

# Glyphosate의 殺草效果 增進을 위한 撒布方法에 關한 研究

## I. 界面活性劑와 撒布量에 따른 草種別 Glyphosate 葉面附着量의 差異

李 增 周\* · 卞 鍾 英\*

### Application Methods for Enhancing Phytotoxicity of Glyphosate

#### I. Effects of Surfactants and Spray Volumes on Leaf Retention of Various Plant Species

Lee, J. J. and J. Y. Pyon\*

#### ABSTRACT

Laboratory and greenhouse studies were conducted to evaluate effects of spray volumes and surfactants, L-77 and Triton CS-7 on leaf retention of glyphosate in *Zea mays*, *Hordeum vulgare*, *Artemisia princeps*, *Trifolium repens* and *Equisetum arvense*.

Leaf retention was increased when glyphosate with L-77 or Triton CS-7 was applied in a spray volumes of 10-20ℓ/10a in *Zea mays* and 40ℓ/10a in *Artemisia princeps* but decreased when spray volumes were higher than above volumes and 40-80ℓ/10a in *Trifolium repens*. *Hordeum vulgare* leaves retained more spray when glyphosate with L-77 or Triton CS-7 was applied in all spray volumes tested. *Equisetum arvense* retained higher amount of spray by application of glyphosate with L-77 compared with Triton CS-7 and no surfactant treatments.

Key words: Retention, glyphosate, surfactants, L-77, Triton CS-7

#### 緒 言

雜草는 農耕地나 林野 어디에서나 發生하여 直接, 間接으로 많은 害를 끼쳐 農業生産을 阻害하는 重要한 要因이 된다. 특히 雜草는 生長力과 繁殖力이 강하고 環境適應性이 栽培植物보다 더 크며 生理生態의 特性이 類似하여 除去하기가 매우 까다로우므로 이의 效果的인 防除없이는 經營目標을 達成할 수 없다. 그러므로 70年代부터는 經濟發展과 더불어 農村人口의 減少와 賃金의 上昇으로 인하여 종래의

손제초방식에서 탈피하여 除草劑를 利用한 雜草防除法이 보편화되게 되었다.<sup>1, 7, 9, 10)</sup>

最近의 除草劑利用傾向을 보면 農耕地에서는 土壤處理用 選擇性除草劑가 널리 使用되고 있으나 果樹園이나 非農耕地에서는 주로 非選擇性 莖葉處理 除草劑로서 glyphosate와 paraquat 등이 使用되고 있다.<sup>14)</sup> Glyphosate는 대부분의 雜草에 殺草效果가 있는 非選擇性除草劑인데<sup>5)</sup> 특히 多年生雜草와 木本植物의 防除에 效果가 크다.<sup>4, 17)</sup> 그러므로 glyphosate는 果樹園, 無耕耘栽培, 잔디와 草地의 更新, 非農耕地 등에서 雜草를 防除하기 위하여 莖葉

\* 忠南大學校 農科大學 園藝學科

\* Dept. of Horticulture, College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon 300-31, Korea

處理劑로 사용되고 있다.<sup>6, 12, 15)</sup>

葉面に附着된除草劑의 量은 잎을 통한除草劑의 吸收에 매우 크게 影響을 미치며, 除草劑의 藥量을 결정하는데 있어서도 중요한 要因이 된다. As-lander<sup>2)</sup>에 의하면 禾本科作物에서 雜草防除를 하기 위하여 初期에 사용된 黃酸의 殺草效果는 葉面附着量의 差異에 따라 다르다고 하였다. 除草劑의 殺草效果에 影響을 미치는 葉面附着量은 식물의 形態와 葉面の 性質에 따라 左右되는데 일반적으로 많은 撒布量에서 흘러내리는 比率은 禾本科雜草보다 廣葉雜草에서 더 크다고 한다.<sup>3)</sup>

界面活性劑는 撒布藥液의 表面張力을 低下시켜 植物表面에 대한 濕潤度를 增加시키므로 葉面附着量을 많게 하는데<sup>8)</sup> O'donovan 등<sup>13)</sup>에 의하면 보리에 glyphosate를 撒布量 100 l/ha 기준으로 撒布하였을 때 界面活性劑 Tween 20을 0.5%(v/v) 添加한 경우가 葉面附着量이 더 많았다고 한다. 그러나 葉表面이 본래 濕潤化되기 쉬운 草種에서는 撒布量이 많은 경우 附着量을 減少시키기도 한다.<sup>3)</sup>

Taylor 와 Show<sup>18)</sup>는 撒布距離가 멀어질수록 撒布粒자의 速度는 떨어져 보리와 같은 細葉性의 식물에서 葉面に 附着된 量은 오히려 增加하였으며, 식물의 잎이 水平으로 있는 경우가 葉面附着量이 많았다고 하였다. McKinlay 등<sup>11)</sup>은 2, 4-D를 어린 해바라기에 撒布했을 때 일정한 부피의 撒布量에서 粒자가 작을 경우가 葉面に 더 많이 附着된다고 하였다. Qureshi 등<sup>16)</sup>은 56 l/ha의 撒布量으로 MCPA ester를 밭, 보리에 撒布했을 때 葉面附着量은 撒布角度가 垂直일 때보다 45°일 때 많았다고 한다.

우리나라에서는 아직 界面活性劑의 使用에 의한 莖葉處理除草劑의 藥效增進에 관한 研究는 적은 편이고 撒布量도 歐美에 비하여 慣行的으로 많은 量

을 撒布하므로써 處理藥劑의 損失은 물론이고 除草劑撒布에 따르는 時間 및 經費도 낭비되고 있는 실정이다.

따라서 本實驗은 莖葉處理除草劑의 殺草效果增進을 위한 기초자료를 얻고자 glyphosate를 供試하여 撒布量 水準과 界面活性劑 L-77 및 Triton CS-7의 添加處理에 따른 草種別 葉面附着量을 調査 하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 實驗材料

本實驗은 1985년부터 1986년까지 2년에 걸쳐 실시되었으며, 供試植物로는 옥수수, 보리, 쑥, 쇠뜨기, 크로바를 選定하여 실시되었다. 實驗에 使用된 除草劑는 有機磷酸系의 非選擇性 移行性除草劑인 glyphosate를 供試하였고, 界面活性劑로는 국내에서 널리 使用되고 있는 Triton CS-7과 국내에서 아직 개발되지 않은 L-77을 供試하였으며 供試된 除草劑 및 界面活性劑의 理化學的 性質은 表 1과 같다.

Glyphosate의 葉面附着量을 測定하기 위한 供試色素로는 methyl orange를 使用하였다.

### 2. 實驗方法

供試植物로는 옥수수, 보리, 쑥, 크로바, 쇠뜨기를 選定하였다. 옥수수와 보리의 品種은 각각 부여와 탑골을 選定하여 직경 9 cm의 검은색비닐포트에 심어 2葉期까지 자라게 한 後 葉伸長이 均一한 3個體만을 選拔하고 나머지는 除去하였다.

쑥은 1986년 5월에 충남대학교 농과대학 溫室 周邊에서 採取하여 와그너포트에 심어 7일까지 生長시킨 다음 잎의 形態와 크기, 角度 등이 일정한

Table 1. The physicochemical properties of herbicide and surfactants used.

Chemical	Common name	Chemical name	Chemical & physical properties
Herbicide	Glyphosate	N-(phosphonomethyl) glycine	M.P 200°C Solubility: Water (25°) 1.2%
Surfactant	Triton CS-7	Alkylaryl polyethoxyylate and sodium salt of alkylsulfonated alkylate	Anionic ST <sup>2</sup> : 29(a.i.: 1.0%)
	L-77	Polyalkylene oxide modified dimethyl-polysiloxanes	Nonionic, HLB: 1.2 ST: 20.7 (a.i.: 0.1%)

<sup>2</sup>Surface tension in H<sub>2</sub>O at 25°C, dynes/cm<sup>2</sup>.

個體를 포트당 3個體씩 選定한 後 個體當 잎의 檢  
침이 없는 3개 잎만 남기고 나머지는 除去하였다.

크로바는 1986年 5月에 採取하여 와그너포트에  
심어 7月까지 자라게 한 다음 잎의 크기가 일정한  
個體를 포트당 10個體씩 選拔하여 실로 묶어 測定  
個體를 表示하였다.

쇠뜨기는 1986年 6月에 採取하여 와그너포트에  
심어서 8月까지 生長시킨 다음 일정한 크기로 잘  
라 포트당 4個體만을 남기고 나머지는 除去하였다.

撒布量은 옥수수, 보리의 경우 10, 20, 40, 80 ℓ  
/ 10a, 즉, 쇠뜨기의 경우 40, 80 ℓ / 10a 基準으  
로 하였다. 界面活性劑는 L-77 및 Triton CS-  
7을 撒布量當 0.5%(v/v)로 添加하였다.

Glyphosate 藥量은 옥수수의 경우 30 g a.i. /  
10a, 보리 20 g a.i. / 10a, 즉, 120 g a.i. / 10  
a, 크로바 240 g a.i. / 10a, 쇠뜨기의 경우 200  
g a.i. / 10a 으로 하였다.

撒布裝備은 0.5마력의 壓縮器에 Kinki社 製品  
의 sprayer를 연결하여 撒布壓力를 0.237 kg/cm<sup>2</sup>  
로 調節하였고, 撒布 높이를 50cm로 하여 均一하  
게 撒布되도록 有意하면서 手動으로 反復處理하였  
다.

葉面附着量의 測定은 藥劑에 methyl orange 1%  
(w/v)를 添加하여 撒布한 直後에 각 식물 的 個體  
를 잘라 옥수수, 보리, 즉은 3個體, 크로바는 10  
個體, 쇠뜨기는 4個體를 75 ml의 蒸溜水로 씻어  
낸 다음 그 溶液을 spectrophotometer (Cecil 599)  
를 利用하여 460 nm에서 吸光度를 測定하고, 植物  
체는 溶液에서 곧바로 꺼내어 85°C에서 24時間  
乾燥한 後 乾物重을 測定하여 乾物重當 吸光度를 구  
한 다음 methyl orange의 標準溶液을 만들어 실제  
附着量을 μℓ로 換算하였다.

本 實驗은 完全任意配置法을 利用하여 옥수수  
와 보리는 4反復, 즉은 2反復, 크로바와 쇠뜨기는 각  
3反復으로 하였다.

### 結果 및 考察

옥수수 잎에 의한 glyphosate의 附着量은 乾物  
重單位로 나타낸 값에서 撒布量이 增加함에 따라  
界面活性劑 添加與否에 관계없이 다같이 增加되었다  
(表 2). 界面活性劑에 따른 glyphosate의 葉面  
附着量을 살펴 보면, 10, 20 ℓ/10a에서와 같이 비  
교적 적은 撒布量에서는 界面活性劑를 添加하였을

Table 2. Effects of carrier volumes and surfactants  
on the retention of dye spray solution in  
*Zea mays* leaves.

Carrier volume (1/10a)	Retention of dye spray solution <sup>2</sup> (μl dye g <sup>-1</sup> dry weight)			Mean
	Surfactant (0.5% v/v)			
	None	Triton CS-7	L-77	
10	23.93	30.33	31.83	28.63
20	58.50	70.55	63.23	64.09
40	87.13	103.05	77.28	89.15
80	218.45	152.63	106.48	159.18
Mean	97.00	89.14	69.70	

<sup>2</sup>The LSD(0.05) was 18.75 for comparison of treatment  
means, 10.81 for carrier volumes, 9.36 for surfactants,  
respectively.

때 다소 많은 傾向이었고, 40 ℓ/10a 撒布量에선  
L-77을 添加하였을 때 無添加處理에서보다 오히  
려 적었는데, 이것은 藥劑撒布時 옥수수잎에서 L-  
77 添加에 의하여 撒布藥液의 濕潤度가 커지고 葉  
面に 附着된 藥液의 表面張力은 낮아져 결과적으로  
擴撒이 促進됨으로써 藥液이 흘러 내린 結果로 인하  
여 界面活性劑를 添加하지 않은 경우보다 적어진 것  
으로 思料된다. 80 ℓ/10a 처리에서는 L-77이  
나 Triton CS-7 添加處理에서 모두 表面張力의  
低下로 인해 藥液이 보다 쉽게 흘러내려 界面活性劑  
를 添加하지 않은 경우보다 葉面附着量은 현저히 적  
어진 것으로 보이며, L-77은 Triton CS-7 添  
加處理의 경우보다 그 정도가 심하였다. 전체적으로  
L-77 添加處理는 Triton CS-7보다 撒布量이  
增加할수록 葉面附着量이 적어지는 傾向이었는데 이  
것으로 보아 L-77은 Triton CS-7보다 表面張  
力을 낮게 하여 藥液의 퍼짐성을 더 크게 하는 것으  
로 思料된다.

보리잎에 의한 glyphosate의 附着程度는 表 3  
에서 보는 바와 같이 撒布量이 增加할수록 옥수수의  
경우에서와 마찬가지로 增加되었고, 界面活性劑處理  
에 의한 葉面附着量의 增加傾向이 현저하였다. 界面  
活性劑處理間의 葉面附着量의 差異는 10, 20, 40 ℓ  
/ 10a의 撒布量에서 L-77을 添加한 경우가 Tri-  
ton CS-7의 경우보다 더 附着量이 많았지만,  
80 ℓ/10a 撒布量에서는 Triton CS-7의 경우가  
더 많았다. 그런데 이와 같은 傾向은 보리잎은 옥수  
수잎보다 直立성이 아니므로 옥수수에서와는 달리  
L-77을 添加한 경우라도 40 ℓ/10a의 撒布量까  
지는 藥液이 흘러내리지 않아 葉面附着量이 Triton  
CS-7이나 無添加의 경우보다 많았으나, 80 ℓ/10a

**Table 3.** Effects of carrier volumes and surfactants on the retention of dye spray solution in *Hordeum vulgare* leaves.

Carrier volume (1/10a)	Retention of dye spray solution <sup>z</sup> (ul dye g <sup>-1</sup> dry weight)			
	Surfactant (0.5% v/v)			Mean
	None	Triton CS-7	L-77	
10	20.05	28.03	32.60	26.89
20	39.95	70.63	79.85	63.48
40	105.33	165.73	181.78	150.94
80	183.83	360.28	312.15	285.42
Mean	87.29	156.16	151.59	

<sup>z</sup>The LSD(0.05) was 19.45 for comparison of treatment means, 11.23 for carrier volumes, 9.47 for surfactants, respectively.

의 撒布量에서는 Triton CS-7에 비해 어느 정도 藥液이 흘러내려 附着量이 적어진 것으로 思料된다.

숙에 의한 glyphosate의 附着量은 表 4에서 보는 바와 같이 40 l/10a의 撒布量에서는 Triton CS-7의 添加나 界面活性劑 無添加의 경우보다 L-77을 添加하였을 때 많은 傾向이었지만, 80 l/10a로 撒布量이 增加함에 따라 界面活性劑를 添加하지 않은 處理에서 월등히 많아졌는데, 이것은 앞서의 결과에서와 마찬가지로 界面活性劑를 添加한 경우 藥液의 흘러내림으로 인한 것으로 思料된다.

撒布量의 差異와 界面活性劑의 添加與否에 따른 크로바잎의 glyphosate 附着量은 表 5에서 보는 바와 같이 撒布量이 增加함에 따라 많아졌다. 그러나 40 l/10a의 撒布量에서 L-77을 添加한 경우는 Triton CS-7을 添加하였거나 界面活性劑를 添加하지 않은 경우보다 葉面附着量이 현저히 적었으며 80 l/10a에서도 보다 적은 傾向이었는데, 이것은 두 가지 原因에 起因하는 것으로 생각된다. 첫째는 크로바의 形態의 特徵으로 잎은 廣葉이며 表

**Table 4.** Effects of carrier volumes and surfactants on the retention of dye spray solution in *Artemisia princeps* leaves.

Carrier volume (1/10a)	Retention of dye spray solution <sup>z</sup> (ul dye g <sup>-1</sup> dry weight)			
	Surfactant (0.5% v/v)			Mean
	None	Triton CS-7	L-77	
40	53.25	58.80	75.10	62.28
80	151.25	124.05	128.90	134.73
Mean	102.25	91.45	102.00	

<sup>z</sup>The LSD(0.05) was 25.34 for comparison of treatment means, 14.63 for carrier volumes, 17.92 for surfactants, respectively.

**Table 5.** Effects of carrier volumes and surfactants on the retention of dye spray solution in *Trifolium repens* leaves.

Carrier volume (1/10a)	Retention of dye spray solution <sup>z</sup> (ul dye g <sup>-1</sup> dry weight)			
	Surfactant (0.5% v/v)			Mean
	None	Triton CS-7	L-77	
40	130.09	134.01	73.50	112.83
80	174.85	169.15	149.15	164.38
Mean	152.88	151.63	111.33	

<sup>z</sup>The LSD(0.05) was 57.63 for comparison of treatment means, 33.27 for carrier volumes, 40.75 for surfactants, respectively.

면에 용털 등이 存在하지 않고 매끈하므로 濕潤化되기 쉬운 特性<sup>31)</sup>이 있고, 둘째는 L-77이 옥수수, 보리, 콩 등의 경우에서와 같이 植物表面에 대한 濕潤力이 크므로 위 두 가지 要因이 複合적으로 作用하여 80 l/10a의 撒布量에서는 물론이고 40 l/10a에서도 葉表面이 쉽게 濕潤化되어 撒布藥液이 쉽게 흘러내렸기 때문에, Triton CS-7이나 界面活性劑 無添加處理에 비해 葉面附着量이 현저히 적은 것으로 思料된다. Zabkiewicz 등<sup>19)</sup>에 의하면 撒布粒子가 50° 이하의 接觸角을 갖으면 양호한 附着力을 갖는 것으로 보이며, 完全한 附着은 接觸角이 20° 이하일 때 可能하다고 하였는데, *Ulex europaeus*로부터 추출된 cuticular wax에 대해 2.2 kg a.i./300 l/ha의 glyphosate 藥液만을 단독으로 處理하였을 때는 74.8°~80.8°의 接觸角을 나타냈지만 L-77 0.5%(v/v)를 添加하여 處理했을 때는 8.4°~16.1°의 接觸角을 갖는다고 하였으며, 葉面에 대한 C<sup>14</sup>-glyphosate 附着量도 10배 이상 현저히 增加시켰다고 보고하였다.

쇠뜨기 잎에서 glyphosate의 附着量은 40 l/10a에서 界面活性劑 L-77 添加의 경우가 Triton CS-7이나 界面活性劑 無添加處理에 비해 그 量이 많았고(表 6), 80 l/10a의 경우에서도 같은 傾向이었다. 이와 같은 界面活性劑 L-77의 效果는 쇠뜨기의 경우 잎의 形態가 가늘고 원기둥 모양의 細葉이므로 많은 藥液을 撒布하였을 때라도 앞서의 實驗對象에서와 같은 表面張力の 低下로 인한 藥液의 흘러내림이 일어나지 않은 結果로 思料된다.

위와 같은 結果를 종합해 볼 때, 撒布量의 差異와 界面活性劑의 添加에 起因한 草種別 glyphosate의 葉面附着量은 撒布量이 많아질수록 옥수수, 보리, 콩, 크로바, 쇠뜨기 등에서 增加하였는데 草種과 잎의 形態에 따라 撒布藥劑의 葉面附着에는 差異가 있었

**Table 6.** Effects of carrier volumes and surfactants on the retention of dye spray solution in *Equisetum arvense* leaves.

Carrier volume (l/10a)	Retention of dye spray solution <sup>z</sup> ( $\mu\text{l dye g}^{-1}$ dry weight)			
	Surfactant (0.5% v/v)			Mean
	None	Triton CS-7	L-77	
40	29.60	31.15	40.55	33.77
80	56.80	52.85	63.05	57.40
Mean	42.95	42.00	51.28	

<sup>z</sup>The LSD(0.05) was 7.80 for comparison of treatment means, 3.18 for carrier volumes, 5.51 for surfactants, respectively.

다.

옥수수, 쑥, 크로바에서 撒布藥液의 葉面附着量은 撒布量이 많아짐에 따라 界面活性劑 L-77 과 Triton CS-7을 添加한 處理가 無添加處理에 비해 일반적으로 적어지는 傾向이었는데, 界面活性劑를 添加한 경우는 撒布藥液의 表面張力を 낮게 하여 퍼짐을 促進하므로 적은 물량의 撒布時에는 附着量을 많게 하지만 慣行撒布量(80  $\ell$ /10 a)의 撒布時에는 附着藥液이 보다 쉽게 擴散되어 흘러내리므로 界面活性劑를 添加하지 않은 경우보다 오히려 葉面附着量이 적어진 것으로 思料된다. 그러나 보리의 경우에 있어서는 慣行撒布量에서도 界面活性劑 L-77 과 Triton CS-7을 添加했을 때는 無添加보다 葉面附着量이 현저히 많았는데, 이러한 結果는 옥수수의 경우에서와는 다른 樣相을 보이는 것으로 그 이유는 주로 잎의 直立된 程度의 差異에 起因하는 것으로 생각되는데, 보리의 경우 잎이 多少 水平으로 위치하므로 많은 撒布量에 界面活性劑를 添加하여 撒布했을 지라도 葉面に 附着된 藥液이 흘러내리지 않으므로 界面活性劑 無添加의 경우보다 附着量이 많은 것으로 思料된다. Coupland 와 Peabody<sup>6)</sup>도 field horsetail의 防除時 直立狀態의 葉面に 附着되는 撒布藥劑의 量이 적다는 것을 보고한 바 있다. 界面活性劑間에 葉面附着量에 미치는 影響을 살펴보면 일반적으로 撒布量이 增加할수록 L-77 이 Triton CS-7을 添加했을 때보다 附着量이 적었으며, 특히 크로바에서는 그 傾向이 현저하였는 바, 이것은 L-77 이 Triton CS-7 보다 葉面に 附着된 藥液의 表面張력을 저하시켜 퍼짐성을 더 크게 하므로 撒布藥液의 흘러내림이 보다 쉽게 일어났기 때문인 것으로 思料된다. 그러나 잎이 가늘고 원주형의 細葉인 쇠뜨기에 界面活性劑 L-77 을 添加

한 경우는 Triton CS-7 이나 無添加에 비하여 葉面附着量이 많은 傾向이었다.

이상과 같은 結果로 볼 때 界面活性劑 L-77 은 撒布藥液에 添加하여 撒布한 경우 Triton CS-7 보다 葉面に 附着된 藥液의 表面張력을 낮게 하여 퍼짐성을 더 크게 하므로 살포약액의 옆면부착에 유리한 것으로 思料된다.

따라서 glyphosate 와 같은 莖葉處理除草劑의 撒布時 葉面附着量을 極大化하기 위해서는 藥劑撒布 對象草種의 葉形態와 撒布量을 적절히 考慮하고 界面活性劑를 添加하여 撒布하는 것이 유리하며, 界面活性劑의 添加時 對象草種의 잎이 廣葉이고 直立일 수록 既存의 慣行撒布量 보다 그 量을 줄이는 것이 바람직할 것으로 思料된다.

## 摘 要

莖葉處理除草劑로서 glyphosate 를 撒布할 때 여러 종류의 草種에서 撒布量水準과 界面活性劑 L-77 과 Triton CS-7의 添加에 따른 葉面附着量을 조사하였으며 그 結果는 다음과 같다.

1. Glyphosate의 葉面附着量은 撒布量이 옥수수의 경우 10  $\ell$ ~20  $\ell$ /10 a, 쑥의 경우 40  $\ell$ /10 a 일 때 界面活性劑 L-77 과 Triton CS-7을 添加함으로써 增加되었으나 慣行撒布量인 80  $\ell$ /10 a 를 撒布할 때 L-77 과 Triton CS-7을 添加하면 오히려 葉面附着量이 적어지는 影響을 보였으며, 크로바에서는 40  $\ell$ /10 a의 撒布量에서도 L-77 과 Triton CS-7을 添加할 경우 葉面附着量은 감소되었다.

2. 잎이 비교적 直立된 보리의 경우에 있어서는 80  $\ell$ /10 a의 慣行撒布量에서도 界面活性劑 L-77 과 Triton CS-7을 添加했을 때 葉面附着量은 현저히 많았다.

3. 잎이 가늘고 원주형의 細葉인 쇠뜨기에 界面活性劑 L-77 을 添加한 경우는 Triton CS-7 이나 無添加에 비하여 慣行撒布量 80  $\ell$ /10 a에서도 葉面附着量은 더 많은 傾向이었다.

## 引 用 文 獻

1. 安壽奉. 1981. 우리나라의 雜草防除 現況과 展望. 韓國草誌. 1(1): 5-14.

2. Aslander, A. 1927. J. Agri. Res. 34: 1065-1091.
3. Audus, L. J. 1976. Herbicides pp. 249-277, Academic Press
4. Bingham, S. W., J. Segura and C. L. Foy. 1978. Susceptibility of several grasses to glyphosate. Weed Sci. 28: 579-585.
5. Buhler, D. D. and O. C. Burnside. 1983. Effect of spray components on glyphosate toxicity to annual grasses. Weed Sci. 31: 124-130.
6. Coupland, D. and D. V. Peabody. 1981. Effect of four foliage-applied herbicide on field horsetail. Weed Sci. 29: 113-120.
7. 玄在善. 1978. 植物保護의 當面課題와 展望 (作物害蟲). 韓國植物保護誌. 17(4): 201-215.
8. Kells, J. J. and C. E. Rieck. 1979. Effects of illuminance and time on accumulation of glyphosate in johnsongrass (*Sorghum halepense*). Weed Sci. 27: 235-237.
9. 金東均. 1974. 雜草防除의 現況과 問題點. 韓作誌. 16: 21-31.
10. 李鍾蕙, 姜炳華. 1978. 우리나라 雜草防除의 研究現況. 韓作誌. 23(3): 5-11.
11. McKinlay, K. S., S. A. Brnadt, P. Morse and R. Ashford. 1972. Drop size phytotoxicity of herbicides. Weed Sci. 20: 450-452.
12. McWhorter, C. G. 1977. Weed control in soybeans with glyphosate applied in the recirculating sprayer. Weed Sci. 25: 135-141.
13. O'donovan, J. T., P. A. O'sullivan and C. D. Caldwell, 1985. Basis for changes in glyphosate phytotoxicity to barley by the non-ionic surfactants Tween 20 and Renex 36. Weed Res. 25: 81-86.
14. 卞鍾英, 金映來. 1983. 除草劑의 殺草效果 增進을 위한 撒布方法과 황산암모늄 및 염화칼리의 添加效果. 韓雜草誌. 3(2): 190-198.
15. 卞鍾英, 李載昌. 1982. 除草劑를 利用한 果樹園의 雜草防除體系. 韓雜草誌. 2(1): 53-56.
16. Qureshi, F. A. and W. H. Vanden Born. 1979. Spray droplet distribution and herbicide uptake in sequential application of dichlofop-methyl and MCPA for weed control in barley. Can J. Plant Sci. 59: 93-98.
17. Rupp, L. A. and J. L. Anderson, 1980. Annual weed control in young orchards glyphosate, dinoseb, and paraquat. Proc. Western Soc. Weed Sci. 33: 59-67.
18. Taylor, W. A. and G. B. Shaw. 1983. The effect of drop speed, size and surfactant on the deposition of spray on barley and radish or mustard. Pestic. Sci. 14: 659-665.
19. Zabkiewicz, J. A., R. E. Gaskin and J. M. Balneaves. 1985. Effect of additives on foliar wetting and uptake of glyphosate into gorse (*Ulex europaeus*). Application and Biology (edited by Southcombe, E. S. E.), Croydon, UK; BCPC Publications 127-134.