

優質牛酮體快篩預警研討會

乳脂肪酸、酪蛋白與酮體檢測

行政院農業委員會畜產試驗所
新竹分所 李素珍



大綱

- DHI 乳質檢驗
- 脂肪酸數據之應用
- 游離脂肪酸數據之應用
- 酪蛋白數據之應用
- 酮症之篩選



DHI 乳質檢驗主要流程

- 乳牛場採樣（乳協輔導員）
- 乳樣運送（冷藏宅配）
- 乳質檢驗（DHI 牛乳檢驗室、新竹分所及乳協人員）
- 製作檢驗報表
- 檢驗報表送出（紙本、畜產種源資訊網、Email 電傳、荷蘭乳牛性能查詢系統 <http://www.tlri.hc.gov.tw>）



DHI 乳成分檢驗

- 67年 以前
脂肪
- 67 –91年
脂肪、蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物
- 92 – 102年
脂肪、蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物、
尿素氮、檸檬酸
- 103年
脂肪、蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物、
尿素氮、檸檬酸、脂肪酸、游離脂肪酸、酪蛋
白、酮體

牛及羊乳成分分析儀檢測原理

- 原有機型：紅外線（IR）光譜技術
- 新機型：傅立葉轉換紅外線光譜（FTIR）技術



乳成分分析儀檢測乳脂肪酸項目

總飽和脂肪酸 (Total Saturated Fatty Acids)

總不飽和脂肪酸 (Total Unsaturated Fatty Acids)

單元不飽和脂肪酸 (Mono Unsaturated Fatty Acids)

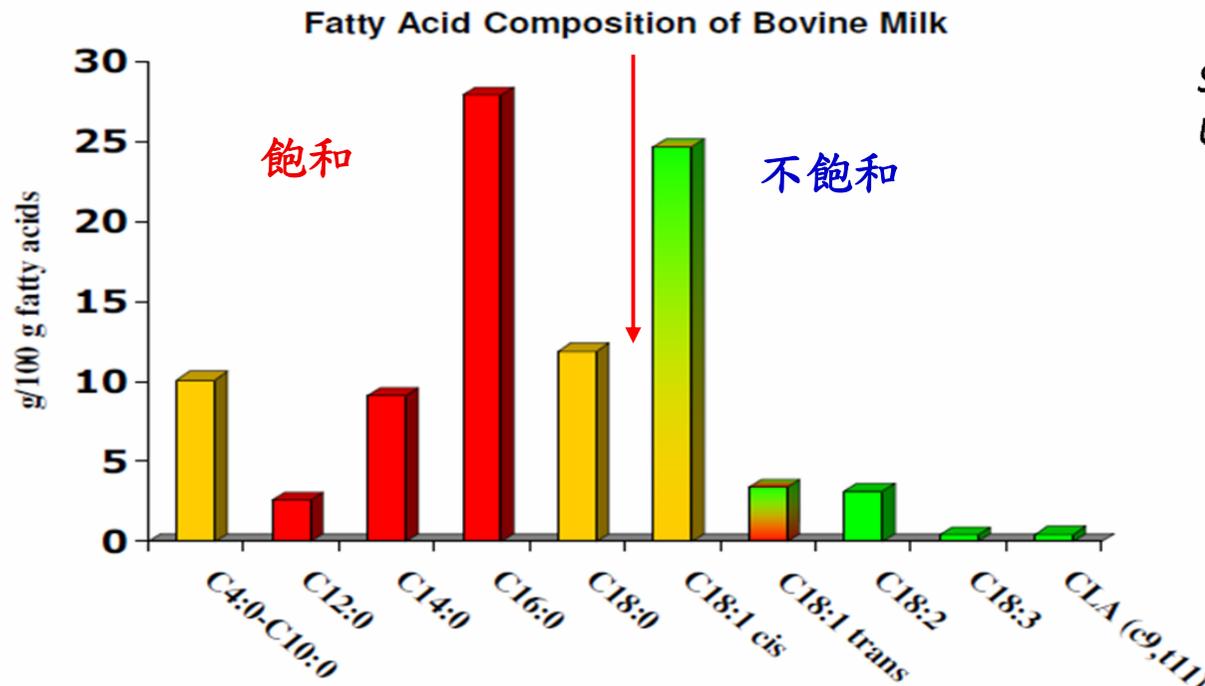
多元不飽和脂肪酸 (Poly Unsaturated Fatty Acids)



一般脂肪的組成

- 飽和脂肪是由飽和脂肪酸和甘油形成的脂肪。
- 不飽和脂肪是由不飽和脂肪酸和甘油形成的脂肪。
- 脂肪分為飽和脂肪酸和不飽和脂肪酸，不飽和脂肪酸又分為單元不飽和脂肪酸與多元不飽和脂肪酸。

牛乳脂肪酸組成：一般以氣相層析儀(GC)測定



Source: Professor Andy Salter,
University of Nottingham

Major fatty acids:

C 14:0

C 16:0

C 18:0

C 18:1

短鏈 Short Chain Fatty Acids: C4 + C6 + C8 + C10

• 中鏈 Medium Chain Fatty Acids: C12 + C14 + C16

• 長鏈 Long Chain Fatty Acids: C18

■ 飽和程度 Degree of unsaturation

• 飽和脂肪酸 Saturated Fatty Acids

• 單元不飽和脂肪酸 Mono Unsaturated Fatty Acids

• 多元不飽和脂肪酸 Poly Unsaturated Fatty Acids

表 1. 山羊乳、牛乳與人乳之主要脂質中脂肪酸含量 (g/100g milk)

脂肪酸		碳數	羊乳	牛乳	人乳
酪酸 (Butyric acid)	短鏈	C4	0.13	0.11	
羊油酸 (Caproic acid)	短鏈	C6	0.09	0.06	
羊脂酸 (Caprylic acid)	短鏈	C8	0.10	0.04	
葵酸 (Capric acid)	短鏈	C10	0.26	0.08	0.06
月桂酸 (Lauric acid)	中鏈	C12	0.12	0.09	0.26
黑介子酸 (Myristic acid)	中鏈	C14	0.32	0.34	0.32
棕櫚酸 (Palmitic acid)	中鏈	C16	0.91	0.88	0.92
棕櫚油酸 (Palmitoleic acid)	中鏈	C16:1	0.08	0.08	0.13
硬脂酸 (Stearic acid)	長鏈	C18	0.44	0.40	0.29
油酸 (Oleic acid)		C18:1	0.98	0.84	1.48
亞麻仁油酸 (Linoleic acid)		C18:2	0.11	0.08	0.37
次亞麻仁油酸 (Linolenic acid)		C18:3	0.04	0.05	0.05
次花生油酸 (Arachidonic acid)		C20:4			0.03

*USDA, 1990

羊乳風味-脂肪酸

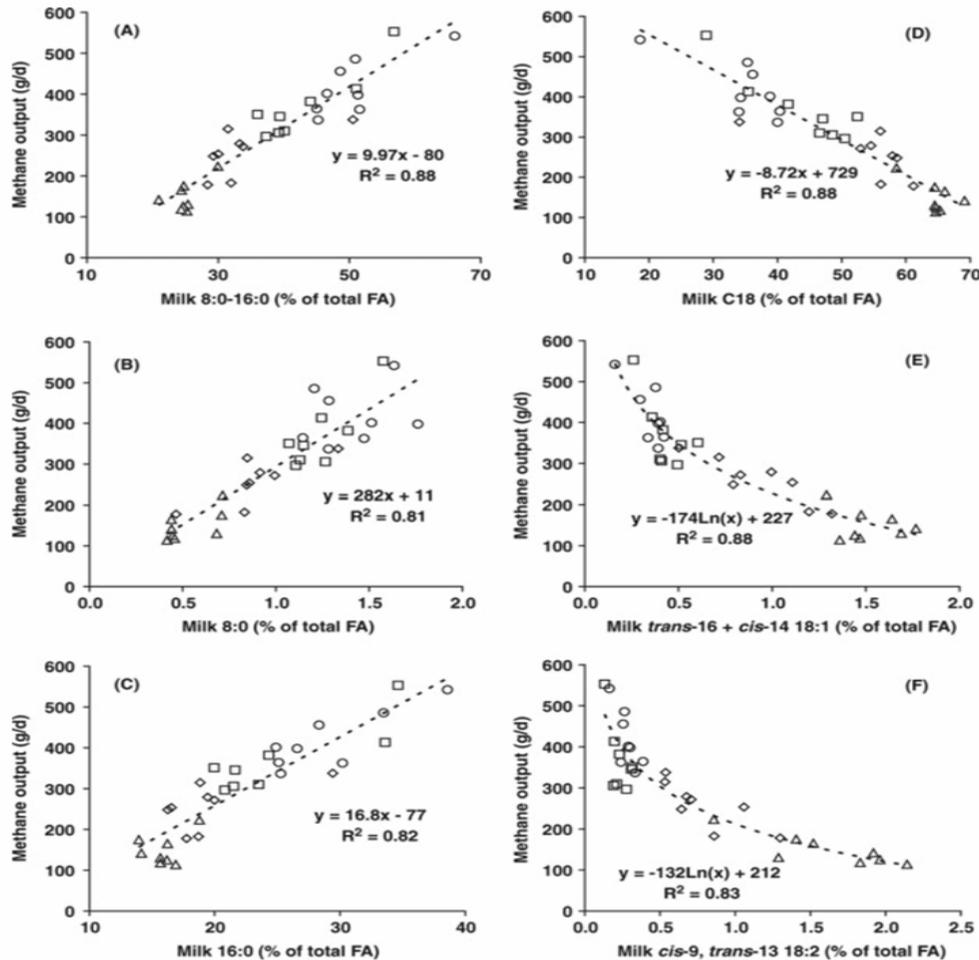
- 羊乳脂肪酸中的油酸（C6）、羊脂酸（C8）、葵酸（C10）均比牛乳為高，其中葵酸更是高於牛乳的三倍，是羊乳味道主要的來源。羊乳的特殊羊羶味，主要來源為乳中短鏈脂肪酸氧化產生，葵酸是羊乳中引起羊臭味之重要因子（張等，1995）
- 在加工過程 UHT 滅菌過程酪酸（C4）是構成羊乳不良風味之主因。

為何檢測乳脂肪酸

- 提升牛乳的營養形象，增加營養價值
- 消費者希望從飲食中攝取較佳的脂肪
 - 不飽和脂肪酸優於飽和脂肪酸，可減少不良膽固醇產生
 - 飽和脂肪酸可能導致心血管疾病發生（飽和脂肪酸是屬於容易沈積的脂肪，就因為不容易排出體外，因此會增加血液中膽固醇的含量）
- 減少溫室氣體-甲烷（Methane）排放，降低對環境之衝擊



乳脂肪酸的組成對甲烷排放量之影響



初步結論：

- 飽和脂肪酸含量愈高，甲烷排放量愈高
- 不飽和脂肪酸含量愈高，甲烷排放量愈低
- C18 脂肪酸含量愈高，甲烷排放量較低

如何改善乳脂肪酸的組成

- **短期**- 改變飼養管理方式，生產**不飽和脂肪酸**含量較高之牛乳
- **長期**- 藉育種選拔，篩選可生產含量較高**不飽和脂肪酸**之牛隻



影響乳游離脂肪酸含量之因素

一、主要因素：乳中酵素之作用造成**脂肪分解**（**Lipolysis**），產生游離脂肪酸

二、其他因素：

營養：日糧組成

微生物污染（酵素之作用）-生菌數

乳房炎（酵素之作用）-體細胞數

擠乳過程及機械之影響（**乳脂肪球**）：擠乳衛生、擠乳機之設計、冷卻、攪拌等

乳品廠生乳之運送及加工過程處理（**乳脂肪球**）等

季節（春夏-飽和-比冬季高）

生理：泌乳期（初期-飽和-低）

遺傳



羊乳風味-游離脂肪酸

- 羊乳之短鏈脂肪酸在儲存期間就會因氧化逐步釋放出來，影響乳中的味道，貯存時間越長味道越重。
- Jenness (1980) 指出一般羊乳游離脂肪酸在 $5.65 \pm 0.58 \sim 2.67 \pm 0.34$ mEq/liter，羊乳游離脂肪酸愈高羊乳羶味愈強烈，乳中的游離脂肪酸多寡影響風味的評分。

高量游離脂肪酸會影響乳製品風味及使用期限

- 高脂肪含量之乳製品（如：butter, cream等）發生**酸敗現象**（rancidity），致使產品帶有腐臭或肥皂水味。
- 縮短乳製品使用期限（shelf life）
一旦生乳含高濃度 FFA，則無法經由加工來改善，**FFA 之含量為不可逆**，且乳製品中之脂肪分解作用仍持續進行。



檢測乳游離脂肪酸之國家

檢測游離脂肪酸之主要國家

The Netherlands 荷蘭

Norway 挪威

France 法國

Belgium 比利時

Japan 日本

Italy 義大利

UK 英國

Canada 加拿大

USA 美國

Denmark 丹麥

Spain 西班牙

Brazil 巴西

The Czech Republic 捷克

.....

FFA 含量納入生乳計價系統



乳蛋白質組成

- 酪蛋白(casein)約佔 80.0 % → 乾酪(cheese)
 - α 酪蛋白
 - α_{s1} 酪蛋白、 α_{s2} 酪蛋白
 - β 酪蛋白
 - κ 酪蛋白
- 乳清蛋白質(whey protein)約佔 20 %
 - 白蛋白
 - β 乳球蛋白、 α 乳白蛋白、血清白蛋白
 - 球蛋白
 - 免疫球蛋白
- 其他微量蛋白質-如: 乳鐵蛋白質(lactoferrin)



檢測酪蛋白含量的理由

- 可以透過飼養（**營養**）和繁殖（**育種**）的管理，提升牛奶中的酪蛋白含量，因此需要監測酪蛋白含量的變化
- **各國生乳蛋白質計價**：蛋白質/酪蛋白/無脂固形物/總固形物

無脂固形物 = 蛋白質 + 乳糖 + 礦物質

總固形物 = 無脂固形物 + **脂肪**

娟姍牛 12/4/2013



provided by Hoard's Dairyman 娟姍牛 Jersey

ID	Fat (%)	Protein (%)	Casein (%)	Lactose (%)	SNF (%)	TS (%)
代號	脂肪	蛋白質	酪蛋白	乳糖	無脂固形物	總固形物
98115523	6.74	4.15	3.26	4.43	9.28	16.01
98115515	5.89	3.69	2.88	4.44	8.83	14.73
98115522	9.83	3.39	2.77	4.65	8.73	18.57
99111464	5.22	4.22	3.44	4.84	9.76	14.99
98115519	6.01	3.24	2.54	4.80	8.75	14.75
96116010	5.05	2.91	2.25	4.59	8.20	13.25
99111478	5.13	3.96	3.04	4.59	9.26	14.39
99111453	6.06	3.82	3.02	4.60	9.12	15.18
111807	7.13	3.61	2.90	4.90	9.21	16.33
111805	5.08	3.84	3.13	4.99	9.53	14.61

快速篩選酮症 (Ketosis)

- 酮體包括丙酮 (acetone)、乙醯乙酸 (acetoacetate)、 β -羥丁酸 (β -hydroxybutyrate, **BHB**)
- 酮體會出現於血中、尿中及乳液中，國外已發展至少 8 種簡易試紙法，可測血液、乳液或尿液，一般測 **BHB** 及丙酮，較少採用乙醯乙酸(比色法、定性、肉眼判定、敏感度不一)
- 測 **DHI** 乳樣時，可同時測乳液中 **BHB**、丙酮

酮症的發生率

- 潛在性酮症 (subclinical Ketosis)
 - 臺灣發生率 8.1% (試紙測尿酮體)，同時分析各疾病之相關性，發現第四胃異位與酮症，胎衣滯留與酮症間都有顯著相關 (陳等, 2008)
 - 發生率 3.3-41.9% (Fourichon *et al.*, 1999)
 - 加拿大發生率 8-80% (Duffield, 2001)
 - 美國發生率 9-34% (Ralp *et al.*, 2010)
 - 荷蘭發生率 11.2% (Drift, 2013)
- 臨床性酮症 (clinical Ketosis)
 - 捷克發生率 1.7% (Fleischer *et al.*, 2001)
 - 美國發生率 2-15% (Ralp *et al.*, 2010)

酮症篩選的必要性-補充資料

- 酮症會引起泌乳牛食慾減退、消瘦、便秘、眼神呆滯等，雖然死亡率極低，但泌乳量及乳質下降、不發情等繁殖障礙，及引起生殖系統疾病和內分泌紊亂等多種疾病，導致嚴重經濟損失。
- 酮症會造成荷蘭牛乳量減少、卵巢濾泡發育停滯、使子宮環境條件惡化不利卵細胞存活、牛隻的人工授精的成功率會降低 (Wathes *et al.*, 2007)。還會造成免疫能力降低、間接促使酮症牛隻容易發生胎衣滯留、子宮炎及乳房炎，第四胃異位更容易發生 (Bobe *et al.*, 2004)。
- Mike Hutjens (2007) 報告，Cornell 業者乳牛場因每一酮症案例損失達美金 145 元，其中單獸醫及用藥治療之損失即佔美金 50 元。

Search (manual) **8項** **8項** No Tracking

ID	FatB(T)	Prot(T)	Lact(T)	SnF(TC)	TS(TC)	MUN	Cit.Acid	Cells	Cas.B	FFA	TotalS...	TotalU...	MonoU...	PolyUn...	Aceton	BHB ..
... 99175089	3.89	3.73	4.91	9.34	13.23	7.9	0.098	98	2.97	5.58	2.455	1.143	0.961	0.239	0.03	0.01 ..
... 00175433	6.48	4.24	4.21	9.15	15.64	9.6	0.139	302	3.18	17.67	3.965	2.517	2.129	0.359	0.58	0.22 ..
... 01160835	4.19	3.27	5.19	9.16	13.35	9.9	0.070	52	2.62	7.77	2.549	1.333	1.126	0.268	0.00	0.00 ..
... 01160818	3.75	3.07	4.97	8.74	12.50	10.7	0.117	70	2.39	6.69	1.928	1.596	1.413	0.238	0.06	0.00 ..
... 00175428	1.70	3.39	4.82	8.90	10.61	7.7	0.105	76	2.71	1.99	1.102	0.415	0.407	0.157	0.07	0.00 ..
... 98174383	3.97	2.52	4.85	8.07	12.05	10.6	0.117	30	1.98	6.81	2.369	1.283	1.062	0.245	0.04	0.02 ..
... 98174375	4.30	3.82	4.71	9.23	13.53	9.6	0.101	203	3.03	7.00	2.674	1.292	1.147	0.249	0.00	0.00 ..
... 01160822	3.73	3.02	5.05	8.76	12.49	8.8	0.123	22	2.40	6.28	2.410	1.005	0.846	0.200	0.00	0.00 ..
... 00175434	3.64	2.93	5.13	8.76	12.40	11.8	0.117	182	2.32	9.02	2.322	0.951	0.748	0.259	0.00	0.00 ..
... 01161407	5.34	3.65	4.52	8.86	14.21	12.0	0.153	123	2.78	8.07	3.208	1.970	1.836	0.332	0.36	0.10 ..
... 98174376	5.24	4.67	4.88	10.24	15.49	9.9	0.093	102	3.71	12.03	2.925	1.829	1.570	0.316	0.00	0.00 ..
... 98174394	5.70	4.41	3.76	8.87	14.57	13.7	0.059	260	3.36	3.90	3.014	2.337	1.823	0.288	0.10	0.06 ..
... 00175432	3.63	3.39	4.83	8.93	12.56	8.2	0.122	42	2.70	6.57	2.311	0.982	0.835	0.222	0.00	0.00 ..
... 96172512	4.09	3.48	4.27	8.45	12.54	8.1	0.060	206	2.64	6.32	2.259	1.609	1.312	0.229	0.07	0.00 ..
... 99175106	3.98	3.27	4.71	8.67	12.65	9.9	0.098	117	2.56	6.49	2.447	1.259	1.038	0.224	0.00	0.00 ..
... 98174384	4.15	3.22	4.95	8.87	13.02	9.4	0.093	29	2.54	6.18	2.650	1.233	0.923	0.239	0.02	0.02 ..
... 96172507	4.59	3.64	4.72	9.06	13.64	11.6	0.069	72	2.88	7.71	3.161	1.050	0.849	0.223	0.00	0.00 ..
... 00175426	3.97	3.69	5.06	9.45	13.42	11.9	0.077	63	3.00	4.68	2.660	0.992	0.938	0.264	0.03	0.00 ..
... 01160843	4.72	3.43	4.86	8.99	13.71	12.0	0.144	69	2.67	10.03	2.784	1.687	1.394	0.249	0.22	0.06 ..

Single Multi Jobs

乳業新挑戰

- 游離脂肪酸、脂肪酸、酪蛋白與乳品質有關，而酮體可早期診測出潛在性酮症之牛隻，可儘速調整飼養管理以減少酪農之經濟損失，此四項都可經由飼養管理來改善，而脂肪酸及酪蛋白也可透過選種來改進之。甚至可減少甲烷排放至大氣中的數量。
- 個別牛部分：可供 DHI 戶選育優質乳牛及改善飼養管理措施重要依據，使乳牛更健康、繁殖性能佳、生產更多乳量，提升酪農總乳生乳品質。
- 總乳部分：提升乳製品品質並延長乳製品使用期限。