

台產牧草植體中肉桂酸含量 及其芻料品質⁽¹⁾

謝文彰⁽²⁾ 陳建富⁽²⁾ 王紓愍⁽²⁾ 成游貴⁽²⁾

收件日期：88 年 04 月 11 日；接受日期：89 年 05 月 12 日

摘 要

本試驗的目的在探討本省熱帶性禾科牧草，包括不同狼尾草品系及盤固草育一號植體與青貯料中肉桂酸含量及芻料品質，試驗結果顯示：

1. 增施氮肥可增加狼尾草 7728 植體中香豆酸(*p*-coumaric acid)含量，對阿魏酸含量(ferulic acid)則未造成影響；鉀肥對於上述兩種肉桂酸含量亦無影響；青貯調製降低肉桂酸含量；增施氮肥增加粗蛋白質、酸洗纖維及木質素含量，但不影響中洗纖維含量。青貯調製可降低粗蛋白質含量，但不影響中、酸洗纖維及木質素含量。
2. 參試 11 品系狼尾草之肉桂酸含量以 A148 最高，為 48.0 mg/g.DM，而以 7728 最低為 17.9 mg/g.DM；不同季節中則以夏季的含量較高，而以冬季的含量較低。青貯調製亦有降低肉桂酸含量之效果。
3. 青貯調製亦有降低盤固草 *Survenola* 肉桂酸含量的效果，青貯前後之香豆酸含量為 26.2 及 16.3mg/g.DM，阿魏酸含量為 18.8 及 10.8mg/g.DM。
4. 香豆酸與酸洗纖維呈極顯著正相關 ($P < 0.01$)，與木質素呈顯著正相關 ($P < 0.05$)，而與試管乾物消化率呈極顯著負相關 ($P < 0.01$)；阿魏酸與上述三種纖維性狀無顯著相關。

關鍵詞：肉桂酸、狼尾草、盤固草、芻料品質。

緒 言

熱帶地區生長的牧草營養品質較溫帶牧草為低，探討其原因，除了牧草之葉莖比值較小與維管束組織所佔的比例較大外，亦可能受木質素(lignin)含量的影響。木質素是細胞壁的組成分之一，佔細胞壁的 5-10%，通常與一些酚酸物質形成共價鍵結合(Jung, 1989)，因此牧草品質常受到細胞壁中組成分的影響，而酚酸物質可能是影響牧草品質的一個重要因素，最近引起學者極大的研究興趣。

(1)行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1005 號。

(2)行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

禾本科牧草最主要的兩種酚酸物質為 *p*-coumaric 與 ferulic acid (Hartley and Ford, 1989) ; Lowry *et al.* (1993) 指出熱帶與溫帶禾本科牧草, 其最大不同在於前者的莖部植體中, *p*-coumaric acid 的含量大於 ferulic acid 的含量。上述兩種酚酸物質對於牧草的試管乾物消化率與纖維素的試管乾物分解率, 具有抑制作用, 而且其抑制作用隨著含量增加而增大 (Burritt *et al.*, 1984 ; Jung, 1985 ; Cherney *et al.*, 1986 ; Cherney *et al.*, 1991) 。另有學者認為牧草中 *p*-coumaric 與 ferulic acid 的比值愈大, 其試管乾物消化率或細胞壁組成分的分解速率下降愈多 (Keith *et al.*, 1979 ; Burritt *et al.*, 1984 ; Akin *et al.*, 1986) 。此外, 酚酸物質對反芻動物瘤胃中的細菌及微生物活性, 亦有很大的抑制作用 (Akin, 1982 ; Jung, 1985 ; Akin and Rigsby, 1985 ; Akin *et al.*, 1988 ; McDermid *et al.*, 1990) , 進而影響牧草嗜口性、採食量、乾物消化率、動物增重及乳量 (Frenchick *et al.*, 1976 ; Keith *et al.*, 1979) 。

本試驗在瞭解台產牧草之肉桂酸含量, 進一步探討對牧草品質之影響。

材料與方法

I. 材料：

- (i) 牧草包括狼尾草 11 品系 Bana、A149、7734、7728、7342、7439、Mott、A146、NBM、7262 (狼尾草台畜草二號) 與 A148 採盆栽 (盆鉢為 1/2500 公畝) 於 85.6.7 種植, 四季收穫後進行青貯、取樣及分析與盤固草 *Survenola* 於收穫後進行取樣分析。
- (ii) 狼尾草 7728 在不同施肥量 (N 肥 400, 600, 800 kg/ha ; P 肥 200 kg/ha ; K 肥 150, 300 kg/ha) 下栽培之植體, 以單質肥料依比例混合後, 分四次施用。試驗為六處理、四重複, 採 RCBD 設計, 試區面積 $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$ 。
- (iii) 上述材料之青貯芻料, 於收穫後以密封塑膠管 (直徑×高: 20.5 × 50 公分) 青貯, 狼尾草 11 品系之夏季收穫材料進行青貯, 40 天後開封取樣分析; 狼尾草 7728 肥料試驗之春季收穫材料進行青貯, 45 天後開封取樣分析。

II. 試驗方法：

- (i) 分析牧草及青貯料植體中肉桂酸的含量, 包括香豆酸及阿魏酸, 分析方法依據謝及蔡 (1998) , 肉桂酸的萃取及分析係以烘乾磨粉材料, 經甲醇、乙醚振盪萃取, 並以 HCl 與 NaOH 調整酸鹼值, 經過濾及微過濾之濾液以高效能液態層析儀 (HPLC) 分析, 前者為酸式鍵結肉桂酸 (E1) , 後者為酸式與酯式肉桂酸 (E2) 。
- (ii) 牧草品質測定, 包括粗蛋白質、中洗、酸洗纖維及木質素含量; 粗蛋白質分析採用 Kjeldahl 法測定總氮含量, 再乘以 6.25; 中、酸洗纖維與木質素含量分析係依據 Goering and Van Soest (1970) 。
- (iii) 牧草之試管乾物消化率 (*In vitro* dry matter digestibility, IVDMD) , 分析方法依據 Tilley and Terry (1963) 。

III. 牧草香豆酸含量、中洗及酸洗纖維含量與消化率間之相關係數分析。

結果與討論

I. 不同施肥量及青貯對狼尾草 7728 植體肉桂酸含量的影響

隨著氮肥施量的增加, 狼尾草 7728 植體中的香豆酸含量逐漸增加, 包括酸式 (E1) 與酯式 (E2)

的香豆酸(表 1)，但不影響阿魏酸(ferulic acid)含量，每公頃施氮肥 400，600，800kg，其總肉桂酸含量分別為 12.4，13.5 及 15.8 mg/g.DM；鉀肥對於兩種肉桂酸含量的影響，效果並不顯著。Chou and Lee (1988) 比較盤固草、鋪地黍與白茅，發現氮肥施量增加，牧草酚酸含量亦隨之提高，謝及蔡(1998)認為增施氮肥亦增加盤固草 A254 植物香豆酸含量，本試驗亦有相同的結果。比較青貯前後，狼尾草 7728 植體中肉桂酸含量的變化，由表 1 及表 2 顯示，青貯調製有降低肉桂酸含量的效果，包括香豆酸及阿魏酸，且包含兩者的酸式與酯式成份，均有降低的趨勢；青貯前後的總香豆含量分別為 13.9 及 12.1 mg/g DM，總阿魏酸含量為 5.5 及 4.3mg/g.DM，顯示青貯調製有降低有害物質肉桂酸含量的效果。

表 1. 不同施肥量對於狼尾草 7728 青貯前植體肉桂酸含量之影響

Table 1. The effect of different fertilizers and amount on cinnamic acid in napiergrass before ensiling

Treatment	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1	E2	Total	E1	E2	Total
	mg/g.DM					
A	2.4 ± 0.3	10.3 ± 2.1	12.7	1.3 ± 0.2	4.1 ± 0.5	5.4
B	2.6 ± 0.4	9.5 ± 1.3	12.1	1.3 ± 0.2	4.6 ± 0.6	5.9
C	3.8 ± 0.4	9.5 ± 1.2	13.3	1.8 ± 0.3	3.7 ± 0.4	5.5
D	2.7 ± 0.4	10.9 ± 2.0	13.6	1.0 ± 0.2	4.3 ± 0.4	5.3
E	4.3 ± 0.5	11.2 ± 1.8	15.5	0.9 ± 0.2	3.7 ± 0.5	4.6
F	4.8 ± 0.6	11.2 ± 2.5	16.0	1.0 ± 0.3	5.1 ± 0.7	6.1

A : N400 P200 K150 B : N400 P200 K300

C : N600 P200 K150 D : N600 P200 K300

E : N800 P200 K150 F : N800 P200 K300

E1: Unhydrolyzed by 1N NaOH; E2: Hydrolyzed by 1N NaOH

Sampling date: April, 30. 1997.

表 2. 不同施肥量對於狼尾草 7728 青貯後植體肉桂酸含量之影響

Table 2. The effect of different fertilizers and amount on cinnamic acid in napiergrass after ensiling

Treatment	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1**	E2	Total	E1	E2	Total
	mg/g.DM					
A*	1.6 ± 0.2	8.3 ± 0.9	10.1	0.9 ± 0.2	3.2 ± 0.4	4.1
B	2.0 ± 0.3	8.4 ± 1.2	10.4	0.8 ± 0.2	3.6 ± 0.5	4.4
C	3.2 ± 0.4	9.0 ± 1.0	12.2	1.0 ± 0.3	3.1 ± 0.4	4.1
D	2.5 ± 0.2	9.2 ± 1.0	11.7	0.7 ± 0.1	3.5 ± 0.3	4.2
E	4.0 ± 0.5	9.9 ± 1.3	13.9	0.7 ± 0.2	3.4 ± 0.4	4.1
F	4.2 ± 0.5	9.8 ± 1.2	14.0	0.8 ± 0.2	4.3 ± 0.5	5.1

*, **: See table 1

Sampling date: June, 16. 1997.

II. 不同施肥量及青貯對狼尾草 7728 植體品質的影響

隨著氮肥施量的增加，狼尾草 7728 植體粗蛋白質及木質素含量有增加的趨勢，但中酸洗纖維含量差異並不一致(表 3)，粗蛋白質含量由 8.3 增至 8.8%，木質素含量由 3.5 增至 5.0%。鉀肥的效果則不顯著。青貯前之牧草試管乾物消化率 (IVDMD) 隨著施肥量增加而降低。

狼尾草 7728 青貯前後的營養成分由表 4 得知，青貯造成粗蛋白質含量降低，粗蛋白質含量由 8.3% 降至 7.8%，但中、酸洗纖維及木質素含量則無明顯的變化。增施氮肥可增加牧草植體中之粗蛋白質含量(洪及許，1993；謝及陳,1991；謝及蔡 1997)鉀肥的效果則不顯著(洪等,1986)；對於中酸洗纖維含量，氮及鉀肥的影響效果均不顯著(謝及陳, 1991；謝及蔡, 1997)。青貯後之試管乾物消化率較青貯前有降低的趨勢。

表 3. 不同施肥量對於狼尾草 7728 青貯前植體營養成份之影響

Table 3. The effect of different fertilizers and amount on nutrient in napiergrass before ensiling

Treatment	CP	NDF	ADF	Lignin	IVDMD
			%		
A*	8.0 ^b	69.3 ^a	42.9 ^c	3.9 ^b	65.0 ^a
B	8.5 ^a	66.5 ^b	40.7 ^d	3.1 ^c	64.2 ^a
C	7.9 ^b	69.8 ^a	45.0 ^b	5.0 ^a	64.1 ^a
D	8.6 ^a	66.0 ^b	43.0 ^{bc}	4.0 ^b	62.5 ^b
E	8.8 ^a	67.1 ^b	47.8 ^a	5.2 ^a	59.4 ^c
F	8.8 ^a	67.2 ^b	46.9 ^a	4.7 ^a	60.1 ^c

*: See table 1 ; CP: crude protein ; NDF: neutral detergent fiber ;

ADF: acid detergent fiber ; IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

Sampling date: April, 30. 1997.

表 4. 不同施肥量對於狼尾草 7728 青貯後營養成份之影響

Table 4. The effect of different fertilizers and amount on nutrient in napiergrass after ensiling

Treatment	CP	NDF	ADF	Lignin	IVDMD
			%		
A	7.8 ^a	67.6 ^a	45.0 ^a	4.9 ^a	61.4 ^b
B	7.5 ^a	68.2 ^a	45.7 ^a	5.0 ^a	63.5 ^a
C	8.0 ^a	67.8 ^a	44.8 ^a	4.9 ^a	63.1 ^a
D	8.2 ^a	65.6 ^a	43.5 ^a	4.9 ^a	61.9 ^b
E	7.3 ^a	70.1 ^a	46.9 ^a	5.0 ^a	58.6 ^c
F	8.1 ^a	67.5 ^a	45.5 ^a	4.9 ^a	59.6 ^c

*: See table 1

Sampling date: June, 16. 1997.

III. 不同季節狼尾草植體及青貯前後之肉桂酸含量

狼尾草 11 品系在不同生長季節，植體肉桂酸含量由表 5~8 得知，酯式鍵結的肉桂酸含量大於酸式鍵結者，且香豆酸的含量均較阿魏酸為高；11 品系當中以狼尾草 A148 之肉桂酸含量較高為 43.8-48.0mg/g.DM，而以狼尾草 7728 較低為 15.6-17.9 mg/g.DM；隨著生長季節的變化，狼尾

草植體肉桂酸含量以夏季較高，而以冬季較低。謝及蔡(1988)試驗結果顯示，熱帶牧草盤固草植體香豆酸含量大於阿魏酸，且酯式鍵結酚酸含量均大於酸式鍵結者，其試驗結果亦同時指出，夏季生長的牧草植體中的肉桂酸含量較其他季節為高，而以冬季生長者較低，此與本試驗的結果相似。

表 5. 不同品系狼尾草於春季時之肉桂酸含量

Table 5. The cinnamic acid content of different napiergrass species in spring

Line	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1**	E2	Total	E1	E2	Total
mg/g.DM						
Bana	2.3 ± 0.3	21.8 ± 3.0	24.1	0.6 ± 0.1	2.2 ± 0.3	2.8
A149	7.1 ± 1.0	23.0 ± 2.2	30.1	1.2 ± 0.3	3.8 ± 0.4	5.0
7734	1.2 ± 0.2	23.3 ± 2.5	24.5	0.4 ± 0.1	10.8 ± 1.3	11.2
7728	2.1 ± 0.3	10.8 ± 1.2	12.9	0.6 ± 0.1	3.0 ± 0.5	3.6
7342	3.0 ± 0.3	14.8 ± 1.5	17.8	0.8 ± 0.2	3.2 ± 0.4	4.0
7439	8.5 ± 1.3	16.4 ± 1.6	24.9	1.8 ± 0.3	3.1 ± 0.3	4.9
Mott	6.1 ± 0.7	17.5 ± 2.0	23.6	1.4 ± 0.2	2.5 ± 0.4	3.9
A146	6.5 ± 0.6	20.4 ± 2.1	26.9	1.3 ± 0.2	4.0 ± 0.5	5.3
NBM	5.4 ± 0.6	24.8 ± 3.1	30.2	2.2 ± 0.4	5.0 ± 0.4	7.2
7262	4.6 ± 0.5	19.6 ± 2.0	24.2	1.0 ± 0.2	5.5 ± 0.6	6.5
A148	9.8 ± 1.0	26.0 ± 2.8	35.8	4.2 ± 0.5	5.2 ± 0.5	9.4

** : See table 1 ; Sampling date: March, 31. 1997.

表 6. 不同品系狼尾草於夏季青貯前之肉桂酸含量

Table 6. The cinnamic acid content at different napiergrass species before ensiling in summer

Line	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1**	E2	Total	E1	E2	Total
mg/g.DM						
Bana	2.9 ± 0.4	22.2 ± 2.0	25.1	1.4 ± 0.3	2.8 ± 0.3	4.2
A149	8.2 ± 1.3	24.0 ± 3.0	32.2	1.4 ± 0.2	4.1 ± 0.5	5.5
7734	1.0 ± 0.2	24.6 ± 2.5	25.6	0.2 ± 0.1	11.7 ± 1.2	11.9
7728	2.7 ± 0.3	11.4 ± 1.3	14.1	0.5 ± 0.1	3.3 ± 0.4	3.8
7342	3.2 ± 0.4	15.3 ± 1.6	18.5	0.6 ± 0.2	3.7 ± 0.5	4.3
7439	9.8 ± 1.4	17.7 ± 1.8	27.5	2.0 ± 0.3	3.7 ± 0.4	5.7
Mott	7.0 ± 1.0	19.1 ± 2.0	26.1	1.1 ± 0.2	2.7 ± 0.3	3.8
A146	7.6 ± 0.8	22.0 ± 2.1	29.6	1.2 ± 0.3	3.9 ± 0.4	5.1
NBM	6.2 ± 0.7	25.8 ± 2.6	32.0	3.0 ± 0.3	5.4 ± 0.6	8.4
7262	5.6 ± 0.6	20.8 ± 2.5	26.4	0.8 ± 0.3	5.7 ± 0.5	6.5
A148	11.0 ± 1.6	26.8 ± 3.0	37.8	4.5 ± 0.5	5.7 ± 0.6	10.2

** : See table 1 ; Sampling date: July, 24. 1997.

表 7. 不同品系狼尾草於秋季時之肉桂酸含量

Table 7. The cinnamic acid content at different napiergrass species in autumn

Line	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1	E2	Total	E1	E2	Total
	mg/g.DM					
Bana	2.5 ± 0.3	20.9 ± 2.2	23.4	1.1 ± 0.2	2.0 ± 0.2	3.1
A149	6.2 ± 0.6	22.1 ± 2.5	28.3	1.4 ± 0.3	3.6 ± 0.4	5.0
7734	2.4 ± 0.3	21.4 ± 2.3	23.8	2.4 ± 0.2	9.2 ± 1.0	11.6
7728	2.1 ± 0.3	10.4 ± 1.1	12.5	0.8 ± 0.2	3.1 ± 0.3	3.9
7342	2.4 ± 0.4	14.8 ± 1.5	17.2	1.0 ± 0.2	3.5 ± 0.5	4.5
7439	8.0 ± 0.8	16.5 ± 1.7	24.5	1.5 ± 0.2	4.2 ± 0.4	4.7
Mott	6.0 ± 0.7	17.8 ± 1.8	23.8	1.8 ± 0.3	2.4 ± 0.3	4.2
A146	7.0 ± 0.6	19.8 ± 2.1	26.8	1.6 ± 0.2	3.8 ± 0.4	5.4
NBM	6.4 ± 0.5	23.6 ± 2.4	30.0	2.5 ± 0.3	5.8 ± 0.6	8.3
7262	5.0 ± 0.6	19.0 ± 2.0	24.0	1.2 ± 0.2	6.0 ± 0.7	7.2
A148	9.0 ± 1.0	27.1 ± 2.5	36.1	3.6 ± 0.3	6.2 ± 0.6	9.8

**: See table 1 ; Sampling date: Oct., 3. 1997.

表 8. 不同品系狼尾草於冬季時之肉桂酸含量

Table 8. The cinnamic acid content at different napiergrass species in winter

Line	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1	E2	Total	E1	E2	Total
	mg/g.DM					
Bana	2.0 ± 0.2	18.2 ± 1.8	20.2	1.2 ± 0.2	2.4 ± 0.3	3.6
A149	5.4 ± 0.5	21.4 ± 2.0	26.8	1.5 ± 0.2	3.2 ± 0.4	4.7
7734	2.2 ± 0.3	20.0 ± 2.1	22.2	2.1 ± 0.3	8.5 ± 1.0	10.6
7728	1.8 ± 0.2	10.0 ± 0.9	11.8	1.0 ± 0.2	2.8 ± 0.3	3.8
7342	1.9 ± 0.3	14.0 ± 1.4	15.9	1.3 ± 0.3	3.1 ± 0.4	4.4
7439	6.8 ± 0.7	15.9 ± 1.6	22.7	1.8 ± 0.2	4.4 ± 0.5	6.2
Mott	5.2 ± 0.6	16.9 ± 1.8	22.1	1.5 ± 0.2	3.0 ± 0.3	4.5
A146	6.4 ± 0.7	18.6 ± 1.9	25.0	2.0 ± 0.4	4.2 ± 0.4	6.2
NBM	6.0 ± 0.5	22.5 ± 2.3	28.5	3.0 ± 0.4	6.0 ± 0.5	9.0
7262	5.2 ± 0.6	17.4 ± 1.8	22.6	1.4 ± 0.2	6.2 ± 0.6	7.6
A148	8.6 ± 0.9	25.0 ± 3.0	33.6	3.4 ± 0.4	6.8 ± 0.8	10.2

**: See table 1 ; Sampling date: Nov., 29. 1997.

與前述之結果相同，11 種狼尾草品系青貯後的肉桂酸含量均有下降的趨勢，包括酯式與酸式的香豆酸及阿魏酸，以 A148 及 7728 而言，青貯前後之總肉桂酸含量為 48.0 及 17.9，青貯後降為 43.6 及 13.2mg/g DM(表 6 及表 9)。

表 9. 不同品系之夏季狼尾草青貯後之肉桂酸含量

Table 9. The cinnamic acid content at different napiergrass species after ensiling

Line	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1	E2	Total	E1	E2	Total
	mg/g.DM					
Bana	2.4 ± 0.3	20.2 ± 2.3	22.6	0.2 ± 0.1	1.6 ± 0.2	1.8
A149	5.7 ± 0.6	21.2 ± 1.9	26.8	0.9 ± 0.3	3.2 ± 0.4	4.1
7734	0.5 ± 0.1	22.4 ± 2.2	22.9	0.1 ± 0.1	10.9 ± 1.3	11.0
7728	2.0 ± 0.3	10.1 ± 0.8	12.1	0.3 ± 0.1	2.8 ± 0.2	3.1
7342	1.8 ± 0.3	12.8 ± 1.3	14.6	0.4 ± 0.1	3.1 ± 0.3	3.5
7439	7.5 ± 0.8	15.2 ± 1.6	22.7	1.4 ± 0.2	3.0 ± 0.4	4.4
Mott	5.2 ± 0.5	17.4 ± 1.8	22.6	0.6 ± 0.1	2.1 ± 0.3	2.7
A146	6.1 ± 0.7	21.3 ± 2.1	27.4	1.0 ± 0.2	3.7 ± 0.4	4.7
NBM	4.8 ± 0.5	23.7 ± 2.4	28.5	1.7 ± 0.3	3.9 ± 0.4	5.6
7262	4.3 ± 0.4	19.9 ± 2.0	24.2	0.7 ± 0.1	4.9 ± 0.5	5.6
A148	9.4 ± 1.1	25.2 ± 3.1	34.6	3.8 ± 0.4	5.2 ± 0.6	9.0

** : See table 1 ; Sampling date: Sep., 1. 1997.

IV. 盤固草育一號(Survenola)青貯前後之肉桂酸含量

盤固草育一號植體肉桂酸含量，酯式鍵結之含量亦大於酸式者，香豆酸與阿魏酸均有相同的趨勢，此與謝及蔡（1998）分析的結果相同。青貯前之香豆酸及阿魏酸含量為 26.2 及 18.8 mg/g. DM（表 10）；此與謝及蔡(1998)試驗結果相同，亦即盤固草植體香豆酸含量大於阿魏酸含量，且酯式鍵結含量均大於酸式鍵結者。青貯後兩肉桂酸含量亦有降低的情形，香豆酸與阿魏酸分別為 16.3 及 10.8 mg/g. DM，顯示青貯調製確有降低肉桂酸含量之效量。

表 10. 盤固草育一號青貯前後植體肉桂酸含量之變化

Table 10. The change of cinnamic acid content at survenola before and after ensiling

Treatment	<i>p</i> -Coumaric acid			Ferulic acid		
	E1**	E2	Total	E1	E2	Total
	mg/g.DM					
A	9.6 ± 1.2	16.6 ± 1.7	26.2	8.0 ± 1.0	10.8 ± 1.2	18.8
B	5.6 ± 0.6	10.7 ± 1.3	16.3	3.8 ± 0.4	7.0 ± 0.8	10.8

** : See table 1 ;

A : Before ensiling (Sampling date: March, 13. 1997.)

B : After ensiling (Sampling date: May, 2. 1997.)

V. 香豆酸及阿魏酸與中、酸洗纖維、木質素及試管乾物消化率間之關係

以狼尾草上述分析資料所作相關，由表 11 結果顯示，香豆酸與中洗纖維相關係數值為 -0.21，無顯著相關；香豆酸與酸洗纖維相關係數值為 0.92，呈極顯著正相關（ $p < 0.01$ ）；與木

質素相關係數值為 0.74，呈顯著正相關 ($p < 0.05$)；而與試管乾物消化率相關係數值為 -0.94，呈極顯著負相關 ($p < 0.01$)。阿魏酸與表列四種性狀相關係數值在 0.29 以下，並無顯著相關。此結果與謝及蔡 (1997) 試驗結果相同，亦即香豆酸含量與影響品質因子之酸洗纖維含量及試管乾物消化率呈顯著相關，而與阿魏酸無顯著相關。

表 11. 香豆酸、阿魏酸與中、酸洗纖維、木質素及試管乾物消化率之間的相關係數

Table 11. Correlation coefficient between the cinnamic acid and forage fibrous content

	NDF	ADF	Lignin	IVDMD
<i>p</i> -Coumaric acid	-0.21	0.92**	0.74*	-0.94**
Ferulic acid	-0.02	-0.37	-0.45	0.29

*: Significant at 5 % level.

**: Significant at 1 % level.

參考文獻

- 洪國源、許福星。1993。施肥量對矮性狼尾產量及品質之影響。畜產研究 26：237-250。
- 謝文彰、陳建富。1991。恒春地區不同牧地管理對盤固草生長之影響(Ⅲ)盤固草地施肥管理之研究。畜產研究 24：1-7。
- 謝文彰、蔡文福。1998。氮肥施用量對盤固草與印度藍莖草的生長及植體酚酸含量之影響。畜產研究 31：175-184。
- Akin, D. E. 1982. Forage cell wall degradation and *p*-coumaric, ferulic and sinapic acids. Agron. J. 74:424-428.
- Akin, D. E. and L. L. Rigsby. 1985. Influence of phenolic acids on rumen fungi. Agron. J. 77:180-182.
- Akin, D. E., W. W. Hanna and L. L. Rigsby. 1986. Normal-12 and brown midrib-12 sorghum. I. Variation in tissue digestibility. Agron. J. 78:827-832.
- Akin, D. E., L. L. Rigsby, M. K. Theodorou and R. D. Hartley. 1988. Population changes of fibrolytic rumen bacteria in the presence of phenolic acids and plant extracts. Animal Feed Sci. and Technology 19, 261-275.
- Burritt, E. A., A. S. Bittner, J. C. Street. And M. J. Anderson. 1984. Correlations of phenolic acids and xylose content of cell wall with *in vitro* dry matter digestibility of three maturing grasses. J. Dairy Sci. 67, 1209-1213.
- Cherney, J. H., K. J. Moore, J. J. Volence and J. D. Axtell. 1986. Rye and extent of digestion of cell components of brown-midrib sorghum species. Crop Sci. 26: 1055-1059.
- Cherney, D. J. R., J. A. Patterson, J. H. Cherney and J. D. Axtell. 1991. Fibre and soluble phenolic monomer composition of morphological components of sorghum stover. J. Sci. Food Agri. 54: 645-649.
- Chou, C. H., and K. J. Lee. 1988. Effects of levels of nitrogen fertilizer on the allelopathic potential of pangolagrass and weeds. Bot. Bull. Acad. Sin. 29:39-47。

- Frenchick, G. E., D. G. Johnson, J. M. Murphy and D. E. Otterby. 1976. Brown midrib corn silage in dairy cattle rations. J. Dairy Sci. 59:2126-2129.
- Goering, H. J. and P. G. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA ARS. Agric. Handbook. No. 379.
- Hartley, R. D. and C. W. Ford. 1989. Phenolic constituents of plant cell walls and wall biodegradability. (Eds) pp. 137-145. American Chemical Society, Washington, D. C.
- Jung, H. G. 1989. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. Agron. J. 81: 33-38.
- Keith, E. A., V. F. Colenbrander, V. L. Lechtenberg and L. F. Bauman. 1979. Nutritional value of brown midrib corn silage for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 62:788-792.
- Lowry, J. B., E. A. Sumpter, C. S. McSweeney, A. C. Schlink and B. Bowden. 1993. Phenolic acids in the fibre of some tropical grasses, effect on feed quality, and their metabolism by sheep. Aust. J. Agric. Res., 44 : 1123-1133.
- McDermid, K. P., C. R. McKenzie. and C. W. Forsberg, 1990. Esterase activities of *Fibrobacter succinogenes* subsp. *succinogenes* S85. Ap. and Enviro. Microbi. 56 : 127-132.
- Tilley, J. M. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Sci. 18: 104-111.

The Cinnamic Acid Content of Forage Produced in Taiwan and its Relation to Quality ⁽¹⁾

Wein-Chang Hsieh⁽²⁾, Jang-Fu Chen⁽²⁾,
Su-Min Wang⁽²⁾, and Yu-Kuei Chang⁽²⁾

Received Apr. 11, 1999; Accepted May. 22, 2000

Abstract

The purpose of this study was to investigate the relationship of cinnamic acid and forage quality produced in Taiwan. Results are as follows:

1. Contents of *p*-coumaric acid, crude protein, acid detergent fiber and lignin of napiergrass line 7728 increased, while ferulic acid or neutral detergent fiber did not, as nitrogen fertilizer is increased. Potassium fertilizer did not affect cinnamic acid content. Contents of cinnamic acid and crude protein decreased as grass was ensiled.
2. The highest content of cinnamic acid in 11 lines of napiergrass is line A148 and the lowest was line 7728. It had higher cinnamic acid content in summer than in winter. Content of cinnamic acid also decreased after the grass was ensiled.
3. Content of cinnamic acid of survenola (*Digitaria × umifolia*) also decreased after the grass was ensiled.
4. There was significantly positive correlation between *p*-coumaric acid and acid detergent fiber ($P < 0.01$) and lignin ($P < 0.05$); while had significantly negative correlation between *p*-coumaric acid and *in vitro* dry matter digestibility ($P < 0.01$). There was no significant correlation between ferulic acid and acid detergent fiber, or between lignin and *in vitro* dry matter digestibility.

Key words: Cinnamic acid, Napiergrass, Pangolagrass, Forage quality.

(1)Contribution No.1005 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

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