

# 溫度對於盤固草與印度藍莖草生長及酚酸含量的影響<sup>(1)</sup>

謝文彰<sup>(2)</sup> 蔡文福<sup>(3)</sup>

收件日期：89 年 11 月 24 日；接受日期：90 年 6 月 24 日

## 摘 要

本試驗的目的在探討溫度對於盤固草 A254 (*Digitaria decumbens* Stents.) 與印度藍莖草 A70 (*Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf) 生長及酚酸含量的影響。試驗結果顯示，溫室生長的兩種牧草對溫度的反應並不一致，高溫 (30/25℃) 均促進兩種牧草的生長，低溫 (20/15℃) 抑制印度藍莖草的生長。高溫降低牧草的粗蛋白質含量，卻提高中、酸洗纖維含量。高溫及低溫均增加牧草莖及根部的酚酸含量，尤以 *p*-coumaric acid 增加最多。

關鍵詞：溫度、盤固草、印度藍莖草、生長、酚酸、苯酸、肉桂酸。

## 緒 言

溫度對於熱帶牧草的生長，是一個重要的影響因子，位處亞熱帶的台灣，冬與春季的溫度較低，且北部較南部為低，此時期牧草的生長遲緩或處於停滯的狀態，另外由於南北部在冬季雨量的分布並不相同（南部乾旱、北部多雨），使得盤固草與印度藍莖草的生長呈現極為明顯的差異，一般盤固草在南部無灌溉地區生長停滯，北部地區則生長遲緩；印度藍莖草在北部地區生長較盤固草緩慢，南部地區的生長則較盤固草迅速，因此印度藍莖草在冬季尚可提供南部地區部分的牧草，以補充冬季牧草的不足（謝等，1996）。

每一種植物都有其適合生長的溫度範圍，熱帶牧草亦不例外，一般熱帶牧草表現出較高的淨光合作用率，這必須藉由較高的溫度來達成（Cooper and Tainton, 1968）。熱帶牧草的淨光合率對於溫度較其他溫帶牧草敏感，而其所需的最適溫度通常在 35℃ 以上，當然每一種牧草生長的溫度範圍，仍與光照強度、牧草品種與牧草年齡等因素，有著密切的關係（Ivory, 1975）。熱帶禾本科牧草在 15~17℃ 以下的環境，幾乎無法生長，而當溫度提高為 35~40℃ 時，牧草達最高的生長速率（Mitchell and Lucanus, 1962；Cooper and McWilliam, 1966）。

---

(1) 行政院農委會畜產試驗所研究報告第 1057 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所恆春分所。

(3) 國立台灣大學農藝學系。

許多熱帶牧草其夜溫的變化，常導致生長速率的變化，一般當其夜溫由 20℃ 降至 10℃，日溫在 20℃ 時，牧草之生長速率降低 22~36%，如水牛草與馬克利草生長的夜溫降至 8℃，生長速率分別減少 60 與 37%，再降至 4℃ 時，更減少 90 與 80% (Ivory, 1975)。

高溫下生長的牧草品質降低 (Wilson and Ford, 1971)，此乃由於其纖維素含量增加，牧草消化率降低的緣故。溫度上升使纖維的組成分，如纖維素、半纖維素與木質素的含量增加 (Ford *et al.*, 1979)，同時降低纖維素之試管消化率 (Allinson, 1971)；高溫亦導致中、酸洗纖維含量的增加 (Bohn, 1990；Fales, 1986)，同時降低乾物消化率 (Bohn, 1990；Akin *et al.*, 1987)。高溫下生長的牧草，會降低試管乾物消化率與粗蛋白含量 (Frank and Kran, 1989)。

熱帶牧草木質素含量與生長的溫度呈正相關，而酚酸的含量又與木質素含量呈正相關 (Cherney *et al.*, 1991)，因此溫度上升，牧草植體中酚酸含量有增加現象；Akin *et al.* (1987) 證實增高溫度使高狐草植體內的肉桂酸含量 *trans p-coumaric* 與 *ferulic acid* 增加，同時降低牧草消化率；Bohn (1990) 報告指出，高溫下生長的 *switchgrass* 植體中 *p-coumaric acid* 含量增加，而 *ferulic acid* 含量降低。

本試驗的目的，在探討不同溫度對於盤固草與印度藍莖草生長與品質的影響，同時了解高、低溫下，這兩種牧草植體中苯酸與肉桂酸含量的變化。

## 材料與方法

I. 試驗材料：盤固草 A254 與印度藍莖草 A70。

II. 試驗方法：

- (i) 盤固草與印度藍莖草分別以扦插苗種植於 1/5000 A 之塑膠盆中，每盆種植 4 支，於 1993 年 10 月 21 日種植於溫室中，待成活後，全面刈割，俟生長兩週後（株高約 20 公分），於 1993 年 12 月 12 日移置三種不同日夜溫度的人工氣候室中。
- (ii) 溫度處理：三種不同的日夜溫分別為 30/25、25/20 與 20/15℃，自然光照，室內濕度為 90±5%，日夜溫度的變溫時間為上午七時與下午六時；處理的時間合計 26 天。
- (iii) 試驗採完全隨機設計 (CRD)，三種溫度處理，六個重複。
- (iv) 調查及分析項目：
  1. 牧草的農藝性狀，包括測定牧草的株高、葉數、節數與莖徑。
  2. 牧草的產量測定，即每盆的牧草鮮重與乾物產量。
  3. 牧草品質的分析：包括牧草之粗蛋白含量、中洗與酸洗纖維含量，利用 Kjeldahl's method 分析粗蛋白質含量；中洗纖維 (Neutral detergent fiber) 與酸洗纖維 (Acid detergent fiber) 的分析採用 Goering and van Soest (1970) 方法。
  4. 酚酸種類及含量：利用謝與蔡 (1998) 所述苯酸與肉桂酸的萃取與分析方法，分析牧草根、莖與葉中苯酸及肉桂酸的種類及含量。

## 結 果

I. 不同溫度對於盤固草與印度藍莖草生長的影響

溫度對於此兩種牧草生長的影響，兩者之間有不同的反應；由表 1 顯示，高溫（30/25℃）對於盤固草株高有促進的效果，且高溫較低溫有較高的乾物產量，但高溫與中溫（25/20℃）兩者的乾物產量則無差異；中溫與低溫（20/15℃）對於盤固草的生長處理間並無差異；但低溫較高溫對於盤固草的莖徑有促進的效果；溫度並不影響盤固草根的生長。隨著溫度的增加，印度藍莖草的株高，節數與牧草乾物產量逐漸增加，而且高溫與中溫較低溫處理有較多的葉數，對於莖徑與根鮮重，處理間並無顯著的差異；由以上的結果顯示，印度藍莖草對於溫度較為敏感，尤其在低溫的環境下，印度藍莖草的生長受到極大的抑制，而盤固草在此低溫（20/15℃）下尚能維持與常溫下相同的生長勢。

表 1. 不同溫度對於盤固草與印度藍莖草生長的影響

Table 1. The effect of different temperature on the growth of pangolagrass and delhigrass

Grass variety	Temp.	Plant height	Stem diameter	Leaf No.	Node No.	DM yield	Root fresh weight
	℃	cm	mm			g/plant	g/pot
Pangola grass	20/15	47.2 <sup>b*</sup>	1.21 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	0.93 <sup>b</sup>	1.21 <sup>a</sup>
	25/20	48.3 <sup>b</sup>	1.15 <sup>ab</sup>	10 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	1.05 <sup>ab</sup>	1.20 <sup>a</sup>
	30/25	52.0 <sup>a</sup>	1.06 <sup>b</sup>	10 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	1.16 <sup>a</sup>	1.20 <sup>a</sup>
Delhi grass	20/15	19.9 <sup>c</sup>	1.62 <sup>a</sup>	4 <sup>b</sup>	3 <sup>c</sup>	0.18 <sup>c</sup>	1.10 <sup>a</sup>
	25/20	36.6 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>
	30/25	47.2 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>

\* The same letters within same column are not significantly different at 5% level.

## II. 不同溫度對於盤固草與印度藍莖草品質的影響

三種不同溫度對於盤固草粗蛋白，中洗與酸洗纖維含量的影響，由表 2 得知，高溫降低牧草粗蛋白含量，卻提高中、酸洗纖維含量，處理間有顯著的差異；與盤固草相同的結果，對於印度藍莖草而言，高溫較低溫處理有較低的粗蛋白含量，但高溫與中溫較低溫處理者有較高的中、酸洗纖維含量；高溫與中溫處理對於粗蛋白與中、酸洗纖維含量，兩處理間並無顯著的差異；由以上的結果顯示，高溫處理降低盤固草與印度藍莖草的粗蛋白含量，卻提高牧草的中、酸洗纖維含量。

表 2. 不同溫度對於盤固草與印度藍莖草品質的影響

Table 2. The effect of different temperatures on the quality of pangolagrass and delhigrass

Variety	Temp.	CP	NDF	ADF
	℃		%	
Pangola grass	20/15	10.2 <sup>a*</sup>	53.3 <sup>c</sup>	30.5 <sup>c</sup>
	25/20	9.1 <sup>b</sup>	61.2 <sup>b</sup>	34.3 <sup>b</sup>
	30/25	8.2 <sup>c</sup>	64.7 <sup>a</sup>	38.3 <sup>a</sup>
Delhi grass	20/15	8.0 <sup>a</sup>	56.1 <sup>b</sup>	32.5 <sup>b</sup>
	25/20	7.9 <sup>ab</sup>	60.1 <sup>a</sup>	35.7 <sup>a</sup>
	30/25	7.3 <sup>b</sup>	60.4 <sup>a</sup>	37.1 <sup>a</sup>

\* The same letters within same column are not significantly different at 5% level.

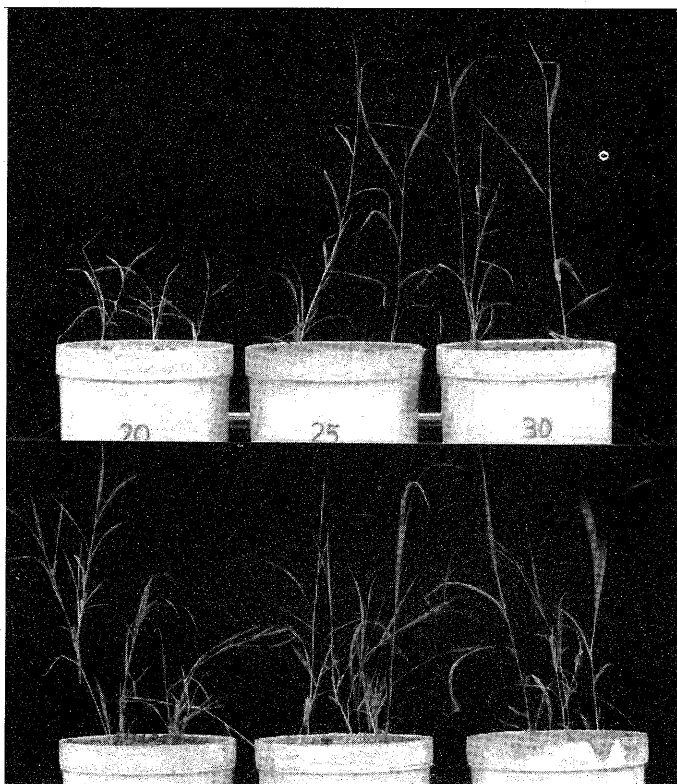


圖 1. 印度藍莖草（上）與盤固草（下）在不同溫度處理下之生長情形（由左至右依次為日/夜溫 20/15，25/20，30/25℃）。

Fig. 1. The growth of delhigrass (upper) and pangolagrass (lower) in different temperature. From left to right: 20/15, 25/20, 30/25℃ (day/night).

### III. 不同溫度對於盤固草與印度藍莖草酚酸含量的影響

溫度對於兩種牧草酚酸含量的影響，兩種牧草對於溫度的反應，不盡相同；由表 3 顯示，高溫與低溫下酚酸含量較中溫者為高，包括可溶性與鍵結性的酚酸含量均提高，其中以鍵結性肉桂酸類的 *p*-coumaric acid 含量增加最多；低溫較高溫有較多的可溶性與鍵結性酚酸，其中尤以可溶性與鍵結性 *p*-coumaric 與 ferulic acid 含量均增加。盤固草葉部酚酸含量對於溫度的反應如表 4 顯示，隨著溫度的降低，牧草中可溶性與鍵結性的酚酸含量逐漸提高，其中以肉桂酸類增加的量最大，包括可溶性與鍵結性的 *p*-coumaric 與 ferulic acid 均呈增加的趨勢。對盤固草的根部而言，其對於溫度的反應與莖部相似，即高溫與低溫下可溶性與鍵結性的酚酸含量較中溫者為高，其中以鍵結性的 *p*-coumaric acid 含量增加最多；低溫較高溫有較多的可溶性與鍵結性酚酸含量，其中 *p*-coumaric acid 增加，而 ferulic acid 含量減少（表 5）。由以上的結果顯示，高溫與低溫均能促進盤固草植體中酚酸的含量，莖與根部中 *p*-coumaric acid 含量最高，而葉部則以 ferulic acid 含量最高。

表 3. 不同溫度對於盤固草莖部酚酸含量的影響

Table 3. The effect of different temperature on the phenolic acid content of pangolagrass stem

Phenolic acid	30/25°C		25/20°C		20/15°C	
	UnHy	Hy	UnHy	Hy	UnHy	Hy
	$\mu\text{g/g Fw}$					
PRA*	0.05	0.09	0.08	0.23	0.08	0.41
<i>p</i> -HBA	0.01	0.04	trace	0.74	0.32	1.81
VA	trace	trace	0.06	0.10	0.11	0.48
<i>m</i> -HBA	0.02	0.07	0.08	0.42	0.12	1.04
RA	0.01	1.02	0.05	0.06	trace	trace
<i>p</i> -CA	1.62	6.19	1.66	5.14	1.96	7.92
FA	0.53	2.76	0.23	1.22	0.58	1.01
<i>o</i> -HBA	0.41	1.71	trace	1.72	0.48	1.69
Total	2.64	11.88	2.16	9.63	3.65	14.36

\* PRA : protocatechuic acid; *p*-HBA: *p*-hydroxybenzoic acid; VA: vanillic acid; *m*-HBA: *m*-hydroxybenzoic acid; RA: resocyclic acid; *p*-CA: *p*-coumaric acid; FA: ferulic acid; *o*-HBA: *o*-hydroxybenzoic acid UnHy: unhydrolyzed by 1N NaOH; Hy: hydrolyzed by 1N NaOH

表 4. 不同溫度對於盤固草葉部酚酸含量的影響

Table 4. The effect of different temperature on the phenolic acid content of pangolagrass leaf

Phenolic acid	30/25°C		25/20°C		20/15°C	
	UnHy	Hy	UnHy	Hy	UnHy	Hy
	$\mu\text{g/g Fw}$					
PRA*	0.50	1.42	1.03	1.16	1.17	1.29
<i>p</i> -HBA	0.29	1.25	0.04	1.26	1.24	1.73
VA	0.03	0.42	0.25	0.60	0.04	0.17
<i>m</i> -HBA	0.02	3.16	0.20	3.85	0.08	3.16
RA	0.14	0.60	trace	0.05	trace	0.61
<i>p</i> -CA	0.57	2.48	0.83	3.40	1.16	5.25
FA	0.77	5.73	1.50	10.90	1.73	12.20
<i>o</i> -HBA	trace	trace	0.78	3.28	trace	trace
Total	2.32	12.81	4.63	24.50	5.42	24.41

\*: See Table 3.

表 5. 不同溫度對於盤固草根部分酸含量的影響

Table 5. The effect of different temperature on the phenolic acid content of pangolagrass root

Phenolic acid	30/25°C		25/20°C		20/15°C	
	UnHy	Hy	UnHy	Hy	UnHy	Hy
	$\mu\text{g/g Fw}$					
PRA*	trace	0.25	0.07	0.29	0.11	0.31
<i>p</i> -HBA	0.04	0.13	0.02	0.05	0.06	0.06
VA	0.30	0.75	0.27	1.00	0.40	2.02
<i>m</i> -HBA	0.64	1.12	0.30	0.81	0.63	0.72
RA	trace	trace	trace	trace	trace	trace
<i>p</i> -CA	1.86	10.60	0.53	9.46	3.35	13.70
FA	1.02	3.62	0.56	2.62	0.77	2.34
<i>o</i> -HBA	0.12	0.75	0.17	0.72	0.20	0.98
Total	3.98	17.12	1.92	14.95	5.52	20.13

\*: See Table 3.

溫度對於印度藍莖草莖部分酸含量的影響，由表 6 得知，高溫與低溫較中溫有較大量的酚酸產生，包括可溶性與鍵結性酚酸，其中以鍵結性的 *p*-coumaric、ferulic 與 *o*-hydroxybenzoic acid 增加最多；與盤固草不同的，印度藍莖草在高溫環境下，比低溫有較多的鍵結性酚酸與較低的可溶性酚酸，其中鍵結性的 *p*-coumaric、ferulic 與 *o*-hydroxybenzoic acid 增加最多，而可溶性的上述肉桂酸與苯酸則降低；印度藍莖草葉部對溫度的反應與盤固草相同，即隨著溫度的增加，牧草中可溶性與鍵結性酚酸含量逐漸降低，其中肉桂酸類的 *p*-coumaric 與 ferulic acid 降低的最多（表 7）。印度藍莖草的根部，高溫與低溫者有較多的酚酸含量，其中以鍵結性的 *p*-coumaric acid 增加最多（表 8）。由以上的結果顯示，高溫與低溫均能促進印度藍莖草植體中的酚酸含量，而高溫對於提高莖部分酸含量的效果最大，低溫則促進葉部分酸含量有較大的效果；莖部中亦以 *p*-coumaric acid 含量最高，葉部則以 ferulic acid 含量最多。

表 6. 不同溫度對於印度藍莖草莖部分酸含量的影響

Table 6. The effect of different temperature on the phenolic acid content of delhigrass stem

Phenolic acid	30/25°C		25/20°C		20/15°C	
	UnHy	Hy	UnHy	Hy	UnHy	Hy
	$\mu\text{g/g Fw}$					
PRA*	0.01	0.01	trace	trace	0.28	0.49
<i>p</i> -HBA	trace	0.01	trace	0.30	0.34	0.76
VA	0.02	0.14	0.02	0.07	0.03	0.07
<i>m</i> -HBA	0.09	2.56	0.03	0.42	0.04	0.72
RA	trace	trace	0.03	0.16	trace	trace
<i>p</i> -CA	0.63	5.68	0.71	2.34	1.15	5.02
FA	0.10	2.67	trace	0.61	0.28	1.10
<i>o</i> -HBA	0.20	4.23	trace	trace	1.13	3.07
Total	1.05	15.30	0.79	3.90	3.25	11.23

\*: See Table 3.

表 7. 不同溫度對於印藍莖草葉部酚酸含量的影響

Table 7. The effect of different temperature on the phenolic acid content of delhigrass leaf

Phenolic acid	30/25°C		25/20°C		20/15°C	
	UnHy	Hy	UnHy	Hy	UnHy	Hy
	$\mu\text{g/g Fw}$					
PRA*	0.05	0.42	trace	0.01	0.07	4.11
<i>p</i> -HBA	trace	0.01	trace	0.01	trace	trace
VA	trace	0.16	0.14	0.29	0.06	0.45
<i>m</i> -HBA	0.30	0.90	0.06	3.24	trace	trace
RA	trace	trace	0.18	0.40	0.21	1.13
<i>p</i> -CA	0.41	2.98	0.76	4.38	1.04	6.42
FA	1.41	6.87	2.03	11.00	3.20	14.20
<i>o</i> -HBA	trace	0.19	trace	trace	trace	0.57
Total	2.17	11.53	3.17	19.33	4.58	26.88

\*: See Table 3.

表 8. 不同溫度對於印藍莖草根部分酚酸含量的影響

Table 8. The effect of different temperature on the phenolic acid content of delhigrass root

Phenolic acid	30/25°C		25/20°C		20/15°C	
	UnHy	Hy	UnHy	Hy	UnHy	Hy
	$\mu\text{g/g Fw}$					
PRA*	0.32	0.41	0.30	0.34	trace	0.34
<i>p</i> -HBA	0.07	0.13	0.02	0.04	0.03	0.03
VA	0.32	1.43	0.04	0.23	0.38	0.83
<i>m</i> -HBA	0.18	0.65	0.01	0.55	0.06	0.46
RA	0.02	0.04	0.05	0.13	0.04	0.13
<i>p</i> -CA	2.45	12.20	2.24	9.22	3.42	12.20
FA	1.33	5.38	1.28	4.95	1.35	5.01
<i>o</i> -HBA	0.12	0.94	0.15	1.08	0.39	2.92
Total	5.71	21.18	4.07	16.56	5.67	21.92

\*: See Table 3.

## 討 論

不同溫度對於盤固草與印度藍莖草生長的反應並不一致，高溫（35/25°C）均能促進牧草的生長，低溫（20/15°C）對於印度藍莖草有遲滯生長的效果，但對於盤固草的生長，此種低溫的環境，尚能維持與中溫下相同的生長勢。Cooper and Taiton (1968) 認為每一種植物均有其適合生長的溫度範圍，由本試驗結果顯示，印度藍草生長的適溫較盤固草為高，在 20/15°C 的環境下，印度藍莖草的生長受到抑制達 71%（以乾物產量計，與中溫者相比較），而盤固草仍能與中溫環境下的生長相似。Mitchell and Lucanus (1962) 與 Cooper and McWilliam (1966) 認為，一般熱帶禾本科牧草在 15~17°C 以下的環境，幾乎無法生長，而當溫度提高為 35~40°C 時，牧草達最高的

生長速率，而本試驗中盤固草在 20/15℃ 的環境下，尚能生長良好，而印度藍莖草則受到抑制，此與 Ivory (1975) 所謂的，雖然熱帶牧草的生長，對於溫度較其他溫帶牧草敏感，但每一種牧草生長的溫度範圍，仍與牧草品種、牧草年齡與光照強度等因素有密切的關係。

高溫對於盤固草與印度藍莖草有降低品質的效果，本試驗結果顯示，高溫對於牧草中粗蛋白含量有降低的效果，卻促進中、酸洗纖維含量，而降低了牧草的品質，此結果與 Frank and Kran (1989) 試驗結果相似，即高溫下生長的牧草，其粗蛋白的含量降低；同時 Bohn (1990) 與 Fales (1986) 所提出的，高溫導致牧草植體的中、酸洗維含量增加，因而降低牧草的乾物消化率。

Cherney *et al.* (1991) 認為溫度上升，牧草植體中酚酸含量有增加的效果；Akin *et al.* (1987) 證實，溫度增加高狐草植體內的肉桂酸 (*p*-coumaric 與 ferulic acid) 含量增加，同時降低牧草消化率；Bohn (1990) 報告指出，高溫下生長的 switchgrass 植體中肉桂酸類的 *p*-coumaric acid 含量增加，ferulic acid 含量降低；本試驗針對盤固草與印度藍莖草不同的植體部位（根、莖與葉）探討不同的溫度對於牧草苯酸與肉酸含量的影響，試驗結果顯示，高溫與低溫均能促進牧草植體中的可溶性與鍵結性酚酸量，其中兩種牧草的莖部以 *p*-coumaric acid 增加最多；低溫較高溫下，盤固草莖部有較多的酚酸，尤以 *p*-coumaric 與 ferulic acid 增加最多；而印度藍莖草莖部，高溫則較低溫下有較多的酚酸含量，其中鍵結性的 *p*-coumaric、ferulic 與  $\alpha$ -hydroxybenzoic acid 增加最多，但可溶性的上述酚酸則降低。盤固草與印度藍莖草相似，其葉部隨著溫度的增加，酚酸含量逐漸降低，其中以鍵結性的 *p*-coumaric 與 ferulic acid 降低的量最多，對於兩種牧草根節而言，高溫與低溫較常溫者有較多的酚酸含量，尤以鍵結性的 *p*-coumaric acid 所增加的量最多。

綜合以上的討論，高溫與低溫的環境均能促進盤固草與印度藍莖草中酚酸的含量，其中以 *p*-coumaric acid 所增加的量最大，而高溫與低溫的效果，孰大孰小，則端視牧草植體的部位與牧草的品種而定，一般而言，高溫影響印度藍莖草莖部酚酸含量的效果最大，低溫則影響盤固草較大；對於盤固草的葉部，兩種牧草均以低溫的效果較大；以盤固草的根節酚酸含量而言，低溫的效果大於高溫者，但對於印度藍莖草的根部，高溫與低溫的效果並無差異。

## 參考文獻

- 謝文彰、蔡文福、陳建富。1996。盤固草與印度藍莖草混植對生長、乾物產量及品質的影響。畜產研究 29：263~277。
- 謝文彰、蔡文福。1998。不同季節及生育日數對盤固草與印度藍莖草植體酚酸含量之影響。畜產研究 31：153~163。
- 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.
- Allinson, D. W. 1971. Influence of photoperiod and thermoperiod on the IVDMD and cell wall components of tall fescue. Crop Sci. 11：456~458.
- Bohn, P. J. 1990. Investigation into the effect of phenolic acids on forage digestibility. Sci. and Engineering. 50：4282~483.
- Cherney, D. J. R., J. A. Petterson, J. H. Cherney and J. D. Axtell. 1991. Fiber and soluble phenolic monomer composition of morphological components of sorghum stover. J. Sci. Food Agri. 54：645~649.



- Cooper, J. P. and J. R. McWilliam. 1966. Climatic variation in forage grasses. 2. Germination, flowering and leaf development in Mediterranean populations of *Phalaris tuberosa*. J. Appl. Ecol. 3 : 141.
- Cooper, J. P. and N. M. Tainton. 1968. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. Herb. Abstr. 38 : 167.
- Fales, S. L. 1986. Effects of temperature on fiber concentration, Composition and *in vitro* digestion kinetics of tall fescue. Agron. J. 78 : 963~966.
- Ford, C. W., I. M. Morrison and J. R. Wilson. 1979. Temperature effects on lignin, hemicellulose, and cellulose in tropical and temperate grasses. Aust. J. Agric. Res. 29 : 1157~1166.
- Frank, A. B. and J. F. Karn. 1989. Prediction of digestibility and protein from growing degree-days for crested and western wheatgrass. Proceedings of the XVI International Grassland Congress, Nice, France. pp. 925~926.
- Goering, H. J. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA ARS.Agric. Handbook. No. 379.
- Ivory, D. A. 1975. The effects of temperature on the growth of tropical pasture grasses. Ph. D Thesis, University of Queensland.
- Mitchell, K. J. 1956. Growth of pasture species under controlled environment. I. Growth at various levels of constant temperature. N. Z. J. Sci. Technol. A 38 : 203.
- Mitchell, K. J. and R. Lucanus. 1962. Growth of pasture species under controlled environments. 3. Growth at various levels of constant temperature with 8 and 16 hours of uniform light per day. N. Z. J. Agric. Res. 5 : 135.
- Wilson, J. R. and C. W. Ford. 1971. Temperature influences on the growth, digestibility, and carbohydrate composition of two tropical grasses and two temperate grasses. Aust. J. Agric. Res. 22 : 563~571.

# Effects of Temperature on Growth of Pangolagrass and Delhigrass and on Their Contents of Phenolic Acids<sup>(1)</sup>

Wein-Chang Hsieh<sup>(2)</sup> and Wen-Fu Tasi<sup>(3)</sup>

Received Nov. 24, 2000 ; Accepted Jun. 24, 2001

## Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of temperature on growth and phenolic acids on pangolagrass A254 (*Digitaria decumbens* Stents.) and delhigrass A70 (*Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapt). High day/night temperature (30/25 °C) improved the growth of both grasses while low temperature (20/15 °C) retarded the growth of delhigrass A70. High temperature decreased crude protein but increased neutral and acid detergent fiber content of grasses. Both high and low temperatures increased phenolic acid contents of stem and root, especially for *p*-coumaric acid.

Key words : Temperature, Pangolagrass, Delhigrass, Growth, Phenolic acid, Benzoic acid, Cinnamic acid.

---

(1) Contribution No. 1057 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

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

(3) Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.