

國際乳用種公牛遺傳評估查詢系統 (SIGB) 之建置

I. 優質種公牛性能資訊查詢模組⁽¹⁾

陳志毅⁽²⁾⁽³⁾ 李國華⁽²⁾

收件日期：104 年 3 月 25 日；接受日期：104 年 5 月 29 日

摘 要

本研究旨在建立一個資訊服務平臺，提供國內乳牛場選擇優質種公牛資料，以作為母牛配種及改良牛群性能之參考工具。「國際乳用種公牛性能遺傳資訊查詢模組」為全中文化動態網頁查詢模式，使用者以國家動物育種碼可迅速查得國際認證之優質種公牛的基本資料及其泌乳、體型、管理與線型功能體型等性狀之遺傳評估資訊；「國際乳用種公牛性能遺傳評估資料庫」係整合來自美、加、歐洲等 27 國 93,598 頭優質種公牛遺傳評估紀錄，其中以美國所佔比例最高為 67,631 頭 (69.8%)。種公牛性能遺傳評估摘要統計以平均值及其標準偏差表示，泌乳性狀之預測傳遞能力包括乳產量、乳脂肪量與乳蛋白質量等 3 項，分別為 642 ± 778 kg、 32.8 ± 30.3 kg 與 24.3 ± 2.8 kg；可信度為 $75.1 \pm 7.9\%$ ；體型性狀有體型、乳房組成指數與腿蹄組成指數等 3 項，分別為 1.45 ± 0.18 、 1.31 ± 1.13 與 1.58 ± 1.52 、可信度為 $76.4 \pm 6.7\%$ ；管理性狀包括體細胞數分數、使用年限、女兒牛受孕優勢與分娩難易度等 4 項，分別為 2.9 ± 0.2 、 2.2 ± 2.6 個月、 $0.2 \pm 1.3\%$ 與 $6.8 \pm 1.7\%$ ，可信度為 $75.8 \pm 8.0\%$ ；線型功能體型性狀中，以臀之角度 (0.20 ± 0.96)、後肢側觀 (-0.06 ± 0.94) 及乳頭長度 (-0.09 ± 0.98) 等 3 項之標準傳遞能力平均值趨近 0，其餘 15 項性狀皆為不等強度的正向趨勢。本系統可協助酪農依據場內乳牛生產性能表現，擬定選擇優質種公牛之冷凍精液來進行性能矯正配種，促進乳牛生產性能及使用年限之遺傳改進。

關鍵詞：優質種公牛、查詢系統、預測傳遞能力。

緒 言

種公牛遺傳評估是乳業先進國家乳牛育種策略重要的依據 (Interbull, 1992)，在乳牛選拔計畫中，精確的種公牛生產與體型等性狀之遺傳評估資訊為乳牛場進行母牛群選配、選拔風險管制與改進後裔牛群性能之重要選育工具 (Westell and VanVleck, 1987)，選擇使用正確的種公牛 (冷凍精液) 可漸進提高選育性狀的選拔強度與正確度，並增進後裔女兒牛終生生產效益 (White *et al.*, 1981)。種公牛遺傳評估資訊常透過大規模女兒牛性能之運算方式進行遺傳估測，巨量資料再以最佳線性無偏估測法 (Best Linear Unbiased Prediction, BLUP) 來計算個別乳牛育種價或預測傳遞能力 (Predicted Transmitting Abilities, PTAs) (Wiggans *et al.*, 1988；周，1988)，並進一步作為制定選拔指數等關鍵技術之依據 (Hazel *et al.*, 1994)。這些資訊能對同品種但不同個體間之畜群動物進行遺傳比較，讓育種者從中採取更有效率的育種策略去選拔動物 (Bourdon, 2000)，就遺傳改進的原理而言，正是增加遺傳選拔改進速率的最佳方式 (Henderson, 1980)。

臺灣自 1977 年實施乳牛群性能改良計畫 (Dairy Herd Improvement, DHI) 迄今，對於參加本計畫牛隻之泌乳能力及生產性能，每個月均進行個別牛隻之乳樣與性能檢測 (張等，1997; Chang *et al.*, 2001)，結果顯示 2010 年全國 DHI 乳牛群泌乳性能 (302-2X-ME) 平均已提昇至 7,500 kg 以上 (陳，2010)，但對於其他重要經濟性狀，如使用年限、功能體型、繁殖效率或健康等性狀的遺傳改進仍有進一步改善的空間。由於國際種公牛遺傳評估資訊多為英文顯示之畜產專業術語，且零散見於國外各育種機構或精液公司網站，乳牛場經營者常因缺乏完整的國外種公牛遺傳評估資訊，致無法形成有效之育種管理決策，因此，建置完善的國際乳用種公牛遺傳評估查詢系統 (The development of

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2237 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

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

a system for inquiring genetic evaluation of international dairy bulls, 簡稱 SIGB 系統, 網址: www.tlrihc.gov.tw) 提供乳牛場使用, 即為本研究之目的。

材料與方法

I. 系統建立

- (i) 硬體設備: SIGB 系統以刀鋒伺服器 (Jcnet Blade Server, Intel XEON 2.26 GHz) 為資料庫核心處理設備, 內存各式乳牛生產性能關聯資料庫以進行資料運算, 機櫃除刀鋒機組外, 另設有中階 NAS 網路硬碟 (機架式 1U Ingrasys NASStorage 4420 PRO) 與磁碟陣列網路儲存管理系統 (VessRAIDTM 1000i) 以協助資料保存; 資訊安全入侵防禦系統 (Watch guard XTM33) 具備防毒、防駭、IPv6R 及防火牆等功能; 資料備份模組是賽門鐵克 BESR (Symantec Backup Exec TM System Recovery Server Edition) 專責資料還原備份與重建, 並以超高速乙太網路交換器 (24 埠 10/100/1000 Base-TX3CUm) 進行網路管制設定 (Chen *et al.*, 2012)。
- (ii) 軟體架構: SIGB 系統採用 Multi-tier 多層式之網路 Web 版架構設計, 以虛擬化管理軟體 (VMware vSphere 4 Essentials Bundle) 進行虛擬伺服器規劃來提昇硬碟空間使用效率 (賴等, 2009)。虛擬伺服器內由 Windows Server 2008 作業系統、Microsoft SQL Server 2008 關聯式資料庫、IIS 及 Tomcat6 網頁伺服器、ASP 及 JSP 編輯程式所組成, 並陸續建置包含網頁畫面、編輯程式、影像圖檔與種公牛性能遺傳評估查詢模組等軟體項目。資料儲存與交換分別置於刀鋒機組之核心與資料緩衝 DMZ (De-Militarized Zone, DMZ) 等兩個區域, 核心區存放 DHI 與種公牛遺傳評估等資料庫, 並以入侵防禦系統保護; 而提供外界瀏覽查詢的資料則建置於 DMZ 區, 當外部使用者連結本網站時, 會先經由防火牆初步過濾, 再由網路交換器進行資料交換, 提供所需查詢資訊 (Chen *et al.*, 2012)。
- (iii) 系統特性: SIGB 系統 I 種公牛性能遺傳資訊是我國首創之乳牛選育資訊服務平臺, 建置內涵包括以下獨特設計 (1) 全中文化查詢模式: 本系統主要使用者為我國乳牛場, 因此開發全中文化查詢介面環境, 結合種公牛遺傳評估性能檢索為設計導向, 提供乳牛場進行乳牛選育與資訊查詢應用。(2) 來源紀錄集編輯建檔: 考量國內 DHI 計畫、乳牛線型體型評鑑及產業需求, 定期連結來自美國農部授權之種公牛遺傳評估紀錄文字格式資料集, 以編輯程式進行轉換、篩選與重整作業, 最後擷取適合臺灣乳牛性能遺傳資訊如產乳量、蛋白質量、脂肪量、體細胞數分數、體型等 35 項性狀欄位, 重新建置為「種公牛遺傳性能」資料庫, 並延伸建立「種公牛系譜」、「親屬關係」、「種公牛短名」、「種公牛圖片」、「近親係數」、「遺傳檢測」等輔助型之關聯資料檔, 提供前端網站「種公牛遺傳評估」查詢模組之資料運算與存取 (黃等, 2000)。(3) 遺傳評估性狀整合分類: 將種公牛遺傳評估資料依性狀屬性整合分類為基礎資料 5 項、泌乳性狀 5 項、體型性狀 3 項、管理性狀 4 項及線型功能體型性狀 18 項等, 提供乳牛場隨時連網查詢。(4) 線型功能體型性狀圖示化: 種公牛 18 項功能體型遺傳評估性狀, 因各性狀的 PTAs 表現值變異範圍很大, 故轉換原始資料, 以表型變方標準化每項線型體型性狀, 並以平均值兩端橫條圖重新描繪種公牛性狀表現趨勢, 以方便比較或突顯一頭種公牛不同性狀之預測傳遞能力與遺傳趨勢 (Holstein Association, 2014; 陳等, 2009b)。(5) 預取程式快速運算: 為使系統介面查詢更為順暢, 採用網頁動態程式預取資料庫運算模式, 提高資料存取效能與網路查詢速度 (6) 資料庫定期更新: 為提供最新種公牛遺傳評估資訊, 本資料庫於每年春、冬兩季, 配合美國農部與荷蘭牛協會發布之「優良種公牛名錄」(Sire Summary), 更新最新認證種公牛之遺傳評估資料 (Chen *et al.*, 2012)。

II. 資料建立

- (i) 專有名詞: 國際乳用種公牛遺傳評估查詢系統係以國家動物育種碼 (National Association of Animal Breeders, NAAB) 來查詢種公牛性狀之遺傳評估資訊, 各經濟性狀之遺傳能力以預測傳遞能力 (Predicted Transmitting Abilities, PTAs) 來表示; 線型功能體型性狀 (Linear Functional Type Traits) 則以遺傳評估標準化後之標準傳遞能力 (Standard Transmitting Ability, STAs) 表示; 遺傳評估之可信度 (Reliability %) 以 %R 表示, 因此種公牛遺傳評估之經濟性狀及其遺傳評估縮簡名稱分別如下: 乳產量 (Milking Yield, MY) 及其預測傳遞能力 (PTAM)、乳脂肪量 (Fatty Yield, FY) 及其預測傳遞能力 (PTAF)、乳蛋白量 (Protein Yield, PY) 及其預測傳遞能力 (PTAP)、乳脂肪率 (Fatty Percentage, FP%) 及其預測傳遞能力 (PTAF%)、乳蛋白率 (Protein Percentage, PP%) 及其預測傳遞能力 (PTAP%)、體型分數 (Type Score, TS) 及其預測傳遞能力 (PTAT)、體細胞數分數 (Somatic Cell Count Score, SCS) 及其預測傳遞能力 (PTA SCS)、使用年限 (Production Life, PL) 及其預測傳遞能力 (PTA PL)、女兒牛受孕優勢及其預測傳遞能力 (Daughter Pregnancy Rate, DPR%) 及其預測傳遞能力 (PTA DPR%)、與女兒牛分娩難易度 (Daughter Calving Ease, DCE%) 及其預測傳遞能力 (PTA DCE%)。

乳牛之線型功能體型性狀及其遺傳評估縮簡名稱分別如下：體高 (Stature, STA)、體軀強度 (Strength, STR)、體深 (Body Depth, BDE)、清秀性 (Dairy Form, DFM)、臀之角度 (Rump Angle, RPA)、臀之寬度 (Thurl Width, TRW)、後肢側觀 (Rear Legs Side, RLS)、後肢後觀 (Rear Legs Rear, RLR)、蹄之角度 (Foot Angle, FTA)、腿蹄分數 (Feet and Leg score, FLS)、前乳房銜接 (Fore Udder Attachment, FUA)、後乳房銜接高 (Rear Udder Height, RUH)、後乳房銜接寬 (Rear Udder width, RUW)、乳房分隔 (Udder Cleft, UCL)、乳房深度 (Udder Depth, UDP)、前乳頭排列 (Fore Teat Place, FTP)、後乳頭排列 (Rear Teat Place, RTP)、乳頭長度 (Teat Length, TLG) 等 18 個單性狀，另有 2 個組合性狀分別為乳房組成指數 (Udder Composite Index, UDC) 及腿蹄組成指數 (Feet and Leg Composite Index, FLC)。除以上所述之性狀外，還有一個綜合生產及體型性狀之總性能選拔指數 (Total Production Index, TPI)。

- (ii) 資料處理：種公牛遺傳性能資料庫來自美國農部動物改良計畫實驗室 (United States Department of Agriculture-Animal Improvement Programs Laboratory, USDA-AIPL) 授權之 Council On Dairy Cattle Breeding 網站 (網址：<https://www.cdcb.us/>)，將國際種公牛遺傳評估 format38.zip 之文字資料集進行編輯，該表格包含各國證明種公牛之系譜、生產與體型性狀等遺傳評估資訊，共 148 種欄位、630 位元資料長度 (長度可能隨遺傳評估需要而有所改變)。資料編輯步驟如下：(1) 以 FTP 登入 CODCB 網站，經驗證後擷取 format38.zip 檔案。(2) 撰寫 SQL Server 程式建立相對應之「種公牛遺傳評估」欄位架構接收檔案。(3) 進行資料匯入與欄位屬性驗證。(4) 以 ASP.NET 撰寫程式檢查匯入差異點並偵錯修正。(5) 再以自撰 SQL Server 程式進行資料轉換與欄位篩選，重新編輯建置為「種公牛遺傳性能」資料庫。(6) 資料上傳至 SIGB 網站對應配置版面提供使用者查詢。SIGB 系統之種公牛性能資訊查詢模組架構如圖 1 所示。

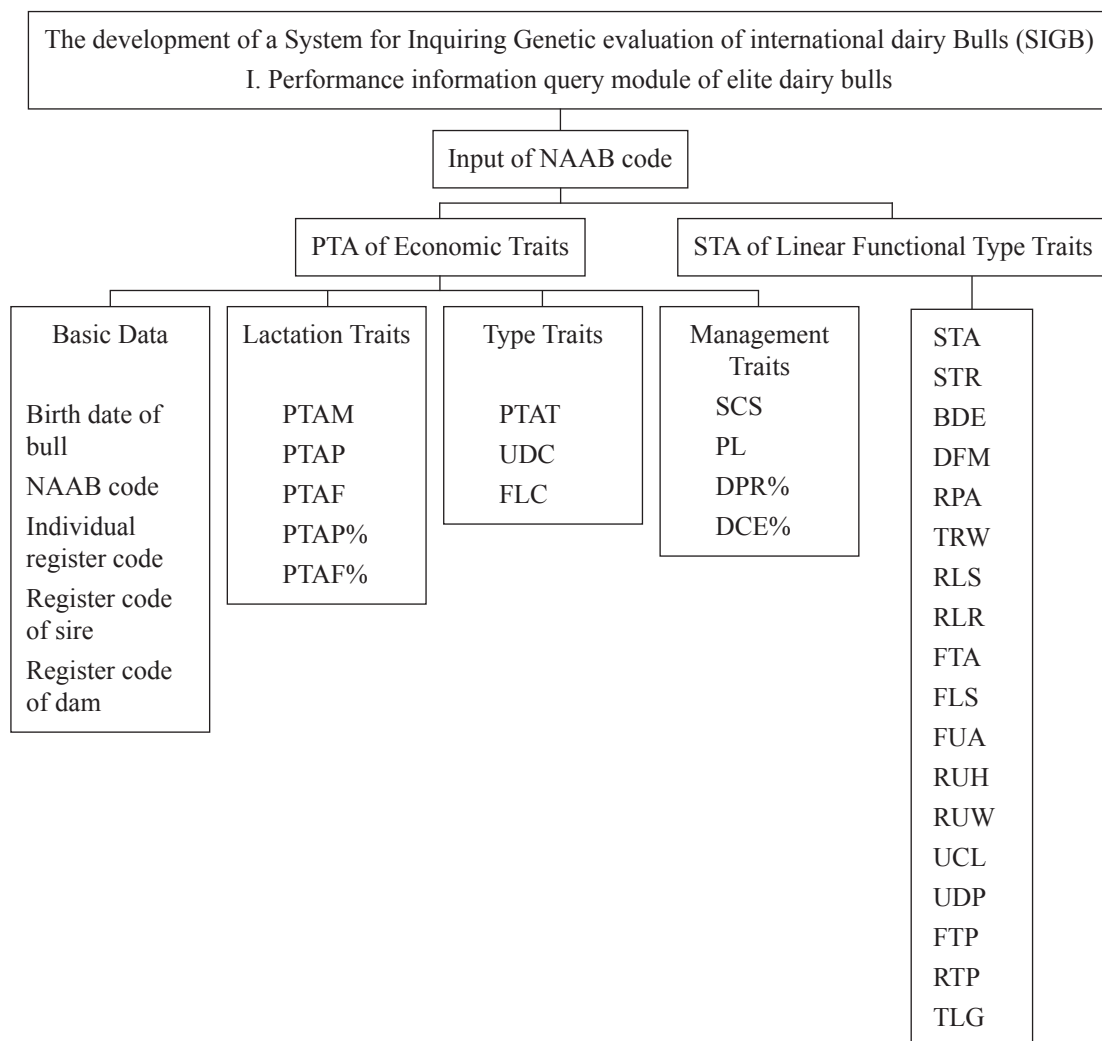


圖 1. 國際乳用種公牛遺傳評估 (SIGB) 查詢系統 I. 優質種公牛性能資訊查詢模組之架構。

Fig. 1. The frame of a system for inquiring genetic evaluation of international dairy bulls (SIGB) I. Genetic evaluation of high-performance dairy bulls module.

結果與討論

本系統主要包括「種公牛性能遺傳資訊查詢模組」與「種公牛性能遺傳評估資料庫」。「種公牛性能遺傳資訊查詢模組」提供乳牛場常用之 NAAB 碼查詢種公牛遺傳評估資料，NAAB 碼的編碼方式為「前 3 碼 (精液生產場代號) + 中 2 碼 (乳牛品種類別如荷蘭牛 HO) + 後 5 碼 (該種公牛的編號)」；查詢種公牛遺傳評估內容包括種公牛之「生產性能」與「線型功能體型性狀」等兩個資訊顯示區塊。「生產性能」資訊區塊如圖 2 所示，內含基礎資料、泌乳性狀、體型性狀、管理性狀等 4 個遺傳評估分類項目 (陳, 2010)，除基礎資料外，泌乳、體型與管理性狀之遺傳評估資訊均顯示該性狀之 PTAs 與 %R 等 2 項數值，分別表示該種公牛在此項性狀之遺傳能力強弱與育種風險的程度。「線型功能體型性狀」資訊區塊，則以 STAs 表示其功能體型性狀之遺傳能力，並以橫向柱狀圖分別表現該性狀之遺傳趨勢如圖 3 所示。在查詢模組的基礎資料區右方及最下方，顯示有些種公牛相片或後裔女兒牛圖片，提供使用者瞭解種公牛樣貌與身分辨識。資料庫中，目前「種公牛圖片檔」有 4,553 頭種公牛全面側身照片，佔總數 4.8%。資料庫之種公牛主要有兩種遺傳評估來源，一是美國國內種公牛遺傳評估資訊，其生產性狀遺傳評估資料來自美國國內 DHI 資料收集系統，而體型性狀資料則來自體型評鑑計畫之種公牛體型性狀資料庫，另一種及國際種公牛協會 (Interbull) 所估算發佈之多性狀跨國評估資訊 (Multiple-trait Across Country Evaluation, MACE) (Schaeffer, 1994)。



圖 2. SIGB 系統之種公牛「生產性能」提供基礎資料及泌乳、體型、管理性狀等 17 項遺傳評估資訊。

Fig. 2. Genetic evaluation information of bulls production performance in SIGB included basic data, milk yield, type and management with 17 traits.

SIGB 系統所建置之「種公牛性能遺傳評估資料庫」顯示，共有 93,598 頭荷蘭牛種公牛之遺傳評估紀錄，主要認證之種公牛來源分布於 27 個國家，其中比例最高的前 5 國分別是美國 67,631 頭 (69.8%)、加拿大 10,769 頭 (11.5%)、義大利 5,956 頭 (6.4%)、紐西蘭 2,336 頭 (2.5%) 及英國 769 頭 (1.9%)，合計佔整體種公牛 9 成 (92.1%) 以上。超過 100 頭 (1.0%) 以上之種公牛的國家依序有法國 1,522 頭 (1.6%)、德國 1,461 頭 (1.6%)、澳洲 1,113 頭 (1.2%)、丹麥 207 頭 (0.2%)、捷克 128 頭 (0.1%) 及匈牙利 100 頭 (0.1%) 等 6 國，合計佔 4.9%，其餘包括阿根廷、愛爾蘭、中國、瑞士等 16 個國家之認證種公牛僅約 3.0% 左右。

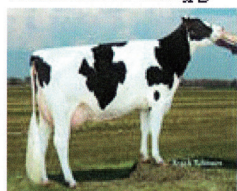
「生產性能」資訊區塊涵蓋「泌乳」、「體型」與「管理」等 3 類性狀遺傳訊息，所有性狀之 PTAs 係以動物模式 (animal model, AM) 之 BLUP 所得 (Norman *et al.*, 1991; Henderson, 1980; Henderson, 1984)，其為育種價

(Breeding Value, BV) 的另一種表現形式 (Bourdon, 2000), PTAs 是指親代將 BV 一半傳遞到下一代之淨值 (VanRaden and Wiggans, 1991), 所以 PTAs 值為 BVs 值之一半。圖 2 顯示 11HO09647 種公牛 PTAM 為 499 kg, 假設遺傳估測的相對遺傳基礎年為 2005 年, 並定義基礎牛群之遺傳性能平均為零, 遺傳改進的意義為若該種公牛在一個平均 305-2X-ME 乳產量為 9,000 kg 的牛群中使用, 其後裔女兒牛預估可獲得 499 kg 的乳量遺傳改進, 即達 9,499 kg 的預期改進量 (楊及騰, 2007), %R 為量測 PTAs 的準確度之數值, 即育種風險的程度, 個體的性狀遺傳能力可由牛隻本身或女兒或祖先及其旁系親屬等性狀之資料來估計, %R 之範圍可為 40 至 99% 之間, 用來估計個體之資料愈多, %R 值愈高, 表示 PTAs 估測值愈穩定可靠, 而 %R 較低者, 不是遺傳評估不準, 而是估計育種價的變異範圍較大 (Bourdon, 2000)。

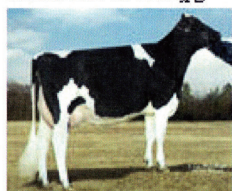
體型性狀

體型性狀名稱		-4	0	4	標準差
體高標準化傳遞能力, Stature	矮			2.6	2.6
體軀強度標準化傳遞能力, Strength	弱			2.51	2.51
體深標準化傳遞能力, Body Depth	淺			2.28	2.28
清秀性標準化傳遞能力, Dairy Form	緊縮			0.79	0.79
臀之角度標準化傳遞能力, Rump Angle	高翹			0.61	0.61
臀之寬度標準化傳遞能力, Thurl Width	窄			2.24	2.24
後肢側觀標準化傳遞能力, R Legs Side	彎	-0.93			直 -0.93
後肢後觀標準化傳遞能力, R Legs Rear	彎			1.87	直 1.87
蹄之角度標準化傳遞能力, Foot Angle	低淺			1.89	陡峭 1.89
腿蹄分數標準化傳遞能力, F L Score	差			1.77	佳 1.77
前乳房銜接標準化傳遞能力, F U Attach	弱			2.33	強 2.33
後乳房銜接高標準化傳遞能力, R U Height	低			3.28	高 3.28
後乳房銜接寬標準化傳遞能力, R U Width	窄			3.02	寬 3.02
乳房分隔標準化傳遞能力, Udder Cleft	弱			1.74	強 1.74
乳房深度標準化傳遞能力, Udder Depth	深			1.33	淺 1.33
前乳頭排列標準化傳遞能力, F Teat Place	外擴			2.03	內靠 2.03
後乳頭排列標準化傳遞能力, R Teat Place	外擴			1.93	內靠 1.93
乳頭長度標準化傳遞能力, Teat Length	短		-0.67		長 -0.67

011HO09647d-4009.jpg



011HO09647d-4188.jpg



011HO09647d-4194.jpg



011HO09647d-GGrandam.jpg



圖 3. SIGB 系統之「線型功能體型性狀」STAs 之橫向柱狀圖表示 18 項性狀之遺傳評估趨勢。

Fig. 3. The lateral histogram showed the genetic evaluation trend for 18 linear functional traits in SIGB.

泌乳性狀包括 PTAM、PTAP 及 PTAF 等 3 項乳產量性狀與 PTAP%、PTAF% 等 2 項乳成分性狀, 合計 5 項遺傳性能資料, 統計該 5 項性狀中, 各平均值為標準偏差 (standard deviation, SD) 變異都不小, 其中 PTAF% 之變異係數 (coefficient of variance, CV) 最大, 達 250%, PTAF 最小為 93%, PTAM 之 CV 為 121%, 顯示各種公牛泌乳性狀之遺傳能力分散程度很高, 由資料頻度可見, 前 5% 的種公牛泌乳性狀表現較平均值差異相當大。泌乳性狀是乳牛育種選拔的重點, 因乳量的遺傳率 (heritability, h^2) 可達 0.43 至 0.52 (Tsuruta *et al.*, 2004), 屬於中至高等遺傳率, 選拔乳產量有利於遺傳改進速率, 統計顯示種公牛的 PTAM 平均值及標準偏差 (Mean \pm SD) 為 642 ± 778 kg, 前 5% 的種公牛 PTAM 平均更高達 $1,970 \pm 199$ kg, 兩者間差異達 1,328 kg 以上 (表 1), 若挑選前 5% 有開放進口的種公牛精液, 配合高遺傳率, 在排除近親、不良基因與環境干擾等因素下, 預期對後裔女兒牛的 305-2X-ME 乳量遺傳改進速度將有不小助益 (陳等, 2009a)。乳蛋白質與乳脂肪是乳量的主要成分, 目前美國最新 TPI 選拔指數之組成權重中, 乳蛋白質與乳脂肪量分別佔 26% 與 17%, 兩者合計 43%, 是 TPI 選拔指數中相當重要的遺傳改進性狀 (Holstein Association, 2014; Pearson and Miller, 1981)。

體型性狀標示 PTAT、UDC 與 FLC 等 3 項遺傳能力查詢資料, 荷蘭乳牛體型評鑑資料採線型體型評分制度 (Linear Type Evaluation System), 以連續性數值 (1 至 50 分) 的計量方式來記錄牛隻體型性狀 (Short and Lawlor, 1992), 主要項目包括骨架、臀部、腿蹄、乳房與乳頭等 5 個部位共 18 項體型性狀, 而體型最後分數 (Final Score, FS) 則由體軀結構、乳牛特徵、體軀容量、腿蹄與乳房等部分依照 15:20:10:15:40 之比例而得 FS (Tsuruta *et al.*, 2004), 這些評鑑資料可作為估算 PTAT 之基礎。Weigel *et al.* (1998) 指出體型評鑑主要訴求於功能體型性狀之選拔, 例如體

型性狀中，乳房性狀與乳產量性狀具有大於 0.29 以上之中高度遺傳正相關 (Rogers, 1999)，資料顯示體型遺傳能力 (PTAT) 平均為 1.45 ± 1.18 ，係偏向高 FS 之優良體型，前 5% 種公牛 PTAT 更達 3.23 ± 0.26 ，顯示透過體型功能性狀遺傳選拔，可相對降低因長期著重乳產量選拔而降低乳房健康或繁殖性能衰退之風險 (Mrode and Swanson, 1996)，且擁有高 PTAT 能力者，也有利生產胎數之延長 (Holstein Canada, 2002)。

表 1. SIGB 系統「種公牛遺傳性能」資料庫之泌乳性狀預測傳遞能力摘要統計

Table 1. The summarized statistics of PTAs for sire genetic evaluation of lactation traits in SIGB

PTA of lactation traits	Mean	SD	Max.	Min.	Top 5%	SD
PTAM (kg)	642.0	778.0	3107.0	-5,237.0	1,970.4	198.9
PTAF (kg)	32.8	30.3	255.0	-156.0	86.1	8.2
PTAP (kg)	24.3	22.8	92.0	-147.0	62.3	5.4
PTAF (%)	0.04	0.10	14.00	-0.32	0.23	0.20
PTAP (%)	0.02	0.04	0.19	-0.28	0.10	0.01
%R	75.1	7.9	95.9	40.5	95.9	2.0

乳房組成指數 (UDC) 佔目前 TPI 組成權重中的 12%，亦為重要的體型評估指數之一， $UDC = (\text{乳房深度} \times 0.3) + (\text{前乳房銜接} \times 0.16) + (\text{前乳頭排列} \times 0.16) + (\text{後乳房高} \times 0.16) + (\text{後乳房寬} \times 0.16) + (\text{乳房分隔} \times 0.10)$ (Tsuruta *et al.*, 2004; Holstein Association, 2014)。依據 Rupp and Boichard (1999) 研究顯示，體細胞數與臨床性乳房炎的遺傳率偏低分別僅 0.17 與 0.024，但兩者卻具有高度遺傳相關 (0.72)，且與 UDC 的重要乳房體型性狀如乳房深度、前乳房銜接與乳房分隔等性狀有 -0.29 至 -0.46 的中高度遺傳負相關；UDC 之 PTAs 平均值及標準偏差為 1.31 ± 1.13 ，也偏向高強健結構之乳房體型，前 5% 種公牛 PTAs 為 3.07 ± 0.25 ，差異達 1.76。Holstein Association (2014) 建議長期使用高 UDC 指數的冷凍精液改良牛群，可持續反應乳房性狀所增加的乳房炎抗性能力 (Monardes and Hayes, 1985) 與延長泌乳功能的使用年限 (Waller and Ezra, 2015)。腿蹄組成指數 (FLC) 佔目前 TPI 組成權重中的 6%，腿蹄組成性狀 = $(0.48 \times \text{蹄之角度}) + (0.37 \times \text{後肢後觀}) - (0.15 \times \text{後肢側觀})$ ， $FLC = (0.5 \times \text{腿蹄線型性狀}) + (0.5 \times \text{腿蹄分數})$ (Holstein Association, 2014)。FLC 之 PTAs 平均值及標準偏差為 1.58 ± 1.52 ，朝向高蹄角、適度腿蹄彎度與直的后肢側觀之性狀趨勢發展，前 5% 種公牛其 FLC 之 PTAs 平均值及標準偏差為 4.03 ± 0.36 ，差異達 2.45。Tsuruta *et al.* (2013) 研究顯示以 FLC 解釋使用年限性狀較之前準確性提高 3 倍，幾乎每增加 1 個 STAs，即可預測其後裔約提高 0.3 個月的使用年限 (Weigel *et al.*, 1998) (表 2)。

表 2. SIGB 系統「種公牛遺傳性能」資料庫之體型性狀預測傳遞能力摘要統計

Table 2. The summarized statistics of PTAs for sire genetic evaluation of type traits in SIGB

PTA of type traits	Mean	SD	Max.	Min.	Top 5%	SD
PTAT	1.45	1.18	4.66	-6.40	3.23	0.26
UDC	1.31	1.13	4.52	-5.16	3.07	0.25
FLC	1.58	1.52	6.29	-8.95	4.03	0.36
%R	76.4	6.7	97.9	40.1	94.8	3.1

本模組在各功能體型性狀遺傳能力的表現，是以橫向條狀圖的方式，呈現性狀之生物極端特性。STAs 是各體型性狀之 PTAs 經標準化之結果，95% 的數值會落於 0 ± 2 個標準偏差 (SD) 之內，而可以使不同性狀都在相同刻度內快速的檢視，並比較一頭種公牛各體型性狀的遺傳能力差異性 (Holstein Association, 2014)。一般而言，種公牛的 STAs 數值大於 0.85 者，即對後代具有遺傳的影響力，若 STAs 大於 2.25 (或 -2.25) 以上者，表示該體型性狀具有很強的遺傳改進能力 (Holstein Association, 2014)。

分析種公牛體型資料庫 18 項的體型性狀遺傳能力顯示，大多數性狀的 STAs 平均值的體型遺傳趨勢，以右偏極端值顯示其強力的遺傳優勢 (陳等, 2009b)，如體高 STAs 均值為 1.16，Top 5% 則為 3.41，很明顯的，選擇高 STA 值是期望偏向「高大」的遺傳體型，然而有些性狀的 STA 均值落於近 0 左右，似為較有利之遺傳體型趨勢，例如臀之角度 STA = 0.20，體型趨勢偏向「輕微傾斜」，後肢側觀 STA = -0.06，後肢具有「適當彎度但稍微偏直」趨勢，而乳頭長度 STA = -0.09 則表示該性狀以「適中稍為偏短」為宜，這些體型趨勢與其生產功能有遺傳正相關 (Rupp

and Boichard, 1999)，以臀之角度而言，評鑑部位為腰角至坐骨間之斜度，通常坐骨低於腰角 3.5 cm 或斜度 6 度者為理想，角度太高者，因坐骨高於腰角，將致牛隻的骨盤腔變小，致分娩後惡露不易排出，易引起子宮內膜炎而影響後續牛隻發情配種成績 (Wall *et al.*, 2005) (表 3)。

表 3. SIGB 系統「種公牛遺傳性能」資料庫之線型功能體型性狀標準傳遞能力摘要統計

Table 3. The summarized statistics of Standard Transmitting Abilities for sire genetic evaluation of functional type traits in SIGB

PTA of functional type traits	Mean	SD	Max.	Min.	Top 5%	SD
STA	1.16	1.26	4.90	-7.37	3.40	1.30
STR	0.59	0.92	4.32	-5.58	2.37	0.31
BDE	0.64	0.95	4.85	-5.47	2.48	0.34
DFM	0.99	1.17	5.20	-9.07	3.04	0.34
RPA	0.20	0.96	4.66	-5.76	2.18	0.39
TRW	0.84	1.04	4.42	-5.11	2.45	0.36
RLS	-0.06	0.94	4.07	-4.06	1.89	0.39
RLR	1.12	1.12	4.74	-5.69	2.96	0.29
FTA	1.12	1.15	4.63	-6.62	3.01	0.27
FLS	1.24	1.11	4.39	-6.43	2.95	0.25
FUA	1.57	1.41	5.69	-6.12	3.78	0.32
RUH	1.89	1.55	6.38	-7.92	4.26	0.33
RUW	1.74	1.43	5.87	-7.29	3.92	0.30
UCL	1.10	1.21	4.60	-6.37	3.07	0.28
UDP	1.19	1.23	5.41	-5.49	3.33	0.33
FTP	0.84	1.07	4.37	-6.16	2.65	0.28
RTP	0.84	1.13	4.61	-6.35	2.83	0.32
TLG	-0.09	0.98	4.98	-4.62	2.03	0.46
%R	77.2	6.6	99.0	40.1	93.1	3.1

管理性狀標示包括 SCS、PL、DPR% 與 DCE% 等 4 項 PTAs 資料。體細胞數分數 (SCS) 為體細胞數 (SCC) 經過對數轉換 ($LSCS = \log_2 (SCC/10^5) + 3$) 之數值，目的是使轉換後之計量性狀數值分布可符合常態分布的特性 (Rupp and Biochard, 1999)。從資料庫的 SCS 的頻度型態顯示，SCS 的 PTA 平均值為 2.86 (相當於 $SCC = 9.1$ 萬)，前 50% SCS 均值為 2.72 (相當於 $SCC = 8.2$ 萬)，而前 5% SCS 均值為 2.52 (相當於 $SCC = 7.2$ 萬)，體細胞數是乳房炎的先驅指標，即使 SCS 的遺傳率 (h^2) 偏低，遺傳改進速率雖較為緩慢，惟仍需耐心選拔 (Bourdon, 2000)，建議酪農仍應選擇 SCS 之 PTA 值越低者，有利於後裔女兒牛的乳房炎抗性提昇 (Rupp and Boichard, 1999)。使用年限 (PL) 之遺傳能力評估方式，是以後裔女兒牛的實際泌乳月數與高胎次趨勢進行加分，來評比種公牛的後裔女兒牛群使用年限的遺傳優勢 (Tsuruta *et al.*, 2013)，自 2006 年起，對後代女牛完成第 2 胎 305 天泌乳紀錄者，均給予 PL 值 10 個月的加值計分。資料統計顯示種公牛的評分範圍大約是從 -7.1 到 +7.4 個月，PL 之 PTA 值越高者，越有利於延長使用年限，間接對於後裔女兒牛終生生產效益越有幫助 (Weigel *et al.*, 1998; Tsuruta *et al.*, 2013; Holstein Association, 2014)。

女兒牛受孕優勢 DPR% 也是早期育種的指標之一，DPR% 是以乳牛 21 天的生殖週期，來評估未孕女牛被配上的百分率，DPR 值若為 1%，係表示在以 21 天長的週期內，比其他 DPR 值 0% 的種公牛之後代女兒牛增加 1% 的可被配上懷孕機率，以另外一種換算概念而言，DPR 值為 1% 也可以是相當於縮短 4 天的空胎日期之意，DPR% 遺傳能力選擇趨勢應是越高越好 (Waller and Ezra, 2015; Holstein Association, 2014)。後裔女兒牛分娩難易度 (DCE%) 係以初產女牛分娩困難度 (Percentage of Difficult Births in Heifers, % DBH) 作為測量值，即以荷蘭女牛第一次分娩時之分娩困難度為 PTA 之估值，依據美國國家動物育種協會官方評估 DCE% 的頻度分布發現，登錄荷蘭種公牛 (包含冷凍精液)，其後裔女牛的第 1 胎次平均有 7.9% 的 DCE% (加總分類屬性為第 4 等級需外力協助及第 5 等級為困難分娩者)，因此提醒乳牛場在選用種公牛配種女牛時，儘量選擇 DCE% < 8% 之遺傳能力者將有利後裔女兒牛繁殖性能提昇，此為相當重要之早期選拔指標項目之一 (Holstein Association, 2014) (表 4)。

表 4. SIGB 系統「種公牛遺傳性能」資料庫之管理性狀預測傳遞能力摘要統計

Table 4. The summarized statistics of Predicted Transmitting Abilities for sire genetic evaluation of management traits in SIGB

PTA of management traits	Mean	SD	Max.	Min.	Top 5%	SD
SCS	2.9	0.2	4.1	-4.7	2.5	0.1
PL(Months)	2.2	2.6	7.4	-7.1	6.6	0.6
DPR(%)	0.2	1.3	6.4	-5.6	2.7	0.5
DCE(%)	6.8	1.7	16.1	2.1	4.0	0.4
%R	75.5	8.0	99.0	40.7	94.1	3.4

結 論

為促使國內乳牛群性能之遺傳改進，長期以來我國實施 DHI 計畫提昇乳牛泌乳水準與生乳品質，同時用進口優良冷凍精液進行乳牛矯正配種策略，以改良乳牛泌乳生產能力與功能體型性狀，SIGB 網站系統所建置之國際優良種公牛遺傳評估系統，未來可作為我國進口乳牛冷凍精液後裔性能表現之佐證資料，若與 DHI 母牛性能資料庫進行連結運算，更可提供進一步研發我國荷蘭乳牛（群）模擬選配 (Simulating Selection) 系統之重要參考依據。

誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會資訊中心 E 化領域科技計畫經費支持 (99 農科 -6.1.1- 畜 -L1(3))，資訊中心林禎前主任、潘國才主任、蔡依真技正等提供計畫執行建議，臺大姜延年老師與畜試所新竹分所張菊犁前分所長系統規劃指導與諮詢，SIGB 系統開發期間亦蒙獲李素珍主任、丁進來組長、任爾璋小姐、劉碧雲小姐與李世昌工程師於 DHI 計畫督導、牛奶樣品檢驗、資料建檔編輯、後端資料維護與軟、硬體測試安裝等項目之熱忱協助，以及畜產試驗所新竹分所賈玉祥分所長之文稿斧正，特此誌謝。

參考文獻

- 周鐵茅。1988。畜禽育種值估計模型的形成和發展。HEREDITAS (Beijing) 10(3)：46-48。
- 黃鈺嘉、蔡秀容、李世昌、張秀鑾、蕭宗法、張菊犁、吳明哲。2000。臺灣種公牛系譜與遺傳檢測資料庫國際網路化之研究。中畜會誌 29(增刊)：130。
- 陳志毅。2010。種公牛性能資訊查詢系統。乳牛精液選用研討會專輯。pp. 46-53。
- 陳志毅、李國華、張菊犁。2009a。荷蘭乳牛生產與體型之遺傳評估 I 美國優良種公牛名錄。酪農天地 84：32-40。
- 陳志毅、李國華、張菊犁。2009b。荷蘭乳牛生產與體型之遺傳評估 II 功能性之線型體型性狀。酪農天地 86：34-37。
- 張菊犁、曾青雲、李素珍、陳志毅、黃鈺嘉、李世昌、張秀鑾、吳明哲。2001。臺灣乳牛群性能改良計畫。畜產研究 34(4)：285-295。
- 張菊犁、曾青雲、陳志毅、李素珍、鄭瑞基、陳茂墻。1997。臺灣荷蘭乳牛群性能改良計畫。畜產研究 30(1)：56-65。
- 楊通廣、騰勇。2007。奶牛場的選種選配。中國乳業 2007(6)：60-62。
- 賴永裕、李世昌、林德育、黃鈺嘉、吳明哲。2009。臺灣畜產遺傳資源知識庫建置與應用。畜產研究 42(1)：19-27。
- Bourdon, R. M. 2000. Understanding Animal Breeding. 2nd Ed. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.
- Chen, J. Y., K. H. Lee and C. L. Chang. 2012. The establishment and application of decision support system of selecting elite Holstein dairy bull for mating to improve progeny Performance. AFITA/WCCA: 83.
- Hazel, L. N., G. E. Dickerson and A. E. Freeman. 1994. The selection index-then, now and for the future. J. Dairy Sci. 77: 3236-3251.

- Henderson, C. R. 1980. A simple method for unbiased estimation of variance components in mixed model. *J. Anim. Sci.* 51 (Suppl. 1): 119-125.
- Henderson, C. R. 1984. Application of linear models in animal breeding. University Guelph.
- Holstein Association. 2014. Total performance index and linear type evaluations. Sire summaries.
- Holstein Canada. 2002. WHO'S WHO-2002 February. Corporate Place, Brantford, Canada.
- Interbull. 1992. Sire evaluation procedures for dairy production traits practised in various countries. Bull. No. 5, International bull evaluation service, Uppsala, Sweden.
- Monardes, H. G. and J. F. Hayes. 1985. Genetic and phenotypic relationships between lactation cell counts and milk yield and composition of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68: 1250-1256.
- Mrode, R. A. and G. J. T. Swanson. 1996. Genetic and statistical properties of somatic cell count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy cattle. *Animal Breeding Abstr.* 64: 847-857.
- Norman, H. D., R. L. Powell and G. R. Wiggans. 1991. Comparison of genetic evaluations from animal model and modified contemporary comparison. *J. Dairy Sci.* 74: 2309-2316.
- Pearson, R. E. and R. H. Miller. 1981. Economic definition of total performance, breeding goals and breeding values for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64: 857-869.
- Rogers, G. W., G. Banos and U. Sander Nielsen. 1999. Genetic correlations among protein yield, productive life and type traits from the United States and diseases other than mastitis from Denmark and Sweden. *J. Dairy Sci.* 82: 1331-1338.
- Rupp, R. and D. Boichard. 1999. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits and milking ease in first-lactation Holsteins. *J. Dairy Sci.* 82: 2198-2204.
- Short, T. H. and T. J. Lawlor. 1992. Genetic parameters of conformation traits, milk yield and herd life in Holsteins. *J. Dairy Sci.* 75: 1987-1998.
- Schaeffer, L. R. 1994. Multiple-country comparison of dairy sires. *J. Dairy Sci.* 77: 2671-2678.
- Tsuruta, S., I. Misztal and T. J. Lawlor. 2004. Genetic correlations among production, body size, udder and productive life traits over time in Holstein. *J. Dairy Sci.* 87: 1457-1468.
- Tsuruta, S., I. Misztal and T. J. Lawlor. 2013. Short communication: genomic evaluations of final score for US Holsteins benefit from the inclusion of genotypes on cows. *J. Dairy Sci.* 96: 3332-3335.
- VanRaden, P. M. and G. R. Wiggans. 1991. Derivation, calculation and use of national animal model information. *J. Dairy Sci.* 74: 2737-2746.
- Wall, E., I. M. White, M. P. Coffey and S. Brotherstone. 2005. The relationship between fertility, rump angle and selected type information in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 88: 1521-1528.
- Waller, J. I. and E. Ezra. 2015. Environmental and genetic factors affecting cow survival of Israeli Holsteins. *J. Dairy Sci.* 98: 676-684.
- Weigel, K. A., T. J. Lawlor, P. M. VanRaden and G. R. Wiggans. 1998. Use of linear type and production data to supplement early predicted transmitting abilities for productive life. *J. Dairy Sci.* 81: 2040-2044.
- Westell, R. A. and L. D. Van Vleck. 1987. Simultaneous genetic evaluation of sires and cows for large population of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 70: 1006-1018.
- Wiggans, G. R., I. Misztal and L. D. Van Vleck. 1988. Implementation of an animal model for genetic evaluation of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 71(Suppl 2): 54-69.
- White, J. M., W. E. Vinson and R. E. Pearson. 1981. Dairy cattle improvement and genetics. *J. Dairy Sci.* 64: 1305-1317.

The development of a system for inquiring genetic evaluation of international dairy bulls (SIGB) ⁽¹⁾

I. Performance information query module of elite dairy bulls

Ji-Yi Chen ⁽²⁾⁽³⁾ and Kuo-Hua Lee ⁽²⁾

Received: Mar. 25, 2015; Accepted: May 29, 2015

Abstract

A system for inquiring genetic evaluation of international dairy bulls (SIGB) I. Performance information query module of elite dairy bulls was developed at website <http://www.tlrihc.gov.tw>. The purpose of this study was to establish a service platform providing information of international bulls to dairy farmers as a reference tool to select elite bulls to mate cows for improving dairy herd performance in Taiwan. This bull genetic evaluation module was based on dynamic web query mode to provide the user using National Association Animal Breeding code (NAAB code) to inquiry the basic information of the international certificated bulls and their traits which included milk production, type, management and linear functional type traits etc. The genetic evaluation database of SIGB integrated the international bulls genetic information from United States, Canada, Europe and other 27 countries. There were 93,598 head high-quality dairy bulls with genetic evaluation records. The bull genetic evaluation information from the United States was the highest proportion with 67,631 bulls (69.8%). The summarized mean and standard deviation and reliability (R%) of milk production (PTAM), milk fat yield (PTAF) and milk protein yield (PTAP) were 642 ± 778 kg, 32.8 ± 30.3 kg, 24.3 ± 2.8 kg and $75.1 \pm 7.9\%$, respectively. Among the predicted transmitting ability of type traits (PTAT), udder composition (UDC), leg and feet composition (FLC), the summarized mean and standard deviation and R% were 1.45 ± 0.18 , 1.31 ± 1.13 , 1.58 ± 1.52 and $76.4 \pm 6.7\%$, respectively. Management characters include somatic cell count score (SCS), productive life (PL month), daughter pregnancy rate (DPR%) and daughter calving ease (DCE%). The summarized mean and standard deviation and R% were 2.9 ± 0.2 , 2.2 ± 2.6 months, 0.2 ± 1.3 and 6.8 ± 1.7 and 75.5 ± 8.0 , respectively. The standard transmitting ability (STA) of the linear functional type traits which included rump angle (0.20 ± 0.96), rear legs side (-0.06 ± 0.94) and teat length (-0.09 ± 0.98) was close to the average of 0. The STA of other 15 type traits varied positive trend. This system would be able to assist dairy farmers based on cows performance to select elite bulls for corrective mating to promote genetic improvement of dairy herd milk production and their production life.

Key words: Elite dairy bull, Inquiring system, Predicted Transmitting Ability (PTA).

(1) Contribution No. 2237 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hsin-Chu Branch, COA-LRI, Miao-Li, Taiwan 36843, R.O.C.

(3) Corresponding Author, E-mail: jychen@mail.tlri.gov.tw.