

季節變化與胎次對臺灣荷蘭種泌乳牛產乳量、 乳成分及乳脂肪酸組成之影響⁽¹⁾

王思涵⁽²⁾⁽³⁾ 廖曉涵⁽²⁾ 涂柏安⁽²⁾ 楊明桂⁽²⁾ 林宗毅⁽²⁾

收件日期：110 年 6 月 9 日；接受日期：110 年 9 月 24 日

摘 要

本研究旨在探討季節變化與胎次對荷蘭種泌乳牛產乳量、乳成分及乳脂肪酸組成之影響。個別牛採樣日乳量、採樣日期及胎次資料來自行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所乳牛群性能改良計畫 (Dairy herd improvement, DHI) 資料庫，資料期間為 2020 年 1 月至 12 月，共 156 個泌乳牛群，每月生乳樣品分析項目包含乳脂肪率、乳真蛋白質率及乳脂肪酸。不同季節對 DHI 乳牛場個別牛乳樣分析結果顯示，隻日產乳量以春季最高 (26.44 kg/d)，且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)；乳脂肪率以冬季最高 (4.07%)，且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)；乳真蛋白質率以春季 (3.24%) 及冬季最高 (3.24%)，春季及冬季乳真蛋白質率顯著高於夏季及秋季 ($P < 0.05$)。新型合成、混合型及預製型脂肪酸占總脂肪酸含量皆以秋季之含量較高，且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。不同胎次對 DHI 乳牛場個別牛乳樣分析結果顯示，隻日產乳量以第 3 及 4 胎次最高 (26.82 及 26.85 kg/d) 顯著高於其他胎次 ($P < 0.05$)。第 1、2 及 3 胎次乳脂肪率最高且顯著高於其他胎次 ($P < 0.05$)；乳真蛋白質率以第 2 胎次最高 (3.23%)。新型合成及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量，以第 1 胎次最低 (23.03 及 32.09%)，且顯著低於其他胎次 ($P < 0.05$)；預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以第 1 胎次最高 (39.31%)，且顯著高於其他胎次 ($P < 0.05$)。綜上所述，牛群隻日產乳量以春季最高、乳脂肪率以冬季最高、乳真蛋白質率以春季及冬季最高；新型合成及預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高，混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以夏季及秋季最高。牛群乳脂肪率及乳真蛋白質率以第 2 胎次較佳，新型合成及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以第 1 胎次最低，而預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以第 4 胎次及大於第 5 胎次最低。藉由探究季節及胎次對泌乳牛產乳量及乳成分之影響，以期提供更多乳牛健康管理綜合評估之依據。

關鍵詞：荷蘭種泌乳牛、季節、胎次、乳脂肪酸。

緒 言

牛乳中脂肪及真蛋白質含量是影響乳價最主要的因素之一 (Bailey *et al.*, 2005)，乳成分變化不僅代表牛乳品質，更可以作為評估牛隻健康狀況之依據。影響乳成分之因素眾多，包括外在因素如季節、飼養管理及擠乳頻率等；內在因素如遺傳 (Soyeurt *et al.*, 2011)、胎次及泌乳階段 (Stoop *et al.*, 2009) 等。由於血液循環與乳汁生產關係密切，乳成分作為牛群管理工具已是無庸置疑的，而利用傅立葉紅外線光譜法 (fourier-transform infrared spectroscopy, FTIR) 進行乳成分分析，如乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及尿素氮等除納入乳成分計價或常規檢測項目外，這些資料更廣泛的被酪農、營養師或獸醫師作為管理泌乳牛群之重要依據。隨著 FTIR 分析技術的進步，生乳中較複雜且非例行性檢測之成分分析方法已於各乳品檢驗室中被應用，包括特定短、中、長鏈脂肪酸或乳鐵蛋白含量等 (Gengler *et al.*, 2016)。乳牛多為溫寒帶歐洲牛 (*Bos taurus*)，引進臺灣後其乳質變異很大，主要受到環境溫度、濕度及飼糧組成等之影響。環境溫度與乳脂肪率呈現負相關，當環境溫度由 10°C 提高至 40.5°C 時乳量顯著減少，乳脂肪率卻於 10°C 至 32.5°C 間稍微降低，但再提高溫度時乳量大幅下降時乳脂肪率反而上升 (宋, 2006)。季節與胎次會顯著影響產乳量、乳成分，特別是環境高溫對整體產乳量、乳成分及體細胞數之影響 (Yang *et al.*, 2013)。溫濕度指數逐漸由 80.1 降至 63.2 時，4% 校正乳量亦由 28.7 kg/d 攀升至 33.3 kg/d，且隨溫濕度指數上升，而 4% 脂肪校正乳量則隨之下降，可見溫濕度變化對乳量之影響，冬季乳 (11、12 及 1 月) 及春季乳 (2、3 及 4 月) 之 4% 脂肪校正乳量顯著高於

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2680 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: shwang@mail.tlri.gov.tw。

夏季乳(5、6及7月)，但乳脂肪率及乳蛋白質率等無顯著差異(洪, 2008)。母牛年齡胎次或多或少會造成乳成分的差異，但並不明顯。胎次增加乳汁中各主要組成成分均降低，但乳脂肪率之減少終生只降低0.2—0.3%，無脂固形物之減少比例在0.4—0.6%間(宋, 2006)。乳腺合成乳脂肪主要分成兩個部分，乳腺上皮細胞會利用瘤胃微生物分解部分纖維及澱粉所產生乙酸，合成短鏈及中鏈脂肪酸(C4—14及部分C16)；或利用體循環中的脂肪酸合成長鏈脂肪酸(\geq C18)，正常狀況下這兩種來源合成之脂肪酸比例約各為50%，但當牛隻因飼糧改變、瘤胃發酵狀況不佳甚至疾病發生，則瘤胃乙酸來源之脂肪酸合成量則會減少(Bauman and Lock)，乳牛之泌乳階段與能量平衡狀況為影響乳脂肪組成變化及脂肪酸代謝路徑之主要因素(Stoop *et al.*, 2009)。利用FTIR法分析乳脂肪酸，總脂肪酸之結果與GC法之相對標準偏差最小，其次為新型合成脂肪酸。而混合型及預製型脂肪酸之數值差異較大，且主要是C16與C18兩個碳的差異所致。以FTIR法分析乳脂肪酸，相較於新型合成脂肪酸而言，區分混合型及預製型脂肪酸之挑戰性較大(Woolpert *et al.*, 2016)。Van *et al.* (2020)試驗結果發現，初產牛生乳中C18:0脂肪酸(14.57%)及C18:1脂肪酸(28.12%)占總脂肪酸含量顯著高於經產牛生乳中C18:0脂肪酸(12.67%)及C18:1脂肪酸(26.27%)占總脂肪酸含量($P < 0.05$)，初產牛相較於經產牛而言，須同時兼顧生長及泌乳需求，對於能量的需求較高，因而調動較多身體備用脂肪。本研究旨在探討季節變化與胎次對荷蘭種泌乳牛產乳量、乳成分及乳脂肪酸組成之影響，期藉此提供國內酪農作為在不同季節牛群營養配方調製或分群飼養管理之依據。

材料與方法

I. 試驗資料來源

牛群採樣日乳量、採樣日期及胎次資料由行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所DHI資料庫提供，分析資料期間為2020年1月至12月，共156個泌乳牛群，每月同一代號之DHI生乳樣本視為單一泌乳牛群。試驗全期使用之DHI個別牛群乳樣共計174,917件。

II. 乳成分檢測方法

- (i) 生乳成分分析儀器：使用丹麥FOSS公司MilkoScan™ FT+及Fossomatic™ FC進行生乳成分及體細胞數分析，分析項目包含乳脂肪率、乳真蛋白質率、乳糖率、無脂固形物率、乳尿素氮、酪蛋白率、體細胞數及游離脂肪酸等濃度。並安裝Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組進行乳脂肪酸分析。
- (ii) Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組原廠建立方法：全光譜乳脂肪酸分析模組使用氣相層析法(gas chromatography, GC)分析之乳脂肪酸數值為建立基礎並驗證，且樣品備製與分析方式以ISO15885 | IDF 184:2002為依據。生乳樣品來自於法國及美國數州，且以總乳或個別牛乳為主，以符合乳品質檢驗室常規樣品來源。使用MilkoScan™ 7 RM, MilkoScan™ FT+及MilkoScan FT 6000三款機型同時進行乳脂肪酸分析。新合成型(de novo)、混合型(mixed)及預製型(preformed)脂肪酸預測模組的建立皆分別使用169組總乳樣品及388組個別牛乳樣品(Schwarz, 2018, Schwarz *et al.*, 2018)。
- (iii) Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組原廠驗證方法：生乳樣品來自於挪威、瑞典、英國及美國數州，且以總乳或個別牛乳為主，以符合乳品質檢驗室常規樣品來源。使用MilkoScan™ 7 RM, MilkoScan™ FT+及MilkoScan FT 6000三款機型同時進行乳脂肪酸分析。新合成型、混合型及預製型脂肪酸預測模組的建立皆分別使用219組總乳樣品及84組個別牛乳樣品(Schwarz, 2018, Schwarz *et al.*, 2018)。
- (iv) Fatty Acid Origin脂肪酸分析模組單位：乳脂肪酸可使用不同單位表示，以牛乳為基礎：g specific Fatty Acids/100 g Milk或以總脂肪酸為基礎：g specific Fatty Acids/100 g Total Fatty Acids。脂肪酸模組使用之單位以牛乳為基礎，是因為其無法將脂肪與剩餘的牛乳完全分離。GC法分析乳脂肪酸前，需要萃取所有的脂肪並轉化成脂肪酸甲酯(fatty acid methyl ester) (ISO 14156 | IDF 172:2001)。脂肪酸分析模組單位換算公式如下：

$$g \text{ de novo Fatty Acid}/100 \text{ g Total Fatty Acids} = (g \text{ de novo Fatty Acid}/100 \text{ g Milk}) / \text{total Fat\%} \times 0.95 \times 100.$$

上述公式中之0.95為MilkoScan™利用光譜資料預測出之總脂肪量轉換為脂肪酸之係數。

- (v) 新竹分所乳品檢驗室生乳成分分析流程：儀器開機、流道清洗、歸零及預熱。電腦依次輸入待檢驗酪農戶代號及樣品數量；生乳樣品置43℃水浴槽內預熱約10分鐘後，即進行上機檢測。生乳成分原始數據即時傳送至乳成分分析儀資料庫電腦內儲存並備份。
- (vi) Fatty Acid Origin乳脂肪酸分析模組原廠定義：新合成型脂肪酸涵蓋範圍為C4:0、C6:0、C8:0、C10:0、C12:0、C14:0及C14:1；混合型脂肪酸涵蓋範圍為C16:0及C16:1；預製型脂肪酸涵蓋範圍為C15:0、C17:0、C18:0、C18:1、C18:2、C18:3、C20:0、C20:2、C22:0及C24:0。

- (vii) 新竹分所乳品檢驗室之脂肪酸分析模組校正程序：將 12 組相同來源生乳樣品，同時以 GC 法與 FTIR 法進行乳脂肪酸數值分析。GC 法分析乳脂肪酸委由歐陸檢驗公司進行檢測。脂肪酸數值校正部分採絕對數值之校正方式，即將 GC 法分析之個別脂肪酸數值依據新合成型、混合型及預製型脂肪酸定義之脂肪酸涵蓋範圍進行加總換算。其中，預製型脂肪酸未涵蓋以下長鏈脂肪酸：C18：4、C20：1、C20：3、C20：4、C20：5、C22：1、C22：2、C22：3、C22：4、C22：5、C22：6 及 C24：1。

III. 試驗資料分類

試驗資料依據季節區分成春季 (2、3 及 4 月)、夏季 (5、6 及 7 月)、秋季 (8、9 及 10 月) 及冬季 (11、12 及 1 月)；依據胎次區分成第 1 胎次、第 2 胎次、第 3 胎次、第 4 胎次及大於第 5 胎次。

IV. 統計分析

試驗所得數值資料，使用統計分析軟體 (SAS, 2002) 中 ANOVA 程序進行變方分析，再以 Scheffé Test 檢定進行多重比較，以 $P < 0.05$ 表示具有顯著差異。

結果與討論

依據季節將 DHI 個別牛採樣日乳量及乳成分資料進行分類，以了解不同季節對 DHI 乳牛場個別牛乳量及乳樣成分之影響結果如表 1 所示。資料區分成春季、夏季、秋季及冬季。初步結果顯示，隻日產乳量以春季最高 (26.44 kg/d)，而秋季最低 (24.75 kg/d)，且春季隻日產乳量顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。乳脂肪率以冬季最高 (4.07%)，而夏季最低 (3.95%)。冬季乳脂肪率顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。乳真蛋白質率以春季 (3.24%) 及冬季最高 (3.24%)，夏季最低 (3.15%)，春季及冬季乳真蛋白質率顯著高於夏季及秋季 ($P < 0.05$)。由上述結果可得知，DHI 個別牛採樣日乳量以秋季最低，而個別牛乳樣品平均脂肪率及平均真蛋白質率則以夏季最低。乳品加工廠收購酪農原料生乳驗收及計價要點定義冬期為每年 12 月至翌年 3 月，暖期為 4、5、10、11 月，夏期為每年 6 月至 9 月，其中夏季即每年 6 月至 9 月之生乳收購價格最高，使得國內酪農偏好產期調節即將母牛之分娩月份集中，使泌乳高峰落於夏季期獲得最佳收益。根據陳等 (2008) 研究結果指出，2007 年之牛隻分娩頻度資料顯示，3 月與 9 月份是年度分娩的兩個高峰，分別占 11.0% 與 10.4%。其中，3 月份分娩的牛群主要是初產牛頻度為 6.6%，9 月份者則為經產牛頻度為 8.0%。本試驗結果 DHI 個別牛採樣日乳量以秋季最低，可能與國內酪農偏好產期調節且 3 月份分娩牛群以初產牛為主有關。中央氣象局 2020 年 11 個位於本島平地測站點平均氣溫整理結果顯示，1 月至 12 月之每月平均溫度依序為 18.9、19.4、21.9、27.2、29.6、30.1、29.1、28.2、25.7、23.9 及 19.8℃，春季 (2 月、3 月及 4 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 21.2 及 30.6℃；夏季 (5、6 及 7 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 29.0℃ 及 35.2℃；秋季 (8、9 及 10 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 27.7 及 33.3℃；冬季 (11、12 及 1 月) 三個月平均溫度及最高溫度分別為 20.8 及 28.9℃。本試驗結果個別牛乳樣品平均脂肪率及平均真蛋白質率也以夏季最低，說明環境溫度對於乳品質的影響不小。

不同季節 DHI 乳牛場個別牛乳樣新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量，以秋季最高 (22.31%)，而春季及冬季最低 (22.04 及 22.08%)。秋季新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以夏季及秋季最高 (31.18 及 31.16%)，春季與冬季最低 (30.28 及 30.35%)。預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高 (38.37%) 且顯著高於其他季節 ($P < 0.05$)。乳脂肪之質與量均受飼料組成與營養所影響。營養不足時乳量降低，乳脂肪率增加。當牛隻禁食一週時，乳脂肪中短鏈脂肪酸之 80% 轉變為油酸，即 C14 以下之短鏈脂肪酸自 22.6% 降為 4.8%，而油酸自 35.9% 增加為 52.8%。一般泌乳牛於泌乳初期體重降低，使體重減少之多或少實與乳脂肪中不飽和脂肪酸之碘價有關，故營養不足時乳牛會利用體脂肪以生產乳脂肪 (宋, 2006)。飼糧中碳水化合物與乳脂肪率密切相關，不足的乾草給予量會造成產乳量及乳脂肪率下降，又纖維與澱粉之類型與結構皆會影響乳脂肪率。

Palmquist *et al.* (1993) 除利用 GC 法檢測乳脂肪酸濃度，並進一步研究美國境內不同季節之乳脂肪酸變化，結果顯示 2 月時，C4 — C14 (C4：0、C6：0、C8：0、C10：0、C12：0、C14：0 及 C14：1)、C16 (C16：0 及 C16：1) 及 C18 (C18：0、C18：1 及 C18：2) 占總脂肪酸含量依序為 27.83、33.21 及 38.96%；5 月時之含量依序為 26.96、31.76 及 41.29%；8 月時之含量依序為 25.7、32.17 及 42.14%；11 月時之含量依序為 27.77、34.15 及 38.09%。其中，C4 — C14 占總脂肪酸含量以 2 月時最高 (27.83%)，而 8 月時最低 (25.7%)；C16 占總脂肪酸含量以 11 月時最高 (34.15%)，而 5 月時最低 (31.76%)；C18 占總脂肪酸含量以 8 月時最高 (42.14%)，而 11 月時最低 (38.09%)。美國境內並不普遍使用產期調節，因此季節對於乳脂肪酸的影響多半來自於飼糧因素。整體而言，暖季時乳中 C16

占總脂肪酸含量較低，而 C18 占總脂肪酸含量較高，可能與暖季時牛群飼糧採高脂肪配方有關。而 5 月時乳中 C18:2 占總脂肪酸含量最高，則因牛群採放牧或早春季節分娩之牛隻較容易發生能量負平衡所致。8 月熱季時，高能量攝取量使得牛體代謝熱增加，也會導致飼料採食量下降，影響乳脂肪酸組成 (Palmquist *et al.*, 1993)。上述試驗以 GC 法進行乳脂肪酸分析與本試驗使用之方法不同，使用方法之差異或許可說明為何本試驗不同季節之 C4:0、C6:0、C8:0、C10:0、C12:0、C14:0 及 C14:1 總和 (新合成型脂肪酸)、C16:0 及 C16:1 總和 (混合型脂肪酸) 占總脂肪酸含量皆低於美國境內試驗結果，因為 FTIR 在分析乳脂肪酸的過程中，並無額外萃取脂肪過程使得部分脂肪酸會因此遺漏，導致其結果與 GC 法所得之數值間有落差。有鑒於此，僅參考國外資料作為評估國內乳脂肪酸之季節影響並不可行。利用 FTIR 方法進行國內生乳不同季節脂肪酸數值收集與分析，期建立新合成型、混合型及預製型脂肪酸占乳脂肪酸之 FTIR 分析數據正常值範圍。乳成分如乳糖、非酯化脂肪酸、膽固醇等可延伸作為生物指標，以評估牛隻之生理參數是否處於正常或偏離 (Bjerre-Harpøth *et al.*, 2012)。

表 1. 季節對個別牛採樣日隻日產乳量、平均乳脂肪率、平均乳真蛋白質率及乳脂肪酸之影響

Table 1. Effects of seasonal¹ change on daily milk yield and the monthly mean of test-day milk samples² milk fat, true protein and fatty acid composition

Item	Spring (n ³ = 43,643)	Summer (n = 45,115)	Fall (n = 44,888)	Winter (n = 41,039)	P-value
Milk yield, kg/d	26.44 ± 8.82 ^{a*}	25.40 ± 8.41 ^c	24.75 ± 8.32 ^d	25.78 ± 8.57 ^b	< 0.05
Fat, %	4.02 ± 0.85 ^c	3.95 ± 0.87 ^d	4.05 ± 0.89 ^b	4.07 ± 0.88 ^a	< 0.05
True protein, %	3.24 ± 0.43 ^a	3.15 ± 0.41 ^c	3.16 ± 0.44 ^b	3.24 ± 0.46 ^a	< 0.05
Fatty acids ⁴ (g/100g of total FA)					
de novo FA	22.04 ± 3.72 ^c	22.17 ± 3.72 ^b	22.31 ± 3.80 ^a	22.08 ± 3.77 ^c	< 0.05
mixed FA	30.28 ± 3.61 ^b	31.18 ± 3.51 ^a	31.16 ± 3.60 ^a	30.35 ± 3.74 ^b	< 0.05
preformed FA	35.12 ± 6.31 ^d	37.61 ± 6.07 ^b	38.37 ± 6.27 ^a	35.79 ± 6.32 ^c	< 0.05

^{a, b, c, d} Means within a row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

* Mean ± standard deviation.

¹ Spring (February, March and April), summer (May, June and July), fall (August, September and October), winter (November, December and January).

² Data were collected from DHI database January to December 2020.

³ n = milk samples size.

⁴ De novo FA (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0 and C14:1), mixed FA (C16 and C16:1), preformed FA (C15:0, C17:0, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:0, C20:2, C 22:0 and C24:0).

依據胎次將隻日產乳量及乳成分資料進行分類，以了解不同胎次對 DHI 乳牛場個別牛乳樣成分之影響結果如表 2 所示。資料區分成第 1 胎次、第 2 胎次、第 3 胎次、第 4 胎次及大於第 5 胎次。初步結果顯示，隨牛群胎次的增加其隻日產乳量有隨之上升之趨勢。隻日產乳量以第 3 胎次與第 4 胎次 (26.82 及 26.85 kg/d) 最高，而第 1 胎次最低 (24.49 kg/d) (P < 0.05)。乳脂肪率以第 1、2 及 3 胎次最高 (4.03、4.04 及 4.02%)，大於第 5 胎次乳脂肪率顯著低於其他胎次 (P < 0.05)。乳真蛋白質率以第 2 胎次最高 (3.23%)，大於第 5 胎次最低 (3.09%)。第 2 胎次乳真蛋白質率顯著高於其他胎次 (P < 0.05)。Yang *et al.* (2013) 利用 9,727 筆 DHI 進行胎次與季節對乳成分之研究指出，第 1 胎次至第 4 胎次牛群之隻日產乳量依序為 25.94、28.45、28.81 及 29.05 kg/d，第 1 胎次牛群日平均乳量顯著低於其他胎次 (P < 0.05)；乳脂肪率部分第 1 胎次至第 4 胎次依序為 3.88、3.93、3.92 及 3.91%，第 1 胎次乳脂肪率顯著低於其他胎次 (P < 0.05)，但其餘胎次間乳脂肪率則無顯著差異；平均乳蛋白質率部分第 1 胎次至第 4 胎次依序為 3.09、3.11、3.09 及 3.07%，第 1 胎次至第 3 胎次之平均乳蛋白質率間並無顯著差異，第 4 胎次平均乳蛋白質率與第 1 胎次及第 3 胎次間無顯著差異，但第 4 胎次平均乳蛋白質率顯著低於第 2 胎次 (P < 0.05)。一般而言，第 1 胎次牛群由於須兼顧生長與泌乳需求，其隻日產乳量及乳脂肪率會較其他胎次低。Lee and Kim (2006) 研究結果指出，各胎次乳量 (305 天—2 次擠乳—體成熟，305-2X-ME 乳量) 依序為 8,431、9,774、10,191、10,812 及 10,611 kg，產乳量隨胎次增加而逐漸上升 (P < 0.01)。牛隻分娩一個月內，第 3 胎次、第 4 胎次及大於第 5 胎次牛群其體態評分指數 (body conditions score, BCS) 下降幅度顯著大於第 1 胎次牛群 (P < 0.01)，且第 4 胎次及大於第 5 胎次牛群於產後三個月時其 BCS 恢復比例顯著低於第 1 胎次、第 2 胎次及第 3 胎次牛群 (P < 0.01)，而大於第 5 胎次牛群至分娩後 5 個月才恢復至相同水準。產乳量隨著胎次而增加，於泌乳早期似乎也加劇能量負平衡狀況，因此使得第 3 胎次至大於第 5 胎次的牛群 BCS 下降較明顯。本試驗結果與上述研究趨勢相似，唯不同胎次間數值是否有顯著差異部分有異，可能與本試驗使

用之不同胎次 DHI 個別牛群乳樣之樣品數量差異有關，試驗全期使用之 DHI 個別牛群乳樣共計 174,917 件，其中自第 1 胎次至大於第 5 胎次資料件數依序為 78,623、49,944、26,385、12,467 及 7,498 個，第 1 胎次資料數占比最大，而大於第 5 胎次占比最小，第 4 胎次及大於第 5 胎次資料量相對偏少或許會造成各胎次數值比較時出現偏誤。而隨著牛群胎次增加其乳脂肪率、乳蛋白質率及酪蛋白率會隨之增加之論述各報告間並不一致 (Yang *et al.*, 2013)。本試驗第 2 胎次牛群乳脂肪率及乳真蛋白質率優於其他胎次，可能與第 2 胎次牛群其能量平衡狀況較其他胎次牛群佳有關。

表 2. 胎次對個別牛採樣日隻日產乳量、平均乳脂肪率、平均乳真蛋白質率及乳脂肪酸之影響

Table 2. Effects of cow's parity on daily milk yield and the monthly mean of test-day milk samples¹ milk fat, true protein and fatty acid composition

Item	Parity				
	1 (n ² = 78,623)	2 (n = 49,944)	3 (n = 26,385)	4 (n = 12,467)	> 5 (n = 7,498)
Milk yield, kg/d	24.49 ± 6.88 ^{d*}	26.35 ± 9.32 ^b	26.82 ± 9.86 ^a	26.85 ± 9.98 ^a	25.66 ± 9.93 ^c
Fat, %	4.03 ± 0.85 ^a	4.04 ± 0.89 ^a	4.02 ± 0.90 ^a	3.98 ± 0.88 ^b	3.92 ± 0.88 ^c
True protein, %	3.20 ± 0.43 ^b	3.23 ± 0.45 ^a	3.18 ± 0.44 ^c	3.14 ± 0.43 ^d	3.09 ± 0.42 ^e
Fatty acids ³ (g/100g of total FA)					
de novo FA	23.03 ± 3.97 ^b	23.57 ± 3.85 ^a	23.48 ± 4.04 ^a	23.61 ± 3.98 ^a	23.52 ± 3.86 ^a
mixed FA	32.09 ± 3.79 ^d	32.58 ± 3.79 ^b	32.48 ± 3.98 ^c	32.66 ± 3.84 ^b	32.90 ± 3.80 ^a
preformed FA	39.31 ± 6.67 ^a	38.15 ± 6.60 ^c	38.32 ± 6.91 ^b	37.94 ± 6.74 ^d	37.65 ± 6.69 ^d

a, b, c, d Means within a row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

* Mean ± standard deviation.

¹ Data were collected from DHI database January to December 2020.

² n = milk samples size.

³ de novo FA (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0 and C14:1), mixed FA (C16 and C16:1), preformed FA (C15:0, C17:0, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:0, C20:2, C 22:0 and C24:0).

不同胎次 DHI 乳牛場個別牛乳樣新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量結果顯示，第 1 胎次之新合成型及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量顯著低於其他胎次 (23.03 及 32.09%) (P < 0.05)。第 1 胎次預製型脂肪酸占總脂肪酸含量顯著高於其他胎次 (39.31%) (P < 0.05)。Van *et al.* (2020) 試驗結果發現，經產牛生乳中 C4 – C14 脂肪酸 (21.64%) 及 C16 : 0 脂肪酸 (33.47%) 占總脂肪酸含量顯著高於初產牛生乳中 C4 – C14 脂肪酸 (19.7%) 及 C16 : 0 脂肪酸 (31.78%) 占總脂肪酸含量 (P < 0.05)。相反地，初產牛生乳中 C18 : 0 脂肪酸 (14.57%) 及 C18 : 1 脂肪酸 (28.12%) 占總脂肪酸含量顯著高於經產牛生乳中 C18 : 0 脂肪酸 (12.67%) 及 C18 : 1 脂肪酸 (26.27%) 占總脂肪酸含量 (P < 0.05)。初產牛相較於經產牛而言，須同時兼顧生長及泌乳需求，對於能量的需求較高，因而調動較多身體備用脂肪。本試驗結果與上述結果趨近，而將經產牛胎次更細分可觀察到牛群於大於第 5 胎次時由於其產乳量顯著低於其他經產牛，其新合成型及混合型脂肪酸占總脂肪酸含量最高，而預製型脂肪酸占總脂肪酸含量最低，可能說明牛群朝處於正能量狀態身體開始貯存體脂肪。

結 論

牛群隻日產乳量以春季最高、乳脂肪率以冬季最高、乳真蛋白質率以春季及冬季最高；新合成型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高、混合型脂肪酸占總脂肪酸含量以夏季及秋季最高、預製型脂肪酸占總脂肪酸含量以秋季最高。根據上述初步結果可得知季節變化會影響牛群之隻日產乳量及乳成分及乳脂肪酸組成。隨牛群胎次的增加其隻日產乳量有隨之上升之趨勢，隻日產乳量以第 3 及 4 胎次最高。第 1、2 及 3 胎次牛群乳脂肪率顯著高於第 4 及大於第 5 胎次，第 2 胎次牛群乳真蛋白質率高於其他胎次。第 2 胎次牛群其乳脂肪率及乳真蛋白質率較其他胎次高可能與其能量平衡狀況較其他胎次牛群佳有關。而本試驗可觀察到牛群於大於第 5 胎次時由於其產乳量顯著低於其他經產牛，其混合型脂肪酸占總脂肪酸含量最高，而預製型脂肪酸占總脂肪酸含量最低，由於乳中各類脂肪酸變化與牛體脂肪代謝或移動息息相關，或許說明大於第 5 胎次牛群處於正能量狀態且身體開始貯存體脂肪。利用 FTIR 法

將複雜的乳脂肪酸組成分析變成常態性的檢測項目，並搭配國內既有用來作為評估飼養管理之乳成分標準如乳脂肪率、乳蛋白質率、尿素氮、檸檬酸及丙酮或 β - 羥基丁酸等資料，期能開發出更全面的乳牛健康管理綜合指標。

誌 謝

試驗期間感謝社團法人中華民國乳業協會協助樣品收集與分析及畜產試驗所新竹分所邱怡萍小姐協助資料整理。

參考文獻

- 宋永義。2006。新編乳牛學。華香園出版社。臺北市。
- 洪光宇。2008。季節、泌乳階段及乳產量對牛乳中鈣離子濃度及乳成分之影響。國立屏東科技大學畜產系碩士學位論文，屏東市。
- 陳志毅、李國華、張菊犁、姜延年。2008。臺灣 DHI 各月份牛隻分娩頻度之變化。第 16 屆亞洲酪農研討會。
- Bailey, K. W., C. M. Jones, and A. J. Heinrichs. 2005. Economic returns to Holstein and Jersey farms under multiple component pricing. *J. Dairy Sci.* 88: 2269-2280.
- Bauman, D. E. and A. L. Lock. 2006. Conjugated linoleic acid: biosynthesis and nutritional significance. In: P. F. Fox and P. L. H. McSweeney (Eds.) *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids*, 3rd Edition. pp. 93-136. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA.
- Bjerre-Harpøth, V., N. C. Friggens, V. M. Thorup, T. Larsen, B. M. Damgaard, K. L. Ingvarsen, and K. M. Moyes. 2012. Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 95: 2362-2380.
- Gengler, N., H. Soyeurt, F. Dehareng C. Bastin, F. Colinet, H. Hammami, M. L. Vanrobays, A. Lainé, S. Vanderick, C. Grelet, A. Vanlierde, E. Froidmont, and P. Dardenne. 2016. Capitalizing on fine milk composition for breeding and management of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99: 4071-4079.
- ISO 15885 | IDF 184: 2002: Milkfat - Determination of the fatty acid composition by gas-liquid chromatography.
- Lee J. Y. and I. H. Kim. 2006. Advancing parity is associated with high milk production at the cost of body condition and increased periparturient disorders in dairy herds. *J. Vet. Sci.* 7: 161-166.
- Palmquist, D. L., A. D. Beaulieu, and D. M. Barbano. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76: 1753-1771.
- SAS. 2002. SAS User's guide: Basics, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC. USA.
- Stoop, W. M., H. Bovehuis, J. M. Heck, and J. A. van Arendonk. 2009. Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 92: 1469-1478.
- Soyeurt, H., F. Dehareng, N. Gengler, S. McParland, E. Wall, D. P. Berry, M. Coffey, and P. Dardenne. 2011. Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. *J. Dairy Sci.* 94: 1657-1667.
- Schwarz, D. 2018. Fatty acid profiling according to origin for optimizing feeding and management of dairy cows - a new approach. FOSS white paper.
- Schwarz, D., M. R. Bak, and P. W. Hansen. 2018. The new FOSS fatty acid origin package - basics behind the prediction models. FOSS white paper.
- Van Q. C. D., E. Knapp, J. L. Hornick, and I. Dufrasne. 2020. Influence of days in milk and parity on milk and blood fatty acid concentrations, blood metabolites and hormones in early lactation Holstein cows. *Animals*. 10(11): 2081.
- Woolpert, M. E., H. M. Dann, K. W. Cotanch, C. Melilli, L. E. Chase, R. J. Grant, and D. M. Barbano. 2016. Management, nutrition, and lactation performance are related to bulk tank milk de novo fatty acid concentration on northeastern US dairy farms. *J. Dairy Sci.* 99: 8486-8497.
- Yang L., Q. Yang, M. Yi, Z. H. Pang, and B. H. Xiong. 2013. Effects of seasonal change and parity on raw milk composition and related indices in Chinese Holstein cows in northern China. *J. Dairy Sci.* 96: 6863-6869.

Effects of seasonal change and cow's parity on milk yield, milk component and milk fatty acid composition of Holstein milking cows in Taiwan ⁽¹⁾

Szu-Han Wang ⁽²⁾⁽³⁾ Hsiao-Han Liao ⁽²⁾ Po-An Tu ⁽²⁾ Ming-Kuew Yang ⁽²⁾ and Tsung-Yi Lin ⁽²⁾

Received: Jun. 9, 2021; Accepted: Sep. 24, 2021

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of seasonal change and cow's parity on milk yield and milk composition as detected by routine Fourier-transform infrared analysis including fat, true protein, and fatty acid of milk in Dairy Herd Improvement (DHI) milk samples. Data collected between January and December 2020 included cow information such as the average daily milk yield, test-day, and cow's parity from 156 Holstein herds in Taiwan. The result showed the following: that the spring milk samples had the highest daily milk yield (DMY) (26.44 kg/d) and was significantly higher than other seasons ($P < 0.05$); the winter milk samples had the highest milk fat (MF) (4.07%) and was significantly higher than other seasons ($P < 0.05$); the spring and winter milk samples had the highest milk protein (MP) (3.24%) and was significantly higher than that in summer and autumn ($P < 0.05$). The autumn milk samples had the highest de novo, mixed, and preformed fatty acids, and were significantly higher than other seasons ($P < 0.05$). On the other hand, the 3rd and 4th parity cows had the highest DMY (26.82 kg/d and 26.85 kg/d) and were significantly higher than the others ($P < 0.05$). The 1st, 2nd, and 3rd parity cows had the highest MF, and were significantly higher than the others ($P < 0.05$). The 2nd parity cows had the highest MP (3.23%). The 1st parity cows had the lowest de novo FA (23.03 g/100g of total FA) and mixed FA (32.09 g/100g of total FA), and were significantly lower than others ($P < 0.05$); the 1st parity had the highest preformed FA (39.31 g/100g of total FA), and significantly higher than other parities ($P < 0.05$). In summary, spring milk had significantly highest DMY, winter milk had significantly highest MF, and spring and winter milk had significantly highest MP. Autumn milk had the highest de novo and preformed FA content of total fat, and summer and autumn milk had the highest mixed FA content of total fat. The 2nd parity cows showed better MF and MP than others. The 1st parity cows had the lowest de novo and mixed FA content of total fat, while the 4th and over 5th parity had the lowest preformed FA content of total fat. The study explores the effects of seasonal change and cow's parity on milk yield, milk component of lactating cows to provide a more comprehensive data of dairy cow health evaluation.

Key words: Holstein milking cows, Season, Parity, Milk fatty acid.

(1) Contribution No. 2680 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli 36841, Taiwan, R. O. C.

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