

盤固草試管真消化率的變動與預測⁽¹⁾

陳嘉昇⁽²⁾⁽³⁾ 王紓愷⁽²⁾

收件日期：94 年 5 月 17 日；接受日期：94 年 8 月 8 日

摘 要

本報告以盤固草 A254 四種割期週年試驗之樣品進行濾袋式試管乾物真消化率 (*in vitro* dry matter true digestibility, IVTD) 分析，以探討其變動與影響因子。試驗結果顯示，除極少數樣品點外，四種割期之 IVTD、酸洗纖維 (acid-detergent fiber, ADF) 及中洗纖維 (neutral-detergent fiber, NDF) 大體隨著季節而變化，IVTD 各割期處理之高點出現於冬季及初春，低點出現於 6、7 月，變異範圍自 61% 至 84%；ADF 之高點約在 7 月，低點約在 2 月，變異範圍自 29% 至 47%；NDF 之變化類似 ADF，變異範圍自 56% 至 83%。由割期處理所造成之差異比季節因素之影響小，季節性的氣候變化是影響消化率高低的主要因素。IVTD 與收穫期前 10 日之日均溫、日最高溫、日最低溫、有效積溫之相關達極顯著水準，其中又以基礎溫度為 16.5°C 之有效積溫與 IVTD 之相關最高。以有效積溫對 IVTD 進行迴歸分析，其迴歸方程式 R^2 為 0.64，RMSE (root mean square error, 剩餘機差) 為 3.3%。若加入 ADF 含量可以提高 R^2 為 0.8，RMSE 為 2.5%。本研究量化地描述消化率的季節性變動，並提出以積溫及 ADF 對 IVTD 的預估，可供收穫管理的參考。

關鍵詞：濾袋法，牧草品質，氣象因子、盤固草。

緒 言

消化率是評估牧草品質的重要項目，提高消化率也是國內牧草育種、栽培管理與收穫調製研究的主要目標。消化率最好的指標是動物的表現，但活體消化率之測定耗時、成本高，難以成為例行分析。因此牧草的消化率常藉由其他方式加以評估，如：迴歸或預估方程式（纖維成分與消化率的關係）、加總法（各成分可消化部分能量的總和）、試管消化率測定等 (Weiss, 1994)。

試管消化率是直接模擬胃分解的方法，此法假定影響牧草消化率的主要因子是分解的速度及在胃中停留的時間。Tilley and Terry (1963) 提出之二段式測定法被普遍採用，在許多的牧草及副產物試驗中被認為可以準確的估計活體消化率 (de Boever *et al.*, 1988；李等, 1984)，然而亦有一些研究指出此一方法雖對乾草消化率的估測準確，但對草稈及青貯草等的準確度稍差 (Givens, *et al.*, 1995; Adesogen *et al.*, 2001)。van Soest *et al.* (1966) 所提出的試管真消化率 (*in vitro* true digestibility,

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1289 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 通訊作者，E-mail: chencsg@mail.tlri.gov.tw。

IVTD) 測定也被廣泛採用，此法是以中性洗劑消化迴流取代二段法中胃蛋白酶的分解，留下未分解的細胞壁，以更接近包含瘤胃後 (post ruminal) 的消化率。除此之外，還有多種的修飾方法被提出探討，但其與消化率之迴歸關係依狀況而異，難以通用 (Weiss, 1994; Adesogan, 2001)。濾袋式 (filter bag) 試管消化率是近年來為簡化傳統試管消化率測定程序發展出來的改良方法，已有數篇報告的結論均指稱濾袋法測定之結果與傳統法一致，且具有節省時間、易於操作之優點 (Traxler *et al.*, 1995; Vogel *et al.*, 1999; Julier *et al.*, 1999)。此外，Wilman and Adesogan (2000) 同時進行試管表面消化率 (*in vitro* apparent digestibility) 及 IVTD 之傳統法與濾袋法之比較，指出對大批樣品的測定而言，濾袋法是比傳統試管法更可接受的方法，而濾袋法對傳統法迴歸之精確度以 IVTD 高於試管表面消化率。濾袋法引進國內之時間較短，陳等 (2003) 曾評估本法在狼尾草及盤固草的應用，指出濾袋式 IVTD 測定之再現性高，是一個操作方便且速度較快的方法，可應用於例行的品質檢測，而濾袋式 IVTD 測值比傳統二段式試管乾物質消化率 (IVDMD) 測定高出約 15%。

盤固草是國產大宗牧草之一，在北部約有半年的生產期，南部則幾乎全年可收穫，由於無固定之成熟期，每批商品的品質不一，尤其季節的影響對盤固草更為重要 (陳等, 1999; 王等, 2003)。陳等 (2000) 指出對盤固草的營養成分隨季節呈現規則性的變動，生長積溫是影響酸洗纖維 (acid-detergent fiber, ADF)、中洗纖維 (neutral-detergent fiber, NDF) 含量的最決定性因子，並以盤固草台畜育 1 號為對象提出以生長積溫、氣象因子與株高等對 ADF、NDF 含量的預測與驗證。國內雖有不同生長期盤固草 A254 試管消化率 (IVDMD) 的測定資料 (卜等, 1993; 李等, 1991)，但對消化率的週年性變動狀況與影響因子的研究則尚闕如，為對盤固草的品質變動有更完整的描述，本報告將以盤固草 A254 不同割期週年性試驗之樣品進行濾袋式 IVTD 分析，探討其變動規律與影響因子，並提出預測方程式。

材料與方法

I. 材料

盤固草 A254 樣品來自花蓮種畜繁殖場進行之週年性割期試驗，刈割間隔分別為 29-35、44-47、49-56、64-67 天。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 (N : P_2O_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 (N : P_2O_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。收穫時取樣品烘乾磨粉備用。其中二區集樣品進行濾袋式 IVTD 分析。

II. 濾袋式 IVTD 測定

本試驗以 ANKOM F57 濾袋及 DAISY II 200 乾物消化器 (ANKOM Technology) 進行 (Anonymous, 1995)。方法如下：秤取烘乾磨粉之盤固草樣品 0.25 g，裝入濾袋並密封，再將濾袋置於含瘤胃緩衝液之培養瓶中。每一培養瓶之瘤胃緩衝液含緩衝液 1600 ml (1.67% KH_2PO_4 , 0.083% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.083% NaCl, 0.017% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.083% urea, 12.5% Na_2CO_3 , 0.83% $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) 及 400 ml 牛瘤胃液，取瘤胃液及瘤胃緩衝液製備時均充入 CO_2 ，以維持厭氣環境。每一培養瓶放置 25 個濾袋 (其中含一個空白袋及兩個校正用之標準樣品)，充入 CO_2 ，將培養瓶置入 DAISY II 乾物消化器內，於 39.5°C 下轉動培養 48 小時。消化器內可同時放置四個培養瓶。培養完成後將濾袋取出清洗，然後於 ANKOM Fiber Analyzer 中以中洗溶液煮沸 1 小時，清洗後以 80°C ，48 小時烘乾秤重，由樣品重差值計算其乾物質真消化率。每一樣品重複二次。瘤胃液取自二頭裝有瘤胃瘻管的荷蘭閩公牛，平均年齡約三歲，每日以兩公斤精料及青貯狼尾草任食飼。

III. 纖維分析

酸洗纖維、中洗纖維依照 van Soest (1967) 之方法測定，每一樣品重複二次。

IV. 氣象資料收集與統計分析

花蓮試區之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），氣象資料包括每日均溫、最高溫、最低溫、日照時數、日射量、雨量、日長等。相關分析之變數含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、收穫前二日累計日照時數及日射量、生長期有效積溫（growth degree days, GDD）等，並加入 ADF、NDF 含量進行複迴歸分析（SAS Institute, 1988）。有效積溫之計算如下：

有效積溫（GDD）= Σ （日均溫－基礎溫度）

試驗中依前人研究（Chen *et al.*, 1999；陳等，2000）選用多種溫度進行計算，最終採用與 IVTD、ADF、NDF 相關最高的溫度值為基礎溫度。

結 果

I. IVTD 及 ADF、NDF 於不同割期之週年性變化

IVTD 方面，A 處理（29-35 天刈割）：由 8 月、9 月之 68.9% 及 73.5% 起提高，冬季及初春最高，2、3、4 月均超過 79%，5 月起降低，7 月降至 73.3%，9 月起再回升。B 處理（44-47 天刈割）：由 8 月之 64.8% 起提高，11 月至 4 月初均超過 80%，5、6 月降至 69.5 及 69.9%，8 月起又回升。C 處理（49-56 天刈割）：由 9 月之 65.7% 起提高，2 月達高點的 83.7%，7 月降至 69.8%。D 處理（64-67 天刈割）：10 月初為 66%，12 月升為 78.4%，4 月 69.3%，6 月僅 61.3%（圖 1）。

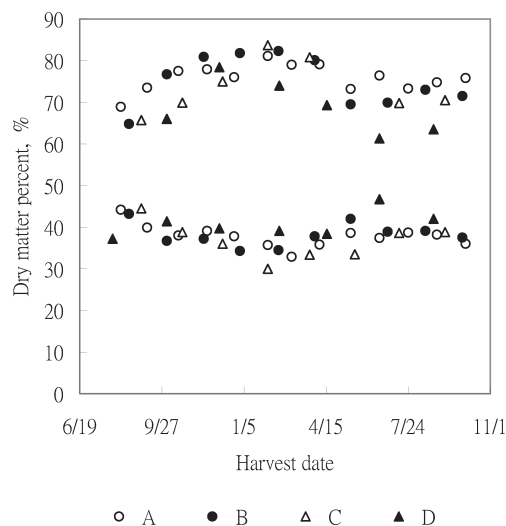


圖 1. 花蓮地區不同割期盤固草 A254 之 IVTD 與 ADF 含量全年性變化。

Fig. 1. The changes of IVTD and ADF of pangolagrass A254 grown at Hwalein cut at different intervals in the whole year. A: 29-35 days, B: 44-47 days, C: 49-56 days, D: 64-67 days.

ADF 方面，A 處理（29-35 天刈割）：由 8 月之 44.2% 起開始降低，秋季約 39% 左右，冬季及初春最低，2 及 4 月約 36%，3 月為 33.9%，5 月起又升高。B 處理（44-47 天刈割）：由 8 月之 43.2%，降低至 10 月之 36.7%，12 月至 2 月初約 35%，而後逐漸提高，5 月起又升至 40% 左右。C 處理（49-56 天刈割）：由 9 月之 44.5% 起降低，2 月達低點的 30%，7 月再升至 38.6%。D 處理（64-67 天刈割）：10 月初為 41.4%，12 月至翌年 4 月均未超過 40%，6 月則升至 46.7%（圖 1）。NDF 之變化亦類似 ADF，各割期處理之高點約在 6、7 月，低點約在 2 月，變異範圍自 56% 至 83%。本試驗 IVTD、ADF、NDF 機差均方分別為 13.5、7.5 及 13.6（表 1）。

表 1. 盤固草 IVTD、ADF、NDF 測定之變方分析表

Table 1. Analysis of variance of *in vitro* true digestibility (IVTD), acid-detergent fiber (ADF), and neutral-detergent fiber (NDF) measurements of pangolagrass

Source of variance	Df	Mean square		
		IVTD	ADF	NDF
Harvest	37	71.5**	22.1**	69.5**
Block	1	163.0**	11.3*	59.8**
Error	37	13.5	7.5	13.6
R ²		0.86	0.74	0.83

** Significant at 1% level.

* Significant at 5% level.

表 2. 盤固草各割期處理與季節 IVTD、ADF、NDF 之平均值與標準偏差

Table 2. Means and stand deviations of *in vitro* true digestibility (IVTD), acid-detergent fiber (ADF), and neutral-detergent fiber (NDF) of pangolagrass for sets cut at different cutting intervals and seasons

Sample set	No. of harvest	IVTD	ADF	NDF
Cutting interval (day)		% (mean±sd)		
A (29-35)	13	75.9±3.2	37.9±2.6	67.2±5.9
B (44-47)	10	75.1±6.2	38.1±2.9	69.9±5.6
C (49-56)	8	73.9±6.1	37.7±4.5	68.9±4.4
D (64-67)	7	70.7±7.8	40.6±3.1	72.3±7.8
Season				
Spring	8	75.9±4.5	36.9±3.0	68.7±3.6
Summer	11	70.7±6.1	40.4±3.1	73.1±3.9
Autumn	11	73.3±5.0	38.9±2.4	70.1±6.3
Winter	8	79.0±3.7	36.5±3.6	63.1±5.7

綜合上述，除極少數樣品點外，四種割期之 IVTD、ADF 及 NDF 大體隨著季節呈週年性變化，表 2 整理各割期處理及不同季節下之平均值與標準差，呈現隨割期延長 ADF、NDF 提高而 IVTD 降低，但由割期處理所造成之差異比季節之影響小，可知季節的變化是影響消化率高低的主要因素。

II. IVTD 與氣象因子的關係

試驗期間氣象概況

日均溫方面，八月份之平均日均溫達到最高，第一年為 27.6℃，第二年為 28.6℃，平均日均溫最低為一月份之 17.9℃；每日最高溫方面，最高發生於七月份，最低為一月份；每日最低溫的高、低點月份則與日均溫相同。日照時數方面，夏季 6、7、8 月之日照時數為年度之高峰，可達 200 多小時，冬、春季日照時數低，2、3 月份僅分別為 46 及 60 小時。日射量方面，夏季為高峰，僅有少

表 3. 田間試驗期間之每月平均氣溫、日照時數、日射量及降雨量變化

Table 3. Monthly mean air temperature, sunshine duration, solar radiation and precipitation during the field trial

Month	Air temp.			Sunshine duration	Solar radiation	Precipitation
	Max.	Min.	Average			
	℃			hour	MJ/m ²	mm
APR.	25.7	19.0	22.1	85.9	157.2	57.5
MAY	28.5	21.3	24.7	147.8	268.0	100.5
JUN.	31.2	23.7	26.8	233.4	326.8	120.0
JUL.	31.7	23.9	27.4	174.5	297.5	62.0
AUG.	31.5	24.4	27.6	144.4	258.1	583.0
SEP.	28.5	22.4	25.2	95.1	209.9	44.0
OCT.	26.7	21.2	23.7	66.2	143.5	184.0
NOV.	26.4	17.5	21.7	150.6	189.2	5.0
DEC.	23.2	16.4	19.5	75.8	118.8	42.0
JAN.	21.4	14.6	17.9	79.2	109.2	54.0
FEB.	21.5	15.5	18.1	46.4	87.7	219.5
MAR.	23.9	17.4	20.3	59.5	128.2	167.0
APR.	28.0	20.2	23.9	100.2	195.6	60.5
MAY	29.5	22.5	25.6	120.7	215.2	573.0
JUN.	30.8	23.2	26.8	126.6	257.4	151.0
JUL.	32.8	24.2	28.4	232.7	368.4	59.0
AUG.	32.5	24.8	28.6	233.0	340.0	256.0
SEP.	30.1	23.1	26.2	100.0	200.0	265.5

數月份可達 300 MJ/m²，最低點在二月，僅 88 MJ/m²。降雨之分布不均勻，分別於第一年之 8 月及第二年之 5 月之月累積雨量超過 500mm，11 月僅 5mm。試驗期間各月份氣象變化詳見表 3。

IVTD 變動與氣象因子的相關分析結果列於表 4。IVTD 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℃ 至 18℃）之相關達極顯著水準，與收穫前兩天之日射量總合、日照時數總合及日夜溫差則無顯著相關。

其中又以基礎溫度為 16.5℃ 之有效積溫與 IVTD 之相關最高。ADF NDF 與氣象因子的關係與 IVTD 類似，相關最高者為亦為有效積溫，但相關係數較與 IVTD 者低（表 4）。

以有效積溫對 IVTD 進行迴歸分析，其迴歸方程式如表 5，R² 為 0.64，RMSE（root mean square error）為 3.3%。若加入 ADF 含量可以提高 R² 為 0.8，RMSE 為 2.5%（表 5）。

表 4. 盤固草 IVTD、ADF、NDF 與氣象因子的相關

Table 4. Correlation coefficients between meteorological factors and *in vitro* true digestibility (IVTD), acid-detergent fiber (ADF) and neutral-detergent fiber (NDF)

	T _{avg}	T _{max}	T _{min}	T _{dif}	GDD15	GDD16.5	GDD18	Solar radiation	Sunshine duration
IVTD	-0.52**	-0.42**	-0.58**	0.21	0.79**	0.80**	0.79**	-0.18	-0.04
ADF	0.43**	0.37*	0.48**	-0.15	0.63**	0.64**	0.64**	0.20	0.12
NDF	0.52**	0.45**	0.60**	-0.21	0.62**	0.63**	0.64**	0.28	0.15

T_{avg}, T_{max}, T_{min}: Daily mean, maximum and minimum temperatures of ten days before harvesting.

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

GDD15, 16.5 and 18 are the growth degree days based on base temperatures of 15, 16.5 and 18°C, respectively.

*: P < 0.05.

** : P < 0.01.

表 5. 盤固草有效積溫及 ADF 對 IVTD 之迴歸方程式

Table 5. The regression equations of growth degree days (GDD) and acid-detergent fiber (ADF) on *in vitro* true digestibility (IVTD)

Prediction equation	n	R ²	RMSE%
IVTD% = 84.8 - 0.02GDD*	34	0.64	3.3
IVTD% = 115.8 - 0.92ADF - 0.012GDD	34	0.80	2.5

*: GDD is the growth degree days based on base temperature of 16.5°C

討 論

牧草品質隨生育期、環境因素等影響而變 (Buxton and Fales, 1994; Cherney, *et al.* 1993; Deinum, *et al.* 1968; Nelson and Moser, 1994; van Soest, *et al.* 1978), 影響因子變動可用來預估其品質 (Fick and Onstad, 1988; Hintz and Albrecht, 1991; Sanderson, 1992; 陳等, 2000)。國產牧草品質之評估向來以 ADF、NDF、CP 為主, 陳等 (1999; 2000) 雖曾對盤固草品系上述成分的變動加以探討, 但非以目前栽培最廣之品種 A254 為主要對象, 且缺乏消化率變動之資料, 本報告中則以 A254 為對象, 探討其 IVTD 的變動, 以對盤固草的品質變動有更完整的了解, 並提出對消化率變動的預估。

濾袋法是近年發展出的較簡便的測定方法 (Wilman and Adesogan, 2000), 但除陳等 (2003) 之報告外, 國內尚無利用濾袋式 IVTD 於牧草消化率測定之資料。據 van Soest *et al.* (1966) 以 12 種禾本科牧草及 8 種豆科牧草之研究結果, IVTD 之測值約為試管表面消化率之測值乘以 0.92 加 162 g/kg。而 Vogel *et al.* (1999) 之研究指出, 濾袋法比傳統試管法有約 3% 的高估。陳等 (2003) 提出盤固草濾袋法 IVTD 與傳統 IVDMD 間約有 15% 之差值。因此在解讀本報告中濾袋式 IVTD 的數值高低時應注意其間數值之差別。

本研究結果, IVTD 大體隨割期及季節呈現週年性的變動 (圖1), 而季節因子中有決定性影響的是溫度 (表4), 尤其有效積溫與 IVTD 間有高度之相關。需加以注意的是 A254 累積 ADF、NDF 的基礎溫度稍高於台畜育 1 號 (陳, 1999)。A254 以基礎溫度 16.5°C 之有效積溫對 IVTD 進行迴歸, 可以解釋 IVTD 變異的六成以上。另外, ADF 為影響消化率的主要化學成分, 而影響 ADF 含量之因素亦以有效積溫為最重要 (陳等, 2000), 雖然兩項因子有重疊, 但聯合有效積溫與 ADF 可提高對 IVTD 的解釋力到八成 (表5)。由系列對品質變動及影響因子的分析及本試驗之結果, 生育期的有效積溫確為影響消化率及其有關化學成分的最主要因子。地區性的因素, 如土壤性質、肥力等, 及其他非氣溫因子之影響極微 (陳, 1997; 陳, 1999)。

消化率低是熱帶禾本科牧草最大的缺點, 然而由盤固草消化率有關的研究可以得知, 其消化率不佳是由於高溫促使老化所致, 但同為熱帶牧草, 盤固草消化率的季節波動即比狼尾草明顯 (王等, 2003)。因此, 若能掌握其變動, 在適當的時機收穫將可獲得較高的消化率。本研究結果夏季各收穫期的 IVTD 易落於 65% 或以下, 其餘則即使延長割期仍可達 70% 以上, 而大部分進口百慕達草、梯牧草與燕麥草之 IVTD 尚不及 70% (陳等, 未發表資料), 表示若不令盤固草過度老化, 其消化率仍可能高於進口禾草, 包括溫帶禾草。雖然消化率通常與產量呈反比, 但了解消化率的變動後, 可以在可接受的產量之下獲得可接受的消化率, 況且改變刈割時期或頻度並不影響全年度之產量, 生產高消化率牧草之效益應可高於收穫成本之增加, 若能配合品質分級制度的實施, 會有更良性的發展, 亦可與高單價之進口乾草競爭。本研究描述消化率的週年性變動及提出對 IVTD 的預估, 可供收穫管理的參考。

參考文獻

- 卜瑞雄、施意敏、陳吉斌、陳茂墻。1993。不同割期對盤固草產量、化學成分與營養價值之影響。畜產研究 24 : 59~65。
- 王紓愨、陳嘉昇、成游貴。2003。割期、季節及地區對狼尾草粗蛋白質、中洗纖維及酸洗纖維的影響。畜產研究 35 : 69~75。
- 李春芳、沈添富、陳茂墻。1984。利用不同方法評估農副產物之營養價值。中畜會誌 13:35~51。

- 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 : 59~65。
- 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、中洗纖維及粗蛋白質與氣象因子的關係。畜產研究 32 : 255~265。
- 陳嘉昇、顏素芬、王紓愍、成游貴。2000a。盤固草酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質含量的預測。畜產研究 33 : 25~36。
- 陳嘉昇、王紓愍、顏素芬、成游貴。2003。狼尾草與盤固草之濾袋式試管真消化率測定。畜產研究 36 : 99~109。
- Adesogan, A. T. 2001. Where are feeds worth? A critical evaluation of selected nutritive value methods. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium p.33~47.
- Anonymous. 1995. In vitro true digestibility using ANKOM's DAISY II. Ankom Technology Corporation, Fairport, NY.
- Buxton, D. R. and S. L. Fales. 1994. Plant environment and quality. in: Forage quality, evaluation and utilization. pp.155~199. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA.
- Cherney, D. J. R., J. H. Cherney and R. F. Lucey. 1993. In vitro digestion kinetics and quality of perennial grasses as influenced by forage maturity. J. Dairy Sci. 76:790~797.
- De Boever, J. L., B. G. Cottyn, J. I. Andries, F. X. Buysse and J. M. Vanacker. 1988. The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forages. Anim. Feed Sci. Technol. 19:247~260.
- Deinum, B., A.J.H. VanEs and van Soest. 1968. The influence of light density, temperature and nitrogen on in vivo digestibility of grass and the prediction of these effects from some chemical product. Netherlands J. Agric. Sci.16:217.
- Fick, G. W. and D. W. Onstad. 1988. Statistic models for predicting alfalfa herbage quality from morphological or weather data. J. Prod. Agric. 1:160~166.
- Givens, D. I., B. G. Cottyn, P. J. S. Dewey and A. Steg. 1995. A comparison of the neutral detergent-cellulase method with other laboratory methods for predicting the digestibility in vivo of maize silages from the three European countries. Anim. Feed Sci. Technol. 54:55~64.
- Hintz, R. W. and K. A. Albrecht. 1991. Prediction of alfalfa chemical composition from maturity and plant morphology. Crop Sci. 31:1561~1565.
- Julier, B., M. Lila, V. Furstoss, V. Travers and C. Huyghe. 1999. Measurement of cell-wall digestibility in Lucerne using the filter bag technique. Anim. Feed Sci. Technol. 79:239~245.
- Nelson, C. J. and L. E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. in: Forage quality, evaluation, and utilization. pp.115~154. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA.
- Sanderson, M. A. 1992. Predictors of alfalfa quality: Validation with field data. Crop Sci. 32:245-250.
- SAS Institute. 1988. SAS user's guide: Statistics. Version 6.03 SAS Inst., Cary, NC.
- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two - stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 19:363~372.

- Traxler, M. J., J. B. Robertson, P. J. van Soest, D. G. Fox and A. N. Pell. 1995. A comparison of methods for determining IVDMD at three time periods using the filter bag technique versus conventional methods. *J. Dairy Sci.* 78 (Suppl.1): 274.
- van Soest, P. J., R. H. Wine and L. A. Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. In proceedings of the Xth International Grassland Congress, Helsinki. Finnish Grassland Association, Helsinki, pp.438~441.
- van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Animal Sci.* 26:119~128.
- van Soest P. J., D. R. Mertens and B. Deinum. 1978. Pre-harvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Animal Sci.* 47:712~720.
- Vogel, K. P., J. F. Pedersen, S. D. Masterson and J. J. Toy. 1999. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Sci.* 39:276~279.
- Weiss, W. P. 1994. Estimation of digestibility of forage by laboratory methods. in: Forage quality, evaluation, and utilization. pp.644~681. eds. Fahey, Jr. G. C., M. Collins, D. R. Mertens and L. E. Moser. American Society of Agronomy, Inc., Madison, USA.
- Wilman, D. and A. Adesogan. 2000. A comparison of filter bag methods with conventional tube methods of determining the in vitro digestibility of forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 84:33~47.

Variation and prediction of in vitro true digestibility in pangolagrass ⁽¹⁾

Chia-Sheng Chen ⁽²⁾⁽³⁾ and Shu-Min Wang ⁽²⁾

Received : May 17, 2005 ; Accepted : Aug. 8, 2005

Abstract

The objective of this study was to determine the variation and the prediction of in vitro true digestibility (IVTD) of pangolagrass (*Digitaria decumbens*). Plant samples of pangolagrass harvested from four different cutting intervals in the whole year were used for determination. The results showed that IVTD, ADF, and NDF of the four harvest sets varied according to the seasonal changes with few exceptions. IVTD ranged from 61% to 84%, which were high in winter and early spring and low in June and July for each harvest set. ADF ranged from 29% to 47% with high peak in July and low peak in February, respectively. The seasonal variation of NDF was similar to that of ADF, which ranged from 56% to 83%. Seasonal changes had greater effect on IVTD than did the cutting intervals in this experiment. It indicated that climatic changes in different seasons were the main factors affecting the variation of IVTD. The IVTD were statistically related to means of daily mean, maximum, and minimum temperatures before harvesting and the growth degree days (GDD). The highest correlation coefficient between IVTD and GDD was attained when the base temperature was 16.5°C. The determination coefficient (R^2) and the root mean square error were 0.64 and 3.3% for the regression equation between IVTD and GDD, respectively. When both ADF and GDD were used to predict IVTD, the determination coefficient and root mean square error were changed to 0.8 and 2.5%, respectively. Seasonal changes of IVTD for pangolagrass were described quantitatively. We concluded that IVTD of pangolagrass could be predicted by GDD alone or by both GDD and ADF. It might provide useful information for forage management of pangolagrass.

Key word : Filter bag method, Forage quality, Meteorological factors, *Digitaria decumbens*.

(1) Contribution No.1289 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Hengchun Branch, COA-LRI, Pingtung 946, Taiwan, R. O. C.

(3) Corresponding author, E-mail: chencsg@mail.tlri.gov.tw