

商用完全混合日糧對臺灣水鹿產茸性能之影響⁽¹⁾

劉雅醇⁽²⁾ 陳偉群⁽³⁾ 姚君雯⁽³⁾ 蔡明翰⁽³⁾
林信宏⁽²⁾ 許晉賓⁽⁴⁾ 吳錫勳⁽³⁾⁽⁵⁾

收件日期：112 年 11 月 17 日；接受日期：113 年 7 月 2 日

摘 要

本試驗旨在探討傳統精粗分飼與完全混合日糧對臺灣水鹿產茸性能之影響。試驗選用臺灣水鹿公鹿 30 頭，依據個體前次產茸重量及年齡進行分組，分為精粗料分飼之對照組及商用完全混合日糧之 TMR 組，於產茸期進行餵飼試驗，試驗平均長茸期為 75 天。試驗結果顯示，不同飼糧處理對產茸期臺灣水鹿之乾物質採食量、產茸量、體重及體況評分，均無顯著差異。然在鹿茸組成成分分析上，對照組鹿茸灰分含量分別為 43.36 ± 0.17 顯著高於 TMR 組之 38.92 ± 1.49 ($P < 0.05$)。在血清生化值方面，對照組及 TMR 組之血清中三酸甘油酯分別為 25.94 ± 1.82 及 33.53 ± 2.19 mg/dL；總膽固醇分別為 76.76 ± 6.38 及 116.47 ± 9.93 mg/dL，對照組均顯著低於 TMR 組 ($P < 0.05$)，而血清尿素氮濃度則是對照組 29.48 ± 1.10 mg/dL 顯著高於 TMR 組之 24.89 ± 1.22 mg/dL ($P < 0.05$)。在經濟效益評估，以鹿茸產量平均收入扣除試驗期間飼養成本計算，TMR 組較對照組每頭增加 2,867 元之收益。綜上所述，以完全混合日糧餵飼之產茸性能與傳統餵飼方式無顯著差異，但可提高經濟效益，值得推廣應用。

關鍵詞：臺灣水鹿、完全混合日糧、產茸性能。

緒 言

完全混合日糧 (total mixed ration, TMR) 技術已廣泛應用於乳牛、肉牛及羊等反芻動物，卻鮮少應用於養鹿產業。鹿產業通常是以苜蓿草塊、精料、新鮮或乾燥長草來餵飼，然使用這種傳統餵飼方式，除需耗費大量勞力進行餵飼外，亦可能因個別原料適口性問題，導致鹿隻挑食現象，造成營養失調，進而影響產茸量。養鹿產業面臨從業人口老化與農業缺工問題，日常割草與飼養工作成為最大勞力負擔。近年雖開始有完全混合日糧應用於養鹿場，但也僅限於飼養規模較大的少數養鹿場，依照 111 年畜牧類農情統計調查結果 (含產值) 之畜禽統計調查結果，國內養鹿場共 506 場，在養頭數 15,721 頭，平均飼養頭數約 31 頭，以每日每頭平均餵給 5 公斤完全混合日糧計算，多數鹿場無法達到有效的自配完全混合日糧之規模，如欲勉強為之，其投資設備成本、折舊之攤提與物料損耗勢必大幅提高其飼養成本。

養鹿產業屬高經濟價值產業，其主要收益來自公鹿每年所生產的優質鹿茸。圈飼為國內臺灣水鹿主要之飼養型式，在完全圈飼條件下，飼養者提供之日糧即為鹿隻唯一營養來源，然常因飼糧調配失當與營養不足，降低瘤胃微生物之消化及代謝效率，影響瘤胃正常功能，導致產茸性能無法充分發揮，甚至影響健康 (劉, 2015)。Pi *et al.* (2005) 指出精粗料分飼雖廣泛應用於反芻動物養殖，但卻不適合高生產性能如肉和乳生產之反芻動物。國內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 (黃等, 2017)。鹿隻個體之攝食情況、營養吸收及身體狀況直接反映在鹿茸之重量及品質上 (Muir *et al.*, 1987)。

Nikkhah (2015) 建議當精料中含有來自大麥、小麥、熟玉米片及高粱穀物等含高濃度可發酵澱粉時，應使用完全混合日糧，而非以芻料和精料分開餵飼法來飼養牛隻，如此可避免牛隻因採食過多精料，而導致瘤胃酸中毒。當應用完全混合日糧於乳牛餵飼上，可以顯著增加乾物質採食量 (Nocek *et al.*, 1986; Bargo *et al.*, 2002)，且刺激牧草採草量，並可減少勞動力 (Schingoethe, 2017)。因此，本試驗旨在探討利用完全混合日糧與傳統餵飼方法對臺灣水鹿生長及產茸性能之影響。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2798 號。
(2) 農業部畜產試驗所南區分所。
(3) 國立屏東科技大學動物科學與畜產系。
(4) 農業部畜產試驗所動物營養組。
(5) 通訊作者，E-mail: hhwu@mail.npust.edu.tw。

材料與方法

I. 試驗設計、動物及時間

- (i) 試驗設計分成 2 組，即對照組為餵飼精料、苜蓿草塊及盤固乾草與 TMR 組餵飼商用完全混合日糧，各組飼糧含能量 NE 1.5 Mcal/kg 與蛋白質 CP 17%，試驗料飼糧成分，如表 1 所示。

表 1. 以乾物質為基礎之試驗料化學分析

Table 1. Chemical composition of experimental diet on dry matter basis

Items	Concentrate ¹	Alfalfa cube ²	Pangola grass hay ³	Commercial TMR ⁴
Dry matter, %	87.36	90.01	83.69	46.68
Crude protein, %	26.46	17.47	5.05	17.14
Ether extract, %	2.80	1.15	1.52	4.31
Neutral detergent fiber, %	9.54	43.94	73.63	36.16
Acid detergent fiber, %	4.40	31.83	38.06	19.65
Ash, %	8.41	13.82	5.59	7.68

¹ Concentrate was bought from Clustern Enterprise CO., LTD.

² Alfalfa cube was bought from Hsiang Tsan CO., LTD.

³ Pangola grass hay from Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung.

⁴ Commercial total mixed ration was bought from Uni-President Enterprises.

- (ii) 試驗動物選用畜產試驗所南區分所飼養之臺灣水鹿公鹿 30 頭，依據個體年齡、前次鹿茸重量、初始體重及初始體型評分進行逢機分組，如表 2 所示，每組 15 頭。鹿隻飼養於個別欄位，每日餵飼 2 次，試驗期間提供充足飲水與飼糧任食，並給予鹽磚。

表 2. 對照組與 TMR 組之臺灣水鹿年齡、前年度鹿茸重量、初始體重及體況評分 (平均值 ± 標準誤差)

Table 2. The Formosan sambar deer average of age, last antler velvet weight, initial body weight and initial body condition score (BCS) of control and TMR group (Mean ± SE)

Items	Control (n = 15)	TMR (n = 15)
Age, years	9.19 ± 0.57	8.60 ± 0.62
Last velvet antler weight, kg	1.78 ± 0.16	1.77 ± 0.14
Initial body weight, kg	133.88 ± 1.82	137.43 ± 3.81
Initial BCS	3.24 ± 0.07	3.22 ± 0.08

Control = concentrate and forage are fed separately; TMR = Total Mixed Ration.

- (iii) 試驗時間產茸期一般係指鹿隻解角當日 (試驗開始) 至採割鹿茸當日 (試驗結束)。本次試驗為 1 月至 5 月，一般產茸期為 60 – 90 日，平均約 75 日，依個體解角及割茸時間不同，試驗開始及結束日期亦不同。
- (iv) 試驗動物之使用、飼養及實驗內容，皆依據畜產試驗所南區分所實驗動物照護及使用小組審查同意書 (同意書編號：高實 109-5 及高實 110-4) 及試驗準則進行。

II. 測定項目及方法

- (i) 試驗飼糧採樣：各組鹿隻試驗飼糧於配製後，即進行分點採樣每組試驗飼糧採集 1 公斤飼糧樣品，於通風烘箱 (DK 600DT, Yihder, Taiwan) 以 55°C 烘乾至恆重，經桌上型高速粉碎機 RT 34 粉碎至可通過 2 mm 篩網，混合均勻後密封於封口夾鏈袋內，冷凍保存於 -20°C 冷凍冰櫃中，供日後分析用。
- (ii) 試驗飼糧成分分析：飼糧依 AOAC (1990) 分析方法測定其乾物質 (dry matter, DM) 以通風烘箱測定、粗灰分以高溫灰化爐 (A 550, Vulcan, USA) 測定、粗蛋白質以凱氏氮蒸餾裝置 (K 350, BUCHI, Switzerland)、粗脂肪含量以脂肪快速測定裝置 (Tecator Soxtec HT 1043, Denmark) 測定，並依 ANKOM A2000 方法使用纖維分析儀 (A2000, ANKOM, USA) 測定其中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) 與酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) 含量。

- (iii) 乾物質採食量 (dry matter intake, DMI)、體重 (body weight, BW) 及體況評分 (body condition score, BCS) 測定：試驗開始前至少 2 週試驗料適應期，飼養至割茸當日即結束試驗。試驗期間記錄個體採食量，以個體當日餵飼總重扣除隔日早上剩料重為記錄個體採食量。試驗開始前及採割鹿茸日，依據 Deer Industry New Zealand(2018) 提供之 5 分制體型評分法分制體型評分法，進行評分，並以磅秤量測體重。
- (iv) 產茸性能測定：於試驗結束時，採割鹿茸並測量整副鹿茸重量後，冷凍保存於 -20°C 冷凍冰櫃中，供日後分析用。
- (v) 鹿茸採樣及成分分析：依據郭等 (2009) 之方法進行修正後採樣。將鹿茸以電動切片機切片，經低溫乾燥並粉碎後，以 9 分法方式進行採樣，並委外進行乾物質、粗蛋白質、粗灰分、粗脂肪、鈣及磷分析，其檢測方法參考國家標準法 CNS2770 及 AOAC (2005)。
- (vi) 血液之採樣及生化值分析：割茸當日採頸靜脈血，於室溫靜置 2 小時待血液凝固後，經離心機 (CN 3100 + RS 50, Taiwan) 以 3,000 rpm 之轉數離心 10 分鐘，抽取上層血清，冷凍保存於 -20°C 冰櫃中，供日後分析用。分析項目包含葡萄糖 (glucose, GLU)、血清尿素氮 (serum urea nitrogen, SUN)、肌酐酸 (creatinine, CREA)、天門冬胺酸轉胺酶 (aspartate aminotransferase, AST)、丙胺酸轉胺酶 (alanine aminotransferase, ALT)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、總蛋白質 (total protein, TP)、三酸甘油酯 (triglyceride, TG)、總膽固醇 (total cholesterol, CHOL)、白蛋白 (albumin, ALB)、球蛋白 (globulin, GLO)、總鈣 (total calcium, Ca) 及磷 (phosphorus, P)。
- (vii) 經濟效益分析：依兩組平均產茸重量乘以平均鹿茸單價為鹿茸收益，以個別原料於產茸期之平均採食量乘以各原料單價為飼糧成本，將鹿茸收益減去飼糧成本計算粗收益，進行傳統餵飼及完全混合餵飼方式之經濟效益評估。

III. 統計分析

試驗所得資料以統計分析套裝軟體 (statistical analysis system, 2010)，以不同餵飼方法作為變異因子進行統計分析，並使用一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析。再以最小平方均值 (least square means, LSM) 比較各處理間差異顯著性。

結果與討論

I. 對採食量、體增重及產茸量之影響

不同餵飼方法對臺灣水鹿採食量及產茸性能之影響，如表 3 所示。試驗結果顯示，不同餵飼方式對產茸期臺灣水鹿之乾物質採食量、可消化乾物質採食量、粗蛋白質採食量、可消化粗蛋白質採食量、中洗纖維採食量、可消化中洗纖維採食量、平均日增重、平均產茸量與產茸天數均無顯著差異。但在灰分採食量，對照組卻顯著高於 TMR 組 ($P < 0.05$)。粗脂肪採食量則是 TMR 組顯著高於對照組 ($P < 0.05$)。Singh *et al.* (2000) 指出與傳統餵飼方式相比較，TMR 餵飼方式可使犢水牛有較高的乾物質採食量和營養物質的有效利用，可顯著增加犢水牛日增重。Vibart *et al.* (2008) 亦指出利用完全混合日糧餵飼泌乳牛可有效提高泌乳牛群的飼料效率，同時可大幅提高高遺傳價值泌乳牛的產乳量。Prichard *et al.* (1999) 指出鹿茸的生長與飲食的營養質量、遺傳因素及年齡有關。Williams and Coleman (1997) 發現圈養白尾鹿的鹿茸重量的遺傳力在 0.71 到 0.86 之間，這表明對鹿茸生長有很強的遺傳成分。因此，選育出具有高產茸能力的鹿隻，亦可增加鹿茸產量 (Prichard *et al.*, 1999)。McEwen *et al.* (1957) 之研究結果顯示，餵飼含粗蛋白 17% 日糧之鹿，其骨骼和鹿茸之生長發育較快。Liang *et al.* (1993) 則建議，利用含 22 – 23% 蛋白質進行餵飼鹿隻，可獲得最佳產量的鹿茸。雖然在本試驗中採食量、平均日增重、平均產茸量與產茸天數均無顯著差異，但兩組於試驗結束體重及體況相較於初始體重及體況皆有增加，顯示營養供應皆足夠，因此產茸性能無顯著差異。

II. 對鹿茸成分之影響

不同餵飼方法對臺灣水鹿鹿茸一般成分組成之影響，如表 4 所示。結果顯示，對照組鹿茸灰分含量 43.36% 較 TMR 組 38.92% 為高 ($P < 0.05$)，其餘成分兩組間均無顯著差異。於本次試驗之每日採食量結果顯示，對照組每日灰分採食量 275.11 g/d 顯著高於 TMR 組 212.20 g/d ($P < 0.05$)，推測可能是因採食量對照組採食之苜蓿塊含高量灰分所致。另外，Jeon *et al.* (2009) 研究顯示，隨著鹿茸生長期的延長，梅花鹿之鹿茸產量及灰分含量增加。此結果與本試驗結果相似，兩組鹿茸平均生長天數雖於統計上無顯著差異，但對照組卻較 TMR 組多 6 天之鹿茸生長天數，故對照組鹿茸灰分亦顯著高於 TMR 組，不過本試驗對照組之產茸量卻沒有相對增加。

表 3. 不同飼糧處理對產茸期臺灣水鹿每日乾物質、粗蛋白質及灰分乾物質採食量、茸重、採茸時體重及體況評分、產茸天數、茸重成長率、體重成長率及日增重之影響 (平均值 ± 標準誤差)

Table 3. Effect of different dietary treatments on daily dry matter intake and velvet antler production performances of Formosan sambar deer (Mean ± SE)

Items	Control	TMR
Daily dry matter intake, kg/d	2.91 ± 0.17	2.91 ± 0.12
Daily crude protein intake, g/d	520.67 ± 27.16	527.67 ± 24.00
Daily crude fat intake, g/d	57.08 ± 3.30 ^b	127.51 ± 5.48 ^a
Daily ash intake, g/d	275.11 ± 15.65 ^a	212.20 ± 9.59 ^b
Velvet antler weight, kg	1.77 ± 0.15	1.98 ± 0.22
Final body weight, kg	145.15 ± 2.46	154.08 ± 3.52
Final body condition score	3.43 ± 0.13	3.65 ± 0.10
Days of production	77.31 ± 2.53	71.71 ± 2.21
Growth rate of velvet antler weight ¹ , %	1.79 ± 4.16	14.94 ± 8.84
Growth rate of body weight ² , %	10.07 ± 1.91	12.99 ± 3.29
Daily Body weight gain, g	111.87 ± 20.89	143.48 ± 32.98

Control = concentrate and forage are fed separately; TMR = Total Mixed Ration.

¹ Growth rate of velvet antler weight, % = (current velvet antler weight – last velvet antler weight) / last velvet antler weight × 100%.

² Growth rate of body weight, % = (final body weight - initial body weight) / initial body weight × 100%.

^{a, b} Means with different superscripts between different groups are significantly different (P < 0.05).

表 4. 不同飼糧處理對臺灣水鹿鹿茸化學成分之影響 (平均值 ± 標準誤差)

Table 4 Effect of different dietary treatments on chemical composition of velvet antler for Formosan sambar deer (Mean ± SE)

Items	Control	TMR
Dry matter, %	40.96 ± 1.55	40.52 ± 1.17
Crude protein, %	47.76 ± 2.40	46.81 ± 1.22
Ash, %	43.36 ± 0.17 ^a	38.92 ± 1.49 ^b
Ether extract, %	3.54 ± 1.00	4.75 ± 1.32
Total calcium, %	15.57 ± 0.69	15.36 ± 0.42
Phosphorus, %	7.37 ± 0.29	7.22 ± 0.16

Control = concentrate and forage are fed separately; TMR = Total Mixed Ration.

^{a, b} Means with different superscripts between different groups are significantly different (P < 0.05).

III. 對血液生化值之影響

不同餵飼方法對臺灣水鹿血液生化值之影響，如表 5 所示。由表中可以看出，利用完全混合日糧餵飼臺灣水鹿之處理組，其血液中三酸甘油酯及總膽固醇含量皆顯著高於對照組 (P < 0.05)，然而，對照組之血液尿素氮則顯著高於完全混合日糧組 (P < 0.05)，其餘檢測項目則無顯著差異。Bargo *et al.* (2002) 在乳牛餵飼放牧加餵精料、放牧加餵 TMR 及全 TMR 餵飼等 3 種不同日糧之試驗中指出，放牧加餵精料組其血液中尿素氮顯著高於其他兩組 (17.2 及 13.8 mg/dL, P < 0.05)，且以每週檢測做數值來看，放牧加餵精料組之血液尿素氮濃度變化較其他兩組大，其次是放牧加餵 TMR 組，全 TMR 組則相對較穩定，推測可能是因為全 TMR 餵飼方式，其飼糧中 CP 含量較恆定所導致。Liu *et al.* (2016) 之研究亦指出餵飼肉牛全 TMR、先餵精料後餵芻料及先餵芻料後餵精料等 3 種不同日糧之試驗結果顯示，利用 TMR 餵飼之肉牛其血液尿素氮顯著低於先餵精料後餵芻料組 (2.33 及 2.77 mmol/L, P < 0.05)，但 TMR 組與先餵芻料後餵精料組之血液尿素氮 (2.33 及 2.46 mmol/L) 卻無顯著差異。此結果與現場觀察到鹿隻採食習慣相符，餵飼對照組鹿隻時，試驗精粗料皆同時放入飼料槽，鹿隻通常優先採食精料後採食芻料。

表 5. 不同飼糧處理對產茸期臺灣水鹿血液生化值之影響 (平均值 ± 標準誤差)

Table 5. Effect of different dietary treatments on blood biochemistry values for Formosan sambar deer (Mean ± SE)

Items	Control	TMR	Reference ¹
Aspartate aminotransferase (U/L)	73.18 ± 4.94	75.93 ± 5.57	39.00 ± 28.00
Alanine aminotransferase (U/L)	74.53 ± 4.67	69.00 ± 4.26	67.00 ± 29.00
Alkaline phosphatase (U/L)	452.94 ± 50.98	506.47 ± 64.77	224.00 ± 245.00
Total protein (g/dL)	7.90 ± 0.36	7.85 ± 0.27	6.60 ± 0.80
Albumin (g/dL)	4.23 ± 0.22	4.27 ± 0.23	3.60 ± 0.70
Globulin (g/dL)	3.67 ± 0.17	3.59 ± 0.21	3.00 ± 0.80
Serum urea nitrogen (mg/dL)	29.48 ± 1.10 ^a	24.89 ± 1.22 ^b	25.00 ± 8.00
Creatinine (mg/dL)	1.78 ± 0.06	1.70 ± 0.08	1.90 ± 0.70
Glucose (mg/dL)	125.65 ± 13.27	98.27 ± 7.74	163.00 ± 51.00
Triglyceride (mg/dL)	25.94 ± 1.82 ^a	33.53 ± 2.19 ^b	22.00 ± 15.00
Total cholesterol (mg/dL)	76.76 ± 6.38 ^a	116.47 ± 9.93 ^b	59.00 ± 22.00
Total calcium (mg/dL)	9.75 ± 0.47	10.05 ± 0.36	9.50 ± 1.00
Phosphorus (mg/dL)	8.41 ± 0.38	8.93 ± 0.30	7.60 ± 2.10

Control = concentrate and forage are fed separately; TMR = Total Mixed Ration.

¹ Reference from Woodbury (2002).

^{a, b} Means with different superscripts between different groups are significantly different (P < 0.05).

Lin *et al.* (2004) 研究顯示，餵飼韓國土公牛酒精發酵飼料會增加血液中三酸甘油酯及膽固醇含量。Ahmed *et al.* (2020) 則指出，於公小水牛飼料中添加過瘤胃脂肪可降低血液中葡萄糖含量，並增加血液中三酸甘油酯及膽固醇含量。Barley and Baghel (2009) 指出，於泌乳水牛飼糧中添加過瘤胃脂肪，可使水牛血清中三酸甘油酯提高，亦可同時提高其乳中的脂肪含量。本試驗中之 TMR 組飼糧為商用完全混合日糧，故無法得知配方中是否有添加過瘤胃脂肪，但可確定的是，商用飼糧中有添加青貯料。黃等 (2017) 進行餵飼產茸鹿添加過瘤胃離胺酸的研究報告顯示，餵飼自配 TMR 飼糧的鹿隻，其血液中膽固醇含量為 122 – 144 mg/dL。另外，陳 (2021) 的研究報告亦顯示，餵飼百慕達、苜蓿草塊及精料之組別，其鹿隻血液中膽固醇含量為 89.00 ± 5.31 mg/dL；餵飼盤固乾草、精料及玉米青貯之組別，其數值則為 108.71 ± 10.80 mg/dL，此與本試驗結果相符。姚等 (2022) 研究報告顯示，對照組飼料中粗脂肪含量 (3.49%) 略高於處理組 (1.99%)，因此提升對照組血中膽固醇數值，此結果亦與本試驗結果相符。由於本次試驗是針對商用完全混合日糧之餵飼方式及可行性作探討，所用之 TMR 為泌乳牛配方，此結果亦顯示未來若推廣於鹿產業則需另規劃設計鹿專用配方，此研究將於後續試驗進行探討。

Ho *et al.* (2018) 指出，血液中鹼性磷酸酶含量與成骨細胞活性有關，也是骨骼和鹿角生長的指標。本試驗鹿隻之血液中鹼性磷酸酶含量兩組間雖無顯著差異，但數值卻明顯高於參考文獻，推測是因為參考文獻中之紅鹿血液樣品是於非產茸期進行採樣，試驗鹿隻則是於產茸期採樣所致。姚等 (2022) 研究報告顯示，於產茸期餵飼鹿隻濕式及乾式完全混合日糧，兩組之鹼性磷酸酶含量雖無顯著差異，但卻高於參考值，推測為產茸期大量釋放鹼性磷酸酶以進行骨骼代謝與生長，此與本試驗結果一致。

IV. 對經濟效益評估之影響

不同餵飼方法對臺灣水鹿經濟效益評估之影響如表 6 所示。以鹿茸平均產量和每臺兩 600 元 (即每公斤 16,000 元) 估算其產值，扣除試驗期間之飼糧成本變化進行經濟效益評估，利用 TMR 餵飼組較對照組之飼料成本雖較對照組提高 493 元 / 頭，但平均產茸量卻較對照組提高約 0.21 公斤 / 頭，產茸收入則提高 3,360 元。因此，換算其飼養之經濟效益，TMR 組較對照組增加 2,867 元 / 頭之收益。此與 Tozer *et al.* (2003) 之 3 種不同餵飼方式對泌乳牛經濟效益比較結果相同，都是以餵飼完全混合日糧的組別有較高的經濟效益。本試驗所使用之 TMR 是購買以每公斤販售之商用完全混合日糧 (含運費)，故無購置其他機械及人力與時間成本之考量。依照 111 年畜牧類農情統計調查結果 (含產值) 之畜禽統計調查結果，國內養鹿場共 506 場，在養頭數 15,721 頭，平均飼養頭數約 31 頭 (行政院農業委員會，2022)，以每日每頭平均餵給 5 公斤完全混合日糧計算，多數鹿場無法達到有效的自配完全混合日糧之規模，且除產茸期前後短短三個月餵予高營養濃度飼糧外，其餘時間多僅餵與少量精料搭配狼尾草，因此投資設備與倉儲可能不符合經濟效益。

表 6. 不同飼糧處理對產茸期臺灣水鹿經濟效益之影響

Table 6. Effect of different dietary treatments on economic benefits for Formosan sambar deer

Items, per deer/NTD*	Control	TMR	Economic benefits TMR-control
Velvet antler income ¹	28,320	31,680	3,360
Feed cost ²	3,180	3,673	493
Income over feed costs ³	25,140	28,007	2,867

Control = concentrate and forage are fed separately; TMR = Total Mixed Ration.

¹ Velvet antler price: 16,000 NTD/kg.

² Pangola grass hay cost: 5.78 NTD/kg, Alfalfa cube cost: 15.50 NTD/kg, Concentrate cost: 15.00 NTD/kg, TMR cost: 8.83 NTD/kg. Only the feed cost of consumption during velvet antler production is taken.

³ Income over feed costs = Velvet antler weight × 16,000 – Feed cost.

* NTD: New Taiwan dollar.

結 論

本試驗鹿隻於產茸期於乾物質採食量、生長及產茸性能皆無顯著差異，且兩組鹿隻於試驗後體重及體況評分皆有增加，顯示兩組飼糧皆能滿足產茸期鹿隻營養需求。TMR 組之血清尿素氮數值亦顯著低於傳統餵飼組，顯示 TMR 餵飼方式相較於傳統餵飼，可使鹿隻採食之粗蛋白質在瘤胃中穩定釋放，減少蛋白質的浪費與肝臟代謝之負擔。若以鹿茸平均產量和每臺兩 600 元 (即每公斤 16,000 元) 估算其產值，扣除試驗期間之飼糧成本進行經濟效益評估，則 TMR 組較對照組每頭增加 2,867 元之收益。因此，利用完全混合日糧餵飼產茸鹿隻除了省工外尚可提高經濟效益。

參考文獻

- 行政院農業委員會。2022。111 年畜牧類農情統計調查年報。 <https://agrstat.moa.gov.tw>。
- 李春芳、蕭宗法。2007。反芻動物飼料試管乾物質消化率 (IVDMD) 方法之修改。畜產研究 40(1)：59-65。
- 姚君雯、劉雅醇、林信宏、楊鎮榮、王紓愨、陳嘉昇、吳錫勳。2022。完全混合日糧粒料應用於臺灣水鹿產茸期之研究。中國畜牧學會會誌 51：245-259。
- 陳偉群。2021。應用國產芻料於臺灣水鹿產茸之研究。碩士論文。國立屏東科技大學，屏東縣。
- 郭卿雲、王妙齡、康獻仁、王治華。2009。臺灣水鹿茸四分切段成分分析。畜產研究 42：245-253。
- 黃憲榮、林信宏、許晉賓、康獻仁、林正鏞。2017。飼糧添加過瘤胃胺基酸及不同粗蛋白質濃度對鹿茸產量及血液生化值之影響。中國畜牧學會會誌 50：257-264。
- 經濟部標準檢驗局。1986。中華民國國家標準。CNS 總號 2770 飼料檢驗法。臺北市。
- 劉國輝。2015。科學養殖常識鹿養殖新技術。元華文創股份有限公司，臺北市，pp. 9-11。
- Ahmed, S., M., M. N. M. Aamir, N. M. N. Ul-Haque, I. B. N. Ahmad, I. B. Marghazani, and M. I. Khan. 2020. Influence of rumen bypass fat fed with total mixed ration on growth performance in Nili-Ravi buffalo calves. J. Hell. Vet. Med. Soc. 71: 2437-2444.
- Bargo, F., L. D. Muller, G. A. Varga, J. E. Delahoy, and T. W. Cassidy. 2002. Ruminal digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. J. Dairy Sci. 85: 2964-2973.
- Barley, G. G. and R. P. S. Baghel. 2009. Effect of bypass fat supplementation on milk yield, fat content and serum triglyceride levels of Murrumbidgee buffaloes. Buffalo Bull. 28: 173-175.
- Deer Industry New Zealand. 2018. Body condition score. <https://deernz.org/deer-hub/feeding/feeding-deer/body-condition-score/>.
- Ho, H. W., I. I. Chai., R. Abdullah, C. A. Azlan, H. Hamzah, F. F. A. Jesse, H. A. Hassim, and H. Wahid. Age and sex comparison in determining baseline blood and coagulation profiles in semi-extensive rusa deer (*Rusa Timorensis*). Malays. J. Vet. Res. 9: 53-62.
- Jeon, B., S. Kim, S. Lee, P. Park, S. Sung, J. Kim, and S. Moon. 2009. Effect of antler growth period on the chemical

- composition of velvet antler in sika deer (*Cervus nippon*). *Mamm. Biol.* 74: 374-380.
- Liang, F., Q. Wang, and T. Wen. 1993. Deer feeding for velvet production. The 4th ARRC International Symposium. pp. 115-122.
- Lin, G. Z., B. W. Kim, H. S. Kim, K. I. Sung, S. J. Ohh, B. J. Hong, and J. S. Shin. 2004. Changes in serum metabolites and growth characteristics of Korean native steers fed alcohol fermented feeds. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* 17: 648-654.
- Liu, Y. F., F. F. Sun, F. C. Wan, H. B. Zhao, X. M. Liu, W. You, H. J. Cheng, G. F. Liu, X. W. Tan, and E. L. Song. 2016. Effects of three feeding systems on production performance, rumen fermentation and rumen digesta particle structure of beef cattle. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* 29: 659-665.
- McEwen, L. C., C. E. French, N. D. Magruder, R. W. Swift, and R. H. Ingram. 1957. Nutrient requirements of the white-tailed deer. *Trans. N. Am. Wildl. Conf.* 22: 119-132.
- Muir, P. D., A. R. Skyes, and G. K. Barrell. 1987. Growth and mineralization of antlers in red deer (*Cervus elaphus*). *New Zeal. J. Agr. Res.* 30: 305-315.
- Nikkhah, A. 2015. A pragmatic analysis of total mixed ration vs. component nutrition in dairy cows: a real wisdom. *World J. Vet. Sci.* 3: 1-2.
- Nocek, J. E., R. L. Steele, and D. G. Braund. 1986. Performance of dairy cows fed forage and grains separately versus a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 69: 2140-2147.
- Pi, Z. K., Y. M. Wu, and J. X. Liu. 2005. Effect of pretreatment and pelletization on nutritive value of rice straw-based total mixed ration, and growth performance and meat quality of growing Boer goats fed on TMR. *Small Rumin. Res.* 56: 81-88.
- Prichard, A. K., G. L. Finstad, and D. H. Shain. 1999. Factors affecting velvet antler weights in free-ranging reindeer in Alaska. *Rangifer* 19: 71-76.
- SAS. 2010. SAS/STAT[®] 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schingoethe, D. J. 2017. A 100-year review: total mixed ration feeding of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100: 10143-10150.
- Singh, R., B. Singh, M. Wadhwa, and M. P. S. Bakshi. 2000. Effect of roughages to concentrate ratio in pelleted diet on the productive performance of buffalo calves. *Buffalo J.* 16: 131-137.
- Tozer, P. R., F. Bargo, and L. D. Muller. 2003. Economic analyses of feeding systems combining pasture and total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 86: 808-818.
- Vibart, R. E., V. Fellner, J. C. Burns, G. B. Hunington, and J. T. Green. 2008. Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *J. Dairy Res.* 75: 471-480.
- Williams, A. G. and G. S. Coleman. 1997. The Rumen Microbial Ecosystem (The Rumen Protozoa). pp 73-139.
- Woodbury, M. 2002. Normal Hematology and Serum Chemistry Values for Red Deer (*Cervus elaphus*). Available: http://www.usask.ca/wcvm/herdmed/specialstock/deer/reddeer_values.html.

Effects of commercial total mixed ration on the velvet antler production performance of Formosan sambar deer ⁽¹⁾

Ya-Chun Liu ⁽²⁾ Wei-Qun Chen ⁽³⁾ Chun-Wen Yao ⁽³⁾ Ming-Han Tsai ⁽³⁾
Hsin-Hung Lin ⁽²⁾ Chin-Bin Hsu ⁽⁴⁾ and Hsi-Hsun Wu ⁽³⁾⁽⁵⁾

Received: Nov. 17, 2023; Accepted: Jul. 2, 2024

Abstract

The study aimed to analyze the effect of conventional separate ingredient feeding system and total mixed ratio (TMR) on the velvet antler production performance of Formosan Sambar deer. The study selected thirty male Formosan Sambar deer to randomly assigned to groups based on the weight of their previous velvet antler production performance and age, namely the comparison of separate ingredients feeding system and the commercial TMR. The deer underwent experiment during the velvet antler production period, with an average velvet antler production period of 75 days. The results showed that the average dry matter intake, velvet antlers production, BW and body condition score were not significantly different between the control and TMR groups. The ash content of velvet antlers from deer fed with the control diet was significantly higher than that of the deer fed with TMR ($43.36 \pm 0.17\%$ vs. $38.92 \pm 1.49\%$) ($P < 0.05$). The blood biochemistry values of triglyceride (25.94 ± 1.82 vs. 33.53 ± 2.19 mg/dL) and total cholesterol (76.76 ± 6.38 vs. 116.47 ± 9.93 mg/dL) were significantly higher for the deer in the TMR group than those of deer in the control group ($P < 0.05$). In contrast, deer in the control group had higher serum urea nitrogen (SUN) than the TMR group (29.48 ± 1.10 vs. 24.89 ± 1.22 mg/dL) ($P < 0.05$). With regards to the evaluation of economic benefits, the proceeds of the TMR group was NT\$2,867 /deer higher than that of the control group, based on the average income from velvet antler production deducing the feeding cost during the experiment period. In sum, there was no significant difference in the velvet antler production between the total mixed ratio and conventional feeding system. However, TMR feeding can improve the economic benefit and is worth promoting for applications.

Key words: Formosan sambar deer, Total mixed ration, Velvet antler production performance.

(1) Contribution No. 2798 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Southern Region Branch, MOA-TLRI, Pingtung 94644, Taiwan, R. O. C.

(3) Department of Animal Science, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan, R. O. C.

(4) Animal Nutrition Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(5) Corresponding author, E-mail: hhwu@mail.npust.edu.tw.