

泌乳階段與產次對荷蘭種泌乳牛牛乳成分之影響⁽¹⁾

張俊達⁽²⁾⁽⁴⁾ 蕭宗法⁽²⁾ 李春芳⁽³⁾ 楊德威⁽²⁾ 歐修汶⁽²⁾ 謝昭賢⁽²⁾

收件日期：103 年 5 月 21 日；接受日期：103 年 6 月 26 日

摘 要

本試驗調查畜產試驗所荷蘭種泌乳牛各泌乳階段與產次對牛乳組成分之影響，同時分析牛乳各組成成分間之相關係數 (correlation coefficients)。使用 1,256 筆 DHI 資料並依泌乳階段與產次進行分析。資料包括乳量 (daily milk yield; DMY)、乳脂率 (milk fat percentage; MFP)、乳蛋白率 (milk protein percentage; MPP)、乳糖率 (milk lactose percentage; MLP)、乳無脂固形物 (milk solids-not-fat percentage; MSNFP)、乳總固形物 (milk total solid percentage; MTSP)、乳體細胞數 (Somatic cell counts; SCC)、乳體細胞分數 (Somatic cell score; SCS) 及乳脂肪與乳蛋白質比值 (fat to protein ratio; FPR)。結果顯示泌乳階段與產次對 DMY、MPP、MLP、MSNFP、MTSP、SCS 與 FPR 具顯著性影響 ($P < 0.05$)。MFP 與 SCC 受產次影響 ($P < 0.001$)，但不受泌乳階段影響。DMY、MFP、MLP、MTSP、SCS 與 FPR 具交互效應 (interaction effect; $P < 0.05$)。第一產次之 DMY 顯著低於第二至第四產次之經產牛隻，而 MPP、MLP、MSNFP 及 MTSP 隨產次增加而降低。泌乳前期之 DMY 及 FPR 最高，而 MPP、MSNFP、MTSP、SCC 及 SCS 以泌乳後期最高。DMY 與 MPP 呈負相關 ($r = -0.27$; $P < 0.001$)，但是分別與 SCC ($r = -0.10$; $P < 0.01$) 及 SCS ($r = -0.18$; $P < 0.001$) 呈低度的負相關。因此可從不同泌乳階段與不同產次對乳成分及其他評估指標之變化，來提供牛群飼養管理之改善及牛隻營養補充之參考依據。

關鍵詞：荷蘭種泌乳牛、泌乳階段、乳組成、產次。

緒 言

乳 (milk) 是由哺乳動物乳腺所分泌的液體，生乳是良好的營養來源因此對生長與供應能量相當重要。生乳的營養價值會隨著生乳的組成分產生變異。由於生乳組成對加工過程影響，生乳的組成也對所收購酪農原料的乳品加工廠影響甚鉅。然而現行臺灣酪農戶也是依據生乳的品質進行計價，因此清楚了解牛乳組成也將有助於消費者與牛乳加工廠對牛乳的品質的評估。

生乳的部分成分不僅反映乳品質與牛隻健康外 (Auldist *et al.*, 1996)，也影響著牛乳與乳製品之營養價值 (Kefford *et al.*, 1995)，因此需要探討影響生乳組成之因素，以期透過飼養管理及營養補充來改善牛乳的品質與產量。影響牛乳組成因素包括外在因子諸如季節、餵飼系統與擠乳頻率等，及內在因子諸如基因、產次、泌乳階段等 (Fox and McSweeney, 1998; Cao *et al.*, 2010)，其中內在因子如基因能影響牛乳組成 (Khatib *et al.*, 2008)，但是難以透過基因操控去改變生乳的組成，而研究發現不論是產次或是泌乳階段皆與牛乳組成有相關性 (Fukasawa *et al.*, 2008; Cao *et al.*, 2010)，因此泌乳階段與產次應可作為有效分析生乳組成變化的重要因素。因此本研究探討不同泌乳階段與產次對牛乳組成之影響，並分析牛乳成分之間相關係數，以作為改善泌乳牛隻之飼養管理或營養補充之依據。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2122 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營養組。

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

材料與方法

I. 試驗動物與飼糧

本試驗為 2012 年 1 月至 2013 年 12 月飼養在行政院農業委員會畜產試驗所產業組之荷蘭泌乳牛群。泌乳牛飼糧依 NRC (2001) 泌乳牛營養標準配製之完全混合日糧 (total mixed ration, TMR)，飼糧組成包括盤固乾草、苜蓿乾草、青貯玉米、大豆殼粒、高粱酒粕、啤酒粕及以玉米與大豆粕為主之精料，每日配製兩次，分別於上午 7:00 配製 1/3 量及下午 2:30 配製 2/3 量。另以自動給水槽供乾淨飲水及礦鹽任食。

II. 資料收集

每日擠乳兩次，分別為清晨 5:00 與下午 3:30，由電腦記錄個別牛隻泌乳量 (daily milk yield; DMY)。每個月初收集乳樣並送至行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所 DHI 乳樣檢驗中心進行包括 MFP、MPP、MLP、MSNFP、MTSP 及 SCC 等分析。其中 SCS 則是依據 Ali and Shook (1980) 之公式為 $SCS = \log_2 (SCC/100,000) + 3$ 進行轉換計算。Yang *et al.* (2013) 指出大於 4 胎的牛隻頭數隨產次增加而減少，可能無法顯現產次對乳成分之影響，因此進行剔除。另依據行政院農業委員會乳品加工廠收購酪農原料生乳驗收及計價要點之生乳品質分級基準，將牛乳體細胞數大於 1 百萬 / 每毫升之資料剔除。泌乳期之區分將泌乳第 14 天至第 100 天為泌乳前期、第 101 天至第 200 天為泌乳中期與第 201 天至第 305 天為泌乳後期，共得 341 筆產乳量與 DHI 資料進行統計分析，所收集泌乳性狀資料如表 1。本試驗牛群產次之分布為第一胎 45.46% (n = 571)；第二胎 29.78% (n = 374)；第三胎 16.24% (n = 204)；第四胎 8.52% (n = 107)。

表 1. 收集 DHI 資料之分布

Table 1. Distribution of collected DHI data

Item ¹	Mean	SD	Minimum	Maximum
Parity	1.87	0.97	1.00	4.00
DMY, kg/d	27.96	7.07	6.60	49.30
MFP, %	4.18	0.73	1.21	10.03
MPP, %	3.05	0.32	2.20	4.53
MLP, %	4.74	0.24	3.36	5.34
MSNFP, %	8.50	0.42	6.83	9.89
MTSP, %	12.69	0.80	9.13	17.09
SCC, 10 ⁴ /mL	20.17	20.31	0.90	99.80
SCS	3.32	1.45	-0.47	6.32
FPR	1.38	0.29	0.48	4.54

¹ DMY = daily milk yield; MFP = milk fat percentage; MPP = milk protein percentage; MLP = milk lactose percentage; MSNFP = milk solids-not-fat percentage; MTSP = milk total solid percentage; SCC = somatic cell counts; SCS = Somatic cell score; FPR = fat to protein ratio.

III. 統計分析

研究所得資料利用 SAS 統計分析軟體 (1999)，以一般線性模式 (general linear model procedure, GLM) 進行統計分析，以鄧肯式新多變域測定法 (Duncan's new multiple rang test) 比較不同泌乳期間及各產次間之差異顯著性，並利用皮爾森法 (Pearson) 進行牛乳性狀間之相關係數 (correlation coefficients) 之分析。

結果與討論

表 2 顯示泌乳階段與產次對 9 項泌乳性狀中 DMY、MFP、MLP、MSNFP、MTSP、SCS 與 FPR 具有顯著性的影響 ($P < 0.05$)；MFP 與 SCC 受到產次影響 ($P < 0.001$)，但不受泌乳階段影響；DMY、MFP、MLP、MTSP、SCS 與 FPR 具交互效應 ($P < 0.05$)。Yang *et al.* (2013) 調查荷蘭種泌乳牛之產次對乳組成之影響，指出產次對 DMY、MFP、MPP、MLP、SCC、SCS 及 FPR 等泌乳性狀之變異係數與本試驗所得結果相似。本試驗初產牛隻的 DMY 顯著低於第二、第三與第四產次之經產牛隻 (表 3)。此與 Yoon *et al.* (2004) 調查 3,219 頭韓國荷蘭種泌乳牛，發現第一胎之 DMY 顯著低於經產牛隻，以及 Yang *et al.* (2013) 調查 6,520 筆中國北方之荷蘭種泌乳牛，指出初產牛的 DMY 與 MFP 顯著低於其他產次，推論可能是女牛需要較多的胺基酸與脂肪供提供身體生長所需 (Oltner *et al.*, 1985)。許多研究指出荷蘭種泌乳牛之產次會影響牛乳之組成成分 (Yoon *et al.*, 2004; Fukasawa *et al.*, 2008; Cao *et al.*, 2010)。同樣的綿羊之產次與乳組成之相關以被探討 (Sevi *et al.*, 2000; Carnicella *et al.*, 2008)，其中 Sevi *et al.* (2000) 指出綿羊產乳量並未受到產次影響，但是第三胎之乳蛋白質與乳脂肪含量顯著高於第一胎與第二胎，此結果並未顯示於本試驗。Gurmesa and Melaku (2012) 則是探討產次對 30 頭雜交荷蘭種 (cross breed Holstein-Friesian) 泌乳牛之泌乳性狀之影響，發現 DMY 及 MFP 未受產次 (初產牛 vs. 經產牛) 影響。

表 2. 9 項評估指標在不同泌乳期與產次之變異數分析

Table 2. The ANOVA of 9 parameters in different lactation periods and parities

Item ¹	Lactation period	Parity	Lactation period × parity
DMY, kg/d	***	***	***
MFP, %	†	***	**
MPP, %	***	***	†
MLP, %	***	***	**
MSNFP, %	***	***	†
MTSP, %	**	***	*
SCC, 10 ⁴ /mL	†	*	†
SCS	*	***	*
FPR	***	***	*

¹ DMY = daily milk yield; MFP = milk fat percentage; MPP = milk protein percentage; MLP = milk lactose percentage; MSNFP = milk solids-not-fat percentage; MTSP = milk total solid percentage; SCC = somatic cell counts; SCS = somatic cell score; FPR = fat to protein ratio.

*** $P < 0.001$; ** $P < 0.01$; * $P < 0.05$; † $P > 0.05$.

另外，MPP、MLP、MSNFP 及 MTSP 隨產次增加而降低，此結果與 Yang *et al.* (2013) 之試驗結果相似。體細胞分數 (SCS) 則以第四胎最高 ($P < 0.05$)，其餘各產次間無顯著差異。而 Yang *et al.* (2013) 指出荷蘭種泌乳牛到第二胎時，其牛乳中的 SCC 與 SCS 有明顯的增加，同時也增加產乳損失 (milk loss)，可能是因為隨產次增加，其牛乳品質及乳房的潛在環境可能產生惡化所致。Yang *et al.* (2013) 建議泌乳牛到第三胎之後應予以淘汰，由於牛群前三產次之牛群站整個產次 (第 1 至 4 產次) 的牛群 87% (而本試驗為 91.48%)，且第四胎則快速減少至第三胎之一半以上，該作者指出，考量潛在的經濟收益，酪農或酪農企業應首要改善牛隻健康與生產表現，而應減少保留高產次之泌乳牛來提升乳產量。

脂肪與蛋白質的比值 (milk fat to milk protein ratio; FPR) 可做為泌乳牛隻能量狀態之最適指標 (Buttchereit *et al.*, 2010)，也可以做為評估泌乳牛營養狀況、營養之轉換與代謝之依據 (Cejna and Chladek, 2005)。本試驗泌乳牛群 FPR 第一產次顯著低於第二、第三與第四產次 ($P < 0.05$)，其結果與 Yang *et al.* (2013) 研究所

得相同。Eicher (2004) 指出若 FPR 高於 1.5 表示有酮症的危機，若低於 1.0 表示有亞急性瘤胃過酸的可能性。表 3 顯示本試驗期間泌乳牛群 FPR 值，第 1 — 4 產次分別為 1.35、1.41、1.41 及 1.41，皆分佈於正常範圍 1.0 — 1.5 間。

表 3. 產次對荷蘭泌乳牛生乳組成分之影響

Table 3. Effect of parity on raw milk composition in Holstein cows

Item ¹	Parity number				SEM
	1	2	3	4	
DMY, kg/d	26.20 ^c	29.95 ^a	29.20 ^{ab}	28.00 ^b	0.38
MFP, %	4.13	4.24	4.22	4.19	0.04
MPP, %	3.10 ^a	3.03 ^b	3.01 ^{bc}	2.98 ^c	0.02
MLP, %	4.83 ^a	4.70 ^b	4.65 ^c	4.64 ^c	0.01
MSNFP, %	8.63 ^a	8.44 ^b	8.36 ^c	8.32 ^c	0.02
MTSP, %	12.77 ^a	12.68 ^{ab}	12.58 ^{bc}	12.51 ^c	0.04
SCC, 10 ⁴ /mL	19.97	19.68	20.75	21.88	1.13
SCS	3.36 ^b	3.17 ^b	3.37 ^b	3.65 ^a	0.08
FPR	1.35 ^b	1.41 ^a	1.41 ^a	1.41 ^a	0.02

¹ DMY = daily milk yield; MFP = milk fat percentage; MPP = milk protein percentage; MLP = milk lactose percentage; MSNFP = milk solids-not-fat percentage; MTSP = milk total solid percentage; SCC = somatic cell counts; SCS = somatic cell score; FPR = fat to protein ratio.

^{a, b, c} Means with the different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

各泌乳階段對泌乳性狀之影響如表 4 所示。DMY 以泌乳前期最高，泌乳中期次之，泌乳後期最低 ($P < 0.05$)，其趨勢與 Kirkland and Gordon (2001) 及 Yoon *et al.* (2004) 之結果相似。但是雜種荷蘭牛 (Gurmessa and Melaku, 2012) 則是在泌乳中期 (106 — 210 days) 達到最高的 DMY，其次為泌乳早期 (7 — 105 days)，最低是泌乳後期 (211 — 315 days)。本試驗荷蘭泌乳牛之 MFP 則是以泌乳早期顯著高於泌乳中期與泌乳後期 ($P < 0.05$)，但是雜種荷蘭牛之 MFP 則是以泌乳中期最低 (Gurmessa and Melaku, 2012)。MPP 與 MSNF 以泌乳晚期最高，泌乳中期次之，最低為泌乳早期 ($P < 0.05$)。Yoon *et al.* (2004) 的試驗結果也發現 MPP 隨著泌乳天數增加而增加。而雜種荷蘭牛各泌乳階段之 MPP 與 MSNF 皆未有顯著差異。MTSP 是以泌乳後期最高，此部分可能是因為泌乳後期有較高的 MPP 所致。SCC 及 SCS 以泌乳後期最高，此結果與 Yoon *et al.* (2004) 結果相似。FPR 則隨著泌乳天數增加而降低 ($P < 0.05$)。

表 5 顯示各項泌乳性狀間相關係數之比較。DMY 與 MPP 則呈現中度之負相關 ($r = -0.27$; $P < 0.001$)。Yang *et al.* (2013) 調查 6,520 筆荷蘭泌乳牛之 DHI 資料，也發現 DMY 與 MPP 呈現顯著中度程度之負相關 ($r = -0.4077$)。Rajcevic *et al.* (2003) 調查 1,100 頭黑白 (black-and-white cow) 泌乳牛隻，也發現 DMY 與 MPP 呈中等程度之負相關 ($r = -0.571$)。牛乳蛋白質濃度的降低可能與泌乳效率 (Efficiency of milk production) 之提升有關 (Wu and Huber, 1994)。MTSP 主要由 MFP、MPP 與 MLP 所組成，因此 MTSP 分別與 MFP、MPP 與 MLP 分別呈高度 ($r = 0.86$)、中度 ($r = 0.47$) 與低度 ($r = 0.29$) 程度之正相關，其結果與 Yang *et al.* (2013) 之試驗結果相似。Sutton (1989) 指出日糧中之營養提供主要會顯著影響 MFP，而對 MPP 及 MLP 的影響較小，因此 MTSP 容易受 MFP 影響 (Yang *et al.*, 2013)。FPR 與 MFP 呈現高度程度的正相關 ($r = 0.84$; $P < 0.001$)，而與 MPP 呈現中度程度之負相關 ($r = -0.49$; $P < 0.001$)。SCC 與 SCS 呈高度程度之正相關 ($r = 0.88$; $P < 0.001$)。DMY 分別與 SCC ($r = -0.10$; $P < 0.01$) 及 SCS ($r = -0.18$; $P < 0.01$) 呈顯著負相關，顯示牛乳體細胞會影響產乳量。Yoon *et al.* (2004) 之試驗結果 (調查 3,219 頭泌乳牛) 也發現乳產量與體細胞數呈極

顯著之負相關 ($r = -0.07$; $P < 0.01$)。Yang *et al.* (2013) 試驗結果指出，SCS 與 MPL (Milk production loss; 泌乳損失) 呈高度程度的正相關 ($r = 0.84$)。許多研究也證實牛乳產乳量會隨牛乳體細胞數增加而降低 (Miller *et al.*, 2004; Halasa *et al.*, 2009; Hand *et al.*, 2012)。

表 4. 不同泌乳期間對荷蘭泌乳牛生乳組成分之影響

Table 4. Effect of lactation period on raw milk composition in Holstein cows

Item ²	Lactation period ¹			SEM
	Early lactation	Mid lactation	Late lactation	
DMY, kg/d	29.4 ^a	28.0 ^b	25.0 ^c	0.34
MFP, %	4.21 ^a	4.10 ^b	4.03 ^b	0.04
MPP, %	2.93 ^c	3.04 ^b	3.29 ^a	0.01
MLP, %	4.74 ^b	4.79 ^a	4.70 ^c	0.01
MSNFP, %	8.27 ^c	8.53 ^b	8.74 ^a	0.02
MTSP, %	12.68 ^b	12.56 ^c	12.84 ^a	0.04
SCC, 10 ⁴ /mL	18.78 ^b	19.42 ^b	22.76 ^a	1.01
SCS	3.16 ^b	3.27 ^b	3.60 ^a	0.07
FPR	1.43 ^a	1.33 ^b	1.23 ^c	0.01

¹ Early lactation = 14 to 100 days of lactation; Mid lactation = 101 to 200 days of lactation; Late lactation = 201 to 305 days of lactation.

² DMY = daily milk yield; MFP = milk fat percentage; MPP = milk protein percentage; MLP = milk lactose percentage; MSNFP = milk solids-not-fat percentage; MTSP = milk total solid percentage; SCC = somatic cell counts; SCS = somatic cell score; FPR = fat to protein ratio.

^{a, b, c} Means with the different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

表 5. 荷蘭泌乳牛之牛乳各種性狀之相關係數

Table 5. Pearson correlation coefficients (r) between milk compositions of Holstein cows

	MFP	MPP	MLP	MSNFP	MTSP	SCC	SCS	FPR
DMY	-0.06*	-0.27***	0.16***	-0.12***	-0.12***	-0.10**	-0.18***	0.17***
MFP		0.04	-0.26***	-0.11***	0.86***	0.04	0.02	0.84***
MPP			0.07*	0.82***	0.47***	0.17***	0.17***	-0.49***
MLP				0.62***	0.29***	-0.23***	-0.25***	-0.26***
MSNFP					0.41***	0.01	-0.01	-0.53***
MTSP						0.04	0.01	0.49***
SCC							0.88***	-0.05
SCS								-0.07*

¹ DMY = daily milk yield, L/d; MFP = milk fat percentage, %; MPP = milk protein percentage, %; MLP = milk lactose percentage, %; MSNFP = milk solids-not-fat percentage, %; MTSP = milk total solid percentage, %; SCC = somatic cell counts, (10⁴/mL); SCS = somatic cell score; FPR = fat to protein ratio.

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

結 論

由調查與分析結果指出泌乳階段與產次會顯著影響乳產量、乳成分及其他泌乳性狀之評估指標。因此可從不同泌乳階段與不同產次對乳成分及其他評估指標之變化，提供牛群飼養管理之改善與牛隻營養補充之參考依據。

誌 謝

試驗期間承畜產試驗所產業組一股所有同仁協助，謹致謝忱。

參考文獻

- Ali, A. K. A. and G. E. Shook. 1980. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J. Dairy Sci.* 63: 487-490.
- Auldist, M. J., S. Coats, B. J. Sutherland, J. J. Mayes, G. H. McDowell and G. L. Rogers. 1996. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *J. Dairy Res.* 63: 269-280.
- Buttchereit, N., E. Stamer, W. Junge and G. Thaller. 2010. Evaluation of five lactation curve models fitted for fat: protein ratio of milk and daily energy balance. *J. Dairy Sci.* 93: 1702-1712.
- Cao, Z., W. Huang, T. Wang, Y. Wang, W. Wen, M. Ma and S. Li. 2010. Effects of parity, days in milk, milk production and milk compositions on milk urea nitrogen in Chinese Holstein. *J. Anim. Vet. Adv.* 9: 688-695.
- Carnicella, D., M. Dario, M. C. C. Ayres, V. Laudadio and C. Dario. 2008. The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Rumin. Res.* 77: 71-74.
- Cejna, V. and G. Chladek. 2005. The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holstein cows during lactation. *J. Cent. Euro. Agri.* 6: 539-546.
- Eicher, R. 2004. Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components. *Proceedings of the 23rd World Buiatrics Congress, Quebec City, Canada.*
- Fox, P. F. and P. L. H. McSweeney. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry.* London, UK: Blackie Academic and Professional.
- Fukasawa, M., H. Tsukada, T. Kosako and A. Yamada. 2008. Effect of lactation stage, season and parity on milk cortisol concentration in Holstein cows. *Livest. Sci.* 113: 280-284.
- Gurmesa, J. and A. Melaku. 2012. Effect of Lactation Stage, Pregnancy, Parity and Age on Yield and Major Components of Raw Milk in Bred Cross Holstein Friesian Cows. *World J. Dairy Food Sci.* 7(2): 146-149.
- Halasa, T., M. Nielen, A. P. W. De Roos, R. Van Hoorne, G. de Jong and T. J. G. M. Lam. 2009. Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model. *J. Dairy Sci.* 92: 599-606.
- Hand, K. J., A. Godkin and D. F. Kelton. 2012. Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. *J. Dairy Sci.* 95: 1358-1362.
- Kefford, B., M. P. Christian, B. J. Sutherland, J. J. Mayes and C. Grainger. 1995. Seasonal influences on Cheddar cheese manufacture: Influence of diet quality and stage of lactation. *J. Dairy Res.* 62: 529-537.
- Khatib, H., R. L. Monson, V. Schutzkus, D. M. Kohl, G. J. M. Rosa and J. Rutledge. 2008. Mutations in the STAT5A gene are associated with embryonic survival and milk composition in cattle. *J. Dairy Sci.* 91: 784-793.
- Kirkland, R. M. and F. J. Gordon. 2001. The effects of stage of lactation on the partitioning of, and responses to changes in, metabolisable energy intake in lactating dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 72: 213-224.

- Miller, R. H., H. D. Norman, G. R. Wiggins and J. R. Wright. 2004. Relationship of test-day somatic cell score with test-day and lactation milk yields. *J. Dairy Sci.* 87: 2299-2306.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th ed. Washington, D. C. National Academy Press.
- Oltner, R., M. Emanuelson and H. Wiktorsson. 1985. Urea concentrations in milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and amount and composition of feed given to dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 12: 47-57.
- Rajcevic, M., K. Potoènik and J. Levstek. 2003. Correlations between somatic cells count and milk composition with regard to the season. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 68 (3): 221-226.
- SAS Institute. 1999. *SAS System for Windows*. Release 8.01. SAS Institute, Cary, NC.
- Sevi, A., L. Taibi, M. Albenzio, A. Muscio and G. Annicchiarico. 2000. Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Rumin. Res.* 37: 99-107.
- Sutton, J. D. 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.* 72: 2801-2814.
- 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.
- Yoon, J. T., J. H. Lee, C. K. Kim, Y. C. Chung and C.H Kim. 2004. Effects of milk production, parity and lactation period on variations of milk urea nitrogen concentration and milk components of Holstein dairy cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17(4): 479-484.
- Wu, Z. and J. T. Huber. 1994. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review. *Livest. Prod. Sci.* 39: 141-155.

Effects of lactation period and parity on raw milk composition in Holstein dairy cows⁽¹⁾

Chun-Ta Chang ⁽²⁾⁽⁴⁾ Tzong-Faa Shiao ⁽²⁾ Churng-Faung Lee ⁽³⁾ Der-Wei Yang ⁽²⁾
Hsiu-Wen Ho ⁽²⁾ and Chao-Hsien Hsieh ⁽²⁾

Received: May 21, 2014; Accepted: Jun. 26, 2014

Abstract

The study was conducted to investigate the effect of lactation period and parity on milk composition and related parameters. The relationships among milk parameters were also analyzed. A total of 1,256 sets of Dairy Herd Improvement data were obtained and grouped by lactation period and parity. The data included daily milk yield (DMY), milk fat percentage (MFP), milk protein percentage (MPP), milk lactose percentage (MLP), milk solids-not-fat percentage (MSNFP), milk total solid percentage (MTSP), somatic cell counts (SCC), somatic cell score (SCS), and fat to protein ratio (FPR). Data analysis showed that the DMY, MPP, MLP, MSNFP, MTSP, SCC and FPR were affected by both lactation period and parity. Whereas, MFP and SCC were only influenced by parities. Additionally, DMY, MFP, MLP, MTSP, SCS and FPR were affected by interaction between lactation period and parity. DMY in the 1st parity was significantly lower than in the 2nd, 3rd, and 4th parities, but MPP, MLP, MSNFP, MTSP, SCC and SCS were decreased with increasing parities. The DMY and FPR showed the greatest values in early period of lactation. On the contrary, MPP, MSNFP, MTSP, SCC, and SCS had the highest values in late period of lactation. The correlation analysis for indices showed that DMY had middle negative correlation with MPP ($r = -0.27$; $P < 0.001$), but low negative correlation with SCC ($r = -0.10$; $P < 0.01$) and SCS ($r = -0.18$; $P < 0.001$), respectively. The changing patterns of milk composition and related parameters in different lactation periods and parities could provide scientific reference for improving feeding management and nutritional supplementation for cows.

Key words: Holstein dairy cows, Lactation period, Milk composition, Parity.

(1) Contribution No. 2122 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

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

(3) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(4) Corresponding author, E-mail: ctchang@mail.tli.gov.tw.