

臺灣生羊乳成分、體細胞數及理化特性調查⁽¹⁾

涂柏安⁽²⁾ 蕭振文⁽²⁾ 蘇瑞娟⁽³⁾ 楊明桂⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：112 年 3 月 27 日；接受日期：112 年 6 月 29 日

摘 要

現行中華民國國家標準 CNS 3055 中關於生羊乳之無脂乳固形物規定為 8.0% 以上，但根據酪農、乳品廠及產業團體反應，於夏季有較大比例的生羊乳無法符合此標準。因此本研究自 2016 至 2020 年進行國內羊乳乳品廠生羊乳品質檢驗，建立全面性國產羊乳成分之基礎數據，做為後續修訂中華民國國家標準之基礎依據參考。結果顯示，在 2016 – 2020 年期間夏季時，生羊乳的平均乳脂肪、乳蛋白質、乳糖、無脂乳固形物皆顯著較冬季及涼季 ($P < 0.05$) 為低，冬季體細胞數顯著高於涼季及夏季 ($P < 0.05$)，涼季與夏季體細胞數無顯著差異。在生羊乳理化特性的部分，冬季羊乳比重雖然顯著較夏季與涼季高 ($P < 0.05$)，但以平均值而言各月差異並不大；平均滴定酸度在冬季、涼季及夏季之間有顯著差異 ($P < 0.05$)；冬季的羊乳平均冰點顯著低於涼季及夏季 ($P < 0.05$)，夏季與涼季間則無顯著差異。綜上所述，臺灣乳羊的乳成分 (乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物) 在夏季及部分涼季會有下降的趨勢，並進一步影響生羊乳理化特性 (酸度、比重及冰點)。

關鍵詞：乳山羊、乳成分、季節。

緒 言

羊乳產量為世界非牛乳產量排名第二 (Faye and Konuspayeva, 2012)，然而國內飼養乳羊頭數、戶數及產量則有逐漸下降之趨勢，依據農業部農業統計年報資料，國內飼養乳羊戶數由 105 年 269 戶逐年下降至 109 年 229 戶，飼養頭數由 47,629 頭下降至 38,543 頭，羊乳年產量由 14,846 公噸下降至 13,199 公噸，而平均每頭乳羊之羊乳年產量則由 0.314 公噸提升至 0.342 公噸，顯見每頭乳羊生產效益有所提高。

羊乳與牛乳均含有豐富的脂肪、蛋白質及維生素，營養價值與牛乳相當，是哺乳類動物良好的蛋白質來源。然而，羊乳營養成分較為人體所吸收，主因羊乳酪蛋白形態類似人乳，較牛乳容易消化 (梁, 2000)，微量機能性成分如上皮細胞生長因子、乳鐵蛋白、寡糖等含量較牛乳多，凝乳塊較軟 (吳, 1998)，亦適合乳糖不耐症族群，由於以上因素，國內仍有固定之消費族群。

近年來全球暖化及氣候變化加劇，已有多篇研究報告證實牛乳乳成分會受到季節性之影響，以牛乳脂肪為例，夏季月份平均含量較冬季月份低 0.4% (Jensen *et al.*, 1991)，乳蛋白則是在秋季及冬季較高，春季及夏季較低 (Ng-Kwai-Hang *et al.*, 1985; Lindmark-Mansson *et al.*, 2003) 乳中礦物質亦顯著受到季節影響 (Chen *et al.*, 2014; Poulsen *et al.*, 2015)。然而，關於羊乳受季節性影響之相關研究較少，Mayer and Fiechter (2012) 及 Nemanja *et al.* (2018) 研究指出羊乳成分亦會受季節性影響，季節性因子包含空氣溫度 (air temperature)、日照時間 (solar radiation duration) 及溫溼度指數等，其中空氣溫度與乳成分之關聯性除 pH 值以外，皆呈現負相關。而日照時間及溫溼度指數亦與大部分乳成分呈負相關，然其重要性較空氣溫度低。此外，亦有研究報告指出，季節性因子亦會影響羊乳中礦物質，Li *et al.* (2022) 研究報告指出，羊乳中鈣、磷、銅及鋅含量與季節性因子呈負相關，氯、鉀及碘則呈現正相關。

現行中華民國國家標準 CNS 3055 中關於生羊乳之無脂乳固形物規定為 8.0% 以上，但根據酪農、乳品廠及產業團體反應於夏季有較大比例的生羊乳無法符合。法規本應因地與因時制宜，若法規與國內生產現況於需求不符時，應提出檢討與建議。因此本研究於 2016 至 2020 年進行國內羊乳乳品廠生羊乳品質檢驗，建立全面性國產羊乳成分之基礎數據，做為後續修訂中華民國國家標準之基礎依據。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2756 號。
(2) 農業部畜產試驗所北區分所。
(3) 社團法人中華民國養羊協會。
(4) 通訊作者，E-mail: max1986@mail.tlri.gov.tw。

材料與方法

I. 生羊乳樣品採樣

生羊乳樣品每月採樣由社團法人中華民國養羊協會協助通知參加優質羊乳標章之國產羊乳各羊乳廠，自 2016 年 1 月至 2020 年 12 月每月定期採樣各契約酪農戶生羊乳總乳，並以低溫包裹寄送至農業部畜產試驗所北區分所（以下略稱北區分所）牛乳檢驗室進行後續檢驗與分析。

II. 生羊乳乳成分、體細胞數及理化特性檢測

各月採集生乳之乳成分應用北區分所之自動乳成分與體細胞測定儀 (MilkoScan TM FT+, FOSS, Denmark) 進行測定，生羊乳樣本於上機分析前首先於 40℃ 之水浴槽進行預熱並混勻後，以傅立葉轉換紅外光譜 (Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR) 原理及羊乳檢量線進行檢測，乳樣中分析項目包含乳脂肪 (%)、乳蛋白質 (%)、乳糖 (%)、無脂乳固形物 (%) 及體細胞數 (%)，儀器皆以原廠及 ISO (International organization for standardization) 17025 規範進行定期校正。羊乳比重檢測依據 CNS 3442 規定進行。羊乳酸度 (%) 檢測依據 CNS 3441 規定進行。羊乳冰點 (°C) 以冰點測定儀 (Advanced 4C3 Cryoscope, Nelson-Jameson, United States) 進行測定。

若乳樣中乳脂肪濃度異常 (< 2% 或 > 8%) 或乳蛋白質濃度異常 (< 2% 或 > 6%) 者，該筆乳成分及對應之其他檢測項目便不列入後續統計，自 2016 至 2020 年，分別檢測 896、729、798、696 及 910 件羊乳總乳樣品。

III. 敘述性統計與季節變因分析

各項生羊乳檢測資料以 SAS 統計套裝軟體進行各月份敘述性統計，季節因子 (冬季：1、2、3 及 12 月；夏季：6、7、8 及 9 月；涼季：4、5、10 及 11 月) 變方分析則以單因子變異數分析法 (One Way ANOVA) 比較各季節變因之間是否有顯著差異，事後檢定則以 Tukey HSD 檢定進行 Lsmeans 多重比較。

結果與討論

本研究為國內生羊乳成分與理化分析的長期追蹤調查，各酪農戶之各月生羊乳總乳樣品由中華民國養羊協會協調羊乳乳品廠協助於 2016 至 2020 年冬季 (1、2、3 及 12 月)、涼季 (4、5、10 及 11 月) 及夏季 (6、7、8 及 9 月)，分別採取所有各契約酪農戶生乳樣品 60—90 個 / 月，由北區分所進行各採樣月份生羊乳樣品之成分與理化分析。

在五年期的追蹤下，結果顯示不同季節之間所有試驗觀察的乳成分 (乳脂肪、乳蛋白質、乳糖、無脂乳固形物及體細胞數) 以及理化特性 (比重、酸度及冰點) 皆有顯著差異 ($P < 0.05$) (圖 1)。各項乳成分檢測項目之判定係數 R 平方 (R square) 顯示乳脂肪、乳蛋白質、乳糖、無脂乳固形物及體細胞數迴歸模型的總變異中可被解釋之百分比分別為 33.5、46.8、17.7、47.6 及 3.9%；各項理化分析檢測項目之判定係數顯示比重、酸度及冰點迴歸模型的總變異中可被解釋之百分比分別為 0.8、23.4 及 1.1%；其中較高的項目為無脂乳固形物、乳蛋白質及乳脂肪，而 Kljajevic *et al.* (2018) 中撒能 (Saanen) 山羊乳酸度以季節迴歸模型的判定係數為 12.3%，但本試驗結果則較高；該研究中密度以季節迴歸模型的判定係數為 22.5%，而本試驗則僅有 0.8%。結果顯示臺灣乳羊總乳體細胞數及乳比重變異之季節差異較其他乳成分與理化特性關係較小。

在夏季時，生羊乳的平均乳脂肪、乳蛋白質、乳糖、無脂乳固形物皆顯著較冬季 ($P < 0.05$) 及涼季 ($P < 0.05$) 為低 (圖 1)；其中，夏季生羊乳平均乳脂肪較冬季及涼季分別顯著下降 13.1% ($P < 0.05$) 及 4.9% ($P < 0.05$)，其中出現平均乳脂肪夏季最低值為 7 月僅有 3.59%，涼季平均最低值則為 5 月 3.68%，冬季則平均皆有 4.12% 以上 (表 1)；夏季生羊乳平均乳蛋白質較冬季及涼季分別顯著下降 8.8% ($P < 0.05$) 及 3.0% ($P < 0.05$)，其中出現平均乳蛋白質夏季最低值為 6 月僅有 3.07%，涼季平均最低值則為 5 月 3.10%，冬季則平均皆有 3.34% 以上 (表 2)；夏季生羊乳平均乳糖較冬季及涼季分別顯著下降 3.4% ($P < 0.05$) 及 1.5% ($P < 0.05$)，其中出現平均乳糖夏季最低值為 6 月僅有 4.12%，涼季平均最低值則為 5 月 4.18%，冬季則平均皆有 4.25% 以上 (表 3)；夏季生羊乳平均無脂乳固形物較冬季及涼季分別顯著下降 5.3% ($P < 0.05$) 及 1.9% ($P < 0.05$)，其中出現平均無脂乳固形物夏季最低值為 6 月僅有 7.89% (表 4)，涼季平均最低值則為 5 月 7.98%，冬季則平均皆有 8.35% 以上。Goetsch *et al.* (2011) 研究顯示山羊乳脂肪與乳蛋白質最低值普遍出現於 6 月及 7 月，後續進入涼季後則持續上升至 11 與 12 月，與本試驗觀察到的結果相符。Mayer and Fiechter (2012) 及 Kljajevic *et al.* (2018) 則觀察到山羊乳總固形物、乳蛋白及乳脂肪在每年 6 至 8 月最低，至 10 月最高。

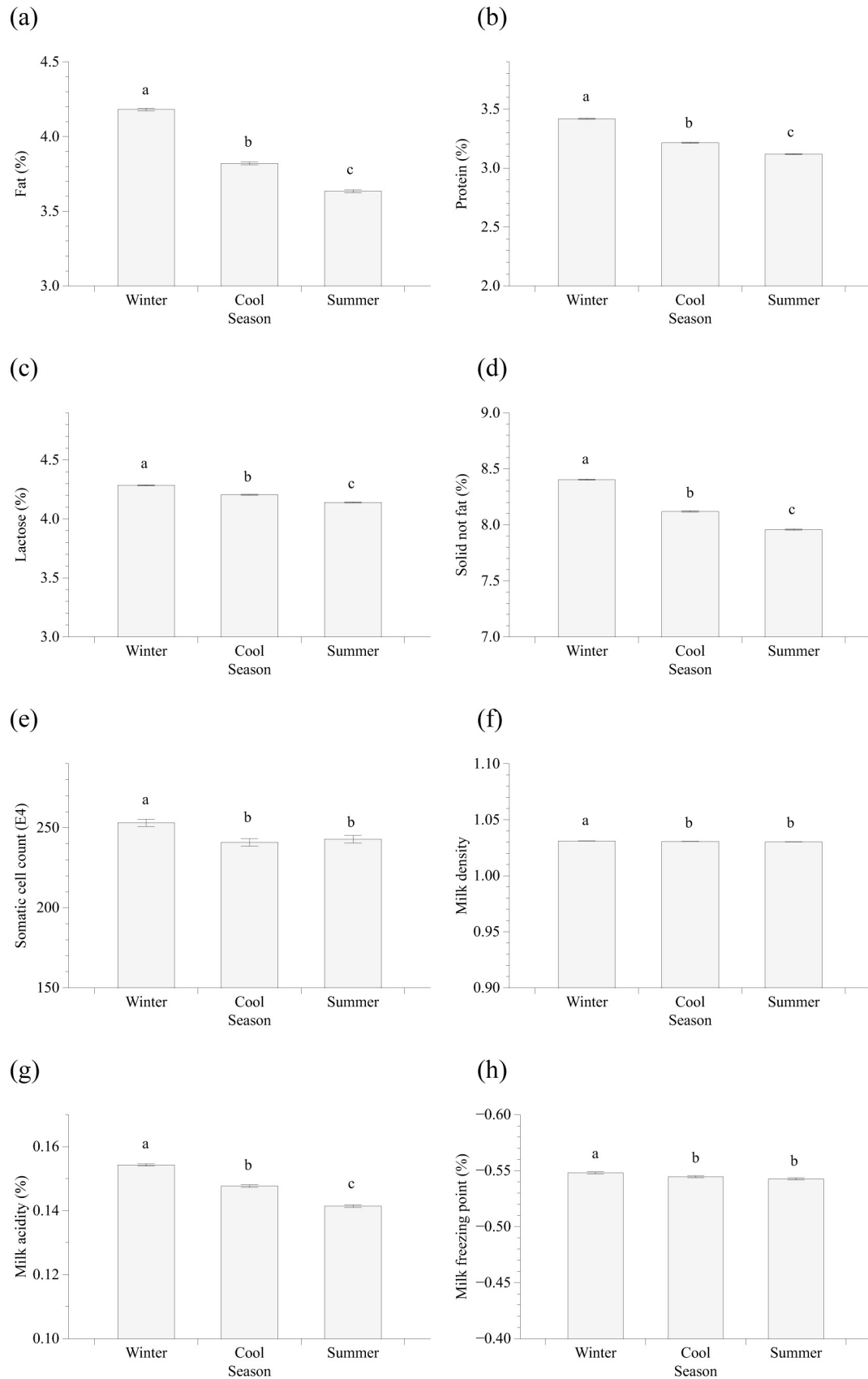


圖 1. 2016 – 2020 年冬季、涼季及夏季之羊乳脂肪率 (a)、蛋白質率 (b)、乳糖率 (c)、無脂乳固形物率 (d)、體細胞數 (e)、比重 (f)、酸度 (g) 及冰點 (h) 差異 (平均 \pm 標準誤差), 上標字母不同季節之間具有顯著差異 ($P < 0.05$)。

Fig. 1. The goat milk fat percentage (a), protein percentage (b), lactose percentage (c), solid not fat percentage (d), somatic cell count (e), density (f), acidity (g), and freezing point (h) (mean \pm standard error) of goat milk in winter, cool, and summer seasons from 2016 to 2020. ^{a, b, c} Means with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

表 1. 2016 至 2020 年不同月份與季節羊乳乳脂率之變化

Table 1. Changes of fresh goat milk fat percentage from Jan. 2016 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter	
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.		
Month														
Sample number (n)	356	330	417	360	307	282	329	337	320	325	325	341		
Maximum (%)	5.63	6.30	5.25	4.95	5.10	5.87	5.23	4.90	4.68	4.82	5.34	5.86		
Minimum (%)	3.22	3.32	2.92	3.06	2.94	2.75	2.86	2.92	2.87	2.97	2.97	3.17		
Average (%)	4.18	4.30	4.14	3.87	3.68	3.60	3.59	3.64	3.71	3.82	3.91	4.12		
Standard deviation (%)	0.37	0.37	0.35	0.32	0.29	0.34	0.30	0.32	0.30	0.32	0.36	0.38		
Category and percentage														
< 3.50%	1.97	1.21	3.36	12.22	29.32	40.78	40.73	33.23	25.94	14.46	11.69	3.81		
3.51 – 4.00%	32.87	17.88	32.13	58.33	59.28	49.65	51.98	54.90	58.13	63.08	54.15	34.02		
4.01 – 4.50%	50.56	55.15	51.08	26.67	10.10	8.16	6.69	10.68	15.00	19.38	29.85	49.56		
4.51 – 5.00%	11.24	22.12	11.99	2.78	0.98	1.06	0.30	1.19	0.93	3.08	2.77	9.38		
> 5.01%	3.36	3.64	1.44	0.00	0.32	0.35	0.30	0.00	0.00	0.00	1.54	3.23		

表 2. 2016 至 2020 年不同月份與季節羊乳乳蛋白質率之變化

Table 2. Changes of fresh goat milk protein percentage from Jan. 2016 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer				Cool			Winter	
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.			
Month															
Sample number	356	330	417	360	307	282	329	337	320	325	325	341			
Maximum (%)	3.99	4.59	3.86	3.66	3.64	3.66	3.88	3.67	3.59	4.09	3.92	4.38			
Minimum (%)	2.96	3.02	2.96	2.87	2.81	2.80	2.78	2.78	2.80	2.86	2.96	3.05			
Average (%)	3.45	3.47	3.34	3.19	3.10	3.07	3.11	3.13	3.15	3.25	3.32	3.44			
Standard deviation (%)	0.16	0.18	0.14	0.13	0.12	0.13	0.15	0.14	0.12	0.14	0.15	0.17			
Category and percentage															
< 3.00%	0.28	0.00	0.72	7.22	21.82	29.79	25.53	15.13	11.25	1.23	0.31	0.00			
3.01 – 3.20%	4.49	3.33	14.87	49.17	62.21	56.74	51.67	56.97	58.75	39.69	22.46	5.57			
3.21 – 3.40%	39.61	33.94	58.03	37.22	13.68	11.35	18.24	24.93	26.25	47.69	50.77	39.59			
3.41 – 3.60%	40.73	42.12	21.58	5.56	1.95	1.77	4.26	2.37	3.75	9.85	22.15	42.23			
> 3.61%	14.89	20.61	4.80	0.83	0.33	0.35	0.30	0.59	0.00	1.54	4.31	12.61			

表 3. 2016 至 2020 年不同月份與季節羊乳乳糖率之變化
Table 3. Changes of fresh goat milk lactose percentage from Jan. 2016 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Sample number	356	330	417	360	307	282	329	337	320	325	325	341	
Maximum (%)	4.69	4.70	4.66	4.70	4.51	4.49	4.65	4.69	4.55	4.57	4.55	4.73	
Minimum (%)	3.70	3.88	3.88	3.89	3.72	3.80	3.74	3.74	3.70	3.47	3.77	3.85	
Average (%)	4.25	4.31	4.31	4.26	4.18	4.12	4.12	4.15	4.18	4.17	4.20	4.27	
Standard deviation (%)	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.16	0.15	0.15	
Category and percentage													
< 3.50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00
3.51 – 4.00%	3.37	2.43	1.68	2.50	7.82	25.18	22.80	22.26	11.88	17.54	9.85	5.57	
4.01 – 4.50%	93.26	90.30	92.80	93.89	91.86	74.82	76.90	77.44	87.81	80.62	88.61	90.91	
4.51 – 5.00%	3.37	7.27	5.52	3.61	0.32	0.00	0.30	0.30	0.31	1.54	1.54	3.52	
> 5.01%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

表 4. 2016 至 2020 年不同月份與季節羊乳無脂乳固形物率之變化
Table 4. Changes of fresh goat milk solid not fat (SNF) percentage from Jan. 2016 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Sample number	356	330	417	360	307	282	329	337	320	325	325	341	
Maximum (%)	9.31	9.63	9.02	8.88	8.77	8.56	8.75	8.90	8.65	9.06	9.04	9.33	
Minimum (%)	7.88	7.87	7.83	7.74	7.28	7.37	7.40	7.45	7.57	7.61	7.67	7.73	
Average (%)	8.40	8.48	8.35	8.16	7.98	7.89	7.93	7.98	8.02	8.12	8.22	8.40	
Standard deviation (%)	0.21	0.23	0.20	0.19	0.17	0.20	0.19	0.22	0.19	0.21	0.21	0.23	
Category and percentage													
< 7.50%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	2.13	0.91	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.51 – 8.00%	2.25	1.21	3.36	22.22	59.93	69.51	67.48	52.23	48.75	30.15	13.23	3.52	
8.01 – 8.50%	72.75	53.64	77.46	73.89	39.09	28.01	31.00	45.70	49.69	67.08	79.08	68.32	
8.51 – 9.00%	23.60	43.64	18.94	3.89	0.65	0.35	0.61	1.48	1.56	2.46	7.38	25.81	
> 9.01%	1.40	1.51	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	2.35	

表 5. 2016 至 2020 年不同月份與季節羊乳體細胞數之變化

Table 5. Changes of fresh goat milk somatic cell count from Jan. 2016 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Sample number	356	330	417	360	307	282	329	337	320	325	325	341	
Maxi-mum ($\times 10^3$)	1,099.3	677.9	717.0	511.7	615.4	572.2	575.5	794.2	709.5	939.8	563.8	1,589.0	
Minimum ($\times 10^3$)	35.9	76.2	73.9	74.9	91.1	67.8	61.3	67.3	93.3	69.3	67.9	58.6	
Average ($\times 10^3$)	260.1	249.3	233.0	213.3	226.9	235.1	245.4	240.5	249.3	262.8	262.3	273.7	
Standard deviation ($\times 10^3$)	102.5	84.9	83.3	67.1	72.7	81.1	78.5	76.4	82.1	83.0	71.9	108.2	
Category and percentage													
< 1,000 ($\times 10^3$)	0.56	0.91	2.16	2.22	0.65	2.13	1.22	0.89	0.31	0.31	0.62	0.59	
1,001 – 1,500 ($\times 10^3$)	5.34	5.45	10.07	10.28	9.12	9.22	6.08	5.93	4.06	4.00	4.00	2.35	
1,501 – 2,000 ($\times 10^3$)	19.10	21.21	23.98	36.39	28.99	23.40	19.45	22.85	23.44	14.15	11.69	14.08	
2,001 – 2,500 ($\times 10^3$)	26.97	30.01	28.78	28.89	31.60	29.79	34.95	31.75	31.25	30.77	32.00	27.27	
> 2,501 ($\times 10^3$)	48.03	42.42	35.01	22.22	29.64	35.46	38.30	38.58	40.94	50.77	51.69	55.71	

表 6. 2016 至 2020 年不同月份與季節羊乳比重之變化

Table 6. Changes of fresh goat milk density from Jan. 2016 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Sample number	356	330	417	360	307	282	329	337	320	325	325	341	
Maximum	1.033	1.034	1.033	1.033	1.032	1.032	1.032	1.032	1.032	1.033	1.033	1.033	
Minimum	1.028	1.029	1.030	1.029	1.028	1.029	1.027	1.028	1.028	1.027	1.030	1.029	
Average	1.031	1.031	1.031	1.031	1.030	1.030	1.031	1.030	1.030	1.030	1.031	1.031	
Standard deviation	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015	0.001	0.001	0.001	0.015	0.001	
Category and percentage													
< 1.026	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.027 – 1.029	0.28	0.61	0.00	0.83	5.21	14.18	17.63	12.46	11.56	1.23	0.00	0.29	
1.030 – 1.032	97.19	97.27	98.32	98.89	94.79	85.82	82.07	87.54	88.44	98.46	99.69	97.65	
1.033 – 1.035	2.53	2.12	1.68	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.31	2.06	
> 1.036	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

表 7. 2016 至 2020 年不同月份與季節國產羊乳酸度之變化
Table 7. Changes of fresh goat milk acidity from Jan. 2017 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Sample number	286	264	284	290	235	211	260	269	248	251	258	277	
Maximum (%)	0.196	0.203	0.263	0.196	0.251	0.231	0.166	0.178	0.180	0.196	0.200	0.257	
Minimum (%)	0.120	0.124	0.118	0.117	0.109	0.109	0.114	0.113	0.116	0.121	0.124	0.128	
Average (%)	0.153	0.155	0.149	0.146	0.139	0.140	0.140	0.142	0.144	0.152	0.153	0.160	
Standard deviation (%)	0.012	0.012	0.014	0.012	0.012	0.013	0.009	0.011	0.011	0.012	0.011	0.013	
Category and percentage													
< 0.120%	0.35	0.00	0.70	0.69	5.53	2.84	3.08	1.49	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0.121 – 0.140%	14.34	9.47	21.13	31.03	57.87	58.29	47.69	45.72	41.94	17.53	12.79	3.97	
0.141 – 0.160%	59.78	60.61	61.62	59.31	35.32	35.55	47.69	49.44	50.81	57.37	62.40	52.35	
0.161 – 0.180%	24.13	27.65	14.79	8.28	0.85	2.37	1.54	3.35	6.85	24.30	24.03	38.63	
> 0.181%	1.40	2.27	1.76	0.69	0.43	0.95	0.00	0.00	0.00	0.80	0.78	5.05	

表 8. 2016 至 2020 年不同月份與季節國產羊乳冰點之變化
Table 8. Changes of fresh goat milk freezing point from Jan. 2017 to Dec. 2020

Item	Winter			Cool			Summer			Cool			Winter
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Sample number	284	262	281	289	235	211	260	269	248	193	258	276	
Maximum (°C)	-0.506	-0.370	0.552	-0.527	0.539	-0.516	-0.516	-0.500	-0.510	-0.493	-0.514	-0.521	
Minimum (°C)	-0.595	-0.617	-0.673	-0.660	-0.566	-0.562	-0.567	-0.569	-0.562	-0.568	-0.589	-0.568	
Average (°C)	-0.549	-0.549	-0.545	-0.547	-0.539	-0.542	-0.543	-0.543	-0.542	-0.544	-0.547	-0.549	
Standard deviation (°C)	0.010	0.016	0.067	0.009	0.071	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008	0.007	0.007	
Category and percentage													
< -0.560°C	6.34	9.16	3.91	3.46	0.85	0.47	1.92	1.86	2.02	1.04	1.55	4.71	
-0.559 – -0.540°C	82.75	82.07	88.25	86.85	76.60	68.25	68.08	68.40	67.74	77.72	84.88	87.32	
-0.539 – -0.520°C	8.80	7.63	7.12	9.69	21.28	30.33	28.85	29.00	29.43	20.21	13.18	7.97	
-0.519 – -0.500°C	2.11	0.38	0.36	0.00	0.43	0.95	1.15	0.74	0.81	0.51	0.39	0.00	
> -0.499°C	0.00	0.76	0.36	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	

羊乳冬季體細胞數 ($253.07 \pm 2.24 \times 10^3$ cells/mL) 顯著高於涼季 ($240.83 \pm 2.34 \times 10^3$ cells/mL) 及夏季 ($242.83 \pm 2.39 \times 10^3$ cells/mL) (圖 1)，涼季與夏季體細胞數無顯著差異。此結果與 Kim *et al.* (2013) 相似，該篇研究結果顯示，撒能山羊及吐根堡 (Toggenburg) 山羊生乳體細胞數平均值季節間具有顯著差異，以春季最低 ($0.94 \pm 1.54 \times 10^6$ cells/mL)，冬季最高 ($3.95 \pm 7.14 \times 10^6$ cells/mL)。而本試驗中，以 4 月時總乳體細胞數平均值最低 ($213.30 \pm 67.10 \times 10^3$ cells/mL)，12 月時最高 ($273.72 \pm 108.23 \times 10^3$ cells/mL)，且有 55.71% 之總乳體細胞數高於 $2,501 \times 10^3$ cells/mL 以上 (表 5)。季節影響羊乳體細胞數的原因推測主要與光週期有關，Peris *et al.* (2002b) 及 García-Hernández *et al.* (2007) 研究報告指出，光週期會影響乳量並間接影響乳質；因此當日照時間增加時，會增加乳產量並降低體細胞數，也就是說在春季時日照時間逐漸增加，並有較舒適之溫度，可提升乳產量及降低生乳體細胞數 (Peris *et al.*, 2002a)；在冬季時由於日照時間逐漸縮短，羊乳產量逐漸下降及體細胞數逐漸上升，此推論與本試驗觀察結果相符。

在羊乳理化特性的部分，冬季羊乳比重雖然顯著較夏季與涼季高，但以平均值而言各月差異並不大，介於 1.030 – 1.031 之間 (表 6)；但夏季羊乳比重最大值與最小值皆小於冬季對應數值，且夏季有 11.56 – 17.63% 的羊乳樣本比重介於 1.027 – 1.029，明顯較另外兩季節中比重偏低者比例更高。本試驗中生羊乳平均滴定酸度在冬季、涼季及夏季之間有顯著差異，夏季平均酸度在 0.140 – 0.144% 之間 (表 7)，低於涼季的 0.139 – 0.153% 以及冬季的 0.149 – 0.160%；若以羊乳酸度 0.140% 以下分布的比例而言，夏季有 42.34 – 61.13%，高於涼季的 12.79 – 63.40% 以及冬季的 3.97 – 21.83%；其中最低平均值出現在 5 月 0.14%，之後一路上升至 12 月達最高平均值 0.16%，酸度的提升與羊乳中乳蛋白質 (酪蛋白與白蛋白) 及灰分 (檸檬酸鹽及磷酸鹽) 有關 (Kelly and Fox, 2016)，因此與本試驗前述觀察到的乳成分季節及月份變化趨勢相同。冬季的羊乳平均冰點顯著低於涼季及夏季 ($P < 0.05$)，夏季與涼季間則無顯著差異 (圖 1)，其中平均冰點最高值出現在 5 月僅有 -0.539°C ，平均最低值則出現在冬季的 1 月及 12 月，可達 -0.549°C ；若以羊乳平均冰點 -0.559°C 以下分佈的比例而言，冬季羊乳樣品符合比例介於 89.09 – 92.03%，涼季及夏季則分別僅有 77.45 – 90.31% 及 68.75 – 70.26% (表 8)，顯示季節對於羊乳冰點分布影響甚大。臺灣乳羊產業飼養品種以阿爾拜因 (Alpine) 山羊為主，平均每次乳量較撒能山羊為低，而乳成分中乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物皆較撒能山羊高，因此本試驗中觀察到之冰點平均值較 Kljajevic *et al.* (2018) 撒能山羊 (-0.462 至 -0.490) 為低，但其低點同樣位於乳蛋白質、乳糖及灰分相對低點的區間。Henno *et al.* (2008) 在牛乳冰點變化趨勢也發現類似情形，但推測可能與管理上部分放牧造成的蛋白質利用率降低有關，但本試驗中收集之乳羊場皆為舍內飼養，因此推測夏季氣溫上升造成的羊隻飲水量增加才是造成冰點上升的主因 (Bjerg *et al.*, 2005)。

夏季高溫對於乳牛泌乳效率有負面影響 (Brouček *et al.*, 2011)，相關研究亦顯示在乳羊亦可觀察到氣溫與羊乳成分呈現負相關 (Kljajevic *et al.*, 2018)，該研究顯示氣溫與乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物之相關係數分別為 -0.90、-0.74、-0.77 及 -0.74。此外，夏季日照時間長度較長可能也會影響羊乳成分，研究顯示除了比重無顯著差異之外，其餘乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物皆會受到日照時間長度的影響 (Kljajevic *et al.*, 2018)，其中乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物與日照時間長度的相關係數分別為 -0.79、-0.51、-0.57 及 -0.52；日照時間長度可間接影響氣溫與乳羊的飲水量，進一步影響生乳品質 (Bjerg *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2014)。氣溫與相對濕度可能共同影響羊乳品質，研究顯示溫濕度指數 (temperature humidity index, THI) 與羊乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物的相關性分別為 -0.93、-0.72、-0.76 及 -0.40；此外，在乳牛亦觀察到當 THI 上升時採食量減少與飲水量上升，並對生乳成分與理化特性產生負面影響 (Gantner *et al.*, 2012)，而本試驗觀察到乳成分下降的幅度以乳脂肪所占比例最大，可接近 0.5%，亦與前人研究觀察結果相符。

結 論

本試驗調查 2016 – 2020 年期間，臺灣飼養乳羊的乳成分 (乳脂肪、乳蛋白質、乳糖及無脂乳固形物) 在夏季及部分涼季會有下降的趨勢，並進一步影響生羊乳理化特性 (酸度、比重及冰點)。現行中華民國國家標準 CNS 3055 規範生羊乳乳品質無脂乳固形物含量為 8.0% 以上，研究結果顯示冬季、涼季及夏季平均符合率分別為 97.41、68.53 及 39.60%，夏季有六成生羊乳樣品之無脂乳固形物含量未能符合 CNS 3055 生乳標準，若無脂乳固形物標準修正為 7.5%，則冬季、涼季及夏季平均符合率分別可達 100.00、99.91 及 99.09%。除了持續輔導改善擠乳作業流程以提升乳成分及降低體細胞數之外，推測其他可能的原因為乳成分與理化特性與氣候溫度及溼度的高度負相關所致，建議未來相關研究進一步加入溫濕度監測，以針對不同品種乳羊泌乳性能及其品質進行耐熱性狀評估，確認個別山羊品種在熱緊迫下反應，作為未來乳羊品種選育之目標。

致 謝

本研究承社團法人中華民國養羊協會彙整通知各優質羊乳標章羊乳品廠定期採樣與寄送，並由北區分所同仁鄭志明、邱怡萍及宋春蓮協助檢驗，使試驗得以順利完成，特此申謝。

參考文獻

- 中華民國經濟部。CNS 3441。國家標準 (CNS) 網路服務查詢系統。https://www.cnsonline.com.tw/。
- 中華民國經濟部。CNS 3442。國家標準 (CNS) 網路服務查詢系統。https://www.cnsonline.com.tw/。
- 中華民國經濟部。CNS 3055。國家標準 (CNS) 網路服務查詢系統。https://www.cnsonline.com.tw/。
- 行政院農業委員會。2016-2020。農業統計年報。https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx。
- 吳輔佑。1998。羊乳之特殊養生功能。生物產業 9：177-181。
- 梁逸。2000。羊乳與牛乳營養價值之探討。畜產新知 31：7-8。
- Bjerg, M., M. D. Rasmussen, and M. O. Nielsen. 2005. Changes in freezing point of blood and milk during dehydration and rehydration in lactating cows. *J Dairy Sci.* 88: 3174-3185.
- Brouček, J., Š. Mihina, Š. Ryba, P. Tongel, P. Kišac, M. Uhrinčat, and A. Hanus. 2011. Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows. *Czech. J. Anim. Sci.* 51: 93-101.
- Chen, B., M. J. Lewis, and A. S. Grandison. 2014. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chem.* 158: 216-223.
- Faye, B. and G. Konuspayeva. 2012. The sustainability challenge to the dairy sector-the growing importance of non-cattle milk production worldwide. *Int. Dairy J.* 24: 50-56.
- Gantner, V., P. Mijić, S. Jovanovac, N. Raguž, T. Bobić, and K. Kuterovac. 2012. Influence of temperature-humidity index (THI) on dairy production of dairy cows in Mediterranean region in Croatia. *Animal Farming and Environmental Interactions in the Mediterranean Region*, pp. 71-78.
- García-Hernández, R., G. Newton, S. Horner, and L. Nuti. 2007. Effect of photoperiod on milk yield and quality, and reproduction in dairy goats. *Livest. Sci.* 110(3): 214-220.
- Goetsch, A. L., S. S. Zeng, and T. A. Gipson. 2011. Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Res.* 101: 55-63.
- Henno, M., M. Ots, I. Jõudu, T. Kaart, and O. Kärt. 2008. Factors affecting the freezing point stability of milk from individual cows. *Int. Dairy J.* 18: 210-215.
- Jensen, R. G., A. M. Ferris, and C. J. Lammi-Keefe. 1991. The composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74: 3228-3243.
- Kelly, A. L. and P. F. Fox. 2016. *Advanced Dairy Chemistry, Volume 1B: Proteins: Applied Aspects.* 1-33.
- Kim, H. R., J. Y. Jung, I. Y. Cho, D. H. Yu, S. S. Shin, C. H. Son, K. S. Ok, T. Y. Hur, Y. H. Jung, C. Y. Choi, and G. H. Suh. 2013. Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count in Jeonnam province. *Korean J. Vet. Serv.* 36: 263-272.
- Kljajevic, N. V., I. B. Tomasevic, Z. N. Miloradovic, A. Nedeljkovic, J. B. Miocinovic, and S. T. Jovanovic. 2018. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *J. Food Sci. Technol.* 55: 299-303.
- Lindmark-Mansson, H., R. Fondén, and H. E. Pettersson. 2003. Composition of Swedish dairy milk. *Int. Dairy J.* 13: 409-425.
- Li, S., M. Delger, A. Dave, H. Singh, and A. Ye. 2022. Seasonal variations in the composition and physicochemical characteristics of sheep and goat milks. *Foods.* 11(12): 1737.
- Mayer, H. K. and G. Fiechter. 2012. Physicochemical characteristics of goat's milk in Austria-seasonal variations and differences between six breeds. *Dairy Sci. Technol.* 92: 167-177.
- Nemanja, V. K., I. B. Tomasevic, Z. N. Miloradovic, A. Nedeljkovic, J. B. Miocinovic, and S. T. Jovanovic. 2018. Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *J. Food Sci. Technol.* 55(1): 299-303.
- Ng-Kwai-Hang, K. F., J. F. Hayes, J. E. Moxley, and H. G. Monardes. 1985. Percentages of protein and nonprotein nitrogen with varying fat and somatic cells in bovine milk. *J. Dairy Sci.* 68: 1257-1262.
- Peris, C., J. R. Díaz, N. Fernández, M. Rodríguez, P. Molina, and A. Orres. 2002a. Influence of mechanical milking on

- mastitis. IV International Scientific Conference on Sheep and Caprinotechnics, SEOC, Valencia, ESP.
- Peris, C., C. Segura, J. L. Palomares, M. Rodríguez, J. R. Díaz, and N. Fernández. 2002b. The quality of goat milk produced in the Autonomous Communities of Valencia and Murcia. IV International Scientific Conference on Sheep and Caprinotechnics, SEOC, Valencia, ESP.
- Poulsen, N. A., I. Rybicka, H. D. Poulsen, L. B. Larsen, K. K. Andersen, and M. K. Larsen. 2015. Seasonal variation in content of riboflavin and major minerals in bulk milk from three Danish dairies. *Int. Dairy J.* 42: 6-11.
- SAS. 2015. SAS/STAT® 14.1. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

Bulk milk composition, somatic cell count, and physico-chemical characteristics of dairy goat farm in Taiwan ⁽¹⁾

Po-An Tu ⁽²⁾ Jen-Wen Shiau ⁽²⁾ Jui-Chuan Su ⁽³⁾ and Ming-Kuei Yang ⁽²⁾⁽⁴⁾

Received: Mar. 27, 2023; Accepted: Jun. 29, 2023

Abstract

Current National Standards (CNS) of the Republic of China No. 3055 regulates the solid-not-fat of goat milk should be higher than 8.0%. According to the feedback from dairy farmers, milk processors, and farmer associations, a large number of bulk milk samples in summer was unable to comply with the regulation. National standards should be flexible and be able to adjust based on the production facts. We analyzed the bulk tank milk of dairy goats in Taiwan from 2016 to 2020. The results show that during the summer seasons from 2016 to 2020, the average milk fat, protein, lactose and solid-not-fat of raw sheep's milk were significantly lower than those in winter and cool seasons ($P < 0.05$). The somatic cell count was significantly higher in winter than in cool and summer seasons ($P < 0.05$), while there was no significant difference between cool and summer seasons. In terms of physico-chemical properties of raw sheep's milk, although the density of winter milk was significantly higher than that of summer and cool season milks ($P < 0.05$), there was not much difference among months on average; the mean acidity showed significant differences among winter, cool and summer seasons ($P < 0.05$); the mean freezing point of winter sheep's milk was significantly lower than that of cool and summer seasons ($P < 0.05$), while there was no significant difference between cool and summer seasons. In summary, a domestic goat milk composition database was established for the further revision of related national standards. The result showed that milk components (fat, protein, lactose, and solid-not-fat) percentages declined in the summer and partial cool season. It further caused the changes in physico-chemical characteristics (acidity, density, and freezing point) of goat milk.

Key words: Dairy goat, Milk component, Season.

(1) Contribution No. 2756 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Northern Region Branch, MOA-TLRI, Miaoli 36843, Taiwan, R. O. C.

(3) Goat Farmer Association R.O.C., Chiayi 600040, Taiwan, R. O. C.

(4) Corresponding author, E-mail: max1986@tlri.gov.tw.