

熱季期間提供夜間運動場對荷蘭泌乳早期牛隻 之泌乳表現與行動分數之影響⁽¹⁾

張俊達⁽²⁾⁽⁵⁾ 范耕榛⁽²⁾ 王思涵⁽³⁾ 吳鈴彩⁽⁴⁾

收件日期：113 年 2 月 22 日；接受日期：113 年 4 月 23 日

摘 要

本試驗探討於熱季期間提供夜間運動場對泌乳早期 (泌乳天數 60 ± 28 天) 荷蘭牛行動分數與泌乳表現之影響。試驗期 120 天，將 16 頭荷蘭泌乳牛依乳量、胎次、泌乳天數與體重分成 2 組，分為對照組 (全天候於室內環境) 及處理組 (白天於室內環境，夜間於運動場)。測定牛舍環境參數 (溫度、濕度)、牛隻行動分數、採食量、體溫、呼吸次數及泌乳表現 (乳產量以及乳成分等)。試驗結果顯示，相同時段 (16:00 至隔天 04:00) 抽風式隧道牛舍的平均溫濕度指數為 74.2 ± 2.4 單位，而夜間運動場平均溫濕度指數為 74.9 ± 2.5 。提供夜間運動場 120 天有減緩牛隻行動分數之趨勢 (2.44 vs. 2.19)。牛隻於夜間運動場第 30 至 90 後有降低乾物質採食量與產乳量以及有提高牛隻體溫與呼吸次數之趨勢，但是於試驗第 120 天無明顯差異。乳成分及血液性狀並未受到試驗處理產生顯著影響。由上述結果得知，於高溫濕度指數下提供夜間運動場有改善牛隻行動分數，但是於熱季期間荷蘭泌乳牛是否飼養於夜間運動場須同時考量當地的氣候狀況，以及運動場是否提供風扇與噴霧等降溫設施，使提供牛隻較為舒適之飼養環境。

關鍵詞：荷蘭泌乳牛、泌乳性能、行動分數、溫濕度指數。

緒 言

由於土地面積的限制，國內乳牛飼養多為自由式牛舍牛床設計的集約飼養，長期生活於堅硬的水泥地面上，致使蹄病成為牛隻淘汰主因之一，國內乳牛群性能改良計畫 (dairy herd improvement, DHI) 統計乳牛淘汰三項主要因素，分別為乳房炎、繁殖障礙及蹄病。而牛隻跛腳會造成產乳量降低、降低繁殖表現、高淘汰速率及增加獸醫治療成本 (Cha *et al.*, 2010)，對酪農來說可是一項重大經濟損失。因此，在高溫多濕環境下如何提供一個較友善的飼養環境，可能是目前國內酪農當前所需要面臨且需要努力改善的問題。高溫多濕環境下 (溫濕度指數大於 72)，泌乳牛易產生緊迫，致使採食量與產乳量下降 (Chase, 2006)，同時也增加牛隻腳蹄健康問題 (Cook *et al.*, 2004)。牛隻發生跛腳易使牛隻採食量降低，Robinson (2001) 指出，與健康牛隻相比 (行動分數為 1 分)，當牛隻行動分數達 3 分時乾物質採食量與產乳量分別減少 3% 與 5%，而當牛隻行動分數達 5 分則乾物質採食量與產乳量分別減少 16% 與 36%。然而牛乳為酪農業主要收益來源，若牛隻發生跛腳時，除了產乳量降低減少收入外，其餘經濟損失包括早期淘汰、產犢產能降低、治療費用與棄乳等，李 (2013) 指出每頭跛腳的牛預估經濟損失約為 265 歐元 (臺幣以 1 比 35 計算，則約為 9,275 元)。另外 Silvana *et al.* (2013) 調查夏季 24 個酪農場 2,529 頭之牛隻行動分數分布，結果顯示夏季發生跛腳比例為 28.54%。若一酪農場有 100 頭泌乳牛，有 28% 發生比例，預估經濟損失為每月新臺幣 29 萬 6,800 元 (28 頭 $\times$ 10,600 元)。臺灣每年 5 至 9 月氣候炎熱，若每個月皆有 28% 發生牛隻跛腳情況，則每年熱季期間 (5 至 9 月份) 總經濟損失為新臺幣 148 萬 4,000 元 (29 萬 6,800 元 $\times$ 5 月次)。本試驗將設計牛舍夜間運動場與餵飼走道動線，日間高溫室內飼養搭配降溫設施，黃昏溫度降低後移至運動場飼養，評估牛隻行動分數及監測血液生化值，以期建立高溫濕度指數下維持乳牛腳蹄健康與友善飼養模式。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2786 號。
(2) 農業部畜產試驗所畜產經營組。
(3) 農業部畜產試驗所北區分所。
(4) 農業部畜產試驗所畜產加工組。
(5) 通訊作者，E-mail: ctchang@mail.tlri.gov.tw。

材料與方法

本試驗動物之使用、飼養及實驗之內容皆依據農業部畜產試驗所實驗動物照護與使用小組之審查同意文件 (同意書編號: 112-10) 及試驗準則進行。

I. 試驗動物飼養環境與飼養管理

本試驗期間為 2023 年 5 月 1 日至 2023 年 8 月 31 日, 選用畜產試驗所畜產經營組 16 頭荷蘭泌乳牛 (每頭提供活動面積為 14.4 m²), 其中 8 頭全天飼養於隧道式抽風牛舍, 另 8 頭 (試驗組) 白天飼養於隧道式抽風牛舍, 而於黃昏溫度降低後移至運動場飼養 (每頭提供活動面積為 153 m²)。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為行動分數 1.63 ± 0.24 、乳量 30.90 ± 7.10 kg、胎次 1.6 ± 0.6 胎、泌乳天數 60 ± 28 天及體重 571 ± 65.9 kg; 處理組則分別為 1.69 ± 0.23 、 31.80 ± 6.23 kg、 1.8 ± 1.0 胎、 53 ± 35 天及 600 ± 81 kg。泌乳牛飼糧則依據 National Research Council (2021) 推薦給予並以完全混合日糧 (total mixed ration, TMR) 進行配製, 飼糧組成包括盤固乾草、苜蓿乾草、玉米青貯料、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 07:00 配製 1/3 量, 約 07:30 餵食及下午 15:00 配製 2/3 量, 約 15:45 餵食, 其中下午試驗組之 TMR 則供應於運動場室內餵食區, 兩組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。試驗牛隻每年進行兩次護蹄作業, 分別為每年 3 至 4 月及 9 至 10 月。

表 1. 試驗牛群之完全混合日糧之組成及營養成分

Table 1. Ingredients and nutrient composition of the total mixed ration for lactating cows in exercise ground trial

Ingredients	Percentage, % DM
Corn silage	30.48
Pangolagrass hay	9.17
Alfalfa hay	12.89
Brewer's grain, wet	10.19
Wheat bran	5.22
Corn, ground	14.30
Soybean meal, 43% CP	6.92
Soybean oil	1.76
Fish meal, 60% CP	4.81
Salt	0.28
Calcium phosphate	0.88
Limestone	1.12
Sodium bicarbonate	1.64
Premix ¹	0.33
Total	100.00
Composition, % of DM	
CP, %	16.6
NDF, %	34.1
ADF, %	19.4
Crude fat, %	5.2
Ca, %	1.2
P, %	0.6

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

II. 測定項目

(i) 牛舍環境參數: 包括溫度、濕度以及溫濕度指數 (temperature-humidity index, THI)。牛舍裝置六組溫濕度感

應器 (HOBO pro RH/Temp, Onset Computer Corporation, MA, USA) 進行溫度與濕度測定，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 $THI = (1.8 \times T + 32) - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26)$ 。式中 THI 為溫濕度指數；T 為氣溫 (單位 $^{\circ}\text{C}$)；RH 為相對濕度 %。

(ii) 牛隻性能表現

1. 牛隻乾物質採食量：每日記錄各組牛群的 TMR 下午上午提供量、隔日上午剩餘量及實際各組牛頭數，並依牛隻採食情形適當增減 TMR 提供量，調整各組剩料量為其配製量的 5 – 10%。於試驗後 26 – 30 天、56 – 60 天、86 – 90 天以及 116 – 120 天，每日採集各組 TMR 與各組剩料，密封於 -20°C 凍存，或即開始 55°C 48 小時烘乾，以計算每組每日乾物質採食量。
2. 產乳量與乳樣分析：每日分別為清晨 4：30 與下午 3：45 擠乳兩次，由電腦記錄個別牛隻泌乳量。於試驗開始時與每 30 天採集個別牛隻乳樣兩天，混合個別牛各日上下午乳樣後，送至農業部畜產試驗所北區分所牛乳檢驗室，以自動乳成分分析儀 (MilkoScanTM FT+, FOSS, Denmark)，分析乳脂率、乳糖率、乳蛋白質率、無脂固形物率、總固形物率、尿素態氮；體細胞數之測定使用以自動體細胞數分析儀 (Fossomatic FC, FOSS, Denmark)。
3. 呼吸數及體溫：於隧道式抽風牛舍及夜間運動場之動物飼養區域分別各裝設 3 臺攝影機，分別在試驗 28 – 30 天、58 – 60 天、88 – 90 天以及 118 – 120 天，重複 3 天於晚上 10 點、12 點與清晨 2 點，測定兩組 16 頭牛隻的呼吸次數及體溫。呼吸次數之判定藉由攝影機之回放系統監看，由兩位工作人員執行，每個人以碼表量測牛隻 30 秒鐘腹部起伏次數，兩人平均所得為個別牛呼吸次數。而體溫測量使用鈕扣型記憶溫度計 (DS1920- F5+ND, Analog Devices Inc./Maxim Integrated)，固定在消毒乾淨與無藥物之 CIDR (controlled internal drug release) 裝置器上面，再放入牛隻陰道三天進行測量。
4. 牛行動分數：於試驗開始時與每 30 天由兩位工作人員藉由牛隻前往磅重期間進行牛隻行動分數之判定，兩人的平均所得為個別牛行動分數。採五分制 (Flower and Weary, 2006)，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 (痛腳不敢著地狀) 及行走時 (步伐蹣跚) 背脊線呈現彎曲弧線。
5. 血液生化值分析測定：試驗開始後每 30 天所有牛隻於上午採食 3 小時後進行採樣，以不含抗凝劑之採集管經尾靜脈採集血液 10 mL，靜置後以 $3,000 \times g$ 離心 15 分鐘 (Hayirli *et al.*, 2001) 取得血清，冷凍保存供爾後測定血中之麩胺酸草乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase, GOT)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvate transaminase, GPT)、肌酸磷酸激酶 (creatine phosphokinase, CPK)、乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH) 及鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 之分析。

IV. 統計分析

溫濕度指數、行動分數、產乳量、乾物質採食量、體溫及呼吸次數以平均值表示。試驗所得資料以統計分析系統套裝軟體 (SAS, 2002) 進行統計分析，並使用一般線性模式 (general linear model, GLM) 進行有 / 無變積校正的 CRD (completely randomized design) 統計分析。當 $P < 0.05$ ，代表各組間有顯著差異，再以最小平方均值 (least squares mean, LSMeans) 測定法比較各組平均值間差異之顯著性。

結果與討論

試驗期間牛舍內 (24 小時) 與牛舍運動場域 (16：00 至 04：30) 之平均溫濕度指數變化如圖 1。牛舍整天的平均溫濕度指數為 74.5 ± 2.1 ，而試驗期間每日 16：00 至隔天 4：30 所測得的運動場溫濕度指數 (平均為 74.9 ± 2.5) 較牛舍內同時間所測得的平均 74.2 ± 2.4 增加 0.7 單位。其結果與張及范 (2022) 於 2021 年測得之室內牛舍與室外夜間舍外運動場相反，主要是因為 2023 年 5 至 8 月降雨天數較 2021 年同期少，且舍外運動場並未架設風扇與噴霧等降溫設施，使得舍外運動場的溫度較高，而造成本試驗舍外運動場的 THI 較室內牛舍為高。本試驗與張及范 (2022) 的試驗牛隻飼養於牛舍與夜間舍外運動場仍皆處於低度熱緊迫環境 (THI 介於 72 – 78)。畜舍降溫措施已是國內畜禽飼養管理上的必備基礎，然而，另有研究報告也指出，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須面臨的重要挑戰。Chastain and Turner (1994) 推薦在潮濕氣候下，風速須達每秒 2.9 – 4.0 公尺才

足夠，但是本試驗期間藉由交通部中央氣象署農業氣象站畜產試驗所一本所測得之平均風速於試驗後 0 – 30 天、31 – 60 天、61 – 90 天及 91 – 120 天分別為 0.79 ± 0.61 、 0.72 ± 0.43 、 0.74 ± 0.58 及 0.86 ± 0.63 (公尺 / 每秒)，皆低於推薦標準，因此泌乳牛是否於夜間運動場進行活動仍需視當天當地的氣候狀況或是否有加裝降溫設施如風扇或噴霧等，使牛隻有較為舒適的飼養環境。

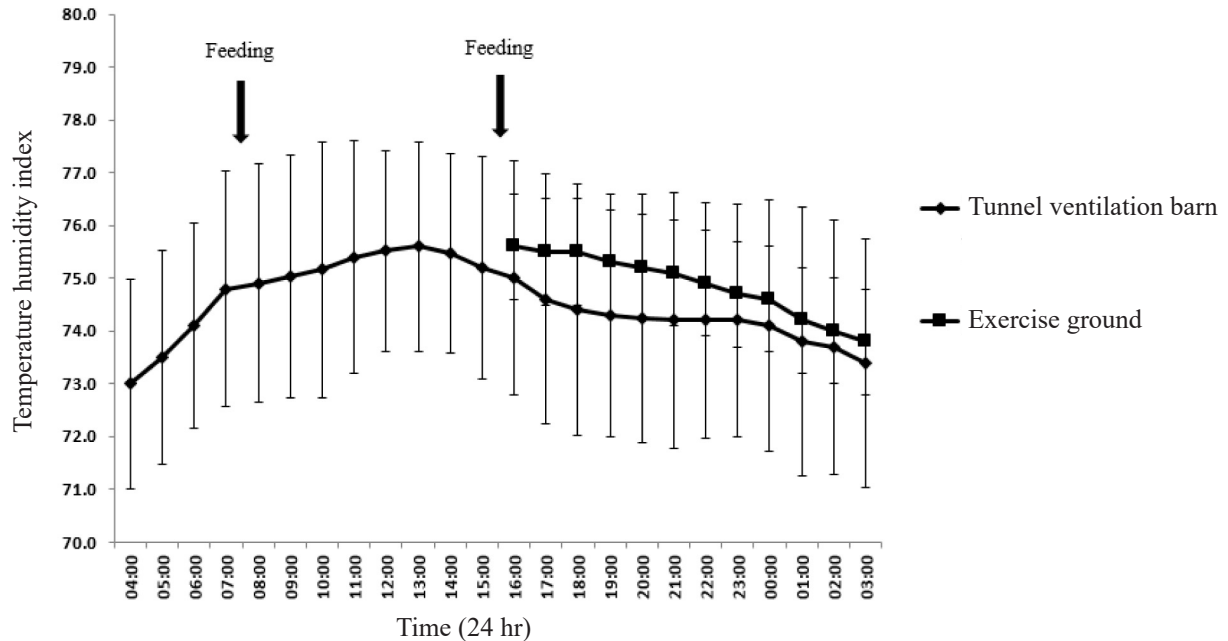


圖 1. 試驗期間 (2023 年 5 至 8 月) 全天抽風式隧道牛舍與夜間運動場 (16:00 至 04:30) 溫濕度指數變化。

Fig. 1. Daily temperature and humidity index changes in cowshed (indoor) and exercise ground (16:00 to 04:00 the next day) during May-August in 2023 (means ± SD).

圖 2 為高溫濕度指數下 (THI 約 74.5) 提供夜間運動場對荷蘭泌乳牛行動分數的影響。雖然試驗後 30、60、90 及 120 天之牛隻行動分數經試驗統計結果各組間無顯著差異，但是提供牛隻於夜間運動場有減緩行動分數上升之趨勢，全天舍飼與再提供夜間運動場兩組牛隻 60 天分數評估，由試驗開始後 30 天的 1.69 vs. 1.63 ($P > 0.05$) 分別上升至 1.94 vs. 1.81 ($P > 0.05$)；試驗第 90 天由試驗開始後 60 天的 1.94 vs. 1.81 再分別上升至 2.19 vs. 2.00 ($P = 0.24$)；試驗第 120 天由試驗開始後 90 天的 2.19 vs. 2.00 再分別上升至 2.44 vs. 2.19 ($P = 0.19$)。張及范 (2022) 將泌乳中期牛隻分成兩組，包括全天候飼養於隧道牛舍內，有風扇、噴霧與噴水降溫為對照組，而試驗組為白天飼養於隧道牛舍內，夜間飼養於舍外運動場。其結果發現提供夜間舍外運動場 90 天後有降低牛隻行動分數之趨勢，且以每 30 天牛隻行動分數增加幅度顯示，同樣的也是以牛群於夜間進行舍外運動場的增加幅度較低。但是兩組於試驗後行動分數皆增加的原因可能是因為對照組全天飼養於牛舍水泥地面，而試驗組牛群也僅有夜間於舍外運動場活動，其餘白天皆飼養於牛舍。因此本試驗以每 30 天牛隻行動分數增加幅度顯示，有提供夜間舍外運動場的以平均 0.16 幅度增加，而對照組則是以平均 0.22 幅度增加。因此推測於夜間提供運動場可能有助減緩牛隻腳蹄壓力、減少蹄底厚度及蹄壁角質裂傷，使減緩牛隻行動分數之增加。研究指出泌乳牛以放牧形式飼養，使牛群站立時有較舒適的土壤地面，可減少腳蹄壓力並改善牛隻行動分數，最後提升牛群福利 (Bergsten *et al.*, 2015)。Gabriela *et al.* (2009) 指出，放牧牛群具有較好的運動能力和較低的跛足機率，同時促進了更長且不間斷的躺臥時間，因此有益於牛隻腳蹄健康。

由圖 2 的試驗結果顯示雖然產乳量並未受到夜間提供運動場產生顯著差異，但是提供夜間運動場 30 – 90 天的牛隻產乳量有減少之趨勢，平均約減少 1 公斤，但是到了試驗後期 120 天兩組間無明顯差異。試驗期間提供夜間運動場牛隻減少產乳量可能與飼養環境有較高的 THI 以外，也可能與試驗期間採食量的降低有關。雖然本試驗提供夜間運動場對牛隻乾物質採食量無顯著影響，但是試驗後 30 天後到 120 天的牛隻乾物質採食量平均減少 0.24 公斤 / 天。圖 2 為 THI 約為 74.5 下提供夜間運動場對泌乳牛體溫的影響。試驗結果顯示，提供夜間運動場 30 – 90 天有增加牛隻體溫的趨勢，平均增加約 0.28 幅度，此部分可能與飼養環境有較高的 THI 有關。但是到了 120 天無明顯差異，可能是因為在測量期間 (試驗後 118 – 120 天) 臺南地區處於長時間降雨造成氣溫下降有關。提供夜間運動場的牛隻呼吸次數之試驗結果指出，兩組間無顯著差異，但是提供夜間運動場 30 – 90 天的牛隻呼吸次數有提高的趨勢，平均約增加 1.75 次 / 分鐘。此部分也可能與有較高 THI 的飼養環境有關。呼吸次數為熱環境下熱緊迫指標 (Vijay, 2005)，而正常呼吸頻率約 10 – 30 次 / 分鐘。當環境溫度升高時，呼吸道的蒸發熱損失增加，則提高呼吸

速率。呼吸道的蒸發熱損失 (evaporative heat loss) 被認為是維持熱平衡的主要機制之一。這種呼吸反應是由周邊受體 (peripheral receptors) 的直接熱刺激引起的，這些受體將神經衝動傳遞到下丘腦的熱中心 (thermal center)。在大多數情況下，高呼吸次數並不一定表示動物成功地保持體溫恆定，而是表明動物已經過熱並試圖恢復正常的熱平衡。Padilla *et al.* (2006) 指出泌乳牛的呼吸頻率在夏季為 71.5 次 / 分鐘，而冬季為 38.8 次 / 分鐘。而本試驗牛隻於試驗期間 (5 至 8 月份) 的呼吸次數介於 74.5 – 78.3 次 / 每分鐘，顯示臺灣南部 5 至 8 月份是酪農需要面臨與克服的問題。

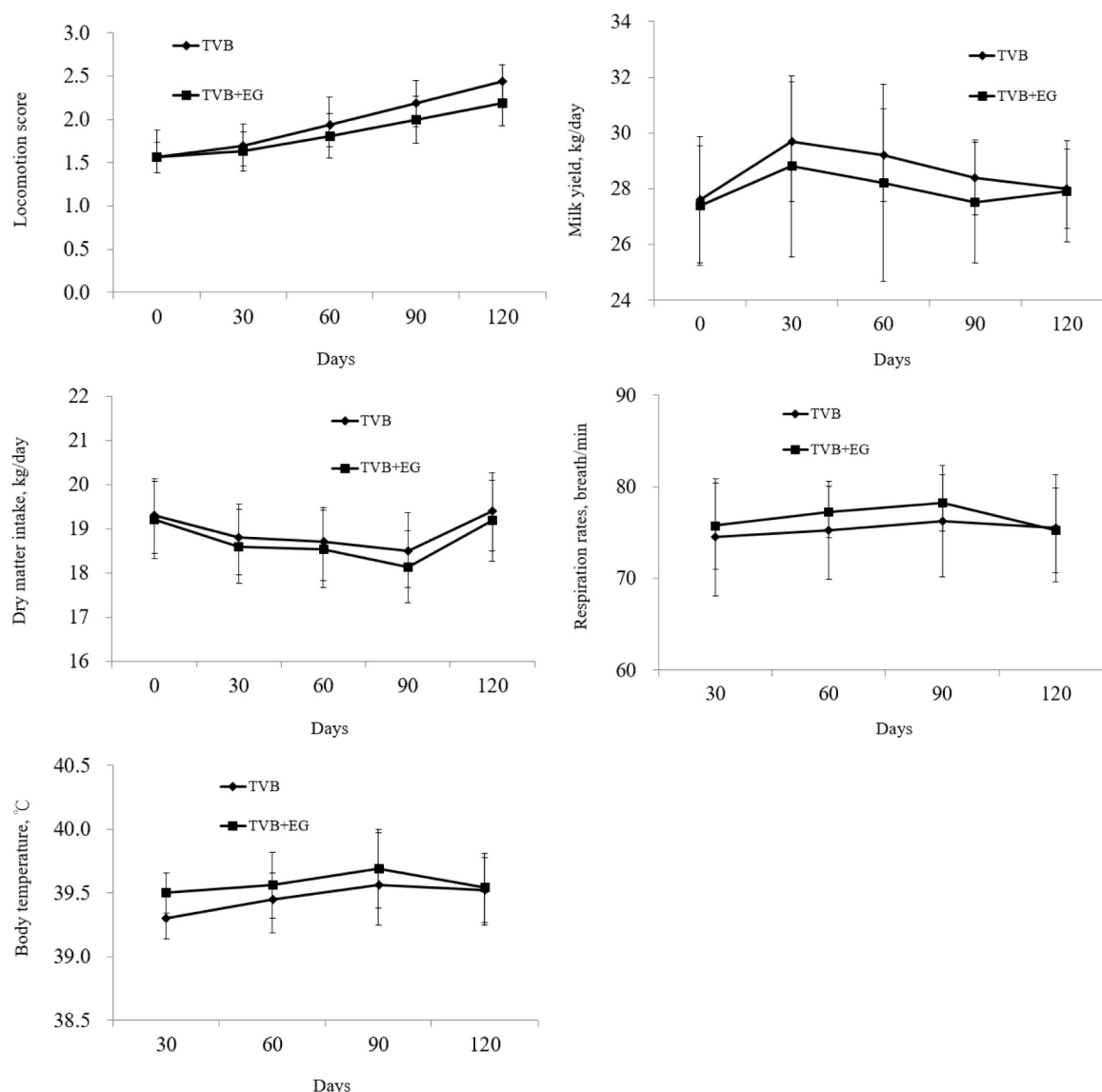


圖 2. 高溫濕度指數下提供夜間運動場對荷蘭泌乳牛行動分數、產乳量、乾物質採食量、呼吸次數與體溫的影響。TVB：牛隻全日飼養於隧道式抽風牛舍；TVB + EG：牛隻白天飼養於隧道式抽風牛舍，而於黃昏溫度降低後移至運動場飼養。

Fig. 2. Effect of offering exercise ground at night on locomotion score, milk production, dry matter intake, respiration rates, and body temperature of Holstein lactating cows under hot season (THI ≅ 74.5) in 2023.

TVB: Cows in tunnel ventilation barn; TVB + EG: Cows in tunnel ventilation barn and exercise ground.

表 2 為高溫濕度指數下 (THI 為 74.5 ± 2.3) 提供夜間運動場對荷蘭泌乳牛乳成分的影響。試驗的乳脂率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形物率及體細胞數等乳成分皆不受夜間運動場活動影響。張及范 (2022) 將泌乳中期牛隻於夜間提供運動場，其結果也發現並未對乳成分產生顯著差異。但是本試驗提供夜間運動場泌乳牛的乳體細胞數有增加的趨勢，其試驗後 30、60、90 及 120 天分別增加 12.7、21.9、21.3 及 15.2%。其結果與張及范 (2022) 結果相反。可能是因為本試驗期間臺南地區 5 至 7 月份降雨天數與降雨量較低，使得環境氣溫增加有關。雖然研究指出放牧的泌乳牛群比長期飼養於室內有較少的乳房健康問題 (Goldberg *et al.*, 1992)，然而亦須考量放牧飼養環境是否對牛隻

較為舒適，否則可能不利於牛隻生產表現。

表 2. 熱季期間提供夜間運動場對荷蘭泌乳牛乳成分之影響

Table 2. Effect of offering exercise ground at night on milk composition of Holstein lactating cows under hot season (THI $\geq$ 74.5) in 2023

	Dietary treatments			
Item	Tunnel ven-tilation barn	TVB+ Exer-cise ground	SEM	P-value
	30 days after trial			
Milk fat, %	3.63	3.74	0.14	0.57
Milk protein, %	3.06	3.01	0.03	0.78
Milk lactose, %	4.83	4.80	0.02	0.41
Somatic cell count, 10 ⁴ /mL	17.2	19.4	1.64	0.44
Mastitis, %	12.5% (1/8)	0% (0/8)		
	60 days after trial			
Milk fat, %	3.72	3.75	0.13	0.87
Milk protein, %	3.16	3.11	0.03	0.72
Milk lactose, %	4.87	4.82	0.03	0.58
Somatic cell count, 10 ⁴ /mL	20.5	24.8	2.45	0.28
Mastitis, %	12.5% (1/8)	0% (0/8)		
	90 days after trial			
Milk fat, %	3.68	3.64	0.15	0.57
Milk protein, %	3.11	3.08	0.04	0.84
Milk lactose, %	4.85	4.82	0.03	0.54
Somatic cell count, 10 ⁴ /mL	23.9	28.9	2.89	0.30
Mastitis, %	12.5% (1/8)	12.5% (1/8)		
	120 days after trial			
Milk fat, %	3.72	3.77	0.16	0.48
Milk protein, %	3.18	3.21	0.03	0.87
Milk lactose, %	4.87	4.89	0.03	0.57
Somatic cell count, 10 ⁴ /mL	25.7	29.6	2.75	0.57
Mastitis, %	25% (2/8)	25% (2/8)		

高溫濕度指數下 (THI 約 74.5) 提供夜間運動場對荷蘭泌乳牛血液生化值之影響如表 3。試驗結果發現將荷蘭泌乳牛進行夜間運動場試驗並不會影響血中 GOT、GPT、AP、CPK 及 LDH 等活性或濃度。Stojevi *et al.* (2005) 指出健康泌乳牛隻之血中 GPT 與 GOT 數值分別為 44.91 ± 6.93 與 20.08 ± 3.74 。本試驗兩組牛隻的 GOT 及 GPT 數值分別 68.1 – 72.8 及 24.3 – 26.8 皆較 Stojevi *et al.* (2005) 所述的牛隻為高，顯示有受緊迫現象。血中酵素可間接反應正常細胞死亡或細胞損傷程度的程度 (Kaneko *et al.*, 1997)。動物在正常生理情況下，身體的酵素都會圍繞在細胞膜且不容易通過細胞膜到達血中，但是在特殊情況下如緊迫，可能會改變細胞的滲透性，文獻指出動物在熱緊迫下會使酵素活性增加 (Li *et al.*, 2001)。本試驗血液生化值相近原因，可能是因為不管是隧道式抽風牛舍或運動場其溫濕度指數皆大於 72，且分布在 73 – 76 範圍，因此牛群處在溫和的熱緊迫中。雖然本試驗的鹼性磷酸酶活性各組間無顯著差異，但是本試驗牛群提供夜間運動場 30、60、90 及 120 天皆低於對照組。Abeni *et al.* (2007) 指出熱季會使牛隻血中 AP 活性降低，並指出熱季會造成催化體內磷酸酯的合成或水解，即磷酸化或去磷酸化作用，因此 AP 是體內最重要的能量代謝反應之一的關鍵酵素，牛隻遇熱緊迫時會減少採食，而 AP 活性被認為與飼料利用影響因子有關 (Kunkel *et al.*, 1953)。LDH 為存在細胞中，肝臟，心臟、腎臟、肌肉及紅血球，是一種葡萄糖代謝過程中的酵素，體內如有任何細胞被破壞，LDH 就會升高，牛隻血液正常值在 $< 1,500$ IU/dL (Schmid and von Forstner, 1986)，

本試驗兩組的 LDH 皆低於 1,500 IU/dL。研究也指出，牛隻在熱緊迫下會提高血中 LDH，這可能表明在熱緊迫期間糖解作用 (glycolysis) 的增強 (Min *et al.*, 2016)。

表 3. 熱季期間提供夜間運動場對荷蘭泌乳牛血液形狀之影響

Table 3. Effect of offering exercise ground at night on blood chemistry of Holstein lactating cows under hot season (THI $\geq$ 74.5) in 2023

Item	Dietary treatments		SEM	P-value
	Tunnel ven-tilation barn	TVB+ Exer-cise ground		
	30 days after trial			
Glutamic-oxal acteic transaminase (IU/L)	68.1	70.2	3.51	0.54
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	24.3	26.1	1.54	0.57
Alkaline phosphatase (IU/L)	45.2	43.1	1.64	0.45
Creatine phosphokinase (IU/L)	142	164	32.3	0.62
Lactate dehydrogenase (IU/L)	675	692	33.2	0.49
	60 days after trial			
Glutamic-oxal acteic transaminase (IU/L)	69.4	72.4	3.89	0.45
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	25.4	26.8	1.98	0.76
Alkaline phosphatase (IU/L)	46.3	44.5	1.78	0.42
Creatine phosphokinase (IU/L)	154	178	38.1	0.73
Lactate dehydrogenase (IU/L)	664	687	31.8	0.54
	90 days after trial			
Glutamic-oxal acteic transaminase (IU/L)	70.5	72.8	4.78	0.59
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	25.6	26.8	1.89	0.63
Alkaline phosphatase (IU/L)	45.2	44.3	1.87	0.51
Creatine phosphokinase (IU/L)	167	187	30.6	0.78
Lactate dehydrogenase (IU/L)	673	681	34.2	0.87
	120 days after trial			
Glutamic-oxal acteic transaminase (IU/L)	68.4	68.6	2.45	0.89
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	24.6	24.8	1.32	0.91
Alkaline phosphatase (IU/L)	44.1	42.7	1.64	0.65
Creatine phosphokinase (IU/L)	146	178	38.3	0.52
Lactate dehydrogenase (IU/L)	650	664	35.4	0.86

結 論

高溫濕度指數下 (THI 約 74.5) 連續 120 天提供夜間運動場對牛隻行動分數有減緩趨勢，但是試驗 30 至 90 天有降低乾物質採食量與產乳量以及提高體溫與呼吸次數之傾向。熱季期間荷蘭泌乳牛是否提供取代於夜間運動場須同時考量當地的氣候狀況，以及運動場是否提供風扇與噴霧等降溫設施，使提供牛隻較為舒適之飼養環境。

誌 謝

試驗期間承畜產試驗所畜產經營組同仁的現場飼養管理，營養組的飼料化驗分析及北區分所 DHI 的乳品質檢驗，謹致謝忱。

參考文獻

- 李國華。2013。乳牛蹄部健康管理。酪農天地 105：25-30。
- 張俊達、范耕榛。2022。熱季提供隧道牛舍夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛健康與性能之影響。畜產研究 55(3)：157-165。
- Abeni, G., L. Calamari, and L. Stefanini. 2007. Metabolic conditions of lactating Friesian cows during the hot season in the Po valley. 1. Blood indicators of heat stress. *Int. J. Biometeorol.* 52: 87-96.
- Bergsten, C., J. Carlsson, and M. Jansson Mörk. 2015. Influence of grazing management on claw disorders in Swedish freestall dairies with mandatory grazing. *J. Dairy Sci.* 98: 6151-6162.
- Cha, E., J. A. Hert, D. Bar, and Y. T. Gröhn. 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev. Vet. Med.* 97: 1-8.
- Chase, L. E. 2006. Climate change impacts on dairy science. In: *Climate change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses*, held at March 7 th, Baltimore, MD, USA.
- Chastain, J. P. and L. W. Turner. 1994. practical results of a model of direct evaporative cooling of dairy cows. Pages 337-352 in *Proc. 3 Int. rd Dairy Housing Conf. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.*
- Cook, N. B., R. L. Mentink, T. B. Bennett, and K. Burgi. 2004. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 1674-1682.
- 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.
- Gabriela, O., L. Boyle, A. Hanlon, J. Patton, J. J. Murphy, and J. F. Mee. 2009. Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows. *Lives. Sci.* 125: 199-207.
- Goldberg, J. J., E. E. Wildman, J. W. Pankey, J. R. Kunkel, D. B. Howard, and B. M. Murphy. 1992. The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. *J. Dairy Sci.* 75(1): 96-104.
- Hayirli, A., D. R. Bremmer, S. J. Bertics, M. T. Socha, and R. R. Grummer. 2001. Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84: 1218-1230.
- Kaneko, J. J., J. W. Harvey, and L. M. Brass. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th Edn. Academic Press, London, pp: 303-305.
- Kunkel, H. O., D. K. Stokes, Jr., W. B. Anthony, and M. F. Futrell. 1953. Serum alkaline phosphate activity in European and Brahman breeds of cattle and their crossbred types. *J. Anim. Sci.* 12: 765-770.
- Li, J. J., R. Z. Sang, S. J. Tian, Y. B. Ma, and Z. M. Zhou, 2001. Heat stress and variation of blood component in cattle. *Eco. Dome. Anim.* 22: 56-59.
- Min, L., J. Cheng, S. Zhao, H. Tian, Y. Zhang, S. Li, H. Yang, N. Zheng, and J. Wang. 2016. Plasma-based proteomics reveals immune response, complement and coagulation cascades pathway shifts in heat-stressed lactating dairy cows. *J. Prot.* 146: 99-108.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 1976. *Livestock hot weather stress. Regional Operations Manual Letter C-31-76.* US Dept. Commerce, National Oceanic and Atmospheric Admin., Natl. Weather Service Central Region, Kansas City, Missouri, USA.
- National Research Council. 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 8th ed. Washington, DC: The National Academy Press.
- Padilla, L., T. Matsui, Y. Kamiya, M. Tanaka, and H. Yano. 2006. Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows. *Lives. Sci.* 101: 300-304.
- Robinson, P. H. 2001. Locomotion scoring cows. *California Dairy* 92: 20-21.
- SAS. 2002. *SAS User's guide: basics*, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC.
- Schmid, M. and M. von Forstner. 1986. *Laboratory testing in veterinary medicine diagnosis and clinical monitoring.* Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Germany.
- Shiao, T. F., J. C. Chen, D. W. Yang, S. N. Lee, C. F. Lee, and W. 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.

- Silvanam, P., B. Cristin, E. Cristina, E. Mahdy, and D. Andrea. 2013. revalence and Severity of Lameness in Dairy Cows Housed in Free-stall Barns from Transylvania. *Anim. Sci. Biotech.* 46: 226-231.
- Stojevi, Z., J. Piršljn, S. Milinkovi-Tur, M. Zdelar-Tuk, and B. B. Ljubi. 2005. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet. Arh.* 75: 67-73.
- Vijay, K. 2005. Effect of thermal stress management on nutri-tional, physiological and behavioural responses of buffalo heifers. Ph D Thesis. Deemed Univ. IndianVet. Res. Inst., Izatnagar, India.

Effect of exercise ground at night on milk performance and cows locomotion score of early lactation Holstein dairy under hot season ⁽¹⁾

Chun-Ta Chang ⁽²⁾⁽³⁾ Geng-Jen Fan ⁽²⁾ Szu-Han Wang ⁽³⁾ and Ling-Tsai Wu ⁽⁴⁾

Received: Feb. 22, 2024; Accepted: Apr. 23, 2024

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of exercise ground at night on locomotion score and milking performance of Holstein lactating cows under high temperature-humidity environment. A total of 16 Holstein lactating cows were assigned into two groups according to their milk yield, parity, days in milk, and body weight. This experiment is divided into control group (indoor housing all day) and treatment group (indoor housing during the day and exercise ground at night) for 120 days. The environmental parameters of the cowshed (temperature, humidity), locomotion score, feed intake, body temperature, respiratory times and lactation performance (milk production and milk composition) were measured. The results showed that during the same period (16:00 to 04:00 the next day), the ventilation tunnel barn's average temperature and humidity index was 74.2 ± 2.4 units, while the average temperature and humidity index of the night exercise was 74.9 ± 2.5 . Providing exercise at night for 120 days tended to retard locomotion scores (2.44 vs. 2.19). After 30 to 90 days of exercise at night, the cattle's dry matter intake and milk production tended to decrease, and their body temperature and respiratory rate increased. However, there was no significant difference after 120 days. Milk composition and blood properties were not significantly affected by treatment. From the above results, it is trendy to exercise ground at night under a high temperature-humidity environment, which could help improve cow's hoof health. However, whether lactating cows were kept in exercise at night during the hot season must also consider the local climate conditions and whether the exercise provides fans and sprays. Cooling facilities were provided to provide a more comfortable feeding environment for cattle.

Key words: Holstein lactating cows, Milking performance, Locomotion score, Temperature Humidity Index (THI).

(1) Contribution No. 2786 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

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

(3) Northern Region Branch, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Animal Products Processing Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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