

盤固草品系水溶性碳水化合物與植體緩衝能力變異性之探討⁽¹⁾

陳嘉昇⁽¹⁾ 王紓愍⁽²⁾ 顏素芬⁽³⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：89 年 04 月 10 日；接受日期：89 年 06 月 17 日

摘 要

水溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrates) 含量及酸鹼緩衝能力 (Buffer capacity) 是影響牧草青貯調製的兩項重要植體因子。本研究利用兩組田間試驗探討盤固草的水溶性碳水化合物含量及植體酸鹼緩衝能力在台灣地區的變動狀況。其一是六個主要的盤固草品系於花蓮、台東、彰化及恆春四個地點不同季節的變化，其二是 *Survenola* (*Digitaria X umfolozi* Hall) 不同刈割頻度處理的全年性連續變動情況。試驗一結果，水溶性碳水化合物含量之變異大，其中季節因子佔總變異量的 50%，地區佔 20%，品系僅佔 7.5%。六品系之水溶性碳水化合物含量於春、夏、秋、冬之平均值分別為 2.0%、3.1%、6.9%、3.8%，地區間之季節變化趨勢一致。植體酸鹼緩衝能力方面，地區之變方成份佔了 57.4%，地點與季節交感佔 16.5%。地區間之差距大，其平均值介於 245-393 mmole/kg DM 之間；季節之平均值介於 267-310 mmole/kg DM 之間，品種之平均值介於 275 -317 mmole/kg DM 之間。試驗二之結果，割期較長者水溶性碳水化合物含量較高；以季節之時序而言，7 至 9 月為水溶性碳水化合物累積之高峰期。酸鹼緩衝能力方面，隨割期之延長酸鹼緩衝能力遞降；以季節而言，冬季最高，春季次之，夏季、秋季則相當；割期間處理之差異大於季節間變化。水溶性碳水化合物與酸鹼緩衝能力呈顯著的負相關 ($r = -0.54$, $P < 0.01$)。本研究結果已初步描述盤固草水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力的變動狀況，並釐清季節、割期等對其變動的影響，有助於對青貯材料的掌握，並提出對盤固草青貯調製利用的建議。

關鍵詞：指草屬、青貯、水溶性碳水化合物、植體緩衝能力、季節變動。

緒 言

水溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrates, WSC) 含量及酸鹼緩衝能力 (Buffer

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1007 號

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場

capacity, BC) 是影響牧草青貯調製的兩項重要植體因子。青貯時, 植體水溶性碳水化合物是提供微生物生長繁殖的主要能量來源, 若含量過低, 微生物發酵產酸不足, 將無法抑制其它雜菌生長, 易產生二次發酵, 對青貯結果的影響很大 (盧, 1990; Rotz and Muck, 1994)。植體緩衝能力影響青貯料 pH 值 (酸鹼值) 降低的難易, 通常熱帶牧草新鮮植體的酸鹼值約在 6 左右, 發酵早期若能快速降低酸鹼值可有效抑制雜菌生長。除在青貯調製扮演之角色外, 水溶性碳水化合物含量另有其重要的生理意義, 如再生、耐逆境能力及能量轉換等, 更是動物利用的一重要指標 (McCaig and Clarke, 1982; Castonguay and Nadeau, 1998; Smith *et al.*, 1998)。高水溶性碳水化合物含量的牧草通常伴隨著高攝食量; 低水溶性碳水化合物含量則影響動物之能量攝取。有研究指出, 牧草的水溶性碳水化合物含量低時, 即使擁有高消化率, 仍對動物產出構成限制 (Dove and Milne, 1994)。因此, 高水溶性碳水化合物含量是多種牧草育種的主要目標之一。

水溶性碳水化合物含量隨環境、品系、部位等而變 (Volenc, 1986; Frank *et al.*, 1989; Miller and Dickens, 1996; Smith *et al.*, 1998), 但對其變動性的研究尚不及纖維及蛋白質含量多, 且大都針對溫帶牧草如高狐草、黑麥草等及穀類作物, 植體酸鹼緩衝能力的研究更少。Tava *et al.* (1995) 的研究發現, 相同生育階段之高狐草品系以十月收穫者其水溶性碳水化合物含量最高; McCaig and Clarke (1982) 在穀類作物小麥及燕麥之研究結果顯示, 莖、葉水溶性碳水化合物含量之累積在開花時達到最高, 其後隨趨成熟而含量下降, 尤其莖部扮演水溶性碳水化合物含量之暫存庫其變動較大。但對台灣地區生長的熱帶牧草而言, 其水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力變動的情形則全然缺乏資料。台灣地區的盤固草 (*Digitaria spp.*) 生產主要為乾草用途, 但礙於天候之限制, 有部份必須調製為青貯草或半乾青貯草, 南部地區和北部地區皆然 (卜, 1995)。一般而言, 盤固草的水溶性碳水化合物含量偏低, 其青貯品質本就不易達良好之等級; 而對植體狀況的未能充分掌握更造成青貯品質難以穩定。台灣地區盤固草的水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力變動程度及規律如何, 是一個值得探究的問題。

本研究利用兩組田間試驗的結果, 試圖描述盤固草的水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力在台灣地區的變動狀況。期望能初步釐清季節變動、環境、管理因子等對其變動的影響, 以掌握青貯材料的變化, 並提供控制選種指標的參考。

材料與方法

I. 材料與田間試驗

本研究共進行二組田間試驗, 其一是六個主要的盤固草品系於花蓮、台東、彰化及恆春四地點不同季節的變化, 其二是盤固草台畜草育一號 (*Digitaria X umfolozi* Hall, Survenola) 四種割期的全年性連續變動情況。

試驗 I

以指草屬六個品種(系)為材料, 包括 A24 (*D. decumbens*, $2n=18$)、A254 (*D. pentzii*, $2n=27$)、De (*D. eriantha*, $2n=18$)、Survenola (*D. X umifolia*, $2n=54$)、Dm (*D. malanziana*, $2n=18$)、Dd (*D. didactyla*, $2n=18$), 前四者為營養系, 後兩者為實生苗族群, 種植於花蓮、台東、彰化及恆春地區, 小區面積 $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$, 各地區以 RCBD 設計, 四區集。以台肥二號 ($N:P_2O_5:K_2O=20:5:10$) 400 kg/ha 為基肥, 每次收割後再施以台肥一號 ($N:P_2O_5:K_2O=11:9:18$) 400 kg/ha。各地試區於草地建立後, 依各地天候於草高約 80 公分左右進行收穫與農藝性狀調查, 收穫時每小區逢機收取約兩公斤之鮮草並烘乾磨粉備用。各地區各季節各以一個割次材料取其中二區集樣品進行水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力分析。各地之

收穫日期如下：花蓮：冬季1月12日、春季5月23日、夏季7月4日及秋季9月29日；台東：春季4月20日、夏季6月9日及冬季1月9日；彰化：夏季7月4日、秋季9月6日、冬季1月11日及春季4月12日；恆春：夏季6月30日、秋季10月12日及冬季2月20日。

試驗 II

本試區位於畜試所花蓮種畜繁殖場，以 Survenola 進行四種不同割期處理之週年刈割試驗。四種割期處理代號為 A、B、C、D，分別為 25、35、45 及 55 天刈割，11 月起因生長減緩各延長約 10 天刈割。小區面積 $4\text{ m} \times 5\text{ m} = 20\text{ m}^2$ ，RCBD 設計，四區集。以台肥二號 ($\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 11:9:18$) 400 kg/ha 為基肥，每次收割後，A、B、C、D 處理各施以台肥一號 ($\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 20:5:10$) 250、350、450 及 550 kg/ha。自 1995 年四月至 1996 年四月，A 處理共收穫 14 次、B 處理收穫 10 次、C 處理收穫 7 次、D 處理收穫 6 次。收穫時調查農藝性狀，並取樣品烘乾磨粉備用。其中二區集樣品進行水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力分析。

II. 化學分析

水溶性碳水化合物含量測定：樣品經烘乾磨粉，以 80% 的酒精於 80 °C 下萃取四次，萃取液混合，置 70 °C 烘箱中去除酒精，殘餘液體以蒸餾水定量，取適量萃取液以 anthron 呈色法測定其水溶性碳水化合物含量 (Morris, 1948)。

植體緩衝能力測定：依 Playne and McDonald (1966) 的方法測定。取鮮重約 10 g 之植體樣品，加入 200 ml 蒸餾水打碎過濾，再以 0.05 N HCl 及 0.05 N NaOH 滴定，記錄滴定量並換算為每公斤樣品乾重由 pH 4 滴定到 pH 6 時所需的 NaOH 莫耳數即為植體緩衝能力。

結 果

I. 參試品系於各地區、各季節之水溶性碳水化合物含量及酸鹼緩衝能力

水溶性碳水化合物含量：參試品系於各地區、各季節之水溶性碳水化合物含量列於表 1。六品系之春季平均為 2.0% (介於 0.9 – 2.9% 之間)，夏季平均為 3.1% (介於 1.3 – 4.4% 之間)，秋季平均為 6.9% (介於 5.9 – 7.7% 之間)，冬季平均為 3.8% (介於 2.3 – 7.1% 之間)。以地區而言，依序為恆春之 5.3%、彰化之 4.7%、台東之 3.3% 及花蓮之 2.6%。品系方面，以 A24 最高，De 最低，分別為 5.0% 及 2.6%。目前之栽培品種 A254 平均為 4.6%，各季節及地區之變化詳見表 1。

酸鹼緩衝能力：春季之平均為 302 mmole/kg DM (介於 248 – 380 mmole/kg DM 之間)，夏季平均為 292 mmole/kg DM (介於 210 – 387 mmole/kg DM 之間)，秋季平均為 267 mmole/kg DM (介於 235–291 mmole/kg DM 之間)，冬季平均為 310 mmole/kg DM (介於 262 – 415 mmole/kg DM 之間)。以地區而言，地區間之差異較大，以台東之 393 mmole/kg DM 最高，其次依序為恆春之 294 mmole/kg DM、花蓮之 270 mmole/kg DM 及彰化之 245 mmole/kg DM。品種間之差異較小，介於 275 – 317 mmole/kg DM 之間，以 A254 最低，Dm 最高。各品系於各季節及地區之變化詳見表 2。

II. 品系、季節與地點之效應分析

由試驗 I 水溶性碳水化合物含量變化之綜合變方分析結果，地區、季節主效應達極顯著水準，基因型主效應僅達 5% 顯著水準 (表 3)；酸鹼緩衝能力方面，地區主效應及季節與地區交感效應極顯著，基因型主效應僅達 5% 顯著水準，且由於季節與地區交感效應大，造成季節效應不顯著。為比較各變因影響力之高低，列出各因子佔總變方成份之比例於表 4。在本組田間試驗中，季節因子佔水溶性碳水化合物含量總變異成份之 50%，地區為 20%，品系僅佔 7.5%；地區

表 1. 盤固草參試品系在不同地點及季節之水溶性碳水化合物含量變化

Table 1. The contents of water soluble carbohydrate of pangolagrass entries at different locations and seasons

Location	Season	A24*	A254	De	Sur	Dm	Dd	Mean
% (mean \pm sd)								
Hwalian	Spring	0.85 \pm 0.03	0.66 \pm 0.21	0.35 \pm 0.01	0.59 \pm 0.01	0.48 \pm 0.02	0.80 \pm 0.06	0.62 \pm 0.19
	Summer	2.31 \pm 1.16	1.30 \pm 0.11	0.92 \pm 0.04	1.51 \pm 0.19	0.67 \pm 0.07	1.15 \pm 0.23	1.31 \pm 0.65
	Autumn	4.90 \pm 1.51	7.89 \pm 0.16	4.32 \pm 0.76	6.80 \pm 0.58	5.78 \pm 0.07	5.23 \pm 0.08	5.82 \pm 1.37
	Winter	4.96 \pm 0.95	3.21 \pm 0.88	1.57 \pm 0.54	2.36 \pm 0.17	2.02 \pm 0.55	1.75 \pm 0.56	2.64 \pm 1.31
	Mean	3.25 \pm 2.03	3.26 \pm 3.04	1.78 \pm 1.66	2.81 \pm 2.56	2.23 \pm 2.28	2.23 \pm 1.90	———
Taitung	Spring	3.28 \pm 0.47	3.17 \pm 0.55	1.90 \pm 0.08	2.34 \pm 0.60	1.84 \pm 0.31	3.07 \pm 1.32	2.60 \pm 0.80
	Summer	5.63 \pm 0.11	6.27 \pm 0.91	2.73 \pm 0.28	5.67 \pm 1.39	2.43 \pm 0.40	3.59 \pm 0.83	4.38 \pm 1.70
	Winter	———	2.33 \pm 0.19	2.68 \pm 0.05	2.82 \pm 0.43	3.14 \pm 0.29	2.36 \pm 0.34	2.66 \pm 0.38
	Mean	4.45 \pm 1.39	3.92 \pm 1.92	2.43 \pm 0.43	3.61 \pm 1.76	2.47 \pm 0.64	3.01 \pm 0.90	———
Changhwa	Spring	———	2.86 \pm 0.98	2.43 \pm 0.46	1.66 \pm 0.13	5.48 \pm 0.25	2.00 \pm 0.19	2.88 \pm 1.48
	Summer	———	3.32 \pm 0.21	2.33 \pm 0.39	3.82 \pm 0.20	3.02 \pm 0.86	2.67 \pm 0.76	3.03 \pm 0.68
	Autumn	9.51 \pm 4.53	12.31 \pm 0.37	3.90 \pm 0.42	5.78 \pm 0.33	4.96 \pm 0.71	9.78 \pm 2.86	7.70 \pm 3.55
	Winter	3.95 \pm 0.04	7.11 \pm 2.08	2.94 \pm 0.72	4.64 \pm 0.23	4.50 \pm 0.21	4.99 \pm 0.25	4.69 \pm 1.48
	Mean	6.73 \pm 4.14	6.40 \pm 4.14	2.90 \pm 0.77	3.97 \pm 1.62	4.49 \pm 1.07	4.86 \pm 3.45	———
Hengchun	Summer	3.30 \pm 0.33	2.73 \pm 0.59	3.10 \pm 0.62	4.93 \pm 1.19	2.32 \pm 0.64	4.87 \pm 0.12	3.54 \pm 1.16
	Autumn	10.10 \pm 0.78	6.72 \pm 0.70	4.67 \pm 0.34	6.44 \pm 0.52	4.96 \pm 0.57	9.57 \pm 0.35	7.07 \pm 2.25
	Winter	5.96 \pm 1.69	4.43 \pm 0.19	2.24 \pm 0.37	4.96 \pm 0.26	5.43 \pm 0.53	8.01 \pm 0.03	5.17 \pm 1.89
	Mean	6.45 \pm 3.18	4.62 \pm 1.83	3.34 \pm 1.30	5.44 \pm 0.97	4.23 \pm 1.56	7.48 \pm 2.15	———

* A24 (*D. decumbens*, 2n=18)、A254 (*D. pentzii*, 2n=27)、De (*D. eriantha*, 2n=18)、Survenola (*D. Xumifolia*, 2n=54)、Dm (*D. malanziana*, 2n=18)、Dd (*D. didactyla*, 2n=18)

表 2. 盤固草參試品系在不同地點及季節之植體酸鹼緩衝能力變化

Table 2. The changes of buffer capacity of pangolagrass entries at different locations and seasons

Location	Season	A24*	A254	De	Sur.	Dm	Dd	Mean
mmole/kg DW (mean ± sd)								
Hwalian	Spring	253.5 ± 3.1	219.1 ± 3.5	299.3 ± 78.5	244.1 ± 15.4	348.8 ± 67.0	257.1 ± 3.6	270.3 ± 54.3
	Summer	226.9 ± 1.6	202.6 ± 6.9	205.7 ± 4.3	200.4 ± 56.5	219.6 ± 7.5	203.1 ± 3.1	209.7 ± 20.2
	Autumn	289.2 ± 8.0	272.5 ± 22.1	286.9 ± 31.6	284.9 ± 20.9	305.8 ± 68.0	308.3 ± 20.8	291.3 ± 28.4
	Winter	292.2 ± 6.7	291.5 ± 45.9	309.0 ± 1.7	310.6 ± 0.7	326.6 ± 31.1	313.6 ± 19.2	307.2 ± 21.9
	Mean	265.4 ± 29.1	246.4 ± 43.8	275.2 ± 54.2	260.0 ± 50.5	300.2 ± 64.7	270.5 ± 49.1	—
Taitung	Spring	373.7 ± 31.8	364.9 ± 1.3	375.1 ± 31.1	353.0 ± 30.3	410.2 ± 1.5	403.5 ± 6.3	380.0 ± 26.8
	Summer	410.9 ± 16.1	377.0 ± 52.1	334.8 ± 22.9	414.7 ± 72.1	387.5 ± 44.9	397.5 ± 47.5	387.1 ± 44.2
	Winter	—	461.5 ± 15.3	434.0 ± 40.1	374.2 ± 7.8	394.4 ± 77.3	414.9 ± 54.9	415.8 ± 47.3
	Mean	392.3 ± 29.7	401.1 ± 52.9	381.3 ± 51.1	380.6 ± 44.9	397.4 ± 41.3	405.3 ± 33.5	—
	Spring	—	227.8 ± 18.9	203.3 ± 37.5	321.5 ± 65.3	234.2 ± 1.1	256.0 ± 9.8	248.6 ± 49.7
Changhwa	Summer	—	211.3 ± 13.5	203.6 ± 14.6	220.9 ± 2.8	229.5 ± 4.4	242.2 ± 3.7	221.5 ± 15.9
	Autumn	199.9 ± 19.7	206.0 ± 18.7	195.3 ± 12.7	255.6 ± 82.3	262.7 ± 1.0	294.3 ± 20.3	235.6 ± 59.4
	Winter	262.7 ± 4.2	240.2 ± 13.3	258.5 ± 10.6	299.7 ± 8.9	305.4 ± 19.7	264.5 ± 9.7	271.8 ± 25.8
	Mean	231.9 ± 38.1	221.4 ± 19.0	215.2 ± 31.6	274.4 ± 57.7	257.9 ± 33.2	264.3 ± 50.1	—
Hengchun	Summer	298.7 ± 2.1	312.1 ± 10.9	299.5 ± 21.6	386.9 ± 36.9	394.3 ± 22.4	348.9 ± 31.2	340.1 ± 44.9
	Autumn	279.2 ± 45.8	228.7 ± 7.8	271.8 ± 49.7	277.9 ± 2.4	334.8 ± 6.5	281.4 ± 22.7	279.0 ± 38.8
	Winter	235.5 ± 24.9	241.1 ± 5.8	283.2 ± 2.0	284.1 ± 8.2	285.2 ± 28.2	244.6 ± 10.4	262.3 ± 26.0
	Mean	271.1 ± 37.1	260.6 ± 40.8	284.8 ± 27.3	316.3 ± 57.3	338.1 ± 51.5	291.7 ± 50.6	—

* A24 (*D. decumbens*, 2n=18) 、 A254 (*D. pentzii*, 2n=27) 、 De (*D. eriantha*, 2n=18) 、 Survenola (*D. Xumifolia*, 2n=54) 、 Dm (*D. malanziana*, 2n=18) 、 Dd (*D. didactyla*, 2n=18)

表 3. 盤固草水溶性碳水化合物及植體酸鹼緩衝能力變方分析表及均方期望值

Table 3. Analysis of variance and expected mean squares for the contents of water soluble carbohydrate and buffer capacity of pangolagrass

Source of variance	df	Mean Square		Expected mean square
		Water soluble carbohydrate	Buffer capacity	
Location (L)	3	64.1**	155530.7**	$Ve + sgV_{B/L} + rgsV_L$
Block/L (B/L)	4	0.75	416.9	$Ve + sgV_{B/L}$
Season (S)	3	157.9**	12474.9	$Ve + gVg + grV_{SL} + glrV_S$
L*S	7	0	13066.6**	$Ve + gVg + grV_{SL}$
B*S (L)	10	0.38	1927.1	$Ve + gVg$
Genotype (G)	5	20.0*	6786.2*	$Ve + srV_{GL} + slrV_G$
L*G	15	4.7**	2048.4	$Ve + srV_{GL}$
G*S	15	4.0	2067.1	$Ve + rV_{SGL} + lrV_{SG}$
L*S*G	32	2.7	950.2	$Ve + rV_{SGL}$
Error	67	0.8	1051.8	Ve

** Significant at 1% level.

表 4. 盤固草水溶性碳水化合物及植體酸鹼緩衝能力總變方中地點、季節、基因型及交感成份所佔百分比

Table 4. The percents of variance estimated for water soluble carbohydrate and buffer capacity associated with location, season, genotype and interaction components of pangolagrass

Source	Variable	
	Water soluble carbohydrate	Buffer capacity
	% of total variance	
Location	19.7	57.6
Season	50.0	0
Genotype	7.5	2.6
Location x Genotype	7.5	2.2
Genotype x Season	3.0	2.5
Location x Season	0	16.5

表 5. 盤固草台畜草育一號水溶性碳水化合物含量及植體酸鹼緩衝能力之割期處理與季節平均

Table 5. Average contents of water soluble carbohydrate and buffer capacity of pangolagrass Survenola cut at different intervals and seasons

Item	Water soluble carbohydrate	Buffer capacity
Cutting interval		
day	% DM	mmole/kg DM
25	2.3	311
35	1.6	281
45	3.2	270
55	3.9	246
Season		
Spring	1.7	292
Summer	3.9	264
Autumn	3.1	266
Winter	1.9	315

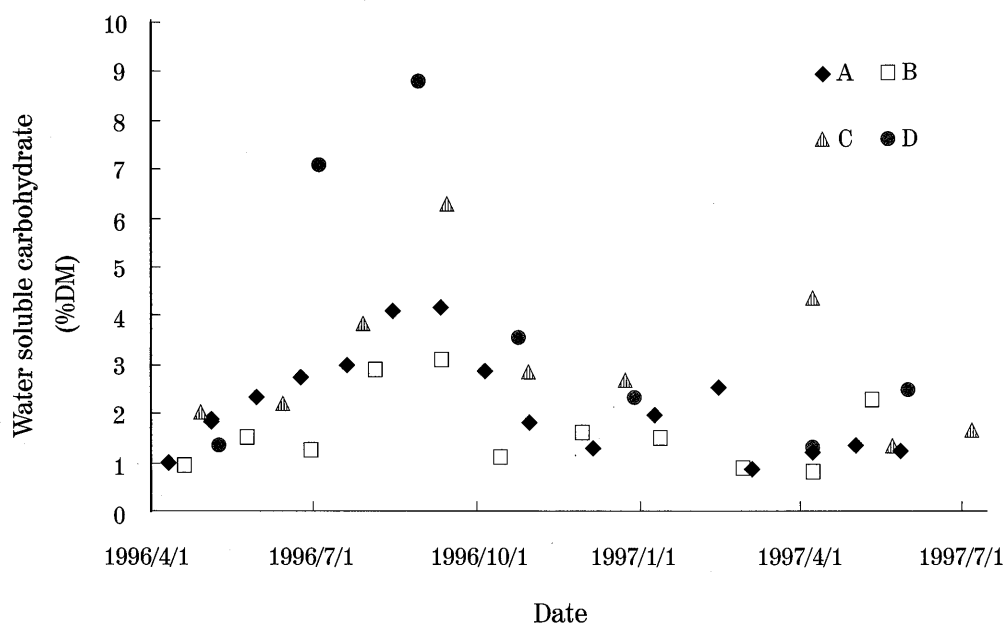


圖 1. 盤固草台畜草育一號不同割期水溶性碳水化合物含量全年性變化。

Fig. 1. The changes of water soluble carbohydrate contents of digitgrass Survenola cut at different intervals in the whole year. A : 25 days, B : 35 days, C : 45 days, D : 55 days.

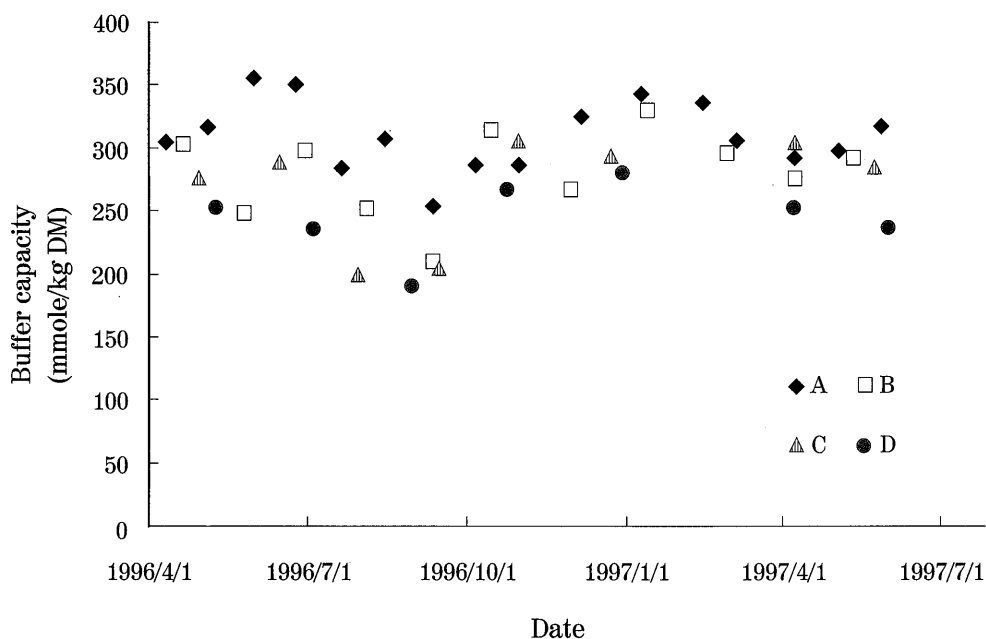


圖 2. 盤固草台畜草育一號不同割期酸鹼緩衝能力之全年性變化。

Fig. 2. The changes of buffer capacity of digitgrass Survenola cut at different intervals in the whole year. A : 25 days, B : 35 days, C : 45 days, D : 55 days.

及季節之交感為 0，表示各地區之季節變化完全一致；酸鹼緩衝能力的結果與水溶性碳水化合物含量截然不同，季節變方成份為 0，地區之變方成份佔了 57.4%，地點與季節交感佔 16.5%，其餘基因型及各項交感等所佔之比例均低。

III. 不同割期台畜草育一號之週年性變化

水溶性碳水化合物含量

A 處理(每 25 天刈割，冬季 35 天刈割)：水溶性碳水化合物含量由 4 月 1 日(4/1)之 1.0% 起平緩上升，8/14、9/11 之含量分別為 4.1% 及 4.2%，隨後逐漸下降，10/30 起除 2/14 之含量為 2.5% 外，其他刈割取樣之含量均在 2.0% 之下，3/5 達最低點，其後又有回升之趨勢。B 處理(每 35 天刈割，冬季 45 天刈割)：4、5、6 月之水溶性碳水化合物含量均在 1.5% 之下，8、9 月升至最高點，10/14 起含量快速下降，翌年 3 月起又逐漸回升。C 處理(每 45 天刈割，冬季 55 天刈割)：4-6 月之含量僅略高於 2.0%，9/14 含量達最高點為 6.3%，隨後又降至 3.0% 之下，但翌年 4/8 之含量回升至 4.4%，是少數距離平滑曲線較遠的樣品點。D 處理(每 55 天刈割，冬季 65 天刈割)：5/9 之水溶性碳水化合物含量僅 1.3%，7/4 即達 7.1%，8/29 為 8.8%，隨後之 10/24 立即降為 3.6%，入冬後及春季時含量更低(圖 1)。

綜合上述，除極少數樣品點外，四種割期之週年變化成平滑曲線。以割期處理而言，水溶性碳水化合物含量隨生育日數之拉長而提高；以季節而言，7 至 9 月為水溶性碳水化合物含量之高峰期，10 月之含量亦高，而 5、6 月之含量甚低，與高峰間之差距達數倍之多。若依刈割日期劃分為季節之比較，夏季、秋季之含量遠高於春季及冬季(表 5)，更明確的說，夏季中期至初秋是水溶性碳水化合物快速累積之時，此時的含量遠高於其他季節。值得注意的是，5、6 月份收穫之 C 及 D 處理(45、55 天刈割)，尚低於 8、9 月之 A 處理(25 天刈割)。

酸鹼緩衝能力

A 處理：平均為 311 mmole/kg DM，最低點為 9/11 之 253 mmole/kg DM，高點在 5、6 月及 1 月，約為 350 mmole/kg DM 左右。B 處理：平均為 281 mmole/kg DM，最低點為 9/11 之 211 mmole/kg DM，高點在 1 月之 330 mmole/kg DM 左右。C 處理：平均為 270 mmole/kg DM，低點為 7 月及 9 月之 199 及 204 mmole/kg DM，其他則介於 275-305 mmole/kg DM 之間。D 處理：平均為 246 mmole/kg DM，低點為 8 月之 191 mmole/kg DM，其他則介於 236-281 mmole/kg DM 之間(圖 2)。

綜合上述，酸鹼緩衝能力在樣品點間之變異雖大，但仍可看出週年性的變化趨勢。以刈割日期處理而言，隨割期之拉長酸鹼緩衝能力遞降，年輕植株之緩衝能力高(表 5)。以季節而言，冬天最高，春天次之，夏季、秋季則相當。割期間處理之差異大於季節間變化。

討 論

本研究在了解台灣地區盤固草水溶性碳水化合物含量及植體酸鹼緩衝能力的變動情形。結果如下：水溶性碳水化合物含量方面，品系及地區間的變動雖顯著存在，但變動程度不若季節與割期效應明顯，地區及季節效應分別為品系效應的 2.6 及 6.6 倍。水溶性碳水化合物含量的累積以夏季中期至初秋間最快，並隨著生長期之延長而提高。試驗 I 之季節總平均以秋季最高，而試驗 II 之最高值落在夏季，是因為試驗 I 秋季因氣溫漸降割期有較夏季延長之故。相同生育階段之高孤草品系也以十月收穫者其水溶性碳水化合物含量最高(Tava *et al.*, 1995)；植體酸鹼緩衝能力方面，品系效應僅佔總變方的 2.6%，地區效應為品系效應的 24 倍，而季節效應不顯著，主要由地

區與季節之交感效應較大造成，試驗 II 中植體酸鹼緩衝能力有隨季節變動的趨勢。地區與季節之交感效應大可能由多種原因造成，有待進一步釐清。至目前為止對植體酸鹼緩衝能力的探討很少，氨基酸、蛋白質及有機酸等為構成植體酸鹼緩衝能力的主要角色，前人研究指出不同植物之有機酸成份、含量不同，且含量會隨生長期或萎凋與否而改變 (Playne and McDonald, 1966)。由本試驗結果亦可知其變動的影響因素相對較水溶性碳水化合物含量複雜。儘管其不穩定性較高，由試驗 II 仍可看出植體酸鹼緩衝能力隨著割期延長而降低，且夏季及秋季收穫者植體緩衝能力較低。

陳等 (1997) 曾探討酸洗纖維、中洗纖維及蛋白質含量與氣象因子的關係，發現纖維累積之最高點發生在夏天，相較於水溶性碳水化合物之季節變化，兩者之差別在於前者之累積由 5、6 月即提高，而後者之高峰稍為延後且高低點間之差距較大以倍數計。若纖維與水溶性碳水化合物均隨生理成熟而累積，為何兩者間有時序上的落差？可能之解釋為 5、6 月間試驗品系台畜草育一號易轉為生殖生長，能量直接消耗轉為抽穗及開花，7 月起抽穗減少，水溶性碳水化合物再度累積。

盤固草一直是本地的重要飼料來源，主要供作乾草之用，但在本省部份地區由於氣候條件的影響乾草製作不易，因此調製青貯料的重要性漸增。熱帶性牧草其水溶性碳水化合物含量顯著低於溫帶牧草 (Rotz and Muck, 1994)。陳等 (1999) 研究盤固草品質變化指出，品質與產量都是動態名詞，隨著季節、割期等而變，在台灣的生產環境下尤然。由本研究結果，依季節之不同，適割期之 A254，其水溶性碳水化合物含量變化範圍可由低至 3% 以下到高過 10% 以上，對青貯製作當有重大之影響。台灣各地區之管理收穫狀況各異已如前述 (陳等, 1997)，只考慮成熟度而忽視季節的影響，對水溶性碳水化合物含量量化的掌握有限。此外，盤固草的酸鹼緩衝能力亦有相當程度的變動，雖變動程度不若水溶性碳水化合物含量之大，但其對青貯品質之影響迄今未有量化的報告，未能加以評估。由試驗 II 得知此二項因子成顯著的負相關 ($r = -0.54$, $p < 0.01$)，至少在追求高水溶性碳水化合物含量之同時不至於導致高植體酸鹼緩衝能力。

Wilkinson (1983) 指出如果牧草之水溶性碳水化合物含量低於鮮重的 2%，其青貯過程會有二次發酵發生。由本研究結果，台畜草育一號在 7、8 月間收穫、割期 35 天以上，其水溶性碳水化合物含量可達 7% (約相當於鮮重的 2%) 以上，且植體酸鹼緩衝能力降至 200 mmole/kg DM 以下，可達到青貯的理想條件，但其他季節，即使生育期夠長，可能都難達到此一標準，由表 1 即知大多數的收穫期都達不到標準，即使調製半乾青貯草也難保證其青貯品質。在了解水溶性碳水化合物含量的變動後，青貯時對材料狀況的掌握不可不慎。本研究結果提出一個實際調製利用的建議，台灣地區夏季及初秋多雨，本就不易調製乾草，此時水溶性碳水化合物含量累積快，而植體酸鹼緩衝能力下降，正適合青貯草或半乾青貯草的製作；晚秋至春季 (南部地區) 水溶性碳水化合物含量不易提高，不適合青貯調製，而此時纖維累積慢，即使因雨延長割期亦不至快速老化，加上氣候乾燥有利乾草的製作及儲存，應盡量調製乾草，可獲得良好品質的乾草。

參考文獻

- 卜瑞雄。1995。盤固草半乾青貯料之製作與貯存。畜產研究 28:147-155。
- 陳嘉昇、成游貴、黃耀興、張溪泉、陳文。1997。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質影響因素之探討：季節、地區與基因型之相對效應。畜產研究 30:237-249。
- 陳嘉昇、黃耀興、王紓愍、成游貴。1999。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白與氣象因子的關係。畜產研究 32:255-265。

- 盧啟信。1990。牧草青貯調製。台灣牧草研究研討會專集 153-158。畜產試驗所。新化，臺灣。
- Burner, D. M., J. A. Balasko and W. V. Thayne. 1983. Genetic and environmental variance of water soluble carbohydrate concentration, yield, and disease in tall fescue. *Crop Sci.* 23: 760-763.
- Castonguay, Y. and P. Nadeau. 1998. Enzymatic control of soluble carbohydrate accumulation in cold-acclimated crowns of alfalfa. *Crop Sci.* 38 : 1183-1189.
- Dove, H., and Milne, J. A. 1994. Digesta flow and rumen microbial protein production in ewes grazing perennial ryegrass. *Aust. J. Agri. Res.* 45 : 1229-1245.
- Frank, A. B., A. Bauer and A. L. Black. 1989. Carbohydrate, nitrogen, and phosphorus concentrations of spring wheat leaves and stems. *Agron. J.* 81 : 524-528.
- McCaig, T. N. and J. M. Clarke. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrate levels of wheat and oats grown in a semiarid environment. *Crop Sci.* 22 : 963-970.
- Miller, G. L. and R. Dickens. 1996. Bermudagrass carbohydrate levels as influenced by potassium fertilization and cultivar. *Crop Sci.* 36 : 1283-1289.
- Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with dry-wood's anthrone reagent. *Science* 107 : 254-255.
- Playne, M. J. and P. McDonald. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Fd Agric.* 17 : 264-268.
- Rotz, C. A., and R. E. Muck. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. In : Forage quality, evaluation, and utilization. Eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens, and I. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, p828-868.
- SAS Institute. 1985 SAS User's guide: Statistics. 5 th ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Smith K. F., R. J. Simpson, R. J. Oram, K. F. Lowe, K. B. Lowe, K. B. Kelly, P. M. Evans and M. O. Humphreys. 1998. Seasonal variation in the herbage yield and nutritive value of perennial ryegrass cultivars with high or normal herbage water-soluble carbohydrate concentrations grown in three contrasting Australian dairy environments. *Aust. J. Exp. Agric.* 38 : 821-830.
- Tava, A., N. Berardo, C. Cunico, M. Romani, and M. Odoardi. 1995. Cultivar differences and seasonal changes of primary metabolites and flavor constituents in tall fescue in relation to palatability. *J. Agric. Food Chem.* 43 : 98-101.
- Volenc, J. J. 1986. Nonstructural carbohydrates in stem base components of tall fescue during regrowth. *Crop Sci.* 26 : 122-127.

Changes of the Contents of Water Soluble Carbohydrate and Buffer Capacity in Digitgrass ⁽¹⁾

Chia-Sheng Chen⁽²⁾, Su-Min Wang⁽²⁾, Sue-Fen Yan⁽³⁾, Yu-Kuei Cheng

Received Apr. 10, 2000; Accepted Jun. 17, 2000

Abstract

Water soluble carbohydrate (WSC) contents and plant buffer capacity (BC) are the two major plant factors that affect silage quality. Two sets of field experiments were conducted to investigate the changes of WSC contents and BC of digitgrass (*Digitaria* spp.) in Taiwan. In Experiment I, six strains of digitgrass were planted at four locations and harvested in different seasons. In experiment II, digitgrass strain, Survenola (*Digitaria X umifolia*), was harvested at 25, 35, 45 and 55 day intervals in the whole year. The wide ranges of WSC contents were observed in experiment I and the variance components of season, location and strain were 50, 20, and 7.5% of the total variance, respectively. The averaged WSC contents of the six strains in spring, summer, autumn, and winter were 2.0, 3.1, 6.9, and 3.8%, respectively. Seasonal changes in the contents of WSC were similar at each location. For buffer capacity, the variance components of location and location \times season interaction were 57.4 and 16.5%, respectively. Large differences of averaged BC among locations were observed, ranging from 241 to 393 mmole/kg DM. The BC ranged from 267 to 310 mmole/kg DM for different seasons and from 275 to 317 mmole/kg DM for strains. The results in experiment II showed that WSC contents in the plants were higher with longer cutting intervals. The contents of WSC were the highest from June to September among the seasons. The values of BC were lower with longer cutting intervals. For seasonal effect, the plants harvested in winter had the highest BC and the value of BC in spring was the second. The values of BC were lower in both summer and autumn. The effect of cutting interval was larger than that of seasonal change on BC. Significantly negative correlation ($r=-0.54$, $p < 0.01$) was observed between WSC content and BC in this study. The results showed that the changes of WSC content and BC of digitgrass were affected by season, location and strain and the relative percents of the major sources of variation were determined. It might be helpful to monitor the changes of WSC and BC in digitgrass in the whole year to make better quality of silage for digitgrass.

Key words: *Digitaria* spp., Ensiling, Water soluble carbohydrate, Buffer capacity, Seasonal variation.

(1) Contribution No.1007 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Heng-Chun Branch Institute, COA-TLRI, Ping Tung, Taiwan, R.O.C.

(3) Hwalien Animal Propagation Station, COA-TLRI, Hwalien, Taiwan, R.O.C.