

施得圃(Pendimethalin)膠囊懸著液對 毛豆田雜草防治效果之評估

周明和¹ 張敏郎² 鄭士藻³ 周國隆³ 蔣永正^{4*}

¹ 農委會花蓮區農業改良場

² 農委會畜產試驗所恆春分所

³ 農委會高雄區農業改良場

⁴ 農委會農業藥物毒物試驗所

摘 要

本研究探討除草劑施得圃(pendimethalin)膠囊懸著液(capsule suspension, CS)，在不同氣候環境下施用，對春、秋兩作毛豆田雜草之防除效果，及引起毛豆生育與產量之藥害評估，以提供安全有效之使用方法，作為田間應用之參考。於花蓮、雲林及屏東三處進行之試驗，發生在田面之一年生雜草，主要包括牛筋草、芒稷、再生稻、碎米莎草、馬齒莧、野莧及通泉草等。施得圃 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)及 34% EC(4.5 L ha⁻¹)對雜草株數之抑制效果與不除草區有顯著差異，同時 CS 劑型亦較 EC 者為佳，有明顯殺死再生稻、野莧及通泉草之效果，對碎米莎草、馬齒莧及鱧腸亦有抑制，但在春作田有恢復生長現象。比較施得圃 38.72% CS 與 34% EC 兩種劑型間之雜草鮮重，雖有明顯差異，但相差程度較株數估算值為小。以施藥後 35-40 日，調查所得之 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)、34% EC(4.5 L ha⁻¹)及不除草區雜草株數與鮮重作相關性分析，顯示藥劑處理區田面發生之雜草單株鮮重介於 3.8-5.8 g，多為陸續再生之小苗，不除草區則為整地後即長出之較大植株，單株重約為 9.2 g。施得圃處理後對毛豆植株外觀形態、生育相關性狀等，均未觀察到有異常之藥害現象發生。對毛豆鮮莢產量之影響，於秋作田之藥劑處理區其產量均顯著高於不除草區，且與人工除草區無明顯差異。春作田則以人工除草區產量最高，施得圃不同劑型處理，雖以 38.72% CS(3.5 L ha⁻¹)之產量值較高，但各劑型間並無顯著差異。綜合藥效及藥害試驗結果，以施得圃 38.72%

CS 以 2.5 或 3.5 L ha⁻¹ 劑量噴施毛豆田，對雜草之防治效果均較 34% EC(4.5 L ha⁻¹) 明顯為佳，且對毛豆植株之生育及鮮莢產量，亦未引起抑制及減產等藥害現象。

關鍵詞：施得圃、膠囊懸著液、乳劑、毛豆田雜草、藥效、藥害。

Preemergence weed control of pendimethalin 38.72% CS in soybean

Ming-Ho Chou¹, Min-Lang Chang², Shih-Tsao Cheng³,
Guo-Long Chou³, and Yeong-Jene Chiang^{4*}

¹ Hualien District Agricultural Research and Extension Station, COA

² Hengchung Beanch, Livestock Research Institute, COA

³ Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA

⁴ Taiwan Agriculture Chemicals and Toxic Substances Research Institute, COA

Abstract

Field studies were conducted in 2001 and 2002 at three locations of Hualien, Yunlin and Pingtung to determine the effectiveness and safety of preemergence applications of pendimethalin 38.72% CS. Pendimethalin 38.72% CS treatments at 2.5 or 3.5 L/ha controlled volunteer rice, slender amaranth, and Japanese mazus 85 to 100%. But Control of rice flatsedge, common purslane, and eclipta with pendimethalin 38.72% CS varied greatly between fall and spring cropping seasons. In general, fall applications of pendimethalin CS and pendimethalin EC provided greater weed control than spring application. Due to the regression curve of weed plant number and fresh weight, the biomass of per weed plant in pendimethalin treated plots was less than 50% of that of untreated plots. It did not appear any injury to soybean treated with tested pendimethalin in all experiments. To compare soybean yields, there was no significant difference between the two treatments of pendimethalin application and hand-weeded plots.

Key words: pendimethalin, capsule suspension(CS), emulsifiable concentrate(EC), soybean field, weed control, crop injury.

前 言

施得圃(pendimethalin)屬二硝基苯胺類(Dinitroanilines)選擇性除草劑，為 American Cyanamid 公司於 1972 年開發之化學藥劑，並於 1976 年在臺灣登記上市，目前仍為蔬菜田普遍使用的除草劑之一，用於落花生、大豆、甘藷、蒜、甘藍、蕃茄、洋蔥、蘿蔔及毛豆田，防治多種一年生禾本科、莎草科雜草，及部分闊葉草(費及王，2005；蔣及蔣，2006)。施得圃以萌前或早期萌後之土面或幼株噴施為主，田間施用量多介於 0.51-1.2 kg ai ha⁻¹ 範圍。主要的作用機制為抑制微管聚合，因此會干擾細胞分裂時紡錘絲的形成，導致橫向擴張之多核細胞產生，影響植物的正常生長與發育。藥劑施用後，多由萌發中之幼芽及幼根吸收，再局部轉移至植體其他部位，達到殺草的目的 (Devine *et al.* 1993)。

施得圃乳劑為目前市售用量頗多之主要劑型，乳劑中所含之有機溶劑易對環境造成污染，同時在施用過程中易黏著在使用者皮膚或噴施器材上，存有潛在之危險性；其次對魚類等水生生物的毒性頗高，在高水位區對水體具威脅性(Liu *et al.* 2006a; 2006b)；此外受到不同土壤類型及溫、濕度不一等施用條件的影響，藥劑的半衰期為 4-90 天，導致對農地雜草的有效控制期掌握困難(Bhan and Kewat 2003; Liu *et al.* 2006b)。微膠囊懸浮劑為一種緩釋型之農藥劑型，利用微膠囊技術將固體或液體農藥包覆在天然或合成之高分子囊壁中，形成半透性或密閉性微型體，以降低藥劑的接觸性毒及減少有機溶劑的用量，達到緩解環境壓力的目的(Liu *et al.* 2006)。本研究主要以毛豆園發生之旱地雜草為對象，比較施得圃膠囊懸著液與傳統之乳劑劑型之防治效果，同時評估引起毛豆植株生育抑制之藥害潛力，作為除草劑安全劑型實際使用時之依據與參考。

材料與方法

供試藥劑

測試藥劑為 38.72% 施得圃膠囊懸著液 (pendimethalin, CS)，及 34% 施得圃乳劑 (pendimethalin, EC)，均為台灣氰胺(巴斯夫)股份有限公司提供。

供試作物

各試驗場所於春、秋兩作使用之毛豆品種均為毛豆高雄 5 號。

處理方法

本研究於民國九十年秋作及九十一年春作，分別由花蓮區農業改良場在花蓮縣吉安鄉，台南區農業改良場在雲林縣虎尾鎮，及高雄區農業改良場在

屏東縣萬丹鄉，選擇一年生雜草多且地力均勻之田區，進行不同劑型之除草劑施得圃對毛豆田雜草防治效果之評估試驗。試驗採逢機完全區集設計，每處理四重複。花蓮、台南及高雄區改良場之小區試驗面積依序為 12, 15 及 10 m²。

於毛豆種子播種覆土後，將兩種不同劑型之施得圃測試藥劑，以 16 公升容量之背負式噴桶(噴頭為農民慣用之單孔噴嘴)，全面均勻噴施於試區之土壤表面。施得圃 38.72%膠囊懸著液之施用劑量為 2.5 及 3.5 L ha⁻¹，施得圃 34%乳劑則為 4.5 L ha⁻¹。對照處理包括全期均不除草之不除草區，及試驗期間以人工除草 3-4 次，且全期維持低草量之人工除草區。不同試驗區之秋作及春作毛豆，播種、收穫日期及藥劑噴施劑量列於表一。

田區之整地、作畦、播種、施肥、灌溉及病蟲害防治等作業，均依田間慣行法進行，並記錄施藥前後一星期內之氣象資料。本試驗於施藥後 35-40 天調查雜草鮮重後，以人工或機械方法將試區內所有雜草適度清除，以降低雜草對毛豆後續生育及產量之競爭影響至最低。

調查項目

一、藥效調查

施藥後 15-20 天，每試區取 0.5-1.0 平方公尺之採樣點 2 處，調查樣區內雜草株數。施藥後 35-40 天，除調查雜草株數外，並量測雜草地上部鮮重，取樣方式與第一次相同。樣區大小可視田間雜草密度適度增加小區調查點數，以取得可靠數據供處理間之比較為原則。

二、藥害調查

施藥後毛豆植株如有形態之異常，記錄發生時間及徵狀。同時記錄播種至收穫期間之日數。另於毛豆收穫期調查小區鮮莢產量，並換算成公頃產量。

統計分析

本試驗有關藥效及作物產量等各項調查資料，以花蓮、雲林及屏東三處之平均值及標準偏差(mean±SD)表示，經變方分析及 Duncan's 多變域檢定，進行各處理平均值間的差異顯著性分析，顯著水準定為 5%。

結果與討論

藥劑處理期間之氣象資料

分別於民國九十年秋作及九十一年春作，於花蓮、雲林及屏東地區之毛豆田區，進行不同劑型之萌前除草劑施得圃之除草效果比較試驗。施藥前後

一星期之氣象資料列於表二。

表一、不同期作毛豆於各試區播種、收穫日期及施得圃噴施日期、處理劑型與劑量

Table 1. Location information, including planting and harvest dates for soybean, and herbicide treatments for field trials conducted in 2001 and 2002

| Cropping season | Location | Sowing and application date | Harvest date | Formulation of pendimethalin* | Herbicide rate (L ha ⁻¹) |
|------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Fall | Hualien (花蓮) | 8/13/01 | 10/22/01 | 38.72% CS | 2.5 |
| | | | | 38.72% CS | 3.5 |
| | | | | 34% EC | 4.5 |
| | Yunlin (雲林) | 8/22/01 | 10/29/01 | 38.72% CS | 2.5 |
| | | | | 38.72% CS | 3.5 |
| | | | | 34% EC | 4.5 |
| Pingtung (屏東) | 10/12/01 | 11/17/01 | 38.72% CS | 2.5 | |
| | | | 38.72% CS | 3.5 | |
| | | | 34% EC | 4.5 | |
| Spring | Hualien (花蓮) | 3/20/02 | 5/30/02 | 38.72% CS | 2.5 |
| | | | | 38.72% CS | 3.5 |
| | | | | 34% EC | 4.5 |
| | Yunlin (雲林) | 3/01/02 | 5/10/02 | 38.72% CS | 2.5 |
| | | | | 38.72% CS | 3.5 |
| | | | | 34% EC | 4.5 |
| Pingtung (屏東) | 2/08/02 | 3/15/02 | 38.72% CS | 2.5 | |
| | | | 38.72% CS | 3.5 | |
| | | | 34% EC | 4.5 | |

三試驗區在秋作之最高平均氣溫為 32.7 ± 2.1 °C，最低平均氣溫為 24.4 ± 0.8 °C，高低氣溫間相差約 8 °C。各試驗區之平均氣溫為 28.3 ± 1.1 °C，地區間之差異僅在 1-2 °C(表二)。春作之最高平均氣溫為 25.7 ± 0.2 °C，最低平均氣溫為 16.8 ± 1.3 °C，高低氣溫亦相差達 9 °C。試驗區間之平均氣溫為 20.8 ± 0.8 °C，差異不大。秋作之平均氣溫則較春作高約 7.5 °C(表二)。試驗期間僅花蓮及屏東地區，在施藥前、後 2-3 天左右，有發生微量降雨情形(表二)。

溫度主要和藥劑生物活性的表現及分解速率有關，雨量則不僅影響萌前藥劑在土壤中的擴散，同時和雜草種子的萌芽率及整齊亦明顯相關，對藥效

的表現有顯著影響(Brandenberger *et al.* 2005)。本試驗於藥劑處理期間未受到異常降雨之影響，但日、夜及期作間之溫差(7.5-9 °C)，對雜草的萌發及生長速率會造成部分影響。

表二、藥劑處理期間之氣象資料¹⁾

Table2. Climatic conditions for the years of the experiments in Hualien, Yunlin and Pingtung Districts

| Treatment | Fall cropping season | | | Spring cropping season | | |
|--------------------------------------|----------------------|--------|----------|------------------------|--------|----------|
| | Hualien | Yunlin | Pingtung | Hualien | Yunlin | Pingtung |
| Average maximum air temperature (°C) | 32.5 | 34.9 | 30.7 | 25.7 | 25.7 | 25.4 |
| Average minimum air temperature (°C) | 24.2 | 25.3 | 23.7 | 18.3 | 16.2 | 16.0 |
| Average air temperature (°C) | 28.3 | 29.3 | 27.2 | 21.6 | 20.1 | 20.7 |
| Average precipitation (mm) | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 |

¹⁾ Dates of fall and spring cropping season in Hualien district were Aug. 10-16, 2001 and Mar. 17-23, 2002, respectively. In Yunlin district, they were Aug. 19-25, 2001 and Feb. 26-Mar. 4, 2002. In Pingtung district, they were Oct. 9-15, 2001 and Feb. 6-Feb. 12, 2002.

試區發生之雜草種類及數量

花蓮地區秋、春兩作試驗田雜草均以牛筋草為最多，單位面積(m²)之發生密度分別為 29.2 及 241.5 株，佔全區草數之 65% 左右，次為芒稷、馬齒莧及野莧(表三)。秋作禾本科草發生的比率高達 88%，春作除牛筋草外，闊葉草總發生率為 28%，主要為馬齒莧(40.3 株 m⁻²)、野莧(47.5 株 m⁻²)及鐵莧菜(8.5 株 m⁻²)，昭和草及光果龍葵亦有少量發生(表三)。

臺南場執行之春、秋兩作試驗，田面發生之雜草種類較多，秋作主要為牛筋草(19.3 株 m⁻²)、芒稷(5.3 株 m⁻²)、碎米莎草(10.3 株 m⁻²)、馬齒莧(10.8 株 m⁻²)及野莧(10.3 株 m⁻²)，再生稻、鱧腸、龍葵等亦有少量發生。其中以牛筋草佔總草數的 31%，次為碎米莎草、馬齒莧及野莧，發生量均為 16% 左右，芒稷約為 8%(表三)。春作牛筋草之發生密度為 37.8 株 m⁻²，佔總草數之 48%，馬齒莧(10.3 株 m⁻²)及野莧(10.8 株 m⁻²)分別為 13%，其他包括碎米莎草、落花生、小葉灰藿及鱧腸等(表三)。

高雄場秋作試驗田之主要雜草為再生稻及通泉草，其中通泉草(81 株 m^{-2})佔總草數之 70%，其他包括鱧腸、光果龍葵、碎米莎草及刺莧等(表三)。春作除再生稻(12.9 株 m^{-2})為 31%外，莎草科之碎米莎草佔 11%，鱧腸、刺莧及通泉草等闊葉草約為 51%(表三)。

三試驗區田面之一年生雜草，包括禾本科之牛筋草、芒稷及再生稻，莎草科為碎米莎草，闊葉類主要為馬齒莧、野莧及通泉草等。

表三、各試區於不同期作毛豆田發生之主要雜草種類與密度

Table 3. Weed species and densities on the tested soybean fields of spring and autumn cropping seasons in Hualien, Yunlin and Kaohsiung districts in 2001 and 2002

| Location | Fall cropping season | | Spring cropping season | |
|------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | Weed | Density (no. m^{-2}) | Weed | Density (no. m^{-2}) |
| Hualien (花蓮) | 牛筋草(<i>Eleusine indica</i>) | 29.2 | 牛筋草(<i>Eleusine indica</i>) | 241.5 |
| | 芒稷(<i>Echinochloa colona</i>) | 10.3 | 芒稷(<i>Echinochloa colona</i>) | 27.0 |
| | 馬齒莧(<i>Portulaca oleracea</i>) | 3.7 | 馬齒莧(<i>Portulaca oleracea</i>) | 40.3 |
| | 野莧(<i>Amaranthus viridis</i>) | 1.8 | 野莧(<i>Amaranthus viridis</i>) | 47.5 |
| | | | 鐵莧菜(<i>Acalypha australis</i>) | 8.5 |
| Yunlin (雲林) | 牛筋草(<i>Eleusine indica</i>) | 19.3 | 牛筋草(<i>Eleusine indica</i>) | 37.8 |
| | 芒稷(<i>Echinochloa colona</i>) | 5.3 | 碎米莎草(<i>Cyperus iria</i>) | 5.3 |
| | 碎米莎草(<i>Cyperus iria</i>) | 10.3 | 落花生(<i>Arachis hypogaea</i>) | 5.3 |
| | 馬齒莧(<i>Portulaca oleracea</i>) | 10.8 | 馬齒莧(<i>Portulaca oleracea</i>) | 10.3 |
| | 野莧(<i>Amaranthus viridis</i>) | 10.3 | 野莧(<i>Amaranthus viridis</i>) | 10.8 |
| Pingtung (屏東) | 再生稻(<i>Oryza sativa</i>) | 25.2 | 再生稻(<i>Oryza sativa</i>) | 12.9 |
| | 碎米莎草(<i>Cyperus iria</i>) | 1.5 | 碎米莎草(<i>Cyperus iria</i>) | 4.5 |
| | 光果龍葵(<i>Solanum americanum</i>) | 2.5 | 鱧腸(<i>Eclipta prostrata</i>) | 7.3 |
| | 鱧腸(<i>Eclipta prostrata</i>) | 3.5 | 刺莧(<i>Amaranthus spinosus</i>) | 4.0 |
| | 通泉草(<i>Mazus pumilus</i>) | 81 | 通泉草(<i>Mazus pumilus</i>) | 6.5 |

藥效試驗

本研究於花蓮、雲林及屏東三處進行之試驗，由於藥劑處理期間之氣候變化差異小，及萌前施用方式的一致，故以各處理之平均值，比較不同劑型施得圃，對春、秋兩期作毛豆田雜草之防治效果。

施得圃 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)及 34% EC(4.5 L ha⁻¹)之噴施效果與不除草區有顯著差異，同時秋作於處理後 15-20 日、35-40 日及春作 15-20 日之調查，均顯示 CS 劑型均較 EC 者為佳(表四)，類似的結果也發生在玉米田之雜草防治(Liu 2003)。此外秋作試驗中 CS 劑型高劑量(3.5 L ha⁻¹)噴施後 35-40 日，由雜草株數估算之平均防治率為 80%，低劑量(2.5 L ha⁻¹)為 71%，春作試驗在 CS 劑型之不同劑量間則無明顯差異(表四)。施得圃 38.72% CS 對再生稻、野萵及通泉草有明顯的殺死效果，碎米莎草、馬齒莧及鱧腸亦有抑制，但在春作則會發生恢復生長現象。

比較施藥後 15-20 日及 35-40 日之雜草株數，不論在秋作或是春作，35-40 日之雜草發生數有上升趨勢(表四)。顯示施得圃對雜草之防治率，於施用後一個月左右即開始下降，除藥劑被吸收、分解外，也可能與田面雜草植株陸續長大有關。一般施得圃對一年生禾本科草具有較佳之防治效果與較持久之藥效期(Feng 2003; Liang *et al.* 2001; Zhang *et al.* 2001)，但 Bai and Yang (2005) 在大蒜田施用施得圃 33% EC(2.2 L ha⁻¹)，於處理後 140 日仍維持 81%之雜草防治率。

表四、施得圃不同劑型處理對毛豆田雜草發生密度之影響

Table 4. Effects of different formulations of pendimethalin on weed densities in tested soybean fields of spring and autumn cropping seasons in 2001 and 2002

| Treatment | Herbicide rate (kg ha ⁻¹) | Fall cropping season | | Spring cropping season | |
|----------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | | 15-20 ¹⁾ | 35-40 | 15-20 | 35-40 |
| | | ----- no. m ⁻² ----- | | ----- no. m ⁻² ----- | |
| Pendimethalin 38.72% CS | 2.5 | 19.2±1.1 ^c | 21.3±1.9 ^c | 10.2±1.2 ^c | 21.1±1.6 ^b |
| Pendimethalin 38.72% CS | 3.5 | 10.6±1.8 ^d | 14.9±1.1 ^d | 9.7±0.9 ^c | 20.9±1.9 ^b |
| Pendimethalin 34% EC | 4.5 | 28.8±2.5 ^b | 29.1±2.1 ^b | 13.3±1.4 ^b | 22.8±2.1 ^b |
| Untreated control | - | 55.5±4.9 ^a | 74.4±5.3 ^a | 103.5±7.9 ^a | 162.9±10.8 ^a |

¹⁾DAA: Days after pendimethalin application.

秋作田施得圃 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)及 34% EC(4.5 L ha⁻¹)噴施後 35-40 日, 田面雜草植株之鮮重約為不除草區之 13-16%, 春作田則為 12-14%, 兩期作以鮮重估算之平均防治率相近(表五)。施得圃 38.72% CS 與 34% EC 兩種劑型間雖有明顯差異, 但相差程度較株數估算值為小(表四、五)。

表五、施得圃不同劑型處理對毛豆田雜草鮮重之影響¹⁾

Table 5. Effects of different formulations of pendimethalin on weed biomass in tested soybean fields of spring and autumn cropping seasons in 2001 and 2002

| Treatment | Herbicide rate (kg ha ⁻¹) | Fall | Spring |
|----------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| | | cropping season | cropping season |
| | | -----g m ⁻² ----- | -----g m ⁻² ----- |
| Pendimethalin 38.72% CS | 2.5 | 95±4.5 ^c | 100±5.3 ^c |
| Pendimethalin 38.72% CS | 3.5 | 88±3.9 ^c | 94±6.6 ^c |
| Pendimethalin 34% EC | 4.5 | 111±5.6 ^b | 113±6.7 ^b |
| Untreated control | - | 684±37 ^a | 787±43 ^a |

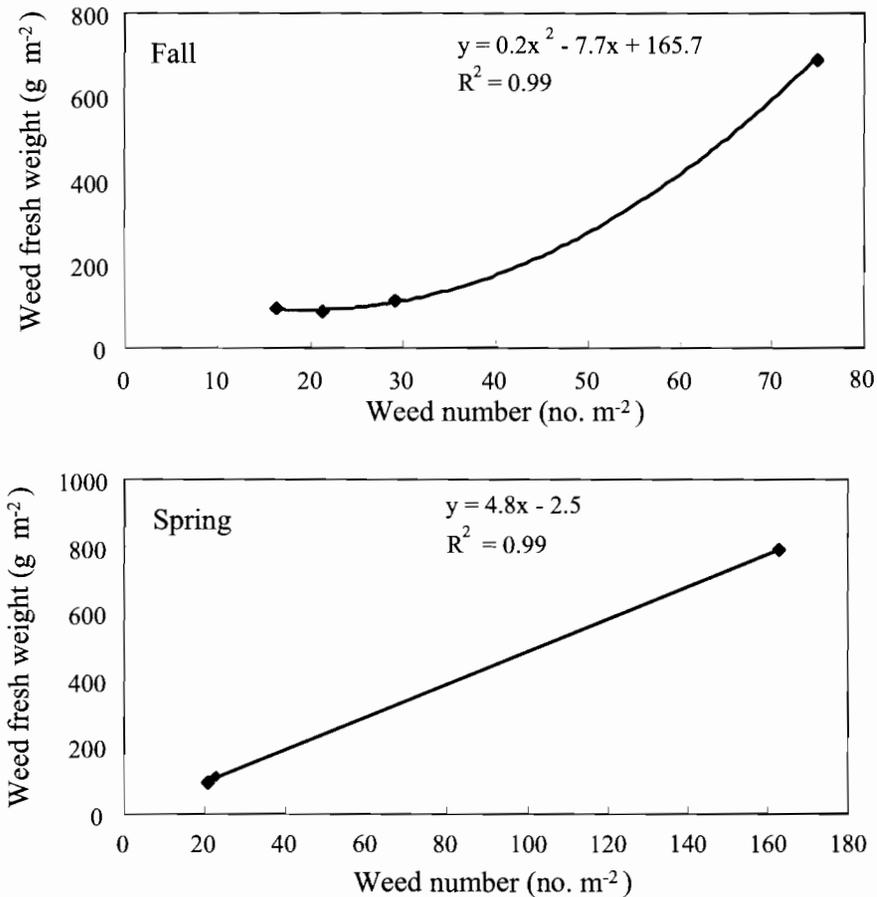
¹⁾ Investigating date was at 35-40 days after pendimethalin application.

比較試區內雜草發生株數與植株生物量之關係, 以施得圃噴施後 35-40 日, 調查之 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)、34% EC(4.5 L ha⁻¹)及不除草區之雜草株數與鮮重作相關性分析。秋作試驗之雜草生物量隨株數增加呈二次曲線上升, 春作試驗則呈直線累積(圖一)。另外比較藥劑處理與不除草區之雜草單株鮮重, 秋作區內施得圃 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)、34% EC(4.5 L ha⁻¹)及不除草區之單株平均重, 依序為 5.8, 4.1, 3.8, 及 9.2 g, 顯示藥劑處理區於噴施後 35-40 日田面發生之雜草多為陸續再生之小草, 不除草區則為整地後即長出之較大植株(圖一)。春作田在各處理估算之單株平均重介於 4.5-4.9 g 範圍內, 不除草區雜草生長速率較慢可能和氣溫低有關(平均氣溫 20.8±0.8 °C)(Taylor-Lovell *et al.* 2002)。

藥害試驗

比較花蓮、雲林及屏東各區之春、秋兩期作毛豆田, 測試藥劑與對照處理之毛豆鮮莢產量, 及觀察植株外觀形態、生育等性狀, 記錄是否有異常之

藥害現象發生。施得圃於毛豆播種後即全面均勻噴施於土表，試驗期間經目視評估，各處理均未引起毛豆幼苗及成株之傷害。文獻報導於玉米、花生、及蔥、蒜、韭菜等蔬菜田萌前處理施得圃 33% EC，調查種子及球莖萌發後之株高、葉數、鬚根數、分株數及產量，均與對照區無顯著差異(Bai and Yang 2005; Feng 2003; Liang et al. 2001; Zhang et al. 2001)。



圖一、雜草發生株數與植株鮮重變化之關係。

Fig. 1. Relationship between weed plant number and weed biomass in the tested soybean fields of spring and fall cropping seasons in Hualien, Yunlin and Pingtung districts in 2001 and 2002. Investigating date was at 35-40 days after pendimethalin application.

施得圃 38.72% CS(2.5 及 3.5 L ha⁻¹)及 34% EC(4.5 L ha⁻¹)兩種劑型噴施對毛豆鮮莢產量之影響列於表六。秋作田藥劑處理區之產量均顯著高於不除草區，且與人工除草區無明顯差異(表六)。春作田以人工除草區之產量最高，施得圃處理雖以 38.72% CS(3.5 L ha⁻¹)之產量值較高，但不同劑型間並無顯著差異(表六)。

表六、施得圃不同劑型處理對毛豆鮮莢產量之影響¹

Table 6. Effects of different formulations of pendimethalin on soybean yield of spring and autumn cropping seasons in 2001 and 2002.

| Treatment | Herbicide rate (kg ha ⁻¹) | Fall cropping season | Spring cropping season |
|----------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | | -----kg ha ⁻¹ ----- | -----kg ha ⁻¹ ----- |
| Pendimethalin 38.72% CS | 2.5 | 4737±412 ^a | 5364±309 ^b |
| Pendimethalin 38.72% CS | 3.5 | 4871±511 ^a | 5487±397 ^b |
| Pendimethalin 34% EC | 4.5 | 4341±456 ^a | 5146±387 ^b |
| Hand weeding | - | 5246±570 ^a | 6317±543 ^a |
| Untreated control | - | 3331±256 ^b | 4315±433 ^c |

綜合藥效及藥害試驗結果，施得圃 38.72% CS 以 2.5 或 3.5 L ha⁻¹劑量噴施毛豆田，對雜草之防治效果均較 34% EC(4.5 L ha⁻¹)明顯為佳(表四、五)，且對毛豆植株之生育及鮮莢產量亦未引起抑制及減產等藥害現象。

膠囊懸著液中有有效成分是通過囊壁的擴散滲透或囊壁的破裂來釋放，因此有效成分的釋放受到膠囊構造之控制；太厚不利於有效成分的順利釋放，太薄膠囊易破裂，影響釋放速率(林，2006；陳，2005；Liu *et al.* 2006)。一般微膠囊粒度的分布愈均勻，形狀愈規則，每個膠囊的釋放速率亦一致，則藥劑整體的釋放速率及動態也就愈易掌控，才能在實際施用時達到精準用量的目標，不僅提升藥效且降低藥劑對環境的污染。本研究施得圃 38.72% CS 不僅對雜草有明顯的防治效果，實際使用時亦有降低乳劑所引起環境風險之功能。

引用文獻

- 林基龍。2006。除草劑 Alachlor 膠囊懸著劑研究。朝陽科技大學應用化學系碩士論文。1-22 頁。
- 陳家鐘。2005。除草劑劑型簡介。中華民國雜草會刊 26: 67-90。
- 費雯綺、王喻其。2005。植物保護手冊，行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。台中。690-800 頁
- 蔣永正、蔣慕琰。2006。農田雜草與除草劑要覽。農委會農業藥物毒物試驗所出版。47-48 頁。
- Bai W and Y Yang (2005) Effect test of pendimethalin for control of weed in garlic fields. Pestic. Sci. Admin. 26(3): 24-26.
- Bhan M, ML Kewat (2003) Activity and persistence of pendimethalin applied pre-emergence to soybean (*Glycine max* L. Merrill) in vertisol. Ann. Agric. Res. 24: 978-982.
- Brandenberger LP, JW Shrefler, CL Webber III, RE Talbert, ME Payton, LK Wells, M.McClelland (2005) Preemergence weed control in direct-seeded watermelon. Weed Technol. 19: 959-965.
- Devine MD, SO Duke, C Fedtke (1993) Physiology of herbicide action. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Feng WP (2003) Study on the effects of pendimethalin on weed control in corn fields. Pestic. Sci. Admin. 24(6): 25-27.
- Liang X, Z Gao, B Kang, J Wang (2001) The application of pendimethalin for control of weed in peanut fields. Pestic. Sci. Admin. 22(1): 23-24.
- Liu G (2003) Experiment in the efficiency of 20% pendimethalin on the control of weed in summer maize field. J. Anhui Agric. Sci. 31: 299-300.
- Liu Y1, W Mu, F Liu, C Ma, ZI Chen (2006a) Effect of dispersing-emulsifying measures and encapsulation parameters on the appearance of pendimethalin microcapsule. Chinese J. Pestic. Sci. 8: 152-156.
- Liu Y1, W Mu, F Liu, ZR Han, C Ma (2006b) Preparation of pendimethalin 20% CS and control effect on barnyard grass. Modern. Agrochem. 6: 31-33.
- Taylor-Lovell S, LM Wax, G Bollero (2002) Preemergence flumioxazin and pendimethalin and postemergence herbicide systems for soybean (*Glycine max*). Weed Technol. 16: 502-511.
- Zhang XW, YX Liu, HL Liu, SM Zhao (2001) Review of 33EC pendimethalin to control weeds on vegetable fields. Tianjin Agric. Sc. 7: 48-50.