

# 臺灣荷蘭乾乳牛飼予不同濃度陰離子飼料對其適口性、尿液 pH 值及血漿游離鈣濃度之影響<sup>(1)</sup>

陳朝宜<sup>(2)(3)</sup> 張菊犁<sup>(4)</sup> 莊士德<sup>(5)</sup> 范揚廣<sup>(5)(6)</sup>

收件日期：97 年 7 月 29 日；接受日期：102 年 3 月 25 日

## 摘 要

本試驗之目的在探討乳牛飼予不同濃度之商業陰離子精料（anionic feed, AF），對其使用後第 1 到 6 天、14 天、21 天之飼料適口性、體液酸鹼變化和血漿游離鈣濃度之影響。試驗採用未懷孕之乾乳牛 20 頭，以完全逢機分配於由商業乾乳精料和商業陰離子精料 A、B 及 C 等四處理組，其 DCAD 值分別為 +3.5（DCF）、-25（LAFa）、-50（LAFb）及 -75（LAFc）meq/100g DM，而其精、粗料採分別給飼。試驗結果顯示，第六天 LAFa 與 LAFb 二組之採食適口性與 DCF 組無顯著差異，LAFc 組呈現最差採食適口性，六天之後各處理組間均未見拒食現象。尿液 pH 值隨著 DCAD 值下降，呈現直線關係，其關係如下： $Y = 7.9792 + 0.0351X$ （ $R^2 = 0.80$ ,  $P < 0.001$ ； $X = \text{DCAD 值}$ ,  $Y = \text{尿液 pH 值}$ ）。第 21 天 LAFb 與 LAFc 二組之全血 pH、 $\text{Pco}_2$ 、 $[\text{HCO}_3^-]$  及鹼超值（base excess, BE）顯著低於 DCF 組者，血漿游離鈣濃度（ $4.94 \pm 0.10 \text{ mg/dL}$ ）則顯著高於 DCF 組者（ $4.24 \pm 0.12 \text{ mg/dL}$ ），而尿液 pH 值則降低至 5.5–6.8。整體來說，乾乳牛提供 AF 皆可使體內呈代謝性過酸症，並均有提升血漿中游離鈣濃度之效果。

關鍵詞：陰離子精料、適口性、酸鹼反應、游離鈣濃度。

## 緒 言

根據乳業先進國家的研究，乳牛分娩前 3 週飼負的陰陽離子差飼糧（dietary cation-anion differences, DCAD）或陰離子精料（AF）可舒緩分娩後臨床低血鈣症（clinical hypocalcaemia）或稱乳熱症（milk fever）的發生率（Dishington, 1975），並可減少產後代謝性疾病，進而延長牛隻使用年限（Curtis *et al.*, 1983）。美國研究至今確實證明攝取負的 DCAD 值飼糧可以導致體內呈輕微代謝性過酸症，在分娩前後可有效提升血清中鈣的濃度，此乃代謝性過酸症會誘導骨骼與腎臟組織 PTH（parathyroid hormone）接受體（receptor）對 PTH 敏感性增加，促使骨鈣的析出與  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  的製造增加（Martin *et al.*, 1980；Bushinsky, 1996）。

DCAD 計算公式為  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^-)$  meq/100g DM。當飼糧中鈉與鉀總當量值高於氯與硫時其 DCAD 為正值，可導致體液成鹼性；反之，當 DCAD 為負值時則體液為酸性。單獨使用陰離子鹽（anionic salts），如  $\text{NH}_4\text{Cl}$  或  $\text{CaCl}_2$ ，有苦澀味與輕微腐蝕特性，適口性差，故混合多種陰離子鹽於精料可改善其風味，防止因拒食而無法達成體液酸化之缺點。歐美溫帶國家研究結果，推薦懷孕最後 21 天降低總飼糧 DCAD 值至 -10 到 -15 meq /100g DM 之間較為理想（Block, 1984；Oetzel and Barmore, 1993；Eppard *et al.*, 1996；Moore *et al.*, 2000；Van Dijk and Lourens, 2001）。黃等（2001）調查臺灣乳牛在分娩前飼糧原料 DCAD 值，共 17 個精料和 15 個粗料樣品，發現其精、粗料皆未符合 DCAD 為負值之推薦值。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1884 號。

(2) 國立中興大學動物科學系。

(3) 苗栗縣動物防疫所。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(5) 國立中興大學獸醫學院。

(6) 通訊作者，E-mail: ykfan@dragon.nchu.edu.tw。

目前臺灣已有使用商業 AF 於乳牛乾乳後期，此些精料均有達到負的 DCAD 值水準，卻未有相關研究報告，本試驗目的係為探討國內調配之商業 AF 在不同 DCAD 值下，對其採食適口性、尿液 pH 值變化，以及血漿游離鈣濃度所造成之變動情形，冀期供作臺灣酪農使用 AF 之飼養參考。

## 材料與方法

### I. 動物飼養與試驗設計

選用行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所西湖牧場中，胎次 2 至 6 產乾乳荷蘭牛 20 頭，平均體重  $526 \pm 53$  kg，逢機分配至四商業 AF 處理組中，分別為商業乾乳牛精料 DCF 組、商業陰離子精料 LAFa、LAFb 與 LAFc 組，其 DCAD 值各為 +3.5、-25、-50 及 -75 meq/100g DM，總飼糧 DCAD 值各為 +8.3、+0.9、-6.9 及 -11.6 meq/100g DM。試驗期為 21 天，試驗牛隻飼養於無牛床開放式鋪有米糠之混凝土地面之牛舍，內設有飲水槽供牛隻自由飲水，飼料槽設有頸夾。試驗各組分區飼養，每日分早晚二次餵飼（08：30 與 16：00），以人工傳統精、粗料分別餵飼，每頭試驗牛隻每天供給精料 4 kg 及百慕達乾草 12 kg，營養成分如表 1。

表 1. 陰離子精料與芻料的化學成分和 DCAD 值

Table 1. Chemical composition and DCAD value of the commercial anionic feeds and forage

Feeds	Anionic feeds				Bermuda grass hay
	DCF	LAFa	LAFb	LAFc	
Composition, %					
Moisture	13.04	13.03	14.29	13.87	8.37
Crude protein	21.78	21.28	22.73	19.60	12.41
Crude fat	3.59	3.37	1.84	6.56	2.34
Crude fiber	3.85	3.71	4.22	5.81	23.6
Crude ash	6.69	10.29	11.24	6.16	8.64
ADF					27.33
NDF					68.52
Nitrogen-free-extract	64.09	53.35	59.97	53.33	48.39
Calcium	0.99	2.11	2.97	1.46	0.68
Phosphorus	0.69	1.16	0.94	0.72	0.34
Chloride	1.16	1.18	1.81	1.25	0.68
Sodium	0.69	0.34	0.10	0.29	0.44
Potassium	1.04	1.23	0.97	0.83	0.75
Magnesium	0.48	0.56	0.87	0.29	1.01
Sulfur	0.329	0.59	0.64	1.01	0.14
DCAD	+3.5	-26.6	-57.8	-76.5	10.1

DCF: dry cow feed; LAFa: low anionic feed A; LAFb: low anionic feed B; LAFc: low anionic feed C.

DCAD: Dietary cation-anion difference expressed as  $[(Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^-)]$  meq/100g of DM.

### II. 測定項目及方法

#### (i) 採食適口性之測定

每日早上 8：30 餵飼時，先將 4 kg 之試驗 AF 秤好，分別 2 kg 一袋，放置各牛隻餵飼槽前，牛隻全部固定於頸夾，同一時間將所有試驗 AF 倒入餵飼槽，按馬錶（digital sports stop watch HS-6, CASIO., USA）計時至完全採食完畢所需時間；並稱取每天三餐 AF 之殘留量，以計算 AF 採食量。

#### (ii) 尿液 pH 值之測定

每日早上採食完 AF 後二小時，以導尿管導尿，用 pH meter (HI 8424 Portable, HANNA Instruments, Germany) 測其尿液 pH 值，並以尿液比重計 (Urinometer) 測尿液比重。

(iii) 血液氣體與酸鹼度之測定

攝食完 AF 後三小時，使用含 heparin 之針筒採集頸靜脈血 10 mL，以厭氧技術 (anaerobic technique) 立即排除血液檢體中之氣泡，迅速放入保溫冰桶，立即以血液氣體分析儀 (Radiometer 720, USA) 測定全血之 pH 值、 $P_{CO_2}$ 、 $[HCO_3^-]$ 。血液之 BE 值，以公式  $BE = 0.7998 (HCO_3^- - 24) + 28.149 (\text{blood pH} - 7.4)$  計算之。

(iv) 血漿離子與血清生化值之測定

攝食完 AF 後三小時，使用含 heparin 針筒採集頸靜脈血，迅速放入保溫冰桶，立即送至檢驗室離心，以血液氣體分析儀 (Radiometer 720, USA)、血液自動生化分析儀 (Hitachi-717, Japan) 與 Randox 公司之套組，測定血漿中  $Na^{2+}$ 、 $K^{+}$ 、 $Cl^{-}$ 、 $Ca^{2+}$ 、Mg 及 P 之濃度。

(v) 陰離子精料與芻料之化學分析

精料與芻料之水分、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、粗灰份、中洗纖維、酸洗纖維、鈣、磷、鎂、鈉、鉀、氯及硫含量，依 AOAC (1980) 所述方法分析之。

### III. 統計分析

本試驗採用完全隨機設計 (Completely Randomized Design; CRD)，試驗所得資料使用 SAS 套裝軟體 (Statistical Analysis System; SAS, 1997) 進行統計分析，以一般線性模式 (General Linear Model Program; GLM) 進行變方分析，再以多奇測定法 (Tukey's multiple comparison test) 比較處理組間的差異顯著性；並以線性比較分析不同 AF 濃度與各項分析項目之相關性。

## 結果與討論

### I. 對採食適口性之影響

未孕乾乳荷蘭牛對不同 DCAD 值商業 AF 採食完畢時間與採食量之影響，示於圖 1。經記錄試驗開始後第 1 到第 6 天、第 14 天與第 21 天之 AF 採食完畢時間，並稱取每天殘留 AF 量，以計算其採食量。結果顯示，DCF、LAFa、LAFb 與 LAFc 組於第 5 天分別測得平均採食完畢時間為 5.5、9.4、16.8 及 30 分鐘，平均採食量為 4、4、3.70 及 2.26 kg/d；其中 LAFb 與 LAFc 組花費較多採食完畢時間，而 LAFc 組殘留 45% AF 量 (圖 1)。四處理組於第 6 天分別測得平均採食完畢時間為 4.9、5.6、5.25 及 23.2 分鐘，LAFc 組較其它三處理組花費較多採食完畢時間與殘留 17% AF 量 (圖 1)。試驗開始第 1 到 5 天中，LAFb 與 LAFc 組分別有 1 至 2 及 3 至 4 頭牛經採食 30 分鐘後仍有殘留 AF 現象，而 LAFc 組至第 6 天仍有多數牛隻未完全採食完畢。Oetzel and Barmore (1993) 指出，高濃度陰離子鹽混合入精料 (AF)，其採食適口性較低濃度者為差。四處理組之 AF 平均採食時間與平均採食量在第 14 天到 21 天期間，並無差異性存在 (圖 1)。Pehrson *et al.* (1999) 指出，牛隻採食 AF 可經由一段時間適應或以漸進方式改善採食量。另外，12 kg 百慕達乾草於試驗期間皆可完全採食完畢，且並不影響其乾物採食量 (Oetzel *et al.*, 1991)。但有研究指出，高濃度 AF 對末期懷孕女牛之乾物採食量會有較大影響 (Moore *et al.*, 2000)。

### II. 對體液酸鹼平衡及血液氣體濃度之影響

不同 DCAD 值商業 AF 對未孕乾乳荷蘭牛血液 pH 值之影響，示於表 2、3。在試驗第 21 天，LAFb 與 LAFc 組牛隻血液 pH 值均為 7.38，二者極顯著低於 DCF 與 LAFa 組。且在有添加陰離子鹽之精料的三處理組，其血液 pH 值顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組；顯示 AF 組飼料隨 DCAD 值之下降，將使血液呈些許酸化 (Joyce *et al.*, 1997)，但在試驗第 1 到 6 天、21 天所測得各處理之血液 pH 值範圍為 7.36~7.42，皆於正常生理值範圍內，證明體內重碳酸根緩衝系統 ( $H_2CO_3/HCO_3^-$ ) 可自動調節體液酸鹼平衡，以維持正常血液 pH 值。此結果與 Vagnoni and Oetzel (1998) 使用 DCAD 值分別為 -4.0、-5.1 及 -6.3 與 20.3 meq/100g DM 之飼糧餵飼牛隻，其血液 pH 值分別為 7.41、7.41 及 7.39 與 7.42，且各處理間無顯著差異之結果部份相似。

不同 DCAD 值商業 AF 對未孕乾乳荷蘭牛血液  $P_{CO_2}$  分壓值之影響，示於表 2、3。試驗第 21 天 LAFb 組與 LAFc 組血液  $P_{CO_2}$  分壓值顯著低於 DCF 組，添加陰離子鹽之 AF 三處理組牛隻血液  $P_{CO_2}$  分壓值顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組。在試驗期第 1、2 天，添加陰離子鹽之 AF 三處理組牛隻血液  $P_{CO_2}$  分壓值即產生變化，證明 AF 隨 DCAD 值下降，將使體液呈現代謝性酸鹼失衡，首先經由呼吸加深加快，以排出  $CO_2$  而維持體液酸鹼平衡 (Anderson *et al.*, 1986)。

不同 DCAD 值商業 AF 對未孕乾乳荷蘭牛血液  $HCO_3^-$  值之影響，示於表 2、3。在試驗第 21 天，添加陰離子鹽之 AF 三處理組牛隻血液  $HCO_3^-$  值皆顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組。在試驗第 2、3、4、6 天的血液  $HCO_3^-$  值，以 LAFc 組顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組，且隨試驗日數而呈現下降現象。

不同 DCAD 值商業 AF 對未孕乾乳荷蘭牛血液 BE 值之影響，示於表 2、3。在試驗第 21 天，添加陰離子鹽之精料三處理組牛隻血液 BE 值皆顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組。在試驗第 4、5、6 天，LAFb 與 LAFc 組牛隻血液之 BE 值顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組。

整體而言， $PCO_2$ 、 $HCO_3^-$  及 BE 值均會隨 DCAD 值之降低而有下降之趨勢，且 DCAD 為正值者與 DCAD 為負值者之間差異顯著 (Tucker *et al.*, 1988b)。

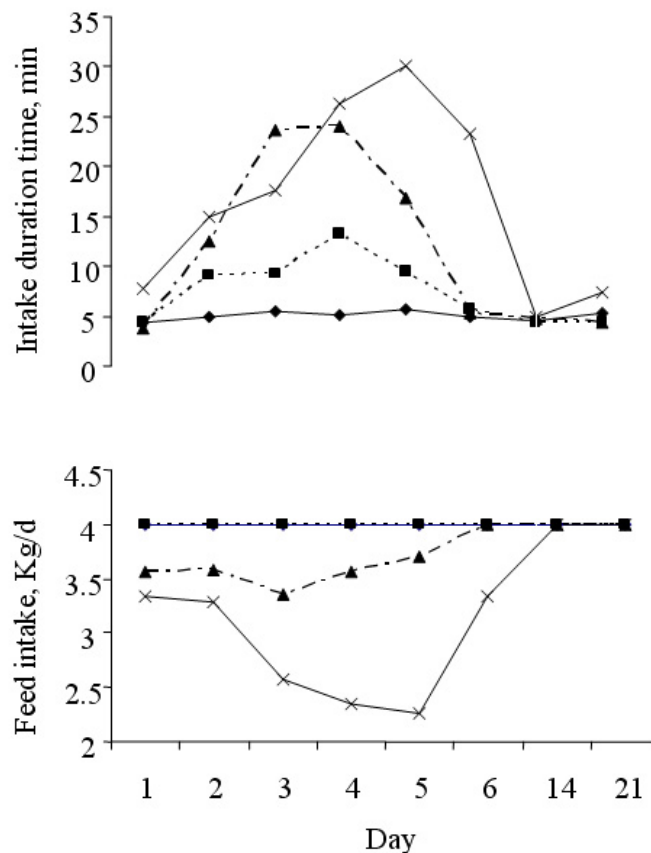


圖 1. 陰離子精料對未孕乾乳荷蘭牛採食時間與採食量之影響。

Fig. 1. Effect of anionic feeds on duration time of feeding and amount of feed intake in nonpregnant dry Holstein cows. Data represented daily averages of DCF (◆), LAFa (■), LAFb (▲), LAFc (×).

### III. 對尿液 pH 值與血漿離子濃度之影響

不同 DCAD 值商業 AF 對未孕乾乳荷蘭牛尿液 pH 值之影響，示於表 2。在試驗第 21 天，LAFb 與 LAFc 組牛隻尿液 pH 值分別為 5.85 及 5.51，二者顯著低於 DCF 與 LAFa 組，且添加陰離子鹽之精料三處理組牛隻尿液 pH 值顯著低於未添加陰離子鹽之 DCF 組。圖 2 顯示 AF 之 DCAD 值下降，將使尿液 pH 呈酸化趨勢，處理組牛隻之尿液 pH 值於餵飼開始第 1 天即下降，至試驗第 6 天，LAFc 組牛隻之尿液 pH 值為最低，LAFb 組次之，LAFa 組再次之。不同 AF 之 DCAD 值濃度 (meq/100g DM) 對



未孕乾乳荷蘭牛之尿液 pH 值呈直線迴歸現象（圖 3），其關係如下： $Y = 7.9792 + 0.0351X$ （ $R^2 = 0.80$ ,  $P < 0.001$ ； $X = \text{DCAD 值}$ ,  $Y = \text{尿液 pH 值}$ ）。監控尿液 pH 值，以預測 AF 之 DCAD 值，是一種可信賴的方法（Goff and Horst, 1998），而血清游離鈣濃度又與尿液 pH 值呈負相關，故尿液 pH 值下降可增加血清游離鈣濃度（Seifi *et al.*, 2004）。

不同 DCAD 值商業 AF 對未孕乾乳荷蘭牛血漿離子濃度之影響，示於表 2。血漿中鎂、鉀與氯之濃度，在各處理組間並無顯著差異，而總鈣、游離鈣、磷與鈉，則隨精料中 DCAD 值之變化，而有不同之變化。血漿中總鈣與游離鈣濃度，以 LAFb 組者最高（ $P < 0.01$ ），但磷與鈉濃度則為最低者（ $P < 0.05$ ），並與其他各組間差異顯著。另外，AF 組之血漿中游離鈣、鎂之濃度顯著高於 DCF 組，由此可知隨著精料中 DCAD 值之降低，血漿中之游離鈣與鎂之濃度亦有增高趨勢；血漿中氯與鈉濃度，則隨精料中氯與鈉的增減而有升高或降低之情形；血漿中磷、鉀和氯濃度則與精料中磷、鉀和氯之添加量呈現不一致之結果。

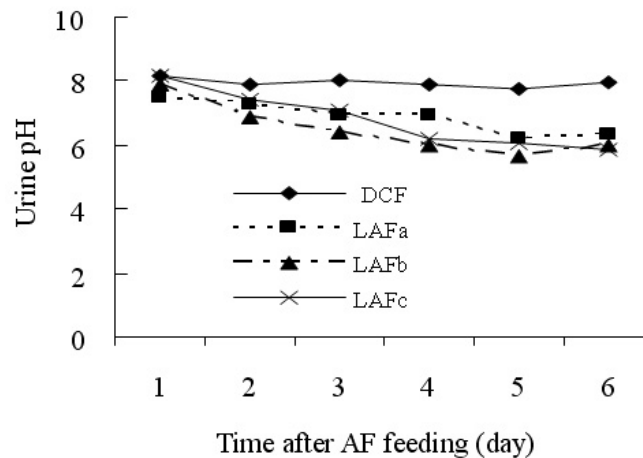


圖 2. 牛隻餵飼不同 DCAD 值陰離子精料（試驗第 1、2、3、4、5 及 6 天）對尿液 pH 值之簡單線性迴歸變化。

Fig. 2. Simple linear regression of urine pH on DCAD by different anionic feeds from d 1, 2, 3, 4, 5 and 6 postfeeding for cows.

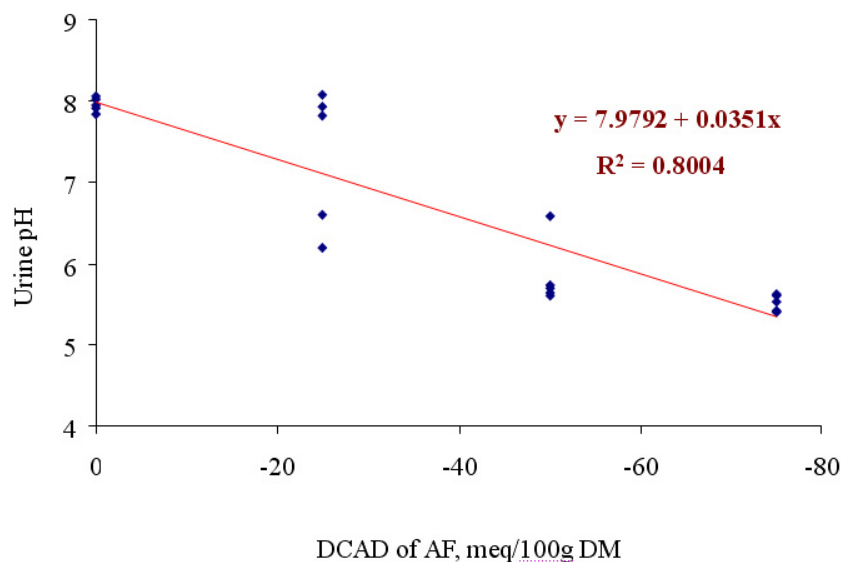


圖 3. 不同 DCAD 值陰離子精料與尿液 pH 值之迴歸變化。

Fig. 3. Regression between the urine pH and the dietary cation-anion difference (DCAD, meq/100g DM) calculated by different anionic feeds.

表 2. 陰離子精料對試驗第二十一天之未孕乾乳荷蘭牛體液酸鹼平衡與血漿離子之影響  
Table 2. Effect of anionic feeds on acid-base status and plasma parameters of nonpregnant dry Holstein cows at 21 day of the experiment

Item	DCAD levels, meq/100g DM					SEM <sup>1</sup>	Diet	Anionic feeds	Orthogonal contrast on DCAD level <sup>2</sup>	
	DCF	LAFa	LAFb	LAFc	L				Q	
	0	-25	-50	-75						
Whole blood										
pH	7.42 <sup>a</sup>	7.41 <sup>a</sup>	7.38 <sup>b</sup>	7.38 <sup>b</sup>	7.38 <sup>b</sup>	0.008	***	**	***	NS
Pco <sub>2</sub> , mm Hg	44.84 <sup>a</sup>	42.36 <sup>ab</sup>	44.8 <sup>b</sup>	44.8 <sup>b</sup>	39.1 <sup>b</sup>	0.835	**	***	***	NS
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mM	29.86 <sup>a</sup>	26.18 <sup>b</sup>	24.46 <sup>b</sup>	24.46 <sup>b</sup>	24.26 <sup>b</sup>	0.630	***	***	***	*
BE, mM	5.5 <sup>a</sup>	2.2 <sup>b</sup>	-0.1b <sup>c</sup>	-0.1b <sup>c</sup>	-0.2 <sup>c</sup>	0.590	***	***	***	*
Plasma										
Ca <sup>2+</sup> , mg/dL	4.24 <sup>c</sup>	4.47 <sup>bc</sup>	4.94 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	4.78 <sup>ab</sup>	0.085	***	***	***	*
Ca, mg/dL	8.98 <sup>a</sup>	8.32 <sup>b</sup>	9.20 <sup>a</sup>	9.20 <sup>a</sup>	8.82 <sup>ab</sup>	0.140	**	NS	NS	NS
P, mg/dL	7.46 <sup>a</sup>	7.44 <sup>a</sup>	5.8 <sup>b</sup>	5.8 <sup>b</sup>	6.72 <sup>ab</sup>	0.379	*	NS	*	NS
Mg, mg/dL	1.90 <sup>b</sup>	2.00 <sup>ab</sup>	1.98 <sup>ab</sup>	1.98 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>a</sup>	0.039	0.06	*	*	NS
Na, meq/L	138.4 <sup>a</sup>	137.2 <sup>ab</sup>	130.8 <sup>b</sup>	130.8 <sup>b</sup>	137.2 <sup>ab</sup>	1.641	*	NS	NS	*
K, meq/L	4.22	4.10	4.12	4.12	4.19	0.084	NS	NS	NS	NS
Cl, meq/L	1.15	1.14	1.19	1.19	1.15	0.025	NS	NS	NS	NS
Urine										
pH	7.95 <sup>a</sup>	7.32 <sup>a</sup>	5.85 <sup>b</sup>	5.85 <sup>b</sup>	5.51 <sup>b</sup>	0.216	***	**	***	*
Spe. Gr.	1.031	1.028	1.028	1.028	1.031	0.002	NS	NS	NS	NS

CF: dry cow feed; LAFa: low anionic feed A; LAFb: low anionic feed B; LAFc: low anionic feed C.

BE: base excess. Spe. Gr: Specific gravity

NS, P > 0.05; \* P < 0.05; \*\* P < 0.01; \*\*\* P < 0.001.

<sup>a, b, c</sup> Means with different superscripts different significantly (P < 0.05).

<sup>1</sup> SEM = standard error of mean (n = 5).

<sup>2</sup> Orthogonal contrast of various merits on DCAD level in treatments.

L: linear; Q: quadratic effect.

表 3. 陰離子精料餵飼 1 至 6 天對未孕乾乳荷蘭牛血液 pH、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Pco}_2$  與 BE 值之影響Table 3. Effect of feeding anionic feeds on a blood pH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Pco}_2$  and BE of nonpregnant dry Holstein cows during d 1 to d 6 postfeeding

Treatments DCAD	DCF	LAFa	LAFb	LAFc
	0	-25	-50	-75
Postfeeding 1 d				
Blood pH	7.40	7.37	7.38	7.40
$\text{HCO}_3^-$ , mM	28.90	28.22	27.90	28.90
$\text{Pco}_2$ , mm Hg	47.64	48.16	46.20	46.38
BE, mM	3.68	2.94	2.88	3.68
Postfeeding 2 d				
Blood pH	7.40	7.39	7.38	7.39
$\text{HCO}_3^-$ , mM	28.46 <sup>a</sup>	26.48 <sup>ab</sup>	27.02 <sup>ab</sup>	26.06 <sup>b</sup>
$\text{Pco}_2$ , mm Hg	46.64	43.42	45.82	42.38
BE, mM	3.66 <sup>a</sup>	1.82 <sup>ab</sup>	1.94 <sup>ab</sup>	1.58 <sup>b</sup>
Postfeeding 3 d				
Blood pH	7.39	7.40	7.38	7.39
$\text{HCO}_3^-$ , mM	28.24 <sup>a</sup>	26.98 <sup>ab</sup>	27.10 <sup>ab</sup>	25.46 <sup>b</sup>
$\text{Pco}_2$ , mm Hg	46.06	43.44	45.40	41.56
BE, mM	3.42	2.44	2.10	1.22
Postfeeding 4 d				
Blood pH	7.37 <sup>b</sup>	7.42 <sup>a</sup>	7.37 <sup>b</sup>	7.39 <sup>ab</sup>
$\text{HCO}_3^-$ , mM	27.06 <sup>ab</sup>	28.76 <sup>a</sup>	27.06 <sup>ab</sup>	25.46 <sup>b</sup>
$\text{Pco}_2$ , mm Hg	45.86	44.62	45.86	42.08
BE, mM	4.20 <sup>a</sup>	1.90 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>b</sup>	0.54 <sup>b</sup>
Postfeeding 5 d				
Blood pH	7.42 <sup>a</sup>	7.38 <sup>b</sup>	7.36 <sup>b</sup>	7.38 <sup>b</sup>
$\text{HCO}_3^-$ , mM	27.58	27.82	24.06	26.08
$\text{Pco}_2$ , mm Hg	42.40	46.56	41.58	43.72
BE, mM	4.04 <sup>a</sup>	2.70 <sup>ab</sup>	-0.64 <sup>c</sup>	0.30 <sup>bc</sup>
Postfeeding 6 d				
Blood pH	7.40	7.38	7.36	7.38
$\text{HCO}_3^-$ , mM	28.0 <sup>a</sup>	26.54 <sup>ab</sup>	23.08 <sup>b</sup>	25.02 <sup>bc</sup>
$\text{Pco}_2$ , mm Hg	43.14	44.82	40.42	40.50
BE, mM	3.98 <sup>a</sup>	1.62 <sup>ab</sup>	-1.66 <sup>c</sup>	0.14 <sup>bc</sup>

DCAD: Dietary cation-anion difference expressed as  $[(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^-)]$  meq/100g of DM.<sup>a, b</sup> Means within the same row with different superscripts among groups are significantly different ( $P < 0.05$ ).

## 結 論

乾乳荷蘭牛飼予 AF 之嗜口性隨 DCAD 值降低而變差，但並不影響乾草之採食，而牛隻尿液 pH 值會隨 DCAD 值降低而下降，顯示牛隻飼予商業 AF 可促使體液呈代謝性酸化，並能有效提升血漿游離鈣濃度。

## 誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會（96 農科 -2.1.1- 畜 -L2）經費補助，新竹分所張分所長菊犁、曾前主任青雲、李主任素珍、李主任國華、同事江志祺、郭桑硯與張裕喜及分所所有同仁職工，在整個實驗上協助採集樣本與試驗進行，謹致謝忱。

## 參考文獻

- 黃森源、李美珠。2001。臺灣乳牛分娩前飼糧原料陽陰離子差值之探討。畜產研究 34 (1)：69-78。
- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis. 12<sup>th</sup> ed. AOAC, Washington, DC.
- Anderson, P. A. K. L. Glick, A. P. Killam and R. D. Mainwaring. 1986. The effect of heart rate on in utero left ventricular output in the fetal sheep. J. Physiol. 372: 557-573.
- Block, E. 1984. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. J. Dairy Sci. 67: 2939-2948.
- Bushinsky, D. A. 1996. Stimulated osteoclastic and suppressed osteoblastic activity in metabolic but not respiratory acidosis. Am. J. Physiol. 268: C80- 88.
- Curtis, C. R., H. N. Erb, C. J. Sniffen, R. D. Smith, P. A. Powers, M. C. Smith, M. E. White, R. B. Hillman and E. J. Pearson. 1983. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 183: 559-561.
- Dishington, I. W. 1975. Prevention of milk fever by dietary salt supplements. Acta Vet. Scand. 16: 503-512.
- Eppard, P. J., J. J. Veenhuizen, W. J. Cole, P. G. Comens-Keller, G. F. Hartnell, R. L. Hintz, L. Munyakazi, P. K. Olsson, R. H. Sorbet, T. C. White, C. A. Baile, R. J. Collier, J. P. Goff and R. L. Horst. 1996. Effect of bovine somatotropin administered to periparturient dairy cows on the incidence of metabolic disease. J. Dairy Sci. 79: 2170-2181.
- Goff, J. P. and R. L. Horst. 1998. Use of hydrochloric acid as a source of anions for prevention of milk fever. J. Dairy Sci. 81: 2874-2880.
- Joyce, P. W., W. K. Sanchez and J. P. Goff. 1997. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa. J. Dairy Sci. 80: 2866-2875.
- Martin, K. J., J. J. Freitag, E. Bellorin-Font, M. B. Conrades, S. Kahr and E. Slatopolsky. 1980. The effect of acute acidosis on the uptake of parathyroid hormone and the production of adenosine 3', 5'-monophosphate by isolated perfused bone. Endocrinol. 106: 1607-1611.
- Moore, S. J., M. J. Vandehaar, B. K. Sharma, T. E. Pilbeam, D. K. Beede, H. F. Bulcholtz, J. S. Liesman, R. L. Horst and J. P. Goff. 2000. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. J. Dairy Sci. 83: 2095-2104.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Oetzel, G. R. and J. A. Barmore. 1993. Intake of a concentrate mixture containing various anionic salts fed to pregnant, nonlactating dairy cows. J. Dairy Sci. 76: 1617-1623.
- Oetzel, G. R., M. J. Fettman, D. W. Hamar and J. D. Olson. 1991. Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status and urinary calcium excretion in dairy cows. J. Dairy Sci. 74 : 965-971.



- Pehrson, B., C. Svensson, I. Gruvaeus and M. Virkki. 1999. The influence of acidic diets on the acid-base balance of dry cows and the effect of fertilization on the mineral content of grass. *J. Dairy Sci.* 82: 1310-1316.
- SAS. 1997. SAS User's Guide : Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Seifi, H. A., M. Mohri and J. Kalamati Zadeh. 2004. Use of pre-partum urine pH to predict the risk of milk fever in dairy cows. *Vet. J.* 167: 281-285.
- Tucker, W. B., Z. Xin and R. W. Hemken. 1988. Influence of dietary calcium chloride on adaptive changes in acid-base status and mineral metabolism in lactating dairy cows fed a diet high in sodium bicarbonate. *J. Dairy Sci.* 71: 1587-1597.
- Vagnoni, D. B. and G. R. Oetzel. 1998. Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1643-1652.
- Van Dijk, C. J. and D. C. Lourens. 2001. Effects of anionic salts in a pre-partum dairy ration on calcium metabolism. *J. So. Afr. Vet. Med. Assoc.* 72: 76-80.

# The effects of different DCAD of anionic feed on palatability, urine pH and plasma calcium ion concentrations of Holstein dry cows in Taiwan<sup>(1)</sup>

Chau-Yi Chen<sup>(2)(3)</sup> Chu-Li Chang<sup>(4)</sup> Shri-Te Chuang<sup>(5)</sup> and Yang-Kwang Fan<sup>(5)(6)</sup>

Received : Jul. 29, 2008 ; Accepted : Mar. 25, 2013

This present study was conducted to evaluate the effects of different commercial anionic feed at different DCAD value on diet palatability,  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations, acidification and plasma ionized Ca concentrations of assigned into four dietary treatments with DCAD of + 3.5 (DCF), -25 (LAFa) and -50 (LAFb) and -75 meq/100 g of DM. LAFa and LAFb groups were no significant difference ( $P = 0.48$ ) in diet to palatability among the DCF. The LAFc group was badly palatabilities expressed as the time spent on concentrate intake, but after six days each treatments has not refusal the intake duration time. In our study was evidenced by decreased blood  $\text{Pco}_2$ , bicarbonate concentrations and base-excess when the LAFb and LAFc salts were fed. which acidify effectively was significantly lower ( $P < 0.05$ ) than that in DCF, the plasma ionized calcium concentrations in LDa (4.94 mg/dL) and LDb (4.78 mg/dl) were significantly greater than that in DCF (4.24 mg/dL mg/dl), urine pH was lower in cows fed LDa or LDb than those fed of DCF ( $P < .0001$ ) on d 21. The results indicated that anionic feed can induce metabolic acidosis of body fluid and increase plasma ionized calcium concentrations.

Key Words: Anionic salts, Diet palatability, Acid-base status, Plasma ionized calcium.

---

(1) Contribution No. 1884 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Department of Animal Science, National Chung-Hsing University, Taichung 40227, Taiwan, R. O. C.

(3) Animal Health Inspection and Quarantine, Miaoli County 36059, Taiwan, R. O. C.

(4) Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli, 36843, Taiwan, R. O. C.

(5) Department of Veterinary Medicine, National Chung-Hsing University, Taichung 40227, Taiwan, R. O. C.

(6) Corresponding author, E-mail : ykfan@dragon.nchu.edu.tw