

# 華九頭獅子草(*Dicliptera chinensis*) 對嘉磷塞之反應

袁秋英<sup>1, 2\*</sup> 陳益明<sup>1</sup>、蔣慕琰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣大學 植物學研究所

<sup>2</sup>行政院農業委員會 農業藥物毒物試驗所 公害防治系

(接受日期：中華民國 90 年 4 月 13 日)

## 摘 要

袁秋英\*、陳益明、蔣慕琰 2001 華九頭獅子草(*Dicliptera chinensis*)對嘉磷塞之反應 植保會刊 43：29—38

新社葡萄園及桃子園試區，噴施嘉磷塞 1.6 及 2.4 kg ha<sup>-1</sup>，施藥後 7-28 日，華九頭獅子草幼葉呈淡綠色，防治率為 10-14 及 32-33 %；3.3 kg ha<sup>-1</sup> 處理者全株黃化，防治率為 45-48 %。2 試區華九頭獅子草之生物量，隨施用藥量增加而減少，乾重為未施藥者之 54-72 %。野萵、白花霍香薊、鬼針、牛筋草等其他雜草於施藥後 7-14 日，3 劑量處理者皆顯著褐化死亡。華九頭獅子草與 4 種生物量相近似雜草之嘉磷塞劑量反應測定結果，藥劑造成華九頭獅子草乾重減少之影響大於對植株外觀之傷害，紫花霍香薊、野甘草、野萵、鬼針與華九頭獅子草以乾重為基礎之 ED<sub>50</sub> 值分別為 0.14、0.14、0.37、0.48 及 1.00 kg ha<sup>-1</sup>，華九頭獅子草之 ED<sub>50</sub> 值為其他 4 種雜草之 2-7 倍。由台灣大學、陽明山及新社果園採集之華九頭獅子草，經藥劑劑量反應測定，3 地區華九頭獅子草之防治率及乾重抑制率皆相似，經變方分析結果顯示，3 地區之華九頭獅子草對嘉磷塞敏感度無顯著差異。華九頭獅子草對嘉磷塞之耐性隨葉齡增加而增高，12、18、28 葉齡及開花期植株之 ED<sub>50</sub> 值為 0.16、0.47、1.00 及 4.64 kg ha<sup>-1</sup>，開花期植株對嘉磷塞的耐性最強，為幼齡植株之 29 倍。嘉磷塞對新社地區華九頭獅子草親代及子代種子萌芽率之抑制較弱，其 EC<sub>50</sub> 值為 2 x 10<sup>4</sup> ppm，對胚根生長之抑制大於下胚軸者，EC<sub>50</sub> 值分別為 296-302、373-395 ppm。

(關鍵詞：嘉磷塞、華九頭獅子草、耐藥性、劑量反應、ED<sub>50</sub> 值)

## 緒 言

嘉磷塞 glyphosate (N-phosphomethyl glycine) 為非選擇性萌後除草劑，一般田間用量為  $1.6-2.5 \text{ kg ha}^{-1}$  (3)，可有效防除 1 年生及大部份多年生雜草，在台灣已登記於 12 種主要作物、休閒地及非耕地使用(1, 2)，為旱田最重要之萌後除草劑。嘉磷塞主要作用位置為 shikimic acid pathway 代謝路徑中 5-enolpyruvylshikimate-3- phosphate synthase (EPSP synthase)，嘉磷塞與受質 phosphoenolpyruvate (PEP) 產生競爭性之抑制且阻止 EPSPS preprotein 運移至葉綠體(8, 11)，造成苯丙氨酸 (phenylalanine)、酪氨酸 (tyrosine) 及色氨酸 (tryptophan) 3 種芳香族氨基酸含量降低，影響蛋白質之生合成，進而抑制植物生長(8, 17)，達成防除雜草之目的。

華九頭獅子草 (*Dicliptera chinensis* Juss.) 為爵床科 (Acanthaceae) 1 年生草本植物，莖匍匐或斜上昇，株高 20-60 cm，

葉為對生單葉，具葉柄，葉片長度 3-8 cm，寬度 2-3 cm，卵形或卵狀披針形，花序為頂生及腋生簇生花序，果實為蒴果，長約 0.5 cm 卵圓形，種子圓形(4) (圖一)。分佈於東亞之雲南、廣東、廣西、福建、安徽省及台灣、琉球等地(4, 5, 6, 7)。日據時期之文獻顯示台北及高雄等地均有此植物之採集記錄(7)。目前華九頭獅子草普遍生長於台灣全省低海拔之溝邊、路旁及果園，全年可萌芽生長，花期主要於 8-11 月，結果期 10-2 月，單株結籽約 2000-3000 粒種子，繁殖潛勢強(4, 5, 6)。果園之雜草管理以使用嘉磷塞為主，由於近年在苗栗縣卓蘭鎮、台中縣東勢鎮及新社鄉之果園，噴施嘉磷塞一般田間施用劑量，對於華九頭獅子草產生防除效果不佳之現象，因此華九頭獅子草成為園區內主要之優勢雜草。本研究之目的為檢測華九頭獅子草與嘉磷塞之劑量反應關係，包括不同地區及不同生育期植株耐藥性之比較。



圖一、華九頭獅子草之植株及其於新社葡萄園之族群。

Fig. 1. Populations of *Dicliptera chinensis* Juss in grapeyard at Hsinshe, central Taiwan.

## 材料與方法

### 藥劑及施藥方法

施用藥劑為嘉磷塞異丙胺鹽 (glyphosate-isopropylammonium, 商品名: 年年春, 41% 溶液, 億豐公司), 本文中藥劑劑量皆以有效成份量 (active ingredient) 表示。田間藥效測定單元: 1.6、2.4 及 3.3 kg ha<sup>-1</sup>。5 種雜草 ED<sub>50</sub> 值之測定及不同葉齡華九頭獅子草對藥劑之差異反應單元: 0.05、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、2.4、3.3、4.9、5.7 及 6.6 kg ha<sup>-1</sup>。不同地區華九頭獅子草對藥劑反應單元: 0.04、0.08、0.15、0.3、0.6 及 1.2 kg ha<sup>-1</sup>。藥劑對華九頭獅子草親代及子代種子萌芽及胚根、胚軸生長測定單元: 1、10、10<sup>2</sup>、10<sup>3</sup>、10<sup>4</sup> 及 10<sup>5</sup> ppm。施藥方式: 以二氧化碳加壓噴藥器 (2.1 kg cm<sup>-2</sup>) 施用, 噴頭為 Teejet 8002 型號。

### 華九頭獅子草對嘉磷塞反應之田間測定

於台中縣新社鄉 (東經 120°30' 2.3000", 北緯 24°15' 26.8200", 海拔高度: 0 m) 選用華九頭獅子草為優勢雜草之葡萄園及桃子園各一試區, 華九頭獅子草為營養生長旺期, 覆蓋率分別為 65 及 80 %, 其餘雜草為野萵、白花霍香薊、鬼針、牛筋草等, 覆蓋率各為 30 及 10 %。小區面積為 4 m<sup>2</sup>, 4 重覆。施藥後 7、14、21、28 日調查防治率 (%), 防治率以 WSSA (Weed Science Society of America) 系統, 目測植株外觀傷害程度評估, 0 為完全無傷害, 100 為植株死亡。施藥後 28 日, 割取地上部植體稱乾重, 資料經由鄧肯氏多變域方法比較分析處理間之差異 ( $\alpha = 0.05$ )。

### 五種雜草噴施嘉磷塞之 ED<sub>50</sub> 值

選用與華九頭獅子草生物量或株形相近之 4 種植物: 紫花霍香薊 (*Ageratum houstonianum* Mill)、鬼針 (*Bidens pilosa* var. *minor* Sherff)、野萵 (*Amaranthus viridis*

L.)、野甘草 (*Scoparia dulcis* L.) , 分別播種於 15 cm 盆, 於溫室培育。待植株 16-32 葉齡, 株高 13-18 cm, 噴施嘉磷塞, 各處理 4 株, 3 重覆。施藥後 21 日調查防治率 (%) 及乾重, 做回歸曲線, 以 log-logistic 公式<sup>(16, 25)</sup>估算 5 種雜草以防治率及乾重為基礎之 ED<sub>50</sub> 值。

### 不同地區華九頭獅子草對嘉磷塞反應之比較

於台北市台灣大學 (東經 121°30' 3.0300", 北緯 25°15' 27.6800", 海拔高度 0 m) 及陽明山 (東經 121°30' 3.0400", 北緯 25°15' 27.8300", 海拔高度 400 m) 皆未施用除草劑地區及新社果園 (經常性噴施嘉磷塞), 採集華九頭獅子草種子, 分別播種於 15 cm 盆, 於溫室培育。待植株 16 至 18 葉齡, 株高約 12 cm, 噴施嘉磷塞, 各處理 4 植株, 3 重覆。施藥後 21 日調查防治率 (%) 及乾重, 做回歸曲線。

### 不同葉齡華九頭獅子草對嘉磷塞之差異比較

播種新社採集之華九頭獅子草種子於 15 cm 盆, 於溫室培育。待植株為 12、18、28 葉齡及開花植株, 噴施嘉磷塞, 各處理 4 植株, 3 重覆。施藥後 21 日調查植株乾重及估算其 ED<sub>50</sub> 值。

### 嘉磷塞對華九頭獅子草親代及子代種子萌芽及胚根、胚軸生長之測定

由新社採集之華九頭獅子草, 經播種培育至開花結籽, 收集種子。選取 10 粒大小均一之親代及子代種子, 放於直徑 5.5 cm 培養皿中 (含一張濾紙, Whatman No.1), 添加 7 ml 嘉磷塞溶液, 將培養皿放置於 25/20 °C (日/夜溫, 12/12 H) 黑暗培育 3 日, 各處理 4 重覆。記錄萌芽率 (%) 及胚根、胚軸長度, 資料做回歸曲線, 估算 EC<sub>50</sub> 值。

## 結 果

### 華九頭獅子草對嘉磷塞反應之時間測定

新社葡萄園及桃子園試區，施藥前園區內雜草以華九頭獅子草為主，覆蓋率分別為 65 及 80 %，其餘主要雜草為野萵、白花霍香薊、鬼針、牛筋草等，覆蓋率各為 30 及 10 %。野萵、白花霍香薊、鬼針、牛筋草等其他植物於施藥後 7-14 日，3 劑

量處理者皆顯著褐化死亡，施藥後 28 日防治率為 100% (表一)。2 試區 1.6 及 2.4 kg ha<sup>-1</sup> 處理者，施藥後 28 日，華九頭獅子草幼葉呈淡綠色，防治率為 10、14 及 33、32 %，3.3 kg ha<sup>-1</sup> 處理者，施藥後 28 日，全株黃化，防治率為 48、45 %；2 試區華九頭獅子草之生物量，隨施用藥量增加而減少，其乾重為未施藥者之 54-72%。

表一、嘉磷塞對新社果園華九頭獅子草防治率及生物量之影響

Table 1. Effects of glyphosate on *Dicliptera chinensis* Juss (DICHI) of two orchards at Hinshe, central Taiwan

Testing site	Treatment (Rate: kg ai ha <sup>-1</sup> )	Control rating (%)		Dry weight <sup>1)</sup> (g m <sup>-2</sup> )	
		DICHI	other species <sup>2)</sup>	DICHI	other species
Site 1: in	0	0 a <sup>3)</sup>	0 a	334 a	74 a
Grapeyard	1.6	10 a	100 b	223 b	0 b
	2.4	33 b	100 b	193 bc	0 b
	3.3	48 c	100 b	180 c	1 b
Site 2: in	0	0 a	0 a	241 a	58 a
Peachyard	1.6	14 b	100 b	212 ab	0 b
	2.4	32 c	100 b	209 b	0 b
	3.3	45 d	100 b	175 c	0 b

<sup>1)</sup> Dry weight was obtained by harvested the above ground portion of tested plants at 28 days after glyphosate application.

<sup>2)</sup> Other weeds were *Amaranthus viridis* L., *Ageratum contzoides* L., *Bidens pilosa* var. *minor* Sherff. and *Eleusine indica* Gaertn.

<sup>3)</sup> For each testing site, figures of a column followed by different letters are significantly different by DMRT ( $\alpha=0.05$ ).

表二、五種雜草對嘉磷塞敏感度之比較

Table 2. Comparison of five weed species to foliar application of glyphosate

Species	Plant stage at application		ED <sub>50</sub> (kg ai ha <sup>-1</sup> )	
	Height (cm)	No. of leaves	Visual rating <sup>1)</sup>	Dry weight
<i>Ageratum houstonianum</i> (紫花霍香薊)	13	32	0.15 d	0.14 c
<i>Amaranthus viridis</i> . (野萵)	15	16	0.34 c	0.37 b
<i>Bidens pilosa</i> var. <i>minor</i> (鬼針)	18	16	0.51 b	0.48 b
<i>Dicliptera chinensis</i> (華九頭獅子草)	14	28	2.90 a	1.00 a
<i>Scoparia dulcis</i> (野甘草)	10	28	0.49 b	0.14 c

<sup>1)</sup> Visual basis was rated at 21 days after application on a scale of 0=no injury and 10=dead.

### Ⅱ 種雜草噴施嘉磷塞之 ED<sub>50</sub> 值

紫花霍香薊、鬼針、野苧、野甘草及華九頭獅子草於施藥後 21 日，各草防治率及乾重之 ED<sub>50</sub> 值列於表二。以紫花霍香薊及野苧對嘉磷塞較敏感，施藥後 7 日，高劑量處理者 (1.6-6.6 kg ha<sup>-1</sup>) 皆褐化死亡，鬼針及野甘草對嘉磷塞之敏感性居中，華九頭獅子草 28 葉齡者對嘉磷塞敏感度最低，紫花霍香薊、野甘草、野苧、鬼針及華九頭獅子草以防治率為基礎之 ED<sub>50</sub> 值分別為 0.15、0.49、0.34、0.51 及 2.90 kg ha<sup>-1</sup>。以乾重基礎之 ED<sub>50</sub> 值分別為 0.14、0.14、0.37、0.48 及 1.00 kg ha<sup>-1</sup>，華九頭獅子草之 ED<sub>50</sub> 值為其他 4 種雜草之 2-7 倍。

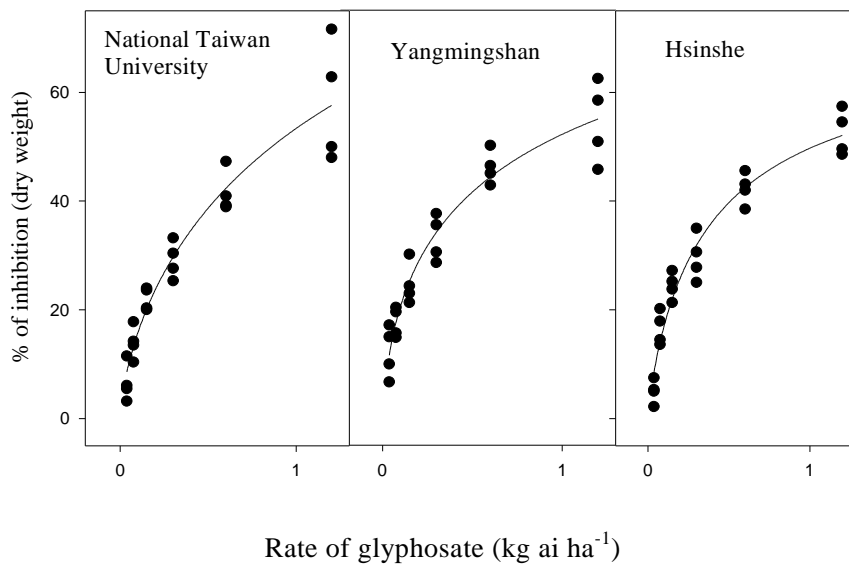
### 不同地區華九頭獅子草對嘉磷塞反應之比較

台灣大學、陽明山及新社地區之華九頭獅子草 18-20 葉齡幼苗，噴施 0.05-1.6 kg

ha<sup>-1</sup> 等劑量，施藥後 21 日，3 地區華九頭獅子草之防治率及乾重抑制率皆相似，經由回歸分析，台灣大學、陽明山及新社地區華九頭獅子草幼苗之 ED<sub>50</sub> 分別為 0.67、0.64、0.69 kg ha<sup>-1</sup>，華九頭獅子草之乾重與嘉磷塞藥劑劑量關係，經回歸分析結果顯示 3 地區之華九頭獅子草對嘉磷塞敏感度無顯著差異 (圖二)。

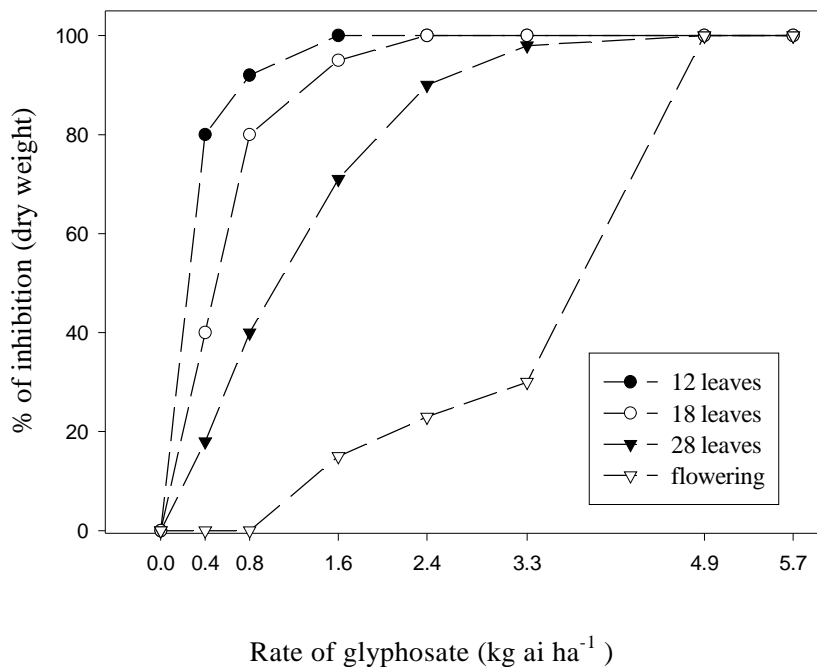
### 不同葉齡華九頭獅子草對嘉磷塞之差異反應

施藥後 7-28 日，嘉磷塞對華九頭獅子草 12、18、28 葉齡及開花期植株之抑制率，隨植株葉齡之增加而降低 (圖三)，經由 log-logistic 公式估算，以乾重為基礎之 ED<sub>50</sub> 值分別為 0.16、0.47、1.00 及 4.64 kg ha<sup>-1</sup>，開花期植株對嘉磷塞的耐性最強，為幼齡植株之 29 倍。



圖二、比較嘉磷塞對台灣大學、陽明山及新社地區華九頭獅子草之乾重抑制。

Fig. 2. Responses of *Dicliptera chinensis* to foliar application of glyphosate. Statistical results suggested that responses from plants of 3 regions were similar.



圖三、嘉磷塞對華九頭獅子草不同葉齡之乾重抑制。

Fig. 3. Responses of *Dicliptera chinensis* to foliar application of glyphosate at different leaf stages.

表三、比較嘉磷塞對華九頭獅子草親代及子代種子萌芽及幼苗生長之影響

Table. 3. Comparative tolerance of *Dicliptera chinensis* Juss. to glyphosate during germination and seedling development. Numbers in parentheses are approximate 95% confidence limits

Material tested	EC <sub>50</sub> (ppm)		
	Germination	Radical growth	Hypocotyl growth
Parent	2 x 10 <sup>4</sup> (1.8-2.2 x 10 <sup>4</sup> )	302 (254-350)	395 (372-418)
Offspring	2 x 10 <sup>4</sup> (1.8-2.2 x 10 <sup>4</sup> )	296 (255-337)	373 (350-396)

嘉磷塞對華九頭獅子草親代及子代種子萌芽及幼苗生長之測定

嘉磷塞對新社地區華九頭獅子草親代及子代種子萌芽率、胚根、胚軸生長之結果列於表三。嘉磷塞對親代及子代種子萌芽率之抑制較弱，其 EC<sub>50</sub> 值為 2 x 10<sup>4</sup> ppm，對胚根生長之抑制大於下胚軸者，

EC<sub>50</sub> 值分別為 296-302、373-395 ppm。

## 討 論

經由華九頭獅子草之田間藥效測定結果，嘉磷塞 1.6 kg ha<sup>-1</sup> 劑量可有效防除野萵、白花霍香薷及鬼針等 1 年生雜草，對

華九頭獅子草只造成生育旺盛植株幼葉黃化， $3.3 \text{ kg ha}^{-1}$  劑量處理者仍未達完全防除效果，僅對植株乾重造成 27-46 % 抑制率。華九頭獅子草與 4 種生物量相近似雜草之嘉磷塞劑量反應測定結果，藥劑造成華九頭獅子草乾重減少之影響大於對植株外觀之傷害，嘉磷塞對 *Lolium rigidum* 亦有相似現象<sup>(20)</sup>。 $0.8-2.4 \text{ kg ha}^{-1}$  劑量處理對華九頭獅子草之傷害徵狀為頂梢或側枝之幼葉黃化、葉形狹小，生長速率緩慢，株高及葉數隨藥量增加而減少。華九頭獅子草 28 葉齡對嘉磷塞之  $ED_{50}$  值，以防治率及乾重為基礎者分別為  $2.9$  及  $1.0 \text{ kg ha}^{-1}$ ，為紫花霍香薊、野苧、鬼針及野甘草者之 6-20 及 2-7 倍。自 1975 年起即有報告指出 birsafoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.)<sup>(9)</sup>、field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.)<sup>(10)</sup>、hemp dogbane (*Apocymum cannabinum* L.)<sup>(28)</sup> 及鵝觀草 quackgrass (*Agropyron repens* Beauv.)<sup>(18)</sup> 等雜草對嘉磷塞一般田間施用劑量具耐藥性<sup>(14, 15)</sup>，field bindweed 抗性植株之  $ED_{50}$  值為  $4.5 \text{ kg ha}^{-1}$ <sup>(10)</sup>。近年澳洲及馬來西亞地區，於嘉磷塞使用十年以上農田，發生禾本科 *L. rigidum*<sup>(20)</sup> 及牛筋草 (*Eleusine indica*)<sup>(27)</sup> 之抗藥性植株；*L. rigidum* 2-3 葉齡抗性植株之  $ED_{50}$  值為  $967 \text{ g ha}^{-1}$ ，為感性植株之 9.5 倍<sup>(20)</sup>。*L. corniculatus* 之  $ED_{50}$  值為  $1.5 \text{ kg ha}^{-1}$ <sup>(9)</sup>。於胡蘿蔔、菸草細胞培養時漸進增加嘉磷塞濃度，而誘導產生抗性細胞，其  $EC_{50}$  值分別為 6.3 及 4 mM，為感性細胞之 50 及 10 倍<sup>(12, 21, 22)</sup>。

由台灣大學、陽明山（未施用嘉磷塞）及新社果園（經常施用嘉磷塞）等地區採集之華九頭獅子草種子，經播種、育苗及藥劑劑量反應測定結果，3 地區之華九頭獅子草 18-20 葉齡幼苗對嘉磷塞之  $ED_{50}$  值分別為 0.67、0.64 及  $0.69 \text{ kg ha}^{-1}$ ，對藥劑感受性無顯著差異，顯示華九頭獅子草對嘉磷塞之耐藥特性為該植物原有之特性，並

非長時期使用嘉磷塞所篩選出者。不同株齡華九頭獅子草對嘉磷塞之耐藥性隨葉齡增加而增強，開花期植株對嘉磷塞之耐性為幼齡植株之 29 倍，此現象與 *L. rigidum* 者不同，*L. rigidum* 噴施嘉磷塞，抗性品系者不同生長時期之  $ED_{50}$  值無顯著差異<sup>(20)</sup>。

嘉磷塞溶液對華九頭獅子草親代及自交第一子代，其種子萌芽率、胚根及胚軸生長之影響無顯著差異，顯示華九頭獅子草之耐藥特性可遺傳於子代，嘉磷塞對胚根生長之抑制大於對胚軸者，此藥劑對 *L. rigidum* 亦具相似現象<sup>(20)</sup>。目前造成嘉磷塞抗或耐藥性植株之機制有數種，*A. repens*、*A. cannabinum* 及 *C. arvensis* 等植物對嘉磷塞造成耐藥性之原因，主要為藥劑於植體吸收、傳導方面之阻礙<sup>(10, 18, 28)</sup>。蕃茄、矮牽牛、胡蘿蔔及菸草之抗性細胞及再生抗性植株，是由於 EPSPS 基因增幅及 EPSPS 酵素含量增加之故<sup>(21, 22, 23, 26)</sup>。而 *Corydalis sempervirens* 細胞於含嘉磷塞之培養基，誘導產生之耐性細胞，其 EPSPS 酵素含量增加之原因為 EPSPS 基因進行轉譯速率（transcription rate）增加之故<sup>(13)</sup>。*L. rigidum* 及牛筋草 (*E. indica*) 之抗性機制仍不明確，前者可能與代謝及目標酵素之抗性有關<sup>(20, 27)</sup>。華九頭獅子草其耐性機制屬於何者，為值得進一步探討之問題。

## 引用文獻

1. 蔣慕琰、袁秋英。2000。常用殺草劑與植物生長調節劑簡介。農藥從業人員訓練講義。行政院農委會。台北。14-1~14-16 頁。
2. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英、徐玲明。1995。雜草防除。臺灣農家要覽。農作篇(三)行政院農委會。臺北。317-334 頁。
3. 費雯綺、王玉美、張國輝、李朗照、廖莉莉。1999。植物保護手冊。臺灣

- 省政府農林廳。南投。658-676 頁。
4. 臺灣植物誌編輯委員會。1979。臺灣植物誌。臺灣植物誌編輯委員會。臺北。IV. 627-630 頁。
  5. 鄭武燦。2000。臺灣植物圖鑑。國立編譯館。臺北。1320 頁。
  6. 劉寧顏。1993。重修臺灣省通志。卷二 土地志、博物篇、植物篇第二冊。臺灣省文獻委員。南投。1048 頁。
  7. 正宗巖敬。1936。最新臺灣植物總目錄。臺北市國大農學部植物分類生態學教室內 KUDOA 編輯部。臺北。197 頁。
  8. Amrhein, N., Deus, B., Gehrke, P., and Steinrücken, H. C. 1980. The site of the inhibition of the shikimate pathway by glyphosate. *Plant Physiol.* 65: 830-834.
  9. Boerboom, C. M., Wyse, D. L., and Somers, D. A. 1990. Mechanism of glyphosate tolerance in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*). *Weed Sci.* 38: 463-467.
  10. DeGennaro, F. P., and Weller, S. C. 1984. Differential susceptibility of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) biotype to glyphosate. *Weed Sci.* 32: 472-476.
  11. Della-Cioppa, G., Bauer, S. C., Klein, B. K., Shah, D. M., Fraley, R. T., and Kishore, G. 1986. Translocation of the precursor of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase into chloroplasts of higher plants in vitro. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 83: 6873-6877.
  12. Dyer, W. E., Wellwe, S. C., Bressan, R. A., and Herrmann, K. M. 1988. Glyphosate tolerance in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Plant Physiol.* 88: 661-666.
  13. Hollander-Czytko, H., Johanning, D., Mayer, H. E., and Amrhein, N. 1988. Molecular basis for the overproduction of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase in a glyphosate-tolerant cell suspension culture of *Corydalis sempervirens*. *Plant Mol. Biol.* 11: 215-220.
  14. Holt, J. S. 1992. History of identification of herbicide-resistant weeds. *Weed Technol.* 6: 615-620.
  15. Holt, J. S., and Lebaron, H. M. 1990. Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technol.* 4: 141-149.
  16. Jensen, J. E. 1997. Modeling herbicide dose-response relationships. Dina Workshop on "Computer Modelling in Weed Science", Copenhagen 29 June and 1 July 1996: Extended Abstracts. Dina Notat No. 62, Danish Informatics Network in the Agricultural Sciences, Copenhagen, Denmark pp. 62-64.
  17. Kishore, G. M., and Shah, D. M. 1988. Amino acid biosynthesis inhibitors as herbicides. *Annu. Rev. Biochem.* 57: 627-663.
  18. Klevorn, T. B., and Wyse, D. L. 1984. Effect of leaf girdling and rhizome girdling on glyphosate and photoassimilate distribution in quackgrass (*Agropyron repens*). *Weed Sci.* 32: 402-407.
  19. Nafziger, E. M., Wildholm, J. M., Steinrücken, H. C., and Killmer, J. L. 1984. Selection and characterization of a carrot cell line tolerance to glyphosate. *Plant Physiol.* 76: 571-574.
  20. Powles, S. B., Lorraine-Colwill, D. F., Dellow, J. J., and Preston, C. 1998. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Sci.* 46: 604-607.



21. Shyr, Y. J., Hepburn, A. G., and Wildholm. J. M. 1992. Glyphosate selected amplification of the 5-enolpyruvylshikimate- 3- phosphate synthase gene in cultured carrot cells. *Mol. Gen. Genet.* 232: 377-382.
22. Singer, S. R., and McDaniel, C. N. 1985. Selection of glyphosate-tolerant tobacco calli and the expression of this tolerance in regenerated plants. *Plant Physiol.* 78: 411-416.
23. Smith, C. M., Pratt, D., and Thompson, G. A. 1986. Increased 5-enolpyruvylshikimic acid 3-phosphate synthase activity in a glyphosate-tolerant variant strain of tomato cells. *Plant Cell Rep.* 5: 298-301.
24. Teinrücken, H. C., and Amrhein N. 1980. The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvylshikimate- 3-phosphate synthase. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 94: 1207-1212.
25. Seefeldt, S. S., Jensen, J. E., and Fuerst, E. P. 1995. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationship. *Weed Technol.* 9: 218-227.
26. Steinrücken, H. C., Schulz, A., Amrhein, N., Porter, C. A., and Fraley, R. 1986. Overproduction of 5-enolpyruvylshikimate- 3- phosphate synthase in a glyphosate-tolerant *Petunia hybrida* cell line. *Arch. Biochem. Biophys.* 224: 169-178.
27. Tran, M., Baerson, S., Brinker, R., Casagrande, L., Faletti, M., Feng, Y., Nemeth, M., Reynolds, T., Rodriguez, D., Schafer, D., Stalker, D., Taylor, N., Teng, Y., and Dill, G. 1999. Characterization of glyphosate resistant *Eleusine indica* biotypes from Malaysia. pp. 527-536. *Proceedings 17th Asia-Pacific Weed Science Society Conference. Thailand*
28. Wyrill, J. B., and Burnside, O. C. 1976. Absorption, translocation and metabolism of 2,4-D and glyphosate in Common Milkweed and Hemp Dogbane. *Weed Sci.* 24: 557-566.

## ABSTRACT

**Yuan, C. I.<sup>1, 2\*</sup>, Chen, Y. M.<sup>1</sup>, and Chiang, M. Y.<sup>2</sup> 2001. Responses of *Dicliptera chinensis* to glyphosate.** Plant Prot. Bull. 43: 29 - 38. (<sup>1</sup>Department of Botany, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC.; <sup>2</sup>Department of Plant toxicology, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.)

*Dicliptera chinensis* Juss. (華九頭獅子草) is an indigenous Acanthaceae of Taiwan and East Asia. It is often listed as a medicinal herb in Taiwan. The ecological significance of this species has not been documented. In the last two decades, this plant has become a dominant weed in some of the lowland orchards of Taiwan. Many farmers mention that this plant is not effectively controlled by glyphosate, the major non-selective herbicide used in orchard. In this study, we conducted greenhouse and field tests to investigate the responses of *D. chinensis* to glyphosate. Field tests at Hsinshu (新社) showed that *D. chinensis* was the species least affected by glyphosate. At normal application rate, 1.6 kg ha<sup>-1</sup>, glyphosate lightly affected *D. chinensis*, but killed *Amranthus viridis*, *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Eleusine indica* and other annual weeds. *D. chinensis* survived glyphosate at 3.3 kg ha<sup>-1</sup>. Greenhouse tests showed that ED<sub>50</sub> for *D. chinensis* was 2-7 times higher than those of other species. Tolerance of *D. chinensis* to glyphosate was closely related with the developmental stages. ED<sub>50</sub> was 0.16, 0.47, 1.0 and 4.6 kg ha<sup>-1</sup> for *D. chinensis* at 12-, 18-, 28-leaves and flowering stage, respectively. Responses to glyphosate were similar for *D. chinensis* collected from areas of different herbicide-using history; this suggested that tolerance of *D. chinensis* to glyphosate was not derived from selection by repeated use of this herbicide.

(Key word: glyphosate, *Dicliptera chinensis*, tolerance, dose response, ED<sub>50</sub>)

\*Corresponding author. E-mail: yci@tactri.gov.tw