

# 荷蘭女牛與經產母牛在臺灣熱季期間發情行為及排卵時間之差異<sup>(1)</sup>

楊德威<sup>(2)</sup> 蕭宗法<sup>(2)</sup> 黃金山<sup>(2)</sup> 蔡新興<sup>(2)</sup> 謝昭賢<sup>(2)</sup>  
王治華<sup>(3)</sup> 陳坤照<sup>(4)</sup> 劉炳燦<sup>(5)(6)</sup>

收件日期：99年2月24日；接收日期：99年5月12日

## 摘要

本試驗於熱季期間，應用壓力感應偵測發情設備（HeatWatch<sup>®</sup>），偵測 36 頭經產荷蘭牛及 10 頭女牛之發情行為。在 30 天的偵測期間，除 5 頭經產牛未發現正常週期性的發情外，偵測到 31 頭經產牛及 10 頭女牛發情。結果顯示，在發情期間經產牛穩定被駕乘次數為  $5.6 \pm 2.6$  次，每次穩定的被駕乘持續時間為  $2.2 \pm 0.4$  s，穩定的被駕乘發情時間為  $6.0 \pm 2.9$  h；女牛則分別為  $10.4 \pm 7.6$  次、 $2.9 \pm 0.7$  s 及  $10.7 \pm 5.2$  h。經產牛、女牛於熱季之發情行為，兩者間有顯著的差異（ $P < 0.01$ ）。本試驗亦利用超音波掃瞄儀監測卵巢濾泡消長情形，測得經產牛（ $n=31$ ）之排卵時間為發情開始穩定被駕乘後的  $24.6 \pm 3.2$  h，女牛（ $n=10$ ）則為  $19.5 \pm 2.8$  h，兩者相差 5.1 小時，具有顯著之差異（ $P < 0.01$ ）。綜合上述，熱季期間應用 HeatWatch<sup>®</sup> 設備能有效偵測牛隻之發情；經產牛及女牛之發情行為，其穩定的被駕乘次數、每次穩定的被駕乘持續時間及穩定的被駕乘發情時間，兩者間有顯著之差異。另外，測得經產牛之排卵時間較女牛之排卵時間，平均延後約 5-6 小時。

關鍵詞：乳牛、熱季、偵測發情。

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1569 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高雄種畜繁殖場。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所臺東種畜繁殖場。

(5) 國立屏東科技大學畜產系。

(6) 通訊作者，E-mail: tml19@mail.npust.edu.tw。

## 緒言

乳牛場各項管理作業中，尤其是採用人工授精的乳牛場，準確而有效的偵測發情是提升牛隻繁殖效率的主要影響因子之一。全美國的乳牛場，因牛隻偵測發情判斷錯誤或疏漏發情之牛隻所造成收益損失，估計每年約3億美元（Senger, 1994）。偵測發情效率會直接影響產犢間距及產乳量；提升偵測發情的效率，可明顯增加乳牛場之收益（Pecsok *et al.*, 1994）。傳統偵測發情的方法為目視觀察發情；然而，此方法費時費工。各種輔助偵測發情的方法中，以牛隻穩定被駕乘的訊號，可作為判斷牛隻發情行為是相當可靠的依據（Sprecher *et al.*, 1995）。高環境溫度下，牛隻之發情較不明顯，而乳牛群之管理人員如能執行每天超過 2 次的發情偵測及檢查，並在第一次觀察到發情後 12 小時進行人工授精，以確實執行 AM：PM 配種管理的方法，可使牛群獲得較高的受孕率；然而，多數的管理人員常疏忽每天超過 2 次之發情偵測工作，以致於在第一次觀察到牛隻發情時，將無法確定母牛即將進入或正處於發情狀態（Rodtian *et al.*, 1996）。應用偵測發情輔助工具，目的在改善牛隻偵測發情的效率。成功的人工授精管理計畫必須結合有效率、準確的偵測發情、優良的人工授精技術，以及在排卵前之適當的時機，進行人工授精。Walker *et al.*（1996）之報告指出，經產牛發情持續時間之長短與第一次被穩定駕乘至排卵時間的間隔，兩者間呈顯著的正相關。多數的研究報告對於排卵時間的認定，是於固定的間隔時間，藉由直腸觸診的方法觸摸卵巢（Nkuhe and Manns, 1985; Mattoni *et al.*, 1988）或藉由超音波監測卵巢（Larsson, 1987; Rajamahendran *et al.*, 1989）。本試驗於熱季期間應用壓力感應偵測發情設備（HeatWatch<sup>®</sup>）除偵測經產荷蘭牛及女牛之發情行為外，評估以該設備偵測發情牛隻之可行性，並配合超音波掃描儀監測卵巢濾泡消長情形，以監控牛隻在第一次穩定被駕乘至排卵之間距，以作為推估適當的人工授精時機之參考。

## 材料與方法

### I. 試驗動物之選擇

本試驗於行政院農業委員會畜產試驗所（以下簡稱畜試所）2002 年至 2004 年 5-10 月份之熱季期間，共選用分娩後 60-150 天經直腸觸診生殖系統正常之經產荷蘭牛 36 頭（平均胎次 2.2 胎）與女牛 10 頭（16-18 月齡）進行試驗。根據畜試所新化氣候觀測站（B2N89 Hsin-hua Station）之紀錄，試驗期間該地區環境每月的平均溫度及平均相對濕度，如表 1 所示。

表 1. 2002 年至 2004 年新化地區各月之平均溫度 (°C) 及相對濕度 (%)

Table 1. Monthly average temperature (temp, °C) and relative humidity (RH, %) from 2002 to 2004 in Hsin-hua area\*

Month	2002		2003		2004	
	Average temp °C	RH %	Average temp °C	RH %	Average temp °C	RH %
Jan.	17.4 ± 2.93	78.9 ± 8.83	16.5 ± 1.61	81.8 ± 5.15	16.8 ± 2.74	80.0 ± 7.40
Feb.	18.9 ± 1.60	80.7 ± 3.68	19.3 ± 2.57	81.8 ± 4.56	17.7 ± 3.16	85.5 ± 6.59
Mar.	22.6 ± 2.04	79.5 ± 7.76	20.5 ± 2.97	81.7 ± 3.99	20.4 ± 2.44	85.0 ± 7.44
Apr.	25.6 ± 1.83	79.7 ± 3.27	24.7 ± 1.91	87.1 ± 6.99	24.0 ± 2.31	86.5 ± 6.74
May	26.9 ± 1.12	81.4 ± 7.02	27.2 ± 1.20	80.1 ± 5.84	27.8 ± 1.56	79.2 ± 7.49
Jun.	28.3 ± 1.43	85.1 ± 4.75	27.6 ± 1.26	84.4 ± 7.77	28.1 ± 1.11	79.8 ± 4.56
Jul.	28.2 ± 0.96	89.1 ± 5.31	29.5 ± 0.76	81.2 ± 3.75	27.8 ± 1.11	85.5 ± 5.31
Aug.	27.9 ± 0.94	89.0 ± 4.39	28.2 ± 0.88	84.1 ± 3.89	28.1 ± 0.96	85.8 ± 4.40
Sep.	27.0 ± 1.22	83.0 ± 5.81	27.5 ± 0.82	86.3 ± 3.38	27.0 ± 1.16	84.8 ± 4.75
Oct.	25.7 ± 1.10	79.9 ± 3.49	24.6 ± 1.88	79.3 ± 5.14	23.6 ± 0.94	75.8 ± 4.12
Nov.	21.9 ± 1.95	74.4 ± 6.34	23.0 ± 2.22	83.3 ± 5.68	22.4 ± 1.52	79.0 ± 3.31
Dec.	19.5 ± 3.25	81.8 ± 8.12	17.5 ± 2.19	75.9 ± 5.67	18.9 ± 1.79	78.0 ± 5.61

\* mean ± SD.

## II. 試驗動物飼養管理

## (i) 泌乳牛群

泌乳牛群維持在 60 頭左右，飼養於水泥地面且有遮蔭之開放式牛舍，日常活動範圍之牛舍面積為 34 m × 19 m、泥土運動場 40 m × 16 m，牛舍內裝置風扇及間歇性灑水設施。每日擠乳兩次，2002 年至 2004 年 5-10 月期間之 305 天校正乳量為 8139 ± 415 kg。泌乳牛群依乳量分群飼養，乳量在 23 kg/day 以上之牛隻為高產牛；乳量在 12-23 kg/day 之牛隻為低產牛。高產泌乳牛群提供精粗料比 50：50、粗蛋白質為 16.2% 之完全混合日糧，每頭平均每日給予 32.4 kg；低產牛群提供精粗料比 41：59、粗蛋白質為 15.3% 之完全混合日糧，每頭平均每日給予 28 kg。此外，兩群牛隻另提供盤固拉乾草任食。完全混合日糧中包含粗蛋白質 22.0% 之精料、百慕達乾草、苜蓿乾草、青貯玉米等，高產泌乳牛群並添加過瘤胃脂肪粉。高、低產牛群完全混合日糧組成，如表 2 所示。

表 2. 熱季母牛完全混合日糧之組成（飼料基，公斤/頭/日）

Table 2. Diet components of total mixed ration for cows during hot season (as fed basis, kg/head/day)

Ingredients	High yield cow	Low yield cow
	----- kg -----	
Bermudagrass hay	1	2
Alfalfa hay	3	2
Corn silage	19	18
Bypass lipid	0.4	-
Concentrate	9	6

## (ii) 女牛群

女牛群維持在 30 頭，日常活動範圍之牛舍面積為 34 m × 5 m、泥土運動場 40 m × 30 m，牛舍內裝置風扇。基礎日糧依據體重 350 kg 及日增重 0.7 kg 之基礎，每頭女牛每日平均給予粗蛋白質 14.8% 之精料 4 kg 及盤固拉乾草任食。

## III. 壓力感應偵測發情設備之組裝及使用

本試驗利用壓力感應偵測發情設備（HeatWatch<sup>®</sup>, DDx Inc., USA），以輔助觀察發情（Xu *et al.*, 1998），此設備包括黏貼於牛隻尾根處之壓力感應器、接收被駕乘牛隻發出的無線電訊號的接收器、資料轉換記憶體，以及資料數位化及貯存資料的個人電腦等。壓力感應器的組裝及黏貼步驟為先將壓力感應器裝入套袋內，而套袋已緊密縫合於可拋棄之尼龍網布（25 cm × 20 cm）上，然後以強力膠將尼龍網布黏貼於牛隻背部末端薦骨部位之皮膚上。在黏貼尼龍網布前，需以鋸齒狀刮板刮除欲黏貼部位脫落之毛髮、皮屑及雜物等。接收被駕乘牛隻所發出之無線電訊號的接收器裝設於擠乳室之屋頂上，距離地面約 5.5 m 高。偵測之牛隻圈飼於開放式牛舍，牛隻活動範圍距接收器在 150 m 內之距離，以確保牛隻處於偵測範圍內，而感應器所發出之訊號，皆能被有效接收。試驗牛隻於尾根處黏貼壓力感應器之期間為 30 天，以利接收發情行為之訊號。每天檢視由電腦列印出之可能發情牛隻，並對可能發情牛隻逐一進一步確認發情與否。

## IV. 牛隻的排卵時間之監測

本試驗利用超音波掃瞄儀（Scanner 100 Vet, Pie Medical, Maastricht, Netherlands）測定荷蘭乳牛的排卵時間。超音波掃瞄儀附有 7.5 MHz 之探頭，以監測卵巢濾泡消長情形（Walker *et al.*, 1996）。操作方式為當 HeatWatch<sup>®</sup> 設備偵測到牛隻第一次穩定的被駕乘，確認該牛隻發情後，每隔 6 小時以超音波掃瞄儀之探頭經直腸掃瞄牛隻卵巢濾泡的變化情形。當發現有優勢濾泡形成後，則改為每 2 小時監測一次，直到濾泡腔破裂、濾泡液排出，濾泡呈現形態不規則塌陷為止。

## V. 統計分析

試驗結果之各項觀測值，利用 SAS 統計分析系統（SAS, 2002）之套裝軟體進行統計分析，以一般線性模式程序（General linear model procedure）進行變方分析，再以平均值之差異進行分析比較。

## 結果與討論

### I. 發情行為

本試驗應用HeatWatch<sup>®</sup>設備共偵測經產牛 36 頭及女牛 10 頭之發情行為。經產牛 31 頭及女牛 10 頭之電腦資料顯示其發情，詳如表 3 所示；而其餘 5 頭經產牛則未發現有正常週期性的發情徵候。另外，其中經產牛穩定被駕乘次數為  $5.6 \pm 2.6$  次，每次持續時間為  $2.2 \pm 0.4$  s，穩定被駕乘之發情期間為  $6.0 \pm 2.9$  h；女牛穩定的被駕乘次數為  $10.4 \pm 7.6$  次，每次持續時間為  $2.9 \pm 0.7$  s，穩定被駕乘之發情期間為  $10.7 \pm 5.2$  h。由前述資料顯示，經產牛及女牛在熱季之發情行為，兩者間有顯著之差異（ $P < 0.01$ ）。

表 3. 熱季期間應用壓力感應偵測發情設備偵測經產荷蘭母牛與女牛之發情行為（平均值  $\pm$  標準偏差）

Table 3. The heat behavior (mean  $\pm$  SD) of Holstein cows and heifers measured by HeatWatch<sup>®</sup> during the hot season

Items	In standing heat		Significance
	Cows (n=31)	Heifers (n=10)	
Numbers of mounts	$5.6 \pm 2.6$	$10.4 \pm 7.6$	**
Duration of each mount, s	$2.2 \pm 0.4$	$2.9 \pm 0.7$	**
Total time period of standing heat, h	$6.0 \pm 2.9$	$10.7 \pm 5.2$	**

\*\* Significant at the 1% probability level.

發情牛隻主要的徵候，是穩定地被其他牛隻駕乘而據此原理，所開發可偵測牛隻穩定被駕乘訊號之壓力感應設備，即為壓力感應偵測發情設備（Heat-Watch<sup>®</sup>）。當黏貼於牛隻尾根處之壓力感應器被其他牛駕乘重壓時，其發出之無線電訊號被接收器接收，經資料轉換及資料數位化處理後，可以記錄每頭牛每次穩定被駕乘之持續時間、次數與穩定被駕乘之發情期間等。Heat-Watch<sup>®</sup>設備以牛隻在4小時內有效穩定地被駕乘3次，即判定為穩定發情牛隻，而低於前述條件之牛隻則判定為疑似發情牛隻，其中疑似發情牛隻須再經由管理人員進一步確認發情與否。據相關之研究顯示，此系統對於牛隻的發情偵測率及準確率幾乎可達100%（Walker *et al.*, 1996; Stevenson *et al.*, 1998; Xu *et al.*, 1998）。Smith *et al.*（1993）之報告亦指出，HeatWatch<sup>®</sup>設備偵測發情之準確度為100%，且HeatWatch<sup>®</sup>設備的發情檢出率相較於每天兩次目視觀察發情之發情檢出率高出27%。惟Dinsmore *et al.*（1993）應用HeatWatch<sup>®</sup>設備偵測經產牛之發情行為，並與每天兩次目視偵測發情作比較，結果在第一次發情天數、空胎天數及每次懷孕所需人工授精次數等，兩種偵測方法並無顯著差異。

Senger（1994）列出理想發情偵測設備的條件：（i）可以24小時連續監測。（ii）準確而自動確認發情牛隻。（iii）適合母牛終生使用。（iv）減輕或消除管理人員之勞力需求。（v）所收集發情行為之資料與預期排卵時間，具有相當的準確性。Heat-Watch<sup>®</sup>設備，除了無法適合母牛終生使用外，其他的條件均可符合，且感應器並非植入牛體，而是以強力膠黏貼於牛隻背部末端，



經配種後確認懷孕後即卸下感應器，以避免自然脫落而遺失。本試驗測得經產牛 31 頭穩定被駕乘之發情期間為  $6.0 \pm 2.9$  h。王（1999）應用計步器發情偵測系統測定經產牛 20 頭次之結果，其中 18 頭有中高度步行活動量記錄者，皆可觀察到騎乘行為且有發情被穩定駕乘現象。這些呈現中高度步行活動量之期間為 2-12 小時，平均為  $7.1 \pm 0.6$  h，此與本試驗所測的之結果  $6.0 \pm 2.9$  h 頗為相近。在本試驗中，經產牛被穩定駕乘之次數平均為  $5.6 \pm 2.6$  次，亦與王（1999）應用改良型發情偵測系統，測得發情當日牛隻平均穩定被駕乘之次數為 6.8 次（68/10）相近。本試驗中，經產牛於熱季穩定被駕乘之發情期間為  $6.0 \pm 2.9$  h，則較王（1999）測得牛隻平均穩定發情期間 9.9 小時為短。Nebel *et al.*（1992）應用早期開發之 HeatWatch<sup>®</sup> 設備所做的研究，顯示牛隻穩定的被駕乘之發情期間平均為 12.1 小時，被駕乘次數為 14.1 次（ $\geq 2$  s 有 4.9 次）。Xu *et al.*（1998）於紐西蘭牛群開始配種之季節，應用 HeatWatch<sup>®</sup> 設備偵測經產牛之發情行為，結果顯示經產牛平均穩定被駕乘之次數為 11.2 次，平均每次穩定被駕乘之持續時間為 2.5 秒，平均穩定被駕乘之發情期間為 8.6 小時。

在偵測牛隻發情行為中，由總駕乘次數的資料顯示，發情強度受到地面情況、胎次、環境溫度與同群中發情牛隻之刺激等因素影響（Walker *et al.*, 1996）。Yániz *et al.*（2006）之研究顯示，泌乳牛發情期間活動量，隨胎次、泌乳量的增加而降低，隨同時間發情頭數的增加而增加。Rodtian *et al.*（1996）之試驗顯示，在涼季及熱季期間，多數的泌乳牛均具有正常的卵巢週期性變化與有規則的排卵，但在熱季期間泌乳牛有較多靜默排卵之情形發生（ $P < 0.05$ ），而且畜舍地面形式對發情行為表現之影響遠較季節影響為甚。在飼養於有遮蔭水泥地面牛舍並有泥土運動場之泌乳牛，經兩年試驗所測得穩定被駕乘之時間，分別為  $5.1 \pm 0.7$  h 及  $5.8 \pm 1.0$  h；而牛隻飼養於僅有水泥地面之牛舍，則穩定被駕乘之時間減少為  $1.3 \pm 1.1$  h。另外，牛隻飼養於僅有水泥地面之牛舍，無論穩定被駕乘之發情時間或平均穩定被駕乘之次數有顯著減少（ $P < 0.05$ ）。López-Gatius *et al.*（2005）之報告指出，泌乳牛在發情期間，活動量較高之牛隻，受孕率有較高之趨勢。隨著胎次、泌乳量的增加，以及在暖季期間配種之牛隻，其活動量較低；而發情同期化處理與否，以及泌乳階段，則對於牛隻之活動量無顯著影響。Lopez *et al.*（2004）以牛隻在發情前 10 天之平均乳產量，將牛群分為高產牛群（ $\geq 39.5$  kg/day）及低產牛群（ $< 39.5$  kg/day），並應用 HeatWatch<sup>®</sup> 設備收集泌乳牛有關發情行為之資料，以評估牛隻泌乳量與發情行為之關聯性。經試驗結果顯示，牛隻穩定被駕乘之持續期間（ $6.2 \pm 0.5$  h vs.  $10.9 \pm 0.7$  h;  $P < 0.0001$ ）、穩定被駕乘之次數（ $6.3 \pm 0.4$  vs.  $8.8 \pm 0.6$ ;  $P = 0.0001$ ）及穩定被駕乘之站立時間（ $21.7 \pm 1.3$  s vs.  $28.2 \pm 1.9$  s;  $P = 0.007$ ），且牛隻泌乳量與發情行為呈顯著負相關（ $r = -0.51$ ;  $P < 0.0001$ ）。Peralta *et al.*（2005）應用 HeatWatch<sup>®</sup> 設備，測得泌乳牛發情穩定被駕乘之次數，第一胎次（ $9.2 \pm 6.6$ ）相較於第二胎次（ $6.2 \pm 3.5$ ）、第三胎次（ $5.6 \pm 2.8$ ）具有顯著差異（ $P < 0.05$ ）；且泌乳天數  $< 60$ （ $9.5 \pm 8.4$ ）與 60-79（ $8.7 \pm 6.4$ ）則顯著（ $P < 0.05$ ）高於 80-99（ $6.7 \pm 3.8$ ）、100-139（ $7.2 \pm 3.8$ ）及  $> 140$ （ $7.4 \pm 5.3$ ）。Walker *et al.*（1996）之研究結果顯示，發情持續時間受胎次的影響（ $P < 0.05$ ），穩定被駕乘之發情時間在初產牛（ $7.4 \pm 1.4$  h）較經產牛（ $13.6 \pm 0.2$  h）為短；環境溫度亦會影響 PGF2 $\alpha$  施打後第一次穩定被駕乘之時間，當溫度  $< 13^\circ\text{C}$  或  $\geq 13^\circ\text{C}$ ，開始發情時間分別為  $86.6 \pm 6.1$  h 及  $59.9 \pm 5.5$  h（LSM  $\pm$  SE）。Gwazdauskas *et al.*（1983）之報告指出，溫度對於發情強度（每 0.5 小時駕乘的次數）的影響，為  $25^\circ\text{C}$  以內呈正相關，超過  $30^\circ\text{C}$  則發情強度呈現衰減的現象。本試驗之期間（5-10月），平均環境溫度超過  $25^\circ\text{C}$ （如表 1 所示）。

同群中其他牛隻發情與否，亦會影響發情牛隻穩定被駕乘之次數。由於牛隻卵巢優勢濾泡之內泡膜細胞中，膽固醇在 LH 的刺激作用下，先形成中間產物（pregnenolone），再轉變為雄性二酮。雄性二酮於基膜中，經中間路徑形成孕酮。孕酮在粒狀細胞中，受到 FSH 的刺激作用及芳香酶催化下合成動情素（Hansel and Convey, 1983）。牛隻發情期早期因受雄性素影響，表現出

沿圍籬繞圈子、咩叫、神經質等行為，並呈現駕乘其他牛隻之發情行為。發情期中期則因受動情素影響，呈現穩定發情，被其他牛隻穩定駕乘，而穩定發情牛隻也會駕乘其他牛隻。Helmey and Britt (1985) 報告指出，在牛群中當有一頭發情經產牛與一頭發情前期經產牛出現時，其總穩定被駕乘之次數高於無其它發情牛隻出現者 (15.3 vs. 5.0)；當一頭發情女牛處於無其它發情女牛存在的牛群中，則女牛被駕乘之次數平均為 6.1 次、被穩定駕乘之次數平均為 2.3 次，二者皆顯著減少。Stevenson *et al.* (1998) 於熱季期間應用 HeatWatch<sup>®</sup> 設備偵測荷蘭女牛之發情行為，結果顯示女牛被穩定地駕乘次數為  $14.5 \pm 3.2$  次，每次穩定被駕乘持續時間為  $3.6 \pm 0.3$  s，穩定被駕乘之發情期間為  $10.1 \pm 1.1$  h。經產牛飼養於泥土地面或同群牛中有多於一頭以上的發情經產牛，則牛隻被穩定駕乘之次數提高 (Rodtian *et al.*, 1996)。發情經產牛被穩定駕乘之次數隨著同群牛隻中發情牛隻頭數的增加而增加 (Diskin and Sreenan, 2000)。Roelofs *et al.* (2005a) 應用計步器偵測泌乳牛之發情行為，試驗結果顯示較多的牛隻同時時間處於發情狀態，則發情之牛隻之活動量更為提高；且初產牛於發情期間之活動量較經產牛為高。另有報告指出，品種對於牛隻發情行為亦有影響，應用 HeatWatch<sup>®</sup> 設備偵測經產牛之發情，結果顯示經產荷蘭牛與經產娟珊牛的發情行為相似 (Nebel *et al.*, 1992)；但是在總駕乘次數娟珊女牛顯著多於荷蘭女牛 (Nebel *et al.*, 1997)。

## II. 排卵時間

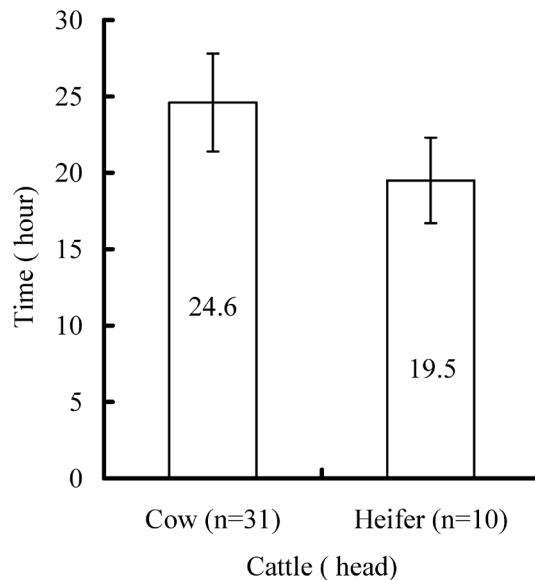


圖1. 熱季期間母牛與女牛由發情至排卵之間隔。

Figure 1. The interval from estrus to ovulation in cows and heifers during hot season.

本試驗於熱季期間，經超音波掃描之結果，經產牛 (n=31) 之平均排卵時間為第一次被穩定駕乘後  $24.6 \pm 3.2$  h；女牛 (n=10) 為第一次被穩定駕乘後  $19.5 \pm 2.8$  h (如圖 1 所示)；兩者相差 5.1 小時，具有顯著差異 ( $P < 0.01$ )。不同發情偵測方法，被利用來監測排卵的時間，常用的方法有增加觀察發情次數 (DeSilva *et al.*, 1981; Larsson, 1987) 或使用發情偵測輔助工具 (Hall *et al.*, 1959; Rajamahendran *et al.*, 1989)；而多數研究報告對於排卵時間的確認，是在固定間隔

時間藉由直腸觸診的方法觸摸卵巢 (Trimberger, 1948; Hall *et al.*, 1959; Nkuuhe and Manns, 1985; Mattoni *et al.*, 1988) 或藉由超音波監測卵巢濾泡消長之情形 (Larsson, 1987; Rajamahendran *et al.*, 1989), 並參酌發情終了時間 (Trimberger, 1948; Hall *et al.*, 1959) 或發情開始時間 (Larsson, 1987; Mattoni *et al.*, 1988; Rajamahendran *et al.*, 1989)。

本試驗於熱季期間藉由超音波監測卵巢濾泡消長情形來確認排卵時間, 其結果顯示經產牛之平均排卵時間為  $24.6 \pm 3.2$  h, 較羅 (2001) 測得之 16-18 小時為長。Walker *et al.* (1996) 測得經產牛之平均排卵時間  $27.6 \pm 5.4$  h, 並推算經產牛之配種適期為首次被穩定駕乘後 6-18 小時 (平均12小時)。Roelofs *et al.* (2005b) 的研究顯示, 泌乳牛的排卵發生於開始被穩定駕乘後  $26.4 \pm 5.2$  h, 或被穩定駕乘終了後  $21.4 \pm 5.4$  h。Roelofs *et al.* (2005b) 指出, 以乳牛開始被穩定駕乘之時間來預測排卵時間 (發生於排卵前的  $26.4 \pm 5.2$  h), 為良好的預測方式且已有自動化設備可資應用; 然而站立不動發情 (standing heat) 通常只見於發情牛隻, 尤其當只有一頭牛隻處於發情狀態, 常無法被偵測出發情而疏漏。雖然, 開始駕乘其他牛隻之徵候為預測排卵時間最佳的方式 (發生於排卵前的  $28.7 \pm 5.3$  h), 因為當牛群中有 2 頭以上牛隻發情時, 發情牛隻顯現駕乘其他牛隻之徵候的比例高達100%; 但是駕乘其他牛隻之徵候, 目前仍無有效的自動化設備可資應用, 因而限制了以此項徵候來預測牛隻排卵時間的實用性, 故以乳牛開始被穩定駕乘之時間來預測排卵時間為一個較佳的預測方式。Xu *et al.* (1998) 應用HeatWatch® 設備偵測經產牛之發情, 結果顯示自第一次駕乘至人工授精之時間間隔有影響經產牛懷孕率之趨勢 ( $P = 0.09$ ), 並以第一次駕乘後 12-18 小時人工授精之經產牛的懷孕率最高。Grove *et al.* (1996) 亦應用 HeatWatch® 設備偵測經產牛之發情, 結果顯示在第一次駕乘後 7-10 小時人工授精的經產牛之懷孕率最高。

傳統人工授精採用上午-下午 (a.m.-p.m.) 配種管理方法 (Trimberger, 1948), 此法推薦在上午觀察到母牛發情, 則於下午進行人工授精; 而若於下午觀察到母牛發情, 則於隔日上午進行人工授精。雖然牛隻之排卵時間, 發生在發情終了之後, 但是開始發情時間的記錄, 對於人工授精的時機是重要的。有些牧場於母牛被觀察到發情的短暫時間內 (每日排定一時段) 即進行人工授精; 惟上午-下午 (a.m.-p.m.) 配種管理方法被認為可能較接近適宜的人工授精時機 (Nebel *et al.*, 1994)。Rodtian *et al.* (1996) 及其他研究發現, 乳牛實際的發情持續期間可能相當短暫 (兩年的試驗結果, 熱季期間泌乳牛發情持續時間分別為  $5.1 \pm 0.7$  h 及  $5.8 \pm 1.0$  h), 顯示泌乳牛群之繁殖管理, 在如此短暫的發情持續期間, 無論對牛隻發情偵測或決定最佳配種適期以進行人工授精, 均具困難度。當牛隻排卵時間可以準確預測後, 探究牛隻施行人工授精與排卵時間之不同間距對於乳牛受孕率之影響, 將是下一個研究課題 (Roelofs *et al.*, 2005b)。

## 結論

熱季期間應用HeatWatch® 設備能有效偵測牛隻之發情, 而經產母牛及女牛之發情行為有顯著之差異。牛隻在第一次穩定被駕乘至排卵之時間間距, 在經產牛較女牛平均延後約 5-6 小時。

## 誌謝

本試驗統計分析承畜產試驗所遺傳育種組黃鈺嘉博士指導與協助完成, 謹此誌謝。



## 參考文獻

- 王治華。1999。改善荷蘭種乳牛繁殖性能之相關技術研發。國立台灣大學畜牧學研究所博士論文。
- 羅興華。2001。荷蘭牛排卵時間之同期化處理、季節與胎次之效應。國立台灣大學畜牧學研究所碩士論文。
- DeSilva, A. W. M. V., G. W. Anderson, F. C. Gwazdauskas, M. L. McGilliard and J. A. Lineweaver. 1981. Interrelationships with estrous behavior and conception in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64: 2409-2418.
- Dinsmore, R. P., M. B. Cattell and R. D. Stevens. 1993. Field trial of a radiotelemetry estrus detection system. *J. Dairy Sci.* 76 (Suppl. 1): 227. (Abstr.)
- Diskin, M. G. and J. M. Sreenan. 2000. Expression and detection of oestrus in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.* 40: 481-491.
- Grove, M. B., R. L. Nebel, R. E. Pearson and S. M. Pandolfi. 1996. Optimal time of insemination in dairy cattle identified in estrus by HeatWatch. *J. Dairy Sci.* 79 (Suppl. 1): 148. (Abstr.)
- Gwazdauskas, F. C., J. A. Lineweaver and M. L. McGilliard. 1983. Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 66: 1510-1514.
- Hall, J. G., C. Branton and E. J. Stone. 1959. Estrus, estrous cycles, ovulation time, time of service, and fertility of dairy cattle in Louisiana. *J. Dairy Sci.* 42: 1086-1094.
- Hansel, W. and E. M. Convey. 1983. Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 57:404-424.
- Helmer, S. D. and J. H. Britt. 1985. Mounting behavior as affected by stage of estrous cycle in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 68: 1290-1296.
- Larsson, B. 1987. Determination of ovulation by ultrasound examination and its relation to the LH peak in heifers. *J. Vet. Med.* 34: 749-753.
- López-Gatius, F., P. Santolaria, I. Mundet and J. L. Yániz. 2005. Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 63: 1419-1429.
- Lopez, H., L. D. Satter and M. C. Wiltbank. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 80: 209-223.
- Mattoni, M., E. Mukasa-Mugerwa, G. Cecchini and S. Sovani. 1988. The reproductive performance of East African (*Bos indicus*) Zebu cattle in Ethiopia. 1. Estrous cycle length, duration, behavior and ovulation time. *Theriogenology* 30: 961-971.
- Nebel, R. L., J. H. Bame, M. L. McGilliard, L. M. Zapp, M. J. Hites, K. W. Lee and R. T. Mihran. 1992. Radiotelemetered measures of mounting activity for detection of estrus in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* (Suppl. 1): 242. (Abstr.)
- Nebel, R. L., S. M. Jobst, M. B. G. Dransfield, S. M. Pandolfi and T. L. Bailey. 1997. Use of a radio frequency data communication system, HeatWatch, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl. 1): 179. (Abstr.)
- Nebel, R. L., W. L. Walker, M. L. McGilliard, C. H. Allen and G. S. Heckman. 1994. Timing of insemination of dairy cows: fixed time once daily versus morning and afternoon. *J. Dairy Sci.* 77: 3185-3191.
- Nkuuhe, J. R. and J. G. Manns. 1985. Relationship between time of prostaglandin injection and ovulation in beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 65: 405-409.
- Pecsok, S. R., M. L. McGilliard and R. L. Nebel. 1994. Conception rates. 1. Derivation and estimates for effects of estrus detection on cow profitability. *J. Dairy Sci.* 77: 3008-3015.

- Peralta, O. A., R. E. Pearson and R. L. Nebel. 2005. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Anim. Reprod. Sci.* 87: 59-72.
- Rajamahendran, R., J. Robinson, S. Desbottes and J. S. Walton. 1989. Temporal relationships among estrus, body temperature, milk yield, progesterone and luteinizing hormone levels, and ovulation in dairy cows. *Theriogenology* 31: 1173-1182.
- Rodtian, P., G. King, S. Subrod and P. Pongpiachan. 1996. Oestrous behaviour of Holstein cows during cooler and hotter tropical seasons. *Anim. Reprod. Sci.* 45: 47-58.
- Roelofs, J. B., F. J. C. M. van Eerdenburg, N. M. Soede and B. Kemp. 2005a. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 64: 1690-1703.
- Roelofs, J. B., F. J. C. M. van Eerdenburg, N. M. Soede and B. Kemp. 2005b. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 63: 1366-1377.
- SAS. 2002. SAS procedure guide for personal computers. Version 6<sup>th</sup> Ed. Institute Inc. Cary, NC. U.S.A.
- Senger, P. L. 1994. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J. Dairy Sci.* 77: 2745-2753.
- Smith, M. W., J. R. Jaeger, L. R. Corah, J. S. Stevenson, L. M. Zapp, M. J. Hites and K. W. Lee. 1993. Detection of estrus in beef heifers by visual observation and radiotelemetry. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl. 1): 36. (Abstr.)
- Sprecher, D. J., J. A. Farmer, R. L. Neel and E. C. Mather. 1995. The educational implications of reproductive problems identified during investigations at Michigan dairy farms. *Theriogenology* 43: 373-380.
- Stevenson, J. S., G. C. Lamb, Y. Kobayashi and D. P. Hoffman. 1998. Luteolysis during two stages of the estrous cycle: subsequent endocrine profiles associated with radiotelemetrically detected estrus in heifers. *J. Dairy Sci.* 81: 2897-2903.
- Trimberger, G. W. 1948. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 153: 1-26.
- Yániz, J. L., P. Santolaria, A. Giribet and F. López-Gatius. 2006. Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 66: 1943-1950.
- Walker, W. L., R. L. Nebel and M. L. McGilliard. 1996. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 79: 1555-1561.
- Xu, Z. Z., D. J. McKnight, R. Vishwanath, C. J. Pitt and L. J. Burton. 1998. Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 81: 2890-2896.

## Differences in heat behavior and ovulation time between Holstein heifers and cows during hot season in Taiwan <sup>(1)</sup>

Der-Wei Yang<sup>(2)</sup> Tzong-Faa Shiao<sup>(2)</sup> Jin-Shan Hwang<sup>(2)</sup>  
Shin-Shing Tsay<sup>(2)</sup> Chao-Hsien Hsieh<sup>(2)</sup> Chih-Hua Wang<sup>(3)</sup>  
Kuen-Jaw Chen<sup>(4)</sup> and Bing-Tsan Liu<sup>(5)(6)</sup>

Received : Feb. 24, 2010 ; Accepted : May 12, 2010

### Abstract

Holstein cattle in Taiwan suffer from high environmental temperature and humidity during hot season, especially from May to October. The impacts including feeble estrus, anaphrodisia, delayed ovulation, lower appetite and decrease of dry matter intake result in low heat detection and conception rates. This study applied a novel pressure-sensitive system for the detection of estrus, HeatWatch<sup>®</sup>, to detect 36 Holstein cows and 10 heifers in the hot season. During the 30-day experiment, heat behavior of 31 cows and 10 heifers were recorded. Results showed that for cows in standing heat, the numbers of mounts was  $5.6 \pm 2.6$  times, duration of each mount was  $2.2 \pm 0.4$  s, and total time period of standing heat was  $6.0 \pm 2.9$  h. For heifer in standing heat, three behaviors were  $10.4 \pm 7.6$  times,  $2.9 \pm 0.7$  s,  $10.7 \pm 5.2$  h, respectively. There was significant difference ( $P < 0.01$ ) in heat behavior between cows and heifers during hot season. Status of follicles in the ovary was monitored with a real time ultrasound scanner. The ovulation times in cow ( $n = 31$ ) and heifer ( $n = 10$ ) groups were  $24.6 \pm 3.2$  h and  $19.5 \pm 2.8$  h after standing heat period, respectively, showing significant difference between two groups ( $P < 0.01$ ). In summary, HeatWatch<sup>®</sup> system was an effective device to detect heat of cattle. The heat behaviors including stable mounting, duration of mounting and standing heat period were significantly different between cows and heifers. Referring to ovulation time, there was a lag of 5-6 h in cows comparing with heifers.

Key words : Dairy cow, Hot season, Heat detection.

- 
- (1) Contribution No. 1569 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
  - (2) Animal Industry division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.
  - (3) Kaohsiung Animal Propagation Station, COA-LRI, Pingtung, Taiwan, R.O.C.
  - (4) Taitung Animal Propagation Station, COA-LRI, Taitung, Taiwan, R.O.C.
  - (5) Department of Animal Science, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.
  - (6) Corresponding author, E-mail: tml19@mail.npust.edu.tw