

# 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<sup>(1)</sup>

張俊達<sup>(2)(3)</sup> 范耕榛<sup>(2)</sup>

收件日期：111 年 2 月 16 日；接受日期：111 年 7 月 25 日

## 摘 要

本試驗探討在夏季高溫高濕下提供夜間舍外運動場對飼養於隧道牛舍荷蘭乳牛腳蹄健康與泌乳性能之影響。試驗於 2021 年 6 至 8 月份進行 90 天，將 24 頭泌乳量平均 26.5 kg 的荷蘭乳牛隨機分成 2 組，分別為對照組（全天候飼養於隧道牛舍內，有風扇、噴霧與噴水降溫）及處理組（白天飼養於隧道牛舍內，夜間飼養於舍外運動場）。試驗測定牛舍全期環境參數（溫度、濕度以及計算 THI）與泌乳量，並每 30 天測定牛隻行動分數、乳成分及牛隻血液生化值。試驗結果顯示，試驗期間大氣 THI 平均  $78.9 \pm 3.03$  牛舍內全天平均 THI 為  $75.9 \pm 1.7$ ，室外夜間舍外運動場平均 THI 為  $74.5 \pm 1.5$ 。提供夜間舍外運動場 90 天後有降低牛隻行動分數之趨勢（2.34 vs. 2.04,  $P = 0.16$ ），雖牛隻泌乳量、乳成分及血液生化值不受影響，但是提供夜間舍外運動場 90 天可有效降低 60% 乳房炎發生率。綜上所述，於國內熱季的高 THI 下（平均約 76）提供夜間舍外運動場供牛隻活動，有改善牛隻腳蹄與乳房健康及動物福利之效果，不會影響泌乳性能，同時也可能減低廢棄乳的損失，因此推薦為舒緩荷蘭泌乳牛夏季熱緊迫方法之一。

關鍵詞：熱緊迫、舍外運動場、荷蘭泌乳牛、溫溼度指數、隧道牛舍。

## 緒 言

臺灣地區熱季期間長，且多為高溫與高濕氣候，對酪農都是需要去面臨的一項挑戰。溫濕度指數 (temperature-humidity index, THI) 為利用氣溫及相對濕度結合之計算值，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)。當氣候在高溫及高濕結合時，限制牛隻散去過多之體熱，此對家畜形成熱緊迫 (Hahn *et al.*, 2001; Mader, 2003)。相較於較涼爽的季节，泌乳牛在熱季或較溫暖的季节期間，其發生跛腳 (lameness) 的比例較高 (Sanders *et al.*, 2009; Madadzadeh *et al.*, 2013)。牛隻跛腳會造成產乳量降低、降低繁殖表現、高淘汰 (culling) 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。由於國內土地面積的限制且國內乳牛飼養環境多為自由式牛舍設置牛床的集約飼養，長期生活於堅硬的牛舍水泥地面上，致使蹄病成為牛隻淘汰主因之一，因此，在高溫高濕環境下如何提供一個較友善的飼養環境以延長乳牛使用年限，是國內酪農當前需要面對努力改善的問題。行動分數 (locomotion score) 是用於了解牛隻行動質量 (locomotion quality) 的一種評分方法，通常用於將牛隻分類為跛行 (lame) 或非跛行 (nonlame)。因此行動分數的評分可被用來作為牛隻腳蹄健康與飼養管理調整的重要工具之一 (Whay, 2002)。大多數行動分數評分方法使用 1 至 5 分制，觀察 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) 及前後腳追蹤點 (tracking up)(Schlageter-Tello *et al.* 2014)。

因此，本試驗探討在 THI 下 ( $> 72$ ) 將荷蘭泌乳牛於飼養期間提供夜間舍外運動場，探討對牛隻腳蹄健康、泌乳性能及血液生化值之影響，以期建立熱季時泌乳牛友善飼養模式。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2711 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 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行政院農業委員會畜產試驗所(以下簡稱畜試所)實驗動物照護與使用小組之審查同意文件(編號 110-11)及試驗準則進行。

### I. 試驗動物飼養環境

本試驗於 2021 年 6 月至 8 月期間進行,乳牛飼養在畜試所產業組隧道式負壓抽風牛舍,為單排式長型自由牛舍(簡稱隧道牛舍),內部長寬高分別為 50 m × 15 m × 2.5 m,每頭試驗牛可活動空間為 9 m<sup>2</sup>,地面材質為水泥地面,以 2.5 m 高的輕鋼架天花板與兩側捲簾形成隧道,牛舍長巷底端由 16 臺風扇(48 吋,1 馬力,6 葉片,抽氣量 32,000 m<sup>3</sup>/h)進行抽氣,相對牆面為不鏽鋼鐵網並於鐵網向內 30 cm 處設置以馬達啟動的兩排噴霧設備(每排裝設 20 個噴頭,共計 40 個噴頭),為維持舍內通氣,牛舍內隨時最少啟動 8 臺風扇,當舍內溫度高於 26℃ 時,環境監測電腦系統即同時啟動噴霧抽水馬達及抽風風扇,每增加 0.8℃ 即再啟動兩臺風扇,最多到 14 臺風扇,預留兩臺讓風扇可輪流休息。另設置噴水降溫系統於採食區牛隻頸部上方,且參考 Shiao *et al.* (2011) 降溫程序每日於 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 進行噴水降溫,共 8 次時段,每次 6 循環,每循環 5 min(包括噴水 1 min,停 4 min)。另提供夜間舍外運動場(除了採食站立區有長 25 m 及寬 4 m(面積為 100 m<sup>2</sup>)水泥地面外,其餘皆為泥土地,並有樹木植栽)與採食走道(架設遮陽棚);運動場面積 1,224 m<sup>2</sup>,因此每頭牛於舍外運動場活動空間為 102 m<sup>2</sup>(試驗組 12 頭)。

### II. 試驗動物及飼養管理

選擇泌乳中期荷蘭乳牛 24 頭分兩組進行試驗,其中 12 頭全天飼養於隧道牛舍內(對照組),另 12 頭(試驗組)白天飼養於牛舍內,並於下午(約 15:45)擠完乳後移至舍外運動場,持續至隔日清晨時段(04:45)擠完乳後再移回牛舍,連續進行 90 天。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  $1.75 \pm 0.66$ 、乳量  $26.3 \pm 7.6$  kg、胎次  $1.4 \pm 1.1$  胎、泌乳天數  $168 \pm 45$  天及體重  $627 \pm 65.6$  kg;處理組則分別為  $1.71 \pm 0.45$ 、 $26.8 \pm 6.8$  kg、 $1.4 \pm 1.0$  胎、 $173 \pm 38$  天及  $638 \pm 94$  kg。泌乳牛飼糧依據美國 NRC (2001) 推薦提供營養需求,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、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 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 則供應於舍外運動場採食走道,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。試驗牛隻管理依本所乳牛試驗場標準作業進行,其中每年進行兩次護蹄作業,分別為 3 至 4 月及 9 至 10 月。若連續大雨兩日以上,則牛隻不放置於舍外運動場,試驗 90 天內有 11 日因雨而停止將牛隻置於戶外運動場。

### III. 測定項目

(i) 環境參數:試驗期間大氣溫溼度紀錄採自本所氣象臺紀錄。牛舍內及舍外運動場分別放置各 3 組溫濕度感應器(HOBO MX-2301A pro RH/Temp, Onset Computer Corporation, MA, USA)。於試驗期間連續每隔 1 h 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與舍外運動場環境參數的累計與分析並計算 THI 值,THI 值以 National Oceanic and Atmospheric Administration (1976) 法計算,其公式  $THI = 9/5 \times T + 32 - 0.55 \times (1 - RH) \times (9/5 \times T - 26)$ , T 為氣溫(℃);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 5 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皆呈現彎曲弧線;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。於試驗開始時與進行後 30、60 及 90 天進行評估一次,由相同 2 位測量員進行評分後平均。
2. 產乳量與乳樣分析:每日擠乳兩次,分別為清晨 4:30 與下午 15:45,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,送至畜試所新竹分所乳品檢驗室,以多功能快速乳製品成分分析儀(MilkoScan™ FT+, 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、尿素氮以及體細胞數,試驗期間並記錄牛隻乳房炎發生率。

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，靜置後於 4°C 下以  $3,000 \times g$  離心 15 min 後取得血清，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) 測定血中尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、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) 及肌酸磷酸激酶 (creatine phosphate kinase, CPK) 之濃度或活性。

表 1. 荷蘭泌乳牛運動場試驗之飼糧組成與營養成分 (乾基, %)

Table 1. Diet formula and nutrient compositions fed to Holstein lactating cows in exercise ground trial (Dry matter, %)

Item	%
<b>Ingredients</b>	
Corn silage	23.65
Pangolagrass hay	3.66
Alfalfa hay	9.25
Brewer's grain, wet	9.91
Soybean hull, pellet	16.38
Wheat bran	4.65
Corn, ground	18.54
Soybean meal, 43% CP	9.40
Fish meal, 60% CP	1.04
Molasses	0.68
Salt	0.37
Limestone	0.74
Dicalcium phosphate	0.15
Potassium carbonate	0.37
Sodium bicarbonate	0.55
Urea	0.37
Premix <sup>1</sup>	0.29
Total	100.00
<b>Compositions, % of DM</b>	
Crude protein, %	17.2
Neutral detergent fiber, %	42.1
Acid detergent fiber, %	25.7
Calcium, %	0.8
Phosphorus, %	0.4

<sup>1</sup> Each kilogram of premix contains: Vit. A, 10,000,000 IU; Vit. E, 70,000 IU; Vit. D<sub>3</sub>, 1,600,000 IU; Cu, 10 g; Zn, 40 g; I, 0.5 g; Se, 0.1 g; and Co, 0.1 g.

#### IV. 統計分析

THI 以每日平均值 ± 標準偏差表示。其餘試驗所得資料以統計分析系統套裝軟體 SAS (2002) 進行一般線性模式分析，本試驗顯著水準訂為  $P < 0.05$ 。

## 結果與討論

圖 1 為試驗期間 (90 日) 大氣、牛舍內 (24 hrs) 與牛舍舍外運動場 (16:00 – 04:30) 之平均 THI 變化。牛舍整天的 THI 為  $75.9 \pm 1.7$ ，而試驗期間每日 16:00 至隔天 4:30 所測得的舍外運動場 THI (平均為  $74.5 \pm 1.5$ ) 較牛舍內同時間所測得的平均  $75.7 \pm 1.5$  減少 1.2 單位。由於隧道牛舍的濕氣較舍外運動場高，使得夜間牛舍內的 THI 較舍外運動場高，是否加強隧道牛舍內之抽風設備以提升風速與空氣交換速度來改善夜間舍內 THI 值得進一步研究。大氣 THI 資料顯示臺南地區於 2021 年 6 月至 8 月份牛隻處於低度至中度熱緊迫環境 (THI 介於 74 至 84)，牛隻飼養於牛舍與夜間時仍處於低度熱緊迫環境 (THI 介於 72 至 78)。且研究報告也指出，於熱季期間畜舍即使使用降溫設



備，牛隻仍遭受熱緊迫 (Shiao *et al.*, 2011)，因此夜間可至舍外運動場採食與活動，應有減輕熱緊迫之效果。

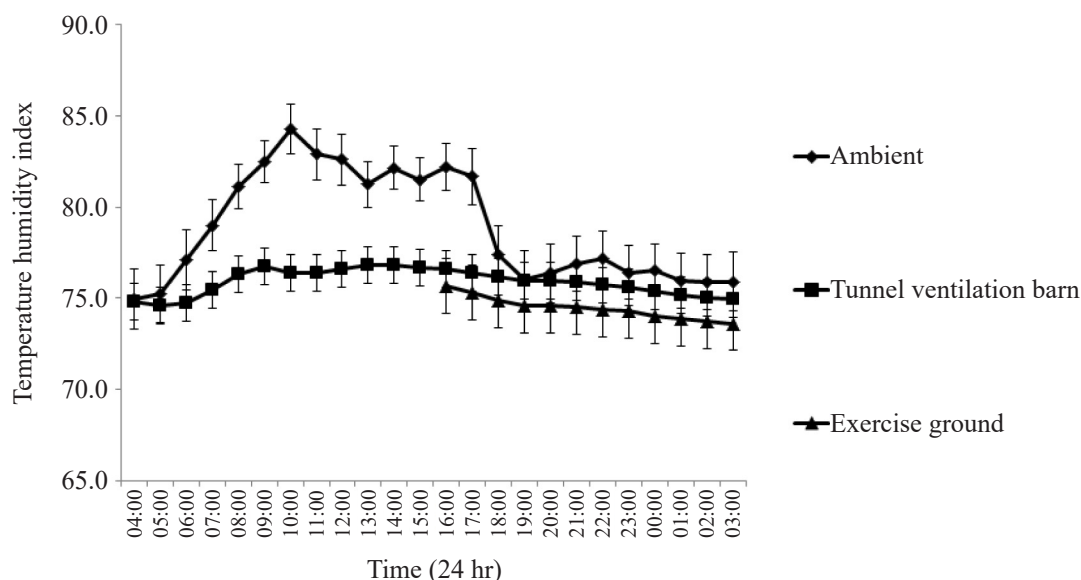


圖 1. 荷蘭泌乳牛運動場試驗期間大氣、牛舍與舍外運動場 2021 年 6 至 8 月每日溫濕度指數變化 (90 日平均值  $\pm$  標準偏差)。

Fig. 1. Diurnal temperature-humidity index changes of air, tunnel-ventilated barn and exercise ground during the trial from June to August 2021 in the exercise ground trial for Holstein lactating cows (means  $\pm$  SD of 90 days).

圖 2 為熱季時 (THI  $\approx$  75) 下提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛行動分數的影響。雖然試驗統計結果無顯著差異，但是提供夜間舍外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舍外運動場兩組牛隻 60 天分數評估，由試驗開始後 30 天的 1.79 vs. 1.76 ( $P > 0.05$ ) 分別上升至 2.03 vs. 1.89 ( $P > 0.05$ )；試驗第 90 天由試驗開始後 60 天的 2.03 vs. 1.89 再分別上升至 2.34 vs. 2.04 ( $P = 0.16$ )。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，而提供夜間舍外運動場的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 0.14 幅度增加，而對照組則是以平均 0.29 幅度增加。推測於夜間提供舍外運動場可能有助減低牛隻腳蹄壓力、增加運動量、減少蹄底厚度及蹄壁角質裂傷，使牛隻行動分數之增加減緩。Chapinal *et al.* (2010) 將 50 頭荷蘭達機分成整天待在畜舍內 (對照組) 或白天待在畜舍內，晚上 20:00 至隔天上午 06:30 則移至放牧區域 (試驗組，放牧區域為 12 公頃)，結果指出夜間放牧 (overnight pasture) 可以改善蹄淨生長率 (hoof net growth rate)，作者也建議白天飼養在畜舍內，在不影響泌乳牛健康與生產力情況下，夜間提供泌乳牛放牧為宜。相較於飼養在舍內，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，進而減少腳蹄壓力，使牛隻改善行動分數，最後提升牛群福利 (Bergsten *et al.*, 2015)。Hernandez-Mendo *et al.* (2007) 指出放牧一段時間可以改善腳蹄健康，因為放牧可提供柔軟且舒適的地面即可提供腳蹄有平均的壓力，讓腳蹄恢復並減少進一步的腳蹄損傷且軟土的摩擦水平 (friction level) 也可降低泌乳牛滑倒的風險。本試驗期間並未遇到颱風，但是長期受到西南氣流影響使得臺南地區長期降雨，使得舍外運動場在夜間 THI 較低，再加上風速，太陽輻射等因素 (Huber, 1996)，可能使得牛隻於夜晚階段除了採食需進入採食區外，其餘時間牛隻傾向到舍外運動場進行休息等，因而造成減緩腳蹄壓力進而降低行動分數。

熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛產乳量的影響如圖 3，試驗結果顯示提供夜間舍外運動場並不會顯著影響產乳量。Chapinal *et al.* (2010) 將泌乳牛群進行夜間放牧，結果發現並未對飼糧採食量與產乳量產生影響。本試驗所有參試牛群的乳脂率、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形物率、尿素態氮及體細胞數等乳成分，也皆不受夜間運動場活動影響 (表 2)。但是 90 天後提供夜間舍外運動場可降低 60% (對照組發生 5 頭，試驗組發生 2 頭) 的乳房炎發生。試驗組在提供夜間舍外運動場後 70 天發生 2 頭乳房炎，是因為試驗期間持續下雨長達一週，考量場地過於泥濘，因此連續停止一週，在停止期間即有 2 頭泌乳牛在舍內發生乳房炎，顯示潮濕與舍飼似乎非常容易導致乳房炎的發生。然而乳牛發生乳房炎會增加廢棄乳的產生，使得酪農減少獲利，因此熱季期間泌乳牛透過夜間提供舍外運動場來減少乳房炎的發生可能是一個可行的飼養模式之一。雖然本試驗體細胞數在試驗後 60 及 90 天各處理組間無顯著差異，但是試驗組乳中體細胞數分別在試驗後 30、60 及 90 天則分別減少 9.9、13.6 及 25.5%。Goldberg *et al.* (1992) 指出，相較長期飼養於室內，放牧的泌乳牛群有較少的乳房健康問題，Washburn *et al.* (2002) 研究報告也指

出，放牧牛群的臨床乳房炎案例較長期飼養在室內泌乳牛群為低，因為放牧有多的躺臥空間，牛隻就有更大的機會避開彼此的私自空間與骯髒的躺臥區域。

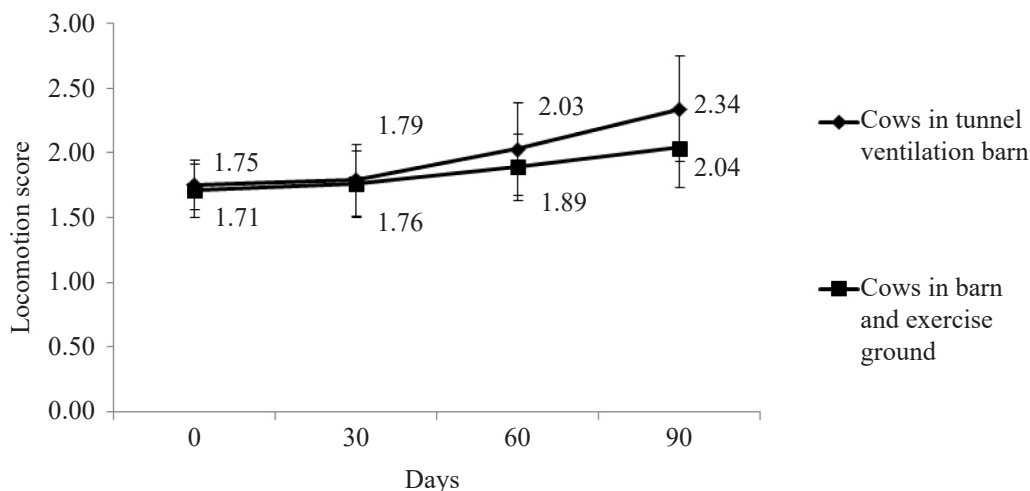


圖 2. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛行動分數的影響 (2021 年 6 至 8 月，THI 約 75，means  $\pm$  SD，n = 24)。

Fig. 2. Effect of offering exercise ground at night on locomotion score of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\geq$  75, means  $\pm$  SD, n = 24).

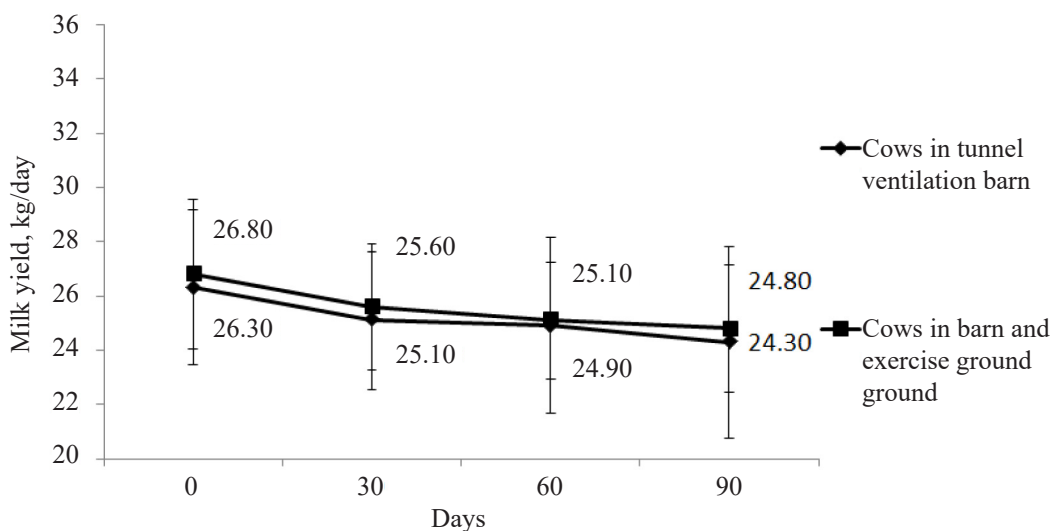


圖 3. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛產乳量的影響 (2021 年 6 至 8 月，THI 約 75，means  $\pm$  SD，n = 24)。

Fig. 3. Effect of offering exercise ground at night on milk production of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\geq$  75, means  $\pm$  SD, n = 24).

表 3 為熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛血液生化值之影響。結果指出提供荷蘭泌乳牛夜間舍外運動場並不會影響血清中 GOT、GPT、AP、BUN、total cholesterol 及 CPK 等活性或濃度。Chase (2006) 指出，當畜舍溫度大於 25°C 或 THI 值大於 72，牛隻即開始受到熱緊迫。本試驗血液生化值相近原因可能是因為不管是牛舍或舍外運動場其 THI 皆大於 72，且分布在 74 – 77 範圍，因此牛群在溫和的熱緊迫中。血中酵素可間接反應細胞損傷程度或正常細胞死亡的程度。正常情況下，酵素都會圍繞在細胞膜內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，而使酵素釋出 (Kaneko and Hoffmann, 1997)。Kauppinen (1984) 指出，GOT 與 GPT 為肝細胞損傷 (hepatocellular injury) 的主要兩項指標。健康泌乳牛隻 (泌乳期 90 天至泌乳期結束) 之血中 GOT 與 GPT 數值分別推薦為  $44.91 \pm 6.93$  IU/L 與  $20.08 \pm 3.74$  IU/L (Stojević *et al.*, 2005)。本試驗之牛隻於 6 至 8 月份 (熱季時)，其血中 GOT (60 – 70) 與 GPT (23 – 27) 數值較 Stojević *et al.* (2005) 所述健康泌乳牛 GPT 與 GOT 數值為高，顯示有受緊迫現象。另雖然本試驗兩組間的 GOT 與 GPT 無顯著差異，但是有提供夜間運動場牛群的 30、60 及 90 天之 GOT 與 GPT 皆有較對照組略為低的趨勢，顯示提供夜間舍外運動場可能有減緩牛隻緊迫之邊際效果。

表 2. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛乳成分的影響 (2021 年 6 至 8 月, THI 約 75)

Table 2. Effect of offering exercise ground at night on milk composition of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\cong$  75)

Items	Cows raised in		SEM	P
	Tunnel- venti-lated barn (24 h)	Barn + night ex-ercise ground		
No. cows	12	12		
	----- 30 days -----			
Fat, %	3.94	3.82	0.12	0.53
Protein, %	3.53	3.51	0.03	0.75
Lactose, %	4.72	4.60	0.24	0.44
Solid-not-fat, %	8.95	8.70	0.02	0.64
Somatic cells count, 10,000/mL	15.2	13.7	3.21	0.20
Mastitis, %	8.3 (1/12)	0 (0/12)		
	----- 60 days -----			
Fat, %	3.85	3.86	0.11	0.48
Protein, %	3.37	3.33	0.03	0.87
Lactose, %	4.75	4.82	0.23	0.43
Solid-not-fat, %	8.73	8.82	0.03	0.62
Somatic cells count, 10,000/mL	26.3	22.7	5.76	0.58
Mastitis, %	25 (3/12)	0 (0/12)		
	----- 90 days -----			
Fat, %	3.92	3.84	0.14	0.38
Protein, %	3.46	3.40	0.02	0.48
Lactose, %	4.71	4.69	0.25	0.62
Solid-not-fat, %	8.81	8.80	0.03	0.79
Somatic cells count, 10,000/mL	31.4	23.4	6.24	0.64
Mastitis, %	42 (5/12)	17 (2/12)		

表 3. 熱季提供夜間舍外運動場對荷蘭泌乳牛血液生化值的影響 (2021 年 6 至 8 月, THI 約 75)

Table 3. Effect of offering exercise ground at night on blood chemistry of Holstein lactating cows under hot summer (June to August 2021, THI  $\cong$  75)

Items	Cows raised in		SEM	P
	Tunnel- venti-lated barn (24 h)	Barn + night ex-ercise ground		
No. cows	12	12		
	----- 30 days -----			
Glutamic-oxaloacetic transaminase (IU/L)	66.7	64.2	7.51	0.31
Glutamate-pyruvate transaminase (IU/L)	27.2	23.5	2.75	0.16
Alkaline phosphatase (IU/L)	54.5	51.0	5.39	0.66
Blood urea nitrogen (mg/dL)	13.7	13.0	2.06	0.65
Cholesterol (IU/L)	135	154	16.5	0.23
Creatine phosphate kinase (IU/L)	229	184	45.4	0.54
	----- 60 days -----			
Glutamic-oxaloacetic transaminase (IU/L)	70.2	68.4	8.53	0.65
Glutamate-pyruvate transaminase (IU/L)	26.8	23.8	2.76	0.21
Alkaline phosphatase (IU/L)	32.3	35.0	4.99	0.68
Blood urea nitrogen (mg/dL)	11.8	12.5	2.17	0.85
Cholesterol (IU/L)	160.5	164.8	20.6	0.82
Creatine phosphate kinase (IU/L)	230	235	43.8	0.84
	----- 90 days -----			
Glutamic-oxaloacetic transaminase (IU/L)	64.2	60.3	7.86	0.55
Glutamate-pyruvate transaminase (IU/L)	26.2	24.1	2.94	0.25
Alkaline phosphatase (IU/L)	28.4	32.1	4.83	0.42
Blood urea nitrogen (mg/dL)	11.8	10.9	1.83	0.65
Cholesterol (IU/L)	120.4	128.5	20.4	0.55
Creatine phosphate kinase (IU/L)	112.4	115.1	54.3	0.76

## 結 論

於國內夏季 (6 – 8 月份, THI 74 – 77), 提供乳 26.5 kg 荷蘭泌乳牛隧道牛舍外, 再提供夜間舍外運動場 (兩次擠乳間 THI 降低 1.4), 有降低牛隻行動分數之趨勢, 且有效降低乳房炎發生率, 但不影響泌乳量、乳成分與血液生化值, 顯示夜間舍外運動場的設立有助維護牛隻腳蹄與乳房健康及提升動物福利, 因此推薦可作為降低乳牛夏季熱緊迫的方法之一。

## 誌 謝

本試驗承行政院農業委員會經費補助 [110 農科 -2.1.2- 畜 -L1(1)], 試驗期間承本所產業組一股同仁協助完成現場飼養管理, 謹致謝忱。

## 參考文獻

- 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.
- Chapinal, N., C. Goldhawk, A. M. de Passillé, M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Weary, and J. Rushen. 2010. Overnight access to pasture does not reduce milk production or feed intake in dairy cattle. *Livest. Sci.* 129: 104-110.
- Chase, L. E. 2006. Climate change impacts on dairy science. In: *Climate change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses*, held at March 7<sup>th</sup>, Baltimore, MD, USA.
- 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.
- Goldberg, J. J., E. E. Wildman, J. W. Pankey, J. R. Kunkel, D. E. 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: 96-104.
- Hahn, G. L., T. Mader, D. Spiers, J. Gaughan, J. Nienaber, R. Eigenberg, T. Brown-Brandl, Q. Hu, D. Griffin, L. Hungerford, A. Parkhurst, M. Leonard, W. Adams, and L. Adams. 2001. Heat wave impacts on feedlot cattle: Considerations for improved environmental management. pp. 129-130 in *Proc. 6<sup>th</sup> Int. Livest. Environ. Symp.*, Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, USA.
- Harrington, Jr. J. A. and E. Bowles. 2004. A climatology of hourly THI values for livestock producers. In "14<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology", pp. 1-12. Seattle, WA: American Meteorological Society.
- Hernandez-Mendo, O. M., A. G. von Keyserlingk, D. M. Veira, and D. M. Weary. 2007. Effects of pasture on lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 1209-1214.
- Huber, J. T. 1996. Amelioration of heat stress in dairy cattle. In "Progress in Dairy Science", ed. C. J. C. Philips. Wallingford, UK: CAB International.
- 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.* 31: 567-576.
- Madadzadeh, T., M. Nouri, and I. Nowrouzian. 2013. Breed and season effects on the claw lesions of dairy cows in Ardebil, Iran. *Anim. Vet. Sci.* 1: 46-50.
- Mader, T. L. 2003. Environmental stress in confined beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81: E110-E119.
- 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. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th ed. Washington, DC: The National Academy Press.

- SAS. 2002. SAS User's guide: basics, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC., USA.
- Sanders, A. H., J. K. Shearer, and A. De Vries. 2009. Seasonal incidence of lameness and risk factors associated with thin soles, white line disease, ulcers, and sole punctures in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 92: 3165-3174.
- Schlageter-Tello, A., E. A. M. Bokkers, P. W. G. G. Koerkamp, T. Van Hertem, S. Viazzi, and C. E. B. Romanini. 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.
- 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. Arhiv.* 75: 67-73.
- Washburn, S. P., S. L. White, J. T. Green Jr., and G. A. Benson. 2002. Reproduction, mastitis, and body condition of seasonally calving Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. *J. Dairy Sci.* 85: 105-111.
- Whay, H. 2002. Locomotion scoring and lameness detection in dairy cattle. In *Pract.* 24: 444-449.



# Effect of providing outdoor exercise ground at night on the health and milking performance of Holstein cows raised in tunnel-ventilated barn in hot summer<sup>(1)</sup>

Chun-Ta Chang<sup>(2)(3)</sup> and Geng-Jen Fan<sup>(2)</sup>

Received: Feb. 16, 2022; Accepted: Jul. 25, 2022

## Abstract

The purpose of this study aimed to find the strategy for relieving heat stress from Holstein lactating cows. Cows raised in a tunnel-ventilated barn were offered the exercise ground at night to evaluate its health improvement potential and milking performance. Experiment was carried out for 90 days from June to August in 2021. A total of 24 heads of mid-lactating cows with average milk yield of 26.5 kg a day were divided into two groups. Cows in control group were raised in a tunnel-ventilated barn with fan, mist, and sprinkler all day, and cows in treatment group were provided exercise ground at night (between pm-milking and am-milking the next day). Environment condition, temperature and relative humidity for temperature-humidity index (THI) calculation, and milk production were recorded daily. The locomotion score (1 to 5 points, from healthy to severe lameness), milk compositions, and blood biochemical profiles were measured every 30 days. Results showed diurnal averaged THI for ambient air, barn inside, and exercise ground during night time were  $78.9 \pm 3.3$ ,  $75.9 \pm 1.7$ , and  $74.5 \pm 1.5$ , respectively. Milk yield, milk compositions, and blood profiles were similar between two rearing system. However, providing exercise ground 90 days for cows implied the trend in keeping foot health, with locomotion scores decreased from 2.34 to 2.04 ( $P = 0.16$ ). In addition, cows raised with night exercise ground effectively cut down the mastitis occurrence by 60%, from 5/12 to 2/12. The results suggested that providing exercise ground at night in hot summer days for Holstein lactating cows is beneficial for the foot and mammary gland health and animal welfare, the saving of waste milk loss is also worthy of important value. Extra exercise ground is an effective strategy in relieving the adverse effect caused by heat stress for lactating cows.

Key words: Heat stress, Outdoor exercise ground, Holstein cows, Temperature-humidity index, Tunnel-ventilated barn.

---

(1) Contribution No. 2711 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

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