

利用分娩前尿液 pH 值預估乳牛分娩後血鈣含量<sup>(1)</sup>黃森源<sup>(2)</sup> 李美珠<sup>(3)</sup>

收件日期：90 年 2 月 8 日；接受日期：90 年 7 月 19 日

## 摘 要

乾乳牛理想的飼糧陽陰離子差 (DCAD) 為  $-10 \sim -15$  meq/100g，但是台灣酪農大都以 DCAD 正值的日糧（包括泌乳牛精料）餵飼懷孕的乾乳牛。為監控此項餵飼缺失，本研究的目的係經由調查台灣乳牛預產期前 1 週內尿液 pH 值和分娩後 24~36 小時血鈣含量與胎衣滯留之關係，探討以分娩前尿液 pH 值，預估乳牛分娩後血鈣含量正常與否之可行性。調查中發現，在分娩後 24~36 小時採血測定比 12~24 小時者，較能正確反映牛隻是否罹患低鈣血症。又在乳牛分娩前後血鈣含量變化中發現，次臨床性低鈣血症牛隻和臨床性者比較，血鈣含量恢復比較早，也恢復比較快。另外，測定 88 頭乳牛分娩前尿液 pH 值，預估乳牛分娩後血鈣含量，得知若尿液 pH < 6.5，則分娩後血鈣含量正常 ( $> 7.5$  mg/dl)，且未發現胎衣滯留；若尿液 pH  $\geq 7.0$ ，則分娩後血鈣含量可能而並非一定偏低 ( $\leq 7.5$  mg/dL)，準確率僅 21.5%，且罹患胎衣滯留較多，為 32.3%。本研究顯示分娩前尿液 pH 值  $\geq 7.0$ ，並不完全可以預估乳牛分娩後血鈣含量是否正常；其原因是否因為台灣之乳牛第 1 日之泌乳量較低，或是分娩前之陽離子日糧並不一定是導致分娩後牛隻罹患低鈣血症候群的主要原因，有待進一步探討。

關鍵詞：乳牛、尿液 pH 值、血鈣含量。

## 緒 言

牛分娩前不久，有大量的鈣會從血液傳送到乳房作為形成初乳之成分；若乳牛分娩時無法在短時間內得到大量由骨骼釋放出來的鈣補充，則分娩後會罹患低鈣血症候群，包括乳熱 (Davidson *et al.*, 1995a)。次臨床性低鈣血症是血鈣含量  $\leq 7.5$  mg/dL，而臨床性者是血鈣  $\leq 5.5$  mg/dL (Goff *et al.*, 1996)，兩者皆會對乳牛造成廣泛性不良影響，包括乾物採食量低下，導致牛隻負能量平衡 (Beede, 1994)。又罹患乳熱的牛隻比不曾罹患者會使酮症和乳房炎的罹患率增加 8 倍；同

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1064 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所家畜生理系。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所家畜營養系。

時，也增加發生難產、胎衣滯留、第四胃異位、起立困難症候群和子宮脫垂 (Horst *et al.*, 1997)。另外，乳熱也會減少 14% 的乳量 (Block, 1984)，或在分娩後 4~6 週每天減少 1.1~2.9 kg 的乳量 (Rajala-Schultz *et al.*, 1999)。

根據 1990 年的調查，美國有超過 82% 的牧場有過乳熱的病例，而其中超過 8% 的牛隻患有乳熱 (Hoard's Dairyman, 1993)。台灣酪農飼乾乳牛雖然避免給予豆科牧草，但大都還是使用泌乳牛精料 (黃和李, 2001)，有些尚給予泌乳牛剩餘料；因此台灣雖未有乳熱罹患率的調查報告，但是乳牛分娩後罹患類似低鈣血症候群的病例時有所聞，而且牛隻產後死亡佔總淘汰牛隻的第一位 (19.7%) (陳等, 1993)。然而，要預防乳牛罹患乳熱，最進步的方法是飼糧管理 (Horst *et al.*, 1997)，亦即飼料負飼糧陽陰離子差值 (dietary cation-anion difference, DCAD) 的日糧。若牛隻飼料含有適當量陰離子鹽類 (低或負值的 DCAD) 的日糧，則所造成的酸鹼狀況會改變尿液的 pH 值或酸度 (Davidson *et al.*, 1995b)，因此可用乾乳的懷孕乳牛的尿液 pH 值來預估分娩後的血鈣含量是否正常 (Acre, 1998; Vagnoni and Oetzel, 1998)，而認為乳牛尿液 pH 值測試有助於預防乳熱 (Davidson *et al.*, 1995a; Goff and Hordt, 1997)。本研究的目的係探討測定乳牛分娩前尿液 pH 值，預估分娩後血鈣含量是否正常的可行性，冀期供作酪農、推廣人員和飼料配製廠商參考。

## 材料與方法

### I. 試驗動物

台灣東南部八家乳牛場共有 88 頭乾乳的懷孕牛參與試驗。

### II. 尿液採集和 pH 值測定

針對分娩前 1 週內的乾乳牛，採集清潔且排尿中段 (mid-stream) 的尿液 (Roelfeldt, 1999)，並立刻使用 pH 5.0~8.0 且以 0.2 進位的 pH 測定試紙 (No.20, 東洋濾紙株式會社, 日本) 沾濕尿液，並比對顏色和記錄。

### III. 血樣採集和鈣含量測定

乳牛分娩後 12~24 和 24~36 小時，自尾根靜脈採取血液 6 ml，室溫下放置 1 小時後，以 3000 xg 離心 15 分鐘，取出血清，貯放 -20℃ 冰箱，俟整批測定用。血鈣含量係使用血液生化分析儀 (Vitros 750 XRC, Johnson & Johnson Co., U.S.A.)，以 Tietz (1976) 所述之方法測定。

### IV. 病歷記錄

乳牛分娩後 12 小時，若胎衣尚未自然脫落者，視為胎衣滯留 (Kay, 1978; Wetherill, 1965)，並予記錄。

### V. 統計分析

統計係利用分娩前 1 週乳牛尿液 pH 值，預測分娩後 24~36 小時，乳牛血鈣含量是否正常的準確率，以探討此項飼料監控的可行性。亦即，若分娩前尿液 pH  $\geq 7.0$ ，而分娩後乳牛血鈣含量如 Davidson *et al.* (1995a) 所述為低血鈣 ( $\leq 7.5$  mg/dL)，則為預測準確；反之為預測不準確。另外，若分娩前尿液 pH  $< 6.5$ ，而分娩後乳牛血鈣含量如 Davidson *et al.* (1995a) 所述為正常血鈣 ( $> 7.5$  mg/dL)，則為預測準確；反之為預測不準確。

## 結果與討論

### I. 分娩後血樣採取的時間

雖然 Roenfeldt (1999) 認為採取血樣時間為分娩後 12~24 小時，但本試驗因有部份 (6 頭) 罹患低鈣血症牛隻的血鈣含量在此時間並未降低 ( $7.9 \pm 0.3$  mg/dl)，而直到 24~36 小時才降低 ( $6.1 \pm 0.6$  mg/dl)；因此本試驗選定分娩後 24~36 小時採血。台灣患有低鈣血症乳牛於分娩後血鈣含量較慢降低的原因，推測可能和台灣之乳牛第 1 日的泌乳量較美國者低有關，亦即初乳較少而需要的鈣也較少的原故。

### II. 分娩後牛隻血鈣含量

諸多文獻記載，乳牛分娩後正常血鈣含量以及次臨床性和臨床性乳熱 (亦即低鈣血症) 的血鈣含量並不一致。據 Roenfeldt (1999) 認為乳牛分娩後 24 小時至少 75% 的血鈣含量  $\geq 8.5$  mg/dl，而分娩後 3~4 天至少 90% 的血鈣含量  $\geq 8.5$  mg/dl。再者，Goff *et al.* (1996) 認為血鈣正常值為  $7.76 \sim 10.46$  mg/dl ( $9.11 \pm 0.19$  mg/dl)，而次臨床性低鈣血症是  $\leq 7.5$  mg/dl，臨床性低鈣血症是  $\leq 5.5$  mg/dl；但 Oetzel *et al.* (1988) 認為臨床性乳熱的血鈣離子含量是  $< 4.0$  mg/dl。本文採用 Goff *et al.* (1996) 的報告，乳牛分娩後正常血鈣含量是  $> 7.5$  mg/dl，次臨床性乳熱者  $\leq 7.5$  mg/dl，而臨床性乳熱者  $\leq 5.5$  mg/dl；依此標準，歸納出由正常血鈣、次臨床性低鈣血症和臨床性低鈣血症乳牛分娩前 1 日到分娩後 5 日每日的血鈣含量之變化 (圖 1)，以了解分娩後第 1 日這三種不同血鈣含量的乳牛在分娩前後血鈣含量的變化；根據臨床經驗，其中如果臨床性乳熱乳牛的血鈣含量在分娩後第 3~4 天沒明顯提高至  $8.5$  mg/dl，則可能因久臥不起而終將淘汰，或死亡；這和 Roenfeldt (1999) 報告，乳牛分娩後 3~4 天至少 90% 的血鈣含量  $\geq 8.5$  mg/dl 的說法符合。再者，次臨床性乳熱的乳牛和臨床性者比較，血鈣含量恢復得比較早也比較快，應該和食慾、精神狀況和乾物採食量有關。

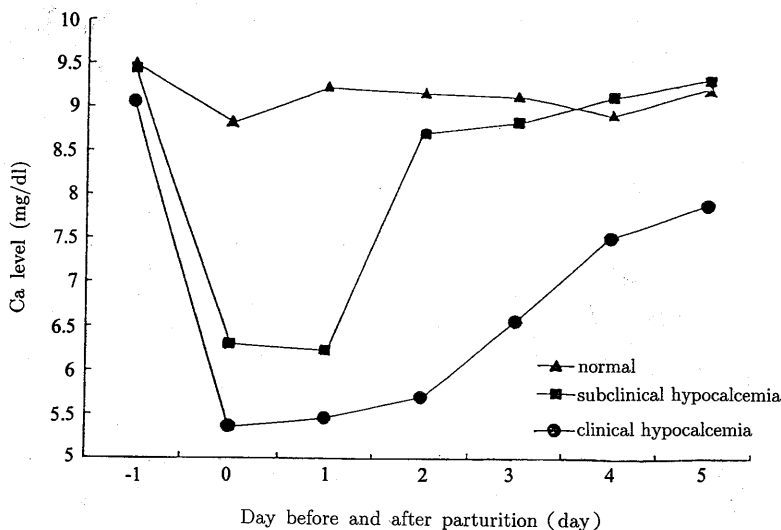


圖 1. 乳牛分娩前後血鈣含量之變化。

Fig. 1. Change of serum calcium level in perinatal dairy cows.

### III. 利用分娩前尿液 pH 值預估分娩後血鈣含量

為監控台灣乳牛分娩前的餵飼狀況，首先要印證 Davidson *et al.* (1995a) 前述的方法是否可行，而於台灣東南部八家乳牛場，測定 88 頭乳牛分娩前 1 週的尿液 pH 值和分娩後 24~36 小時的血鈣含量，並記錄是否胎衣滯留。在正常的生理情況，母牛於分娩後 3~8 小時胎衣可自然排出 (Authur, 1979)；胎衣排出時間如超過 12 小時，因有自溶和腐敗的變化，使子宮頸易受污染，對母牛往後的繁殖性能會有不良影響，故大多數研究人員以胎衣若超過 12 小時未排出則判定為胎衣滯留 (Grunert, 1980; Kay, 1978; Wetherill, 1965)，本研究記錄病歷亦予採用。

由尿液測定的結果 (表 1) 得知，若分娩前尿液 pH < 6.5，則分娩後血鈣含量皆 > 7.5 mg/dl，為正常值，其預估的準確率為 100%，符合 Davidson *et al.* (1995a) 的報告，而且未發現胎衣滯留；然而，如果分娩前尿液 pH ≥ 7.0，則分娩後不一定會低血鈣，有大部份的 (78.5%) 牛隻還是正常血鈣，其預估的準確率僅 21.5%；但胎衣滯留發生率為 32.3%，表示分娩後正常血鈣的乳牛也會罹患胎衣滯留，且較好發於老齡 (> 3 胎) 牛。

表 1. 以分娩前尿液 pH 值預測母牛分娩後血鈣含量的準確率與其胎衣滯留發生率

Table 1. Urine pH value before calving as prediction accuracy of calcium status of dairy cows after calving and its incidence of retained placenta

Urine pH value of 1 week prepartum	Predicted calcium status at 24~36 hours postpartum	Accuracy	Incidence of retained placenta
≥ 7.0	low (≤ 7.5 mg/dl)	21.5% (14/65)	32.3% (21/65)
< 6.5	normal (> 7.5 mg/dl)	100% (23/23)	0% (0/23)

牛隻若餵飼含有適當量的陰離子鹽類 (低或負值的 DCAD)，則在體內所造成的酸鹼狀況會改變尿液的 pH 值或酸度 (Davidson *et al.*, 1995b)。整理文獻得知，在乾乳的懷孕乳牛日糧添加陰離子鹽類而成功控制罹患乳熱的牛隻，其尿液 pH 值在各報告所述並不一致；範圍是 pH 5.5~6.8，分別為 5.5~6.2 (Horst *et al.*, 1997)、5.5~6.5 (Davidson *et al.*, 1995a; Acre, 1998)、6.0~6.5 (Goff and Horst, 1997) 和 6.2~6.8 (Roenfeldt, 1999)，但皆為酸性。有鑒於此，有報告認為尿液 pH 值測定係評估日糧添加陰離子鹽類所形成代謝性過酸症程度的一項有用工具 (Acre, 1998; Vagnoni and Oetzel, 1998)，而認為乳牛尿液 pH 值測試有助於預防乳熱 (Davidson *et al.*, 1995a; Goff and Horst, 1997)；亦即分娩前若尿液 pH 值為 5.5~6.5，則預估分娩後血鈣正常；但若尿液 pH 值為 7.0~8.0，則預估分娩後會發生低血鈣 (Davidson *et al.*, 1995a)。

乾乳牛理想的 DCAD 值是 -10~-15 meq/100 g (Davidson *et al.*, 1995a; Acre, 1998)；Block (1984) 應用陰離子日糧 [(Na+K) - (Cl+S) = -12.85 meq/100 g] 餵飼，沒有牛隻罹患乳熱 (即低鈣血性分娩麻痺)，但陽離子日糧 (+33.05 meq/100 g) 則有 47.4% 牛隻罹患乳熱。又 Goff *et al.* (1991) 以陰離子日糧 [(Na+K) - (Cl+S) = -22.8 meq/100 g] 餵飼，有 4.2% (1/24) 的乳牛罹患乳熱；但陽離子日糧 (+97.8 meq/100 g) 則有 26.1% (6/23) 的乳牛罹患乳熱。再者，Oetzel *et al.* (1988) 添加鉍鹽的日糧 [(Na+K) - (Cl+S) = -7.5 meq/100 g] 則有 4% 的乳牛罹患率，但沒有添加鉍鹽的日糧 (+18.9 meq/100 g) 則有 17% 的罹患率。這些報告顯示即使符合乾乳牛理想 DCAD 值的陰離子日糧並不會使得分娩後牛隻完全避免罹患低鈣血症；同時，陽離子日糧也並不會使得分娩後牛隻全部罹患低鈣血症，但其原因尚未完全清楚 (Goff *et al.*, 1991)；本調查結果也經由尿液 pH 值測定得到類似的結果。雖然目前台灣酪農餵飼懷孕的乾乳牛均避免使用豆科牧草，但大都還是使用泌乳牛精料，有些尚給予泌乳牛剩餘料 (含高量

的陽離子，如鈣、鈉、鉀)；然而，據現場觀察，也不見得牛隻會全部罹患低鈣血症候群，此結果與分娩前餵飼陽離子日糧並不會完全使得牛隻分娩後罹患低鈣血症的報告相吻合 (Goff *et al.*, 1991; Oetzel *et al.*, 1988)，而此點亦可佐證本調查的結果。

乳熱固然和乾乳牛 DCAD 值有關 (Block, 1984; Horst *et al.*, 1997; Goff and Horst, 1997)；雖然低鈣血症候群也包括胎衣滯留，但胎衣滯留則似乎主要和乾乳牛血液中維生素 E 與硒 (Vit. E+Se) 含量不足有關 (Julien *et al.*, 1976a, 1976b; Trinder *et al.*, 1973)。另外，也和乳牛懷孕天數有關，馮 (1983) 曾報告台灣乳牛懷孕天數少於 270 天或高於 291 天時，會有高比例發生胎衣滯留，且吳 (1987) 也指出，懷孕天數過短是造成台灣乳牛胎衣滯留的主要原因。

總之，以分娩前尿液 pH $\geq$ 7.0 預估分娩後出現低血鈣含量的準確率偏低，僅為 21.5%，顯示此一部份並不適用於作為乳牛的餵飼監控，其原因可能和前述的採樣時間為分娩後 24~36 小時而不是 12~24 小時一樣，是否和台灣之乳牛第 1 日的泌乳量較美國者低，或是分娩前餵飼陽離子日糧並不一定是導致分娩後牛隻罹患低鈣血症候群的主要原因，則尚有必要另行探討。然而，若乾乳牛尿液 pH $<$ 6.5，則分娩後牛隻的血鈣含量均正常，且未發現胎衣滯留，則似乎可以用來作為監控母牛分娩後血鈣是否正常的飼養管理指標。

## 誌 謝

本研究惠蒙林憲明、康鐘金、陳東杰、曹榮旭、廖皎邦和楊朝富等先生協助採樣，以及國立中興大學畜產系邱文石博士指導，謹致以十二萬分之謝忱。

## 參考文獻

- 吳錦賢。1987。台灣乳牛胎衣滯留之研究。國立中興大學碩士論文。台中。
- 陳茂墻、黃志諺、張菊犁、卜瑞雄、陳煥南、徐菱松。1993。「降低農業產銷成本」酪農技術服務團(北團)八十二年度工作報告。台灣省畜產試驗所新竹分所。pp. 78。
- 黃森源、李美珠。2001。台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。
- 馮翹鵬。1983。本省乳牛胎衣滯留之研究：(一) 調查及治療。中華民國獸醫學會雜誌 9: 75~80。
- Acre, K. 1998. Monitoring transition cows. *Hoard's Dairyman*. June: 451.
- Authur, G. H. 1979. *Veterinary reproduction and obstetrics*. Fifth edition. Bailliere Tindall. London.
- Beede, D. K. 1994. Dietary cation-anion difference: Preventing milk fever. *Feed International*. 15(7): 16~24.
- Block, E. 1984. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.* 67: 2939~2948.
- Davidson, J., L. Rodriguez, T. Pilbean and D. Beede. 1995a. Urine pH check helps avoid milk fever. *Hoard's Dairyman*. Sep. 25: 634.
- Davidson, J., L. Rodriguez, T. Pilbean and D. Beede. 1995b. Troubleshooting prefresh rations with anionic salts. *Hoard's Dairyman*. Nov.: 741.
- Goff, J. P. and R. L. Horst. 1997. Steps you can take to avoid milk fever. *Hoard's Dairyman*. Jan.: 12

- Goff, J. P., R. L. Horst, F. J. Mueller, J. K. Miller, G. A. Kiess and H. H. Dowlen. 1991. Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1, 25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever. *J. Dairy Sci.* 74 : 3863~3871.
- Goff, J. P., R. L. Horst, P. W. Jardon, C. Borelli and J. Wedan. 1996. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79 : 378~383.
- Grunert, E. 1980. Etiology of retained bovine placenta. In: Marrow, D.(Ed.) *Current therapy in theriogenology*. Philadelphia, Pa., USA.
- Hoard's Dairyman. 1993. Fresh cow problems-How to control them? W. D. Hoard & Sons Company. U. S. A. pp. 11.
- Horst, R. L., J. P. Goff, T. A. Reinhardt and D. R. Buxton. 1997. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80 : 1269~1280.
- Julien, W. E., H. R. Conrad, J. E. Jones and A. L. Moxc. 1976a. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 59 : 1954~1959.
- Julien, W. E., H. R. Conrad and A. L. Moxon. 1976b. Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. II. Prevention in commercial herds with prepartum treatment. *J. Dairy Sci.* 59 : 1960~1962.
- Kay, R. M. 1978. Changes in milk production, fertility and calf mortality associated with retained placenta or the birth of twins. *Vet. Rec.* 102 : 477~479.
- Oetzel, G. R., J. D. Olson, C. R. Curtis and M. J. Fettman. 1988. Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71 : 3302~3309.
- 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.
- Rajala-Schultz, P. J., Y. T. Grohn and C. E. McCulloch. 1999. Effects of milk fever, ketosis, and lameness on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82 : 288~294.
- Roefeldt, S. 1999. Milk fever. *Dairy Herd Management*. Nov. : 28~30.
- Tietz, N. W. 1976. Blood gases and electrolytes in Fundamentals of Clinical Chemistry. 2 ed. Philadelphia, WB Saunders Co. pp. 980.
- Trinder, N., R. J. Hall and C. P. Renton. 1973. The relationship between the intake of selenium and vitamin E on the incidence of retained placenta in dairy cows. *Vet. Rec.* 93 : 641.
- Tucker, W. B., J. F. Hogue, D. F. Waterman, T. S. Swenson, Z. Xin, R. W. Henken, J. A. Jackson, G. D. Adams and L. J. Spicer. 1990. Role of sulfur and chloride in the dietary cation-anion balance equation for lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 69 : 1205~1213.
- 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.
- Wetherill, G. D. 1965. Retained placenta in the bovine-A brief review. *Can. Vet. J.* 6 : 290~294.

## Using Urine pH Value of Prepartum Cows to Predict Serum Calcium Level of Postpartum Cows<sup>(1)</sup>

Sen-Yuan Hwang<sup>(2)</sup>, Mei-Ju Lee<sup>(3)</sup>

Received Feb. 8, 2001 ; Accepted July. 19, 2001

### Abstract

Dietary cation-anion difference (DCAD) of dry cows is -10~-15 meq/100g, but most of dry and pregnancy cows were fed with cation rations (including lactation cows ration) in Taiwan. The objectives of this study were to survey the urine pH value within 1 week before calving and serum calcium level at 24~36 hours after calving in cows, and to study the relationship between calcium level and retained placenta, in order to understand the wisdom of using these feeding regimes. The results showed that blood samples collected from cows after 24~36 hours of calving reflected incidence of hypocalcemia more accurately than that at 12~24 hours. The changes of serum calcium level of subclinical hypocalcemia on perinatal cows were recovered earlier and faster than that of clinical hypocalcemia ones. Besides, using urine pH value of 88 prepartum cows to predict serum calcium level of postpartum cows showed that when urine pH values were < 6.5, serum calcium level of postpartum cows would be normal (> 7.5 mg/dL), and no retained placenta was found. When urine pH values were  $\geq 7.0$ , serum calcium levels of postpartum cows might be low ( $\leq 7.5$  mg/dL). The accuracy of prediction was only 21.5%, and more retained placenta (32.3%) were found. This study showed that urine pH value  $\geq 7.0$  at prepartum could not serve to satisfactorily predict the serum calcium level of postpartum for cows. It needs further study to determine whether it is due to low milk yield on the first day after calving of most cows in Taiwan, or due to the cation in ration of prepartum cows which results in the incidence of hypocalcemia syndrome after calving.

Key words : Dairy cow, Urine pH value, Serum calcium level.

---

(1) Contribution No. 1064 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Council of Agriculture (COA).

(2) Dept. of Animal Physiology, COA-TLRI, Hsin-Hua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(3) Dept. of Animal Nutrition, COA-TLRI, Hsin-Hua, Tainan, Taiwan, R.O.C.