

盤固草與百慕達草對荷蘭種泌乳牛 飼養價值比較⁽¹⁾

李春芳⁽²⁾ 陳吉斌⁽²⁾ 蕭宗法⁽²⁾

收件日期：88 年 3 月 8 日；接受日期：88 年 4 月 30 日

摘 要

盤固草與百慕達草是本省常用來飼養乳牛的禾本科牧草。本試驗的目的，在比較省產盤固草與進口百慕達草對泌乳牛的飼養價值。試驗包括瘤胃消化與泌乳性能兩部分。以瘤胃開窗母牛進行瘤胃原位 (*in situ*) 消化，盤固草與百慕達草在瘤胃反序培養 0 到 96 h，比較其在瘤胃分解模式及可利用率，另以平均泌乳天數 103 天及泌乳量 25.5 kg 的 30 頭荷蘭種泌乳牛，逢機分成兩組，飼養七週測定泌乳性能。飼糧以完全混合日糧方式配製，組成包括 50.0% 的玉米—大豆粕基礎精料、18.5% 的苜蓿乾草及 25.0% 的盤固乾草或百慕達乾草（乾基）。盤固草與百慕達草的 CP 與 ADF 含量分別為 5.9 及 11.0% 與 42.0 及 33.2%（乾基）。兩種草在瘤胃可利用率差異不大，而除了 ADF 外，分解速度以百慕達草較快。盤固草與百慕達草飼糧餵飼泌乳牛群，得到相近的泌乳量、乳脂率及乳蛋白率表現，但盤固草組的粗收入增加 6.3 元/頭/天，兩組牛隻 3.5% 乳脂校正乳量、乳脂率與 DMI 分別為 24.5 及 24.8 kg/頭/天；3.56 及 3.49% 與體重的 3.36 及 3.49%。綜合試驗結果顯示，中等品質的盤固草與百慕達草，在化學成分與在瘤胃消化的差異，並不顯著影響對泌乳牛的飼養效果，但盤固草飼糧的飼養有較高的粗收入。

關鍵詞：盤固草、百慕達草、瘤胃消化、泌乳性能。

緒 言

盤固草 A254 (*Digitaria decumbens* A254) 是省產主要禾本科牧草之一，牛隻適口性良好，相關的營養價值研究工作也陸續進行。以肉公牛測定草高 50 到 106 cm 盤固草的總消化道消化率時，李等 (1991) 得到其 CP 分佈在 15.2 到 5.2%，NDF 消化率分佈在 72.5 到 56.0%，而總可消化營養分分佈在 64.6 到 55.5%；同樣盤固草以瘤胃袋原位技術 (*in situ* technique) 探討成熟度對在瘤胃消化的影響時，得知其 NDF 在瘤胃消化速率分佈在 6.10 到 4.10% h⁻¹，最終不被分解部分分佈在 18.2 到 36.2%，可利用率則分佈在 55.5 到 40.5% (Lee, 1994)。盤固草可以乾草、半乾青貯或青貯方式保存。乾草或半乾青貯草飼糧對泌乳牛的飼養價值相近，牛隻每日泌乳量分別為 20.9 與 21.1 kg，乾物採食量分別為 16.8 與 17.2 kg，而且乾乳母牛瘤胃內容物 pH 值也多可維持在 6.5 以上 (陳等, 1994)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 958 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所新竹分所乳牛系。

近年來禾本科牧草進口的情形十分普遍，已大幅增加生乳成本，而其中又以百慕達草為最大宗。百慕達草 (*Cynodon dactylon*) 也是一種熱帶牧草，當提供為閩公牛的唯一飼糧時，CP 11.4% 百慕達草的 NDF 總消化道消化率為 56.4% (Galloway *et al.*, 1993b)；CP 10.1% 百慕達草在瘤胃有機物真消化率為 49.4% (Galloway *et al.*, 1993a)。肉用閩公牛放牧於 CP 13~16% 的百慕達草牧區，可得到 0.47 kg 的日增重 (Galloway *et al.*, 1993a)，而補充適當的穀類精料後，可以提高牛隻的採食量 (Galloway *et al.*, 1993b；Goetsch *et al.*, 1991) 與增重 (Galloway *et al.*, 1993a)，但降低百慕達草 NDF 的消化率 (Goetsch *et al.*, 1991)。Ruiz *et al.* (1995) 測定 CP 11.4% 百慕達青貯草的 *in situ* NDF 消化速度為 $4.9\% \text{ h}^{-1}$ ，以其調製飼糧餵飼泌乳牛時，得到 19.0 kg 的 DMI 與 20.0 kg 的泌乳量，泌乳量結果與陳等 (1994) 盤固草試驗相近。近期試驗報告指出，經選育後的百慕達草可以接近苜蓿的飼養效果，改良品系 Tifton 85 百慕達草 CP 高達 17.3%，*in vitro* 可消化 NDF 的消化速度以百慕達草的 $4.2\% \text{ h}^{-1}$ ，明顯高於苜蓿草的 $2.8\% \text{ h}^{-1}$ ；提供為日糧 15 或 30% 時，百慕達草飼糧的 NDF 與 ADF 表面消化率也顯著高於苜蓿組 ($P < 0.01$)；百慕達組牛隻的 DMI 稍低，22.1 與 22.5 kg ($P < 0.001$)，但泌乳量仍相當良好，32.4 與 33.3 kg ($P < 0.001$)，因此認為百慕達草可以做為良好泌乳牛牧草來源 (West *et al.*, 1997)。

農村勞力缺乏，驅使整體農業走向機械化與自動化。在乳牛餵飼系統方面，完全混合日糧 (total mixed ration, TMR) 可以顯著增加乾物採食量 (Nocek *et al.*, 1986)，並且刺激採草量，可能是改善本省熱季飼養困難的一個途徑。盤固草價格便宜，對牛隻適口性良好，可以做為 TMR 芻料來源，但仍需要切短是用於 TMR 系統的最大限制因素，同時品質良好穩定的盤固乾草也不易購買。進口百慕達草每公斤售價約 8.0 到 8.5 元，酪農如果以之取代 4.5 元的盤固草餵飼泌乳牛，每天每頭牛的日糧成本增加估計在 10 元以上，相當可觀，但百慕達草具有品質較穩定、已加工切短、膨鬆性良好、可以直接配製 TMR 而提高工作效率等優點，因此也頗被酪農接受。兩種草各有其優缺點，因此本次試驗分別由兩種草在瘤胃的消化、對牛隻泌乳性能及經濟效益影響等方面進行探討，以比較盤固草與百慕達草在本省飼養環境下的飼養價值。

材料與方法

I. 在瘤胃消化與利用

以瘤胃原位技術 (ruminal *in situ* technique) 探討盤固草與百慕達草在瘤胃的消化模式與利用率 (李, 1998)。將飼養試驗中所收集的盤固乾草與百慕達乾草 (成分列於表 1)，以 2 mm Wiley mill 磨細後，每時間點稱取二重覆的 6.5 g，放入由 100% polyester 材料 (R102, Erlanger Blumgart Co. Inc., USA) 所製成的 $9 \times 14.5 \text{ cm}^2$ 大小的瘤胃袋後以束緊封口，該布料孔隙度平均 $52 \mu\text{m}$ ，樣品重與瘤胃袋表面積比 (mg/cm^2) 為 25:1。兩頭瘤胃開窗乾乳母牛提供瘤胃環境，日糧固定為 3.0 kg 玉米一大豆粕精料及盤固乾草任食，以穩定瘤胃微生物族群。裝有盤固草或百慕達草的樣品袋及空白袋，放入有鉤繩的洗衣網袋，再依反序置入瘤胃腹囊底部，分別培養 96、60、36、24、16、8、6、4、2 及 0 h。每次放袋前先以 35°C 溫水浸置 10 分鐘，也就是 0 h 培養點的處理方法。所有培養結束後，全部瘤胃袋取出，立即以自來水沖洗多次後，放入洗衣機 (惠而普單槽全自動家用型) 冷水清洗兩次，再以 60°C 送風烘乾 48 h。

兩種草原始樣品與各時間點培養後剩餘物，依飼養試驗一節中所述方法分析 DM、CP、ADF 及 NDF，計算各時間點的養分剩餘百分比 (remaining percentage at time t, R (t), %)。各組成在瘤胃分解的快速消失部分 (fast disappearing pool, F)，以 0 h 處理所減少的部分定義。由於培養最後兩點間隔 36 h 過長，影響統計結果，因此參考 Hartnell and Satter (1979) 所得苜

苜蓿乾草在總消化道停留時間為 55.3 h 的結果，以內差法取 72 h 的剩餘百分比做為最終不被分解部分 (undegradable residue, U)。在瘤胃分解模式的選擇上，由實際所得各時間點養分剩餘百分比繪圖後決定，採用 Smith *et al.* (1972) 不帶停滯時間的分解模式 (式 1)，或 Mertens and Lofton (1980) 有停滯時間的不連續分解模式 (式 2)，以 SAS 非線性迴歸模式的 Marquardt 方法進行統計分析，計算各養分組成在瘤胃分解開始前的停滯時間 (lag time, L) 及可分解部分的分解速度 (degradation rate, kd)。可分解部分 (potentially degradable pool, D) 定義為 0 h 剩餘量與最終不被分解部分 U 的差異 (式 3)，在瘤胃利用率 (ruminal availability, RA) 採用 Ørskov and McDonald (1979) 的計算方法 (式 4)。

$$\text{式 1: } R(t) = (D * e^{-kd * t}) + U$$

$$\text{式 2: } R(t) = (D * e^{-kd * (t-L)}) + U$$

$$\text{式 3: } D = 100 - F - U$$

$$\text{式 4: } RA = F + D * (kd / (kd + kp))$$

式 2 中當 $t \leq L$ 時， $R = D + U$ ，式 4 的 kp 為固體在瘤胃排出速度 (passage rate)，為一設定值，設定 DM 及 CP 的 kp 值為 5.0、6.0 或 7.0% h^{-1} ，而 NDF 及 ADF 的 kp 值為 2.0、3.0 或 4.0% h^{-1} ，RA 值分別計算。盤固草與百慕達草在瘤胃的消化與利用，即經由以上不同時間培養所得的各項消化介值進行比較。

表 1. 泌乳試驗飼糧組成的化學成分¹ (%，乾基)

Table 1. Chemical compositions of diet ingredients used in PG and BD lactation study¹ (%，DM basis)

Diet ingredients	CP	NDF	ADF	EE ²	NSC ²	OM ²	Ca	P	IVDMD ²
PG ² hay	5.9	71.6	42.0	2.4	12.3	92.1	0.29	0.12	49.3
BD ² hay	11.0	74.5	33.2	2.7	3.3	91.5	0.46	0.17	59.2
Corn-SBM concentrate	19.9	—	5.6	3.2	58.7	91.8	1.23	0.75	—
Dehy. alfalfa pellet	18.7	54.3	41.9	2.9	12.1	87.7	1.55	0.32	58.4
Alfalfa hay	19.5	43.6	35.7	3.7	21.2	88.2	1.37	0.29	66.8
By-pass fat	—	—	—	99.6	—	—	—	—	—

¹ n = 3 or 4.

² PG: pangolagrass, BD: bermudagrass, EE: ether extract, NSC: non-structural carbohydrate (100 - CP - NDF - EE - Ash), OM: organic matter, IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

II. 飼養試驗

以單因子變異分析 (Analysis of Covariance) 設計進行泌乳牛飼養試驗。在 85 年冬天選擇中高產荷蘭種泌乳牛 30 頭，以相同的百慕達乾草飼兩週，得到變異期性能資料後，依乳量排序後，將牛群逢機分成兩群，仍繼續採用群飼方式，進行為期七週的飼養與泌乳性能測試。試驗變異期 30 頭牛平均泌乳天數 103 天，泌乳量為 25.5 kg，兩組牛群在變異期的性能資料列於表 2。

本次試驗所用的盤固乾草為分所自產的 A254 品系，在加入 TMR 之前先以切草機切短至 10 到 15 cm 長度，但並不十分整齊；百慕達乾草採外購，品系不清楚，外觀呈淡綠色，葉與莖分佈均勻，並也已切短至 10 到 15 cm 長度，十分膨鬆，配製 TMR 時沒有卡軸的問題。飼糧處理分為盤固乾草 TMR 與百慕達乾草 TMR 兩組。日糧配方計算參考美國 NRC (1989) 乳牛營養需要量推薦，提供 27.0 kg 泌乳所需營養分。日糧組成包括固定量的 4.0 kg 苜蓿乾草、1.0 kg 脫水苜蓿粒、5.7 kg 的盤固乾草或百慕達乾草 (飼料基)，並以過瘤胃脂肪 (Alifet, Switzerland) 及玉米一大豆粕精料進行調整，使日糧泌乳淨能提供量相近。每天 TMR 分清晨與下午兩次配製飼料，配製時再加水將日糧乾物質比例調整到 60%，配製量的增減以隔天回收時有 5~10% 剩料為準。二

處理組採用相同精料配方，為磨碎玉米 66.5、大豆粕 25.0、魚粉 2.5、氧化鎂 0.4、硫酸鈉 0.2、碳酸鈣 1.6、磷酸氫鈣 1.5、碳酸氫鈉 1.2、鹽 0.95 及維生素與礦物鹽預混物（牛賜美肥，氰胺）0.15%（餵飼基）。試驗日糧組成、由各組成分實際分析值所計算的日糧成分及成本計算，詳列於表 3。

表 2. 盤固草與百慕達草泌乳試驗變積期的牛群性能資料

Table 2. Herd records of covariate period of PG and BD lactation study

Items	PG ¹ group	BD ¹ group
Animal no.	15	15
Days in milk, days	112	93
Lactation no.	2.1	2.2
Body weight, kg	590	538
Body condition score	3.2	3.0
Milk yield, kg/day/cow	25.9	25.1

¹ PG : pangolagrass, BD : Bermudagrass.

表 3. 盤固草與百慕達草泌乳試驗的飼糧處理、計算成分（乾基）及成本

Table 3. Diet treatments, calculated compositions (DM basis) and feed cost of PG and BD lactation study

Items	PG ¹ diet	BD ¹ diet
Diet ingredients, %		
Corn-SBM concentrate	50.4	47.6
Dehydrated alfalfa pellet	4.9	4.9
Alfalfa hay	18.5	18.6
By-pass fat	1.5	2.6
PG ¹ hay	24.7	—
BD ¹ hay	—	26.3
Total, kg/day/cow	19.7	19.5
Calculated diet compositions, ² %		
DM	61.4	62.1
OM	91.1	91.1
CP	16.0	16.9
NDF	33.3	35.0
ADF	21.9	20.1
Non-structural carbohydrate	37.2	33.4
Ether extract	4.54	5.62
Ca	1.02	1.04
P	0.48	0.47
Forage : Grain	48 : 52	50 : 50
Feed cost, ³ NT\$		
per cow per day	179.1	197.9
per kg of DM	9.1	10.2

¹ PG : pangolagrass, BD : bermudagrass.

² Diet compositions were calculated from the analyzed values of individual ingredients.

³ NT\$ per kg of diet ingredients during experiment period were 9.3 of concentrate, 8.1 of dehydrated alfalfa pellet, 8.4 of alfalfa hay, 30.8 of by-pass fat, 4.5 of PG hay, and 8.0 of BD hay, respectively (AD basis).

試驗期間每天記錄泌乳量及採食量。隔週採 am-pm 牛乳樣品，個別牛隻樣品混勻後，測定乳脂、乳蛋白、乳糖 (Milko-Scan 255A/B, Foss Electric, Denmark)、體細胞數 (Fossomatic 250, Foss Electric, Denmark) 及比重。隔週採飼糧組成，飼糧剩料於試驗期第三週起採集，並以週為單位混合。飼糧組成與三組剩料分析 DM、CP、ADF、粗脂肪 (EE)、灰分 (Ash)、鈣 (Ca)、磷 (P) (AOAC, 1984)、NDF (Van Soest *et al.*, 1991) 及試管乾物質消化率 (*In vitro* dry matter digestibility, IVDMD, 李等, 1984)，並計算各組成的非結構性碳水化合物 (non-structural carbohydrate, NSC = 100 - CP - NDF - EE - Ash, Mertens, 1992)。在 ADF 與 NDF 分析上，由先期比較得知，最後的丙酮清洗與過濾步驟對測定值影響不大，因此為顧及人員健康將該步驟省略。試驗開始、期中及結束時，牛隻分別過磅及給予體況分數 (body condition score, Wildman *et al.*, 1982)。

統計方法採用 SAS 一般線性模式 (GLM)，各項泌乳性能 (y) 取試驗期第三到第七週資料進行統計，並以變積期資料為共變數 (covariate) 進行校正，統計模式為

$$y = \mu + \text{covariate} + \text{Hay} + e$$

其中 μ 為族群平均，Hay 為乾草處理效應，e 為試驗機差。顯著差異水準訂為 5%。

結果與討論

I. 盤固草與百慕達草品質與消化利用的比較

盤固草與百慕達草成分列於表 1，對照 NRC (1989) 飼料成分表的分類，本次試驗的兩種草大約在六到七週的生長期，屬中等品質。兩種草 NDF 含量都高達 70% 以上，但 ADF 差異達 9% 單位，盤固草 ADF 42.0% 為百慕達草 33.2% 的 1.3 倍，而 CP 5.9% 僅為百慕達草 11.0% 的 53.6%，但盤固草 NSC 計算值 12.3% 為百慕達草 3.3% 的 3.7 倍。依照 Goering and van Soest (1970) 對纖維的劃分方法，ADF 包含消化率較低的纖維素與不消化的木質素，高消化率的半纖維素含量在盤固草與百慕達草分別為 29.6 與 41.3%，因此低 CP、低半纖維素與高 ADF 導致盤固草 IVDMD 明顯低於百慕達草 10 個百分點。

兩種草以 *in situ* 方法所測定的在瘤胃消化結果列於表 4。試驗原以兩頭瘤胃開窗乾乳牛進行 *in situ* 測定，但因其中一頭牛發生消化擾亂情形，因此雖然兩頭牛的測定結果的趨勢相同，但在表 4 中只列出正常牛的測定結果做為參考，不做統計分析。比較組成分的消化模式時，表 4 中的停滯時間 L 值顯示，ADF 的消化模式呈不連續性，開始被消化前需要 3 到 13 h 的時間，進行水合 (hydration) 及微生物貼附 (attachment) 等工作，而其餘 DM、NDF 及 CP 的消化可立即或快速展開；並且 ADF 在 72 h 的剩餘比例 (U) 也較其它三組成為高，顯示瘤胃微生物對 ADF 的消化較為困難。以兩種草進行比較，盤固草的 DM、NDF、ADF 與 CP 四組成，在瘤胃的可溶性都較高 (F 值較大)，但可消化部分也較難分解，其分解速度除了 ADF 外都低於百慕達草，並且不能消化的比例也較高 (U 值大)，盤固草 ADF 分解速度雖較快，但需要 13 h 的停滯方能啟動。由於較高的可溶部分與可消化部分消化率較低的互相抵銷，縮小了盤固草與百慕達草在瘤胃可利用率的差異，其 DM 利用率以盤固草稍高，NDF 與 CP 利用率以百慕達草稍高，ADF 利用率在 $\text{kp } 3.0\% \text{ h}^{-1}$ 時相近。兩種草 CP 在瘤胃利用率，亦即相當於在瘤胃可分解蛋白質 (ruminal degraded protein, RDP)，都約佔其 CP 的 50%。

表 4. 盤固乾草與百慕達乾草在瘤胃分解模式比較

Table 4. Comparisons of *in situ* degradation kinetics of Pangolagrass and Bermudagrass hay

Constitutes	Parameters	Pangolagrass hay	Bermudagrass hay
DM	L, h	0	0
	F, %	32.1	24.7
	D, %	29.7	41.5
	U, %	38.1	33.8
	kd, % h ⁻¹	2.84	3.30
	RA, %		
	kp=5.0 % h ⁻¹	42.9	41.2
	kp=6.0 % h ⁻¹	41.7	39.4
	kp=7.0 % h ⁻¹	40.7	38.0
NDF	L	0	0
	F	10.6	0
	D	39.3	58.6
	U	50.0	41.5
	kd	2.80	3.64
	RA		
	kp=2.0	33.6	37.8
	kp=3.0	29.6	32.1
	kp=4.0	26.8	27.9
ADF	L	13.2	3.2
	F	12.3	6.2
	D	34.9	51.1
	U	52.9	42.7
	kd	4.60	3.37
	RA		
	kp=2.0	36.6	38.3
	kp=3.0	33.4	33.2
	kp=4.0	31.0	29.6
CP	L	0.6	3.5
	F	42.9	37.4
	D	24.7	36.9
	U	32.4	25.7
	kd	2.65	3.55
	RA (RDP)		
	kp=5.0	51.4	52.8
	kp=6.0	50.5	51.2
	kp=7.0	49.7	49.8

F : fast disappearing pool of 0 h, D : potentially degradable pool=100-F-U, U : undegradable residue at 72 h, kd : degradation rate of D, RA : ruminal availability=F+D * (kd / (kd + kp)), kp : ruminal passage rate of particulate digesta, RDP : ruminally degraded protein.

本次試驗兩種草所測得的消化介值與相關試驗結果比較時都較低，百慕達 NDF 的 kd 值 $3.64\% h^{-1}$ ，低於 Ruiz *et al.* (1995) 的 4.9 與 West *et al.* (1997) 的 4.2；李等 (1991) 得 CP 5.2% 盤固草 NDF 在瘤胃消化的 kd 、U 及 RA 值分別為 $4.1\% h^{-1}$ 、29.0% 與 45.9%，也較目前的 2.8、50.0 與 33.6 為高，推測李等試驗採用柴油直接烘乾盤固草的方式，比日晒方式較能保持其葉片與養分，另外本次試驗瘤胃袋重量與表面積比偏高，可能也會減低草樣與微生物接觸的機會。

II. 泌乳性能與經濟效益比較

試驗期間所用的個別飼糧組成成分列於表 1，由組成分析值所計算的日糧成分列於表 3。盤固草組飼糧的 CP 與 EE 較百慕達組低，但 NSC 明顯高出 3.8 個百分點或相當於 11.4%。牛隻經變積分分析後的泌乳性能及經濟效益分析結果列於表 5。表 5 中各性能比較的 P 值若大於 0.2 時，即不在表中列出。牛隻每日每頭飼糧養分採食量，因群飼而無法統計，僅在表中列出平均計算值，做為性能表現的參考。

在營養採食量方面，盤固草組每日每頭牛實際 DMI 比百慕達草組高出 1.0 kg (5.3%)，但以體重百分比來比較時 (表 2)，盤固草組牛隻 DMI 較低，為 3.36 與 3.49%，另外盤固草組的 ADF 與 NSC 採食量較高，尤其是 NSC 方面，每頭牛每日多採食 1.1 kg。在泌乳性能的表現上，盤固草組牛隻泌乳性能表現高出預期趨勢，盤固草與百慕達組牛隻的 3.5% 乳脂校正乳量 (3.5% FCM) 分別為 24.5 與 24.8 kg，沒有顯著差異 ($P > 0.05$)；牛乳成分方面，除了盤固草組顯著增加乳糖率之外 ($P < 0.05$)，其餘乳脂肪、乳蛋白、比重及體細胞數方面都沒有差異。以每公斤有機物採食能產生 3.5% FCM 量比較泌乳效率時，百慕達飼糧有較高的泌乳效率，兩組分別為 1.35 與 1.44。全期試驗期間牛隻增重情形相近，體況分數也保持穩定。綜合飼養試驗的表現，以盤固草或者百慕達草做為日糧禾本科來源時，都可以維持牛隻良好的泌乳性能，二者之間飼養效果相近。

自動物面來評估牧草的營養價值時，它的成分、採食量、消化率及吸收後的利用效率是評估因子 (Waldo, 1986)，其中以採食量最為重要，可以解釋 60 到 90% 的營養價值變異 (Crampton *et al.*, 1960)，消化率的解釋能力約為採食量的一半 (Milford, 1960)。影響 DMI 的主要飼糧因子為 NDF 含量，而影響消化率的主要飼糧因子為 ADF 含量。Mertens (1992) 指出，牛隻採食量的調控是由其日糧 NDF 含量和牛隻本身對能量需要量來決定。對泌乳中後期牛隻而言，每天 NDF 最高採食量為體重的 1.2%。本次試驗百慕達組的 DMI 及 NDF 採食量與 Mertens 的推論相當一致，由表 2 體重計算得 $538\text{ kg} \times 1.2\% = 6.46\text{ kg}$ NDF 採食量，與表 5 的測定值 6.5 kg 相近，而回推日糧採食量 $6.46\text{ kg} \div 35.0\% = 18.4\text{ kg}$ ，也與實際所得的 18.8 kg 相近；但盤固草組的 NDF 採食量則低於 Mertens 的 7.08 kg，盤固草組 19.8 kg 的 DMI 也低於 Mertens 理論值 1.5 kg (7%)。Mertens (1983) 以百慕達草、玉米青貯或苜蓿，配製 NDF 相同的飼糧餵飼泌乳牛時，百慕達組牛隻 DMI 及泌乳量較其它兩組為低，因此認為除了 NDF 量外，還有其它因子影響著牛隻的性能表現；Ruiz *et al.* (1995) 比較由百慕達草、玉米、矮性象草或高粱所配製的泌乳牛飼糧效果時，認為牧草本身的消化率影響 DMI 及泌乳量。West *et al.* (1997) 認為百慕達草 NDF 雖然顯著高於玉米青貯及苜蓿，但其 *in vitro* 消化較快而且完全，因此加速百慕達草飼糧在消化道的排出速率，使泌乳牛性能仍能維持良好。本次試驗的盤固草 ADF 量較高，IVDMD 低，並且 NDF 在瘤胃消化及可利用率也都低於百慕達草，因此可能影響飼糧消化率及增長在消化道停留時間 (retention time)，而抑制了盤固草組的採食量。有趣的是，盤固草組的泌乳量並沒有明顯低落，其原因尚未證實，但推測盤固草組多出的 1.1 kg (17.5%) 的 NSC 採食量，應有顯著刺激泌乳量的效果，而彌補原有的差距。非結構性碳水化合物主要包括如澱粉及糖類，消化率很高，Batajoo and Shaver (1994) 測定澱粉的總消化道表面消化率平均達 97.2%，本次試驗中盤固草組較高的 NSC 採食量，推測可能因此提供了乳泡細胞較高的葡萄糖源，來合成顯著較高的乳糖 ($P < 0.05$)，進而刺激泌

乳量，因為乳糖是控制乳合成的滲透性因子。West *et al.* (1997) 推測牛隻採食玉米青貯飼糧有較高乳蛋白質率的原因，是由於玉米青貯飼糧較百慕達組與苜蓿組有較高的澱粉含量。

表 5. 盤固乾草與百慕達乾草飼糧對荷蘭種泌乳牛飼養價值的比較

Table 5. Comparisons of feeding values of PG and BD hay diets for Holstein lactating cows

Items	Treatments		SEM	<i>P</i> < ²
	PG ¹ diet	BD ¹ diet		
Nutrient intake, kg/day/cow				
DM	19.8	18.8	—	
OM	18.1	17.2	—	
CP	3.2	3.2	—	
NDF	6.5	6.5	—	
ADF	4.3	3.8	—	
EE	0.9	1.1	—	
NSC	7.4	6.3	—	
DMI, % BW	3.36	3.49	—	
OMI, ¹ % BW	3.07	3.20	—	
Milk production				
Milk yield, kg/day/cow	24.3	24.8	0.5	
3.5% FCM, kg/day/cow	24.5	24.8	—	
Fat, %	3.56	3.49	0.08	
kg/day	0.85	0.84	0.03	
Protein, %	3.25	3.27	0.03	
kg/day	0.78	0.79	0.03	
Lactose, %	4.67 ^a	4.58 ^b	0.03	0.03
kg/day	1.13	1.12	0.03	
Specific gravity	1.0319	1.0314	0.0003	
SCC, ¹ *10 ³ /ml	498	357	97	
Milk efficiency, 3.5% FCM/OMI ¹	1.35	1.44	—	
BW change, kg/day/cow	0.14	0.19	0.07	
BCS change	0.00	0.13	0.06	0.14
Feed cost, NT\$/day/cow	180.4	190.8	—	
Raw milk price, ³ NT\$/kg	13.87	13.76	—	
Milk check, NT\$/day/cow	337.0	341.2	—	
IOFC, ¹ NT\$/day/cow	156.7	150.4	—	

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

¹ PG : pangolagrass, BD : bermudagrass, SCC : somatic cell count, OMI : organic matter intake, IOFC : income over feed cost.

² P -value greater than 0.2 were not list.

³ Base on milk fat percentage and specific gravity in winter season.

經濟效益的評估結果是浮動式的，依照當時市場草價、乳價及牛隻表現等多重因素來決定。本次試驗的飼糧成本、生乳單價估計、乳款及扣除飼料成本後的粗收入列在表 5 中。目前市場每公斤盤固草與百慕達草單價有 3.5 到 4.0 元的差異。表 3 中的日糧成本為 TMR 配方計算值，差異為 19 元。盤固草組較高的採食量使實際飼糧成本差異降到 11 元。生乳單價參照試驗期間農林廳所頒定的三段式計價標準訂出，基礎為冬季的乳脂率及比重。每日每頭乳款收入雖以百慕達組稍高，但在扣除飼料成本後的粗收益，仍以盤固草組高於百慕達組 6.3 元。泌乳性能與經濟效益分析結果顯示，省產盤固草是酪農可以採用的良好禾本科牧草來源，其飼養價值與進口的百慕達草相近，而且較具經濟效益。

結 論

中等品質盤固草與百慕達草比較時，盤固草 CP 較低、ADF 及 NSC 較高。以 *in situ* 方法探討盤固草與百慕達草在瘤胃的消化，得知兩種草在瘤胃利用率差異不大。以包含 25% (乾基) 盤固草或百慕達草的完全混合日糧餵飼泌乳牛，得到相近的 24.3 與 24.8 kg 隻日泌乳量，以目前市場價格估算每天每頭牛扣除飼料成本後的粗收入，以盤固草組高於百慕達草組 6.3 元。由泌乳性能與經濟效益分析的結果，顯示省產盤固草是酪農可以採用的良好禾本科牧草來源，其飼養價值與進口的百慕達草相近，而且較具經濟效益，因此如何改善與加強盤固草的收穫管理與加工方法，是降低酪農生產成本與提升競爭力必需努力的工作。

誌 謝

本試驗經費由農委會 86 自動化—牧—01 (3) 計畫補助，特此致謝。試驗期間由系上同仁蔡平原先生、王斌財先生及曾鳳梅小姐分別負責牛隻餵飼照顧及飼料分析，牛乳實驗室協助乳樣分析，試驗方得順利完成，在此特致十分謝忱。

參考文獻

- 李春芳。1998。盤固草 A254 (*Digitaria decumbens*, A254) 在瘤胃消化的研究。臺灣省畜產試驗所四十週年慶家畜營養研討會論文集。臺灣省畜產試驗所，臺南，pp. 43~56。
- 李春芳、卜瑞雄、施意敏、陳茂墻。1991。盤固草 A254 (*Digitaria decumbens*, A254) 不同生長期之營養價值。畜產研究 24(1): 59~65。
- 李春芳、沈添富、陳茂墻。1984。利用不同方法評估農作副產物之營養價值。中畜會誌 13 (3, 4): 35~51。
- 陳吉斌、楊德威、卜瑞雄、施意敏、李素珍、陳茂墻。1994。盤固乾草與半乾青貯草飼養泌乳牛之研究。畜產研究 27(3): 227~236。
- Association of Official Analytical Chemists. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. AOAC, Washington, DC.
- Batajoo, K. K. and R. D. Shaver. 1994. Impact of nonfiber carbohydrate on intake, digestion, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 77: 1580~1588.
- Crampton, E. W., E. Donefer and L. E. Lloyd. 1960. A nutritive value index for forages. J.

- Anim. Sci. 19 : 538~544.
- Galloway, Sr. D. L., A. L. Goetsch, L. A. Forster, Jr., A. C. Brake and Z. B. Johnson. 1993a. Digestion, feed intake, and live weight gain by cattle consuming bermudagrass and supplemented with different grains. J. Anim. Sci. 71 : 1288~1297.
- Galloway, Sr. D. L., A. L. Goetsch, L. A. Forster, Jr., A. R. Patil, W. Sun and Z. B. Johnson. 1993b. Feed intake and digestibility by cattle consuming bermudagrass or orchardgrass hay supplemented with soybean hulls and (or) corn. J. Anim. Sci. 71 : 3087~3095.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.
- Goetsch, A. L., Z. B. Johnson, D. L. Galloway, Sr., L. A. Forster, Jr., A. C. Brake, W. Sun, K. M. Landis, M. L. Lagasse, K. L. Hall and A. L. Jones. 1991. Relationships of body weight, forage composition, and corn supplementation to feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming bermudagrass hay ad libitum. J. Anim. Sci. 69 : 2634~2645.
- Hartnell, G. F. and L. D. Satter. 1979. Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stages of lactation in dairy cows. J. Dairy Sci. 48 : 381~392.
- Lee, C. F. 1994. Effect of maturity of pangola grass on its *in situ* digestion kinetics. J. Dairy Sci. 77 (Supple.) : 309.
- Mertens, D. R. 1983. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Proceeding of the Cornell Nutr. Conf. Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY.
- Mertens, D. R. 1992. Nonstructural and structural carbohydrates. In : Large Dairy Herd Management. eds. Van Horn, H. H and Wilcox, C. J. Am. Dairy Sci. Assoc., Champaign, IL., pp. 219~235.
- Mertens, D. R. and J. R. Loften. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. J. Dairy. Sci. 63 : 1437~1446.
- Milford, R. 1960. Criteria for expressing the nutritional values of subtropical grasses. Aust. J. Agric. Res. 11 : 121~137.
- 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.
- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Ørskov, E. R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agri. Sci. (Camb.) 92 : 499~503.
- Ruiz, T. M., E. Bernal, C. R. Staples, L. E. Sollenberger and R. N. Gallaher. 1995. Effect of dietary neutral detergent fiber concentration and forage source on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 78 : 305~319.
- SAS® User's Guide : Statistics. Releases 6.03 ed. 1988. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Smith, L. W., H. K. Goering and C. H. Gordon. 1972. Relationships of forage composition with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. J. Dairy Sci. 55 : 1140~1147.

- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 : 3583~3597.
- Waldo, D. R. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.* 69 : 617~631.
- West, J. W., G. M. Hill, R. N. Gates and B. G. Mullinix. 1997. Effects of dietary forage source and amount of forage addition on intake, milk yield, and digestion for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80 : 1656~1665.
- Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troutt, Jr. and T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65 : 495~501.

Feeding Values of Pangolagrass and Bermudagrass Hay for Lactating Dairy Cows⁽¹⁾

Churng-Faung Lee⁽²⁾, Chi-Pin Chen⁽²⁾
and Tzong-Faa Shiao⁽²⁾

Received March 8, 1999; Accepted Apr. 30, 1999

Abstract

Native pangolagrass (PG) and imported bermudagrass (BD) hay are common forage sources for dairy cattle in Taiwan. An *in situ* study and a feeding experiment were conducted to evaluate their feeding values for lactating cows. Rumen cannulated cows provided *in situ* environment to incubate PG and BD hay 0 to 96 h in a reverse order. Thirty midlactation cows averaged DIM 103 d and daily milk yield 25.5 kg were randomly assigned into two groups for seven wks. Experimental diets were prepared as total mixed rations and included 50% of corn-SBM concentrate, 18.5% of alfalfa hay, and 25% of PG or BD hay at DM basis. Crude protein and ADF content of PG and BD hay were 5.9 and 11.0%, and 42.0 and 33.2%, respectively (DM basis). *In situ* study indicated that ruminal availability of PG and BD hay was similar. Ruminal degradation rates of BD constitutes, except for ADF, were faster than those of PG. Dry matter intakes of PG and BD groups were 3.36 and 3.49% of body weight. Cows fed PG and BD diets produced similar 3.5% FCM yield, 24.5 vs 24.8 kg, milk fat percentage, 3.56 vs 3.49% and protein percentage, but PG group increased gross income by 6.3 NT\$ per day per cow. It was concluded that although there were differences in chemical compositions and ruminal digestion, feeding values of medium-quality PG and BD hay diets were similar for lactating cows. Lactating cows fed a balanced PG hay diet seemed to be able to make more profit.

Key words : Pangolagrass, Bermudagrass, Milk Performance, Ruminal Digestion.

(1) Contribution No. 958 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Hsin-Chu Branch Station, COA-TLRI, Hsin-Chu, Taiwan, R.O.C.