

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
104.3.17

1

大綱

- DHI 乳質檢測
- 脂肪酸數值之應用
- 游離脂肪酸數值之應用
- 酪蛋白數值之應用
- 潛在性酮症之篩選
- 結語



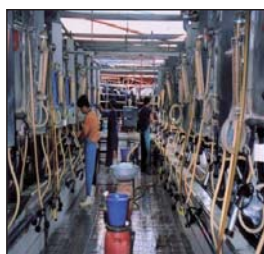
2

DHI 乳質檢測主要流程

- 乳牛場採樣（乳協輔導員或酪農自行採樣）
- 乳樣運送（冷藏宅配）
- 乳質檢測（DHI 牛乳檢驗室、新竹分所及乳協人員）
- 製作檢測報表
- 檢測報表送出（E mail 電子檔、紙本）
- DHI 資料查詢：

荷蘭乳牛性能查詢系統 <http://www.tlrihc.gov.tw>

畜產種原資訊網 <http://www.angrin.tlri.gov.tw> 等



3

DHI 乳質檢測項目

- 1978年 以前
脂肪
- 1978 – 2002年
脂肪、蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物、體細胞數
- 2003 – 2013年
脂肪、蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物、體細胞數、
尿素氮、檸檬酸
- 2014年
脂肪、蛋白質、乳糖、無脂固形物、總固形物、體細胞數、
尿素氮、檸檬酸、脂肪酸、游離脂肪酸、酪蛋白、酮體

4

乳成分及體細胞數分析儀



舊機型



新機型

Print Help New Job Load Jobs Export Start Standby Stop Offline Offline Release Pipette 8項 8項 Report Logon

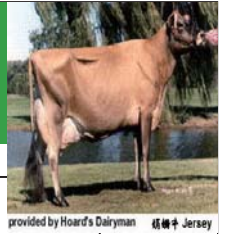
Search (manual) 計價 計價 計價 No Tracking

ID	Fat(B(T))	Prot(T)	Lact(T)	SnF(TC)	TS(TC)	MUN	Cit.Acid	Cells	Cas.B	FFA	TotalS...	TotalU...	MonoU...	PolyUn...	Acetone	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

DHI 個別牛乳成分

娟姍牛乳成分



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

7

DHI 個別乳牛場乳質

乳牛場	游離脂肪酸 (mmol/100g fat)	酪蛋白 (%)	總飽和脂肪 (%)	總不飽和脂肪 (%)	單元不飽和脂肪 (%)	多元不飽和脂肪 (%)	樣品數
A	0.77 (0.04-5.40)	2.67 (1.77-3.75)	2.30 (1.15-3.70)	1.16 (0.65-2.70)	0.99 (0.54-2.41)	0.11 (0.003-0.24)	136
B	0.90 (0.03-2.42)	2.63 (1.91-3.98)	2.43 (0.1-4.39)	1.18 (0.4-2.39)	1.03 (0.35-2.11)	0.09 (0.01-0.17)	275
C	1.25 (0.33-1.99)	2.66 (1.67-3.81)	2.43 (1.19-7.06)	1.25 (0.67-4.24)	1.09 (0.3-3.55)	0.08 (0.01-0.22)	93
D	1.36 (0.01-2.88)	2.53 (1.83-3.75)	2.51 (1.40-4.61)	1.28 (0.66-3.66)	1.14 (0.51-3.19)	0.10 (0.03-0.21)	162
E	1.68 (0.3-3.96)	2.52 (1.86-3.70)	2.40 (1.30-4.50)	0.93 (0.41-2.28)	0.81 (0.36-1.97)	0.06 (0.01-0.122)	129
F	2.23 (0.76-4.08)	2.77 (1.76-3.87)	2.52 (1.51-3.83)	1.11 (0.75-2.78)	0.96 (0.58-2.36)	0.09 (0.03-0.18)	140

生及鮮乳中游離脂肪酸含量

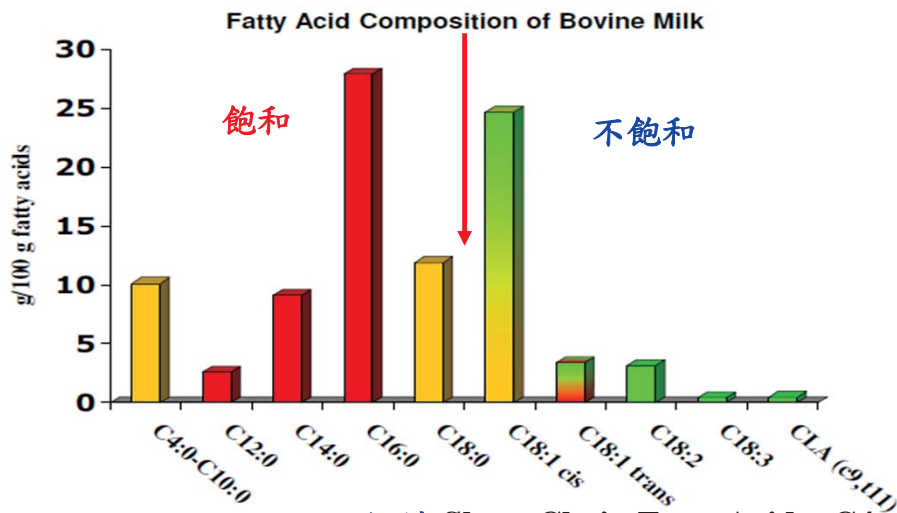
	1/14	1/22	2/5	2/12	2/26
G 生乳	1.35	1.28	1.37	1.23	1.14
G 鮮乳	1.39	1.23	1.36	1.39	1.28
H 鮮乳	1.18	1.25	1.35	1.33	1.20
I 鮮乳	1.39	1.20	1.26	1.22	1.24

* 乳風味限值 (milk flavor threshold) : 紐西蘭建議 1.5 mmol/100g fat , FOSS 公司建議 1.0 mmol/100g fat 。

生乳(酪農總乳)中游離脂肪酸含量

	1/23	1/26	1/28	2/2	2/6	2/11	2/13
J	1.53	6.12	6.45	6.33	1.92	4.67	6.01
K	2.05	2.94	5.53	3.81	1.38	2.78	2.43
L	1.00	1.61	-	1.45	0.95	0.78	0.95
M	1.02	1.22	1.23	1.56	1.91	1.19	0.75
N	0.87	1.48	0.85	-	-	0.79	1.27
O	0.89	0.61	0.39	0.56	0.19	1.32	0.47

牛乳一般脂肪酸組成 (GC測定)



Source: Professor Andy Salter,
University of Nottingham

- 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

11

為何檢測乳脂肪酸組成？

- 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
- 減少甲烷 (Methane) 排放 (Chilliard *et al.*, 2009)
 - 不飽和脂肪酸產生之甲烷較少



12

乳脂肪酸組成的改善-荷蘭試驗

酪農戶為提升牛乳中不飽和脂肪酸的含量，使用**亞麻籽 (linseed, 含高量 α -linolenic acid, Omega 3 形式)** 餵食泌乳牛隻

成效

- 不飽和脂肪酸增加 20%
- 飽和脂肪酸減少 10%
- Omega 3 的含量增加 2 倍



13

乳脂肪酸組成的改善-臺灣試驗

- 飼糧添加富含**亞麻油酸之大豆油 (富含 linoleic acid)** 可以顯著提高乳脂中共軛**亞麻油酸 (CLA)** 含量，且以添加 4% 大豆油處理組為最高 (陳等, 2009)
- CLA 具有抗癌、抗動脈硬化與抗肥胖的作用，同時也具有刺激免疫功能的能力
- 反芻動物之乳、肉產品是人類食物中 CLA 之主要來源
- 牛乳中的 CLA 含量佔總脂肪量 0.34-1.07%，並且利用動物模式証實平均成熟動物只要消耗 1/3-1/2 的 CLA 含量可顯著降低癌症發生率



14

乳中脂肪酸組成的改善

- **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

* 請參閱 103年「優質牛酮體快篩預警研討會」
徐濟泰教授講義



15

乳中游離脂肪酸 (FFA) 的來源

- 牛乳脂肪的基本化學結構是一分子甘油與三分子脂肪酸結合，極少部分未結合者稱游離脂肪酸
- 乳脂肪會受許多因素影響，使脂肪被分解致 FFA 上升

16

影響乳中游離脂肪酸(FFA)含量之因素

一、主要因素：牛乳中脂肪分解酵素之作用使脂肪分解 (Lipolysis) 產生游離脂肪酸，酵素主要來源為細菌 (微生物污染) 及體細胞 (乳房炎)

二、其他因素：

1. 營養：日糧組成 (飼餵飽和脂肪或精料比例過低者其FFA較高)
2. 擠乳過程及機械之影響：擠乳衛生不佳及貯乳槽冷卻溫度不良，導致生菌數高，擠乳機之設計不良、貯乳槽貯存時間長、過度攪動，可能致乳脂肪球膜被破壞
3. 乳品廠生乳之運送及加工處理過程：生乳之運乳時間長致振盪時間久及加工過程之均質等可能致乳脂肪球膜被破壞
4. 其他：泌乳期、遺傳、季節

17

高量乳游離脂肪酸的影響

- 影響產品風味
- 乳風味限值 (milk flavor threshold)：紐西蘭建議 1.5 mmol/100g fat，FOSS 公司建議 1.0 mmol/100g fat
- 高脂肪含量之乳製品 (乳酪及乳油等) 發生酸敗現象 (rancidity)，致使產品帶有異味
- 降低乳脂肪產量
- 影響乾酪 (cheese) 產量
- 縮短乳製品使用期限 (shelf life)



18

國際應用乳游離脂肪酸(FFA) 數值之情形

- 檢測乳中 FFA 含量：荷蘭、挪威、法國、比利時、日本、義大利、英國、加拿大、美國、丹麥、西班牙、巴西、捷克等國
- 納入生乳計價系統：荷蘭、挪威、法國、比利時
- 以挪威為例，將 FFA 納入生乳計價，取代傳統的感官試驗，每月檢測總乳 2 次，自 2014 年起改為每月檢測 4 次，並每年檢測個別牛乳 6-8 次及每年檢測個別山羊乳 3-5 次已 8-10 年 (Tove, 2013)

19

乳蛋白質組成

- 酪蛋白 (casein) 約佔 80.0 %
 - α 酪蛋白
 - α_{s1} 酪蛋白、 α_{s2} 酪蛋白
 - β 酪蛋白
 - κ 酪蛋白 (κ casein)
- 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)

20

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



21

酮症 (Ketosis) 及其損失

- 酮症為**高產牛**易發生的代謝性疾病之一，好發於**產後六週內**
- 因分娩後大量泌乳，若攝取的**能量**無法負擔泌乳所需求的熱能，將分解體內儲存的**脂肪**來供給熱能，而脂肪代謝過程中會產生**酮體**，包括**丙酮**（acetone）、**乙醯乙酸**（acetoacetate）及 **β -羥丁酸**（ β -hydroxybutyrate, **BHB**），而這些酮體須經肝臟代謝，若代謝不完全則留在體內
- 酮症會引起食慾減退、削瘦、便秘、眼神呆滯等
- 雖然死亡率極低，但**潛在性**酮症會使乳牛的泌乳量、乳質、繁殖率降低以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
- Mike（2007）報告，乳牛場因每一酮症案例損失達**美金 145元**

22

酮症的發生率

- 潛在性酮症 (subclinical Ketosis)
 - 臺灣發生率 18.1% (試紙測尿酮體)，同時分析各疾病之相關性，發現酮症與第四胃異位、胎衣滯留都有顯著相關 (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)

23

酮體的檢測

- 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)
- 實驗室儀器化學分析法
- 測 DHI 乳樣時，同時測乳液中 BHB、丙酮



24

DHI 乳牛群潛在性酮症發生率

乳牛場	樣品數	潛在性酮症樣品數 (百分比)
種牛場	21,046	1,322 (6.3)
其他乳牛場	23,450	1,782 (7.6)
所有乳牛場	44,496	3,104 (7.0)

結語

- **運用 DHI 乳質檢測資料**

- 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
- 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、生產更多乳量等
- 提升生乳及乳製品品質並延長乳製品使用期限，甚至可減少**甲烷**排放至大氣中的量

感謝聆聽！

