

# 牛乳尿素氮之應用

行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所 李素珍

## 一、前言

近年國外許多乳牛營養之研究，不僅要求日糧提供乳牛充足之蛋白質，且注意乳牛利用效率及代謝情況，其理由為蛋白質為日糧中成本最高者。許多國家已配合乳牛群性能改良（Dairy Herd Improvement, DHI）計畫之乳質分析，同時快速檢驗乳成分與乳尿素氮，利用乳尿素氮含量和乳蛋白質率供為乳牛利用日糧中粗蛋白質和能量之指標。美國 Cornell 大學研究，採用連續 6 個月總乳尿素氮資料修正日糧粗蛋白質過高或過低所獲得的利益為 10：1 之回饋

（Knowton, 2003）。行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所進行國內 DHI 計畫之乳質檢驗已歷 16 載，檢驗項目包括乳脂肪、蛋白質、乳糖、總固形物等乳成分與乳體細胞數，乳成分提供乳牛飼養管理及育種選拔，乳體細胞數則提供預防乳房炎最佳資訊。為加強 DHI 乳質檢驗功能，自 2002 年 12 月中旬開始提供牛乳尿素氮之數據，2003 年元月份 20,807 頭牛隻乳尿素氮數據，依黃（2001）建議之標準，過低（ $< 11 \text{ mg/dL}$ ）、正常（ $11 \sim 17 \text{ mg/dL}$ ）及過高（ $> 17 \text{ mg/dL}$ ）統計，各佔 50.1 %、45.9 % 及 4 %，平均值  $11.04 \pm 3.38 \text{ mg/dL}$ ，顯示國內 DHI 乳牛群約有一半的飼養方法需調整。而如何應用此數據則需由營養專家、飼養管理人員、DHI 輔導員、乳廠酪農課輔導員、飼料廠商、牧草供應商等之配合，期使業界明瞭乳尿素氮之意義與應用，並強化國內應用乳尿素氮之輔導體系，期更提升國內乳牛之經營效率降低生產成本。

## 二、何謂尿素氮？

尿素為一有機小分子，由碳、氫、氧及氮組成，尿素含氮量 46.65 %，尿素主要於肝臟由氨合成，氨為乳牛體內組織代謝日糧之粗蛋白質時所產生，氨具毒性，大量的氨會引起氨中毒而致死，故將氨轉變為尿素，尿素毒性低，主要由尿排出。尿素會溶於水，並經血液循環，因此，血液、尿液、乳液及其他體液中均可被檢出，若以尿素氮的型式則分別稱為血尿素氮、尿中尿素氮、乳尿素氮等。已明瞭乳牛體內尿液、血液及乳液中尿素氮含量，尿液中最高，乳液中最低，且三者間有密切相關。

## 三、日糧粗蛋白質的命運

（一）在瘤胃中被分解：粗蛋白質在瘤胃中被瘤胃微生物分解，終產物為氨，瘤胃微生物利用此氨合成瘤胃微生物所需之蛋白質，合成過程需有足夠之能量，主要由日糧中碳水化合物提供。餵飼過多的粗蛋白質（超過瘤胃微生物之需要），或熱能不足時，無法將代謝所生成之氨，順利合成為瘤胃微生物所

需之蛋白質，此時，過剩的氨會經由瘤胃壁進入血液到達肝臟，大部分氨會轉變為尿素，由尿中排除，少部分氨會經由血液回到唾液中，再進入瘤胃，可以再被瘤胃微生物利用。而瘤胃微生物至小腸時被分解為胺基酸，被小腸吸收，供為乳牛生長、維持、產乳、繁殖之用。(二)未被瘤胃微生物分解之蛋白質（稱過瘤胃蛋白質），至小腸被分解為胺基酸，也被小腸吸收供為乳牛生長、維持、繁殖或產乳之用，但若過剩也移至肝臟轉變為尿素，大部分由尿排出，少部分經消化道再回到瘤胃，可以被瘤胃微生物再吸收利用合成微生物體蛋白質。(三)未被瘤胃及小腸消化，由糞排出。

#### 四、血液中尿素的命運

因氨對動物體的毒性強，因此氨被移至肝臟轉以尿素之形式存在。尿素分子小，可在細胞內滲透，故會隨血液移行。血液中尿素的命運也有三：(一)大部分經腎臟過濾後由尿排出。(二)少部分回至唾液，經消化道再回到瘤胃，可以被瘤胃微生物再吸收合成微生物體蛋白質。(三)滲入乳中。因此，尿液、血液、乳液中之尿素氮含量呈密切相關。

#### 五、乳尿素氮廣泛被應用之理由

牛乳中尿素氮僅佔乳總氮之 2.5~3.0 % (De Peters and Cant, 1992)，含量雖低，但使用上極具意義。血中尿素氮之檢測已發展數世紀，但因取樣不便及無法大量分析，故未廣泛被使用。乳中尿素氮與血尿素氮有高相關 (Broderick and Clayton, 1997)，因此，乳尿素氮可作為血尿素氮之指標 (Hof *et al.*, 1997)。乳液為最方便取得，除可利用化學及酵素分析法檢驗牛乳尿素氮外，1991 年丹麥發展物理法分析之自動化儀器，適用於 DHI 乳質檢驗 (Godden *et al.*, 2000)，新竹分所即以此型儀器為業界服務，可同時快速檢驗乳脂肪、蛋白質、乳糖、總固形物等乳成分與乳尿素氮。依國外研究，物理法與化學法及酵素分析法均呈顯著相關，且精確度與再現性均良好，故利用自動化儀器檢驗乳尿素氮已被國際認定並廣泛採用。

#### 六、牛乳中尿素氮正常值之推薦量

美國 NRC (National Research Council) 推薦之飼養標準下，預估產出乳尿素氮量為 10~16 mg/dL (Jonker, *et al.*, 1998)。國內 DHI 尿素氮推薦量為 11~17 mg/dL，若以乳尿素氮含量 11~17 mg/dL 和乳蛋白質率 3.0 % 為判讀標準 (黃, 2001)。乳蛋白質率 < 3.0 % 時，若乳尿素氮 < 11 mg/dL，則為蛋白質和能量均不足，若乳尿素氮介於 11~17 mg/dL 間，則為蛋白質適宜而能量不足，乳尿素氮 > 17 mg/dL，則為蛋白質過剩而能量不足；乳蛋白質率 ≥ 3.0 % 時，若乳尿素氮 < 11 mg/dL，則為蛋白質不足和能量適宜或不足，若乳尿素氮介於 11~17 mg/dL 間，則為蛋白質和能量均適宜，乳尿素氮 > 17 mg/dL，則為蛋白質過剩而能量適宜或不足。

牛乳尿素氮量會受日糧之粗蛋白質與能量、季節、胎次、泌乳期、乳量、體重、餵飼時間及方式、採樣時間、乳樣貯存條件、乳牛健康、乳房炎、水的消耗量等影響。其中影響最大者為乳牛日糧中粗蛋白質與能量，其他因素影響較小，但使用時仍需考量之。如乳尿素氮量夏季比冬季高；乳牛乳尿素氮量第一胎較低，3~4胎最高，老牛又下降，或認為無影響者；乳尿素氮量泌乳初期較低，泌乳2~3月達高峰，後隨泌乳期進行而降低，或認為與泌乳期無關；產乳量及體重高者乳尿素氮量也較高；餵飼後約2~4小時乳尿素氮量最高，至下回餵飼前最低，餵飼後又漸上升；相同飼料配方，以完全平衡日糧（TMR）餵飼比一般傳統之粗料與精料分開餵飼，其乳尿素氮量較低；下午擠乳取樣之乳尿素氮量通常比上午擠乳取樣者高約15~20%；乳樣無論添加防腐劑與否，若適當冷藏，數日內不影響乳尿素氮測值，但置室溫48小時則降低50%；乳牛本身肝臟及腎臟之代謝是否正常？是否提供足量之水供尿液之排泄等也會影響；而體細胞數與乳尿素氮值呈顯著負相關，Faust and Kilmer（1996）建議體細胞數特別高者，此尿素氮值數值應刪除，以免影響牛群之平均值，進而影響日糧之調整。已知影響牛乳體細胞數的因素眾多，但少有提及與乳尿素氮的關係，參照表1，其體細胞數確與乳尿素氮值呈顯著負相關，且2號牛之體細胞數高達2千多萬，而乳尿素氮僅0.2（mg/dL），確實會影響牛群的平均值，故採用乳尿素氮值作日糧調整時，不宜以單次或個別牛數據為準。

## 七、牛乳尿素氮含量過低（<11 mg/dL）或過高（>17 mg/dL）之缺失

乳尿素氮量過高，致乳牛乳產量減少、飼養成本上升及過多的氮污染土壤及水，且可能降低乳牛繁殖效率及免疫力。而乳尿素氮量偏低，也會使乳牛乳產量減少、飼養成本上升。因此，乳尿素氮量過高或過低都使乳牛乳產量減少、飼養成本上升。此外，排出過多的氮會污染土壤及水，土壤中細菌會將氮還原為硝酸鹽，設若污染水源，硝酸鹽進入人體消化道，將轉變為亞硝酸鹽，過多的硝酸鹽及亞硝酸鹽都會致癌，且水中氮太多會使藻類過度生長，而藻類耗養量大則使水中其他物種之生長受影響。有些報告認為乳尿素氮量過高雖不影響母牛動情週期，但會降低母牛受胎率，而有些認為無影響，主要乃因影響母牛繁殖效率的因素很多，因此，勿以單一頭或單一次的數據下結論。乳尿素氮量正常之母牛，其受胎率比乳尿素氮量高於25 mg/dL者受胎率高29%

（McCormick *et al.*, 2003），而Young（2003）認為乳尿素氮量過高會致胚早期死亡致受胎率下降。

表 1. 乳體細胞數與乳尿素氮值

牛 號	體細胞數 (萬/mL)	乳尿素氮 (mg/dL)
1	2792	5.0
2	2557	0.2
3	1452	11.2
4	1149	6.3
5	1055	6.8
6	904	4.6

#### 八、以個別牛或總乳之數據為準？

以台灣個案為例，個別牛之變異較大，如表 2 所示，甲與乙兩戶於 2002 年 8 月至 2003 年 1 月六個月個別牛變異係數之範圍為 14.4~19.2%，平均 16.4%。酪農總乳之變異較小(表 3)，變異係數之範圍為 5.5~15.5%，平均 8.6%。誠如國外建議，牛群個別牛之平均比一個總乳為佳，一個牛群至少需 10 頭牛平均，才具代表性 (Jonker, 1998)。美國 Iowa 州立大學建議，需連續數次資料建立牛群總乳基礎資料才穩定，不可以單一個別乳資料來判定牛群狀況 (Sniffen and Nelson, 1999)。故供飼糧調整時，不宜以單一牛隻之數據判定，應以牛群個別乳連續數次平均或連續數次總乳資料為宜。

表 2. 台灣酪農戶之乳尿素氮值個案

月 份	項 目	酪農戶甲	酪農戶乙
8	測乳頭數	84	162
	乳尿素氮平均值(mg/dL)	20.8	16.0
	乳尿素氮範圍(mg/dL)	14.1~41.4	8.2~24.3
	乳尿素氮變異係數 (%)	14.4	18.8
9	測乳頭數	92	160
	乳尿素氮平均值(mg/dL)	21.2	17.8
	乳尿素氮範圍(mg/dL)	13.8~25.7	11.9~43.3
	乳尿素氮變異係數 (%)	15.1	16.9
10	測乳頭數	89	130
	乳尿素氮平均值(mg/dL)	19.1	15.6
	乳尿素氮範圍(mg/dL)	14.8~24.2	10.2~22.0
	乳尿素氮變異係數 (%)	15.7	19.2
11	測乳頭數	91	156
	乳尿素氮平均值(mg/dL)	20.8	15.6
	乳尿素氮範圍(mg/dL)	13.5~28.8	11.2~19.6
	乳尿素氮變異係數 (%)	14.4	17.9

12	測乳頭數	80	156
	乳尿素氮平均值(mg/dL)	20.5	17.1
	乳尿素氮範圍(mg/dL)	15.0~24.5	8.2~23.4
	乳尿素氮變異係數 (%)	17.0	14.6
1	測乳頭數	86	122
	乳尿素氮平均值(mg/dL)	11.0	10.1
	乳尿素氮範圍(mg/dL)	5.0~15.1	2.9~15.7
	乳尿素氮變異係數 (%)	16.4	16.8

表 3. 不同時期酪農總乳之尿素氮值 (mg/dL)

酪農戶 代號	採樣日期(月/日)					平均 (mg/dL)	變異係數 (%)
	3/10	3/12	3/15	3/17	3/19		
13	12.1	13.2	11.7	11.3	11.9	12.0	5.9
14	11.4	13.3	11.7	12.5	13.5	12.5	7.5
15	10.9	9.0	9.3	12.0	12.2	10.7	13.9
16	14.2	15.4	14.9	15.3	15.4	15.0	3.7
17	12.7	15.1	12.9	14.3	14.5	13.9	7.6
31	13.3	14.3	12.9	11.1	12.8	12.9	9.0
32	11.6	12.7	11.3	10.6	11.6	11.6	6.6
33	10.5	10.1	10.6	10.2	11.7	10.6	6.0

34	15.4	14.5	15.6	13.9	15.9	15.1	5.5
36	11.0	10.4	10.7	10.3	14.5	11.4	15.5
37	9.2	9.5	10.6	7.3	10.4	9.4	13.9
					總平均	12.3	8.6

本文轉載自行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所出版之「酪農天地雜誌」第54期 49-52 頁。