

飼糧中補充鋅、銅與錳對荷蘭泌乳牛乳成分 與血液性狀之影響⁽¹⁾

張俊達⁽²⁾ 蕭宗法⁽²⁾ 吳鈴彩⁽³⁾⁽⁷⁾ 陳怡璇⁽⁴⁾ 李春芳⁽⁵⁾ 林義福⁽⁶⁾

收件日期：108 年 3 月 4 日；接受日期：108 年 5 月 21 日

摘 要

本試驗旨在探討於飼糧中補充有機鋅、銅與錳對荷蘭泌乳牛之乳成分及血液性狀之影響。將 24 頭泌乳中期荷蘭乳牛依體重、乳量、胎次與泌乳天數隨機分成兩組，分別於基礎日糧中補充 0 (對照組) 及每天每頭補充 360 mg 鋅、125 mg 銅及 200 mg 錳 (試驗組)。試驗期間每 30 天進行生乳與血液之採集與分析，試驗共進行 120 天。試驗結果顯示，飼糧補充有機鋅、銅及錳 30 天有提高乳糖率與總固形物率之趨勢；而補充 60 天後有提升乳脂肪率、總固形物率及乳尿素態氮率之傾向。其餵飼後 90 天及 120 天之乳成分未受到試驗處理影響。血液性狀部分，飼糧補充有機鋅、銅及錳有減少餵飼後 30 天之血液丙胺酸胺基轉移酶與乳酸去氫酶之傾向，同時也有顯著提高膽固醇含量。但是在餵飼後 60 天則是有減緩丙胺酸胺基轉移酶、肌酸激酶、乳酸去氫酶及提高超氧化物歧化酶含量之傾向。餵飼後 90 天及 120 天補充有機鋅、銅及錳皆有顯著提高血液膽固醇含量，其餘血液各性狀無差異。試驗結果顯示，飼糧中補充有機鋅、銅與錳雖然對乳成分無顯著影響，但是對血中麩胺酸草乙酸轉胺酶、肌酸磷酸激酶與乳酸脫氫酶等酵素活性及超氧化物歧化酶之抗氧化活性有改善之現象。

關鍵詞：血液性狀、荷蘭泌乳牛、有機銅、有機錳、有機鋅。

緒 言

微量元素鋅、銅及錳為泌乳牛維持健康重要元素 (NRC, 2001)，且在蛋白質合成、身體代謝及免疫系統扮演者重要角色 (Griffiths *et al.*, 2007)。且這些微量元素也存在某些金屬酶 (metalloenzyme) 並參與抗氧化過程 (Nazirolu and Yürekli, 2013)。儘管微量礦物質大都以硫酸鹽 (sulfate salts) 形式等無機形式螯合且廣泛的被應用 (Ward *et al.*, 1996)，但是吸收效率很低 (NRC, 2001)。而微量礦物質以有機形式比無機形式能更有效地被吸收、儲存、代謝和轉移 (Rabiansky *et al.*, 1999)。

於飼糧中補充複合微量礦物質是泌乳牛營養計劃中常見的做法。補充有機鋅於泌乳牛飼糧中可降低牛乳體細胞數、增加產乳量並改善腳蹄組織的完整性 (Tomlinson *et al.*, 2004; Bicalho *et al.*, 2007)。此外，如果有機鋅再額外補充有機錳及銅，則發現產乳量，繁殖性能和腳蹄的完整性有進一步的改善 (Nocek *et al.*, 2000)。許多研究也指出，於反芻動物飼糧中補充有機鋅、銅及錳有改善繁殖性能、免疫反應和腳蹄的健康 (Hutcheson, 1990; Chirase *et al.*, 1991; Campbell *et al.*, 1999; Nocek *et al.*, 2000; Lucy, 2001)。但是鮮少探討補充有機鋅、銅及錳對牛隻血中與緊迫或氧化壓力有關酵素如麩胺酸草乙酸轉胺酶 (glutamic oxaloacetic transaminase)、麩胺酸丙酮酸轉胺酶 (glutamic pyruvate transaminase)、肌酸磷酸激酶 (creatine phosphokinase) 及乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase) 等之研究報告。Kaneko *et al.* (1997) 指出，血中任何單一酵素可間接反映在細胞的濃度、細胞損傷程度或正常細胞死亡的程度。正常情況下，酵素都會圍繞在細胞膜且不容易通過細胞膜到達血中，但是在特殊情況下如緊迫，可能會改變細胞的滲透性，文獻指出動物在熱緊迫下會使血中諸如麩胺酸草乙酸轉胺酶、麩胺酸丙酮酸轉胺酶等活性增加 (Li *et al.*, 2001)。因此，本試驗探討於飼糧中補充有機鋅、銅與錳對荷蘭泌乳牛乳成分及血液性狀之影響。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2611 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所加工組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所。

(5) 行政院農業委員會畜產試驗所副所長室。

(6) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(7) 通訊作者，E-mail：wlt@mail.tlri.gov.tw。

材料與方法

本試驗所使用之動物均通過行政院農業委員會畜產試驗所實驗動物照護與使用小組之審核。

I. 試驗動物及飼養管理

使用荷蘭泌乳牛，飼養在行政院農業委員會畜產試驗所產業組傳統牛舍，選擇每日產乳量平均為 26.62 ± 5.71 kg 的荷蘭泌乳牛 24 頭，依照乳量、胎次、泌乳天數與體重均分為兩組，於完全混合日糧 (total mixed ration, TMR) 車配製飼糧，使每天每頭補充 0 (對照組) 及 360 mg 有機鋅、125 mg 有機銅及 200 mg 有機錳 (試驗組)，試驗組之微量礦物質於 TMR 配製期間混合後餵飼。試驗設計採完全逢機試驗為期約 120 天。泌乳牛飼糧依 NRC (2001) 泌乳牛營養標準配製之 TMR，組成包括盤固乾草、苜蓿乾草、青貯玉米、大豆殼粒、高粱酒粕、啤酒粕及以玉米與大豆粕為主之精料，每日配製兩次，分別於上午 7:00 配製 1/3 量及下午 3:00 配製 2/3 量，其飼糧組成如張等 (2018)。另以自動給水槽提供乾淨飲水及礦鹽任食。

II. 測定項目

- (i) 乳樣分析：每日擠乳兩次，分別為清晨 5:00 與下午 3:30，試驗期間每 30 天採集試驗個別牛隻乳樣三天，混合個別牛各日上下午乳樣後，送至行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所 DHI 乳樣檢驗中心使用乳成分與體細胞測定儀 (MilkoScan™ FT+, Denmark) 進行分析，分析項目包括乳脂率、乳糖率、乳蛋白質率、無脂固形物率、總固形物率、尿素氮以及體細胞數等分析。
- (ii) 血液生化值分析測定：於試驗採樣期間，每 30 天以不含抗凝劑之血液採集管採集試驗牛隻尾靜脈血液 10 mL，靜置後以 $3,000 \times g$ 離心 15 分鐘 (Hayirli *et al.*, 2001) 分離血清，於 -80°C 冷凍保存供爾後使用。採用全自動血液分析儀 (Cobas C-702, Roche, Germany) 測定血中之麩胺酸草乙酸轉胺酶、麩胺酸丙酮酸轉胺酶、鹼性磷酸酶、膽固醇、肌酸磷酸激酶及乳酸脫氫酶之分析，而超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD) 則依據 Balikci (2016) 使用商業 SOD 套組進行分析。

III. 統計分析

試驗所得資料以統計分析系統套裝軟體 (SAS, 2002) 進行統計分析，並使用一般線性模式 (general linear model) 進行有 / 無變積校正的完全逢機設計 (completely randomized design) 統計分析，再以 stderr pdiff 法比較各組平均值間差異之顯著性， $P < 0.05$ 即代表差異顯著性。

結果與討論

飼糧補充有機鋅、銅及錳對荷蘭泌乳牛乳成分之影響如表 1。試驗結果顯示，飼糧補充鋅銅錳有提高餵飼後 30 天之乳糖率 ($P = 0.14$) 與總固形物率 ($P = 0.17$)，及提高餵飼後 60 天之乳脂率 ($P = 0.13$) 與總固形物率 ($P = 0.14$) 與尿素氮 ($P = 0.14$) 之趨勢，但是在餵飼後 90 天及 120 天後之乳成分各處理之間無顯著差異。其總固形物率之增加可能是與乳脂率或乳糖率的增加有關。Ballantine *et al.* (2002) 於經產泌乳牛飼糧中不論補充有機形式或無機形式的鋅、銅、錳及鈣，發現對乳脂率、乳蛋白質率、總固形物率及體細胞數無顯著影響。Siciliano-Jones *et al.* (2008) 於分娩前 3 週於飼糧中補充有機鋅、銅、錳及鈣發現也未對乳脂率、乳蛋白質率、體細胞數及乳尿素氮產生影響，但是有提升每天乳脂量、乳蛋白質量、乳蛋白質量及乳固形物量。Ramos *et al.* (2012) 則是探討在放牧模式下，於初產女牛之泌乳早期飼糧中補充有機鋅、銅、錳及鈣 90 天，結果指出，補充有機微量礦物質並未影響乳產量、乳脂肪量、乳蛋白質量及體細胞數，但是有提高乳脂率的傾向。Zhao *et al.* (2015) 於泌乳早期飼糧中補充有機之鋅、銅及錳之混合型微量元素，發現有降低乳脂率之現象，此部分可能是因為補充有機形式的微量礦物質有提高乳產量的趨勢，而產生稀釋效應 (dilution effect)，使乳脂率降低。造成上述結果之不同，可能是受到不同試驗模式 (例如產前狀態、泌乳時期或放牧狀態等)、不同的飼糧組成及微量礦物質的補充劑量多寡而有所差異。Rabiee *et al.* (2010) 則指出微量礦物質的補充形式 (有機形式 vs. 無機形式) 及分娩前後補充期間是否與其他補充劑 (supplements) 搭配使用，可能是影響產乳性狀的主要因素。

飼糧補充有機鋅、銅及錳對荷蘭泌乳牛血液性狀之影響如表 2。飼糧補充鋅銅錳有減少餵飼後 30 天之血液麩胺酸草乙酸轉胺酶 ($P = 0.12$) 與乳酸去氫酶 ($P = 0.04$) 之現象 (表 2)，同時有提高膽固醇含量 ($P = 0.18$) 之趨勢。但是在餵飼後 60 天則是有減緩麩胺酸草乙酸轉胺酶 ($P = 0.13$)、肌酸激酶 ($P = 0.13$)、乳酸去氫酶 ($P = 0.04$) 及增加超氧化物歧化酶含量 ($P = 0.13$) 之傾向。而餵飼後 90 及 120 天則有提高血中膽固醇 ($P = 0.05$) 之現象，其餘麩胺酸草

乙酸轉胺酶與丙胺酸胺基轉移酶等分析項目無明顯差異。麩胺酸草乙酸轉胺酶與麩胺酸丙酮酸轉胺酶為肝細胞損傷 (hepatocellular injury) 的主要兩項指標 (Kauppinen, 1984)。麩胺酸草乙酸轉胺酶與麩胺酸丙酮酸轉胺酶參與蛋白質代謝過程中胺基的轉換，當牛隻肝臟損傷時，血中的麩胺酸草乙酸轉胺酶與麩胺酸丙酮酸轉胺酶活性會升高。Stojević *et al.* (2005) 指出健康泌乳牛隻 (泌乳期 90 天至泌乳期結束) 之血中 GPT 與 GOT 數值分別為 44.91 ± 6.93 與 20.08 ± 3.74 。本試驗之牛隻於試驗期間其對照組的血中 GPT 與 GOT 數值分別為 88.5 與 24.0 較 Stojević *et al.* (2005) 所述健康泌乳牛 GPT 與 GOT 數值為高，顯示可能有緊迫現象所致。本試驗於泌乳飼糧中補充有機鋅、銅及錳有減緩餵飼後 30 及 60 天血中麩胺酸草乙酸轉胺酶的傾向，推測於補充有機鋅、銅及錳可能有助於保護肝臟。

表 1. 飼糧補充有機鋅、銅及錳對荷蘭泌乳牛乳成分之影響

Table 1. Effect of organic Zn, Cu, and Mn supplementation on milk composition of Holstein dairy cows

	Dietary treatments		SEM	P
	Control	Zn + Cu + Mn		
30 days after feeding				
Fat, %	3.52	3.74	0.13	0.23
Protein, %	3.29	3.24	0.03	0.28
Lactose, %	4.83	4.88	0.25	0.14
Solid of non-fat, %	8.81	8.83	0.03	0.69
Total solid, %	12.31	12.62	0.12	0.17
Urea Nitrogen, mg/dL	15.21	15.54	0.41	0.70
Somatic cell counts, 10,000/mL	26.12	15.45	6.63	0.27
60 days after feeding				
Fat, %	3.53	3.75	0.12	0.13
Protein, %	3.29	3.35	0.08	0.69
Lactose, %	4.83	4.82	0.05	0.92
Solid of non-fat, %	8.82	8.87	0.08	0.66
Total solid, %	12.35	12.61	0.15	0.14
Urea Nitrogen, mg/dL	13.41	14.97	0.73	0.14
Somatic cell counts, 10,000/mL	21.82	17.21	5.64	0.58
90 days after feeding				
Fat, %	3.68	3.53	0.13	0.42
Protein, %	3.39	3.38	0.08	0.98
Lactose, %	4.72	4.69	0.06	0.76
Solid of non-fat, %	8.80	8.78	0.07	0.87
Total solid, %	12.52	12.31	0.16	0.57
Urea Nitrogen, mg/dL	13.72	15.45	0.88	0.23
Somatic cell counts, 10,000/mL	23.83	17.97	5.03	0.40
120 days after feeding				
Fat, %	3.74	3.76	0.16	0.94
Protein, %	3.50	3.38	0.08	0.35
Lactose, %	4.69	4.73	0.08	0.76
Solid of non-fat, %	8.88	8.83	0.09	0.75
Total solid, %	12.61	12.65	0.19	0.99
Urea Nitrogen, mg/dL	14.93	15.23	1.03	0.89
Somatic cell counts, 10,000/mL	28.12	22.61	10.0	0.70

表 2. 飼糧補充有機鋅、銅及錳對荷蘭泌乳牛血液性狀之影響

Table 2. Effect of organic Zn, Cu, and Mn supplementation on blood trait of Holstein dairy cows

	Dietary treatments		SEM	P
	Control	Zn + Cu + Mn		
30 days after feeding				
Glutamic-oxal acteic transminase (IU/L)	93.2	70.7	9.52	0.12
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	27.2	24.7	2.58	0.51
Alkaline phosphatase (IU/L)	47.7	49.7	5.71	0.81
Cholesterol (mg/dL)	191.7	231.0	19.6	0.18
C.P.K. (U/L)	292.8	220.0	128.8	0.69
Lactate dehydrogenase (U/L)	1,137.8	930.1	59.8	0.04
SOD (U/gHb)	1,988.7	2,065.5	146.1	0.72
60 days after feeding				
Glutamic-oxal acteic transminase (IU/L)	93.7	65.8	11.78	0.13
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	22.8	23.5	1.14	0.69
Alkaline phosphatase (IU/L)	45.5	48.5	5.23	0.69
Cholesterol (mg/dL)	182.5	205.2	20.0	0.44
C.P.K. (U/L)	220.3	123.3	41.4	0.13
Lactate dehydrogenase (U/L)	1,146.5	924.2	65.8	0.04
SOD (U/gHb)	1,751.3	2,105.8	151	0.13
90 days after feeding				
Glutamic-oxal acteic transminase (IU/L)	88.5	63.5	13.4	0.22
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	24.0	23.8	1.67	0.43
Alkaline phosphatase (IU/L)	33.0	39.3	4.29	0.32
Cholesterol (mg/dL)	115.8	189.2	23.2	0.05
C.P.K. (U/L)	147.5	105.5	33.5	0.40
Lactate dehydrogenase (U/L)	1,070.5	965.5	73	0.33
SOD (U/gHb)	2,191.4	2,210.4	185	0.94
120 days after feeding				
Glutamic-oxal acteic transminase (IU/L)	88.5	63.5	13.4	0.22
Glutamate-pyruvate transiniase (IU/L)	24.0	23.8	1.67	0.43
Alkaline phosphatase (IU/L)	33.0	39.3	4.29	0.32
Cholesterol (mg/dL)	115.8	189.2	23.2	0.05
C.P.K. (U/L)	147.5	105.5	33.5	0.40
Lactate dehydrogenase (IU/L)	1,070.4	965.5	73	0.33
SOD (U/gHb)	2,191.2	2,210.7	185	0.94

本試驗期間之平均溫濕度指數均大於 72 以上 (張等, 2018), 顯示牛隻皆處於熱緊迫狀態 (Chase, 2006)。張等 (2018) 於高溫多濕指數 (大於 72) 下於飼糧中額外補充有機鋅、銅及錳, 其牛隻乾物質採食量隨著連續補充 30 天、60、90 及 120 天有增加之趨勢, 且牛隻行動分數也在連續餵飼後 30 天、60、90 及 120 天有減少之趨勢。熱季使血漿中鹼性磷酸激酶活性降低 (Abeni *et al.*, 2007)。Abeni *et al.* (2007) 指出熱季會造成生理功能在於催化體內磷酸酯的合成或水解, 即磷酸化或去磷酸化作用, 因此是體內最重要的能量代謝反應之一的關鍵酵素, 牛隻遇熱緊迫時會減少採食, 而鹼性磷酸酶活性被認為與飼料利用影響因子有關 (Kunkel *et al.*, 1953)。肌酸磷酸激酶為肌肉中熱緊迫敏感酵素指標 (Li *et al.*, 2004), 本試驗餵飼後 60 天有降低血中肌酸磷酸激酶活性之傾向, 推測飼糧中補充有機鋅、

銅及錳可能有助減緩肌肉組織的損傷，進而有益於肌肉組織。通常動物在有氧代謝 (aerobic metabolism) 下無法提供能量需要，需透過厭氧途徑 (anaerobic pathway) 得所需能量，期間會伴隨著乳酸的產生與蓄積，同時也會使乳酸脫氫酶活性增加 (Lai *et al.*, 2009)。而本試驗補充有機鋅、銅及錳有降低餵飼後 30 及 60 天血中乳酸脫氫酶之現象。Mohammadian (2011) 檢測 35 頭健康泌乳牛群的 LDH，平均為 867.16 U/L，而檢測 25 頭亞臨床性乳房炎之 LDH 則為 1,524.04 U/L。而本試驗對照組牛隻於試驗期其血中 LDH 介於 1,070 至 1,146 U/L，而試驗組補充有機鋅、銅及錳牛隻血中 LDH 有減少至 924 至 965 U/L。通常熱季會使血中膽固醇的濃度降低，此部分可能與熱緊迫下採食量減少有關 (Scharf *et al.*, 2010)。張等人 (2018) 在高溫多溼期間於泌乳牛飼糧補充有機鋅、銅及錳有增加乾物質採食量之趨勢。推測於高溫多溼期間下補充有機鋅、銅及錳可能藉由改善肝臟功能 (麩胺酸草乙酸轉胺酶活性下降)、肌肉組織 (乳酸脫氫酶活性減少) 及抗氧化能力 (超氧化物歧化酶的提升) 等相關路徑，使減緩牛隻熱緊迫狀態，進而促進牛隻乾物質採食量之提升。

鋅、銅及錳在抗氧化過程中扮演著重要的角色 (Naziroglu and Yürekli, 2013)，在抗氧化系統 (antioxidant system) 中鋅、銅及錳是鋅、銅及錳—超氧化物歧化酶 (Zn-Cu-Mn-SOD) 的組成分，可清除超氧陰離子自由基 (superoxide anion) (Tapiero and Tew, 2003; Lean *et al.*, 2013)。Zhao *et al.* (2015) 指出跛腳牛隻有較高的氧化狀態 (oxidant status)，但是於飼糧中補充有機鋅、銅及錳，發現可顯著恢復酵素型 (穀胱甘肽過氧化物酶及超氧化物歧化酶) 抗氧化系統的水平。許多研究也指出 (Miller *et al.*, 1993; Campbell and Miller, 1998) 補充有機鋅銅錳可降低氧化緊迫 (oxidative stress)。但是 Cope *et al.* (2009) 發現泌乳牛飼糧中補充有機鋅並未提高血中超氧化物歧化酶活性，這可能是因為只提供單一有機微量礦物質有關。在健康的動物中，自身的抗氧化系統可以減少自由基並防止自由基破壞細胞和代謝物質。但是，在緊迫期間，其自由基產生的速率可能超過自身抗氧化系統中和自由基的速率，因此可能導致細胞內脂質、碳水化合物和蛋白質的氧化損傷 (Miller *et al.*, 1993)。而產犢、感染和熱緊迫等皆為易產生氧化緊迫的階段 (Miller *et al.*, 1993; Bernabucci *et al.*, 2002)。因此，牛隻於氧化壓力狀態下，適度的補充有機鋅、銅及錳可能有助減少對細胞和代謝物的氧化損傷，而有益於牛隻健康。

結 論

飼糧補充有機鋅、銅及錳對泌乳牛產乳性狀無明顯影響，但是對血中麩胺酸草乙酸轉胺酶、麩胺酸丙酮酸轉胺酶、肌酸磷酸激酶與乳酸脫氫酶等酵素活性及超氧化物歧化酶之抗氧化活性有改善之現象。因此，本試驗之結果可提供酪農於牛隻飼養管理之改善與牛隻營養補充之參考依據。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會經費補助 [106 農科 -2.1.1- 畜 -L2(1)]，試驗期間承畜產試驗所產業組同仁的現場飼養管理及營養組的飼料化驗分析，謹致謝忱。

參考文獻

- 張俊達、蕭宗法、王思涵、吳鈴彩、蔡銘洋、李春芳、林義福。2018。飼糧中補充鋅、銅與錳對高溫濕度指數期間荷蘭泌乳牛行動分數與性能表現之影響。畜產研究 51(3): 201-208。
- Abeni, G., L. Calamari, and L. Stefanini. 2007. Metabolic conditions of lactating Friesian cows during the hot season in the Po valley. 1. Blood indicators of heat stress. Int. J. Biometeorol. 52(2): 87-96.
- Balikci, E. 2016. Antidermatophyte and antioxidant activities of *Nigella sativa* alone and in combination with enilconazole in treatment of dermatophytosis in cattle. Veterinarni Medicina. 61 (10): 539-545.
- Ballantine, H. T., M. T. Socha, D. J. Tomlinson, A. B. Johnson, A. S. Fielding, J. K. Shearer and S. R. Van Amstel. 2002. Effects of feeding complexed zinc, manganese, copper, and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction, and lactation performance. Prof. Anim. Sci. 18(3): 211-218.
- Bernabucci, U., B. Ronchi, N. Lacetera, and A. Nardone. 2002. Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. J. Dairy Sci. 85(9): 2173-2179.

- Bicalho, R. C., F. Vokey, H. N. Erb, and C. L. Guard. 2007. Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: impact on pregnancy and survival. *J. Dairy Sci.* 90: 4586-4591.
- Campbell, M. H. and J. K. Miller. 1998. Effect of supplemental dietary vitamin E and zinc on reproductive performance of dairy cows and heifers fed excess iron. *J. Dairy Sci.* 81(10): 2693-2699.
- Campbell, M. H., J. K. Miller, and F. N. Schrick. 1999. Effect of additional cobalt, copper, manganese, and zinc on reproduction and milk yield of lactating dairy cows receiving bovine somatotropin. *J. Dairy Sci.* 82(5): 1019-1025.
- Chase, L. E. 2006. Climate change impacts on dairy science. In: *Climate change and Agriculture: Promoting Practical and Profitable Responses*, held at March 7th, Baltimore, MD, USA.
- Chirase, N. K., D. P. Hutcheson, and G. B. Thompson. 1991. Feed intake, rectal temperature, and serum mineral concentrations of feedlot cattle fed zinc oxide or zinc methionine and challenged with infectious bovine rhinotracheitis virus. *J. Anim. Sci.* 69(10): 4137-4145.
- Cope, C. M., A. M. Mackenzie, D. Wilde, and L. A. Sinclair. 2009. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. *J. Dairy Sci.* 92(5): 2128-2135.
- Griffiths, L. M., S. H. Loeffler, M. T. Socha, D. J. Tomlinson and A. B. Johnson. 2007. Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137(1-2): 69-83.
- Hayirli, A., D. R. Bremmer, S. J. Bertics, M. T. Socha, and R. R. Grummer. 2001. Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84(5): 1218-1230.
- Hutcheson, D. 1990. Nutrition critical in getting calves started right. *Feed Stuffs* 62: 14-17.
- Kaneko, J. J., J. W. Harvey, and L. M. Brass. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th Ed. Academic Press, London, pp: 303-305.
- Kaappinen, K. 1984. ALAT, AP, ASAT, GGT, OCT, activities and urea and total bilirubin concentrations in plasma of normal and ketotic dairy cows. *Zbl. Vet. Med.* 31(1-10): 567-576.
- Kunkel, H. O., D. K. Stokes, Jr., W. B. Anthony, and M. F. Futrell. 1953. Serum alkaline phosphate activity in European and Brahman breeds of cattle and their crossbred types. *J. Anim. Sci.* 12(4): 765-770.
- Lai, A. Q., Z. S. Wang and A. G. Zhou. 2009. Effect of chromium picolinate supplementation on early lactation performance, rectal temperatures, respiration rates and plasma biochemical response of Holstein cows under heat stress. *P. J. Nutr.* 8(7): 940-945.
- Lean, I. J., C. T. Westwood, H. M. Golder, and J. J. Vermunt. 2013. Impact of nutrition on lameness and claw health in cattle. *Livest Sci.* 156(1-3): 71-87. doi: 10.1016/j.livsci.2013.06.006.
- Li, J. J., R. Z. Sang, S. J. Tian, Y. B. Ma and Z. M. Zhou, 2001. Heat stress and variation of blood component in cattle. *Ecology of Domestic Anim.* 22: 56-59.
- Li, Q. F., J. Z. Li and Y. L. Han. 2004. Effects of dietary cation-anion balance on performance and blood biochemical parameters of dairy cows in hot environment. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica* 35: 498-504.
- Lucy, M. C., 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J Dairy Sci* 84(6): 1277-1293.
- Miller, J. K., E. Brzezinska-Slebodzinska, and F. C. Madsen. 1993. Oxidative stress, antioxidants, and animal function. *J. Dairy Sci.* 76(9): 2812-2823.
- Mohammadian, B. 2011. The Effect of Subclinical Mastitis on Lactate Dehydrogenase in Dairy Cows. *Int. J. Anim. Vet. Adv.* 3(3): 161-163.
- Naziroglu, M. and V. A. Yürekli. 2013. Effects of antiepileptic drugs on antioxidant and oxidant molecular pathways: Focus on trace elements. *Cell Mol. Neurobiol.* 33(5): 589-599.
- NRC (National Research Council). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th Ed. Washington, DC: The National Academy Press.
- Nocek, J. E., A. B. Johnson, and M. T. Socha. 2000. Digital characteristics in commercial dairy herds fed metal-specific amino acid complexes. *J. Dairy Sci.* 83(7): 1553-1572.
- Rabiansky, P. A., L. R. McDowell, J. Velasquez-Pereira, N. S. Wilkinson, S. S. Percival, F. G. Martin, D. B. Bates, A. B. Johnson, T. R. Batra, and E. Salgado-Madriz. 1999. Evaluating copper lysine and copper sulfate sources for heifers. *J. Dairy Sci.* 82(12): 2642-2650.
- Rabiee, A. R., I. J. Lean, M. A. Stevenson, and M. T. Socha. 2010. Effects of feeding organic trace minerals on milk

- production and reproductive performance in lactating dairy cows: a metaanalysis. *J. Dairy Sci.* 93(9): 4239-4251.
- Ramos, J. M., C. Sosa, G. Ruprechter, P. Pessina, and M. Carriquiry. 2012. Effect of organic trace minerals supplementation during early postpartum on milk composition, and metabolic and hormonal profiles in grazing dairy heifers. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(3): 681-689.
- SAS. 2002. SAS User's guide: basics, 2002 edition. SAS institute Inc., Cary, NC.
- Scharf, B., J. A. Carrol, D. G. Riley, C. C. Chase, S. W. Coleman, D. H. Keilser, E. E. Werber, and D. E. Spiers. 2010. Evaluation of physical and blood serum differences in heat tolerant (Romosinuano) and heat susceptible (Angus) *Bos taurus* cattle during controlled heat challenge. *J. Anim. Sci.* 88(7): 2321-2336.
- Siciliano-Jones, J. L., M. T. Socha, D. J. Tomlinson and J. M. DeFrain. 2008. Effect of trace mineral source on lactation performance, claw integrity, and fertility of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 91(5): 1985-1995.
- Stojević, Z., J. Piršljn, S. Milinković-Tur, M. Zdelar-Tuk, and B. B. Ljubić. 2005. Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Vet Arh.* 75: 67-73.
- Tapiero, H. and K. D. Tew. 2003. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomed. Pharm.* 57(9): 399-411.
- Tomlinson, D. J., C. H. Mülling and T. M. Fakler. 2004. Invited review: Formation of keratins in the bovine claw: Roles of hormones, minerals, and vitamins in functional claw integrity. *J. Dairy Sci.* 87(4): 797-809.
- Ward, J. D., J. W. Spears, and E. B. Kegley. 1996. Bioavailability of copper proteinate and copper carbonate relative to copper sulfate in cattle. *J. Dairy Sci.* 79(1): 127-132.
- Zhao, X. J., Z. P. Li, J. H. Wang, X. M. Xing, Z. Y. Wang, L. Wang and Z. H. Wang. 2015. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows. *J. Vet. Sci.* 16(4): 439-446.

Effect of Zn and Cu and Mn supplementation on milk composition and blood traits of Holstein cows ⁽¹⁾

Chun-Ta Chang ⁽²⁾ Tzong-Faa Shiao ⁽²⁾ Ling-Tsai Wu ⁽³⁾⁽⁷⁾ Yi-Hsuan Chen ⁽⁴⁾
Churng-Faung Lee ⁽⁵⁾ and Yih-Fwu Lin ⁽⁶⁾

Received: Mar. 4, 2019; Accepted: May 21, 2019

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of dietary supplementation of Zn, Cu and Mn on milk composition and blood traits of Holstein lactating cows. A total of 24 Holstein lactating cows were randomly divided into two groups according to their body weight, milk yield, parity and days in milk. Cows received diets adding 0 (control) or 360 mg organic zinc, 125 mg organic copper and 200 mg organic manganese (head/day). The raw milk and blood were analyzed and collected every 30 days and the trial was carried out for 120 days. The results showed that dietary supplementation of organic zinc, copper and manganese for 30 days had a tendency to increase milk lactose percentage and total solids percentage. After 60 days of supplementation, there was a tendency of increase in milk fat percentage, total solids rate, and milk urea nitrogen rate. The milk composition at 90 days and 120 days after feeding were not affected by treatment. The dietary supplementation of organic zinc, copper and manganese reduced in a tendency of decrease in blood alanine aminotransferase and lactate dehydrogenase 30 days after feeding, and also significantly increased cholesterol content. However, 60 days after feeding, there was a decrease in alanine aminotransferase, creatine kinase, lactate dehydrogenase, and an increase in superoxide dismutase contents. Supplementation of organic zinc, copper and manganese for 90 days and 120 days after feeding significantly increased blood cholesterol levels, but there was no significant difference in other blood traits. In conclusion, it was known that supplementation of organic zinc, copper and manganese in diet could have no significant effect on the milk component, but it could improve alanine aminotransferase, lactate dehydrogenase, creatine kinase and superoxide dismutase contents in antioxidant function.

Key words: Blood trait, Holstein lactating cows, Organic copper, Organic manganese, Organic Zinc, Temperature-humidity index.

(1) Contribution No. 2611 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Animal Industry Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) Animal Products Processing Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(4) Hsinchu Branch, COA-LRI, Miaoli 36841, Taiwan, R. O. C.

(5) Deputy Director Office, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(6) Nutrition Division, COA-LRI, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(7) Corresponding author, E-mail: wlt@mail.tlri.gov.tw.