

# 尿素氮之簡介與應用

新竹分所 李素珍

## 一、前言

國外就乳牛體內尿素氮之研究已逾 40 年，許多研究指陳，乳之尿素氮（簡稱 MUN）與血液及尿中尿素氮濃度有密切相關，而透過乳牛群性能改良（Dairy Herd Improvement, DHI）計畫乳樣之採取及分析均比血液及尿液簡單且成本低，因此，MUN 廣泛被應用。近年來 MUN 廣被國外應用於乳牛之飼養管理，其理由乃利用 MUN 評估乳牛對日糧蛋白質的利用效率，避免蛋白質過剩致泌乳牛乳產量減少、飼養成本上升、繁殖能力降低、免疫力降低及氮污染環境等，或日糧蛋白質不足致乳牛乳產量減少、飼養成本上升等。許多國家已結合 DHI 計畫之乳質分析同時快速檢測乳成分與 MUN，利用 MUN 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 MUN 資料修正飼養管理所獲得的利益為 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 計畫之乳質檢測已逾 30 載，檢驗項目包括乳脂肪、乳蛋白質、乳糖、乳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 MUN 之數據，3 月 26 日於畜產試驗所新竹分所召開「牛乳尿素氮之檢驗與應用」會議，期使業界明瞭乳尿素氮之意義與應用，並籌建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。（「牛乳尿素氮之應用」一文已刊於 2003 年酪農天地第 54 期 49~53 頁，目前產業界有需求特整理再提供參考）。

## 二、何謂尿素氮？

尿素由碳、氫、氧及氮組成為一有機小分子，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。目前三者的關係已被明瞭且確認：乳牛體內尿液、血液及乳液中尿素氮含量以尿液中最高而乳液中最低且三者間有密切相關。

## 三、日糧粗蛋白質的命運

光泉廠農通訊(85)

<http://www.kuangchuan.com/09Life/Life05.aspx>

日糧粗蛋白質被分解後經由三個途徑被利用或被排出：(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，而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)，或能量不足時，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體生長、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)未在瘤胃、小腸分解，由糞排出。

#### 四、血液中尿素的命運

因氨對動物體的毒性強，因此氨被移至肝臟時會轉為尿素的形式存在。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

有三個途徑：(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、乳液中之尿素含量呈密切相關。

#### 五、何謂乳尿素氮?

尿素含氮量 46.65 %，乳尿素 (mmol/L)×2.8=乳尿素氮 (mg/dL) (Godden et al., 2001)。尿素主要於肝臟由氨合成，氨為乳牛體內組織代謝日糧之蛋白質時所產生，氨具毒性，大量的氨會引起乳牛氨中毒而致死，故在乳牛體內將氨轉變為尿素，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。許多研究已明瞭體內尿液、血液及乳液中尿素氮值，尿液中最高，乳液中最低，且三者間有密切相關。因乳樣採取方便且可配合 DHI 計畫之乳質分析，可同時快速檢驗乳成分與乳尿素氮，故乳尿素氮被廣泛應用。

#### 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(MUN)為 10~16 mg/dL (Jonker, et al., 1998)。MUN 雖僅佔乳中總氮之 2.5~3.0%，含量雖低但使用上極具意義，國內 DHI 計畫 MUN 推薦量為 11~17 mg/dL，若以 MUN 含量 11~17 mg/dL 和乳蛋白質率

3.0%為判讀標準（黃，2001）。當乳蛋白質率 $<3.0\%$ 時，若 MUN $<11$  mg/dL，表示日糧所提供之蛋白質和能量均不足，若 MUN 介於 11~17 mg/dL 間，則為日糧所提供之蛋白質適宜而能量不足，MUN $>17$  mg/dL，則為日糧所提供之蛋白質過剩而能量不足；乳蛋白質率 $\geq 3.0\%$ 時，若 MUN $<11$  mg/dL，表示日糧所提供之蛋白質不足和能量適宜或不足，若 MUN 介於 11~17 mg/dL 間，則為日糧所提供之蛋白質和能量均適宜，MUN $>17$  mg/dL，則為日糧所提供之蛋白質過剩而能量適宜或不足。

#### 七、牛乳尿素氮含量低於 11 mg/dL 或高於 17 mg/dL 之缺失

對乳牛的影響：乳尿素氮（簡稱 MUN）含量過高會致乳牛乳產量減少、飼養成本上升，且可能降低乳牛繁殖效率及免疫力；而 MUN 量偏低也會使乳牛乳產量減少、飼養成本上升。有些報告認為 MUN 含量高時會降低母牛受胎率，有些報告則認為 MUN 含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，譬如：MUN 量高於 25 mg/dL 之母牛比 MUN 量正常之母牛其受胎率低 29%（McCormick et al., 2003），而 MUN 量高於 18 mg/dL 之母牛其受胎率比 MUN 量低於 12 mg/dL 者受胎率低 10%（Mohammad et al., 2010），Young（2003）認為

MUN 量過高會致胚早期死亡導致受胎率下降。然而因影響母牛繁殖效率的因素很多，因此，勿以單一頭牛或單一次的數據而下結論。

對環境土壤及水的影響：MUN 高時，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（Kelly et al., 2000）。

#### 八、影響牛乳尿素氮含量之因子

牛乳尿素氮（簡稱 MUN）量會受日糧之粗蛋白質與能量之含量、季節、胎次、泌乳期、乳量、體重、餵飼時間及方式、採樣時間、乳牛健康、水的供應量、乳房炎等影響，其中影響最大者為乳牛日糧中粗蛋白質與能量含量，其他因素影響較小，但使用時仍需考量之。**MUN 濃度主要受日糧影響，若日糧改變則 MUN 濃度隨之改變**（Baker et al., 1995; Godden et al., 2001a; Godden et al., 2001b; Jonker et al., 1999）；如季節：夏季比冬季高；胎次：第一胎較低，3~4 胎最高，老牛又下降，或認為無影響者；泌乳期：泌乳初期與泌乳末期比泌乳中期為低，或認為泌乳初期高，後隨泌乳期下降；產乳量及體重高者 MUN 量也較高；餵飼時間及

方式：餵飼後約 2~4 小時 MUN 量最高，至下回餵飼前最低，餵飼後又漸上升；相同的飼料配方以 TMR 餵飼比一般餵飼其 MUN 量較低；採樣時間：下午擠乳取樣通常比上午擠乳取樣者高約 15~20 %；乳牛健康：乳牛本身肝臟及腎臟之代謝是否正常？水的供應量：是否提供足量之水供尿液之排泄等也會影響；乳房炎：體細胞數愈高者其 MUN 含量愈低，已知影響牛乳體細胞數的因素眾多，但少有提及與 MUN 的關係，新竹分所早期之 DHI 資料顯示(參照表 1)，少數高體細胞數牛隻之 MUN 確實相當低，如 2 號牛之體細胞數高達 2 千多萬而 MUN 僅 0.2 mg/dL，確實會影響牛群的平均值，故採用 MUN 值作日糧調整時，不宜以單一牛隻之數據，應以數次牛群個別乳之平均或總乳資料為宜，誠如 Faust and Kilmer (1996) 建議，此種 MUN 數值應刪除以免影響牛群之平均值進而影響

表 1. 高乳體細胞數個別牛與其乳尿素氮值

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

資料來源：新竹分所 DHI 資料。

日糧之調整。

### 九、以個別牛或總乳之尿素氮數據為準？

於正常飼養條件下，不同時期酪農總乳之尿素氮（簡稱 MUN）值變化會較穩定，譬如表 2，於 10 日內每隔 2 日測 11 戶酪農總乳 MUN 之變異係數小於 5% 者有一戶，變異係數 5~10% 者有 7 戶，變異係數大於 10% 者有 3 戶，因此，一旦總乳之數據差異大時，需查明原因再考量是否作日糧的調整（表 2）。

表 2. 11 個酪農戶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

資料來源：新竹分所 DHI 資料。

每月 1 次檢測 11 個酪農戶牛群個別牛及牛群總乳乳質 (表 3)，個別牛乳樣之乳脂肪、蛋白質、乳糖、總固形物、MUN 濃度之平均都比總乳平均為高，且除乳糖變異係數相近外，其他個別牛乳成分變異係數都比總乳者大，顯示，個別牛乳的變動範圍較大，尤其是 MUN 變異係數最大。再由頻度分布來看 (表 4)，總乳 MUN 分布範圍 7~17 mg/dL 之間，分布比例最高者為 11~13 mg/dL 之間佔 52.3%；而個別牛乳則比較分散，分布範圍由低於 7 至高於 19mg/dL，分布比例最高者也為 11~13 mg/dL 之間佔 23.9%。

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。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)。

表 3. 11 個酪農戶總乳及個別牛乳組成

項目		平均	變異係數(%)
總乳	乳脂肪 (%)	3.80	6.8
	蛋白質 (%)	3.21	3.4
	乳糖 (%)	4.72	5.3
	總固形物 (%)	12.43	1.9
	乳尿素氮 (mg/dL)	11.47	18.6
個別牛乳	乳脂肪 (%)	3.95	8.6
	蛋白質 (%)	3.33	5.5
	乳糖 (%)	4.82	5.2
	總固形物 (%)	12.46	2.1
	乳尿素氮 (mg/dL)	13.40	27.9

資料來源：新竹分所；樣品數總乳 230 個、個別牛乳 7,900 個。

## 十、結語

許多國家已應用 DHI 計畫同時快速檢驗乳成分與乳尿素氮，並配合牛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。如何應用乳尿素氮數據，需由營養專家、飼養管理人員、DHI 測乳員、乳廠酪農課輔導員、飼料及牧草廠商等之配合以建立國內之輔導體系。

表 4. 11 個酪農戶酪農總乳及個別牛乳尿素氮濃度之頻度分布

	≤7	>7~9	>9~11	>11~13	>13~15	>15~17	>17~19	>19
總乳	-	6.7	40.5	51.2	1.2	0.4	-	-
個別牛乳	11.5	12.5	18.4	23.9	16.5	12.2	3.4	1.6

資料來源：新竹分所；樣品數總乳 230 個、個別牛乳 7,900 個。