

盤固草水溶性碳水化合物 含量變動規律之探討⁽¹⁾

陳嘉昇⁽²⁾ 王紓愍⁽²⁾ 顏素芬⁽³⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：90 年 11 月 20 日；接受日期：91 年 02 月 25 日

摘 要

盤固草水溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrate, WSC) 含量是影響盤固草青貯品質的關鍵因素之一，瞭解 WSC 的變動是改善青貯品質穩定度的重要基礎。本研究藉盤固草品系 A254 (*Digitaria decumbens*) 及 Survenola (*Digitaria X umfolozi* Hall) 兩個品系的週年試驗，以及日變化的調查，探討 WSC 變動規律。在全年性變化方面，兩個品系四種割期之週年變化大體均呈平滑曲線，夏季、秋季之含量遠高於春季及冬季，低點與高峰間之差距達數倍之多。而兩個品系表現亦有差異，Survenola 隨割期拉長其 WSC 含量提高，A254 則割期效應不明顯；以季節而言，Survenola 於 7 至 9 月為 WSC 含量之高峰期，5、6 月之含量甚低，A254 的高峰期則比 Survenola 略為提早，6 月收穫者 WSC 含量已大幅提高。A254 的 WSC 含量一般均高於 Survenola。多項氣象因子的迴歸分析結果，A254 方面，聯合收穫前之日射量及有效積溫，其迴歸式之決定係數僅達 0.41；Survenola 則聯合有效積溫、收穫前日照時數與收穫前平均日最低溫，其迴歸式之決定係數可達 0.71。WSC 含量之日變化方面，由五日 (7 月 15 日至 19 日) 的平均變化趨勢來看，除 50-55 日齡 Survenola 之 WSC 含量大致維持不變外，另外三組材料之 WSC 含量均有顯著的日變化，上午 8 時 WSC 含量為試驗時段內的最低點，之後含量逐漸增加，至下午 2 時達到最高點，至下午 5 時時含量略下降。晴天時隨著日照 WSC 呈明顯累積，陰天的日變化量則較晴天為小，光照與 WSC 含量二者關係密切。因此，欲掌握 WSC 含量的變動，應將其劃分為兩個階段，一為收穫日之前 WSC 量的累積，二為收穫當日的變動。聯合兩個階段的變動可更準確的預估收穫當時牧草 WSC 含量的高低。本文並對如何掌握盤固草栽培品系 A254 之收穫時機以穩定青貯調製提出建議。

關鍵詞：盤固草、青貯、日變化、氣象因子。

緒 言

植體水溶性碳水化合物 (Water soluble carbohydrate, WSC) 含量是青貯時微生物生長繁殖的

-
- (1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1094 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。

主要能量來源，亦是影響青貯成敗的重要關鍵。水溶性碳水化合物充足則發酵良好；若含量過低則微生物發酵產酸不足，無法抑制其它雜菌生長，易產生二次發酵，導致不良青貯結果（盧，1990; Rotz and Much, 1994）。盤固草是台灣地區的主要牧草，雖主要為調製乾草，但礙於天候限制，有相當大的比例必須調製為青貯草或半乾青貯草（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（王等，1999）。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。陳等 (2000) 以六個品系在多地區不同季節下收穫結果，僅少數的收穫點 WSC 含量可達 7% (約鮮重的 2%) 以上，大多數的收穫點無法達到此標準。由此可見，對植體 WSC 含量的未能掌握，可能即為造成青貯品質難以穩定的主要原因。因此除了解 WSC 變動之外，若能進一步掌握變動規律，應是突破青貯品質不穩定的重要基礎。

水溶性碳水化合物含量隨環境、品系、部位等而變 (Burner *et al.*, 1983; Volenec, 1986; Frank *et al.*, 1989; Miller and Dickens, 1996; Smith *et al.*, 1998; Owens *et al.*, 1999)，其研究集中在溫帶牧草如高狐草、黑麥草、苜蓿等或穀類作物。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。由穀類作物研究結果，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之暫存庫其變動較大 (McCaig and Clarke, 1982; Stewart *et al.*, 1997)。顯見因物種及植物特性，其 WSC 變動狀況不一。除季節變化外，WSC 含量的日變化，也是一個不可忽略的問題 (Holt and Hilst, 1969; Lechtenberg *et al.*, 1971; Lechtenberg *et al.*, 1972; Fisher *et al.*, 1999)。陳等 (2000) 對台灣地區盤固草 WSC 含量變異的探討中發現季節是最重要變因，WSC 含量之變異中，季節因子佔總變異量的 50%，地區佔 20%，品系僅佔 7.5%，且地區間之季節變化趨勢一致，顯見 WSC 變化有其時序上的規律，因此本文進一步藉兩個主要品系的週年試驗，以及日變化的調查，進一步釐清 WSC 含量的影響因子，並探討其變動規律。

材料與方法

I. 不同割期處理之週年試驗

試區位於畜產試驗所花蓮種畜繁殖場，以 A254、Survenola 兩品系分別進行四種不同割期處理之週年刈割試驗。A254 四種週年性割期處理分別為 30、45、50 及 65 天左右刈割，冬季略往後延，實際刈割間隔見表 1。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，四種處理各施以台肥一號 ($\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 20:15:10$) 350、450、500 及 650 kg/ha。四種割期處理總共收穫次數分別為 13 次、10 次、8 次、7 次。Survenola 四種割期處理分別為 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，四種處理各施以台肥一號 250、350、450 及 550 kg/ha。四種割期處理分別收穫 15 次、11 次、8 次、7 次。收穫時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分析。

II. 日變化調查

試驗材料為盤固草品系 A254 及 Survenola，各包含兩種成熟度，一為 25-30 天日齡，另一為 50-55 日齡。材料種植於畜產試驗所恆春分所試驗區，均為建立一年以上之牧草地。試驗進行期間於每日之 8:00、11:00、14:00 及 17:00 進行取樣，每一處理二重複，取樣後立刻烘乾磨粉，樣品保存於 4

℃冰箱中以待水溶性碳水化合物含量測定。

III. 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℃ 下萃取四次，萃取液混合，置 70℃ 烘箱中去除酒精，殘餘液體以蒸餾水定量，取適量萃取液以 Anthrone 呈色法測定其水溶性碳水化合物含量 (Morris, 1948)。

IV. 氣象資料收集及統計分析

氣象資料來源為位於花蓮區農業改良場之一級農業氣象站 (距試區一公里以內)，資料包括每日均溫、最高溫、最低溫、日照時數、日射量、雨量、日長等。以收穫前十日平均日均溫、收穫前十日平均日最高溫、收穫前十日平均日最低溫、收穫前十日平均日溫差、生長期間累計日照時數、收穫日之日長、生長期有效積溫 (Growth degree days, GDD) 為獨立變數，以 WSC 含量為依變數，進行複迴歸分析。有效積溫之計算如下：有效積溫 = \sum (日均溫 - 基礎溫度 (15℃))。本研究之相關與複迴歸分析以 SAS 程式進行 (SAS Institute, 1988)。

結 果

I. 水溶性碳水化合物於不同割期之週年性變化

A254 方面，A 處理 (29-39 天刈割)：水溶性碳水化合物含量由 10 月、11 月之 6.2% 及 7.4% 起下降，冬季及初春最低，僅 3% 左右，5 月回升至 5.6%，6 月及 7 月之含量分別達到 12.4% 及 13.3%，隨後逐漸下降，8 月及 10 月初分別為 9.7% 及 8.8%。B 處理 (44-47 天刈割)：由 10 月之 8.7% 起下降，2 月僅 1.5%，冬季及春季均低，5 月回升至 6.1%，6 月底達 9.2%，隨後降低。C 處理 (49-56 天刈割)：由 9 月之 9.5% 起下降，12 月為 2.8%，5 月底回升至 8.1%，7 月達 9.6%，隨後降低。D 處理 (64-67 天刈割)：10 月初為 7.5%，12 月降為 1.9%，4 月僅 3.8%，6 月升至 11.6%，隨後逐漸下降 (圖 1)。

Survenola 方面，A 處理 (每 25 天刈割，冬季 35 天刈割)：WSC 含量由 4 月 1 日之 1.0% 起平緩上升，8 月 14 日、9 月 11 日之含量分別為 4.1% 及 4.2%，達最高點，隨後逐漸下降，10 月 30 日起除 2 月 14 日之含量為 2.5% 外，其他刈割取樣之含量均在 2.0% 之下，至 3 月 5 日達最低點，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 WSC 含量均在 1.5% 之下，8、9 月升至最高點，10 月 14 日起含量快速下降，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 月 14 日含量達最高點為 6.3%，隨後又降至 3.0% 之下，但翌年 4 月 8 日之含量回升至 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 月 9 日之 WSC 含量僅 1.3%，7 月 4 日即達 7.1%，8 月 29 日為 8.8%，隨後 10 月 24 日立即降為 3.6%，入冬後及春季時含量更低。

綜合上述，除極少數樣品點外，兩個品系四種割期之週年變化大體均呈平滑曲線，夏季、秋季之含量遠高於春季及冬季，低點與高峰間之差距達數倍之多。而兩個品系表現亦有差異之處，以割期處理而言，Survenola 隨割期之拉長其 WSC 含量提高，A254 則割期效應不明顯；以季節之時序而言，Survenola 於 7 至 9 月為水溶性碳水化合物含量之高峰期，5、6 月之含量甚低，A254 的高峰期則比 Survenola 略為提早，6 月收穫者 WSC 含量已大幅提高。A254 的 WSC 含量一般均高於 Survenola。

表 1. 盤固草 A254 及 Survenola 不同割期處理水溶性碳水化合物含量之變域

Table 1. The ranges of water soluble carbohydrate contents of pangolagrass A254 and Survenola at different cutting intervals

Line	Cutting interval	No. of harvest	WSC*
	Days		% DM
A254	29-35	13	2.2-13.3
	44-47	10	1.5- 9.2
	49-56	8	2.8- 9.6
	64-67	7	1.8-11.6
Survenola	25-35	15	0.9-4.2
	35-45	11	0.9-3.9
	45-55	8	1.4-6.3
	55-65	7	1.3-8.8

* WSC : water soluble carbohydrate.

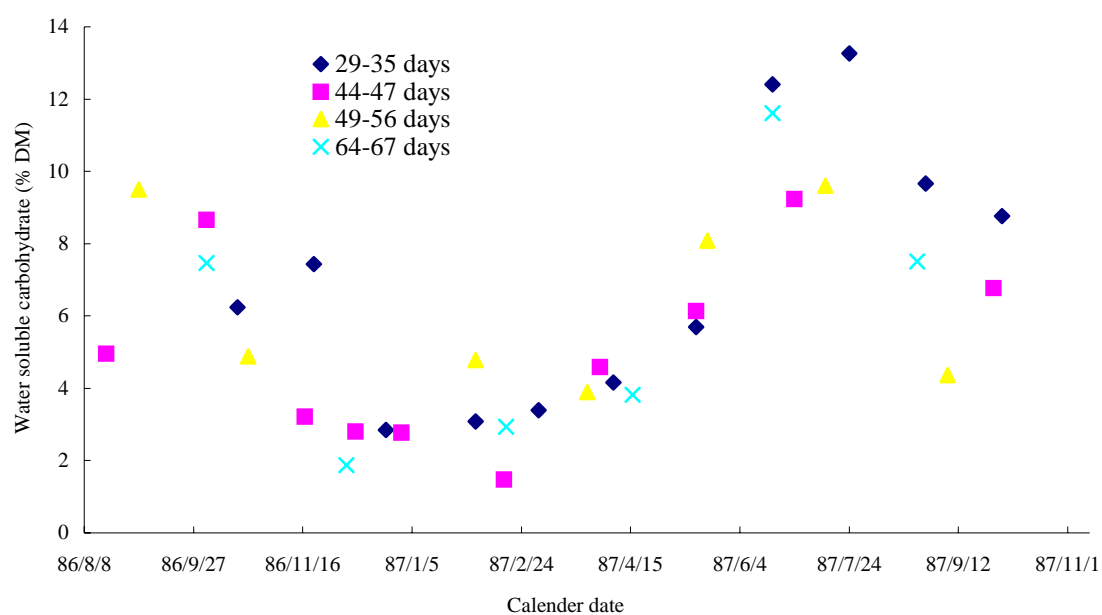


圖 1. 盤固草 A254 不同割期水溶性碳水化合物含量全年性變化。

Fig. 1. The changes of water soluble carbohydrate contents of pangolagrass A254 cut at different intervals in the whole year.

II. 水溶性碳水化合物週年性變動與氣象因子的關係

由上述週年性變動結果，季節間之差距可達數倍之多，季節為最主要之影響因子，而季節變動實際上是諸項氣象因子變動的綜合，究竟是哪些氣象因子造成 WSC 的變動是一值得探討的問題。WSC 變動與氣象因子的相關分析結果列於表 2。A254 之 WSC 與收穫期前 10 日之日均溫、日最高溫、日最低溫、有效積溫（基礎溫度 15℃）之相關達 5% 顯著水準，與收穫前兩天之日射量總合、日照時數總合之相關達 1% 顯著水準，與日夜溫差、日長則無顯著相關。Survenola 方面，WSC 亦與日夜溫差、日長無顯著相關，與其餘因子則均達 1% 顯著水準。兩品系明顯的不同是與 A254 之 WSC 相關最高者為收穫前之日射量 ($r = 0.61$)，在 Surveola 則是有效積溫 ($r = 0.72$)。

聯合多項氣象因子的迴歸分析結果列於表 3。A254 方面，聯合收穫前之日射量及有效積溫，其迴歸式之決定係數僅達 0.41；Survenola 則聯合有效積溫、收穫前日照時數與收穫前平均日最低溫，

其迴歸式之決定係數可達 0.71。此結果表示 A254 之 WSC 變動中能由以上所列因子解釋者頗為有限，僅約四成左右，其中收穫前日射量是最重要因子，有效積溫之重要性低，WSC 並不隨割期延長而升高；Survenola 之 WSC 變動的決定因素則顯然不同，有效積溫可以解釋五成的變動量，加上收穫前日照時數則可決定其近七成的變動。

表 2.盤固草水溶性碳水化合物含量與氣象因子的相關

Table 2. Correlation coefficients for pangolagrass between water soluble carbohydrate contents and meteorologic factors

Lines	T _{avg}	T _{max}	T _{min}	T _{dif}	GDD	Solar radiation	Sunshine duration	Day length
A254 (n = 37)	0.40*	0.40*	0.39*	0.16	0.40*	0.61**	0.56**	0.24
Survenola (n = 41)	0.44**	0.43**	0.43**	0.15	0.72**	0.56**	0.52**	0.14

T_{avg}, T_{max}, T_{min} : The means of average daily, maximum and minimum temperatures of ten days before harvesting.

T_{dif} : Difference between T_{max} and T_{min}.

GDD: Growth degree days (base temperature = 15°C).

* : P<0.05.

** : P<0.01.

表 3.盤固草水溶性碳水化合物含量與氣象因子的逐步迴歸分析

Table 3. The stepwise regression of climatic factors on water soluble carbohydrate contents of pangolagrass

Step	A254		Survenola	
	Variable entered	Model R ²	Variable entered	Model R ²
1	Sunshine radiation	0.38	GDD	0.52
2	GDD*	0.41	Sunshine duration	0.67
3			T _{min} *	0.71

* As shown in Table 2.

III. 水溶性碳水化合物含量之日變化

以兩種成熟度之盤固草 A254 及 Survenola 為材料 (分別為日齡 25-30 天及 50-55 天)，連續五日觀察其 WSC 日變化，五日之中陰晴不一，日射量差異大，但氣溫接近；第一天及第二天各降雨 20 mm 及 13 mm，第一天降雨時間集中於凌晨，第二天則分散於日間，總日射量低。

WSC 含量有顯著的日變化，其日變化情形依品系、成熟度而不同，取樣日期間之差異亦大。由五日的平均變化趨勢來看，除 50-55 日齡 Survenola 之 WSC 含量大致維持一致外，另外三組材料之 WSC 含量均有顯著的日變化 (圖 2)。A254 之 50-55 日齡植株及 25-30 日齡植株 WSC 含量日變化趨勢相似，但以幼齡植株的 WSC 含量高於老齡植株，而以後者的變動幅度稍大於前者。上午 8 時 WSC 含量為試驗時段內的最低點，幼齡及老齡植株之含量分別為 4.6%、3.5%，之後含量逐漸增加，至下

午 2 時達到最高點分別為 6.3%、5%，含量分別增加 1.9%、1.5%，至下午 5 時時含量略下降為 5.5%、4.8%。

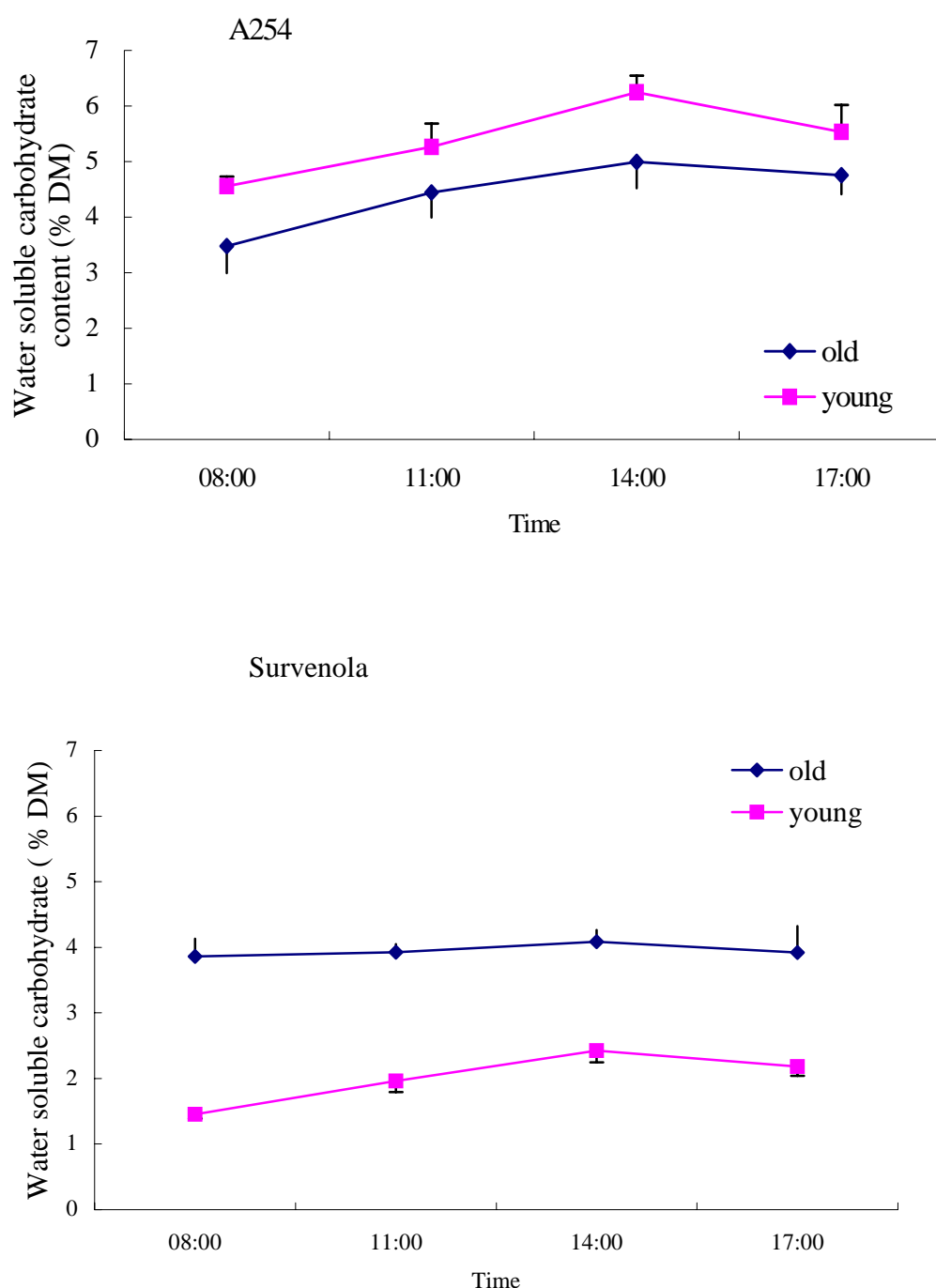


圖 2. 盤固草 A254 及 Survenola 不同生長期之水溶性碳水化合物含量日變化 (五日平均)。

Fig. 2. Diurnal changes of water soluble carbohydrate contents of pangolagrass A254 (upper) and Survenola (down) at different growth stages (average of five days).

Survenola 50-55 日齡之 WSC 含量日變化不顯著，25-30 日齡植株的變化趨勢與 A254 近似，含量由上午 8 時之 1.5% 逐漸增加至下午 2 時時達最高量 2.4%，下午 5 時時含量為 2.2%。

上述結果為五日 (7 月 15 日至 19 日) 之平均值，實際各日之日變化差異大，各日變化之幅度不同。比較日輻射量較少的第二天 (陰天) 及日輻射量較大的第三天 (晴天) 兩天的 WSC 日變化，可以發現晴天時隨著日照 WSC 累積明顯，陰天的日變化量則較晴天為小。25 日齡之 A254 於晴天時由上午 8 時之 4.3% 提高至下午兩時之 7.1%，陰天時則僅由 4.5% 提高至 5.6%；50 日齡之 A254 於晴天時由上午 8 時之 2.7% 提高至下午五 5 時之 5.3%，陰天時則上午 11 時後不增反減。25 日齡之 Survenola 於晴天時由上午 8 時之 1.3% 提高至下午兩時之 2.8%，陰天時由 1.5% 僅提高至 1.9%；50 日齡之 Survenola 於晴天時由上午 8 時之 3.8% 提高至下午 5 時之 4.7%，陰天時也是由上午 11 時後

逐漸降低。晴天的日照時數與日照強度遠高於陰天，且陰天當日之日照輻射強度集中於上午，晴天則自上午 10 時至下午 4 時之間均維持極強之日照輻射，恰可與此二日之 WSC 日變化情形相對應，顯示光照與 WSC 含量二者關係密切。

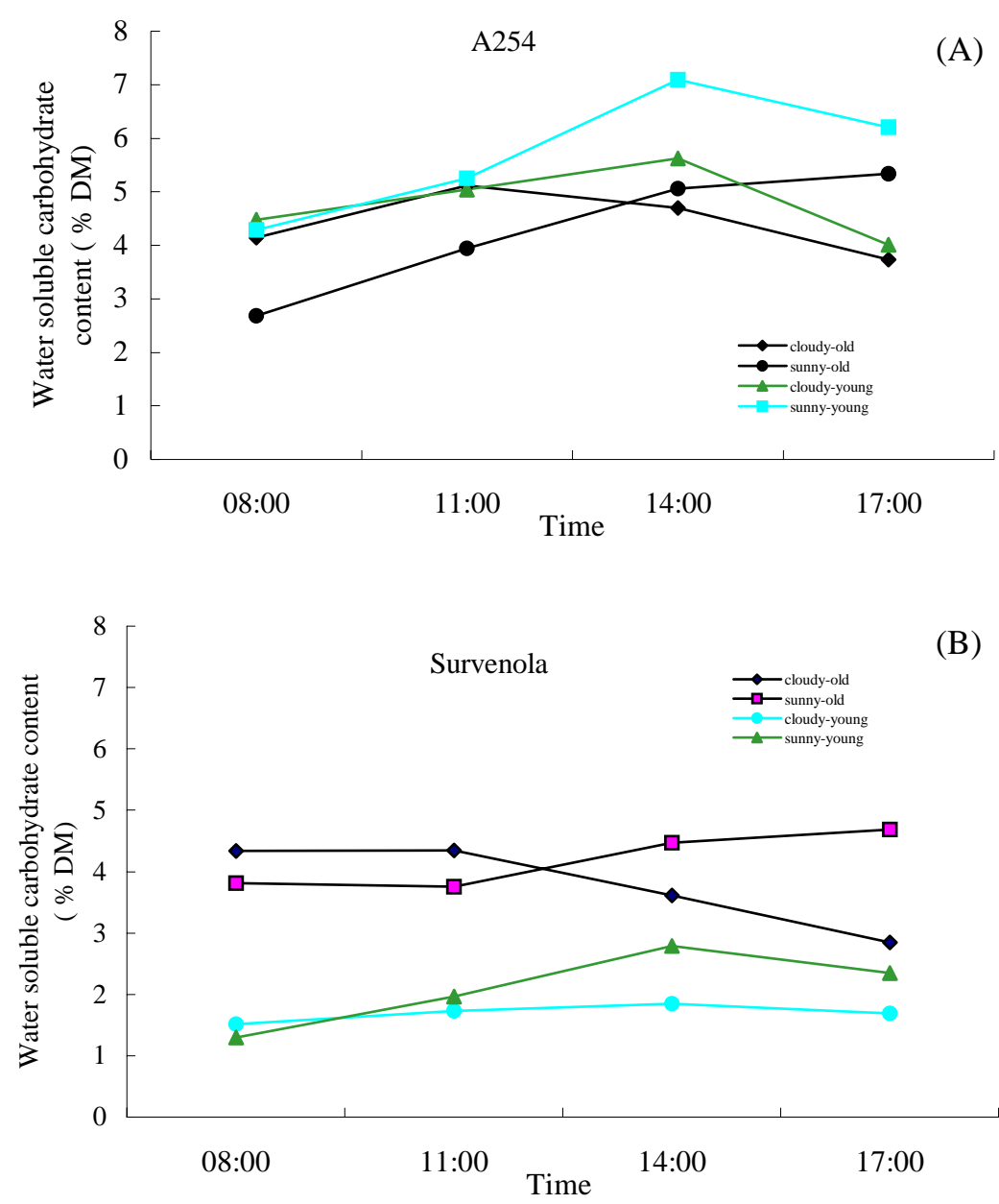


圖 3. 盤固草 A254 (上圖) 與 Survenola (下圖) 晴天及陰天水溶性碳水化合物含量之日變化。

Fig. 3. Diurnal changes of water soluble carbohydrate contents of pangolagrass A254 (A) and Survenola (B) for sunny and cloudy days respectively.

討 論

由陳等 (2000) 多品系、多地區資料分析結果，季節變化為 WSC 含量之最主要變因，本文由不同割期連續刈割之週年試驗結果亦顯示季節確為最大影響因素，但參試兩品系受所謂「季節」因素影響而造成 WSC 含量變動之機制卻顯然不同。Survenola 之 WSC 含量因割期之延後而顯著提高，蓋因此品系生育前期之葉片比例大，莖部比例隨著生長而提高，WSC 主要累積於莖部，尤其於夏季長日照之下植株易於抽穗，莖部比例大幅提高，因此 WSC 累積明顯，與累積溫度間有高度相關。

而 A254 與積溫之相關不高，且割期效應不明顯，WSC 含量並不隨割期之延後而提高，其重要的影響因子為日照。由於花蓮地區冬季之日照時數及日射量均遠低於夏季，這可能為本試驗中 A254 於夏季之 WSC 含量數倍於冬季之主因。

由氣象因子與 WSC 含量關係之分析中，有效積溫、收穫前日照時數與最低溫可解釋 Survenola 之 WSC 變動的 71%，而收穫前之日射量及有效積溫亦僅能解釋 A254 之 WSC 變動的 41%，顯示 WSC 的變動可由以上所列因子解釋者頗為有限，尚有重要的變因不在上述試驗的掌握之中，這重要的變因可能即是「日變化」。因為在週年試驗時並未考慮「日變化」因子於試驗設計中，而其影響實際上是不可忽略的。由本研究結果，WSC 的日變化依日照及材料狀況最高可達 2-3 倍。苜蓿、黑麥草、白三葉草及高狐草等也有顯著之 WSC 日變化的報導 (Lechtenberg *et al.*, 1971; 1972; Fisher *et al.*, 1999; Owens *et al.*, 1999)，其日變化曲線隨牧草種類、可溶糖的種類、植株部位及收穫次數等而異，下午之 WSC 含量常較上午為高，與本試驗結果相似，顯示 WSC 合成與轉化速度極快，且其變動為一相當規律與普遍的現象。由於前夜的消耗與轉換，WSC 含量在上午 8 時時含量不高，於晴天時隨日照輻射增強，光合作用速率提高，WSC 含量即快速增加，下午 2 時之後日照強度逐漸減弱，光合成能力降低，WSC 累積速率亦降低。晴天的日變化量較陰天為大，顯示日照強度是造成 WSC 含量日變化的重要因子。

依上述之結果，欲掌握 WSC 含量的變動，應將其劃分為兩個階段，一為收穫日之前 WSC 量的累積，二為收穫當日的變動。前者主要由生長發育階段、日照、積溫等決定，因品系特性而異；後者決定於收穫當日的日照及收穫時間，亦即與光合作用之進行有關，其幅度則隨 WSC 累積、消耗、運轉狀況而異。聯合上述兩個階段的變動可更準確的預估收穫當時牧草 WSC 含量的高低。

本研究嘗試理出盤固草 WSC 含量變動之規律，以有助於盤固草青貯調製結果之穩定性。對目前之栽培品系 A254 而言，在夏、秋季適當之收穫期下，WSC 含量超過 7% 之比例高。收穫前及收穫當日之日照狀況極為重要，連續陰天後不宜調製青貯，晴天上午十時後再收割可獲得較高的 WSC 量。延長 A254 之收穫期並無助於 WSC 含量的提高。

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 28：147~157。
- 王紓愍、陳嘉昇、成游貴。1999。盤固草品系 Survenola 與 A254 青貯品質比較。畜產研究 32：305~312。
- 陳嘉昇、王紓愍、顏素芬、成游貴。2000。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。畜產研究 33：252~262。
- 盧啓信。1990。牧草青貯調製。台灣牧草研究研討會專集 pp. 153~158。
- 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.
- Fisher, D. W., H. F. Mayland and J. C. Burns. 1999. Variation in ruminants' preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. *J. Anim. Sci.* 77:762~768.
- 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.
- Holt, D. A. and A. R. Hilst. 1969. Daily variation in carbohydrate content of selected forage crops. *Agron.*

J. 61:239~242.

- Lechtenberg, V. L., D. A. Holt and H. W. Youngberg. 1971. Diurnal variation in nonstructural carbohydrates, *in vitro* digestibility, and leaf to stem ratio of alfalfa. *Agro. J.* 63:719-724.
- Lechtenberg, V. L., D. A. Holt and H. W. Youngberg. 1972. Diurnal variation in nonstructural carbohydrates of *Festuca arundinacea* (Schreb.) with and without N fertilizer. *Agron. J.* 64 : 302-305.
- 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.
- Owens, V. N., K. A. Albrecht, R. E. Muck and S. H. Duke. 1999. Protein degradation and fermentation characteristics of red clover and alfalfa silage harvested with varying levels of total nonstructural carbohydrates. *Crop Sci.* 39:1873-1877.
- 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 L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc. Madison, PP. 828-868.
- SAS Institute. 1988. SAS user's guide: Statistics. Version 6.03 SAS Inst., 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.
- Stewart, D. W., L. M. Dwyer, C. J. Andrews and J. A. Dugas. 1997. Modeling carbohydrate production, storage, and export in leafy and normal maize. *Crop Sci.* 37:1228-1236.
- 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.
- Volenec, J. J. 1986. Nonstructural carbohydrates in stem base components of tall fescue during regrowth. *Crop Sci.* 26:122-127.

Investigation on the Changes of Water Soluble Carbohydrate Contents in Digitgrass⁽¹⁾

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

Received Nov. 12, 2001 ; Accepted : Feb. 25, 2002

Abstract

Water soluble carbohydrate (WSC) content is one of key factors affecting silage quality. Understanding fully the change of WSC content of pangolagrass would be helpful to improve silage quality. In this study, the changes of WSC contents for whole-year-round and diurnal changes of two lines of pangolagrass, *ie.*, A254 and Survenola, were determined. WSC of both lines varied smoothly with the seasons. It showed that WSC contents of pangolagrass in summer and autumn were higher than those in spring and winter with the difference reaching to several folds sometimes. However, some distinctions were observed between these two lines. WSC contents increased with longer cutting intervals in Survenola, meanwhile no significant effect was observed in A254. In Survenola, WSC content was fairly low in May and June and increased thereafter reaching the highest in September. On the other hand, the highest WSC was observed in July for A254. In general, WSC contents of A254 were higher than those of Survenola. The R^2 of the regression of WSC for pangolagrass on the combination of solar radiation and growth degree days (GDD) was only 0.41 in A254, while that for Survenola, by combination of GDD, hours of sunshine and averaged minimum temperature was 0.71. The diurnal changes of WSC contents observed on averaged values of 5 days were substantially significant except those of Survenola for 50-55 growth days. The lowest WSC content was at eight o'clock in the morning and increased afterward. The highest WSC content appeared at two o'clock and then decreased till five o'clock in the afternoon. WSC accumulated significantly on shinny days and changed less on cloudy days. It was found that WSC content was closely related to solar radiation. In order to precisely predict the level of WSC content at harvest, it was suggested that two periods of WSC variation would be considered. One was the WSC content accumulated before harvesting date, the other was the diurnal changes on the harvesting date. Determining the right time for harvesting pangolagrass line A254 to

(1) Contribution No. 1094 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.

improve the silage quality was also discussed.

Key words: *Digitaria spp.*, Ensiling, Forage quality, Diurnal change, Meteorologic factor.