

東海大學畜產學研究所

碩 士 論 文

指 導 教 授：周 繼 發 博 士

羊乳體細胞數與乳成分及
血纖維蛋白溶酶之關係

**The Relationship of Somatic Cells with
Composition and Plasmin in Goat Milk**

研 究 生：林 伯 州 撰

中華民國九十一年六月

目次

	頁次
、 中文摘要	1
、 前言	3
、 文獻檢討	4
、 材料與方法	34
、 結果與討論	40
、 結論	52
、 參考文獻	53
、 英文摘要	63
IX、 小傳	65

表次

	頁次
表 1. 三季及全年中各體細胞數區間樣品數佔總 樣品數之比率	32
表 2. 總乳體細胞數與成分之關係	45
表 3. 羊總乳體細胞數與含氮化合物之關係	48
表 4. 總乳體細胞數與血纖維蛋白溶酶活性及 凝乳時間之關係	51

圖次

	頁次
圖 1. 雲嘉南地區養羊戶總乳體細胞數分布	33
圖 2. 總乳體細胞數之分布	41
圖 3. 季節對總乳體細胞數之影響	42

、中文摘要

為瞭解國產羊乳體細胞數與乳品質的關係，本研究自台中市西屯區之益健乳羊牧場（約 400 頭）及福隆鮮羊乳場（約 200 頭）共約 600 頭採取乳樣。自民國 88 年 11 月至 90 年 10 月每隔週自兩家乳羊場各採兩次總生羊乳作為樣品，並分析其體細胞數、脂肪率、乳糖含量、無脂固形分、乳固形分及各含氮化合物。結果發現，如將羊總乳體細胞數分為小於 50、50-100、100-150、150-200 及 200 萬/mL 以上等五個區間時，呈現一常態自然分佈現象，其中以分佈在 100-150 萬/mL 區間內之樣品數(36.67%)最多。收乳季節區分對總乳體細胞數高低影響並不顯著。就總乳成分而言，除無脂固形分與體細胞數關係不顯著外，乳糖於體細胞數大於 200 萬/mL 最低，脂肪與乳固形分於 150-200 萬/mL 最低，而蛋白質於大於 200 萬/mL 最高，其中酪蛋白態氮（casein nitrogen；CNN）於小於 100 萬/mL 最高，而可溶性蛋白態氮（soluble nitrogen；SN）與蛋白胨-蛋白朊（proteose-peptone；PP）於大於 200 萬/mL 時呈現最高（ $P < 0.05$ ）。另外，隨體細胞數之增加，其血纖維蛋白溶酶活性及凝乳所須時間亦有隨之增加之趨勢，但體細胞數小於 200 萬/mL 者差異並不顯著，大於 200 萬/mL 時則呈差異顯著（ $P < 0.01$ ）。此外，以不

同體細胞數之生乳產製保久鮮乳，並於室溫貯藏一與三個月後發現，其沈澱量亦隨體細胞數之增加而有增加之趨勢。

綜合上述，當體細胞數升至 200 萬/mL 以上時，血纖維蛋白溶酶活性及對熱敏感而易生沈澱之可溶性氮、蛋白脛-蛋白腓量顯著增加，因此建議收購羊乳體細胞數在 150 萬/mL 以內之生乳應可有效改善其加工品質。

、前言

近年來由於乳羊業者的努力經營，國內的羊乳事業呈現明顯蓬勃發展的狀況。早期台灣的乳羊業者，大多為小規模圈飼，每戶之平均飼養頭數約 30-50 頭，且多數屬於副業型態。目前台灣的乳羊業者大多數是改以高架形式飼養，並予以企業化來經營管理。台灣乳羊的在養頭數及產乳量從民國 80 年到 87 年增加了三倍有餘（台灣農業年報，1999），可說是台灣畜牧業中極具成長潛力且目前較沒有受到 WTO 衝擊的產業。研究報告指出，生乳體細胞數之多寡，對於生乳品質關係極為密切（李，1986；周及扈，1997b；Eberhart *et al.*, 1982; Tallamy and Randolph, 1970）。在牛乳方面，國內外已有許多體細胞數與生乳品質關係之探討；反觀羊乳，其體細胞數與乳品質關係的研究無論在國內外均較少，且尚未如牛乳有一套體細胞數區間之計價標準。在生乳品質的要求日漸升高的前提下，本研究之目的係探討逐漸以企業化生產之生羊乳品質及體細胞數與血纖維蛋白溶酶之關係，以供乳羊業者參考。

、文獻檢討

一、 台灣近年來羊乳產業概況

近年來由於乳羊業者的努力經營，國內的羊乳事業呈現明顯蓬勃發展的狀況；而台灣消費者對乳製品的主要消費型態亦由乳粉改為鮮乳。近來，由於羊乳及其製品漸受消費者青睞，鮮羊乳與保久羊乳也已經成為風行的食品。業者常以『羊奶性溫純，高營養、易消化』等字眼進行促銷，因此在國內消費者眼中已被視為一種補品，且其價格亦高於牛乳，故近年來陸續有企業投入羊乳之產製事業。台灣乳羊的在養頭數從民國 80 年的 39,600 頭，增加到民國 87 年的 129,106 頭；而羊乳的產量更是從民國 80 年的 10,307 公噸，增加到民國 87 年的 32,912 公噸(台灣農業年報，1999)，可說是台灣畜牧業中極具成長潛力的產業。在各地飼養狀況又以屏東、高雄、台南等三地為最多，可說是台灣地區羊乳生產的重鎮。事實上，以羊乳作為乳飲品量產之情形為台灣消費之特色，亦可能是世界上唯一以此為消費方式之地區。

台灣具規模之羊乳工廠收購的生乳多以超高溫滅菌 (ultra-high temperature sterilization; UHT) 的滅菌方式製成鮮羊

乳，而家庭式者則以低溫長時間 (low temperature long time ; LTLT) 殺菌方式以供應廣大消費者所需，但其羊乳的消費型態係以產製鮮羊乳為主，且多數仍以配送到家的方式供應消費者。在生羊乳方面，乳羊個體受限於體型致使每日搾乳量遠低於乳牛，若欲達較大之搾乳量，則搾乳器所經之羊隻搾乳頭數相對增加，使污染機會提高。另一方面，大多數羊酪農戶仍為小型經營者致使每日乳量並不大，因此集乳車可能 2 至 3 日方收乳一次至乳品加工廠，如此亦造成酪農貯乳槽中生羊乳之冷藏期延長。在羊隻搾乳頭數高及生羊乳之冷藏期長之雙重影響下，使得微生物在生羊乳冷藏貯存期間增殖機會大增，自然增加生羊乳衛生條件控制之困難度。此外，台灣羊乳之銷售方式，是將經熱加工後之鮮羊乳冷藏，隔日再將鮮羊乳加溫後配送到府；此種銷售方式，在運送過程及消費者飲用之前，勢必使鮮羊乳有一段時間曝露在微生物極易增殖之環境下，因此鮮羊乳之衛生條件必需相當嚴謹方能符合衛生要求。所以，如能將生羊乳品質控制在極佳之條件下製成鮮羊乳，則應可延長鮮羊乳品質保鮮的時間。目前雖已有低溫鮮羊乳在超級市場銷售的方式，但其被接受的程度仍有待觀察。

(一) 台灣目前的乳羊品種:

台灣的乳羊品種主要可分為：薩能 (Saanen), 土根堡 (Toggenburg), 奴比亞 (Nubian), 法國阿爾卑 (French Alpine) 及賴滿佳 (Lamanchai) 等，其中 Nubian 為乳肉兩用種，乳量及肉量皆佳，目前羊農以飼養薩能、奴比亞及法國阿爾卑為主。

(二) 乳羊的飼養狀況:

早期台灣的乳羊業者，大多為小規模圈飼，每戶之平均飼養頭數約 30-50 頭，且多數屬於副業型態，並由家族共同經營，鮮少雇用技術人員從事大規模專業化與企業化之生產。目前台灣的大多數乳羊業者則改以高架形式來飼養，利用高架式飼養可大幅增加飼養的頭數，並且容易收集羊隻的排泄物出售，成為乳羊業者收入的另一項來源。

在乳羊的擠乳方面，酪農們一般採取兩段式擠乳方式，即每日的清晨六時與下午五時各進行一次擠乳工作。在台灣，因為受限於羊酪農戶本身規模及乳羊之每日泌乳量遠不及乳牛，加上酪農戶間相距甚遠，因此集乳車很難每日自同一酪農戶收到足夠之羊乳量。基於上述原因，自然迫使生羊乳冷藏期必須延長以待加工之現象，亦造成乳中微生物菌相之改變

(謝, 1998)。而在乳羊的飼養上較易發生的疾病有鼓脹(bloat)、酮症(ketosis)、泌乳期酮症(lactation ketosis)、腸毒症(enterotoxemia)、泌乳熱(milk fever)、腐蹄病(foot rot)、乳房炎(mastitis-udder inflammation)等(王, 1997)。

(三)嘉南羊乳之生羊乳的計價及驗收之參考辦法:

1. 季節區分：

生羊乳之收乳季節，一般區分為冬期乳（九月至翌年二月），每公斤收乳價約為 45 元，以及夏期乳（三月到八月）每公斤收乳價約為 35 元。

2. 生羊乳品質驗收標準：

A. 當攝氏 15 時，羊乳之比重應為 1.0300 - 1.0340。

B. 羊乳脂肪之含量應在 3.2% 以上。

C. 每公斤生乳沈澱物含量在 1.0 公絲以下為合格。

D. 以 45% 酒精測定需呈陰性反應。

E. 酸度在 0.12% - 0.17% 之間。

F. 生乳中應無抗菌物質之存在。

3. 生羊乳品質加減價標準（以美藍褪色時間為準）:

A. 8 小時以上者每公斤加價 1.0 元。

- B. 7.1 - 8 小時者每公斤加價 0.8 元。
 - C. 6.1 - 7 小時者每公斤加價 0.5 元。
 - D. 5.1 - 6 小時者不予加減價。
 - E. 4.1 - 5 小時者每公斤扣價 0.5 元。
 - F. 3.1 - 4 小時者每公斤扣價 1.0 元。
 - G. 2.1 - 3 小時者每公斤扣價 1.5 元。
4. 原料生羊乳有下列情事之一者，不予計價：
- A. 乳脂率低於 3.04% 以下。
 - B. 比重低於 1.0300 以下。
 - C. 美藍褪色時間在 2.0 小時以下者。
 - D. 酸度低於 0.12% 或是高於 0.17% 以上為異常乳。
 - E. 沈澱物每公斤超出 2.0 公絲者。
 - F. 酒精試驗呈現陽性反應者為異常乳。
 - G. 含有抗生物質或異物者。
 - H. 生乳呈現黃、紅色、黏稠、酸苦、鹼、甜味、汽油味、油漆味、糞便味以及其他異味者。
 - I. 凍結乳。

綜觀上述現行之生羊乳計價模式 (嘉南羊乳公司)即不難發現，其標準大多係沿用生牛乳之計價標準而定 (王，1997)。

二、羊乳的一般化學組成分

羊乳成分的變動會因為品種、個畜、乳量、乳中體細胞數、飼養管理、泌乳期、季節、疾病及營養狀況等而改變 (Gall, 1981)。根據傅 (1985) 在台灣南部所做的調查及分析結果顯示生羊乳含粗蛋白質 $3.66 \pm 0.38\%$ ，脂肪 $4.43 \pm 1.19\%$ ，乳糖 $4.33 \pm 0.30\%$ 及總固形物 $13.53 \pm 1.49\%$ 。

(一) 蛋白質

一般羊乳中約含有總氮量 0.536% ，酪蛋白態氮量為 0.364% ，乳清蛋白態氮量為 0.110% 及非蛋白態氮為 0.042% (Parkash and Jenness, 1968)；另亦有更高含量者被報告，約含有 0.749% 之總氮量， 0.534% 之酪蛋白態氮量， 0.172% 之乳清蛋白態氮及 0.044% 之非蛋白態氮 (Singh *et al.*, 1972)。大部份報告認為羊乳中酪蛋白含量較牛乳中低，但也有發現二者含量相近者。非蛋白態氮含量在羊乳中約佔總氮量的 9% ，而在牛乳中僅約佔 5% (Grappin *et al.*, 1979；Kataska and Nakae, 1972)，含有高量非蛋白態氮被認為可能有助於嬰孩消化道中共生菌的發育(林及李，1979)。羊乳中主要蛋白質，為 α -乳白蛋白 (α -lactalbumin)、 β -乳球蛋白(β -lactoglobulin)、 γ -

酪蛋白(α -casein)、 β -酪蛋白 (β -casein) 及 κ -酪蛋白 (κ -casein), 與牛乳屬於非常相似之類似體 (homologues), 但牛乳酪蛋白則以 α -酪蛋白(α -casein)為主, 但羊乳缺乏此 α -酪蛋白而此亦為現今區別羊乳及牛乳之主要指標 (Brignon *et al.*, 1976; Brignon *et al.*, 1977; Whitney *et al.*, 1976; Jenness, 1980)。

1. κ -酪蛋白：

羊乳中的 α -酪蛋白含量非常低, 幾乎可稱為不存在, 而代之以 κ -酪蛋白為主要者; 但品種個體亦有差別, 阿爾卑斯山羊 (Alpine goat) 為 “高含量型” (high type), 而撒能種 (Saanen) 則為 “低含量型” (null type) (Ambrosoli *et al.*, 1988; Jenness, 1980)。 κ -酪蛋白與 α -酪蛋白之間最大的差別是在於前者具有雙硫鍵結而後者不具有雙硫鍵或硫氫基, 而兩者的胺基酸組成亦有非常大之差異 (Brignon *et al.*, 1977) 羊乳遇酸所形成之凝乳塊, 張力小, 軟而易碎, 比較容易被消化亦被認為是缺乏 α -酪蛋白所致 (Jenness, 1980)。

2. α -酪蛋白：

α -酪蛋白是羊乳中之主要蛋白質，其由 213 個氨基酸組成。 α -酪蛋白可分離出 α_1 -酪蛋白 及 α_2 ，其主要差異為前者含有 5 個磷酸鹽基，而後者則含有 6 個磷酸鹽基(Richardson and Creamer, 1974)。

3. β -酪蛋白：

羊乳中 β -酪蛋白具有 171 個胺基酸殘基，其胺基酸組成不同於牛乳，牛乳中 β -酪蛋白具有 169 個胺基酸殘基。（張，1989; Jenness, 1980)。

4. κ -乳白蛋白：

羊乳的 κ -乳白蛋白由 123 個氨基酸殘基組成，與牛乳的 κ -乳白蛋白胺基酸組成有 12 處差異；羊乳及牛乳其 κ -乳白蛋白含量分別為 220 及 120 mg / 100mL (Jenness,1980)。

5. λ -乳球蛋白：

羊乳中 λ -乳球蛋白含量約 240mg / 100mL (Johke *et al.*,1964)，由 162 個胺基酸殘基的肽鏈組成，與牛乳的 λ -乳

球蛋白有 6 個部份的胺基酸殘基不同 (Cauvin *et al.*, 1977; Jenness, 1980)。以尿素處理羊乳時其 α -乳球蛋白較牛乳者不安定(Alexander and Pace, 1973)。羊乳的酪蛋白對膠質鈣 (colloidal Ca) 膠質磷 (colloidal P) 之比為 1 : 0.044 : 0.02 , 羊乳比牛乳含有較多量的鈣及磷 (O' Connor and Fox , 1977) , 故羊乳離心之後酪蛋白沈澱比牛乳不完全。

(二) 脂質

羊乳脂質係以平均直徑為 2 μ 之脂肪球微細乳濁狀態散佈於乳中，與羊乳中的風味有密切的關係。羊乳脂肪酸比例與牛乳不同，但組成與牛乳極為相似。脂肪含量約 4.5% ，較牛乳略高，但品種及個體間差異頗大 (林及李，1979; Jenness, 1980)。羊乳的脂質為三酸甘油酯 (triglycerides) 磷脂質 (phospholipids) 及一些膽固醇脂類 (cholesterol esters) 等 (Jenness, 1980)。

1. 三酸甘油酯：

Klobasa and Senft (1970)發現初乳中短鏈及中鏈脂肪酸均稍高於末期乳。日糧中脂肪含量及組成會影響乳的脂肪酸組

成，攝入低脂日糧導致乳脂中 $C_{12:0}$ - $C_{16:0}$ 脂肪酸增加， $C_{18:0}$ 脂肪酸減少；而添加硬脂酸鹽(stearate)及次亞麻油酸鹽(linolenate)會使乳脂中 $C_{18:0}$ 脂肪酸增加，而 $C_{12:0}$ - $C_{16:0}$ 脂肪酸減少(Jenness, 1980)。羊乳中 $C_{6:0}$ 、 $C_{8:0}$ 及 $C_{10:0}$ 的短鏈脂肪酸含量較牛乳高，所以基於提供較佳的構造單位與嬰兒消化利用的觀點而言，羊乳具有較佳的消化率及其利用性（林及李，1979; Jenness, 1980）。Gattuso and Fazio (1974) 建議以 $C_{10:0}/C_{6:0}$ 脂肪酸來分辨牛乳、羊乳、綿羊乳，但是 Smeyers-Verbeke *et al.* (1979) 則認為以 15 個主要脂肪酸含量作統計分析來分辨的效果更佳(Jenness, 1980)。羊乳中羊油酸 (caproic acid, $C_{6:0}$)、羊脂酸 (caprylic acid, $C_{8:0}$) 及葵酸 (capric acid, $C_{10:0}$) 等三個揮發性脂肪酸含量多，尤其以葵酸特多，約為牛乳的三倍，使得羊乳具有特殊的羊臭味(goaty odor) (林及李，1979; Darnton-Hill *et al.*, 1987)。羊乳及牛乳並不是人類日糧中必需脂肪酸的主要供給來源，二者所含飽和脂肪酸約各含其總脂肪重的 2/3 (Parkesh and Jenness, 1968)。短鏈脂肪酸($C_{4:0}$ - $C_{8:0}$)位在甘油的第三碳上，而長鏈脂肪酸則位在甘油的第一或第二碳上(Marai *et al.*, 1969)，又亞麻油酸鹽在羊乳中可分佈在甘油三個碳的任何一個部位上，而牛乳中則大部分是位在甘油的第三碳上(Mills,

1976)。

2. 磷脂質：

羊乳中約有 30 - 40 mg / 100 g 的磷脂質，如單以脂肪計算則約為 8 - 10mg 磷脂/g 脂肪。其量有 40 % 存在於脫脂乳中，其餘則是存在於脂肪球皮膜(fat globule membrane; FGM)上，大部份的磷脂質分類為：磷酸醯膽鹼(cholines； PC)、磷酸醯乙醇胺(phosphatidyl ethanolamines； PE)、磷酸醯絲胺酸(phosphatidyl serines； PS)、磷酸醯肌醇(phosphatidylinositols； PI) 和神經磷脂 (sphingomyelin； SP) (Keenan and Patton, 1970)。依 Kataoka and Nakae(1972)之研究指出羊乳脂肪球上磷脂質的分佈為 33.3% PE 25.27% PC 6.9% PS 5.6% PI 及 27.9% SP 等。

3. 膽固醇：

羊乳中膽固醇含量約在 10 - 20mg/dL，其中約有 65.7% 是遊離的，而另 42% 為酯化狀態而與脂肪球膜結合，品種之間差異甚大，惟初乳的含量均高，約為常乳之兩倍 (Jenness, 1980; Keenan and Patton, 1970)。

4.脂肪球：

羊乳脂肪球的直徑約 1 - 10 μ m，但因其所含小脂肪球較多，被認為是較易被消化的原因之一，甚至較均質過後的牛乳具有更佳的被消化吸收能力(Jenness, 1980)。另外 Singh *et al.* (1968) 發現 63 $^{\circ}$ C，30 分鐘的低溫殺菌處理可導致羊乳脂肪球增大約 12%，呈半融狀 (coalescence)。惟因羊乳脂肪球缺乏凝集素 (agglutinin)，因此不會像牛乳冷卻時會形成團塊 (cluster) (Jennes and Parkash,1971)。此外，羊乳的脂肪球膜性質，皆與牛乳相似；約為 1.64% 涎酸(sialic acid)、3.28% 己糖 (hexose)、2.83% 己糖胺 (hexosamine) 和 0.17% 磷(Singh *et al.*, 1977)。

(三) 碳水化合物

碳水化合物在羊乳中多為乳糖，少部份為葡萄糖，果糖及半乳糖等。乳糖含量為 4.0 - 4.3%，較牛乳稍低(4.8 -5.0%)，因此對於不能消化乳糖的人來說，羊乳可稍微減少因高乳糖所引起的消化擾亂現象。乳糖能提供乳汁甜味，並為乳中滲透壓的因數之一，且乳糖亦是加熱乳中造成褐變的重要因數。羊乳中另含有與蛋白結合之複合體或粘多醣 (macro- polysaccharide)

(林及李, 1979), 其含量依各品種不同而有差異。

(四) 礦物質

其主要之礦物質組成爲鈣、磷、鎂、氯、鈉、鉀、鐵等, 微量的有鈷、錳、鋅及碘等, 羊乳的鈣及磷含量較牛乳多, 但是鈣與磷之比值則相近, 因此有造成新生兒低血鈣僵直症 (neonatal hypocalcaemic tetany) 的危險。羊乳中含有高量的鉀及氯, 高量的氯可以加速凝乳的形成, 改良凝乳的品質, 但也有報告指出新生兒酸中毒病例是因此高含量的鉀與氯存在之故 (林及李, 1979; Daraton-Hill *et al.*, 1987)。羊乳中鈉含量較低, 而在其他微量元素方面, 鐵含量較少, 哺育新生兒時須注意補充, 碘量則足夠所需。鐵、銅、鋅、錳及鉬的含量皆會受日糧、泌乳期等因素的影響(林及李, 1979; Jenness, 1980; Lopey *et al.*, 1985)。

(五) 維生素

羊乳中幾乎含有所有種類之維生素, 而其含量則受季節、飼養條件與其他因素之影響。羊乳有足夠人類嬰兒所需的維生素 A (retinol)、菸鹼酸 (niacin)、維生素 B₁(thiamin)、維生素

B₂ (riboflavin) 及泛酸 (pantothenate) , 但缺乏維生素 C (l-ascorbic acid) 、 維生素 D、 B₁₂(cyanocobalamin) 、 吡哆醇 (pyridorine) 及葉酸鹽(folate)等 (Darnton-Hill *et al.*, 1987)。一般在羊乳中胡蘿蔔素含量較少 , 因為胡蘿蔔素轉變成維生素 A 較完全 , 故羊乳的色調較不黃。羊乳中葉酸鹽含量約為 6 ug/L , 而牛乳及人乳中所含約 50 - 55ug/L , 因此完全哺育山羊乳的人類嬰孩將會因葉酸不足而有患山羊乳貧血症之虞 , 此亦與維生素 B₁₂ 有所關聯。

三、血纖維蛋白溶酶 (plasmin)

第一個提出此蛋白酶在生乳中作用之相關研究報告的是 Babcock & Russel (1897) , 之前一些研究者認為血纖維蛋白溶酶是細菌酵素或類似一些內源性酵素如半乳糖酶的作用 (somer, 1938) , 而近代研究證實血纖維蛋白溶酶並非細菌性酵素 , 應屬牛乳中的內源性牛乳蛋白酶(endogenous milk-proteinase) , 為一種鹼性的蛋白酶 , 類似牛隻血漿酵素。當血纖維蛋白溶酶元 (plasminogen) 在血液和乳汁中被活化時便會形成血纖維蛋白溶酶 , 並在血液中扮演分解血液凝結之角色。血纖維蛋白溶酶 有較寬的 pH 作用範圍 , 並易對 Lys-X

和 Arg-X 的鍵結位作用使產生水解作用，惟對 Lys-X 鍵結之作用似要較 Arg-X 大(Bastian *et al.*, 1996) 因血纖維蛋白溶酶、血纖維蛋白溶酶元在牛乳中之濃度低，故很難予以定量，Bastian 等人 (1996) 則針對此開發出非常敏感的測定方法來作牛乳和乳製品中此等成份之測量使用。

Halpaap *et al.* (1977) 指出血纖維蛋白溶酶 在血液和牛奶中的濃度分別是 200 mg/L 和 0.3mg/L, 其自牛乳中純化出來的最理想作用 pH 為 7.4~7.5 , 而溫度是 37 (Humbert & Alais, 1979) 要證明在乳牛的血液中的血纖維蛋白溶酶 和乳汁中者是否相同時，則有賴於探討其是否有相似之胺基酸序列、相近之作用 pH 值、pH 穩定度、熱安定性、酪蛋白水解特性和其抑制物等 (Kaminogawa *et al.*, 1972; Kaminogawa & Yamauchi, 1972; Reimerdes, 1983), 而 Benfeldt *et al.* (1995) 證明由牛乳中純化出來的血纖維蛋白溶酶與由血液純化出者在動力、免疫和胺基酸序列的比較上是極相似的。

(一) 血纖維蛋白溶酶在牛乳中之作用

酪蛋白水解會對乳製品品質造成影響。在北義大利，大約有 80 % 的總乳產品被用來作為乳品加工，其中主要的產品是

乾酪，因此牛乳加工前之儲存期間，酪蛋白受蛋白酶作用之程度非常重要。許多學者研究牛乳製品中的血纖維蛋白溶酶水解情形多著眼於 α -酪蛋白 (Yamauchi & Kaminogawa, 1972; Kaminogawa & Yamauchi, 1974; Gorden & Groves, 1975; Andrews, Eigel & Keenan, 1979; Snoeren & van Riel, 1979; Eigel, 1981; Andrews & Alichanidis, 1983)。這些研究者指出，在 α -酪蛋白上有三處對血纖維蛋白溶酶敏感的鍵結處，分別是 $\text{Lys}^{28}\text{-Lys}^{29}$ ， $\text{Lys}^{105}\text{-His}^{106}$ 和 $\text{Lys}^{107}\text{-Glu}^{108}$ 。當血纖維蛋白溶酶於此三處進行水解作用時，便有胜肽被分解出來，分別為 1-酪蛋白 (f 29-209)，2-酪蛋白 (f 106-209) 和 3-酪蛋白 (f 108-209)，當原料乳受血纖維蛋白溶酶不同程度之作用後，牛乳之凝固時間延長，沈澱物增加，風味不佳等現象亦逐一顯現 (張, 1989)。

血纖維蛋白溶酶之酵素活性單位 (plasmin activity unit)，即在 1mL 牛乳中 plasmin 或是 urokinase- activated plasminogen 在 pH 7.4, 37℃ 情況下，一分鐘可改變 450nm 的吸光值 0.01 所需要的量。泌乳後期的 plasminogen- derived activity 濃度是 $45.3 \pm 13.0 \text{ U/mL}$ ，比初期的 $26.3 \pm 2.7 \text{ U/mL}$ 還要多出許多，而人乳是由原來 $4.8 \pm 4.2 \text{ U/mL}$ 經 6 至 7 天保存期中則成為 12.4

± 9.9 U/mL。在牛乳 72、15 秒的殺菌情況下血纖維蛋白溶酶和 plasminogen-derived activity 大約減少 10%，而市售超高溫滅菌乳則均大量遭到破壞，故難以測得，估計至少減少 90%。

(二) 影響乳中血纖維蛋白溶酶活性之因數

Grufferty & Fox (1988c) 和 Humbert & Alais (1979) 發現牛奶中血纖維蛋白溶酶與下列因數有相關，茲分述於下。

1. 乳房炎與體細胞數

血纖維蛋白溶酶在乳房炎乳中作用比正常乳來得高 (Grieve & Kitchen, 1985; Saeman *et al.*, 1988; Politis *et al.*, 1989a, b), Politis *et al.* (1989a) 指出當體細胞數在牛奶中從較少的 25 萬/mL 增加到 100 萬/mL 時，其血纖維蛋白溶酶的濃度由 0.18 上升至 0.37mg/L，而血纖維蛋白溶酶元的量由 0.85 升至 1.48mg/L，當體細胞數增加，血纖維蛋白溶酶元與血纖維蛋白溶酶的比值從 4.7 到 4.0；之後的研究人員發現當體細胞數從 29 萬/mL 增加到 130 萬/mL 時，血纖維蛋白溶酶活性從 107×10^{-6} U/mL 增加到 230×10^{-6} U/mL (Politis *et al.*, 1989b)。

Saeman *et al.* (1988) 誘發 Holstein 品種的牛隻產生乳房炎，然後測量體細胞數、總蛋白酶作用物（血纖維蛋白溶酶 加上一些與體細胞有關的其他蛋白酶的作用物）和感染前期、感染時和感染後期血纖維蛋白溶酶的作用，所有的因數在感染期間都顯著增加，而在感染後期總體細胞數有減少到感染初期時的程度，大部分增加者多來自血纖維蛋白溶酶的量，因此他們斷定即使治療了乳房炎之後，血纖維蛋白溶酶的活性並不能回到感染前的程度，這也是為什麼較老的牛所產的牛乳比年輕的牛所產的乳有較高的血纖維蛋白溶酶活性之原因。

2. 泌乳期

血纖維蛋白溶酶，血纖維蛋白溶酶元和 plasminogen activator 泌乳期間之改變在不同的乳品中已有所研究，血纖維蛋白溶酶和 plasminogen activator 在泌乳期第五個月開始增加，血纖維蛋白溶酶元則在泌乳第五個月後開始減少，這反映出乳房上皮細胞的滲透力增加，而血纖維蛋白溶酶元/血纖維蛋白溶酶的比例亦隨著泌乳期而減少因而聯想到是因為血纖維蛋白溶酶元轉變成血纖維蛋白溶酶之量增加所致（Baldi *et al.*, 1996）。

另外 Politis *et al.*, (1989a) 的報告亦指出血纖維蛋白溶酶元與血纖維蛋白溶酶的比值從泌乳初期的 6.55 到泌乳末期的 3.29 , 代表了在泌乳末期時 , 血纖維蛋白溶酶元形成血纖維蛋白溶酶的作用增加。 Bastian *et al.* (1996) 發現血纖維蛋白溶酶加上血纖維蛋白溶酶元 (總酵素) 之量由開始逐漸增加至在泌乳的第六個月 , 然後維持穩定至泌乳期結束 (十個月) , 但是血纖維蛋白溶酶在總酵素的百分比中是穩定的 , 除了第三個月之外 , 這情形可以推測在泌乳初期由血液轉變成牛乳中酵素的流動增加 , 隨後至泌乳末期則維持穩定。

3. 年齡

從較老的牛所擠出的牛乳有較高的血纖維蛋白溶酶活性 , 雖然血纖維蛋白溶酶元之量差異不顯著 , 在第一次泌乳的牛隻中 , 整個泌乳期牛乳中的血纖維蛋白溶酶作用是維持穩定的 , 但很戲劇性的 , 在收集較老的牛所產的牛乳中 , 整個泌乳期牛乳中的血纖維蛋白溶酶之活性卻是會漸漸增加的 (Schaar, 1985; Schaar & Funke, 1986; Bastian *et al.*, 1991b)

4.乳牛的品種

較高的血纖維蛋白溶酶活性被發現來自 Holstein-Friesian 的牛種 (0.27-0.53mg/L), 比娟珊牛 (Jersey cows) 的 0.15-0.37 mg/L 來得高 (Richardson, 1983b), 類似的趨勢在 Swedish Friesian 和 Jersey 也有發現 (Schaar, 1985)。然而在這些品種中, 為了酪蛋白濃度不同而在血纖維蛋白溶酶活性的統計上做調整時, 差異已經移除, 因此 Schaar (1985) 斷定在血纖維蛋白溶酶活性與酪蛋白的濃度是呈負相關, 這可能是因為酪蛋白和測量血纖維蛋白溶酶活性的合成物產生競爭的關係。Bastian *et al.*, (1991a) 亦發現酪蛋白測定隨著血纖維蛋白溶酶之濃度改變而受到干擾。

Baldi *et al.*, (1996)亦指出血纖維蛋白溶酶, 血纖維蛋白溶酶元、血纖維蛋白溶酶活性和體細胞數是呈正相關, 而與酪蛋白則呈負相關, 分別是-0.38、-0.43 和-0.40; 另外比較重要的是血纖維蛋白溶酶活性和體細胞數呈正相關 ($r=0.5$), 而血纖維蛋白溶酶活性和血纖維蛋白溶酶量亦是呈正相關 ($r=0.49$)。

5.牛乳中蛋白脛-蛋白腓

血纖維蛋白溶酶對牛乳中溶解度較高之蛋白脛-蛋白腓上的胨肽鍵有極高的敏感度 (Korycka-Dahl *et al.*, 1982) 由於牛乳中酵素的活性係隨著泌乳期、乳房炎的嚴重程度而增加，即使在非臨床性乳房炎亦由於內源性蛋白酶之增加，而特別在蛋白脛-蛋白腓濃度上呈現出來，因此測定 蛋白脛-蛋白腓的量亦或可以作為蛋白酶活性的指標(Korycka-Dahl *et al.*, 1982)

Korycka-Dahl 等人 (1982) 證實蛋白脛-蛋白腓含量的確明顯與影響蛋白質品質降低的參數有關，例如與血纖維蛋白溶酶活性的相關係數是 0.88，與 α -casein 和總 casein 比例的相關係數是 0.82，另外有些與乳房健康有關之參數，如氯化物含量的相關係數是 0.8，而與總體細胞數的相關係數是 0.65。

(Korycka-Dahl *et al.*, 1982)

四、體細胞數與乳品質的關係

(一) 體細胞之定義

體細胞在牛乳方面研究較多，因研究者不同其分類方式亦異，體細胞係源自乳腺脫落之上皮細胞 (epithelial cell)及血液之血球，而血球則以白血球(leucocyte)為主，其總稱為體細胞

數 (somatic cell counts; SCC)。Bachmann (1932)將體細胞分為多核型白血球(polymorphonuclear leucocyte)、淋巴球 (lymphocyte)、單核球(monocyte)及上皮細胞 (epithelial cell)。而 Zlotnik (1942) 將源自乳頭皮膚 (teat skin) 和乳頭管(streak cannal) 之大型扁平細胞 (large squamous cell) 另予列入；Schonberg (1956) 則將巨大細胞 (giant cells) , 紅血球 (erythrocyte) 及所有分裂之細胞 (nissen's bodies) 亦予納入體細胞數範圍。

(二) 正常羊乳體細胞數

乳牛乳腺屬於局部分泌腺(merocrine gland)；而乳羊則屬於頂漿分泌腺(apocrine gland) (Lesson *et al.*, 1981; Droke *et al.*, 1993)。故當乳羊乳腺細胞分泌乳汁時，部份非白血球類的細胞質體亦會隨著乳汁被排出。正常山羊乳中含有多量上皮細胞及細胞質顆粒 (cytoplasmic particles) , 此種非白血球類似細胞顆粒 (nonleucocytic cell-like particles) 其大小與白血球相近，直徑介於 5 - 30 μm , 含有蛋白質、脂質和酪蛋白微球，但無核。所以在正常情形下，羊乳體細

胞數與牛乳相比之下自然會較高。羊乳體細胞數採用非特殊染色計數法(nonspecific stains), 如 Coulter electronic cell counts 或 Direct microscopic somatic cell counts 所測得每毫升體細胞數從 $75 \times 10^4/\text{mL}$ (Okada, 1960) 至 $540 \times 10^4/\text{mL}$ 不等, 差異顯著 (Dulin *et al.*, 1983), 所以必須選擇以 DNA 特殊染色之方法, 如 Fossomatic Method 以獲得正確數據 (Poutrel and Lerondelle, 1983)。Roguinsky *et al.*(1971) 建議採用重疊式分類法 (overlapping categories) 即在 100×10^4 cells/mL 以下者, 為正常乳腺或因不當搾乳而使乳腺微受刺激者; $50-200 \times 10^4$ cells/mL, 為無病原菌或有非溶血性葡萄球菌之弱病原菌感染; 而大於 150×10^4 cells/mL 者即表示有病原性微生物感染。Haenlein and Ace(1984)指出美國許多州規定羊乳體細胞數在 $100-150 \times 10^4$ cells/mL 仍為合格範圍。

(三) 影響體細胞數的原因

1. 泌乳期

Dulin *et al.*(1983)報告體細胞數均隨著泌乳期之增加而提高。在乳牛以初乳及末期乳之體細胞數較高, 而中期乳較低 (Kwai-Hang *et al.*, 1984)。

2. 品種別

Park and Humphrey (1986)指出法國阿爾卑乳羊體細胞數較奴比亞者為高。

3. 胎次

體細胞數一般隨著胎次之增加而上升(林，1990)。

4. 乳房細菌感染

乳房炎源自細菌感染，由於乳頭對細菌抵抗力減弱，及飼養管理、搾乳技術或衛生管理不良而誘起(林，1976)。

Anderson(1982)指出金黃色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)為引起急性及慢性乳房炎之病原菌，而 Al-Samarrae *et al.*(1985)從臨床乳房炎羊隻分離到之細菌亦以此菌為主。多種病原菌均可自臨床及非臨床性乳房炎羊隻分離出，如廣泛分佈於乳頭皮膚、乳腺管或搾乳者手上之非溶血性(nonhemolytic)和凝固陰性之葡萄球菌(coagulase negative staphylococci, CNS)，雖非產生臨床性乳房炎之主要病原體，但仍會導致乳量下降及體細胞數增加之現象。

5. 測定方法

利用犁刀電子計數法(coulter electronic cell counts)或直接鏡檢法(DMSCC)均為非特殊性染色，可能將大量無核之細胞質

顆粒亦計數在內，故體細胞數含有偏高現象，正確測定羊乳體細胞數必須採用DNA特殊染色法，如 Fossomatic 法等(Dulin *et al.*, 1982; Poutrel and Lerondelle, 1983; Smith *et al.*, 1977)。目前台灣乳品工廠多採用紅外線快速測定分析儀來測定生乳體細胞數，其原理為在一近乎中性的緩衝液中，將已預熱生乳的體細胞中之 DNA 被特殊染劑 ethidium bromide 所染色，形成螢光化合物。在紅外線快速測定分析儀之計數器部位發出一波長 543 nm 的藍色螢光，當樣品中的體細胞懸浮液受到藍色鐳射而發射出紅光，此時經由紅外線快速測定分析儀之紅色濾波顯微鏡偵測並計數，而以每毫升若干體細胞之形式呈現(扈，1996)。

(四) 體細胞與乳品質之相關

體細胞異常的升高時，其中以白血球為主，此會破壞組織和細胞，而使乳腺上皮細胞分泌能力不平衡。另外當乳腺被感染時，血管滲透性改變，且乳腺上皮細胞間之緊密結合破壞，致使血中成分及含氮化合物等進入乳中，而影響乳中的化學組成份 (Eberhart *et al.*, 1982; Tallamy and Randolph, 1970; Rose, 1968)。

1. 體細胞數與乳的組成分之相關：

(1)蛋白質：生牛乳之總蛋白質含量與總乳體細胞數之間為低相關，惟隨著體細胞數增加，牛乳之乳清蛋白增加，而酪蛋白的含量減少，故對於總蛋白含量之變化不顯著(周及扈，1997a)。生羊乳之總蛋白質含量與總乳體細胞數之間為正相關，乳羊罹患乳房炎時， α -乳白蛋白及 β -酪蛋白減少，而血清蛋白及免疫球蛋白增加，酪蛋白減少，但總蛋白質量仍增加，一般認為此與羊乳中含有較多之細胞質顆粒有關(林，1990)。

(2)脂肪率：在牛乳方面，脂肪率的變化雖然不大，但在體細胞數大於 100×10^4 cells/mL 時，脂肪率減少較多。在羊乳方面，隨著體細胞數的升高，其脂肪率有增加的趨勢，惟以體細胞數區間設定下，各個區間對此反應皆不太一致(林，1990)。

(3)乳糖：在牛乳方面隨著體細胞數增加，乳糖有減少的趨勢，而此現象與羊乳相似(林，1990)。

(4)總固形分：在牛乳方面，體細胞數與總固形分之間為低度負相關。而在羊乳中的結果亦相似(周及扈，1997b)。

同一體細胞數區間在生羊乳及牛乳之間對於其組成分的差異顯然並不一致，此係緣自乳汁分泌方式的不同或係其他原因則值得加以進一步探討。

2. 體細胞與乳衛生品質之相關：

美藍褪色時間與體細胞數為顯著的負相關，即體細胞數越高者，美藍褪色時間隨之縮短。在牛乳方面，細菌數與體細胞數亦為顯著正相關，在不同體細胞區間下，其細菌數隨著體細胞數之降低其含量亦均有較低之趨勢。惟當乳樣細菌數在較低範圍區間時，採用美藍還原試驗顯然無法表現出真正的衛生品質，是以當台灣乳牛群改善至今，其體細胞數已降至 100×10^4 cells/mL 以下，甚至更低時，美藍試驗即面臨刪除停用之命運。在羊乳方面，細菌數與體細胞數為顯著正相關；隨著體細胞數的增加，與加里福尼亞乳房炎試驗結果(California mastitis test, CMT)呈正相關(扈，1996)。當羊乳體細胞數超過 100×10^4 cells/mL 以上時，其與乳房炎病原菌之相關性趨向顯著(林，1990；周及扈，1997a；周及扈，1997b；Hunter, 1984；Kalogridou- Vassiliadou *et al.*, 1992)。

(五) 由牛乳的體細胞數來推測羊乳之體細胞數

生乳之體細胞數除是乳牛乳房炎的一項重要指標，並對乳成分與衛生品質間有一定之相關性(李，1986)，惟隨著數十年來乳牛飼養管理之改善，乳牛體細胞數已明顯的降低至 100 萬

/mL 以下，亦即 20 萬/mL 以下、20 萬-50 萬/mL、50 萬-80 萬/mL 及 80 萬-100 萬/mL 等之低體細胞群區間。體細胞數與乳成份和衛生品質間之關係除 20 萬/mL 以下及 20 萬-50 萬/mL 外，其他群間之差異似乎並不顯著(周及扈，1997b)。事實上臺灣於民國 88 年 6 月 1 日起已將體細胞數納入作為生乳品質分級標準，並將加價重點區隔在 30 萬/mL 以下、30 萬-50 萬/mL 之間，80 萬-100 萬/mL 則不加不減價；另外應用多年之美藍試驗亦行取消。以台灣目前乳牛生產之牛乳來說，其體細胞數多落於 20-50 萬/mL 左右(表 3)(周及扈，1997b)，但對於台灣乳羊生產之羊乳而言其範圍變動則多數介於 100-150 萬之間(圖 1)(林，1990)。然乳牛乳腺屬於局部分泌腺，而乳羊之乳腺則屬於頂漿分泌腺。所以在正常情形下，羊乳體細胞數與牛乳相比之下自然會較高。且羊乳中體細胞數之變異範圍極大，在乳羊個體之間體細胞數的差異可從 7.8 萬/mL 至 452 萬，值也較乳牛高出許多(Gajdusek et al., 1996)。對於牛乳之體細胞數來說，其高到較低的區間對於其生乳品質來說關係相當密切，但對於羊乳來說，體細胞數目多，大多是乳羊乳房囊狀組織增生的結果，而非是疾病或感染所造成的(Muggli, 1992)。一般說來，體細胞數目越低，生乳品質越好，然現行牛乳體細胞數高

低之區間顯然並不適用於羊乳作為品質優劣判定或計價之標準。

表 1. 三季及全年牛乳中各體細胞數區間樣品數佔總樣品數之比率

Table 1. The number and percentage of bovine milk samples collected from various somatic cell count categories milk samples in warm, hot, cool season and whole year

	體細胞數 somatic cell count ($\times 10^4$ cells/mL)				
	< 20	20~50	50~80	80~100	> 100
暖季 Warm season ^A	n=18 11.54%	n=61 39.10%	n=60 38.46%	n=15 9.62%	n=2 1.28%
夏季 Hot season ^B	n=35 24.47%	n=74 51.70%	n=25 17.48%	n=3 2.10%	n=6 4.20%
冬季 Cool season ^C	n=27 18.88%	n=98 68.53%	n=15 10.49%	n=3 2.10%	n=0 0.00%
全年 Whole year ^D	n=80 18.10%	n=233 52.71%	n=100 22.62%	n=21 4.75%	n=8 1.82%

^A: : 暖季 (4,5,10,11 月)。 Warm season (Apr., May, Oct. and Nov.)

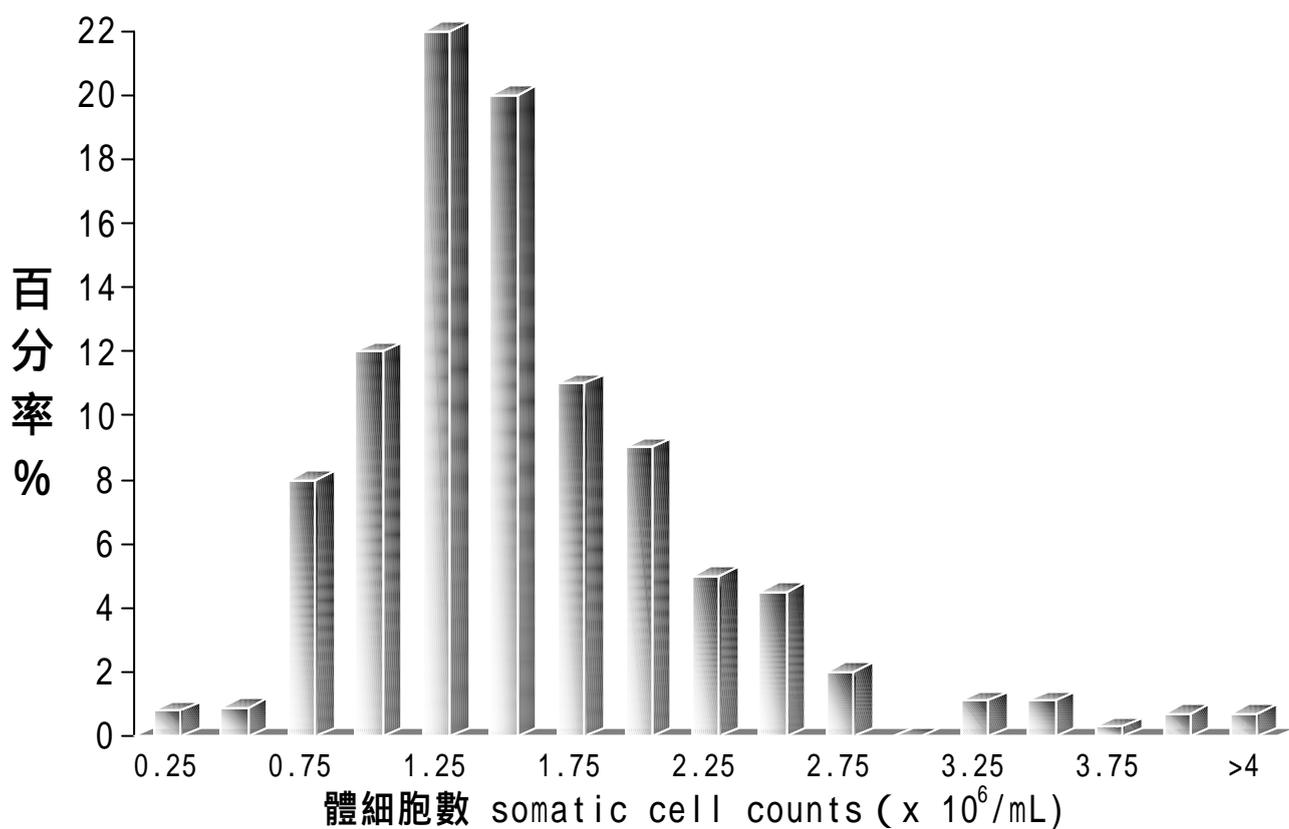
^B: : 夏季 (6,7,8,9 月)。 Hot season (Jun., Jul., Aug. and Sep.)

^C: : 冬季 (12,1,2,3 月)。 Cool season (Dec., Jan., Feb. and Mar.)

^D: : 全年 (1-12 月)。 The whole year values from Jan. to Dec.

n: : 樣品數。 Sample size.

(周及扈, 1997b)



(林, 1990)

Fig.1. Distribution of somatic cell counts in bulk milk at southern area of Taiwan.

圖 1. 雲嘉南地區養羊戶總乳體細胞數分佈。

、材料與方法

一、試驗材料

自民國 88 年 11 月至 90 年 10 月間，由台中市西屯區之益健乳羊牧場及福隆鮮羊乳場，共飼乳羊約 600 頭採取乳樣。隔週自兩家乳羊場各採兩次總生羊乳作為樣品。採樣後以冰桶冷藏(溫度約 3-5)迅速送回東海大學實習農牧場牛乳加工廠實驗室冷藏保存(2-4)備用。

二、分析項目

(一)一般乳成分分析

以 Bentley 2300 乳成分與體細胞快速測定儀 (Bentley Instruments Inc., Minnesota, U. S. A.)測定。採定量乳樣於約 40 水浴槽加熱，混合均勻後測定體細胞數、脂肪、乳糖、無脂固形分及總固形分，測定前，Bentley 2300 之體細胞數與乳組成分係以原廠提供之體細胞數與乳成分標準樣品 (Somatocal & Cal-eze, Glengarry Biotech., Canada)校正。

(二)蛋白質與含氮化合物之分析

1. 氮含量之分析

採 Kjeldahl 法測定(李與賴, 1976), 其步驟如下所述。

- (1) 取生乳樣品 5 mL, 放入分解瓶中。
- (2) 放入催化劑一顆 (SeK_2SO_4)。
- (3) 加入濃硫酸 (H_2SO_4)約 20mL。
- (4) 置入抽氣櫃中加熱至 420 , 持續 3-4 小時, 直至溶液呈透明狀。
- (5) 關掉加熱裝置, 將分解瓶拿出冷卻(持續抽氣)。
- (6) 於每分解瓶加入 50mL 蒸餾水, 加入指示劑 3-4 滴。
- (7) 取接收瓶加入 50mL 硼酸溶液, 加指示劑 3-4 滴。
- (8) 把分解瓶內之樣品放入 Kjeldahl 儀後, 注入飽和氫氧化鈉溶液, 直到溶液呈藍色為止。
- (9) 置入接收瓶, 啟動蒸汽裝置。
- (10) 蒸餾 5.5min (使蒸出液約 150mL)。
- (11) 取出接收瓶, 以 0.1N H_2SO_4 滴定至無色。

2.總氮(total nitrogen; TN)

$$\text{TN}\% = [(0.1\text{N H}_2\text{SO}_4 \text{ mL 數}) \times F \times 0.0014] / \text{樣品重}$$

其中 F 為 0.1N H₂SO₄ 之力價，0.0014 相當於 10/N 氫氧化鈉 1mL 的氮量。

3.粗蛋白質 (crude protein; CP)

將總氮乘以 6.38 即得。

4.可溶性氮 (soluble nitrogen; SN)

將樣品之 pH 以 1M 醋酸調整至 4.6 後，經離心取其上層液以 Kjeldahl 法定量之。

5.酪蛋白態氮(casein nitrogen; CNN)

將 TN 的含氮量減去 SN 的含氮量即得 CNN

6. 蛋白胨-蛋白朊(proteose-peptone; PP)

依 Roux *et al.*(1995)之方法修飾如下。

- (1) 生羊乳樣品先預熱 95 °C，30min。
- (2) 將預熱後之樣品以 6000g 離心 15 min。
- (3) 取上清液以 1M 醋酸調整 pH 至 4.6。
- (4) 以三氯醋酸(trichloroacetic acid; TCA)(最終濃度 12%)將蛋白質沈降後即得上清液 S1。
- (5) 將 S1 置入分液漏斗以 ethanol-ether (v/v)洗數次。
- (6) 以 6000g 離心 15 min，即得到上清液 S2。

(7) 以 Kjeldahl 法分析其含氮量。

(8) 將 S1 中的 N 含量減去 S2 中的含氮量即為 PP 的量。

(三)內源性蛋白質酵素血纖維蛋白溶酶活性之分析

依 Korycka-Dahl 等人(1983)之方法，取 4 乳樣品 5mL，經 $2000 \times g$ ，離心 15 分鐘以去除脂肪後，加入 50mM EACA (ϵ -amino- n-caproic acid) 於脫脂乳中，室溫下靜置兩小時，再於 4 下以 $100,000 \times g$ 離心 15 分鐘後取上層液為乳清(milk serum)。取 1.5ml 含 pH7.4 的 50mM Tris-HCl buffer、110mM NaCl、0.6mM S-2251 (Val-Leu-Lys- ϵ -nitroanilide) 以及 $50 \mu L$ 上述之乳清和 2mM EACA，然後置於 37 下，以 405nm 之波長每隔 30 分鐘測定其 OD 值之變化量，直至 3 小時為止。而所測定被乳中血纖維蛋白溶酶分解所釋出之的平均吸光值，最後以每公升、每小時生乳中含有黃色反應物(ϵ -nitroanilide)之 μmol 數($\hat{i} mol /L/hr$)來表示血纖維蛋白溶酶之活性。

(四)凝乳時間之測定

依 Roux 等人(1995)方法修飾如下：

- 1.將小於 50、 50-100、 100-150、 150-200 及大於 200 萬/mL 等不同體細胞數區間之生乳樣品分別以 65 、 30min 殺菌並冷卻。
2. 分別採 10ml 乳樣品置入試管內，於每管添加 200ul 之凝乳溶液 (rennin solution)，此溶液應含 7.8mg/L 凝乳酵素(chymosin)(Sigma, R4877)。
3. 計算各試管樣品在 30 靜置至完全凝固即得凝乳所須時間(min)。

(五) 沈澱物之測定

依照張等 (1988) 之方法修改後測定如下：

1. 以 121 ， 12 分鐘製造不同體細胞區間之保久乳樣品，冷卻後室溫分別儲存 1-3 個月。
2. 取羊乳試料 15ml 倒入離心管 (15ml) 以 350 × g 離心 5 分鐘。
3. 以吸管取上層液至 2ml 處，加蒸餾水至試管的一半，充分震盪使沈澱物混合均勻。
4. 續加水至 15ml，再次以 350 × g 離心。
5. 重複上述步驟數次，待沈澱物清晰可見，靜置並記錄。

三、統計分析

試驗所得資料以統計分析系統 SAS (1997) 套裝軟體，以一般線性模式程式(General Linear Models Procedure; GLM)進行不同體細胞數區間之差異性檢定，並以 T test 比較各平均數值之差異顯著性。

、 結 果 與 討 論

一、羊乳體細胞數的分佈

將羊乳體細胞數之分佈分為低於 50、50-100、100-150、150-200 及高於 200 萬/mL 等五群，經過兩年之分析結果如圖二所示。在 480 個有效總樣品數中，依上述五個區間之劃分其樣品數分別為 20、110、176、104 及 70，換算成百分率則分別為 4.17、22.91、36.67、21.67 及 14.58%。其中體細胞數低於 50 萬/mL 之樣品數顯然偏低，此結果與林 (1990)所述，其 256 個總樣品中低於 50 萬/mL 者亦不及 2% 相似。為避免數量太少缺乏代表性之數據影響討論，故再將體細胞數區低於 50 萬/mL 者，納入 100 萬/mL 以下，重新規劃為四群，亦即為低於 100、100-150、150-200 及高於 200 萬/mL 等四群。惟無論分四群或五群，其體細胞數呈現一常態自然分佈現象，以分佈在 100-150 萬/mL 這區間內佔大多數，而高於 200 萬/mL 者僅佔全部樣品之 15%。此與 Hunter (1984)及林(1990) 之結果亦相似。

季節性對總乳體細胞數之影響如圖三所示，每月之平均體細胞數除十二月外均大於 100 萬 / mL，但各月平均值之間差異不顯著($P > 0.05$)。如依生羊乳之收乳季節將之區分為冬期乳(九月至翌年二月)及夏期乳(三月到八月)時，將兩季之體細胞數進行比較則發現，冬期乳

平均體細胞數為 155.2 萬/ mL，稍高於夏期乳之 143.5 萬 / mL，但差異亦不顯著($P > 0.05$)，此項結論與林(1990)之結果相似。依此推測，兩季收購價格的不同應與市場供需平衡之關係較為密切。

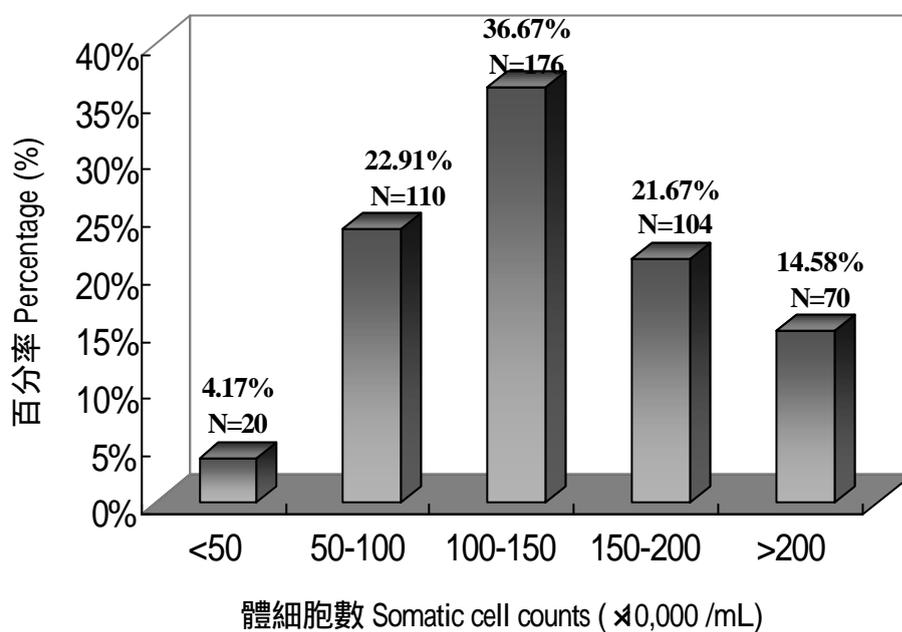


圖 2. 總乳體細胞數之分佈

Fig. 2. Distribution of somatic cell counts in bulk milk.

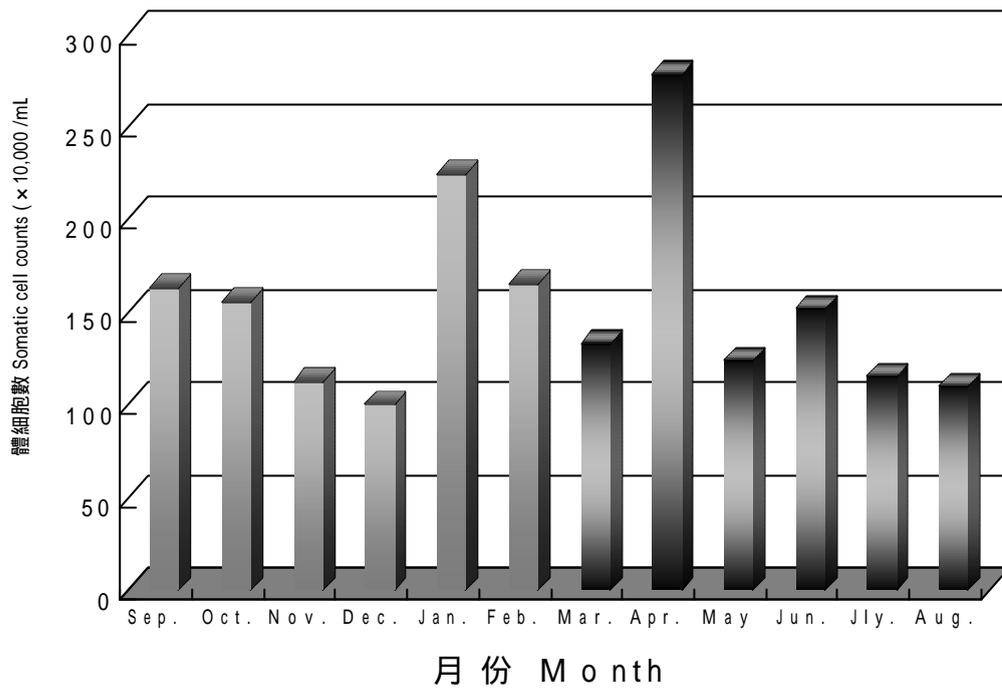


圖 3. 季節對總乳體細胞數之影響

Fig. 3. Influence of seasonal alternation on somatic cell counts in bulk milk.

*冬期乳自 9 月至翌年 2 月，夏期乳自 3 月至 8 月。

*Cool season milk was from Sep. to Feb. and warm season milk was from Mar. to Aug.

二、總乳成分與體細胞數之關係

(一) 乳糖

總乳乳糖與體細胞數之關係如表 2 所示。在體細胞數 200 萬/mL 以內之區間，其乳糖變異不顯著，而於 200 萬/mL 以上時，其乳糖比率隨之降低 ($P < 0.05$)。此現象與 Fernando *et al.* (1983) 及林(1990) 所述乳糖比率與體細胞數呈負相關結果相似。

(二) 脂肪

總乳脂肪率與體細胞數之關係如表 2 所示。在體細胞數介於 150-200 萬/mL 以內之區間，脂肪率有降低的趨勢($P < 0.05$)，而於 200 萬/mL 以上及 150 萬/mL 以下時，其脂肪比率隨之增加，此與林(1990) 所述總乳脂肪介於 50-200 萬/mL 者，要較 200–300 萬/mL 者低之結果不完全相似。推測原因為影響總乳脂肪比率的原因甚多，如日糧變化及飼養管理良善與否等，其中又以泌乳初期含脂率最高，然後逐漸降低至泌乳期第四個月，爾後再逐漸增加至泌乳末期 (Parkash and Jenness, 1968; Droke *et al.*, 1985)，而體細胞數則僅為影響脂肪率眾多因數之一。本實驗介於體細胞數 150–200 萬/mL 區間之脂肪分析值較多來自於飼養狀況較差的一戶酪農，此亦可能導致此區間脂肪含量較低之原因。

(三) 乳固形分

總乳乳固形分與體細胞數之關係如表 2 所示。在體細胞數介於 150-200 萬/mL 區間內乳固形分有降低的現象($P < 0.05$)，而在此區間外，則呈上升之傾向。Rogers and Mitchell (1989a) 認為乳固形分的增減與脂肪含量變化較有關，而脂肪則屬外源性(如飼養條件等) 影響較大。由本研究結果顯示，確有著相似的變化趨勢。

(四) 無脂固形分

總乳無脂固形分與體細胞數之關係如表 2 所示。無脂固形分之變化在各個體細胞數區間差異均不顯著($P > 0.05$)，此與周及扈 (1997a,b) 所述牛乳體細胞數與無脂固形分呈低度負相關之結果相似。

表 2. 總乳體細胞數與成分之關係

Table 2. Relationship between somatic cell counts and general milk compositions in bulk milk

Milk composition (%)	Somatic cell counts ($\times 10,000/\text{mL}$)			
	<100	100-150	150-200	>200
Lactose	4.56 ± 0.06^b	4.54 ± 0.05^b	4.59 ± 0.09^b	4.37 ± 0.06^a
Fat	4.05 ± 0.25^b	3.83 ± 0.18^b	3.42 ± 0.24^a	3.95 ± 0.20^b
Protein	3.34 ± 0.09^b	3.36 ± 0.11^b	3.32 ± 0.07^b	3.67 ± 0.14^a
Total solid	12.59 ± 0.21^b	12.39 ± 0.24^b	11.84 ± 0.04^a	12.35 ± 0.29^b
Solid-non-fat	8.56 ± 0.19	8.44 ± 0.13	8.41 ± 0.12	8.39 ± 0.16

^{a-b} : Different letters in the same row mean significantly different ($P < 0.05$) .

三、羊乳含氮化合物與體細胞數之關係

(一) 蛋白質

羊總乳蛋白質與體細胞數之關係如表 2 所示。在體細胞數小於 200 萬/mL 以內之區間，各組差異並不顯著，而當大於 200 萬/mL 時，蛋白質呈顯著上升之現象 ($P < 0.05$)。此與 Park and Humphrey (1986) 及林 (1990) 所述之結果相似，並認為羊乳蛋白質含量的增加與乳羊之乳腺分泌方式不同有極大之相關，因為羊乳中含有較多之細胞質顆粒 (cytoplasmic particile)，當體細胞數升至某一程度時，即以蛋白質形式顯現其差異性。另外，Parkash and Jenness (1968) 及 Droke (1993) 也指出，羊乳中總蛋白質含量自正常產後泌乳開始之最高值，逐漸降低至泌乳期第四個月之最低，值爾後再逐漸增加至泌乳末期，此或說明羊乳之蛋白質含量亦受泌乳期之影響。

(二) 酪蛋白態氮

總乳酪蛋白態氮與體細胞數之關係如表 3 所示。在體細胞數的各個區間中，以低於 150 萬/mL 者含量較高外，超過即呈下降趨勢。Roux *et al.* (1995) 指出，在較高體細胞區間(100 萬/mL 以上)的生牛乳中，酪蛋白態氮亦隨著體細胞數上升而有減少的現象。Waite and Blackburn (1963) 指出，牛乳酪蛋白要在體細胞數達 100 萬/mL 以上時

開始減少，且非臨床性乳房炎乳酪蛋白的總氮量也減少（飯塚，1982），而羊乳則於此階段反較高。

(三)可溶性氮

據 Andrews (1983)指出，不論其乳清蛋白質組成為何，其總量總是隨著體細胞數的增加而增加。本研究中，羊總乳可溶性氮與體細胞數之關係如表 3 所示。在體細胞數小於 200 萬/mL 以內之區間，各組差異並不顯著 ($P > 0.05$)，而大於 200 萬/mL 時，可溶性氮隨著體細胞數上升而呈現顯著上升之現象($P < 0.05$)，此與 Roux *et al.* (1995) 所述，在高體細胞數區間之生牛乳中，可溶性氮隨體細胞數的上升而有顯著的增加之結果相似。

表 3. 羊總乳體細胞數與含氮化合物之關係

Table 3. Relationship between somatic cell counts and nitrogen compounds in bulk milk

Nitrogen compound (%)	Somatic cell counts ($\times 10,000/\text{mL}$)			
	<100	100-150	150-200	>200
Casein nitrogen	0.441 ± 0.011^a	0.437 ± 0.016^a	0.417 ± 0.014^b	0.414 ± 0.013^b
Soluble nitrogen	0.109 ± 0.013^b	0.120 ± 0.012^b	0.126 ± 0.023^b	0.169 ± 0.006^a
Proteose-Peptide	0.027 ± 0.002^b	0.031 ± 0.001^b	0.029 ± 0.004^b	0.047 ± 0.003^a

^{a-b} : Different letters in the same row mean significantly different ($P < 0.05$) .

(四) 蛋白脛-蛋白腓

總乳蛋白脛-蛋白腓與體細胞數之關係如表 3 所示。在體細胞數小於 200 萬/mL 以內之區間，各組差異並不顯著($P > 0.05$)，而大於 200 萬/mL 時，蛋白脛-蛋白腓則隨著體細胞數上升而呈現顯著上升之現象 ($P < 0.05$)，此與 Roux *et al.* (1995) 所述，在高體細胞數區間之生牛乳中，蛋白脛-蛋白腓隨體細胞數的上升而有顯著的增加之結果相似。因蛋白脛-蛋白腓乃乳蛋白質受內源性酵素裂解之下的產物 (Andrews, 1983)，故能顯示出蛋白質水解 (proteolysis) 的程度高低，亦或可代表生乳品質的良窳程度。

四、血纖維蛋白溶酶之活性與體細胞數之關係

血纖維蛋白溶酶 (EC, 3, 4, 21, 7) 為生乳中自然存在之一種耐熱性蛋白分解酵素，在 140 °C, 4 秒之 UHT 熱處理情形下仍然保有活性 (Bastian and Brown, 1996)。其主要作用為水解各種酪蛋白成較小分子之含氮化合物 (Baldi *et al.*, 1996)，許多報告指出血纖維蛋白溶酶活性和生乳之體細胞數呈正相關，並會導致生乳及鮮乳貯存期間乳蛋白質品質之降低，影響可溶性含氮化合物含量，生乳熱安定性及凝乳時間等 (Bastian, *et al.*, 1991; Roux, *et al.*, 1995; Bastian and Brown, 1996)。

表 4 結果顯示，隨體細胞數之增加，其血纖維蛋白溶酶活性及

凝乳所須時間亦有隨之增加之趨勢，但體細胞數小於 200 萬/mL 者差異並不顯著，而大於 200 萬/mL 時則呈差異極顯著($P < 0.01$)。此現象與前述之可溶性含氮化合物、蛋白質-蛋白腓含量變化呈現一致性。此外，以不同體細胞數即 <100 萬、100-150 萬、150-200 萬與 >200 萬之生乳產製保久鮮乳，並於室溫貯藏一與三個月後發現，其沈澱量亦隨體細胞數之增加而有增加之趨勢，分別為 0.50、0.58、0.74 及 1.61 % 與 0.73、0.81、1.35 及 1.85 %，此或係因不同體細胞數之血纖維蛋白溶酶活性導致不同程度與酪蛋白分解，使乳中不耐熱乳球蛋白形成架橋式複合物，無法懸浮而沈澱所致(Whitaker and Tannenbaum, 1977)。

綜合上述，生乳體細胞數之多寡亦應可作為生乳受內源性酵素分解作用造成品質劣變程度之指標。當體細胞數升至 200 萬/mL 以上時，對熱敏感而易生沈澱之含氮化合物含量顯著增加，因此將總乳體細胞數訂在 150 萬/mL 以內應有助於羊乳加工品質之改善。

表 4. 總乳體細胞數與血纖維蛋白溶酶活性及凝乳時間之關係

Table 4. The relationship of somatic cell counts to plasmin activity and the clotting time

Somatic cell Counts($\times 10^4$)	<100	100-150	150-200	>200
Plasmin activity (u mol p- nitroaniline/L/hr)	21.3 ± 4.2^a	24.7 ± 5.2^a	26.3 ± 5.8^a	43.5 ± 7.8^b
Clotting time(min)	28.7 ± 5.2^a	34.1 ± 4.6^a	38.8 ± 9.7^{ab}	51.2 ± 8.3^b

^{a-b} : Different letters in the same row mean significantly different ($P < 0.01$) .

、 結 論

1. 羊乳體細胞數呈現一常態自然分佈現象，主要分佈在 100-150 萬/mL 此區間，收乳季節區分對羊乳體細胞數高低影響並不顯著($P > 0.05$)。
2. 羊乳體細胞數與無脂固形分關係不顯著 ($P > 0.05$)。
3. 羊乳蛋白質、可溶性氮及蛋白脲-蛋白脲隨著體細胞數上升至大於 200 萬/ml 而顯著增加；乳糖及酪蛋白態氮則隨著體細胞數上升而減少。
4. 與蛋白分解酵素作用有關之血纖維蛋白溶酶活性隨生乳之體細胞數之增加而增加，於體細胞數大於 200 萬/mL 時差異極顯著($P < 0.01$)。
5. 羊乳加工廠如欲有效改善其加工品質，收購羊乳體細胞數宜低於 150 萬/mL。

、 參 考 文 獻

- 台灣省政府農林廳，1999。台灣農業年報，頁 166,174。中興新村，台灣省政府。
- 李素珍。1986。台灣乳牛生乳中體細胞數與乳汁品質關係之研究。碩士論文。國立台灣大學，畜牧系研究所。
- 周繼發、扈志平。1997a。季節更替對生牛乳體細胞數與乳汁品質之關係。中畜會誌，26(1)：87-97。
- 周繼發、扈志平。1997b。季節更替及低體細胞數與生牛乳乳汁品質之關係。中畜會誌，26(3)：359-371。
- 謝明君。1998。生羊乳之乳過氧化酵素系統及其延長貯存期之研究。碩士論文。東海大學，畜產系研究所。
- 王朝正。1997。葉酸強化保久羊乳之試製及其品質之變化。碩士論文。東海大學畜產系研究所。
- 扈志平。1996。季節更替及體細胞數與生牛乳乳汁品質關係之研究。碩士論文。東海大學畜產系研究所。
- 傅幼敏、何慶民、王政騰、梁逸。1985。台灣南部地區生羊乳理化性狀之研究。畜產研究，18(2): 175-183。
- 林慶文。1976。乳品製造學。華香園出版社，臺北市。
- 林慶文，李瑞宗。1979。羊乳與牛乳。科學農業，27(1-2): 40-46。
- 林春基。1990。羊乳體細胞數與乳質關係之研究。碩士論文。國立中興大學，畜牧系研究所。
- 張勝善。1989。牛乳與乳製品。長和出版社，臺北市。
- 李秀、賴滋漢。1976。食品分析與檢驗，頁 161-165。廣益出版社。台中，臺灣

飯塚三喜 1982 生乳の細胞数と乳質の評価。乳技協資料, 32(4) :
16-37。

Al-Samarrae, S. A. G., V. K. Sharma and A. A. Yousif. 1985.
Mastitis in sheep in Iraq. Vet. Res. 116: 323.

Alexander, S. S. and C. N. Pace. 1973. A comparison of the
denaturation of bovine α -lactoglobulin. Biochem. 10:
2738-2740.

Ambrosoli, R., L. D. Stasio and P. Mazzocco. 1988. Content of
 α -casein and coagulation properties in goat milk. J. Dairy Sci.
71: 24-28.

Anderson, J. C. 1982. Progressive pathology of staphylococcal
mastitis with a note on control, immunisation and therapy. Vet.
Res. 110:372-376.

Andrews, A. T. 1978. The composition, structure and origin of
proteose-peptone component 5 of bovine milk. Eur. J.
Biochem., 90: 59-65.

Andrews, A. T. 1978. The composition, structure and origin of
proteose-peptone component 8F of bovine milk. Eur. J.
Biochem., 90: 67-71.

Andrews, A. T. and E. Alichanidis, 1983. Proteolysis of caseins and
the proteose-peptone fraction of bovine milk. J. Dairy Res.,
50: 275-290.

Andrews, A. T. 1983. Breakdown of caseins in bovine milk with
high somatic cell counts arising from mastitis or infusion
with bacterial endotoxin. J. Dairy Res. 50: 57- 66.

- Aschaffenburg, R. and J. E. Dance. 1968. Detection of cow's milk in goat's milk by gel electrophoresis. *J. Dairy Res.* 35: 383.
- Babcock, S. M. and H. L. Russel. 1897. Unorganized ferments of milk: A new factor in the ripening of cheese. *Wisc. Agr. Exp. Sta.*, 22:161.
- Bachmann. 1932. "Number and types of somatic cells" p.114, in *Bovine Mastitis*. Schalm. O. W., E. J. Carroll and N. C. Jain. 1971. Lea and Febiger, Philadelphia, Pa., U. S. A.
- Bastian, E. D., Brown, R. J. and C. A. Ernstrom, (1991). Plasmin activity and milk coagulation. *J. Dairy Sci.*, 74: 3677-3685.
- Belanger, J. 1981. *Raising Milk Goats the Modern Way*. Garden Way Publishing Co. Vermont.
- Brignon, G., B. R. Dumas and J. C. Mercies. 1976. Premiers elements de structure primaire des caseins κ_1 -bovines. *FEBS Lett.* 72 :111-116.
- Brignon, G., B. R. Dumas, J. C. Mercier and J. P. Pelissier. 1977. Complete amino acid sequence of bovine κ_1 -casein. *FEBS Lett.* 76: 274-279.
- Cauvin, E., A. Conti and J. Liberatori. 1977. Comparative structural studies on β -lactoglobulin. *Milchwissenschaft* 32(8): 459-460.
- Darnton-Hill, I., J. Coveney and G. R. Davey. 1987. Goat milk nutrituional and public health aspects. *Aust. Food Tech.* 39: 565-572.
- Droke, E. A., M. J. Paape and A. L. D. Carlo. 1993. Prevalence of

high somatic cell counts in bulk tank goat milk. *J. Dairy Sci.* 76(4):1035-1039.

Dulin, A. M., M. J. Paape, W. D. Schultze and B. T. Weinland.

1983. Effect of parity, stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. *J. Dairy Sci.* 66: 2426-2433.

Eberhart, R. J., L. J. Hutchinson and S. B. Spencer. 1982.

Relationships of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to indices of herd production. *J. Food Prot.* 45(12): 1125-1128.

Eigel, W. N. (1981). Identification of proteose-peptone component 5 as a plasmin derived fragment of α -casein. *Int. J. Biochem.*, 13:1081-1086.

Fernando, R. S. and S. L. Saphr. 1983. Effects of milking interval on selected milk constituents from normal and infected quarters. *J. Dairy Sci.* 66: 1155-1163.

Gajdusek, S., P. Jelinek and A. Hampl. 1996. Somatic cell count in goat milk and their relationship with the composition and properties of milk. *Zivocisna –Vyroba.* 41: 25-31.

Gartuso, A. M. and G. Fazio. 1974. Differential characterization of the fats in cow, sheep and goat milk. *Ind Agr.* 12(4): 79.

Gall, C. 1981. *Goat Production.* pp. 309-343. Academic Press, London.

Gordon, W. G. and M. L. Groves. 1975. Primary sequence of beta, gamma and minor caseins. *J. Dairy Sci.*, 58: 574-582.

- Grappin, R., R. Jeunet and A. LeDore. 1979. Determination of the protein content of cow's and goat's milk by dye-binding and infra-red methods. *J. Dairy Sci.* 62(Suppl.) 1: 38.
- Grieve, P. A. and B. J. Kitchen. 1985. Proteolysis in milk: The significance of proteinases originating from milk leukocytes and a comparison of the action of leukocyte, bacterial and natural milk proteinases on casein. *J. Dairy Res.* 52: 101-112.
- Grufferty, M. B. and P. F. Fox, 1988. Milk alkaline proteinase. *J. Dairy Res.* 55: 609-630.
- Haenlein, G. F. W. and D. L. Ace. 1984. Extension Goat Handbook. pp. E4: 3, F6: 1-5, F7: 1-4, G7: 1-3. ed. by USDA, Washington, D. C., U. S. A.
- Halpaap, I., Reimerdes, E. H. and H. Klostermeyer. 1977. Milk proteinases. VI. Comparative isolation of plasminogen from bovine blood and a proteinase from cow's milk. *Milchwissenschaft*, 32: 341-346.
- Humbert, G. and C. Alais. 1979. Review of the Progress of Dairy Science: The milk proteinase system. *J. Dairy Res.* 46: 559-571.
- Hunter, A. C. 1984. Microflora and somatic cell content of goat milk. *Vet. Rec.* 114(13): 318-320.
- Jenness, R. and S. Parkash. 1971. Lack of a fat globule clustering agent in goats' milk. *J. Dairy Sci.* 54: 123-126.
- Jenness, R. 1980. Composition and characteristics of goat milk: Review (1968-1979). *J. Dairy Sci.* 63: 1605-1630.

- Johke, T., E. C. Hageman and B. L. Larson. 1964. Some immunological relationship of α -lactalbumin and β -lactoglobulin in milks of various species. *J. Dairy Sci.* 47: 28.
- Kalogridou-Vassiliadou, D., K. Manolkidis and Tsigoida A. 1992. Somatic cell counts in relation to infection status of the goat udder. *J. Dairy Res.* 59(1): 21-28.
- Kataoka, K. and T. Nakae. 1972. Comparative studies on the milk constituents of various mammals. VI. Comparison in phospholipid composition of the milk from various mammals. Japan. *J. Dairy Sci.* 21: A-137.
- Keenan, T. W. and S. Patton. 1970. Cholesterol esters of milk and mammary tissue. *Lipids.* 5: 42-45.
- Klobasa, F. and B. Senft. 1970. Untersuchungen über das fettsäurespektrum im milchfett von ziegen. *Milchwissenschaft* 25: 453-456.
- Korycka-Dahl, M., B. Ribadeau Dumas, N. Chene, and J. Martal. 1983. Plasmin activity in milk. *J. Dairy Sci.*, 66: 701-711.
- Kwai-Hang, K. F., J. F. Hayes, J. E. Moxley and H. G. Monardes. 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 67: 361-366.
- Lopey, A., W. F. Collins and H. L. Williams, 1985. Essential elements, cadmium, and lead in raw and pasteurized cow and goat milk. *J. Dairy Sci.* 68: 1878-1886.

- Marai, L., W. C. Breckenridge. and A. Kuksis. 1969. Specific distribution of fatty acids in the milk fat triglycerides of goat and sheep. *Lipids*. 4: 562-570.
- Mills, S. C., L. J. Cook, T. W. Scott and P. J. Nestel. 1976. Effect of dietary fat supplementation on the composition and positional distribution of fatty acids in ruminant and porcine glycerides. *Lipids*. 11: 49-60.
- Muggli, J. 1992. Udder health of the goat. *Kleinviehzuchter* 40: 129-132.
- O'Conner, P. and P. F. Fox. 1973. Temperature-dependent dissociation of casein micelles from the milk of various species. *Neth. Milk Dairy J.* 27: 199-217.
- Parkash, S. and R. Jenness .1968. The composition and characteristics of goat's milk: A review. *Dairy Sci. Abstr.* 30(2): 67-87.
- Park, Y. W. and R. D. Humphrey.1986. Bacterial cell counts in goat milk and their correlations with somatic cell counts, percent fat, and protein. *J. Dairy Sci.* 69: 32-37.
- Politis, I., Lachance, E., Block, E. and J. D. Turner. 1989. Plasmin and plasminogen in bovine milk: A relationship with involution?. *J. Dairy Sci.* 72: 900-926.
- Politis, I., Ng Kwai Hang, K. F. and R. N. Giroux. 1989. Environmental factors affecting plasmin activity in milk. *J. Dairy Sci.* 72: 1713-1718.
- Poutrel, B. and C. Lerondelle. 1983. Cell content of goat milk:

- California mastitis test, coulter counter, and fossomatic for predicting half infection. *J. Dairy Sci.* 66: 2575-2579.
- Reimerdes, E. H. 1983. New aspects of naturally occurring proteases in bovine milk. *L. Dairy Sci.* 66: 1591-1600.
- Rogers, S. A. and G. E. Mitchell. 1989. The relationship between somatic cell counts, compositional and manufacturing properties on bulk milk. 3. Individual proteins. *Austr. J. Dairy Technol.* 44: 49-52.
- Richardson, B. C. 1983. Variation of the concentration of plasmin and plasminogen in bovine milk with lactation. *N. Z. J. Dairy Sci. Technol.* 18: 247-252.
- Richardson, B. C. and L. K. Creamer. 1974. Comparative micelle structure. III. The isolation and chemical characterization of caprine I -casein and II -casien. *Biochem. Biophys. Acta* 365: 133.
- Roux, Y. L., O. Colin and F. Laurent. 1995. Proteolysis in samples of quarter milk with varying somatic cell counts. 1. Comparison of some indicators of endogenous proteolysis in milk. *J. Dairy Sci.* 78: 1289-1297.
- Roguinsky, M., Redon J. F. LeMens P., Gendron H. and Allard P. 1971. Causes et diagnostic des mammuites de la chevre. *Chevre* 68: 4-5.
- Rose, D. 1968. Relation between micellar and serum casein in bovine milk. *J. Dairy Sci.* 51: 1897.
- Roux, Y. L., O. Colin and F. Laurent. 1995. Proteolysis in samples

of quarter milk with varying somatic cell counts. 1.

Comparison of some indicators of endogenous proteolysis in milk. *J. Dairy Sci.* 78: 1289-1297.

Saeman, A. I., Verdi, R. J., Galton, D. M. and D. M. Barbano. 1988. Effect of mastitis on proteolytic activity in bovine milk. *J. Dairy Sci.*, 71: 505-512.

Schaar, J. 1985. Plasmin activity and proteose-peptone content of individual milk. *J. Dairy Res.* 52: 369-378.

Schaar, J. and H. Funke. 1986. Effect of subclinical mastitis on milk plasminogen and plasmin compared with that on sodium, antitrypsin and N-acetyl- β -D-glucosaminidase. *J. Dairy Res.* 53: 515-528.

Schonberg, 1956. "Number and types of somatic cells" p.114, in *Bovine Mastitis*. Schalm. O. W., E. J. Carroll, and N. C. Jain. 1971. Lea and Febiger, Philadelphia, Pa. U. S. A.

Snoeren, T. H. M. and J. A. M. van Riel. 1979. Milk proteinase, its isolation and action on α_{s2} - and β -casein. *Milchwissenschaft* 34: 528-530.

Somer, H. H. 1938. *Market Milk and Related Products*. Olsen Publishing Co., Milwaukee.

Singh, N. P., K. K. Sachdeva and O. P. S. Sengar, 1972. A study on the nitrogen distribution in goats' milk. *Milchwissenschaft* 27: 165-167.

Smith, M. C. and Michel Roguinsky. 1977. Mastitis and other diseases of the goat's udder. *J. A. V. M. A.* 171: 1241-1248.

- Tallamy, P. T. and H. E. Randolph. 1970. Influence of mastitis on properties of milk. V. Total and free concentrations of major minerals in skimmilk. *J. Dairy Sci.* 53: 1386-1388.
- Waite, R. and P. S. Blackburn. 1963. The chemical composition and the cell count of milk. *J. Dairy. Res.* 24: 328.
- Whitney, R. M., J. R. Brunner, K. E. Ebner and H. M. E. Swaisgood. 1976. Nomenclature of the proteins of cow's milk: Fourth revision. *J. Dairy Sci.* 59: 795-815.
- Whitaker J. R. and S. R. Tannenbaum. 1977. Food Protein, pp.191-192. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Yamauchi, K. and S. Kaminogawa. 1972. Decomposition of milk proteins by milk protease. *Agr. Biol. Chem.* 36: 249-254.

、英文摘要

The Relationship of Somatic Cells with Composition and Plasmin in Goat Milk

Po-Cho Lin

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship between goat milk quality and somatic cell counts (SCC) in Taiwan. The milk samples were collected directly from Yi-Chang Goat Milk farm and Fu-Long Goat Milk farm from No. 1999 to Oct. 2001. The various samples were taken twice in 14 days and determined the contents of milk fat, protein, lactose, total solids and solids-not-fat by infrared milk analyzer. Kjeldahl method was also used to examine the contents of nitrogen compounds. In this study, we divided the SCC of goat milk into five levels, <50 , $50-100$, $100-150$, $150-200$ and $>200 \times 10^4$ cells /mL, respectively. More than 36% of samples were in the group of $100-150 \times 10^4$ cells /mL. There was no significant difference for SCC between warm season (Mar.-Aug.) and cool season (Sep.-Feb.) milk. Among the milk composition, the relationship between solid-not-fat and SCC was no significant difference. Lactose content was lowest in SCC over 200×10^4 cells /mL, fat and total solid contents were lowest in SCC of $150-200 \times 10^4$ cells/mL, but protein content were highest in SCC over 200×10^4 cells /mL. Among nitrogen compounds, the casein nitrogen content was highest in SCC under

100×10^4 cells/mL, but soluble nitrogen and proteose-peptone contents were highest in SCC over 200×10^4 cells /mL($P < 0.05$). Another, as SCC increased, the plasmin activity and the time of milk coagulation were also increase, but that was no significant different when SCC under 200×10^4 cells/mL, and when SCC over 200×10^4 cells/mL was significant difference ($p < 0.01$). When produced the long-life fresh milk with various SCC content Raw milk, the sediments were increased as SCC increased when it stored for 1 to 3 months.

In sum, the plasmin activity and the contents of soluble nitrogen and proteose-peptone increased dramastically when SCC got up to $> 200 \times 10^4$ cells /mL. Therefore, we suggested that the SCC under 150×10^4 cells /mL was better for processing of goat milk.

Key Words: Goat milk, Somatic cell counts , Chemical composition, Plasmin.

、小傳

作者林伯州，屏東人，民國 65 年 6 月 8 日生。先後畢業於屏東師院附小、新園國中美術班及台灣省立屏東高中，於民國 84 年考上東海大學畜產系就讀，期間大三曾任系學會會長一職，收穫甚多，並在民國 88 年順利考上東海大學畜產研究所。追隨恩師 周繼發博士，研習畜產品化學及乳品加工學等專業領域，學習如何利用老師所教之基礎理論，實際應用於畜產加工上，以冀提升畜牧產值，增加經濟效應。承蒙恩師之悉心指導與栽培，於民國 91 年 6 月完成此碩士論文。