

Dorycnium spp. 及 *Hedysarum* spp. 供做豆科牧草可行性之評估⁽¹⁾

林正斌⁽²⁾⁽⁶⁾ 蕭宗法⁽³⁾ 李春芳⁽⁴⁾ Richard Snowball⁽⁵⁾

收件日期：97年6月30日；接受日期：97年9月11日

摘要

國內牛、羊畜牧業的發展中，亟需豆科牧草的供應。本研究自澳大利亞西澳省引進 *Dorycnium hirsutum* 15 個品系、*D. pentaphyllum* 10 個品系、*D. rectum* 7 個品系、*Hedysarum carnosum* 4 個品系及 *H. coronarium* 21 個品系等共 57 個品系，進行二年初步農藝性狀調查，並篩選出表現較優的 *D. hirsutum* SA33719、M23，*D. rectum* TAS1274 及 *H. coronarium* 1715-99 為材料，並以中東苜蓿 (*Medicago sativa*) 為對照，栽種密度為每 6m² (2x3m) 種植 6 株；再進行二年植物體成分、採食量 (dry matter intake, DMI) 及瘤胃消化率之評估。試驗結果顯示，*D. rectum* TAS1274 品系二年之鮮草產量最高，二年達 37.9 mt/ha，中東苜蓿為 34.2 mt/ha。植體成分顯示 TAS1274 之粗蛋白質 (crude protein, CP) 介於 16.9-22.2% 與中東苜蓿 17.6-23.8% 相近，但 TAS1274 之酸洗纖維 (acid detergent fiber, ADF) (18.2-31.8%) 及中洗纖維 (neutral detergent fiber, NDF) (27.7-43.2%) 均較其他品系及對照為低。以瘤胃開窗牛進行的原位消化率，得知 TAS1274 在瘤胃被消化前有很長的停滯時間，其乾物質可利用率與中東苜蓿相近，但纖維組成可利用率明顯高於中東苜蓿。*D. rectum* TAS1274 及中東苜蓿乾草提供荷蘭肉公牛採食 1 小時，二者的 DMI 差異不大。綜合試驗結果，*D. rectum* TAS1274 為多年生、高產量及高品質之豆科牧草優良品系，值得推廣。

關鍵詞：豆科牧草、化學成分、消化率。

緒言

國內畜牧業日益發達，尤其是乳牛與乳羊業，對高品質及高產量之豆科牧草需求十分殷切；

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1473 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所飼料作物組。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(4) 行政院農業委員會畜產試驗所營養組。

(5) 澳大利亞西澳省農業廳植物產業組。

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

但國內大部份豆科牧草均仰賴進口，因此篩選適合國內生長之豆科牧草品種則相當重要。國內荒野遍生之熱帶豆科草種甚多，但被酪農用於餵飼動物的只有 10 個屬（黃，1990）；至目前為止，並未有一專供豆科牧草栽培的品種。在國產豆科牧草種原不足情形下，由國外引進種原進行評估亦是一可行方式。*Dorycnium* 屬（金絲雀三葉草，canary clover）是地中海地區的草種（Allen and Allen, 1981；Wills and Douglas, 1984），此種植物適應於乾燥、地勢平坦、貧瘠及 pH 5.2 至 8.6 之土壤，生長所需年雨量約 350-800 mm 間。*Dorycnium* 屬具有 12 個種（Bell *et al.*, 2007；林和李，2008），是多年生草本的低矮灌木（Slavik, 1995）。這個屬與 *Lotus* 屬親緣甚近。分佈區域由歐洲 Canary 島至 Caspian 海及中歐至北非（Slavik, 1995）。亦可適應於澳大利亞之草原栽培，是夏、秋二季餵飼家畜之芻料作物之一（Lane *et al.*, 2004）。粗蛋白質（crude protein, CP）約佔乾物質（dry matter, DM）之 4-18%，中洗纖維（neutral detergent fiber, NDF）為 21-72%，乾物質消化率（dry matter digestibility, DMD）為 32-75%，代謝能（metabolizable energy, ME）為 4.1-11.0 MJ/kg/DM（Lane *et al.*, 2004）。*Dorycnium* 屬的根具有固氮的能力（Pepper, 1991），可降低化學肥料之施用、保持草原覆蓋、減少沖刷和防止土壤中之硝酸鹽污染水源（Zachariassen and Power, 1991）。*Hedysarum* spp. 為義大利之當地牧草草種，品質與產量均佳，目前於澳大利亞亦在推廣當中（Ewing *et al.*, 2004）。因此，本試驗由澳大利亞引進新的豆科牧草種原 *Dorycnium* 及 *Hedysarum* 屬進行篩選評估，期待選出一適合台灣栽培之豆科牧草品種。

材料與方法

本試驗之材料為 2002 年自澳大利亞西澳省農業廳引進之 *Dorycnium hirsutum* 15 個品系、*D. pentaphyllum* 10 個品系、*D. rectum* 7 個品系、*Hedysarum carnosum* 4 個品系及 *H. coronarium* 21 個品系，共 57 個品系；就整體之農藝性狀、鮮草產量、營養成分等進行二年篩選。選擇較具高鮮草產量潛力之 *H. coronarium* 1715-99 品系及 *D. hirsutum* SA33719、M23 品系，*D. rectum* TAS1274 品系，並以中東苜蓿（*Medicago sativa*）為對照，共 5 個參試品系，先進行產量評估，再進行植體成分、採食量及瘤胃消化率之評估。播種時間於 2005 及 2006 年之 10 月進行育苗、春季進行播種，並持續於中東苜蓿開花期時進行收穫。每品系種於 2x3 m 長的畦上，行株距 1x1 m，每區種植 6 株，每區三重複，肥料及栽培依慣行法管理，田間採逢機完全區集設計（Random Complete Block Design, RCBD），進行下列調查：

I. 農藝性狀調查

於對照-中東苜蓿開花期（開花50%）時，連續調查二年參試品系之株高、株冠直徑、植體含水率、病蟲害相及鮮草產量等性狀。

II. 化學成分分析

於上述農藝性狀調查後，取乾植物體樣品分析 CP、總磷、鉀、鈣、鎂、ADF 及 NDF。分析方法如下：1. CP：利用 Kjeldahl method，定量全氮，再乘以6.25。2. ADF：將樣品加入酸洗液（acid detergent solution），每公升 1 N H₂SO₄ 加入 20 克 ecyl trimethyammonium bromide，以蘇氏迴流器迴流 1 小時，以熱水及丙酮沖洗濾渣各 4 次，100℃ 烘乾、秤重、剩下之重量即 ADF。3. NDF：將樣品加入中洗液（neutral detergent solution），以蘇氏迴流器迴流 1 小時，以熱水及丙酮沖洗濾渣各 4 次，100℃ 烘乾、秤重，剩下之重量即 NDF。4. 磷、鉀、鈣、鎂：以硫酸及過氧化

氫分解至澄清後，磷以鉬藍法（Olsen and Dean, 1965）比色測定，鉀、鈣、鎂以原子吸光儀測定（Thomas, 1985）。

III. 消化率及採食量比較

- (i) 消化率比較：將上述 5 種豆科牧草烘乾磨細後，以瘤胃開窗乾乳牛一頭提供瘤胃環境，進行在瘤胃消化率試驗。以孔隙度 $52\ \mu\text{m}$ 之進口尼龍袋製成消化袋，烘乾秤重（A0），秤取樣品 4 g（A1）入消化袋，依不同培養時間倒序置入牛瘤胃內培養 96 到 0 小時，培養結束後一齊取出清洗、烘乾、秤重（A2），以公式 $[(A2-A0) - (B2-B0)] / (A1*DM\%)*\%$ 計算各時間點的乾物質剩餘比例（dry matter remaining, %, DMR），其中 B0 為空白袋消化前之重量，B2 為空白袋消化後之重量。以牛為單位，將各參試樣品之 DMR 輸入 SAS（1999-2000）非線性 Marquardt 模式，進行統計分析在瘤胃消化參數，包括可能的消化前停滯時間（Lag, hr）、消化速度（kd, % /hr）及不被消化比例（indigestible pool, InD, %），並計算乾物質在瘤胃可利用率（ruminal availability, RA, % = $FD + PD(kd/(kd+kp))$ ），其中 FD 為在瘤胃快速消失比例，即培養 0 小時所消失的比例，PD（potentially digestible pool）為在瘤胃可分解部分，即 $PD = 100 - FD - InD$ 。進一步分析各時間點消化剩餘物之 ADF 與 NDF，可得纖維組成在瘤胃之消化參數。
- (ii) 採食量比較：將上述試驗中表現較優之 *D. rectum* TAS1274 及中東苜蓿乾草餵飼三頭荷蘭大肉公牛（體重約 400 公斤），四頭小肉公牛（體重約 200 公斤），調查任食 1 小時後乾草之採食量。

結果與討論

I. 農藝性狀調查

將參試品系於第一年春季移植後，苜蓿開花期時進行收穫，於三月份進行第一次收穫（表 1 上），結果顯示第一次收穫之株高以中東苜蓿最高，達 70.7 cm，鮮草產量則以 *H. coronarium* 1715-99 品系最高，達 5.0 mt/ha，苜蓿僅為 1.5 mt/ha，彼此達顯著差異。所有參試品系均未發現病蟲害感染情形。五月份進行第二次收穫（表 1 中），結果株高以中東苜蓿最高，達 76.3 cm，株冠直徑以 *D. rectum* TAS1274 及 *D. hisutum* SA33719 最寬，分別達 59.5 及 53.3 cm，產量以 *H. coronarium* 1715-99 最高，達 5.2 mt/ha，苜蓿為 3.1 mt/ha。參試品系 *H. coronarium* 1715-99 發現白絹病（*Corticium centnifugum*）感染情形。七月份進行第三次收穫（表 1 下），結果顯示株高以中東苜蓿及 TAS1274 最高，分別達 80.0 及 79.0 cm，TAS1274 之株冠直徑及水分百分率分別達 69.2 cm 及 70.8%，產量亦以 TAS1274 最高，達 11.8 mt/ha，苜蓿則為 7.2 mt/ha，TAS1274 品系之產量較中東苜蓿高 65% 之多。七月時參試品系中 1715-99 仍有白絹病感染及植株死亡情形。就第一年三次收穫之調查顯示，*D. rectum* TAS1274 株高最高為 69.3 cm 與 Deal *et al.*（2003）指出 *D. rectum* 株高可達 2m 相差甚多，顯示該品系仍具高產量的生潛力。*D. rectum* TAS1274 的總產量最高，達 17.1 mt/ha，且產量隨割次而快速增加。顯示具有耐割之特性。*H. coronarium* 1715-99 之 13.6 mt/ha，亦高於中東苜蓿之 11.7 mt/ha，但 1715-99 易感染白絹病。1715-99 品系之第一次收穫產量最高，可達 5.0 mt/ha 爾後產量則逐漸下降，此結果與 Ewing *et al.*（2000）之結果相比較，仍有很大差距（澳洲產量約 31.2 mt/ha），可能此品系屬溫帶草種，適應性不廣所致。反觀 *D. recum* TAS1274 產量隨割次增加而上升，此結果與 Lane *et al.*（2004）所述該品系可適應於歐洲、北非及亞洲地區，適應性廣之特性相吻合。

表 1. 豆科牧草 *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarum* spp. 之第一年農藝特性之比較Table 1. Comparisons of agronomic traits between *Dorycnium* spp. and *Hedysarum* spp. grown in the first year.

Line	First harvest				
	Plant height	Plant canopy	Water content	Fresh weight	Infection
	cm	cm	%	mt ha ⁻¹	
<i>D. hirsutum</i> SA33719	28.7 ^{d*}	41.7 ^c	70.2 ^b	0.5 ^c	ND
<i>D. hirsutum</i> M23	35.2 ^{cd}	42.7 ^c	71.2 ^b	0.7 ^c	ND
<i>D. rectum</i> TAS1274	28.5 ^d	55.5 ^b	77.6 ^{ab}	1.5 ^b	ND
<i>H. coronarium</i> 1715-99	40.7 ^b	97.7 ^a	84.2 ^a	5.0 ^a	ND
<i>M. sativa</i>	70.7 ^a	55.0 ^b	73.8 ^{ab}	1.5 ^b	ND
Second harvest					
<i>D. hirsutum</i> SA33719	48.5 ^b	53.3 ^{ab}	75.2 ^b	1.5 ^c	ND
<i>D. hirsutum</i> M23	41.0 ^c	47.8 ^b	77.1 ^b	1.7 ^c	ND
<i>D. rectum</i> TAS1274	44.0 ^b	59.5 ^a	78.8 ^{ab}	3.8 ^{ab}	ND
<i>H. coronarium</i> 1715-99	31.7 ^d	45.2 ^b	85.2 ^a	5.2 ^a	<i>Corticium centrifugum</i>
<i>M. sativa</i>	76.3 ^a	39.5 ^c	75.7 ^b	3.1 ^{ab}	ND
Third harvest					
<i>D. hirsutum</i> SA33719	50.7 ^b	55.0 ^b	57.7 ^{ab}	3.2 ^c	ND
<i>D. hirsutum</i> M23	44.5 ^b	47.5 ^c	53.8 ^b	2.5 ^c	ND
<i>D. rectum</i> TAS1274	79.0 ^a	69.2 ^a	70.7 ^a	11.8 ^a	ND
<i>H. coronarium</i> 1715-99	30.5 ^c	43.3 ^c	68.9 ^a	2.8 ^c	death
<i>M. sativa</i>	84.0 ^a	52.0 ^b	69.2 ^a	7.2 ^b	ND

*Means with different letters within the same column are significantly different at 5 % level.

ND : undetected.

將參試品系第二年春季定植後，於苜蓿開花期時進行收穫，於二月份進行第一次收穫（表2上），結果顯示第一次收穫之株高以中東苜蓿較高，達 55.8 cm，*D. rectum* TAS1274 為 38.7 cm，株冠直徑亦以中東苜蓿較高，達 99.9 cm，TAS1274 為 93.8 cm，二者相近，但產量則以 TAS1274 較高，達 8.0 mt/ha，中東苜蓿則為 7.6 mt/ha，彼此未達顯著性差異。水分百分率以 *H. coronarium* 1715-99 最高達 84.2%，此與 Ewing *et al.* (2000) 結果類似。四月份進行第二次收穫（表2中），結果顯示株高仍以中東苜蓿較高，達 88.0cm，其次為 *D. recum* TAS1274 之 67.8 cm；株冠直徑以中東苜蓿最寬，達 108.7cm，TAS1274 為 97.2 cm。產量以中東苜蓿較高，達 7.4 mt/ha，TAS1274 則為 6.3 mt/ha，但未達顯著性差異。參試品系 *H. coronarium* 1715-99 發現白絹病感染情形。六月份進行第三次收穫（表2下），結果顯示株高以中東苜蓿及 TAS1274 較高，分別達 76.6 及 69.3cm，株冠直徑亦以中東苜蓿較高，達 99.2cm，其次為 TAS1274 之 60.9 cm。產量亦以中東苜蓿較高，達 7.4 mt/ha，TAS1274 則為 6.5 mt/ha，二者未達顯著差異。此時參試品系 *H. coronarium* 1715-99 白絹病感染的植株，部份已死亡。Ewing *et al.* (2000) 在綜合澳大利亞進行 *Hedysarum* spp. 多年試驗報告中，並未提及該屬會感染白絹病，本次試驗種植試區經台南區農改場檢測結果，

發現該區具高密度之白娟病孢子，顯示 *Hedysarum* spp. 於台灣易感染白娟病，因此不適合於台灣種植。

表 2. 豆科牧草 *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarum* spp. 之第二年農藝特性之比較

Table 2. Comparisons of agronomic traits between *Dorycnium* spp. and *Hedysarum* spp. grown in the second year.

Line	First harvest				
	Plant height	Plant canopy	Water content	Fresh weight	Infection
	cm	cm	%	mt ha ⁻¹	
<i>D. hirsutum</i> SA33719	20.4 [*]	60.9 ^b	69.9 ^c	0.89 ^c	ND
<i>D. hirsutum</i> M23	16.2 ^c	61.3 ^b	69.7 ^c	1.53 ^c	ND
<i>D. rectum</i> TAS1274	38.7 ^b	93.8 ^a	75.3 ^b	8.00 ^a	ND
<i>H. coronarium</i> 1715-99	37.6 ^b	77.1 ^b	84.2 ^a	6.60 ^{ab}	ND
<i>M. sativa</i>	55.8 ^a	99.9 ^a	76.1 ^b	7.60 ^{ab}	ND
	Second harvest				
	Plant height	Plant canopy	Water content	Fresh weight	Infection
	cm	cm	%	Ton /ha	
<i>D. hirsutum</i> SA33719	21.1 ^b	73.7 ^b	66.4 ^c	3.80 ^b	ND
<i>D. hirsutum</i> M23	24.0 ^c	70.1 ^b	68.9 ^c	2.32 ^{bc}	ND
<i>D. rectum</i> TAS1274	67.8 ^b	97.2 ^a	76.0 ^a	6.30 ^{ab}	ND
<i>H. coronarium</i> 1715-99	20.3 ^b	56.8 ^c	74.3 ^{ab}	1.38 ^c	<i>Corticium centrifugum</i>
<i>M. sativa</i>	88.0 ^a	108.7 ^a	72.0 ^b	7.39 ^a	ND
	Third harvest				
	Plant height	Plant canopy	Water content	Fresh weight	Infection
	cm	cm	%	Ton /ha	
<i>D. hirsutum</i> SA33719	23.8 ^c	39.0 ^c	69.4 ^c	1.87 ^b	ND
<i>D. hirsutum</i> M23	22.9 ^c	42.6 ^c	70.4 ^c	1.11 ^b	ND
<i>D. rectum</i> TAS1274	69.3 ^b	60.9 ^b	79.6 ^a	6.50 ^a	ND
<i>H. coronarium</i> 1715-99	20.8 ^c	48.9 ^c	78.9 ^a	0.65 ^b	<i>Corticium centrifugum</i>
<i>M. sativa</i>	76.6 ^a	99.2 ^a	73.2 ^b	7.36 ^a	ND

* Means with different letters within the same column are significantly different at 5 % level.

ND : Undetected.

就第二年 3 次收穫之總產量顯示，*D. rectum* TAS1274 的產量高達 20.8 mt/ha，最高為中東苜蓿之 22.4 mt/ha，二者差異不大，TAS1274 品系在生育期內產量均相當穩定，顯示該品系適合於台灣之氣候環境，Dear *et al.* (2003) 指出 *D. rectum* 源自南歐、北非及亞洲地區適應性廣，Douglas *et al.* (1996) 發現 *D. rectum* 於潮濕地區之產量高於乾燥地區。本次試驗亦觀察到 *H. coronarium* 1715-99 於第一次及第二次收穫時產量相差甚多，且隨溫度上升而有產量下降趨勢。*H. coronarium* 1715-99 在溫度較低之春冬季生育良好，產量較高，此結果與 Lane *et al.* (2004) 報告指出，該品系適合溫帶栽培之結果相近。

綜合二年之總產量，*D. rectum* TAS1274 品系鮮草產量以每平方公尺 1 株計算，可達 37.9 mt/ha，高於中東苜蓿之 34.2 mt/ha。

II. 化學成分分析

由第一年第一次收穫的牧草成分分析顯示（表 3 上），CP 以中東苜蓿較高，可達 22.82%，較 *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarium* spp. 等所有參試品系為高，但 *D. rectum* TAS1274 亦可達 21.68%，二者未達顯著性差異。*D. rectum* TAS1274 之 ADF 及 NDF 均為較低，分別為 18.19 及 28.45%。第二次收穫分析顯示（表 3 中），CP 則以 *H. coronarium* 1715-99 較高達 24.77%，其次為中東苜蓿之 21.73% 及 *D. rectum* TAS1274 之 20.90%。ADF 及 NDF 以 *D. rectum* TAS1274 較低。第 3 次收穫分析顯示（表 3 下），CP 以中東苜蓿較高，達 17.60%，P 與 Ca 均未達顯著性差異，參試品系 ADF 及 NDF 未達顯著性差異。由成分分析整理而言，參試品系中，CP 仍以中東苜蓿較高，其次為 *D. rectum* TAS1274 介於 16.93-21.68%，*D. rectum* TAS1274 三次收穫之 ADF 及 NDF 分析數值均略低，分別介於 18.19-31.81% 及 28.45-43.19% 間。此結果與 Lane *et al.* (2004) 報告 *Dorycnium* spp. 各種不同品系之 CP 介於 4-8% 高出甚多，ADF、NDF 為 21-72% 之結果部份類似。

表 3. 豆科牧草 *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarium* spp. 第一年之化學成分分析

Table 3. Chemical contents of *Dorycnium* spp. and *Hedysarium* spp. grown in the first year.

Line	First harvest						
	CP [#]	P	K	Ca	Mg	ADF [#]	NDF [#]
	----- % -----						
<i>D. hirsutum</i> SA33719	20.95 ^{b*}	1.57 ^b	2.86 ^{bc}	0.25 ^b	0.32 ^c	26.31 ^a	42.98 ^a
<i>D. hirsutum</i> M23	20.87 ^b	1.82 ^a	2.68 ^{bc}	0.23 ^b	0.37 ^c	26.73 ^a	38.46 ^{ab}
<i>D. rectum</i> TAS1274	21.68 ^{ab}	1.89 ^a	3.01 ^{ab}	0.31 ^{ab}	0.50 ^a	18.19 ^b	28.45 ^c
<i>H. coronarium</i> 1715-99	21.32 ^{ab}	1.47 ^b	3.52 ^a	0.30 ^{ab}	0.45 ^{ab}	27.97 ^a	36.52 ^b
<i>M. sativa</i>	22.82 ^a	1.52 ^b	2.63 ^c	0.57 ^a	0.30 ^c	18.51 ^b	34.71 ^{bc}
	Second harvest						
	CP [#]	P	K	Ca	Mg	ADF [#]	NDF [#]
	----- % -----						
<i>D. hirsutum</i> SA33719	17.26 ^c	1.57 ^a	2.96 ^b	0.18 ^c	0.24 ^c	40.73 ^a	43.51 ^a
<i>D. hirsutum</i> M23	18.62 ^{bc}	1.46 ^b	2.93 ^b	0.18 ^c	0.26 ^c	39.34 ^a	49.94 ^a
<i>D. rectum</i> TAS1274	20.90 ^{ab}	1.42 ^b	2.79 ^b	0.24 ^b	0.51 ^a	27.91 ^b	37.10 ^b
<i>H. coronarium</i> 1715-99	24.77 ^a	1.50 ^{ab}	3.81 ^a	0.33 ^{ab}	0.46 ^b	38.09 ^a	47.12 ^a
<i>M. sativa</i>	21.73 ^{ab}	1.46 ^b	2.95 ^b	0.39 ^a	0.30 ^c	24.44 ^b	40.10 ^a
	Third harvest						
	CP [#]	P	K	Ca	Mg	ADF [#]	NDF [#]
	----- % -----						
<i>D. hirsutum</i> SA33719	13.65 ^b	1.55 ^a	3.14 ^b	0.15 ^a	0.21 ^c	37.61 ^a	50.63 ^a
<i>D. hirsutum</i> M23	13.77 ^b	1.51 ^a	3.11 ^b	0.16 ^a	0.25 ^c	37.18 ^a	47.74 ^a
<i>D. rectum</i> TAS1274	16.93 ^{ab}	1.55 ^a	3.37 ^b	0.24 ^a	0.40 ^a	31.81 ^a	43.19 ^a
<i>H. coronarium</i> 1715-99	15.98 ^{ab}	1.64 ^a	4.39 ^a	0.29 ^a	0.34 ^b	31.94 ^a	44.62 ^a
<i>M. sativa</i>	17.60 ^a	1.56 ^a	3.31 ^b	0.26 ^a	0.23 ^c	31.84 ^a	45.00 ^a

CP : crude protein, ADF: acid detergent fibre, NDF: neutral detergent fibre.

*Means with different letters within the same column are significantly different at 5 % level.

第二年第一次收穫的牧草成分分析（表4上），CP 以 1715-99 較高達 24.40%，較 TAS1274 及中東苜蓿等所有參試品系均高，但統計上未達顯著性差異，此結果與 Ewing *et al.*, (2000) 報告 *Hedysarium* spp. 具高 CP 之結果相同。1715-99 之 ADF 及 NDF 分別為 18.20 及 28.69% 較低。*D. rectum* TAS1274 ADF 及 NDF 分別為 22.63 及 29.97%，中東苜蓿分別為 20.40 及 31.78% 二者差異不顯著，顯示 *D. rectum* TAS1274 與苜蓿品質相近。第二次收穫之植體成分分析顯示（表4中），CP 以中東苜蓿達 20.10%，其次為 *H. coronarium* 1715-99 之 18.40% 及 *D. rectum* TAS1274 之 17.93%，但未達顯著性差異。ADF 及 NDF 亦以 TAS1274 較低，分別只有 21.49 及 27.72%。第三次收穫分析顯示（表4下），CP 以中東苜蓿較高，達 20.62%，其次 *D. rectum* TAS1274 為 18.76%，但二者未達顯著性差異，K 分析差異不顯著，ADF 及 NDF 亦以 *D. rectum* TAS1274 較低，分別為 29.05 及 34.95%。綜合上述，顯示參試品系中，CP 以中東苜蓿較高，其次為 1715-99 與 TAS1274，但二者差異不顯著。TAS1274 之 ADF 及 NDF 均較其他品系為低。此結果與 Lane *et al.* (2004) 結果相近。

表 4. *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarium* spp. 第 2 年之化學成分分析

Table 4. Chemical contents of *Dorycnium* spp. and *Hedysarium* spp. grown in the second year.

Line	First harvest						
	CP#	P	K	Ca	Mg	ADF#	NDF#
	----- % -----						
<i>D. hirsutum</i> SA33719	20.19 ^{a*}	1.78 ^b	2.31 ^b	0.31 ^c	0.30 ^c	25.29 ^{ab}	36.22 ^a
<i>D. hirsutum</i> M23	20.80 ^a	1.69 ^b	2.03 ^b	0.31 ^c	0.30 ^c	27.91 ^a	35.25 ^{ab}
<i>D. rectum</i> TAS1274	22.20 ^a	1.70 ^b	2.20 ^b	0.94 ^b	0.51 ^a	22.63 ^{bc}	29.97 ^{bc}
<i>H. coronarium</i> 1715-99	24.40 ^a	1.61 ^b	3.06 ^a	0.88 ^b	0.44 ^{ab}	18.20 ^c	28.69 ^c
<i>M. sativa</i>	23.81 ^a	1.91 ^a	2.12 ^b	0.98 ^a	0.35 ^{bc}	20.40 ^{bc}	31.78 ^{ab}
	Second harvest						
	CP#	P	K	Ca	Mg	ADF#	NDF#
	----- % -----						
<i>D. hirsutum</i> SA33719	15.89 ^b	1.20 ^a	2.62 ^b	0.32 ^a	0.23 ^b	29.37 ^{ab}	35.69 ^a
<i>D. hirsutum</i> M23	16.31 ^{ab}	1.18 ^a	2.37 ^{bc}	0.55 ^a	0.26 ^b	31.80 ^a	38.64 ^a
<i>D. rectum</i> TAS1274	17.93 ^{ab}	1.23 ^a	2.41 ^{bc}	0.62 ^a	0.51 ^a	21.49 ^c	27.72 ^b
<i>H. coronarium</i> 1715-99	18.40 ^{ab}	1.17 ^a	3.18 ^a	0.65 ^a	0.50 ^a	26.72 ^{abc}	34.34 ^a
<i>M. sativa</i>	20.10 ^a	1.20 ^a	2.09 ^c	0.69 ^a	0.26 ^b	23.25 ^{bc}	34.75 ^a
	Third harvest						
	CP#	P	K	Ca	Mg	ADF#	NDF#
	----- % -----						
<i>D. hirsutum</i> SA33719	15.84 ^{cd}	1.28 ^{ab}	2.22 ^a	0.10 ^c	0.23 ^c	43.42 ^a	51.03 ^a
<i>D. hirsutum</i> M23	17.55 ^{ac}	1.28 ^{ab}	1.91 ^a	0.19 ^b	0.26 ^c	36.49 ^a	45.89 ^{ab}
<i>D. rectum</i> TAS1274	18.76 ^{ab}	1.32 ^a	1.88 ^a	0.55 ^a	0.52 ^a	29.05 ^b	34.95 ^c
<i>H. coronarium</i> 1715-99	14.64 ^d	1.25 ^b	1.88 ^a	0.19 ^b	0.39 ^b	43.03 ^a	50.46 ^a
<i>M. sativa</i>	20.62 ^a	1.33 ^a	1.95 ^a	0.58 ^a	0.29 ^c	29.24 ^b	40.82 ^{bc}

CP: crude protein, ADF: acid detergent fibre, NDF: neutral detergent fibre.

*Means with different letters within the same column are significantly different at 5 % level.

III. 消化率及採食量比較

五種豆科牧草在瘤胃動態消化所得的消化參數列於表5所示，在 DM、NDF 或 ADF 之消化方面，*D. hirsutum* SA33719、M23 及 *D. rectum* TAS1274 三品系的消化前停滯時間（10到30小時）遠較中東苜蓿（1到4.5小時）為久，但 NDF 及 ADF 的被分解速度（8到12%/hr）則遠較中東苜蓿（4.65%/hr）為快，因此造成 *D. rectum* TAS1274 與中東苜蓿的乾物質在瘤胃可利用率相近（57.1 % vs. 57.4%），但在纖維方面的可利用率則明顯高出中東苜蓿 25%（NDF 49.1 % vs. 40.0%，ADF 43.3% vs. 34.3%）。這個趨勢指出 TAS1274 的特性，推測其表面可能有某些保護物質，使之進入瘤胃後仍須要很長的時間來進行水合作用（hydration），水合後微生物才得以貼附並展開分解工作；而一旦開啟表層後，*D. rectum* TAS1274 的纖維架構應不緊密，因纖維含量較低，所以非常容易被分解的。本次試驗的 10 到 30 小時消化前停滯時間與 8 到 12%/hr 的纖維分解速度，與一般牧草測定值之差距都頗大。

表 5. 豆科牧草 *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarium* spp. 品系在瘤胃消化之比較*

Table 5. Comparisons of *in situ* ruminal digestion parameters between *Dorycnium* spp. and *Hedysarium* spp. *

Item	Line	InS**	FD	InD	PD	Lag	kd	kp	RA
		-----	%	-----		hr	% hr	% hr	%
DM [#]	<i>D. hirsutum</i> SA33719	68.6	33.2	21.7	45.2	11.13	4.42	6.0	52.3
	<i>D. hirsutum</i> M23	65.2	34.8	24.9	40.3	20.84	6.98	6.0	56.5
	<i>D. rectum</i> TAS1274	67.2	32.8	19.0	48.2	10.28	6.09	6.0	57.1
	<i>H. coronarium</i> 1715-99	61.3	38.7	11.8	49.5	3.44	3.37	6.0	56.5
	<i>M. sativa</i>	64.4	35.6	22.1	42.3	0.96	6.36	6.0	57.4
NDF ^{&}	<i>D. hirsutum</i> SA33719	89.6	10.4	37.8	51.8	20.66	8.08	3.0	48.2
	<i>D. hirsutum</i> M23	88.4	11.6	41.8	46.6	28.53	10.26	3.0	47.7
	<i>D. rectum</i> TAS1274	99.6	0.4	37.5	62.1	19.14	10.88	3.0	49.1
	<i>H. coronarium</i> 1715-99	95.5	4.5	21.4	74.1	5.22	2.90	3.0	41.0
	<i>M. sativa</i>	94.8	5.2	37.6	57.2	1.01	4.68	3.0	40.0
ADF	<i>D. hirsutum</i> SA33719	100.0	0.0	45.0	55.0	21.59	8.35	3.0	40.5
	<i>D. hirsutum</i> M23	89.8	10.2	47.2	42.6	30.15	11.97	3.0	44.3
	<i>D. rectum</i> TAS1274	100.0	0.0	43.9	56.1	19.90	10.12	3.0	43.3
	<i>H. coronarium</i> 1715-99	98.7	1.3	24.0	74.7	5.07	2.65	3.0	36.4
	<i>M. sativa</i>	98.9	1.1	44.2	54.7	4.44	4.64	3.0	34.3

* Data were collected from one rumen-cannulated Holstein dry cow.

** InS: insoluble pool, FD: fast disappearing pool at 0 hr, InD: indigestible pool, PD: potentially digestible pool PD=100 - FD - InD, Lag: time before digestion starts, kd: degradation rate, kp: passage rate, set at 6% for dry matter and 3% for fibers, RA: ruminal availability, RA= % = FD + PD (kd / (kd + kp)).

: DM : Dry matter ; & : As shown in Table 3.

在適口性比較試驗中（表6），*D. rectum* TAS1274 及中東苜蓿二品系分別以5公斤的乾草餵飼7頭荷蘭肉公牛，結果餵飼一小時後，大肉公牛組每頭平均吃了 *D. rectum* TAS1274 品系 1.14 kg，小肉公牛組為 0.86 kg，而大小公牛組每頭平均分別吃中東苜蓿為 1.19 及 0.94 kg，二者差異不大，顯示牛隻對新草種 *D. rectum* TAS1274 的嗜口性良好。

表 6. 荷蘭肉公牛對 *Dorycnium* spp. TAS1274 及中東苜蓿乾物採食量之比較

Table 6. Dry matter intakes of *D. rectum* TAS1274 and *M. sativa* fed to Holstein bulls

Animal	<i>D. rectum</i> TAS1274	<i>M. sativa</i>
	----- kg* -----	
Body weight of 400 kg	1.14	1.19
Body weight of 200 kg	0.86	0.94

*Hay was offered ad. lib. for one hour.

由 *Dorycnium* spp. 及 *Hedysarium* spp. 之產量、農藝性狀及植體成分等性狀分析顯示，*D. rectum* TAS1274 品系二年 6 次之產量均相當一致，總產量略高於對照中東苜蓿。由植體成分分析亦顯示 *D. rectum* TAS1274 之 CP 介於 16.9-22.2%，與中東苜蓿 17.6-23.8% 差異不大。但 *D. rectum* TAS1274 之 ADF（18.2-31.8%）及 NDF（27.7-43.2%）均較其他參試品系為低。纖維組成可利用率明顯高於中東苜蓿，採食量方面 *D. rectum* TAS1274 與中東苜蓿差異不大。因此，由結果顯示 TAS1274 為一高產量、高品質、適口性及消化率均佳之豆科牧草優良品系。

誌謝

本試驗感謝行政院農業委員會藥物毒物試驗所蔣慕琰博士及行政院農業委員會台南區農業改良場鄭安秀博士協助生態及病蟲害之檢測，謹此誌謝。

參考文獻

- 林正斌、李姿蓉。2008。台灣豆科草新種原 *Dorycnium* spp.。科學農業 56（4,5,6）：76-80。
- 黃嘉。1990。臺灣牧草研究研討會專集。P. 19-25。臺灣省畜產試驗所，臺南。
- Allen, O. N. and E. K. Allen. 1981. The Leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation, Univ. of Wisconsin Press.
- Bell, L.W., R. G. Bennett, M. H. Ryan, G. A. Moore, M. K. Ewing and S. J. Bennett. 2007. Germplasm collections, eco-geography and climate match modeling to Southern Australia for *Dorycnium* species (canary clovers). Plant Genetic Resources Newsletter 150:1-9.
- Dear, B. S., G. A. Moore and S. J. Hughes. 2003. Adaptation and potential contribution of temperate perennial legumes to the Southern Australia Wheatbelt: a Review. Aust. J. Exper. Agric. 43:1-18.
- Douglas, G. B., B. T. Bulloch and A. G. Foote. 1996. Cutting management of willows (*Salix* spp.) and leguminous shrubs for forage during summer. N. Z. J. Agric. Res. 39:175-184.
- Ewing, M., S. Carr, C. Poole, P. Skinner and A. Bennett. 2000. Sulla and other forage species for Southern Australia. RIRDC, Australia. p.38.

- Lane, P., S. Davies., E. Hall and G. Moore. 2004. *Dorycnium* species as alternative forage plants. RIRDC, Australia. p.63.
- Olsen, S. R. and L. A. Dean. 1965. Phosphorus, pp. 1035-1048. *In* Black, C. A. (ed) Method of Soil Analysis. part 2. Am. Soc. Agrono. Inc., Madison, Wisconsin.
- Pepper, I. L. 1991. Physiological adaptation of *Rhizobia* to improve nitrogen fixation in desert environment. *Advances in Desert and Arid Land Technology and Development* 5:293-304.
- Slavik, B. 1995. A plant-geographical study of the genus *Dorycnium* Mill. *Folia-Geobotanica-et-Phytotaxonomica* 3:291-314
- Thomas, G. W. 1985. Exchangeable cation. pp. 159-165. *In* Page, A. L. (ed) "Method of Soil Analysis" part 2. Am. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin.
- Wills, B. J. and G. B. Douglas. 1984. Canary Clovers, Streamland 32. National Water and Soil Conservation Authority Publication.4.
- Zachariassen, J. A. and J. F. Power. 1991. Growth rate and water use by legume species at three soil temperature. *Agrono. J.* 83:408-413.

Evaluation of *Dorycnium* spp. and *Hedysarum* spp. as a forage legume ⁽¹⁾

Jeng-Bin Lin⁽²⁾⁽⁶⁾ Tzong-Faa Shiao⁽³⁾ Churng-Faung Lee⁽⁴⁾
and Richard Snowball⁽⁵⁾

Received : June 30, 2008 ; Accepted : Sep. 11, 2008

Abstract

In view of the desire of farmers to produce forage legumes to feed cattle and goat in Taiwan, a total of 57 lines of screened forage legumes introduced from Australia, four lines were selected for further evaluation. There are *Hedysarum coronarium* 1715-99, *Dorycnium hirsutum* SA33719, M23, and *D. rectum* TAS1274. *Medicago sativa* cv. Middle-east was chosen as control. Six plants of each line were planted in a 2 x 3 m plot with 3 replications. A two-year study was conducted to determine the agronomic traits, chemical contents, availability in the rumen, and dry matter intake. The results indicated that *D. rectum* TAS1274 could be grown persistently in two years producing the highest fresh yield at 37.9 mt/ha as compared to that of alfalfa 34.0 at mt/ha. *D. rectum* TAS1274 had high crude protein contents, ranging from 16.9% to 22.2%, similar to those of alfalfa, ranged from 17.6% to 23.8%. Acid-detergent fiber, 18.2% to 31.8%, and neutral-detergent fiber, 27.7% to 43.2%, of *D. rectum* TAS1274 was low compared to those of the other lines. After incubating in the rumen in nylon bags from 0 to 96 hrs, *D. rectum* TAS1274 took 10 to 20 hrs before starting the microbial digestion, however, its fiber constituents could be digested faster than that of alfalfa. It increased 25% fiber availability in the rumen of *D. rectum* TAS1274 as compared to that of alfalfa. When Holstein bulls were fed with *D. rectum* TAS1274 and alfalfa hay *ad libitum* for one hour, similar dry matter intakes were observed for the 2 species. According to the results, *D. rectum* TAS1274 was a potential forage legume grown in Taiwan.

Key words : Forage legume, Chemical content, Ruminant digestion.

(1) Contribution No. 1473 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Forage Crops Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(3) Animal Industry Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(4) Nutrition Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(5) Department of Agriculture and Food, WA, Australia.

(6) Corresponding author, E-mail jblin@mail.tlri.gov.tw

