

飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同粗蛋白質含量對臺灣水鹿產茸性能、血液生化值及經濟效益之影響⁽¹⁾

黃憲榮⁽²⁾ 林信宏⁽²⁾ 康獻仁⁽²⁾ 吳錫勳⁽³⁾ 林正鏞⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：105 年 10 月 26 日；接受日期：106 年 4 月 11 日

摘 要

本研究探討飼糧添加不同含量之過瘤胃離胺酸及粗蛋白質，對臺灣水鹿 (*Formosan sambar deer*) 長茸期之產茸量、血清生化值及經濟效益之影響。在等代謝能基礎下，以完全混合日糧方式逢機分配於 4 個試驗處理組 (每處理 4 頭)，試驗日糧分別為粗蛋白質 13% 組、粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸 0.1% 組、粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸 0.2% 組及粗蛋白質 15% 組。試驗結果顯示，平均每日乾物質採食量及鹿茸產量，各組間皆未有顯著差異 ($P > 0.05$)，但粗蛋白質 15% 及 13% 額外添加過瘤胃離胺酸 0.2% 組比粗蛋白質 13% 組，其平均鹿茸產量分別提高 9.26% 及 8.02%。CP 13% 額外添加過瘤胃離胺酸 0.2% 組在鹿茸有機物、羥丁胺酸、組胺酸、麩胺酸、天門冬胺酸及總胺基酸含量，顯著較 CP 13% 組高 ($P < 0.05$)，而肝功能指數之丙胺酸轉胺酶及天門冬胺酸轉胺酶，顯著地 ($P < 0.05$) 降低；而 CP 15% 組之天門冬胺酸轉胺酶顯著 ($P < 0.05$) 較 CP 13% 組低，而鈣含量則較高 ($P < 0.05$)。各組間經濟效益評估，以 CP 15% 組之效益最佳。綜上所述，將產茸期飼糧粗蛋白質 13% 提升至 15% 或粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸，可獲得較佳產茸能力及經濟效益。

關鍵詞：產茸性能、血液生化值、經濟效益、臺灣水鹿、過瘤胃離胺酸。

緒 言

鹿隻飼養是一項高經濟價值的產業，其主要收益來自公鹿所生產的優質鹿茸。長期以來農民都以方便獲取的芻料及外購的精料餵飼鹿隻，迄今臺灣公水鹿尚無精確的長茸期營養需要量可供參考，鹿隻在人工圈飼飼養下，應依生理階段及季節，調整飼料量或營養濃度餵飼，以滿足鹿隻營養需要、健康及使用年限。乾物質、蛋白質及礦物質攝取量為影響鹿隻營養因子 (Jeon *et al.*, 2007)。飼糧粗蛋白質含量，在 12% – 13% 間即可滿足瘤胃微生物合成，而蛋白質需求量與瘤胃可降解蛋白質比例 (UCP)、總可消化營養分 (TDN) 或代謝 (或淨) 能含量、酸洗纖維 (ADF)、中洗纖維 (NDF)、鈣、磷、鋅、錳、甲硫胺酸及離胺酸等之含量有關。鹿茸為雄性鹿之第二性徵，鹿茸之重量及品質反映鹿隻之身體狀況與攝取之營養狀況。鹿茸重量約佔鹿本身重量之 15% (Huxley, 1931)。然從鹿茸組成觀之，其鹿茸含有較高的蛋白質、離胺酸、羥丁胺酸、巰胺酸、鋅及鈣 (郭等, 2009)，這些營養分必需從日糧中優先補充以提供產茸所需。在資源營養不足之地區，家畜常面臨粗蛋白攝入量不足問題，然而，蛋白質營養主要取決於必需胺基酸的消化與吸收。有鑑於此，可補充胺基酸含量以緩解因飼糧蛋白質的餵飼不足而對生產性能所造成之負面影響。Leonardi *et al.* (2003) 及 Zhang *et al.* (2013) 指出於低蛋白飼糧中，補充胺基酸於牛及豬之飼糧，能達到足夠粗蛋白飼料之生產性能表現。甲硫胺酸 (Met) 和離胺酸 (Lys) 被稱為反芻動物最重要之限制性胺基酸 (Abe *et al.*, 1998; Greenwood and Titgemeyer, 2000)，故補充過瘤胃限制胺基酸可提升胺基酸供餵量，或藉由平衡胺基酸比例，以提高胺基酸之利用率，間接提升體內可利用胺基酸含量，並減少過量胺基酸之代謝清除量及提供鹿茸內之骨細胞，並加以吸收及利用。研究指出於低蛋白飼糧中，提高補充限制胺基酸含量，能促進體內胺基酸平衡進而提高飼料採食量 (Lee *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2014)。目前有關臺灣公水鹿長茸期之飼糧離胺酸及粗蛋白質含量對鹿茸產量及其品質之研究報告相當欠缺，本研究希望透過飼糧中添加不同過瘤胃離胺酸及其蛋白質含量，探對公水鹿長茸期之產茸量、血清生化值及經濟效益之評估影響，以提供臺灣水鹿長茸期之餵飼參考，期望能提升鹿農之收益及產業之競爭力。

(1) 行政院農業委會畜產試驗所研究報告第 2557 號。

(2) 行政院農業委會畜產試驗所高雄種畜繁殖場。

(3) 屏東科技大學動物科學與畜產系。

(4) 通訊作者，E-mail：jengyong@tlri.gov.tw。

材料與方法

I. 試驗動物配方設計及飼養管理

依鹿隻年齡及前一年臺灣公水鹿之鹿茸生產性能表現，逢機分配於 4 個試驗處理組（每處理 4 頭），其 4 組試驗日糧乃在等代謝能 (2,400 kcal/kg) 基礎下，以不同粗蛋白質含量與添加過瘤胃離胺酸之日糧設計，其日糧處理分別為粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸 0、0.1%、0.2% 與粗蛋白質 15%，比較各組間之差異。其試驗組成如表 1，並以 TMR 方式提供。試驗臺灣公水鹿飼養於行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場鹿舍，試驗期 64 天，每日配製兩次，分別於上午 8:30 配製 1/2 量及下午 2:30 配製 1/2 量餵飼，另提供礦鹽任食並以自動給水槽供應乾淨飲水。

表 1. 試驗飼糧組成分 (乾基)

Table 1. Composition of experiment diets (% dry basis)

Ingredients	CP 13%			CP 15%
	0.0	0.1% RBPL [*]	0.2% RBPL	
Yellow corn	17.36	17.36	17.36	16.18
Soybean meal (CP 43.5%)	5.30	5.30	5.30	11.53
Wheat bran	7.06	7.06	7.06	6.59
Dicalcium phosphate	4.41	4.41	4.41	4.12
Limestone	0.04	0.04	0.04	0.22
Soybean oil	0.40	0.40	0.40	0.37
Saponification fat	0.20	0.20	0.20	0.04
Sodium bicarbonate	0.40	0.40	0.40	0.45
Molasses	3.01	3.01	3.01	2.81
Salt	0.32	0.32	0.32	0.30
Vitamin premix ^a	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral premix ^b	0.10	0.10	0.10	0.10
Corn silage	15.05	15.05	15.05	14.04
Alfalfa meal	36.02	36.02	36.02	33.60
Napiergrass (No.2)	10.23	10.23	10.23	9.55
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
RBPL [*] (purity 60%)		0.16	0.32	
Calculated composition				
CP, %	13.03	13.03	13.03	14.97
ME, kcal/kg /kg	2,400	2,400	2,400	2,400
Ca, %	1.43	1.43	1.43	1.43
Total P, %	1.23	1.23	1.23	1.23
Cost	10.76	11.54	12.19	10.88

RBPL^{*}: Rumen by-pass lysine.

^a Supplied per kilogram of diet: Fe (FeSO₄ · 7H₂O), 140 mg; Cu (CuSO₄ · 5H₂O), 7 mg; Mn (MnSO₄), 20 mg; Zn (ZnO), 70 mg; I (KI), 0.45 mg.

^b Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 6,000 IU; Vitamin D₃, 800 IU; B₁₂, 0.02 mg; Vitamin E, 20 IU; Vitamin K₃, 4 mg; Vitamin B₁, 4 mg; Pantothenic acid, 16 mg; Niacin, 30 mg; Pyridoxine, 1 mg; Folic acid, 0.5 mg; Biotin, 0.1 mg.

RBPL^{*}(purity 60%): The purity of the commercially available additive was only 60%, and if the purity was 100%, the 0.1% RBPL and 0.2% RBPL groups were actually added with 0.16 and 0.32 g/kg of commercial additive.

II. 測定項目

- (i) 試驗用青貯玉米化學組成分 (chemical composition)。
- (ii) 平均乾物質採食量 (ADFI) 及鹿茸產量 (antler production)。
- (iii) 血片 (上段, upper)、風片 (中段, middle) 與粗茸 (基部, base) 三部位切片等比例混合之鹿茸組成分 (dry matter、organic matter、crude protein、ash、calcium and phosphorus) 及胺基酸組成分。
- (iv) 產茸試驗結束後, 從鹿茸基部採血分析血漿, 項目含丙胺酸轉胺酶 (alanine aminotransferase, ALT、sGPT)、天門冬胺酸轉胺酶 (aspartate aminotransferase, AST、sGOT)、三酸甘油酯 (triglyceride, TG)、膽固醇 (cholesterol)、尿素 (urea)、肌酸酐 (creatinine)、總蛋白 (total protein, TP)、葡萄糖 (glucose)、血中尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、鈣 (calcium, Ca) 及磷 (phosphorus, P) 進行血液分析。

III. 統計分析

試驗獲得之資料, 利用統計分析系統 (SAS, 2002), 以一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure) 進行變方分析, 經鄧肯氏新多次變域測試 (Duncan's New Multiple Range Test) 比較各組平均值差異之顯著性。

結果與討論

- I. 本試驗青貯玉米之品種為臺南 21 號 (*Zea mays* L.)。本次試驗分批採樣 2 次, 其 Flieg's point 計分平均為 78 分, 品質列級為好 (good), 因此所使用的青貯玉米品質正常, 可供鹿隻使用。
- II. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對乾物質採食量及鹿茸產量之影響, 結果列於表 2。鹿茸生成之大小有很大的個體差異, 縱使供應良好的營養, 其鹿茸生成也未必能明顯提高, 進而造成同一群組間之差異形成 (Muir *et al.*, 1987)。本試驗 4 組飼糧之平均每日乾物質採食量及鹿茸產量, 於各組間雖未有顯著差異, 但平均每日乾物質採食量比較, 其粗蛋白質 15%、粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸 0.1% 及 0.2% 較粗蛋白質 13% 未添加組, 分別提高 3.63%、1.04% 及 2.07%。平均鹿茸產量比較, 其粗蛋白質 15%、粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸 0.1% 及 0.2% 較粗蛋白質 13% 未添加組, 分別提高 9.26%、4.94% 及 8.02%。鹿隻於長茸期之飼糧蛋白質含量, 對鹿茸產量有很大影響 (Liang *et al.*, 1993; Suttie *et al.*, 1996)。Huang *et al.* (2015) 指出飼糧額外添加離胺酸 (3 g/kg lysine), 對梅花鹿 (sika deer) 成長期之每日乾物質採食量及飼料效率, 並無差異。而提高飼糧蛋白質含量 (10%, 15% 及 20% 比較), 能顯著增加花鹿 (spotted deer) 乾物質及粗蛋白質採食量, 但每日增重於各組間無差異。而粗蛋白質 20% 組顯著較粗蛋白質 10% 組有較高鹿茸產量, 但與粗蛋白質 15% 組無差異 (Jeon *et al.*, 2006)。而簡 (2012) 以臺灣水鹿為試驗鹿種, 其提高飼糧蛋白質含量 (11%, 13% 及 15%), 雖能增加乾物質及粗蛋白質採食量, 但對日增重及鹿茸產量均無差異, 與本試驗結果相似。

表 2. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對乾物質採食量及鹿茸產量之影響

Table 2. Effects on average dry feed intake and antlers production in Formosan sambars deer fed diets with different rumen by-pass lysine or protein level

Item	CP 13%			CP 15%
	0.0	0.1% RBPL	0.2% RBPL	
Age (year)	5.75 ± 1.75	7.00 ± 1.78	6.00 ± 1.47	6.00 ± 1.08
AFMI (kg)	5.67 ± 0.07	5.71 ± 0.09	5.78 ± 0.07	5.68 ± 0.08
ADMI (kg)	1.93 ± 0.02	1.95 ± 0.03	1.97 ± 0.02	2.00 ± 0.03
Antler production (g)	1,518.8 ± 197.5	1,593.8 ± 89.9	1,640.6 ± 216.2	1,659.4 ± 99.7

The data are given as mean ± SD. n = 4.

AFMI: Average fresh feed intake; ADFI: Average dry matter intake.

- III. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對鹿茸組成分之影響, 結果列於表 3。就鹿茸乾基含量比較, 其粗蛋白質 13% 未添加組較粗蛋白質 15% 顯著較高 ($P < 0.05$); 鹿茸有機物質含量比較, 其粗蛋白質 13% 過瘤胃離胺酸 0.2% 組較粗蛋白質 13% 未添加組顯著較高 ($P < 0.05$); 鹿茸粗蛋白質含量比較, 其粗蛋白質 13% 過瘤胃離胺酸 0.2% 組較粗蛋白質 13% 過瘤胃離胺酸 0.1% 組顯著較高 ($P < 0.05$); 鹿茸灰分含量比較, 其粗蛋白質 15% 組

較粗蛋白質 13% 過瘤胃離胺酸 0.1% 組顯著較高 ($P < 0.05$)，而蛋白質 13% 未添加組較粗蛋白質 13% 過瘤胃離胺酸 0.2% 組顯著較高 ($P < 0.05$)；鹿茸鈣及磷含量，各組間無差異，而粗蛋白質 15%、粗蛋白質 13% 添加過瘤胃離胺酸 0.1% 及 0.2% 較粗蛋白質 13% 未添加組，分別提高鈣含量 8.67%、3.78% 及 1.33%。鹿茸骨成分組合物，在正常條件下是可變的，其可能是因在營養或生理調節狀況下，鹿茸生物力學性能發揮作用而生長出鹿茸角。因此評估骨成分變化，成為獲得有關骨生物學信息之有用的工具，其影響鹿茸骨主要礦物質之成分因子以 Ca、P、Na、K、Zn 及 Mg 為主 (Castillejos *et al.*, 2007)。另郭等 (2009) 指稱臺灣水鹿鹿茸中含鈣及磷量甚高，因部位而異，鈣介於 2.38% – 8.11% 間，磷則介於 1.01% – 3.26% 間。本試驗為依血片、風片與粗茸三部分切片等比例混合之鹿茸組成分，其鈣含量介於 4.50% – 4.89%，而磷則介於 2.67% – 2.72% 間。Jeon *et al.* (2006) 指出飼糧蛋白質含量提高 (10%、15% 及 20% 比較)，對鹿茸化學組成成分於各組間無差異 (Jeon *et al.*, 2006)。其 Sunwoo (1995) 及 Lee *et al.* (2003) 指出鹿茸各部位間之化學組成成分含量之變化，主由鹿角礦化作用 (bone mineralization) 而非飼糧蛋白質含量、飼糧攝食量及體重所影響。骨質生成時磷酸鈣的沉積，就稱之為礦化作用。其結果在於臨時骨質發生脫鈣骨現象，其作用於促進骨和軟骨的修復，會加速並增多軟骨球的生成及骨母細胞增生與分化的效用 (Muir *et al.*, 1987)。

表 3. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對鹿茸組成成分之影響

Table 3. Effects on chemical composition of velvet antler in Formosan sambar deer fed diets with different rumen by-pass lysine or protein level

Item	CP 13%			CP 15%
	0.0	0.1% RBPL	0.2% RBPL	
	----- (%) -----			
Dry matter	36.21 ± 0.52 ^a	34.97 ± 0.55 ^{ab}	35.11 ± 1.04 ^{ab}	33.82 ± 0.69 ^b
Organic matter	61.03 ± 0.54 ^b	61.86 ± 0.53 ^{ab}	63.94 ± 0.56 ^a	62.59 ± 0.80 ^{ab}
Crude protein	49.48 ± 0.59 ^{ab}	48.98 ± 0.49 ^b	50.97 ± 0.60 ^a	49.92 ± 0.56 ^{ab}
Ash	38.96 ± 0.59 ^{ab}	37.35 ± 0.55 ^{bc}	36.31 ± 0.64 ^c	39.46 ± 0.56 ^a
Calcium	4.50 ± 0.41	4.56 ± 0.45	4.67 ± 0.45	4.89 ± 0.21
Phosphorus	2.70 ± 0.17	2.67 ± 0.10	2.72 ± 0.07	2.68 ± 0.11

The data are given as mean ± SD. n = 4.

^{a, b, c} Means with different letter in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

IV. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對鹿茸胺基酸成分之影響，結果列於表 4。鹿茸總胺基酸含量以 CP 13% 添加 0.2% 過瘤胃離胺酸組顯著地 ($P < 0.05$) 較 CP 13% 組高。其中必需胺基酸 (Indispensable AA) 方面，CP 13% 添加 0.2% 過瘤胃離胺酸組之羥丁胺酸 (Threonine) 及組胺酸 (Histidine) 顯著地 ($P < 0.05$) 較無添加組高。非必須胺基酸 (dispensable AA) 方面，CP 13% 添加 0.2% 過瘤胃離胺酸組之麩胺酸 (glutamic acid) 及天門冬胺酸 (aspartic acid) 顯著地 ($P < 0.05$) 較無添加組高。而分析本試驗臺灣水鹿之鹿茸成分，以 CP 15% 之處理組為例，各種胺基酸含量較高者包括甘胺酸 (glycine)、麩胺酸 (glutamic acid)、脯胺酸 (proline)、丙胺酸 (alanine)、精胺酸 (arginine) 及天門冬胺酸 (aspartic acid)。必需胺基酸以精胺酸 (arginine)、白胺酸 (leucine) 及離胺酸 (lysine) 含量較高。楊等 (1995) 指出雲南鹿茸以甘胺酸 (glycine)、丙胺酸 (alanine) 及纈胺酸 (valine) 含量最高，與本試驗所得結果有所差異，應為鹿種差異所致。馬鹿 (*cervus elaphus*) 之鹿茸胺基酸成分中，其精胺酸 (arginine)、甘胺酸 (glycine)、麩胺酸 (glutamic acid)、脯胺酸 (proline) 及天門冬胺酸 (Aspartic acid) 為主要胺基酸，並佔總胺基酸成分含量約 32.5% – 37.2% (Jeon *et al.*, 2009)。

V. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對血液生化值之影響，結果列於表 5。肝功能指數方面，CP 13% 添加 0.1 及 0.2% 過瘤胃離胺酸組顯著較無添加組之丙胺酸轉胺酶 (ALT) 低 ($P < 0.05$)；而 CP 13% 添加 0.2% 過瘤胃離胺酸組之天門冬胺酸轉胺酶 (ALT) 指數較無添加組顯著降低 ($P < 0.05$)；CP 15% 組顯著較 CP 13% 組未添加組之天門冬胺酸轉胺酶低 ($P < 0.05$)。鈣含量方面，CP 15% 組顯著較 CP 13% 未添加組之鈣含量高 ($P < 0.05$)。其餘血液生化值指標，於各組間無差異。血液成分之變化可反應出生物體之代謝情況，因此當家畜感染疾病時，血液成分會產生明顯之變化，故在臨床上之血液檢查除可作為疾病診斷及治療之參考外，亦可評估家畜之營養狀況 (白等, 1996)。Huang *et al.* (2015) 指出飼糧額外添加離胺酸 (0.3% lysine)，對梅花鹿成長期之天門冬胺酸

轉胺酶及丙胺酸轉胺酶雖未顯著降低，但分別降低 9.13% 及 1.56%；而鈣含量有提高現象，而葡萄糖及血清尿素氮濃度未有差異，但若再多添加甲硫胺酸 (0.1% methionine) 其天門冬胺酸轉胺酶、丙胺酸轉胺酶及血清尿素氮含量將顯著降低。其可能原因為甲硫胺酸之添加能刺激瘤胃微生物體之生長數目 (Greenwood and Titgemeyer, 2000) 所導致結果。而本試驗結果顯示 CP 15% 組或 CP 13% 添加 0.1% 及 0.2% 過瘤胃離胺酸組皆比 CP 13% 組未添加組佳之原因，應為適當添加飼糧粗蛋白質含量及保護胺基酸，可提供瘤胃未降解蛋白質，但減低蛋白質在瘤胃中之降解速率，進而降低瘤胃液中氨態氮及血液中尿素氮濃度 (黃, 2001)。Das *et al.* (2010) 指出，梅花鹿之血漿尿素氮 (BUN) 正常範圍在 12 – 25 mg/100 mL，其與飼糧營養品質有其正相關 ($r^2 = 0.92$)，若以此數據則顯示本試驗之血漿尿素氮含量在正常值範圍內。

VI. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對經濟效益評估

經濟效益評估方面，以鹿茸平均產量扣除試驗期間之飼養成本計算，其 CP 13% 添加 0.1% 及 0.2% 過瘤胃離胺酸組較無添加組之其平均鹿茸產量分別提高 4.93% 及 8.02%，但每公斤成本提高 0.76 及 1.40 元。而 CP 15% 組較 CP 13% 未添加組之平均鹿茸產量增加 9.26%，而每公斤單位成本只增加 0.12 元。故 64 天產茸期之經濟效益 (以鹿茸 800 元 / 兩計算扣除餵飼天數之飼料成本) 評估，CP 15% 組與 CP 13% (0、0.1% RBPL 及 0.2% RBPL) 各組間比較，CP 15% 組之盈餘量表現最佳。

表 4. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對鹿茸胺基酸成分之影響

Table 4. Effects on amino acid composition of velvet antler in Formosan sambar deer fed diets with different rumen bypass lysine or protein level

Item	CP 13%			CP 15%
	0.0	0.1% RBPL	0.2% RBPL	
Indispensable AA (%) ¹				
Arginine	3.60 ± 0.08	3.41 ± 0.27	3.72 ± 0.10	3.62 ± 0.20
Leucine	2.52 ± 0.12	2.73 ± 0.06	2.82 ± 0.12	2.72 ± 0.16
Lysine	2.29 ± 0.10	2.41 ± 0.06	2.47 ± 0.09	2.42 ± 0.13
Threonine	1.45 ± 0.03 ^b	1.61 ± 0.06 ^{ab}	1.70 ± 0.05 ^a	1.59 ± 0.09 ^{ab}
Phenylalanine	1.41 ± 0.08	1.52 ± 0.03	1.56 ± 0.07	1.54 ± 0.06
Valine	1.20 ± 0.06	1.58 ± 0.20	1.55 ± 0.11	1.46 ± 0.35
Isoleucine	0.82 ± 0.04	0.88 ± 0.03	0.85 ± 0.08	0.82 ± 0.10
Histidine	0.68 ± 0.04 ^b	0.76 ± 0.02 ^{ab}	0.81 ± 0.04 ^a	0.79 ± 0.06 ^{ab}
Methionine	0.51 ± 0.04	0.47 ± 0.01	0.48 ± 0.02	0.48 ± 0.05
Dispensable AA (%) ²				
Glycine	8.22 ± 0.15	8.11 ± 0.10	8.20 ± 0.17	8.02 ± 0.17
Glutamic acid	5.26 ± 0.04 ^b	5.48 ± 0.16 ^{ab}	5.75 ± 0.06 ^a	5.57 ± 0.29 ^{ab}
Proline	4.56 ± 0.09	4.92 ± 0.18	4.83 ± 0.23	4.79 ± 0.39
Alanine	3.56 ± 0.09	3.23 ± 0.45	3.82 ± 0.05	3.69 ± 0.28
Aspartic acid	3.27 ± 0.09 ^b	3.50 ± 0.09 ^{ab}	3.67 ± 0.03 ^a	3.49 ± 0.20 ^{ab}
Serine	1.88 ± 0.04	1.96 ± 0.06	2.04 ± 0.09	1.93 ± 0.13
Cystine	0.33 ± 0.04	0.57 ± 0.21	0.35 ± 0.01	0.35 ± 0.03
Tyrosine	0.81 ± 0.03	0.87 ± 0.04	0.90 ± 0.04	0.88 ± 0.09
Total	42.37 ± 0.91 ^b	44.00 ± 0.81 ^{ab}	45.50 ± 0.84 ^a	44.13 ± 0.75 ^{ab}

The data are given as mean ± SD. n = 4.

^{a, b} Means with different letter in the same row are significantly different ($P < 0.05$).

¹ 必需胺基酸 (Indispensable AA)：精胺酸 (arginine)、白胺酸 (leucine)、離胺酸 (lysine)、羥丁胺酸 (threonine)、苯丙胺酸 (phenylalanine)、纈胺酸 (valine)、異白胺酸 (isoleucine)、組胺酸 (histidine)、甲硫胺酸 (methionine)。

² 非必需胺基酸 (Dispensable AA)：甘胺酸 (glycine)、麩胺酸 (glutamic acid)、脯胺酸 (proline)、丙胺酸 (alanine)、天門冬胺酸 (aspartic acid)、絲胺酸 (serine)、胱胺酸 (cystine)、酪胺酸 (tyrosine)。

表 5. 飼糧添加過瘤胃離胺酸及不同蛋白質含量對血液生化值之影響

Table 5. Effects on blood biochemical indices of velvet antler in Formosan sambars deer fed diets with different rumen by pass lysine or protein level

Item	CP 13%			CP 15%
	0.0	0.1% RBPL	0.2% RBPL	
ALT (IU/l)	19.72 ± 2.50 ^a	12.76 ± 3.35 ^{ab}	10.44 ± 2.85 ^b	11.19 ± 2.07 ^{ab}
AST (IU/l)	20.47 ± 1.96 ^a	15.42 ± 1.92 ^b	15.79 ± 1.51 ^b	15.33 ± 0.92 ^b
TG (mg/dl)	116.83 ± 2.46	121.70 ± 1.72	117.21 ± 1.26	122.22 ± 1.04
Cholesterol (mg/dl)	129.88 ± 7.22	131.08 ± 6.66	138.35 ± 6.56	138.41 ± 6.39
Urea (mg/dl)	44.68 ± 2.02	45.02 ± 2.54	45.39 ± 3.02	50.60 ± 3.54
Creatinine (mg/dl)	1.43 ± 0.11	1.45 ± 0.12	1.50 ± 0.14	1.59 ± 0.11
Total protein (g/dl)	7.25 ± 0.18	7.30 ± 0.14	7.41 ± 0.11	7.69 ± 0.19
Glucose (mg/dl)	86.54 ± 6.51	89.01 ± 4.69	92.62 ± 6.84	93.14 ± 3.01
BUN (mg/dl)	13.58 ± 1.11	13.92 ± 1.41	13.82 ± 1.19	14.02 ± 1.56
Calcium (mg/dl)	9.13 ± 0.01 ^b	9.26 ± 0.08 ^{ab}	9.25 ± 0.05 ^{ab}	9.34 ± 0.03 ^a
phosphore (mg/dl)	6.16 ± 0.15	6.40 ± 0.38	6.34 ± 0.13	6.34 ± 0.21

The data are given as mean ± SD. n = 4.

^{a, b} Means with different letter in the same row are significantly different (P < 0.05).

ALT (alanine Aminotransferase); AST (aspartate Aminotransferase); TG (triglyceride); BUN (blood urea nitrogen).

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會經費補助【103 農科 -2.1.2- 畜 -L2(5)】，試驗期間承畜產試驗所高雄種畜繁殖場徐順生同仁的現場飼養管理、畜產試驗所飼料化驗中心協助礦物質及水解胺基酸測定，謹此謝忱。

參考文獻

- 白火城、黃森源、林仁壽。1996。家畜臨床血液生化學。立宇出版社，臺南市。
- 郭卿雲、王妙齡、康獻仁、王治華。2009。臺灣水鹿四分切段成分分析。畜產研究 12(3)：245-253。
- 楊璐璐、遲程、秦非、遲萍。1995。鹿茸的化學成分及藥理作用。雲南中醫學院學報 18(4)：19-23。
- 黃瓊芬。2001。熱擠壓大豆粕與飼糧蛋白質水準對熱環境下荷蘭乳牛血漿尿素氮濃度、瘤胃及生產性狀之影響。國立中興大學，碩士論文，臺中市。
- 簡佑伶。2012。臺灣水鹿鹿茸組織中抗氧化酶含量與鹿茸品質之關係。國立屏東大學動物科學與畜產系。碩士論文。屏東縣。
- Abe, M., I. T. Funaba and M. Ond. 1998. Limiting amino acids for a corn and soybean meal diet in weaned calves less than 3 months of age. *J. Anim. Sci.* 76: 628-636.
- Castillejos, T. L., A. Garcia and L. Gallego. 2007. Body weight, early growth and antler size influence antler bone mineral composition of Iberian Red Deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Bone*. 40: 230-235.
- Das, A., M. Choubey, S. P. Gupta, M. Saini and D. Swarup. 2010. Feed consumption, nutrient utilization, faecal pellet characteristics and serum metabolite profile of captive spotted deer (*Axis axis*) fed diets containing different roughages. *Small Ruminant Res.* 94: 185-189.
- Greenwood, R. H and E. C. Titgemeyer. 2000. Limiting amino acids for growing Holstein steers limit-fed soybean hull-based diets. *J. Anim. Sci.* 78: 1997-2004.
- Huang, J., T. T. Zhang, B. Kun, G. Y. Li and K. Y. Wang. 2015. Effect of Supplementation of Lysine and Methionine on Growth Performance, Nutrients Digestibility and Serum Biochemical Indices for Growing Sika Deer (*Cervus Nippon*)

- Fed Protein Deficient Diet. *Ital. J. Anim. Sci.* 14: 61-65.
- Huxley, J. S. 1931. The relative size of antlers in deer. *Proc. Zool. Soc., Lond.* 101: 819-864.
- Jeon, B. T., M. H. Kim, S. M. Lee, G. D. Thomas and S. H. Moon. 2006. Changes of chemical composition in blood serum during the antler growth period in spotted deer (*Cervus nippon*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19: 1298-1304.
- Jeon, B. T., S. H. Cheong, D. H. Kim, J. H. Park, P. J. Park, S. H. Sung, D. G. Thomas¹, K. H. Kim and S. H. Moon. 2009. Effect of antler development stage on the chemical composition of velvet antler in Elk (*Cervus elaphus canadensis*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24: 1303-1313.
- Jeon, B. T., S. K. Kang, S. M. Lee, S. K. Hong and S. H. Moon. 2007. Serum biochemical values during antler growth in Sika deer (*Cervus nippon*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 5: 748-753.
- Lee, B. Y., H. O. Lee and H. S. Choi. 2003. Analysis of food components of Korean deer antler parts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 35(1): 52-56.
- Lee, C., A. N. Hristov, K. S. Heyler, T. W. Cassidy, H. Lapierre, G. A. Varga and C. Parys, 2012. Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 5253-5268.
- Leonardi, C., M. Stevenson and L. E. Armentano. 2003. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86: 4033-4042.
- Liang, F., Q. Wang and T. Wen. 1993. Deer feeding for velvet production. *The 4th ARRC International Symposium*. pp. 115-122.
- Muir, P. D., A. R. Skyes and G. K. Barrell. 1987. Growth and mineralisation of antlers in red deer (*Cervus, elaphus*). *NZ J. Agric. Res.* 30: 305-315.
- SAS. 2002. *User's Guide: Statistics, Version 9.0th Edition*. SAS Inst., Inc., Cary, NC. USA.
- Sunwoo, H. H. 1995. Chemical composition of antlers from wapiti (*Cervus elaphus*). *J. Agri. Food Chem.* 43(11): 2846-2849.
- Suttie, J. M., J. R. Webster, R. P. Littlejohn, P. F. Fennessy and I. D. Corson. 1996. Increasing velvet production by improved nutrition. *Deer Branch of the New Zealand Vet. Asso. Procd. Deer Cour. Vet.* 13: 149-153.
- Yang, S. Y., Y. K. Oh, H. S. Ahn and W. S. Kwak. 2014. Maintenance crude protein requirement of penned female Korean spotted deer (*Cervus nippon*). *Asian Austral. J. Anim.* 27: 30-35.
- Zhang, G. J., C. Y. Xie, P. A. Thacker, J. K. Htoo and S. Y. Qiao. 2013. Estimation of the ideal ratio of standardized ileal digestible threonine to lysine for growing pigs (22-50 kg) fed low crude protein diets supplemented with crystalline amino acids. *Anim. Feed Sci. Tech.* 18: 83-91.

Effects of diets supplemented with rumen by pass amino acids and different crude protein levels on antlers production, blood biochemical indices and economic benefits in Formosan sambar deers ⁽¹⁾

Hsien-Jung Huang ⁽²⁾ Hsin-Hung Lin ⁽²⁾ Shann-Ren Kang ⁽²⁾
Hsi-Hsun Wu ⁽³⁾ and Cheng-Yung Lin ⁽²⁾⁽⁴⁾

Received: Oct. 26, 2016; Accepted: Apr. 11, 2017

Abstract

The study was conducted to investigate the effect of feeding total mixed ration (TMR) supplemented with 0.1% and 0.2% rumen by pass amino acid or different percentage of crude protein (CP) on antlers production, blood biochemical indices and economic benefits in Formosan sambar deer. Four different diets were formulated into iso-metabolizable energy diets (ME = 2,400 kcal/kg). A total of 16 Formosan sambar deers were randomly assigned to 4 groups which received diets (n = 4): CP-adequate (13%), CP-adequate (13%) diets with 0.1% rumen by pass lysine, CP-adequate (13%) diets with 0.2% rumen by pass lysine, and CP-adequate (15%) of TMR. During antler development stage, diets were provided ad libitum. The result showed that there were no difference on average dry matter intake, antlers production among the groups. Nevertheless, the CP 15% and 13% (with 0.2% rumen by pass lysine) groups increased 9.26% and 8.02% antlers production than CP 13% group. There were significantly ($P < 0.05$) higher chemical and amino acid composition of velvet antler (including dry matter, threonine, histidine, glutamic acid, aspartic acid and total amino acid concentrations for the group with 0.2% rumen by pass lysine level in diet, On the other hand, significantly ($P < 0.05$) lower on the ALT (Alanine Amino transferase) and AST (Aspartate Aminotransferase) in blood were observed. There were significantly ($P < 0.05$) lower on the ALT and AST indices when the CP level in diet was increased, but the calcium concentration was significantly ($P < 0.05$) higher. The results indicated that deer fed the diet with CP 15% or CP 13% supplemented with by pass lysine had higher velvet production than feeding diet with CP 13%.

Key words: Antler production, Blood biochemical indices, Economic benefits, Formosan sambar deer, Rumen by-pass Lysine.

(1) Contribution No. 2557 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Kaohsiung Animal Propagation Station, COA-LRI, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

(3) The Graduate Institute of Animal Science, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

(4) Corresponding author, E-mail: jengyong@tlri.gov.tw.