

盤固草酸洗纖維、中洗纖維及 粗蛋白質含量的預測⁽¹⁾

陳嘉昇⁽²⁾ 顏素芬⁽³⁾ 王紓愍⁽²⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：88年7月30日；接受日期：88年9月6日

摘 要

本研究分別建立以氣象因子及株高對盤固草酸洗纖維(ADF)、中洗纖維(NDF)及粗蛋白質(CP)含量之預測模式，並以獨立資料進行模式的驗證，提出對台灣地區盤固草品質的預測或監控方式。利用氣象因子對 ADF 的預測方面，以 15.5℃ 為基礎溫度之有效積溫 (GDD15.5) 為最重要的變因，加上日長因子後，迴歸式之 R^2 為 0.75 ($n=60$)，有效積溫取對數與否，其模式之 R^2 並無差異。氣象因子對 NDF 迴歸之 R^2 較低。GDD15 之自然對數與日長對蛋白質含量預測的 R^2 為 0.72，剩餘機差亦低。株高對 ADF 迴歸之 R^2 可達 0.78，但剩餘機差高於以氣象因子建立之迴歸式。株高對 NDF 迴歸之 R^2 低於以氣象因子所建立者。CP 方面，株高所建立的迴歸之 R^2 與氣象因子所建立者相當，但剩餘機差較大。本研究進一步對所建立之 8 個模式以獨立資料進行驗證。氣象因子方面，ADF 預測值對實測值之迴歸係數及截距分別與 1 及 0 差異不顯著，預測式偏差(RMSP)低，預測值平均與實測值平均接近，表 ADF 的預測完全正確；CP 預測之驗證雖斜率及截距有偏差產生，但 RMSP 低，且預測值平均與實測值平均之差距極小，表示在此範圍內之預測仍為可行；NDF 驗證之迴歸係數及截距亦均有顯著偏差且 RMSP 高，預測值平均與實測值平均之差異較大，顯示 NDF 含量預測之模式尚需修正。以株高所建立的對 ADF、NDF 及 CP 的預測式經驗證結果，其準確度均低於以氣象因子所建立之預測式。

關鍵詞：盤固草、牧草品質、氣象因子、株高、迴歸分析。

緒 言

牧草品質對草食動物營養有決定性的影響性，如何獲得高品質的牧草一直是牧草生產上最重要的目標，也是大部分的牧草研究所環繞的課題。決定收穫期品質良窳的因素有基因型、環境、栽培管理、成熟度等，而影響收穫後品質變動的因素則包括收穫調製方式、儲存條件及時間等，影響因素眾多而交雜 (Deinum *et al.*, 1968; van Soest *et al.* 1978; Sanderson and Wedin, 1988;

(1)行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 984 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

Hirata, 1993; Gustavsson *et al.*, 1995)。盤固草為台灣地區栽培最廣的牧草之一，也是台灣地區最主要的自產乾草來源，北部地區年可二至三穫，恆春半島則可五至六穫，地區間之栽培制度差異甚大，而即使在同一地區，毗連的牧草地亦可能因刈割次數不一、刈期長短不同，造成收穫期品質的參差（陳等，1997）。由於牧草品質的難以掌握，導致了日糧調配的困難與不準確度。

台灣地區多年來曾有對成熟度、施肥量等單項因子對盤固草品質影響的研究（李等，1991；卜等，1993；陳及謝，1994），陳等（1997）曾對基因型、地區、季節之相對影響效應進行分析，發現對酸洗纖維及中洗纖維含量而言，季節之影響力遠大於地區及基因型；對蛋白質含量而言，季節與地區之影響力相當。Chen *et al.* (1999) 另以花蓮地區不同割期處理之材料探討氣象因素與盤固草品質的關係，指出生長期有效積溫與酸洗纖維及蛋白質含量之相關最高，並估算出其基礎溫度分別為 15.5°C 及 15.0°C。

預測模式的建立經常是一門研究是否已臻成熟的表徵，目前預測或控制牧草品質的研究尚處於起始的階段，而且幾乎集中於溫帶牧草，研究較多者為苜蓿、黑麥草、梯牧草等，依模式的變因可概分為氣象因子（Onstard and Fick, 1983; Fales, 1986; Akin *et al.*, 1987; Fick and Onstard, 1988）、生育階段或成熟度（Reid *et al.*, 1959; Fick and Onstard, 1988; Buxton and Marten, 1989; Llamas-Lamas and Combs, 1990; Cherney *et al.*, 1993）等，然而即使是較廣為利用的模式亦常在驗證時出現偏差（Fick and Janson, 1988; Sanderson, 1992）。台灣地區盤固草品質變動極劇，但除了以株高、收穫期做簡單的判定外（李等，1991；卜等，1993），迄今未有對收穫期品質預測的嘗試。本研究分別建立以氣象因子及株高預測酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質含量之模式，並以獨立的資料進行驗證，檢討模式之適用性，除了試圖提出不同的預測或監控方式外，亦有助於對台灣地區盤固草品質的變動有進一步的了解。

材料與方法

I. 田間試驗

本試驗以盤固草台畜草育一號（*Survenola, Digitaria X umifolia*）為材料，分別於花蓮進行兩年及恆春進行一年之田間試驗，試驗組代號分別為花蓮 I（花蓮第一年）、花蓮 II（花蓮第二年）及恆春 I（恆春第一年），其試驗材料與方法如下：

花蓮 I：

本試區位於花蓮種畜繁殖場，於 1995 年四月起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 天、35 天、45 天及 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。以台肥化肥二號（N： P_2O_5 ： $\text{K}_2\text{O} = 11:9:18$ ；400 kg/ha）為基肥，每次收割後，A、B、C、D 處理各施以台肥化肥一號（N： P_2O_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。收穫時調查田間自然高度（重複 10 次）、小區產量，每小區取 1 公斤鮮草烘乾磨粉，進行植體化學分析。

花蓮 II：

接續花蓮 I 試驗，於花蓮種畜繁殖場牧草試驗區進行。處理及施肥等方式均同上一年度試驗。自 1996 年四月至 1997 年四月，A 處理共收穫 12 次、B 處理收穫 9 次、C 處理收穫 7 次、D 處理收穫 6 次。取樣及調查等同花蓮 I。

恆春 I：

種植於畜產試驗所恆春分所牧草試驗區，四種處理代號及處理方式為 E：一年刈割五次於夏

季休閒，F：一年刈割五次於冬季休閒，G：一年刈割六次，H：一年刈割七次。小區面積 $4\text{ m} \times 5\text{ m} = 20\text{ m}^2$ ，以 RCBD 設計，四區集。以台肥化肥二號($\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 11:9:18$; 400 kg/ha)為基肥，每次收割後，各施以台肥化肥一號($\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 20:5:10$, 400 kg/ha)。冬季及春季因雨量不足以噴灌補充水份。試驗期間自 1996 年七月至 1997 年六月止。收穫時調查田間自然高度及產量，並取樣品烘乾磨粉，進行植體化學分析。

II. 化學分析與氣象資料收集

粗蛋白質(Crude protein, CP)含量依照 AOAC(1984)之方法測定；酸洗纖維(Acid detergent fiber, ADF)、中洗纖維(Neutral detergent fiber, NDF)則依照 van Soest (1967)之方法測定，每一樣品重複二次。

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)，恆春試區之氣象資料來源為位於恆春分所內之一級農業氣象站，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。

III. 建立模式之統計分析

本研究以花蓮 I 資料與恆春 I 試驗組之植體分析資料合併建立預測模式，以花蓮 II 結果進行模式的驗證。模式的建立方面，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、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)及其自然對數為獨立變數，以 ADF、NDF、CP 含量為依變數，分別進行複迴歸分析。有效積溫方面，Chen *et al.*(1999)曾由單一地點資料估算累積 ADF 及 CP 含量之基礎溫度，本研究合併不同地點之試驗資料加以驗證，有效積溫之計算如下：有效積溫(GDD) = $\Sigma(\text{日均溫} - \text{基礎溫度})$

除氣象因子外，本研究另以田間株高為獨立變數，ADF、NDF、CP 含量為依變數，建立株高對上述成份含量之預測模式。本研究之相關與複迴歸分析以 SAS 程式進行(SAS Institute, 1988)。

IV. 驗證之統計分析

驗證的目的為檢驗預測模式的適用性，本研究以花蓮 II 實測資料進行驗證，方法是以花蓮 II 各變因資料帶入預測式獲得預測值，再以預測值對實測值進行迴歸，若迴歸係數為 1、截距為 0，表示預測模式是正確的；如果迴歸係數顯著不等於 1，或截距顯著不等於 0，表示預測模式有偏差。預測值對實測資料的適合度(Goodness of fit)以預測式偏差 RMSP(Root mean square error of prediction)表示，RMSP 之計算如下： $\text{RMSP} = (1/n \Sigma (\text{實測值} - \text{預測值})^2)^{0.5}$

決定係數(R^2)表示實測值之訊息由預測式所決定的比例，當 R^2 值愈高亦表示預測值與實測值之關係愈密切，但 R^2 另受變數個數、變域等影響，其大小不一定適於做為模式好壞比較的指標。

結 果

I. 試驗期間氣象概況

花蓮與恆春分屬於台灣之不同氣候分區。試驗期間之溫度方面，花蓮 I 之年平均溫度為 22.4°C ，花蓮 II 為 22.5°C ，恆春 I 平均溫度為 25.1°C ；花蓮最低月均溫不及 17°C ，恆春最低月均溫為 20.1°C 。

表 1. 三個試驗組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 1. Monthly mean air temperature, sunshine duration, solar radiation and precipitation during the field trial of the three experimental sets

Month	Air temp			Sunshine duration			Solar radiation			Precipitation		
	HL I*	HLII	HC I	HL I	HLII	HC I	HL I	HLII	HC I	HL I	HLII	HC I
	°C			hour			MJ/m ²			mm		
APR.	22.9	19.7		112.1	54.0		218.4	153.2		61.5	118.0	
MAY.	23.9	22.9		90.6	45.0		206.1	151.1		173.5	177.0	
JUN.	26.4	27.8		153.6	233.4		248.6	326.8		263.5	60.0	
JUL.	27.2	28.1	29.3	179.5	219.4	265.1	295.0	363.7	663.9	582.5	397.0	462.0
AUG.	27.1	27.4	28.3	175.3	204.3	232.6	313.5	333.5	622.6	179.0	164.5	262.5
SEP.	26.0	26.5	28.2	155.1	148.2	193.3	267.1	258.2	565.8	228.0	93.5	150.0
OCT.	24.4	24.0	26.2	116.9	89.3	169.1	208.9	176.0	470.3	206.0	279.5	141.5
NOV.	20.1	22.1	25.2	60.2	73.2	176.2	122.0	130.0	434.8	207.0	752.0	105.0
DEC.	17.5	17.7	21.4	71.6	64.4	184.8	120.0	110.5	415.5	22.0	48.5	77.5
JAN.	17.1	16.9	20.4	80.1	53.1	120.6	117.3	109.1	352.5	15.0	36.5	32.5
FEB.	16.7	16.9	21.0	72.7	34.2	138.9	140.7	87.1	402.9	18.5	132.5	45.5
MAR.	20.0	20.1	23.2	84.3	81.2	223.3	165.9	145.4	565.8	33.5	111.0	50.5
APR.			25.3			234.1			645.8			6.0
MAY.			26.9			205.3			630.4			73.0
JUN.			26.9			118.2			451.8			708.5
Mean	22.4	22.5	25.2	112.7	108.3	188.5	202.0	195.4	518.5	165.8	197.5	176.2

*HL I, HL II : The climatic data at Hwalien for the first and the second years, respectively.

HC I : The climatic data at Hengchun for the first year.

降雨方面，花蓮之雨量高於恆春，兩地冬季雨量均較低，恆春試區因冬、春兩季雨量不足且蒸發量大，因此試驗期間視需要以噴灌補充水份。日照時數方面，花蓮 I、II 之月平均日照時數分別為 112 及 108 小時，顯著低於恆春之 188 小時，花蓮試區於冬、春季日照時數尤低，遠低於恆春。日射量方面，花蓮試區之日射量約僅為恆春試區之五分之一，恆春試區之半數月份均可達 500 MJ/m² 以上，最低之月份亦有 352 MJ/m²，花蓮試區則僅有極少數月份可達 300 MJ/m²。試驗期間各月份氣象變化詳見表 1。

II. 植體酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質含量之變域

花蓮 I 之四個處理合計收穫 37 次，酸洗纖維含量介於 30.0 – 46.6% 之間，中洗纖維含量介於 60.1 – 77.9% 之間，粗蛋白質含量介於 5.4 – 20.6 之間；恆春 I 之四個處理合計收穫 23 次，酸洗纖維含量介於 32.7 – 46.8 之間，中洗纖維含量介於 60.8 – 78.1% 之間，粗蛋白質含量介於 6.4 – 15.7% 之間；花蓮 II 試驗四個處理合計收穫 34 次，酸洗纖維含量介於 31.2 – 48.1% 之間，中洗纖維含量介於 56.6 – 78.1% 之間，粗蛋白質含量介於 5.0 – 23.3% 之間。以上各試驗組個別處理之變域詳見表 2。恆春試區之割期較長（表 2），各處理纖維含量之最低值大多高於

表 2. 盤固草三個試驗組中各處理之收穫次數及收穫間隔日數、株高、中洗纖維、酸洗纖維與粗蛋白質含量之變域

Table 2. The number of harvest and ranges for cutting interval, plant height, NDF, ADF, and CP for three experimental sets of pangolagrass

Experimental set	Treatment	Cutting interval	No. of harvest	Plant height	ADF*	NDF*	CP*
		day		cm	%		
HL I [#]	A ⁺	25-36	14	10-64	30.0-41.8	60.1-76.7	11.0-20.6
	B	35-46	10	20-80	30.3-45.8	60.1-77.7	9.7-18.3
	C	45-57	7	21-89	33.5-46.4	60.3-77.5	7.8-17.4
	D	55-68	6	20-143	35.0-46.6	63.1-77.9	5.4-15.6
HC I	E	49-99	5	38-130	38.0-45.6	68.4-75.0	6.4-12.6
	F	49-99	5	35-130	38.1-46.8	68.7-78.1	6.9-12.2
	G	44-77	6	33-140	36.8-46.4	67.1-76.7	7.6-13.5
	H	40-61	7	25-128	32.7-44.6	60.8-76.1	8.3-15.7
HL II	A	24-35	12	21-82	32.2-41.9	56.9-75.5	10.9-23.3
	B	33-45	9	33-102	31.3-42.0	56.6-73.9	9.5-20.7
	C	44-54	7	43-125	33.3-46.1	58.3-78.0	7.4-18.7
	D	51-69	6	40-143	31.2-48.1	57.9-78.1	5.0-18.6

* ADF : acid-detergent fiber, NDF : neutral-detergent fiber, CP : crude protein

[#] As shown in table 1.

+ A, B, C, and D indicated cut at 25, 35, 45 and 55 day intervals, respectively. E:5 cuts yearly with no harvest in summer; F: 5 cuts yearly with no harvest in winter; G: 6 cuts yearly; H: 7 cuts yearly.

表 3. 盤固草生長有效積溫（以 14℃ 至 16.5℃ 為基礎溫度）之自然對數值與中、酸洗纖維與蛋白質含量之相關係數(n=60)

Table 3. The correlation coefficients between natural logarithm of growth degree days (GDD) and ADF, NDF, and CP contents for pangolagrass

Chemical content	ln(GDD14) ⁺	ln(GDD14.5)	ln(GDD15)	ln(GDD15.5)	ln(GDD16)	ln(GDD16.5)
ADF	0.76*	0.76	0.77	0.77	0.77	0.75
NDF	0.43	0.45	0.46	0.48	0.49	0.51
CP	0.82	0.83	0.83	0.82	0.81	0.78

⁺GDD14, 14.5, 15, 15.5, 16 and 16.5 is the growth degree days based on base temperature of 14, 14.5, 15, 15.5, 16 and 16.5℃, respectively. ln = natural logarithm.

花蓮試區各處理之最低值，但最高值則相近，因此恆春 I 纖維含量之變域較小。花蓮 II 之處理同花蓮 I，其植體分析結果之趨勢亦同，但第二年之中洗纖維含量較第一年為低。

III. 基礎溫度與有效積溫

合併花蓮 I 與恆春 I 資料（共 60 收次），以 14℃ 至 16.5℃ 為基礎溫度計算有效積溫（分別以 GDD14 - GDD16.5 表示），取其自然對數與酸洗纖維、中洗纖維及粗蛋白質含量進行相關分析之結果，GDD15.5 與 ADF 含量之相關最高，GDD15 與粗蛋白質含量之相關最高（表 3），與 Chen *et al.*（1999）先前提出之基礎溫度完全吻合。中洗纖維含量與有效積溫之相關不高，尚低於與收穫期前 10 日均溫之相關。由於恆春試區之氣溫較高且割期較長，其樣品之生育期間有效積溫高於花蓮試區，恆春試區之 GDD15 介於 290 ~ 970℃ 之間，花蓮試區之有效積溫介於 50 ~ 680℃ 之間，隨著有效積溫提高，中洗纖維之提高及粗蛋白質之降低減緩，其間呈現曲線關係。

IV. 以氣象因子建立預測模式

以收穫前 10 日均溫 (Tavg)、最高溫、最低溫、日照時數、日長 (DL)、有效積溫（取對數或無）等為獨立變數，進行複迴歸分析，由兩個獨立變數組成之較佳預測式列於表 4。ADF 的預測方面（迴歸式 1 及 2），GDD15.5 為最重要的變因，合併日長因子後模式之 R^2 為 0.75，有效積溫取對數與否其 R^2 並無差異，剩餘機差 (Root mean square error, RMSE) 差異亦小。NDF 的預測方面，氣象因子對 NDF 之預測能力較差，收穫期之日均溫與 NDF 含量之相關最高，聯合日長因子，其 R^2 僅達 0.58，且 RMSE 高（表 3，迴歸式 3）。CP 的預測方面，GDD15 與日長組成之模式其 R^2 為 0.68（迴歸式 4），GDD15 取自然對數值後使模式之 R^2 提高為 0.72（迴歸式 5），RMSE 亦降低。

V. 株高與品質的關係

株高與 ADF、NDF、CP 含量均呈曲線關係，其迴歸式列於表 5。株高對 ADF 迴歸之 R^2 可達 0.78（迴歸式 6），略高於以氣象因子建立之迴歸式 2，但 RMSE 較大。株高對 NDF 迴歸之 R^2 值僅有 0.46（迴歸式 7），尚低於以氣象因子建立之迴歸式 5。株高對 CP 迴歸之 R^2 值為 0.72（迴歸式 8），相當於以氣象因子預測的結果，但 RMSE 較大。

VI. 模式的驗證

為驗證模式的適用性，以所建立之 8 個模式對花蓮 II 試驗進行預測，再以預測值對實測值進

表 4. 盤固草化學成份以氣象因子建立之預測式

Table 4. Prediction equations of chemical contents of pangolagrass based on climatic factors

Code	Prediction equation	n	R^2	RMSE%
(1)	$ADF = 0.015 \times GDD15.5 + 0.423 \times DL + 2.58$	60	0.75	2.55
(2)	$ADF = 4.648 \times \ln(GDD15.5) + 0.038 \times DL - 15.35$	60	0.75	2.57
(3)	$NDF = 6.58 \times Tavg + 0.032 \times DL + 33.78$	60	0.58	3.01
(4)	$CP = -0.012 \times GDD15 + 0.015 \times DL + 29.38$	60	0.68	2.14
(5)	$CP = -4.675 \times \ln(GDD15) - 0.012 \times DL + 49.43$	60	0.72	2.00

* DL = daylength. Tavg = the mean temperature of the ten days prior to cutting date.

表 5. 盤固草化學成份以株高建立之預測式

Table 5. Prediction equations of chemical contents of pangolagrass based on plant height

Code	Prediction equation	n	R ²	RMSE%
(6)	ADF = $7.50 \times \ln(\text{HT}^+) + 10.89$	60	0.78	2.79
(7)	NDF = $5.40 \times \ln(\text{HT}) + 50.54$	60	0.46	3.54
(8)	CP = $-5.31 \times \ln(\text{HT}) + 33.24$	60	0.72	2.28

+HT: Plant height

表 6. 盤固草化學成份預測值與實測值迴歸之統計值

Table 6. Parameters of the regressions between predicted and observed values of chemical contents of pangolagrass

Chemical content	Equation	n	b	P(b=1)	a	P(a=0)	R ²	RMSP	Mean of predicated value	Mean of observed value
ADF	(1)	34	1.1	ns	2.6	ns	0.82	2.3	38.1	38.6
	(2)	34	1.0	ns	0.8	ns	0.78	2.2	38.8	38.6
	(6)	34	1.1	ns	-8.8	ns	0.77	3.9	41.7	38.6
NDF	(3)	34	1.5	**	-37.0	**	0.70	5.3	70.3	67.6
	(7)	34	2.4	**	-110.0	**	0.76	7.4	72.7	67.6
CP	(4)	34	1.8	**	-12.3	**	0.87	2.6	14.5	14.5
	(5)	34	1.6	**	-8.1	**	0.85	2.4	14.1	14.5
	(8)	34	1.6	**	-4.0	ns	0.891	4.1	11.4	14.5

**Significant at the 0.01 probability level.

n = number of observation; b = regression coefficient; P(b = 1) = the probability that the regression coefficient equals to one; a = equation intercept; P(a = 0) = the probability that the intercept equals to zero; R² = coefficient of determination; RMSP = the root mean square error of prediction.

行迴歸分析，其結果列於表 6。

ADF 預測式之驗證方面，模式（1）及（2）驗證之迴歸係數均接近 1，截距分別為 2.6 及 0.8，與 0 無顯著差異，但模式（2）預測式機差（RMSP）較模式（1）為低，且預測值平均與實測值平均之差距最小。迴歸式（6）R² 雖低，其截距與 0 差異不顯著但數值較高，RMSP 亦高，預測值平均則比實測值平均高 3.1%，顯示其預測之準確度較模式（1）、（2）為差。

NDF 預測式之驗證方面，NDF 之預測式（3）及（7）之 R² 均偏低，其驗證之迴歸係數及截距均顯著不等於 1 及 0，RMSP 高，預測值平均與實測值平均之差異分別高達 2.7 及 5.1%，表示本研究以氣象因子或株高建立之 NDF 含量的預測式並不準確。

CP 預測式之驗證方面，模式（4）（5）及（8）驗證之迴歸係數均顯著不等於 1，但模式（4）

及(5)驗證之迴歸係數雖然不等於1且截距亦有顯著偏差，但預測值平均與實測值平均之差距極小，僅分別為0及0.4%，表示此範圍內預測之偏差不大；模式(8)之預測值平均與實測值平均之差距則達3.1%，且RMSP亦遠高於模式(4)及(5)。

討 論

由本研究結果，ADF可完全準確預測，尤以模式(2)之效果最佳。CP預測之驗證有偏差產生。陳等(1997)探討的品質變動發現，ADF含量變動之季節變方成份遠高於地區，而CP含量之地區變方成份約與季節變方成份相當，亦即CP含量易受地區性土異或施肥影響，因此不同地點之CP預測有偏差產生似乎是可以預期的。不過值得注意的是模式(4)及(5)驗證之迴歸係數雖然不等於1且截距偏差大，但預測值平均與實測值平均之差距小，表示此範圍內之預測可被接受。

依本研究結果，NDF含量預測式 R^2 偏低，Soh *et al.* (1984)曾指出NDF之遺傳率較低，陳等(1997)亦發現NDF之試驗機差較大；但由苜蓿的研究結果，不論是以收穫期、生育階段或溫度為獨立變數，對NDF與ADF所建立預測式之 R^2 並無明顯差異(Fick and Onstad, 1988; Hintz and Albrecht, 1991)，亦未提出對NDF與ADF之預測能力有別，為何本研究有如此不同的結果產生，值得進一步思考。不過值得注意的是，Fick and Onstad (1988)提出苜蓿之品質預測模式時並無經過驗證，而其後的驗證均出現有相當大的偏差(Fick and Janson, 1990; Sandeson, 1992)，顯示苜蓿品質預測的研究亦尚未獲得通用的模式，至少針對不同區域或環境需要再行校正。

株高是一個極易觀測的性狀，且通常與品質之間有顯著的負相關，因此常被用於簡易的品質判定，目前亦被當作盤固草的簡易收穫指標。由本研究結果，以株高對ADF與CP迴歸之 R^2 雖不亞於以氣象因子所建立的模型，但其RMSE較大，且驗證結果其準確度均低於以氣象因子所建立之預測式，即株高雖易於測定但欲獲得較準確的結果仍以利用氣象因子所建立的模型為佳。

花蓮與恆春分屬不同之氣候型，依陳(1957)之台灣氣候分區，前者屬東北區，面海背山，氣候特徵為濕度大、雨量多、日照少，一般農作物產量低；恆春位於台灣之最南端，屬唯一之熱帶氣候區域，溫度較高，雨量集中於夏季，九月至翌年四月落山風盛行，蒸發量大。本研究於氣候型頗為極端之兩地區進行，合併其資料所獲之模型若具有高決定係數表示變因與植體成份間之關係明確，其結果可應用於台灣其他一般區域。綜合本研究結果，ADF以有效積溫及日長的預測可行，CP雖受土異等影響但在一般樣品含量範圍內偏差不大，NDF之直接預測尚有困難但其與ADF有高度的相關。本結果可對生長中的盤固草品質先行推估，提供牧草品質的另類監控方式，並可應用於適當收穫期之擬定。

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、化學成份與營養價值之影響。中畜會誌 22:373-386。
- 李春芳、卜瑞雄、施意敏、陳茂墻。1991。盤固草 A254 (*Digitaria decumbens*, A254)不同生育期之營養價值。畜產研究 24:59-65。
- 陳正祥。1957。氣候之分類與分區。台大農學院實驗林林業叢刊第七號。
- 陳建富、謝文彰。1994。刈割頻度對於盤固草生長及土壤性質的影響。畜產研究 27:285-292。

- 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。
- A. O. A. C. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14 ed. Washington DC. pp.125-142.
- Akin, D. E., S. L. Fales, L. L. Rigsby, and M. E. Snook. 1987. Temperature effects on leaf anatomy, phenolic acids, and tissue digestibility in tall fescue. Agron. J. 79 : 271-275.
- Buxton, D. R. and G. C. Marten. 1989 Forage quality of plant parts of perennial grasses and relationship to phenology. Crop Sci. 29:429-435.
- Chen, C. S., Y. S. Hwa, S. M. Wang, and Y. K. Cheng, Y. 1999. Climatic factors and the acid – detergent fiber, neutral-detergent fiber and crude protein contents in digitgrass. Taiwan Livestock Res. 32:255-265.
- Cherney, D. J. R., Cherney J. H. 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.
- Deinum, B., VanEs, A. J. H. 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.
- Fales, S. L. 1986. Effects of temperature on fiber concentration, composition, and *in vitro* digestion kinetics of tall fescue. Agron. J. 78 : 963-966.
- Fick, G. W., and C. G. Janson. 1990. Testing mean stage as a predictor of alfalfa forage quality with growth chamber trials. Crop Sci. 30:678-682.
- Fick, G. W., and D. W. Onstad. 1988. Statistic models for for predicting alfalfa herbage quality from morphological or weather data. J. Prod. Agric. 1:160-166.
- Gustavsson, A. M., J. F. Angus, and B. W. R. Torrsell. 1995. An integrated model for growth and nutritional value of timothy. Agric. Syst. 47:93-105.
- Hintz, R. W., and K. A. Albrecht. 1991. Prediction of alfalfa chemical composition from maturity and plant morphology. Crop Sci. 31:1561-1565.
- Hirata, M. 1993. Response of bahiagrass sward to cutting height. J. Japan. Grassl. Sci. 183-195.
- Llamas-Lamas and D. K. Combs. 1990. Effect of alfalfa maturity on fiber utilization by high producing dairy cows. J. Dairy Sci. 73:1069-1080.
- Onstad, D. W. and G. W. Fick. 1983. Predicting crude protein, *in vitro* true digestibility, and leaf proportion in alfalfa herbage. Crop Sci. 23:961-964.
- Reid, J. T., W. K. Kennedy, K. L. Turk, S. T. Slack, G. W. Trimberger and R. P. Murphy. 1959. Effect of growth stage, chemical composition, and physical properties upon the nutritive value of forages. J. Dairy Sci. 42:567-571.
- Sanderson, M. A. 1992. Predictors of alfalfa quality: Validation with field data. Crop Sci. 32:245-250.
- Sanderson, M. A. and W. F. Wedin. 1988. Cell wall composition of alfalfa stems at similar morphological stages an chronological age during spring growth and summer regrowth. Crop Sci. 28:342-347.
- SAS Institute. 1988. SAS user's guide: Statistics. Version 6.03 SAS Inst., Cary, NC.
- Soh, A. C., R. V. Frakes, D. O. Chilcote and D. A. Sleper. 1984. Genetic variation in acid deter-

- gent fiber, neutral detergent fiber, hemicellulose, crude fiber, and their relationship with in vitro dry matter digestibility in tall fescue. *Crop Sci.* 24:721-727.
- van Soest P. J., D. R. Mertens and B. Deinum. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. *J. Animal Sci.* 47:712-720.
- van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Animal Sci.* 26:119-128.

Predicting of Acid-Detergent Fiber, Neutral-Detergent Fiber and Crude Protein of Pangolagrass⁽¹⁾

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

Received July 30, 1999; Accepted Sep. 6, 1999

Abstract

In order to provide an alternative way for monitoring the quality change of pangolagrass (*Survenola, Digitaria X umifolia*), the equations for predicting the contents of acid-detergent fiber (ADF), neutral-detergent fiber (NDF) and crude protein (CP) were developed based on both climatic factors and plant height. The developed equations were tested by the observed data. Among the climatic factors, the growth degree day (GDD), GDD15.5 (15.5°C as base temperature) was the most important variable for predicting ADF content. The determination coefficient (R^2) of the equation developed with both GDD15.5 and day length was 0.75 ($n = 60$). No difference for R^2 of this equation was observed when GDD was replaced by $\ln GDD$. The R^2 of the equation developed with climatic factor for predicting NDF content was low. The R^2 of the equation developed with $\ln GDD15$ and day length for predicting CP content was 0.72 and the root mean square error (RMSE) was low. The R^2 of the equation developed with plant height for predicting ADF content was 0.78, but the RMSE was higher than that based on climatic factors. The R^2 of the equation developed with plant height for predicting NDF content was lower than that developed with climatic factors. The R^2 of the equation developed with plant height for predicting CP content was equal to that developed with climatic factors, but the RMSE of the former was higher than that of the latter. The eight equations developed were also tested by observed data. The coefficient and intercept of the linear regression between predicted and observed values of ADF developed with climatic factors were not significantly different from 1 and 0, respectively. It showed that the regression to predict ADF content was correct. Those

(1) Contribution No. 984 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Hengchun Branch Institute, COA-TLRI, Hengchun, Pingtung, Taiwan, R. O. C.

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

of CP and NDF contents were significantly different from 1 and 0, respectively. However, small difference was observed between predicted and observed values of CP with low root mean square error of prediction (RMSP). The equation developed for predicting NDF content was needed further calibration. The equations developed with plant height for predicting ADF, NDF and CP contents were less accurate than those developed with climatic factors.

Key words : Pangolagrass (*Digitaria X umifolia*), Forage quality, Climatic factor, Plant height , Regression analysis.