走道及牛床上方各兩支，而噴水降溫系統則設置在牛隻採食區上方（約牛頸部），於每日 8：00 – 8：30、9：00 – 9：30、10：00 – 10：30、15：50 – 16：20、16：50 – 17：20、17：50 – 18：20、22：00 – 22：30 與 23：00 – 23：30 共 8 次進行，每次 6 循環，每循環 5 分鐘（包括噴水 1 分鐘，停 4 分鐘）。

II. 試驗動物及飼養管理

選擇泌乳中期荷蘭乳牛 24 頭分兩組進行 90 天飼養試驗，試驗採完全隨機設計並參考牛隻乳量、胎次、泌乳天數及體重分組，試驗開始前對照組牛群性能依序為乳量 28.87 ± 5.89 kg、胎次 1.7 ± 0.5 胎、泌乳天數 152 ± 50 天及體重 611 ± 54.5 kg；處理組則分別為 28.73 ± 4.38 kg、2.1 ± 1.0 胎、163 ± 37 天及 624 ± 67 kg。泌乳牛飼糧（即對照組）則依據 NRC (2001) 推薦給予因應熱緊迫調整飼糧 (Staples, 2007; Das *et al.*, 2016) 以滿足預期之蛋白質、礦物質與維生素需要量進行完全混合日糧 (total mixed ration, TMR) 之配製，飼糧組成包括盤固乾草、苜蓿乾草、玉米青貯料、大豆殼粒、啤酒粕及以玉米—大豆粕穀類精料，飼糧每日配製兩次，分別於上午 7：00 配製 1/3 量及下午 2：30 配製 2/3 量，配製量供應牛群任食，飼糧組成如表 1，另以自動給水槽供乾淨飲水及鹽磚任食。參考 Twardoń *et al.* (2009) 劑量，於每天上午每頭牛不補充為對照組或補充 10 mg 生物素 (ROVMIX biotin) 及 5g 有機鋅（甲硫胺酸螯合鋅、Zinpro-zinc）為試驗組。其中試驗組每天先與 150 g 精料混合後直接給予。本所每年進行兩次護蹄作業。

III. 測定項目

- (i) 牛舍環境參數：包括溫度、濕度以推算 THI。於牛舍內平均分佈並裝置六組溫濕度感應器 (HOBO pro RH/Temp, Onset Computer Corporation, MA, USA)，於試驗期間連續每隔 0.5 小時測定及記錄溫濕度一次，每週將資料轉錄至電腦中以進行牛舍環境參數的累計與分析，THI 值以 National Oceanic and Atmospheric Administration (1976) 法計算，其公式

$$THI = 9/5 \times T + 32 - 0.55 \times (1 - RH/100) \times (9/5 \times T - 26)$$

其中 T 為氣溫 (°C)，RH 為相對濕度 (%)。

- (ii) 牛隻性能表現

1. 牛隻行動分數：依據 Flower and Weary (2006) 評估方法採五分制，1 分是正常的腳蹄與步態，站立與行走時背脊保持水平一直線；2 分是輕微的蹄病，站立時背脊保持水平一直線，但是行走時背脊線呈現略微彎曲弧線；3 分是中等的蹄病，站立及行走時背脊線呈現彎曲弧線；4 分是典型蹄病，站立（重心前傾）及行走時背脊線呈現彎曲弧線；5 分是嚴重蹄病（跛腳），站立（痛腳不敢著地）及行走時（步伐蹣跚）背脊線呈現明顯彎曲弧線。每 30 天評估一次，每次 2 個測量員進行評估。
2. 產乳量及乳樣分析：每日擠乳兩次，分別為清晨 5：00 與下午 3：30，由電腦記錄個別牛隻泌乳量。試驗期間每 30 天採集參試個別牛隻乳樣三天，混合個別牛各日上下午乳樣後，送至行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所 DHI 乳樣檢驗中心，使用丹麥製乳成分與體細胞測定儀 (MilkoScan™ FT+, Denmark) 進行乳脂率、乳糖率、乳蛋白質率、無脂固形物率、總固形物率、尿素氮及體細胞數等分析。
3. 血液生化值分析：試驗期間每 30 天採集個別牛隻血液，以不含抗凝劑之採集管經尾靜脈採集血液 10 mL，靜置後以 3,000 × g 離心 15 分鐘取得血清，冷凍保存供爾後使用。採用 Roche 公司全自動血液分析

儀 (Cobas C-702, Germany) 測定血中葡萄糖、尿素氮、膽固醇、麩胺酸草乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase, GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvic transaminase, GPT)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, AP)、肌酸磷酸激酶 (creatinine phosphate kinase, CPK) 及乳酸鹽脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH) 之濃度或活性。

表 1. 泌乳牛熱季生物素與有機鋅試驗之飼糧組成與成分

Table 1. Diet ingredients and compositions offered to Holstein lactating cows in hot summer for biotin and organic Zn addition experiment

| Ingredients | % (Dry matter basis) |
|------------------------------------|----------------------|
| Corn silage | 23.47 |
| Pangolagrass hay | 4.54 |
| Alfalfa hay | 6.89 |
| Wet brewer's grains silage | 12.10 |
| Soybean hull pellet | 16.25 |
| Wheat bran | 4.65 |
| Corn, ground | 18.40 |
| Soybean meal, 43% CP | 9.33 |
| Fish meal, 60% CP | 1.03 |
| Molasses | 0.62 |
| Salt | 0.37 |
| Limestone | 0.68 |
| Calcium phosphate, monobasic | 0.16 |
| Potassium carbonate | 0.37 |
| Sodium bicarbonate | 0.52 |
| Urea | 0.37 |
| Premix ¹ | 0.27 |
| Total | 100.00 |
| Analyzed values (Dry matter basis) | |
| DM, % | 48.0 |
| CP, % | 17.3 |
| NDF, % | 40.6 |
| ADF, % | 24.9 |
| Ca, % | 0.74 |
| P, % | 0.42 |
| Estimated NEL, Mcal/kg | 1.59 |

¹ Each kilogram of premix contains: Vit. A, 10,000,000 IU; Vit. D₃, 1,600,000 IU; Vit. E, 70,000 IU; Fe, 50 g; Cu, 10 g; Zn, 40 g; I, 0.5 g; Se, 0.1 g; and Co, 0.1 g.

IV. 統計分析

試驗所得資料以 SAS 套裝軟體 (SAS, 2002) 進行 ANOVA 變方分析，以比較上述各種測定項目在二處理間之差異，試驗設定顯著差異水準為 $P < 0.05$ 。

結果與討論

圖 1 為試驗期間 (2019 年 5 月 15 日至 8 月 15 日) 之牛舍內平均溫濕度指數。2019 年 5 月至 8 月是相對比較涼爽的一季，試驗期間 THI 範圍在 71.5 – 78.8，平均僅 75.2 ± 1.1 ，屬於輕度熱緊迫狀況 (Chase, 2006)，且也低於張等 (2018, 2019) 前兩年試驗的牛舍內 THI，2017 年 4 月到 7 月的 THI 為 73.9 – 82.0；2018 年 4 月到 6 月的 THI 為 73.9 – 81.9。對泌乳牛來說，熱緊迫顯著影響其表現，且受影響程度隨 THI 指數的增加而更形嚴重，採食量、乳量及繁殖效率明顯降低，代謝擾亂明顯增加 (Stanley *et al.*, 1975)。張等 (2018) 指出，臺灣南部每年 4 至 7 月份，牛隻皆處於輕度熱緊迫 ($72 \leq \text{THI} < 79$) 至中度熱緊迫 ($80 \leq \text{THI} < 89$) 的狀態。畜舍降溫措施已是國內畜禽飼養管理上

的必備基礎，然研究報告也指出，畜舍的降溫設施可以紓緩但尚無法徹底解決熱緊迫，高溫多濕的環境仍使得牛隻處於熱緊迫狀態 (Shiao *et al.*, 2011)，因此，如何繼續努力降低泌乳牛熱緊迫是國內酪農業者與研究人員仍需面臨的重要挑戰。

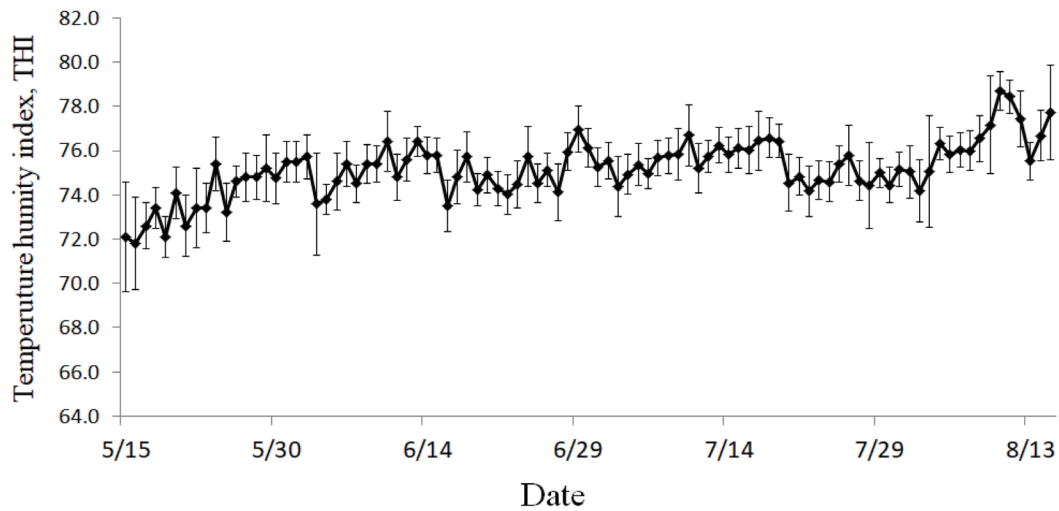


圖 1. 2019 年 5 月至 8 月牛舍內溫濕度指數之變化。

Fig. 1. Daily barn averaged temperature-humidity index from May to August in 2019.

本次試驗參試牛群於試驗開始時的平均行動分數為 1.36 分，範圍約在 1.0 – 1.8 分，表示牛群腳蹄健康狀況尚稱良好，然而隨著季節的逐漸濕熱，影響牛隻的蹄部健康，行動分數增加，尤其是未添加的對照組，牛隻最高分數達 2.6 – 2.8 分。生物素與鋅在牛蹄角化過程中扮演重要的元素。本次試驗中得知，飼糧補充生物素與有機鋅有改善餵飼後 60 天 (1.83 分 vs. 1.56 分) 與 90 天 (2.09 分 vs. 1.64 分) 牛隻行動分數之趨勢 (圖 2)。Twardoń *et al.* (2009) 以荷蘭泌乳牛為試驗，每天每頭補充 10 mg 生物素或同時補充 10 mg 生物素與 5 g 有機鋅 7 個月，指出單獨補充或同時補充皆可改善牛隻蹄潰瘍 (feet ulcer) 及白線病 (white line injury) 等腳蹄疾病，其中以同時補充之效果更為明顯，補充生物素可改善 2.5% 跛腳發生率，同時補充生物素與有機鋅則可減少 5% 之跛腳發生率。本次試驗於飼糧中同時補充生物素 10 mg 與 5 g 有機鋅，也觀察到有減低牛隻行動分數即改善牛隻腳蹄健康的趨勢。

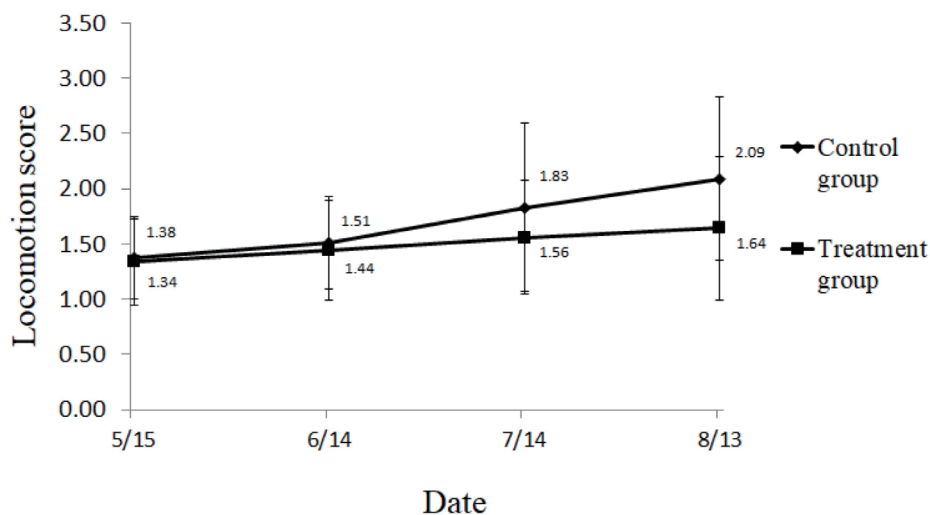


圖 2. 飼糧中補充生物素與有機鋅對熱季 (THI 平均 75.2) 荷蘭泌乳牛行動分數之影響。

Fig. 2. Effect of dietary supplementation of biotin and organic Zn on locomotion scores of Holstein lactating cows in hot season (average THI 75.2).

圖 3 為補充生物素與有機鋅對熱季荷蘭乳牛產乳量之影響，結果顯示補充生物素與有機鋅有增加產乳量之趨勢，其餵飼後 45 – 90 天平均隻日乳量增加 0.62 – 0.91 kg，此與張等 (2019) 與 Kinal *et al.* (2011) 試驗結果一致。張等 (2019) 在熱季補充荷蘭乳牛每天每頭 20 或 40 mg 生物素，觀察到 30 天、60 天及 90 天後有每天增加 0.6 – 0.8

kg 產乳量之趨勢。Kinal *et al.* (2011) 於荷蘭泌乳牛每天每頭補充 10 mg 生物素或同時補充 10 mg 生物素與 5 g 有機鋅 7 個月後，其產乳量皆顯著高於未補充的對照組，特別是每天每頭補充 10 mg 生物素的效果更佳。本次試驗在乳成分方面 (表 2)，舉凡乳脂肪、乳蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物、乳中尿素態氮及乳體細胞數等乳成分的濃度，皆未受到補充生物素與有機鋅的影響，此結果與飼糧補充有機鋅可改善產乳量但不影響乳成分與體細胞數的結果一致 (Cope *et al.*, 2009)，但未若 Majee *et al.* (2003) 的效果，其指出於飼糧中補充生物素有增加每日產乳量，且有提高乳蛋白質率與乳糖率的效果。從上研究報告所述顯示，泌乳牛飼糧補充生物素有益於產乳量的提升，推測可能與經由其促進瘤胃菌群及增加養分供應有關。

表 2. 飼糧補充有機鋅與生物素對熱季荷蘭乳牛乳成分之影響

Table 2. Effect of dietary supplementation of biotin and organic Zn on milk compositions of Holstein cows in hot summer (average THI 75.2)

| Milk compositions | Dietary treatments | | P-value |
|--|------------------------|-----------|---------|
| | Control | Treatment | |
| No. | 12 | 12 | |
| | after 30 days' feeding | | |
| Fat, % | 3.42 | 3.45 | 0.26 |
| Protein, % | 3.24 | 3.29 | 0.34 |
| Lactose, % | 4.91 | 4.95 | 0.81 |
| Solids-not-fat, % | 8.68 | 8.78 | 0.52 |
| Total solid, % | 12.3 | 12.4 | 0.75 |
| Urea nitrogen, mg/dL | 17.8 | 18.0 | 0.89 |
| Somatic cell counts, $\times 10^4$ /mL | 19.7 | 20.4 | 0.93 |
| | after 60 days' feeding | | |
| Fat, % | 3.95 | 3.86 | 0.58 |
| Protein, % | 3.33 | 3.32 | 0.97 |
| Lactose, % | 4.70 | 4.87 | 0.15 |
| Solids-not-fat, % | 8.73 | 8.89 | 0.39 |
| Total solid, % | 12.7 | 12.8 | 0.68 |
| Urea nitrogen, mg/dL | 12.3 | 13.4 | 0.33 |
| Somatic cell counts, $\times 10^4$ /mL | 15.3 | 13.5 | 0.68 |
| | after 90 days' feeding | | |
| Fat, % | 3.98 | 3.87 | 0.63 |
| Protein, % | 3.49 | 3.42 | 0.75 |
| Lactose, % | 4.63 | 4.68 | 0.59 |
| Solids-not-fat, % | 8.83 | 8.79 | 0.89 |
| Total solid, % | 12.8 | 12.7 | 0.66 |
| Urea nitrogen, mg/dL | 14.2 | 14.8 | 0.65 |
| Somatic cell counts, $\times 10^4$ /mL | 24.7 | 37.2 | 0.57 |

表 3 為飼糧補充生物素與有機鋅 90 天內對熱季荷蘭泌乳牛血液生化值之影響。結果顯示，每頭每天補充生物素 10 mg 與有機鋅 5 g，未對餵飼後 30 天、60 天及 90 天之血中葡萄糖、尿素氮、膽固醇、GOT、GPT、AP、CPK 及 LDH 等產生顯著影響。GOT 與 GPT 為肝細胞損傷 (hepatocellular injury) 的主要兩項指標 (Kauppinen, 1984)。GOT 與 GPT 參與蛋白質代謝過程中胺基的轉換，當牛隻肝臟損傷時，血中的 GOT 與 GPT 活性會升高。通常動物在有氧代謝 (anaerobic metabolism) 下無法提供足夠能量需要，需透過厭氧途徑 (anaerobic pathway) 取得所需能量，期間會伴隨著乳酸的產生與蓄積，同時也會使 LDH 活性增加 (Lai *et al.*, 2009)。本次試驗補充生物素與有機鋅有穩定但微幅降低餵飼後 30、60 及 90 天血中 GOT、GPT 及 LDH 之趨勢，Stojević *et al.* (2005) 指出健康泌乳牛隻 (泌乳期 90 天至泌乳期結束) 之血中 GPT 與 GOT 數值分別為 44.91 ± 6.93 與 20.08 ± 3.74 。本試驗之牛隻於梅雨季節期間，其血中 GPT 與 GOT 數值分別為 59.9 與 17.9。顯示在高溫溼度指數環境下試驗期間環境條件尚未造成牛群明顯緊迫，此與試驗期間 THI 落於輕度緊迫的結果一致。

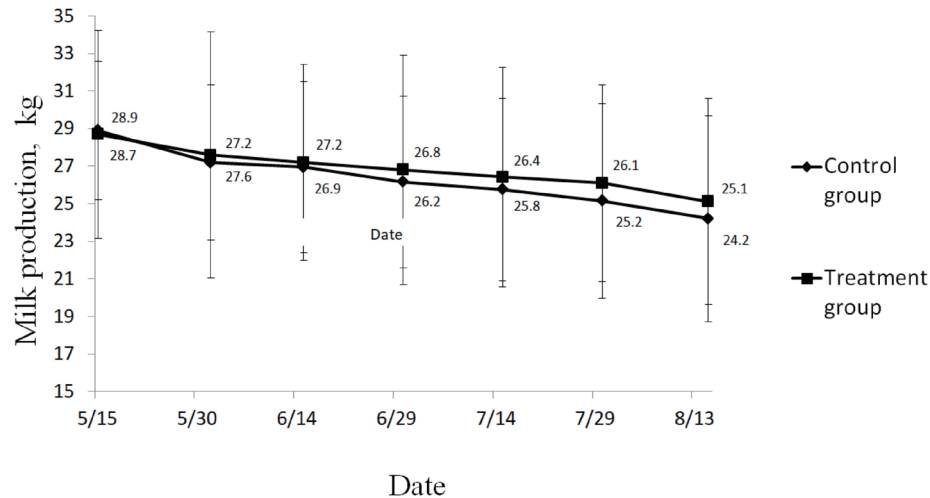


圖 3. 飼糧中補充生物素與有機鋅對熱季 (THI 平均 75.2) 荷蘭乳牛產乳量之影響。

Fig. 3. Effect of dietary supplementation of biotin and organic Zn on milk production of Holstein cows in hot season (average THI 75.2).

表 3. 飼糧補充生物素與有機鋅對熱季荷蘭泌乳牛血液生化值之影響

Table 3. Effect of dietary supplementation of biotin and organic Zn on blood biochemical profiles of Holstein lactating cows in hot summer (average THI 75.2)

| Items | Dietary treatments | | P-value |
|--|--------------------|-----------|---------|
| | Control | Treatment | |
| after 30 days' feeding | | | |
| Glucose (mg/dL) | 68.4 | 67.2 | 0.75 |
| Serum urea nitrogen (mg/dL) | 18.5 | 19.9 | 0.53 |
| Cholesterol (mg/dL) | 216 | 227 | 0.54 |
| Glutamic oxaloacetic transaminase (IU/L) | 74.0 | 64.2 | 0.49 |
| Glutamate-pyruvic transaminase (IU/L) | 29.4 | 27.6 | 0.74 |
| Alkaline phosphatase (IU/L) | 63.4 | 60.5 | 0.64 |
| Creatine phosphate kinase (U/L) | 218 | 208 | 0.85 |
| Lactate dehydrogenase (IU/L) | 1,120 | 1,085 | 0.54 |
| after 60 days' feeding | | | |
| Glucose (mg/dL) | 62.1 | 62.0 | 0.96 |
| Serum urea nitrogen (mg/dL) | 11.1 | 11.7 | 0.85 |
| Cholesterol (mg/dL) | 150 | 165 | 0.42 |
| Glutamic oxaloacetic transaminase (IU/L) | 74.8 | 70.8 | 0.65 |
| Glutamate-pyruvic transaminase (IU/L) | 24.4 | 21.6 | 0.22 |
| Alkaline phosphatase (IU/L) | 31.9 | 34.9 | 0.58 |
| Creatine phosphate kinase (U/L) | 228 | 368 | 0.44 |
| Lactate dehydrogenase (IU/L) | 1,039 | 976 | 0.57 |
| after 90 days' feeding | | | |
| Glucose (mg/dL) | 55.9 | 59.4 | 0.11 |
| Serum urea nitrogen (mg/dL) | 5.5 | 5.6 | 0.56 |
| Cholesterol (mg/dL) | 120 | 134 | 0.35 |
| Glutamic oxaloacetic transaminase (IU/L) | 65.4 | 59.9 | 0.55 |
| Glutamate-pyruvic transaminase (IU/L) | 21.4 | 17.9 | 0.21 |
| Alkaline phosphatase (IU/L) | 27.1 | 31.0 | 0.42 |
| Creatine phosphate kinase (U/L) | 110 | 107 | 0.90 |
| Lactate dehydrogenase (IU/L) | 979 | 872 | 0.23 |

在經濟效益估算方面，本次試驗所購生物素商品價格大約 672 元 /kg，以每天補充 10 mg (2%，等於每天補充產品 1 g) 的成本約新臺幣 0.34 元，而有機鋅商品價格大約 360 元 /kg，以每天補充 5 g 的成本約新臺幣 1.8 元，增加兩項元素之成本合計為 2.14 元 / 頭，而可增加 0.6 – 0.9 kg 乳量，以每公斤生乳收購價 26.7 元計算 (生乳價格會依據涼熱季與乳成分品質而有所差異)，每天每頭的粗收入增加 14.8 – 22.8 元，因此熱季於乳牛飼糧中補充生物素 (10 mg/ 頭 / 天) 及有機鋅 (5 g/ 頭 / 天) 是具有經濟效益的。

結 論

熱季高溫多濕環境下 (THI 75.2)，乳量 28 kg 的荷蘭泌乳牛飼糧中，每天每頭補充生物素 10 mg 與有機鋅 5 g，雖未能再提升乳成分與肝臟健康，但有維護牛隻蹄部健康與增加泌乳量效果的趨勢，並具有經濟效益。推測若當熱緊迫更嚴峻時，添加生物素與有機鋅的效益會較為明顯。本試驗之結果可提供酪農改善熱季牛隻飼養管理與營養補充之參考。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會經費補助 [108 農科 -2.3.1- 畜 -L1(1)]，試驗期間承畜產試驗所產業組一股同仁的現場飼養管理協助，謹致謝忱。

參考文獻

- 陳鵬文。2001。乳牛的蹄病。酪農天地 47：33。
- 張俊達、蕭宗法、王思涵、吳鈴彩、蔡銘洋、李春芳、林義福。2019。飼糧中補充生物素對高溫濕度指數期間荷蘭泌乳牛行動分數與產乳量之影響。臺灣農學會報 20：13-27。
- 張俊達、蕭宗法、王思涵、吳鈴彩、蔡銘洋、李春芳、林義福。2018。飼糧中補充鋅、銅與錳對高溫濕度指數期間荷蘭泌乳牛行動分數與性能表現之影響。畜產研究 51：201-208。
- Chase, L. E. 2006. Climate change impacts on dairy science. In: Climate change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses, held at March 7th, Baltimore, MD, USA.
- Cope, C. M., A. M. Mackenzie, D. Wilde and L. A. Sinclair. 2009. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. J. Dairy Sci 92: 2128-2135.
- Das, R., L. Sailo, N. Verma, P. Bharti, J. Saikia, Imtiwati, and R. Kumar. 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. Vet. World 9: 260-268.
- Ferreira, G, W. P. Weiss and L. B. Willett. 2007. Changes in measures of biotin status do not reflect milk yield responses when dairy cows are fed supplemental biotin. J. Dairy Sci. 90: 1452-1459.
- Flower, F. C. and D. M. Weary. 2006. Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. J. Dairy Sci. 89: 139-146.
- Harrington, J. A. and Jr. E. Bowles. 2004. A climatology of hourly THI values for livestock producers. 14th Conference on Applied Climatology. Poster Session 1-12, The 84th AMS Annual Meeting (Seattle, WA).
- Higuchi, H., T. Maeda, K. Kawai, A. Kuwano, M. Kasamatsu and H. Nagahata. 2003. Physiological changes in the concentrations of biotin in the serum and milk and in the physical properties of the claw horn in Holstein cows. Vet. Res. Commun. 27: 407-413.
- Kauppinen, K. 1984. ALAT, AP, ASAT, GGT, OCT, activities and urea and total bilirubin concentrations in plasma of normal and ketotic dairy cows. Zbl. Vet. Med. A31: 567-576.
- Kinal, S., J. Twardoń, M. Bednarski, J. Preś, R. Bodarski, M. Słupczyńska, M. Ochota and G. J. Dejneka. 2011. The influence of administration of biotin and zinc chelate (Zn-methionine) to cows in the first and second trimester of lactation on their health and productivity. Pol. J. Vet. Sci. 14: 103-110.
- Lai, A. Q., Z. S. Wang and A. G. Zhou. 2009. Effect of chromium picolinate supplementation on early lactation performance,

- rectal temperatures, respiration rates and plasma biochemical response of Holstein cows under heat stress. *Pak. J. Nutr.* 8: 940-945.
- Majee, D. N., E. C. Schwab, S. J. Bertics, W. M. Seymour and R. D. Shaver. 2003. Lactation performance by dairy cows fed supplemental biotin and a B-vitamin blend. *J. Dairy Sci.* 86: 2106-2112.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 1976. Livestock hot weather stress. Regional Operations Manual Letter C-31-76. US Dep. Commerce, Natl. Oceanic and Atmospheric Admin., Natl. Weather Service Central Region, Kansas City, Missouri, USA.
- NRC. 2001. Mineral Tolerance of Animals. National Academies Press, Washington, DC.
- Osorio, J. S., E. Trevisi, C. Li, J. K. Drackley, M. T. Socha, and J. J. Loores. 2016. Supplementing Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from cobalt glucoheptonate during the periparturient period benefits postparturient cow performance and blood neutrophil function. *J. Dairy Sci.* 99: 1868-1883.
- SAS. 2002. SAS User's guide: basics, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC.
- Schlageter-Tello, A., E. A. M. Bokkers, P. W. G. G. Koerkamp, T. Van Hertem, S. Viazzi, C. E. B. Romanini, I. Halachmi, C. Bahr, D. Berckmans and K. Lokhorst. 2014. Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: A review. *Prev. Vet. Med.*, 116: 12-25.
- Shiao, T. F., J. C. Chen, D. W. Yang, S. N. Lee C. F. Lee, and T. K. Cheng. 2011. Feasibility assessment of a tunnel-ventilated, water-padded barn on alleviation of heat stress for lactating Holstein cows in a humid area *J. Dairy Sci.* 94: 5393-5404.
- Shingh Godara, A., S. A. Bhat, R. K. Yogi, S. Devi and S. P. Sahoo. 2016. Feeding strategies to ameliorating the impact of heat stress in bovine. *Internat. J. Sci. Natu.* 7: 25-29.
- Smith, M. R., H. E. Amos and M. A. Froetschel. 1999. Influence of ruminally undegraded protein and zinc methionine on milk production, hoof growth and composition, and selected plasma metabolites of high producing dairy cows. *PAS.* 15: 268-277.
- Stanley, R. W. S. E. Olbich and F. A. Martz. 1975. Effect of roughage level and ambient temperature on milk production, milk composition and ruminal volatile fatty acids. *Trop. Agri.* 52: 213-221.
- Staples, C. R. 2007. Nutrient and feeding strategies to enable cows to cope with heat stress conditions. In 22nd Annu. Southwest Nutr. Manage. Conf., Tempe, AZ. Univ. Ari-zona, Tempe. pp. 93-108.
- Stojević, Z., J. Piršljini, S. Milinković-Tur, M. Zdelar-Tuk, and B. B. Ljubić. 2005. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet Arh.* 75: 67-73.
- Sunil Kumar, B. V., A. Kumar and M. Kataria. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *J. stress physiol. biochem.* 7: 45-54.
- Twardoń, J., S. Kinal, J. Preś, M. Słupczyńska, R. Bodarski, A. Zachwieja, M. Bednarski and M. Ochota. 2009. The influence of biotin and Zn-methionine application on dairy cows hoofs condition. *Electron. J. Pol. Agric. Univ.* 12(4): #18. Available online: <http://www.ejpau.media.pl/volume12/issue4/art-18.html>.
- West, J. W. 1995. Managing and feeding lactating dairy cows in hot weather. Bulletin 956/1995. The University of Georgia in cooperation with Fort Valley State University, the U. S. Department of Agriculture and counties of the state.
- Zimmerly, C. A. and W. P. Weiss. 2001. Effects of supplemental dietary biotin on performance of Holstein cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 84: 498-506.

Effect of dietary supplementation of biotin and organic Zn on hoof health and lactating performance of Holstein cows in hot and humid summer ⁽¹⁾

Chun-Ta Chang ^{(2) (4)} Tzong-Faa Shiao ⁽²⁾ Chia-Jung Li ⁽²⁾ and Churng-Faung Lee ⁽³⁾

Received: Jan. 21, 2020; Accepted: May 25, 2020

Abstract

To relieve the heat stress in lactating cows, this study aims to evaluate the effects of dietary supplementation of biotin and organic zinc on hoof health and lactating performance of Holstein cows in hot summer with high temperature humidity index (THI). The experiment was conducted from May to August 2019 for a period of 90 days. A total of 24 Holstein cows were assigned into two groups by body weight, milk yield (averaged 28.8 kg), parity (1.9 lactation no.) and days in milk (158 d). The cows received basal diet as the control group with additional supplemented of 10 mg of biotin and 5 g of organic zinc daily per head while the treatment group did not receive the aforementioned supplements. Cows' locomotion score (1 to 5 points), milk and blood were measured or sampled every 30 days for hoof health evaluation, milk components and blood biochemical profile analysis. The results showed that the averaged barn THI during the 90 days was 75.2 ± 1.1 , indicating mild stress status. Dietary supplementation of biotin and organic zinc suggested tendency to help retard the locomotion score (2.09 vs. 1.64) and increase milk production by 0.6 – 0.9 kg a day. However, there were no significant difference in milk compositions and milk somatic cell count between the two groups. Blood profile revealed stable trends of marginal decrease in GOT, GPT, and LDH after supplementing biotin and organic Zn for 30 days, 60 days and 90 days. From the above results, it is concluded that diet supplemented with biotin and organic zinc could benefit the hoof health, milk production, and liver health of lactating Holstein cows during the hot and humid summer (THI 75.2). The supplementation also yielded economic return. It is postulated that in a more rigorous THI environment, the effect of supplementation of biotin and organic Zn would be become more apparent.

Key words: Biotin, Holstein cows, Lactating performance, Locomotion score, Organic Zn, Temperature-humidity index.

(1) Contribution No. 2639 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Deputy Director General Office, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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