

不同配種策略下乳牛場小牛淨收益模擬與分析

Simulation and analysis of calf net income in dairy farms under different breeding strategies

楊明桂(1) 郭雅心(1) 許佳憲(2) 李光復(2) 蕭振文(1) 涂柏安(1)

(1)農業部畜產試驗所北區分所 (2)農業部畜產試驗所南區分所

前言：

近年乳牛場面臨乳價波動、飼料成本上升與氣候變遷壓力，業者開始以乳x肉雜交 (Beef-on-Dairy, BoD) 提升經濟效益。此策略可將遺傳價值較低乳牛的後代轉化為高價值肉牛犢，增加收益並降低風險。其效益受繁殖效率、精液類型、價格與市場需求等因素影響。研究顯示，若牧場 21 日懷孕率達 20% 以上，配合性別精液與肉牛精液可同時確保後備牛供應並提升犢牛淨收益。經濟分析上，Premium Beef on Dairy 模型 (PBoD) 利用馬可夫鏈模擬不同配種策略下牛群結構與收益，已廣泛應用於歐美。但 BoD 採用須維持乳母犢平衡，避免外購壓力；若精液成本上升或乳母犢價偏低，收益恐下滑。臺灣牧場以荷蘭乳牛為主，傳統上對肉牛精液使用保守，但隨雜交犢價值提升，評估其在本地的經濟可行性已勢在必行。本研究據此建構馬可夫鏈模型，模擬不同肉牛精液比例下的犢牛結構與淨收益，提供國內乳牛場決策依據，促進乳肉整合與產業永續。

材料與方法：

本研究以馬可夫鏈模擬乳牛場每月牛群動態與繁殖成果。牛群分為後備女牛與經產牛兩類：後備女牛自 15 月齡起可配種，22 月齡未懷孕即淘汰，前兩次配種使用選性精液；經產牛於產後第 3 個月起配種，10 個月未懷孕淘汰，依情境設定肉牛精液使用比例 (0-100%)。模擬參數包括牛群規模 350 頭、汰換率 27%、21 日懷孕率 28%、後備牛首配受胎率 65% 及死產率 7%。每月所需替代母牛數依汰換與死亡率計算，以確保長期穩態。依配種率與受胎率遞迴計算各配種次數下可配種牛數與犢牛產出。根據精液類型與比例，區分乳母犢、乳公犢與乳x肉雜交犢，分別設定價格 3 萬、8 千與 2.5 萬元。每月犢牛淨收益為總犢值扣除精液成本並調整後備母犢不足或盈餘。進一步以敏感性分析探討精液成本與犢牛價格變動對淨收益影響，並以數值迭代 (R 語言 uniroot 函數) 求得乳x肉雜交犢損益平衡價格，作為評估不同配種策略經濟效益之依據。

結果與討論：

本研究顯示，當經產牛使用肉牛精液比例由 0% 提升至 100%，乳用母公犢數量分別由每月 21.2 與 9.1 頭降至 16.9 與 4.8 頭，而乳x肉雜交犢 (母、公犢) 各由 0.5 頭增至 4.3 頭 (表 1)，出生結構明顯轉向雜交型。雜交犢產值由 0 元增至約 26 萬元，犢牛總產值由 85.7 萬提升至 98.3 萬元，精液成本因肉牛精液較便宜而降至 14.9 萬元，使犢牛淨收益由 35.6 萬增至 53.4 萬元，提升約五成。惟後備乳母犢供應降至接近平衡，顯示仍需搭配性別精液維持更新穩定。在市場變動下 (圖 1)，肉牛犢價格與精液成本對淨收益具高度敏感性。當乳用犢價低或精液成本高時，須提高肉牛精液比例以維持正收益；當肉牛犢價偏低時，過度依賴則壓縮利潤。高肉牛犢價情境下所有策略均維持正收益。整體而言，提高肉牛精液使用比例可顯著增加乳牛場經濟效益與市場彈性，但需兼顧後備母犢供應與繁殖管理，以確保長期永續與群體結構平衡。

表 1. 在後備女牛第一、第二次配種使用選性精液之策略下，經產牛

使用不同肉牛精液比例對各類犢牛出生數量的影響

| Proportion of beef semen used (%) | Calves produced | | | | | | | |
|---|---------------------|--|-------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|--|
| | Female dairy calves | | Male dairy calves | | Female crossbred calves | | Male crossbred calves | |
| | (head/month) | | (head/month) | | (head/month) | | (head/month) | |
| 0% | 21.2 | | 9.1 | | 0 | | 0 | |
| 25% | 20.6 | | 8.6 | | 0.5 | | 0.5 | |
| 50% | 18.6 | | 6.6 | | 2.5 | | 2.5 | |
| 75% | 17.7 | | 5.7 | | 3.5 | | 3.5 | |
| 100% | 16.9 | | 4.8 | | 4.3 | | 4.3 | |

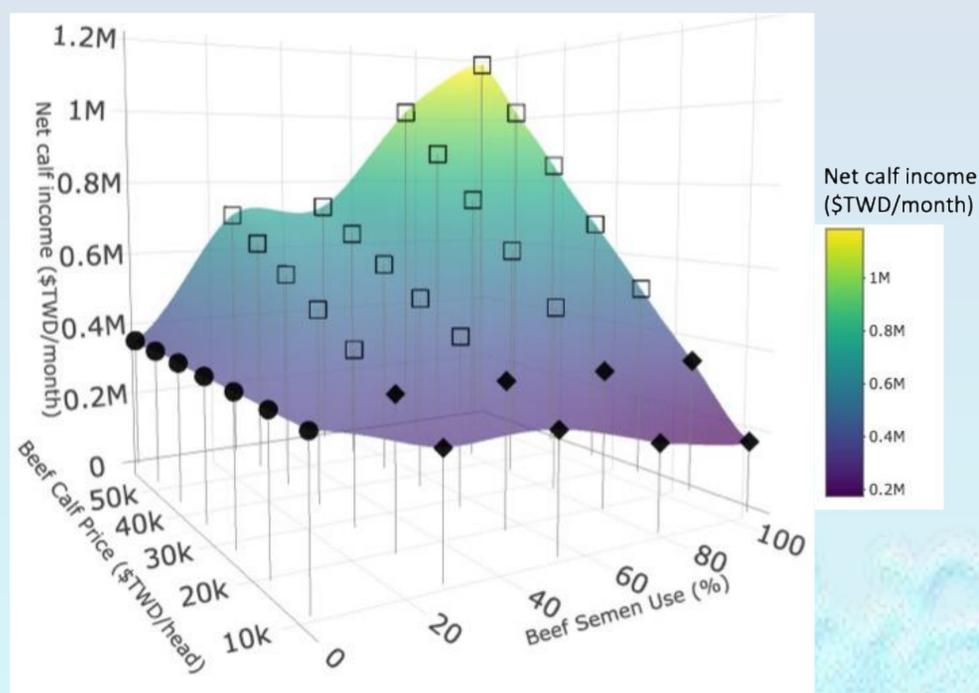


圖 1、肉牛犢價格 (beef calf price, \$TWD/頭) 與經產牛肉牛精液使用比例 (beef semen use, %) 對犢牛產值淨收益 (net calf income, \$TWD/月) 之間的關係。圓形、方形及菱形分別代表不同策略下及肉牛犢價格情境下，犢牛產值淨收益相同、高於或是低於基礎情境 (2025 年 4 月肉牛犢價格)。