

研究報告(Research paper)

蓮霧園噴施固殺草(glufosinate) 之防除效果

袁秋英^{1*} 賴榮茂² 林慶元³

¹ 農委會農業藥物毒物試驗所

² 農委會高雄區農業改良場

³ 農委會花蓮區農業改良場蘭陽分場

* 通訊作者：yci@tactri.gov.tw

摘 要

本研究評估除草劑固殺草 (glufosinate) 溶液 (13.5%) 對蓮霧園雜草之防除效果及其對蓮霧之安全性。測試藥劑固殺草以 3 及 5 L ha⁻¹ 劑量，於屏東縣、南投縣及宜蘭縣等 3 處蓮霧園試區，進行雜草防除之藥效及蓮霧藥害測定。經由雜草之株數、覆蓋率及鮮重結果顯示，以 5 L ha⁻¹ 劑量之固殺草對稗草 (*Echinochloa crus-galli* L.)、牛筋草 (*Eleusine indica* L.)，升馬唐 (*Digitaria ciliaris* Retz.)、碎米莎草 (*Cyperus iria* L.)、紫花藿香薊 (*Ageratum houstonianum* Mill.)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* L. var. *radiata*)、小白花鬼針 (*B. liposa* L. var. *minor*)、野萵 (*Amaranthus viridis* L.) 及青萵 (*A. patulus* Bertoloni) 等雜草，具良好防治率。試驗期間蓮霧植株生育正常，均無黃化、褐化等可見之藥害徵狀。因此，於蓮霧園雜草生長旺盛至開花期前，均勻噴施 5 L ha⁻¹ 固殺草於雜草上，可有效防除蓮霧園雜草。

關鍵詞：固殺草、蓮霧、雜草防除。

Efficacy of glufosinate for weed control in wax apple orchard

Chiou-Ing Yuan^{1*} Rong-Mao Lai² Chin-Yuan Lin³

¹ Taiwan Agricultural Chemicals and Toxicity Research Institute,
Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC

² Kaohsiung District Agricultural Improvement Station, Council of
Agriculture, Executive Yuan, ROC

³ Nanyang Branch, Hualien District Agricultural Improvement
Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC

* Corresponding author: yci@tactri.gov.tw

Abstract

This study was conducted to evaluate the efficacy of weed control of 13.5% glufosinate solution in wax apple yard at Pingtung, Nantou and Ilan counties. Two rates of glufosinate, 3 and 5 L ha⁻¹, were applied with water of 600 L ha⁻¹. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.), goosegrass (*Eleusine indica* L.), southern crabgrass (*Digitaria ciliaris* Retz.), flat sedge (*Cyperus iria* L.), Ageratum (*Ageratum houstonianum* Mill.), *Bidens pilosa* L. var. radiate, *B. liposa* L. var. minor, slender amaranth (*Amaranthus viridis* L.) and green amaranth (*A. patulus* Bertoloni) were controlled with high efficiency by glufosinate application at 5 L ha⁻¹. In the post-emergence test, glufosinate achieved acceptable weed control without herbicidal damages to crop.

Key words: glufosinate, wax apple, weed control

前 言

固殺草 (glufosinate) 為 AgrEvo 公司研發之除草劑，現為拜耳作物科學股份有限公司之產品。此藥劑化學名為 ammonium-DL-homoalanin-4-yl(methyl) phosphinate，屬於萌後非選擇性除草劑，其作用機制為抑制植物 glutamine synthetase (GS) 酵素之作用，造成植物體內氨之代謝受阻，產生毒害現象而達防除雜草的效果^(2,11,13)。目前臺灣已有多種作物及非耕地登記以固殺草防除雜草，包括甘藍、胡瓜、西瓜、甜椒等 4 種蔬菜，以及柑桔、香蕉、梨、葡萄、木瓜等 5 種果樹，防除對象有禾本科、菊科、莧科等 38 種雜草⁽⁷⁾。由於固殺草主成份為放射菌 *Streptomyces hygroscopicus* 中之 L-phosphinothricinyl-L-alanyl-L-alanine 經修飾後的化合物，於自然環境中可迅速分解，土壤中殘留量低，因此對於農業生態系的安全性較高^(11,13)。

蓮霧 (*Syzygium samarangense* Merr. et. Perry.) 為桃金娘科 (Myrtaceae) 多年生木本植物，原產於東南亞的熱帶常綠果樹。臺灣種植面積約為 8 千公頃，主要產區在屏東縣、高雄縣、宜蘭縣等地⁽¹⁾。蓮霧樹枝幹於暖季期間修剪頻度高，樹冠內部呈中空狀態，樹體下方日照充足，常造成雜草生長快速之困擾。根據藥試所近年的調查顯示，蓮霧園雜草有 28 科 70 種以上⁽³⁾，其中雜草發生的類別，主要依地區雨量、溫度變化及雜草管理方式而異。一般園區內的雜草與作物生長或產量、品質之間的關連性極為密切，以作物經濟效益為出發點，對於園區內的雜草多採防除為主，園內土表常呈清耕狀態⁽¹⁰⁾。早期果農於園區雜草管理採用鐮刀割草或鋤頭耕犁，近 20 年來由於除草劑的開發，化學藥劑除草為臺灣農民最常使用的雜草防除方法，依除草劑之土壤殘效及對防治對象選擇性等特性，可用於不同長短期間或針對某特定雜草之防除⁽⁸⁾。目前登記於蓮霧園的除草劑為草殺淨 (25% Ametryn) 乳劑，以 7.5 L ha⁻¹ 施用，可防除牛筋草 (*Eleusine indica* L.)、野莧 (*Amaranthus viridis* L.) 等 6 種雜草⁽⁷⁾。然而一般蓮霧園的雜草防除常見使用未登記之非選擇性藥劑，使用不當或過度噴施此等除草劑，易造成土壤之裸露及雜草抗藥性等現象^(4,5,9,14)。

本研究為高雄區農業改良場、花蓮區農業改良場蘭陽分場及農業藥物毒物試驗所 3 研究單位，分別於屏東縣、宜蘭縣及南投縣之 3 處蓮霧園區噴施固殺草藥劑，探討此藥劑有效防除雜草的安全施用方法，作為農民使用之參考及依據。

材料與方法

試驗地點及植材

高雄區農業改良場（屏東縣萬巒鄉）、花蓮區農業改良場蘭陽分場（宜蘭縣冬山鄉）、農業藥物毒物試驗所（南投縣水里鄉）。測試作物蓮霧果樹為南洋品種。

試驗藥劑

測試藥劑固殺草胺鹽（glufosinate-ammonium，13.5%溶液），為台灣拜耳作物科學有限公司產品。對照藥劑嘉磷塞異丙胺鹽（glyphosate isopropylammonium，41%溶液），為億豐股份有限公司產品。

試驗方法

固殺草處理劑量為 3 及 5 L ha⁻¹，稀釋水量為 600 L ha⁻¹。對照藥劑嘉磷塞，施用劑量為 5 公升。高雄場、花蓮場蘭陽分場及藥試所施藥日期分別為 94 年 9 月 7 日、94 年 8 月 3 日及 95 年 5 月 4 日。以小型噴霧器施藥，另以人工除草及不除草處理為對照組。藥劑施用方法為於雜草生長旺盛至開花期前，均勻噴施於草上。人工除草以背負式割草機除草 3-4 次。田間設計：於蓮霧園試區三處，各有五個處理，採完全逢機區集排列，四重複，共 20 小區，小區面積 10 平方公尺。

調查項目及方法

1. 固殺草藥效調查：施藥前及施藥後 15 天，每試區取 0.5 平方公尺之取樣點兩處，調查樣區內不同雜草之株數。施藥後 30 天調查株數及草鮮重，取樣方式與第一次相同。
2. 蓮霧藥害調查：記錄蓮霧植株之外表藥害，包括發生時間、徵狀及恢復情形。

統計分析

有關藥效及作物產量等各項調查資料，以變方分析（ANOVA）進行差異顯著性測驗，若結果顯著，則利用 Fisher's protected LSD，進行各處理平均值間的差異顯著性測驗，顯著水準定為 5%。

結果與討論

施藥前後之氣象資料

高雄場、花蓮場蘭陽分場及藥試所施藥日期分別為 2005 年 9 月 7 日、2005 年 8 月 3 日及 2006 年 5 月 4 日。由於固殺草為萌後接觸性藥劑，施藥前及施藥後 6 小時內，雜草植株葉表不宜有雨水，以免藥量被稀釋而影響藥效。三試驗園區施藥前後之氣象資料列於表二。高雄場、花蓮場及藥試所三測試園區之平均溫度分別介於 25.5~29.1°C。花蓮場於施藥前及施藥當日皆無雨水，僅於施藥後次日下雨；高雄場及藥試所於施藥當日即有 0.4-0.5 mm 之雨量。三測試園區之日照時數受陰雨氣候影響，差異較大，介於 0-8 小時之間。

試驗園區之雜草相

本試驗分別調查高雄場、花蓮場蘭陽分場及藥試所蓮霧園試區的主要雜草（表一，附註 Bayer code⁽¹²⁾），於高雄場試驗園區之主要雜草為牛筋草（ELEIN）、碎米莎草（*Cyperus iria* L., CYPID）、芒稷（*Echinochloa colona* L., ECHCO）、馬唐（*Digitaria sanguinalis* L., DIGSA）、狗牙根（*Cynodon dactylon* L., CYNOA）、野苧（AMAVI）及平伏莖白花菜（*Cleome rutidosperma* DC., CLERT），次要雜草為兩耳草（*Paspalum conjugatum* Bergius, PASCU）、藿香薊（*Ageratum conyzoides* L., AGECO）、繖花龍吐珠（*Hedyotis corymbosa* L., HYDFR）等。花蓮場試驗園區之主要雜草為稗草（*E. crus-galli* L., ECHCG）、狗牙根、球花蒿草（*Cyperus difformis*, CYPDI）、牛筋草及碎米莎草。藥試所試驗園區之主要雜草為紫花藿香薊（*A. houstonianum* Mill., AGEHO）及青苧（*A. patulus* Bertoloni, AMACR），覆蓋率介於 60-70%之間，牛筋草，大花咸豐草（*Bidens pilosa* L. var. *radiata*, BIDRA）及小白花鬼針（*B. liposa* L. var. *minor*, BIDPM）為次要雜草。升馬唐（*D. ciliaris* Retz., DIGAD）、藿香薊、霧水葛（*Pouzozia zeylanica* L.）、昭和草（*Crassocephalum crepidioides* Benth., CRSCR）、兔仔菜（*Ixeris chinensis* Thunb., IXECH）、光果龍葵（*Solanum americanum* Miller, SOLAM）、酢漿草（*Oxalis corniculata* L., OXACB）等為株數較少之雜草。

表一、高雄場、花蓮場蘭陽分場及藥試所三蓮霧試區之主要雜草種類

Table 1. Weed species in three experimental fields at Kaohsiung, Hualien (District Agricultural Research station) and Taichunng (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxicity Research Institute; TACTRI).

Weed species	Bayer code	Kaohsiung	Hualien	TACTRI
<i>Ageratum conyzoides</i> L. 藿香薊	AGECO	*		*
<i>A. houstonianum</i> Mill. 紫花藿香薊	AGEHO			*
<i>Amaranthus viridis</i> L. 野苋	AMAVI	*		
<i>A. patulus</i> Bertoloni 青苋	AMACR			*
<i>Bidens liposa</i> L. var. <i>minor</i> 小白花鬼針	BIDPM			*
<i>B. pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> 大花咸豐草	BIDRA			*
<i>Cleome rutidosperma</i> DC 平伏莖白花菜	CLERT	*		
<i>Crassocephalum</i> 昭和草 <i>crepidioides</i> Benth.	CRSCR			*
<i>Cynodon dactylon</i> L. 狗牙根	CYNOA	*	*	
<i>Cyperus difformis</i> 球花蒿草	CYPDI		*	
<i>C. iria</i> L. 碎米莎草	CYPIR	*	*	*
<i>Digitaria ciliaris</i> Retz. 升馬唐	DIGAD			*
<i>D. sanguinalis</i> L. 馬唐	DIGSA	*		
<i>Echinochloa colona</i> L. 芒稷	ECHCO		*	
<i>E. crus-galli</i> L. 稗草	ECHCG		*	
<i>Eleusine indica</i> L. 牛筋	ELEIN	*	*	*
<i>Hedyotis corymbosa</i> L. 繖花龍吐珠	HYDFR	*		
<i>Ixeris chinensis</i> Thunb. 兔仔菜	IXECH			*
<i>Oxalis corniculata</i> L. 酢醬草	OXACB			*
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius 兩耳草	PASCU	*		
<i>Solanum americanum</i> Miller 光果龍葵	SOLAM			*

固殺草對雜草株數之影響

花蓮場及藥試所試驗園區噴施固殺草 (3 及 5 L ha⁻¹) 及對照藥劑嘉磷塞 (5 L ha⁻¹)，施藥後 15 日，皆可有效防除試區內雜草，防治率達 99% 以上，明顯降低雜草覆蓋率及每平方公尺之雜草株數，試驗顯示僅嘉磷塞處理區之牛筋草未完全死亡，藥劑處理間經 Duncan's multiple range test 5% 分析，無顯著差異 (表三)。施藥後 30 日，固殺草及嘉磷塞處理區，已陸續出現紫花藿香薊、大花咸豐草、小白花鬼針、青苋、野苋、牛筋、稗草及升馬唐等植物幼苗，株數介於 0.2-38.0 plant m⁻²，與不除草之對照區具顯著差異 (表三)。

表二、高雄場、花蓮場蘭陽分場及藥試所 3 蓮霧試區於施藥前後之溫度與雨量資料
Table 2. Temperature and precipitation throughout the experiment in three fields at Kaohsiung, Hualien (District Agricultural Research station) and Taichung (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxicity Research Institute; TACTRI).

Item	Kaohsiung			Hualien			TACTRI		
	6 ¹⁾	7	8	2	3	4	3	4	5
Temperature (°C)	28.4	28.7	28.3	29.2	29.2	26.1	25.5	25.6	25.8
Precipitation (mm)	10.0	0.5	0.0	0.0	0.0	119.5	0.4	0.4	1.5

¹⁾Dates of spray herbicides: Kaohsiung (Sep 2005), Hualien (Aug 2005), TACTRI (May 2006) 固殺草藥效測試日期

表三、噴施固殺草對蓮霧園雜草株數¹⁾之影響

Table 3. Effects of glufosinate on weed number in wax apple orchard.

Treatments	Rate AGEHO ²⁾ (L ha ⁻¹)	AMACR	BIDRA	ELEIN	BIDDPM	ECHCG	DIGAD	AMAVI	
15 DAT ³⁾		----- plant m ⁻² -----							
Control	-	10.3 ^{a4)}	11.3 ^a	7.5 ^a	7.2 ^a	8.4 ^a	36.0 ^a	16.4 ^a	26.0 ^a
Mowing	-	0.2 ^b	0.6 ^b	0.3 ^b	0.8 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	3.3 ^b	0.0 ^b
Glufosinate	3	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b
Glufosinate	5	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b
Glyphosate	5	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.8 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b	0.0 ^b
30 DAT		----- plant m ⁻² -----							
Control	-	12.3 ^a	30.5 ^a	7.6 ^a	38.2 ^a	31.0 ^a	46.0 ^a	32.7 ^a	44.0 ^a
Mowing	-	3.4 ^b	1.5 ^b	4.9 ^b	1.7 ^b	2.5 ^b	38.0 ^b	4.5 ^b	26.0 ^b
Glufosinate	3	0.2 ^b	0.2 ^b	0.3 ^b	6.4 ^b	13.5 ^b	0.0 ^b	5.5 ^b	0.0 ^b
Glufosinate	5	0.0 ^b	0.4 ^b	0.0 ^b	4.5 ^b	4.3 ^b	0.0 ^b	1.2 ^b	0.0 ^b
Glyphosate	5	0.3 ^b	0.8 ^b	0.0 ^b	7.5 ^b	9.7 ^b	0.0 ^b	2.3 ^b	0.0 ^b

¹⁾Data from Hualien and TACTRI.

²⁾Bayer code of weeds, AGEHO: 紫花藿香薊, AMACR: 青莧, BIDRA: 大花咸豐草, ELEIN: 牛筋, 小白花鬼針, ECHCG: 稗草, DIGAD: 升馬唐, AMAVI: 野莧.

³⁾DAT: Days after treatment.

⁴⁾Significant at 5% level.

高雄場蓮霧試驗園區噴施固殺草 (3 L ha^{-1})，對於兩耳草、碎米莎草、狗牙根及牛筋等多種雜草之防治率介於 55-86% 之間，與嘉磷塞 (5 L ha^{-1}) 處理區之效果相似，可能因為噴藥當日下雨之故，未能達成完全防除之效果 (資料未呈現)。

固殺草對雜草覆蓋率之影響

高雄場蓮霧試驗園噴施固殺草對雜草覆蓋率之影響結果 (表四)，顯示施藥後 15 日，固殺草 (5 L ha^{-1}) 處理區之雜草總覆蓋率最低，僅為 18.2%，其次為固殺草 (3 L ha^{-1}) 處理區，二者與嘉磷塞之效果無顯著差異。施藥後 30 日，固殺草 (5 L ha^{-1}) 處理區及人工除草之覆蓋率最低，分別為 45.4 及 50.7%，皆與不除草區處理達差異顯著水準。

固殺草對雜草鮮重之影響

噴施固殺草及嘉磷塞藥劑之後，由於牛筋草、狗牙根及碎米莎草之再生長快速，成為測試園區主要的草相。施藥後 30 日，雜草之鮮重以固殺草 (5 L ha^{-1}) 處理區之 206 g m^{-2} 及人工除草區之 235 g m^{-2} 較低 (表五)。其次為固殺草 (3 L ha^{-1}) 及嘉磷塞處理區，雜草鮮重分別為 378 及 393 g m^{-2} 。此四處理與不除草區之差異達顯著水準 (表五)。根據胡瓜園之固殺草藥效測試顯示，對於牛筋草、馬齒莧、扁穗莎草、碎米莎草、馬唐、滿天星及狗牙根等雜草，僅噴施 3 L ha^{-1} 固殺草即可有效防治(6)，可能由於施用時期為田間雜草 2-5 cm 時噴施，幼齡植株對藥劑之耐受性較低之故。本研究施藥時期為雜草生長旺盛至開花期之前，且固殺草為接觸型除草劑，對於狗牙根、兩

表四、噴施固殺草對蓮霧園雜草覆蓋率¹⁾之影響

Table 4. Effects of glufosinate on coverage percentage of weeds in wax apple orchard.

Treatment	Rate (L ha^{-1})	DBT ²⁾	15 DAT	30 DAT
-----%-----				
Control	-	98.5 ^{a3)}	99.0 ^a	99.0 ^a
Mowing	-	99.6 ^a	52.7 ^b	50.7 ^c
Glufosinate	3	98.7 ^a	32.4 ^c	56.4 ^b
Glufosinate	5	98.9 ^a	18.2 ^c	45.4 ^c
Glyphosate	5	97.5 ^a	30.4 ^c	61.5 ^b

¹⁾Coverage percentage (%), data were collected from Kaohsiung District

²⁾DBT: Days before treatment, DAT: Days after treatment

³⁾Significant at 5% level. °

耳草等多年生雜草於土表下的走莖，無法直接接觸到固殺草藥劑，因而明顯降低其防治效果。

蓮霧之藥害調查

固殺草施藥後至 30 日試驗期間，蓮霧植株生育正常，均無黃化、褐化等可視之藥害徵狀（資料未列出）。

本研究經由測試固殺草 13.5% 溶液對雜草之株數、覆蓋率及鮮重結果顯示，以 5 L ha^{-1} 劑量之固殺草處理區，較對照藥劑 5 L ha^{-1} 嘉磷塞者佳，可有效防除稗草、牛筋，升馬唐、碎米莎草、紫花藿香薊、大花咸豐草、小白花鬼針、野苋及青苋等雜草。且噴施固殺草試驗期間，蓮霧植株生育正常，無藥害徵狀。基於考量用藥安全性、農民用藥習慣及有效防除理念，建議使用 5 L ha^{-1} 劑量之固殺草，進行蓮霧園之雜草防除。

誌 謝

本試驗為台灣拜耳作物科學有限公司申請之田間委託試驗，經由 2004 年田間試驗雜草技術小組審查接受。藥劑及檢測經費由台灣拜耳作物科學有限公司提供。

表五、噴施固殺草對蓮霧園雜草鮮重¹⁾之影響

Table 5. Effects of glufosinate on fresh weight of weeds in wax apple orchard.

Treatment (L ha ⁻¹)	Rate	ELEIN ²⁾	DIGSA	ECHCO	ECHCG	CYPIR	CYPDI	AMAVI	AGEHO	CYNOA	CLERT	HYDFR	Others	SUM
-----g m ⁻² -----														
Control	-	786 ^{a3)}	82 ^a	104 ^a	350 ^c	274 ^a	635 ^c	40 ^a	91 ^a	127 ^a	240 ^a	45 ^a	54 ^a	2856 ^a
Mowing	-	85 ^d	12 ^b	5 ^d	15 ^b	13 ^d	15 ^b	7 ^b	7 ^b	21 ^b	6 ^b	13 ^b	17 ^b	235 ^c
Glufosinate	3	234 ^b	9 ^{bc}	11 ^c	0 ^a	73 ^b	0 ^a	3 ^c	6 ^b	23 ^b	1 ^c	6 ^c	8 ^c	378 ^b
Glufosinate	5	170 ^c	2 ^d	2 ^d	0 ^a	16 ^d	0 ^a	1 ^d	1 ^c	3 ^d	1 ^c	1 ^d	7 ^c	206 ^c
Glyphosate	5	237 ^b	6 ^c	36 ^b	0 ^a	43 ^c	0 ^a	3 ^c	5 ^b	22 ^b	1 ^c	4 ^c	12 ^b	393 ^b

¹⁾ Unit of Fresh weight is g m⁻².

²⁾ Bayer code of weeds, ELEIN : 牛筋, DIGSA : 馬唐, ECHCO : 芒稷, ECHCG : 稗草, CYPIR : 碎米莎草, CYPDI : 球花蒿草, AMAVI : 野萹, AGEHO : 紫花藿香薊, CYNOA : 狗牙根, CLERT : 平伏莖白花菜, HYDFR : 繖花龍吐珠.

³⁾ Significant at 5% level.

引用文獻

1. 王德男。1970。蓮霧。P.738-742。臺灣農家要覽。豐年社。
2. 王慶裕。2000。固殺草除草劑之作用及抗性機制。科學農業。48 (11,12) :322-324。
3. 林正忠、袁秋英、梁文進、莊益源、陳昱初、溫宏治、蔣慕琰、蔡淑芬、賴榮茂。2003。植物保護圖鑑系列-蓮霧保護: 雜草。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。115-146 頁。
4. 袁秋英、蔣慕琰。2002。除草劑對覆地植被及水土保持之影響。雜草會刊。21 (2) : 119-132。
5. 袁秋英、謝玉貞、蔣慕琰。2005。牛筋草 (*Eleusine indica*) 對嘉磷塞抗藥性反應之測定。植保會刊 47: 129-140。
6. 趙秀芳、馮永富、戴順發。2003。胡瓜園施用除剪劑固殺草之防除效果。雜草會刊。24 (2) : 89-97。
7. 費雯綺、王喻其。2004。植物保護手冊。747-795 頁。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。台中縣。
8. 蔣慕琰、蔣永正。2001。農田雜草管理及除草劑簡介。行政院農委會農業藥物毒物試驗所編印。1-69 頁。
9. 蔣慕琰、蔣永正、袁秋英。2002。除草劑引起之草相變遷及抗藥性。除草劑在台灣四十年回顧與展望研討會。中華民國雜草學會編印。25-30 頁。
10. Ashton, F. M. and T. J. Monaco. 1991. Weed Science Principles and Practices. Wiley-intersci. publ. New York, p. 382.
11. Bertges, W. J., D. A. Kinney and E. P. Pieters. 1994. Glufosinate ammonium: review and update North Center. Weed Sci. Soc. Proc. 49: 57.
12. Business group crop protection of Bayer. 1992. Important crops of the world and their weeds. 5090 Leverkusen, Bayerwerk, ROG pp.1-1682.
13. Devine, M. S. O. Duke and C. Fedtke. 1993. Physiology of herbicide action. pp. 274-278. P T R Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.
14. Yuan, C. I., M. Y. Chiang and Y. M. Chen. 2002. Triple mechanisms of glyphosate-tolerance in a naturally occurring glyphosate-tolerant plant *Dicliptera chinensis*. Plant Sci. 163:543-554.