

藥用植物 地黃의 paraquat에 대한 抵抗性

金鍾奭* · 全載哲**

Resistance of the medicinal plant Jiwhang (*Rehmannia glutinosa*) on paraquat

Kim, J.S* and J.C. Chun**

ABSTRACT

Response of medicinal plants(58 species in 28 families) cultivated or naturally grown in Korea on paraquat (1, 1'-dimethyl-4, 4'-bipyridinium ion) was determined. All the plants, except for Jiwhang(*Rehmannia glutinosa* Liboch.) were killed by paraquat at 0.8kg ha⁻¹. Jiwhang showed a great resistance to paraquat. The phytotoxic effect did not occur in Jiwhang with paraquat applied at 3.2kg ha⁻¹. Only 10% growth inhibition of Jiwhang was obtained at 4.8kg ha⁻¹. Normal growth of Jiwhang also occurred when at 0.8kg ha⁻¹ of paraquat different application dates from 2 leaf stage(LS) to 8 LS and/or five-repeated applications at 20-day intervals starting from 3 LS were employed. However, Jiwhang was completely killed by glyphosate[N-(phosphonomethyl) glycine], 2, 4-D[2, 4-dichlorophenoxy) acetic acid], and dicamba[3, 6-dichloro-2-methoxy benzoic acid]+2, 4-D at the respective recommended rates.

Key words : Jiwhang, *Rehmannia glutinosa*, medicinal plant, paraquat.

摘 要

非選擇性 莖葉處理型 除草劑인 paraquat는綠色을 띠는 모든 植物體를 48시간 이내에 枯死시킬 수 있는 續效性으로 低價이기 때문에 全世界의 農耕地나 非農耕地에서 가장 많이 사용되고 있는 除草劑 中の 하나이다. 그동안 paraquat의 連用으로 인하여 paraquat에 대한 抵抗性 植物들이 作物이나 雜草 가운데서 發見되어 作用機作에 대한 많은 研究 結果들이 報告되었다^{6,7,9,12}). Tucker와 Powles¹²)는 alfalfa 草地에서 發生되는 Hare barley를 24년동안 계속해서 paraquat를 처리한 다음 選拔된 개체는 800g ha⁻¹에서도 生存되었지만, paraquat가 連用되지 않은 똑같은 種子로 부터의 個體는 57g ha⁻¹에서도 50% 以上 枯死되어 藥劑에 대한 抵抗性的의 發

現이 있음을 報告하였다. 이러한 抵抗性的의 機作은 superoxide anion(O₂⁻)을 抵抗性 植物體에서 生成된 superoxide dismutase(SOD)가 分解시키기 때문인 것으로 報告되었다^{4,5}).

最近까지 全世界的으로 paraquat에 저항성이 가장 강한 植物로는 800g ha⁻¹ paraquat에서 生存된 Hare barley로 報告되었으며¹²), 이 以外에 報告된 모든 抵抗性 植物들도 주로 작물과 잡초⁷) 가운데서 발견되었지만 藥用植物에 대해서는 全無하였다. 한편 이러한 抵抗性 植物에 대한 研究를 통하여 paraquat에 대한 抵抗性 遺傳子를 栽培種에 交雜 또는 細胞融合을 시켜서 抵抗性 植物을 育成함으로써 生育期間中 paraquat의 處理로도 效果的인 雜草防除 效果를 얻어 農業生産性을 極大化시킬 수 있는 방안 등이 검토되고 있기도 하다.

따라서 著者は 보다 더 뚜렷한 抵抗性 植物을

* 全州又石大學校 農學科 Dept. of Agronomy, Chonju Woosuk Univ. Chonju 565-800, Korea.

** 全北大學校 農科大學 農化學科 Dept. of Agricultural Chemistry, Jeonbug National Univ. Chonju 560-756, Korea. <1992. 10. 15 接受>

찾기 위하여 1988년 부터 우리나라에서栽培 또는 自生하는 藥用植物을 대상으로 paraquat 抵抗性 種을 選拔하는 과정에서 地黃의 選擇性을 發見하여 이를 基礎로 한 그 동안의 研究 結果를 보고한다.

材料 및 方法

選拔實驗

우리나라에서 栽培되거나 自生하는 藥用植物 28科 58種(表 1)을 1988년부터 1989년까지 paraquat 735g ha⁻¹ 水準의 撒布를 種當 4반부 이상 實施하였다. 處理時期는 供試 藥用植物의 4~6葉期에 撒布하여 處理後 5日(DAT) 및 15日에 觀察에 의해서 藥害를 評價하였다.

Paraquat에 대한 地黃의 反應

1990年 3月부터 11月까지 全州又石大學校 實習 農場에서 遂行하였으며 供試 品種은 藥草栽培農家로부터 入手한 赤地黃을 1990年 3月25日에 塊根의 길이 3~6cm 두께 3~6mm를 選別하여¹⁰⁾ 40株 m⁻²의 栽培密度로 定植하였다. 出芽를 促進시키기 위해서 定植 후 透明 polyethylene film (PE)으로 被覆을 한 後에 2葉期에 PE를 除去하였다. 試驗區는 50株를 處理區로 하여 亂塊法 3 反復으로 實施하였다. 本 圃場의 優占 雜草는 명아주(*Chenopodium album*), 바랭이(*Digitaria sanguinalis*), 쇠비름(*Protulaca oleracea*), 방동사니(*Cyperus amuricus*), 닭의장풀(*Commelina communis*), 개풀(*Acalypha australis*)의 順이었다.

施肥量(kg/10a)은 乾燥鷄糞 200, 消石灰 150, 園藝用 複合肥料 N-P₂O₅-K₂O=12-8-8를 全量 基肥로 全面撒布한 後 10日 間隔으로 2회 耕耘한 다음 3月 22日에 土壤殺蟲劑 ethoprophos (O-ethyl-S, S-dipropyl phosphorodithioate)를 撒布한 後, 耕耘整地하여 畦幅 120cm, 畦 30cm로 만들어 定植하였다. 處理藥量 試驗은 0~8kg ha⁻¹ paraquat 水準으로 地黃 4~5葉期에 撒布하였고 反復處理 試驗은 0.8ha⁻¹ 水準으로 地黃 3~4葉期에 1回 處理하고 20日 間隔으로 2, 3, 4 및 5回 反復 撒布하여 無處理區와 대조 評價하였다. 初期 藥害는 5DAT, 20DAT에 10段階 評價法(0~9)에 따라서 觀察에 의해서 調査하였고, 生

育은 定植 135日 後에 草長, 葉數 그리고 乾物重을 調査하였으며 其他 栽培管理는 慣行法에 準하였다.

他 除草劑에 대한 地黃의 反應

Paraquat와 作用機作이 다른 除草劑로써 2, 4-D 280g ha⁻¹, dicamba + 2, 4-D 155 + 312 g ha⁻¹ 그리고 glyphosate 450g ha⁻¹를 地黃 4~5葉期에 處理하여 paraquat 800g ha⁻¹에 의한 反應과 대조 평가하였다.

結果 및 考察

藥用植物類의 反應

Paraquat는 一般의으로 田作에 있어서 作物의 播種前 또는 발육의 雜草防除의 目的으로 使用되지만 藥用植物의 栽培에 있어서는 特히 出芽期間이 긴 種들에 대해서는 播種 後 雜草防除에 使用되는 경우도 있다. 예를들면 3月 中旬에 播種하는 當歸²⁾는 出芽期間이 30日 程度이기 때문에 出芽 以前에 雜草防除가 이뤄지지 않는다면 雜草의 競合으로 因하여 當歸種子가 發芽되지 않으며, 혹시 出芽가 되었더라도 生存하지 못한다⁸⁾. 또한 地黃은 南部 地方에서 길이 3~6cm, 두께 3~6mm의 塊根을 3月 中旬에 定植하여 透明 PE 被覆 栽培를 하는 것이 慣行이며 보통 定植 18日 後에 出芽된다. 따라서 透明 PE 被覆은 出芽期間을 短縮시키는 잇점뿐만 아니라 雜草發生을 促進하여 PE 被覆 12日 後에는 바랭이, 명아주 등의 優占雜草가 土壤全面을 被覆하기 때문에 地黃의 出芽時에 透明 PE를 除去한 後 莖葉處理에 의한 雜草防除가 必須의 狀況이다.

著者들은 藥草栽培時 paraquat의 生育期 處理方法 確立을 目的으로 一次的으로 澤瀉를 비롯한 57種의 藥草를 對象으로 抵抗性 檢定을 實施한 結果 paraquat 處理 後 5日에 地黃을 除外한 全草種의 完全 枯死을 確認하였다(表 1). 즉 白芷, 防風 그리고 當歸 등의 一年生 藥草는 3~4日內에 枯死되었으며, 獨活, 牛膝 그리고 澤瀉 등의 多年生 藥草의 경우 直接 接觸된 莖葉들은 完全히 枯死되었지만, paraquat 處理 以後에 發生되는 莖葉에 대해서는 影響을 미치지 못하였다. 그러나 地黃에 있어서는 paraquat 處理後에도 아무런 藥害 症狀 없이 正常的으로 生育되는 現象

Table 1. Phytotoxic injury caused by paraquat in medicinal plants cultivated and naturally grown in Korea.

Class	Korean name	Scientific name	Injury (0~9) ¹⁾
Alismataceae	澤瀉	<i>Alisma canaliculatum</i> ALL. Br. et BOUCHE	9
Anacardiaceae	乾漆	<i>Rhus verniciflua</i> STOKES	9
Amaranthaceae	牛膝	<i>Achyranthes bidentata</i> BL. = <i>A. Japonica</i> (MIQ.) NAKAI	9
Araliaceae	獨活	<i>Aralia cordata</i> THUNB. = <i>A. continentalis</i> KITABAWA	9
	人參	<i>Panax schinseng</i> NESS. = <i>P. ginseung</i> C. A. MEYER.	9
Campanulaceae	桔梗	<i>Platycodon grandiflorum</i> (JACQ.) A. DC.	9
	蔓萼	<i>Codonopsis pilosula</i> NANNF	9
	沙萼	<i>Adenophora triphylla</i> Var. <i>japonica</i> HAEA.	9
Compositae	艾葉	<i>Artemisiae lavandulaefolia</i> D.C	9
	蒼朮	<i>Atractylodes japonica</i> KOIDZ. et KITAM.	9
	青蒿	<i>Artemisia apiacea</i> HANCE	9
	茵陳	<i>Artemisia capillaris</i> THUNB	9
Cornaceae	山茱萸	<i>Cornus officinalis</i> SIEB. et Zucc.	9
Cyperaceae	香附子	<i>Cyperus rotundus</i> L.	9
Dioscoreaceae	山藥	<i>Dioscorea batatas</i> DECAISNE	9
Eucommiaceae	杜仲	<i>Eucommia ulmoides</i> OLIVER.	9
Gramineae	蘆根	<i>Phragmites communis</i> TRIN.	9
	苧苧	<i>Coix lachryma-jobi</i> L.	9
	薏苡仁	<i>C. lachryma-jobi</i> (L.) var. <i>mayuen</i> (ROMAN.) STAPP.	9
Juncaceae	燈心草	<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> BUCHEN	9
Labiatae	夏枯草	<i>Pruella vulgaris</i> var. <i>decipiens</i> NAKAI	9
	益母草	<i>Leonurus sibiricus</i> L.	9
	薄荷	<i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i> MAK.	9
	荊芥	<i>Schizonepeta tenuifolia</i> var. <i>japonica</i> KITAG.	9
	黃芩	<i>Scutellaria baikalensis</i> GEORGI.	9
	紫蘇	<i>Perilla frutescens</i> (L.) BRITTON var. <i>acuta</i> (THUNB.) KUDO.	9
Lardizabalaceae	木通	<i>Akebia quinata</i> DECNE.	9
Leguminosae	甘草	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> FISCH	9
	決明子	<i>Cassia tora</i> L.	9
	黃芩	<i>Astragalus membranaceus</i> BUNGE	9
	葛根	<i>Pueraria thunbergiana</i> BENTH	9
Liliaceae	百合	<i>Lilium longiflorum</i> THUNB.	9
	黃精	<i>Polygonatum sibiricum</i> REDOUTE	9
	麥門冬	<i>Ophiopogon japonicus</i> KER-GAWL.	9
	知母	<i>Anemarrhena asphodeloides</i> BGE.	9
Magnoliaceae	五味子	<i>Schizandra chinensis</i> BAILL.	9
Nymphaeaceae	蓮子芯	<i>Nelumbo nucifera</i> GAERTN.	9
Oleaceae	連翹	<i>Forsythia koreana</i> NAKAI.	9
Orchidaceae	石斛	<i>Dendrobium moniliforme</i> (L.) Sw.	9
Polygonaceae	何首烏	<i>Polygonum multiflorum</i> THUNBOERG	9
	大黃	<i>Rheum coreanum</i> NAKAI.	9
Ranunculaceae	牡丹	<i>Paeonia suffruticosa</i> ANDR. = <i>P. moutan</i> SIMS.	9
	芍藥	<i>Paeonia lactiflora</i> PALL.	9
	赤芍藥	<i>Paeonia japonica</i> MIYABE. et TAKEDA.	9
Rubiaceae	梔子	<i>Gardenia jasminoides</i> ELLIS	9
Saururaceae	魚腥草	<i>Houttuynia cordata</i> THUNB.	9
Scrophulariaceae	地黃	<i>Rehmannia glutinosa</i> LIBOCH	0
	玄蔘	<i>Scrophularia buergeriana</i> MIQ	9
Solanaceae	枸杞子	<i>Lycium chinense</i> MILLER.	9
Umbelliferae	藜蘆	<i>Ligusticum tenuissimum</i> KITAG. = <i>Angelica tenuissima</i> NAKAI.	9
	白芷	<i>Angelica dahurica</i> (FISCH.) BENTH. et HOOKER	9
	防風	<i>Ledebouriella divaricate</i> (TURCZ.) UEKI = <i>Saposhnikovia divaricate</i> (TURCZ) SCHISCHK = <i>Siler divaricatum</i> (T.) BENTH. et HOOK	9
	柴胡	<i>Bupleurum chinense</i> DC.	9
		<i>B. scorzoniferolium</i> WILLD (참시호)	
		<i>B. longiradiatum</i> TURCZ (개시호)	
	當歸	<i>Angelica gigas</i> NAKAI.	9
		<i>Ligusticum acutilobum</i> S. et Z	
	土川芎	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	9
	日川芎	<i>Angelica genuflexa</i> NUTT	9
	羌活	<i>Ostericum koeanum</i> (MAX.) KITAGAWA.	9
Zingiberaceae	生薑	<i>Zingiber officinale</i> ROSC.	9

¹⁾ Injury rating : 0 no injury, 9 completely killed.

이 觀察되어 地黃이 paraquat에 대하여 高度의 選擇性이 있음을 認知하였다. 그 동안 paraquat에 對한 抵抗性 植物의 많은 研究 結果가 報告되었지만 주로 作物이나 雜草⁷⁾ 가운데서 選拔되어진 것이 대부분으로 地黃에 대한 研究 結果는 없었던 實情이었다.

Paraquat에 對한 地黃의 反應

地黃의 paraquat에 對한 選擇性의 程度를 糾明하고자 paraquat의 處理藥量을 달리하여 地黃 4~5葉期에 處理한 結果를 表 2에 나타내었다. 推薦量 0.8kg ha⁻¹ 處理에 있어서 地黃은 無處理區와 같이 正常的인 生育을 하였고, 施肥量의 2~3倍 處理 比率에서는 初期에 10%程度의 경미한 生育抑制 現狀을 보였지만 30日 後에는 完全히 回復되었다. 한편 4.0 및 4.8kg ha⁻¹ 處理區는 初期藥害가 45日 後까지도 生育抑制 效果가 持續되었지만 藥害는 10% 程度만을 나타내었으며, 8kg ha⁻¹ 處理 水準이 되어서야 完全枯死를 보였다.

지금까지 報告된 paraquat에 對한 모든 抵抗性 植物들은 paraquat의 連用期間 및 年中 處理 횟수가 正比例하여 抵抗性의 程度가 增加되었고 같은 種이라도 paraquat가 處理되지 않은 種은 여전히 感受性으로 남아 있는 것¹⁾으로 알려졌다. Tucker와 Powles¹²⁾는 alfalfa 圃場에서 發生되는 Hare barley에 paraquat를 24年동안 處理한 結果 0.8kg ha⁻¹ 水準의 抵抗性이 認定되었으며,

Watanabe 등¹³⁾은 뽕나무 圃場에 發生되는 대구망초(*Erigeron philadelphicus* L.)에 paraquat를 年中 2~3회에 걸쳐 5~6年 동안 連用한 結果 感受性에 比하여 50~100倍의 抵抗性이 增加되었다고 報告하였다. 이와같이 paraquat의 連用으로 因하여 誘發되는 抵抗性에 대하여 Itoh 및 Miyahara⁶⁾는 대구망초의 抵抗性(R)과 感受性(S)의 交雜試驗 結果 單性 優性 遺傳子의 作用으로 解析되어 獲得形質³⁾의 遺傳子가 發生된 것으로 보고하였다. 그러나 地黃은 paraquat의 連用이나 野生種에 關係없이 推薦量의 4倍量에서도 正常的인 生育을 나타냈기 때문에 paraquat에 대한 本質的인 生理的 選擇性이 있음을 示唆하였다.

Paraquat 處理量이 地黃 生育에 미치는 影響은 推薦量 0.8kg ha⁻¹ 以下에서는 無處理와 마찬가지로 正常的인 生育을 보였으며 2~4倍量까지는 15DAT에서 葉數에는 아무런 影響을 받지 않았지만 草長에서는 다소 抑制되는 傾向이 있으나 70日 後에는 完全히 回復되었다(表 2). 5倍量 以上에서는 初期藥害 症狀이 完全히 回復되지 못하여 草長과 乾物重이 無處理에 比하여 10% 程度의 抑制 效果를 나타내었다.

별도의 處理期間 및 處理 횟수별 paraquat의 試驗結果 處理間 有意性은 전혀 認定되지 않았다(資料題示 省略). 즉 paraquat의 推薦量, 0.8kg ha⁻¹을 地黃의 3, 4, 5, 6, 7 그리고 8葉期에 各各 處理한 結果 葉期에 關係없이 處理間 有意

Table 2. Effect of paraquat on phytotoxic injury and plant growth of *Rehmannia glutinosa*.

Treatment (kg ai ha ⁻¹)	Plant injury (0~9) ¹⁾		Number of leaves (No./plant)	Plant height (cm)	Dry weight (g/plant)
	15DAT	45DAT			
0	-	-	12	14.6 a ²⁾	2.7 a
0.4	0	0	13	15.0 a	2.7 a
0.8	0	0	12	14.6 a	2.7 a
1.6	1	0	12	14.1 a	2.6 a
2.4	1	0	12	14.2 a	2.5 a
3.2	2	0	12	13.8 a	2.5 a
4.0	2	1	11	12.8 b	2.1 b
4.8	3	1	11	12.6 b	2.1 b
6.0	4	4	8	10.2 c	1.2 c
7.0	8	6	5	6.4 c	0.8 c
8.0	9	9	0	0 c	0 d

¹⁾ Injury rating : 0 no injury, 9 completely killed, DAT : days after treatment.

²⁾ In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Effect of foliage herbicides on the survival of *Rehmannia glutinosa*.

Herbicide	Application rate (g ai ha ⁻¹)	Percent survival (15 DAT) ¹⁾
Paraquat	800	100
2, 4-D	280	0
Dicamba+2, 4-D	155+312	0
Glyphosate	450	0

¹⁾DAT : days after treatment.

성이 認定되지 않았다. 또한 paraquat의 反復處理에 對한 地黃의 反應을 調査하고자 3葉期에 1回 撒布한 後 20日 間隔으로 2, 3, 4 그리고 5回에 걸쳐 各各 處理한 結果 5回의 反復處理에서도 正常的인 生育을 나타냈다.

以上的 結果를 要約하면 paraquat에 대하여 地黃이 完全 抵抗性을 나타내는 處理藥量의 限界는 3.2kg ha⁻¹ 이었으며, paraquat 0.8kg ha⁻¹의 處理에 있어서는 地黃의 藥期와 5回 反復處理에 關係없이 無處理와 마찬가지로 正常的인 生育을 나타내었다.

他 除草劑에 대한 地黃의 反應

地黃은 glyphosate, 2, 4-D, 그리고 dicamba+2, 4-D 推薦 處理藥量 水準에서 處理 15日 後에 完全히 枯死되었지만, paraquat 0.8kg ha⁻¹ 處理에서는 正常的인 生育을 나타내었다(表 3). 그러므로 地黃은 供試 다른 除草劑에 대한 抵抗性은 전혀 없었으며 단지 paraquat에서만 抵抗性을 보이고 있음이 確認되었다. 지금까지 알려진 paraquat에 대한 抵抗性은 大部分 除草劑의 連用으로 因하여 群落으로부터 選拔되어졌고, 先天的인 抵抗性 遺傳子에 의해서 誘發된다는 研究報告는 전혀 없었다. 그러나 自生하는 地黃이 paraquat 推薦量의 4倍量인 3.2kg ha⁻¹ 水準에서도 無處理와 거의 비슷한 生育을 나타낸 것은 生理的인 選擇性 遺傳子의 存在를 強力히 示唆한 것으로 생각된다. 따라서 이후 地黃의 paraquat에 대한 選擇性 作用機作을 밝히는 것이 重要한 課題로서 繼續的인 研究가 現在 進行中에 있다.

摘 要

우리나라에서 栽培되거나 自生하는 藥用植物 28科 58種에 대해서 paraquat 推薦量 0.8kg

ha⁻¹에 대한 抵抗性을 檢定하고, 地黃에 대한 paraquat의 藥量別, 處理 時期 및 畝수별, 그리고 他 除草劑들에 대한 影響을 調査하였다.

1. 58種의 藥用植物中 paraquat에 抵抗性을 보인 種은 地黃뿐이었다.
2. 地黃은 paraquat 推薦量의 4倍量인 3.2kg ha⁻¹處理에서 無處理와 거의 비슷한 生育을 나타냈으며, 4.8kg ha⁻¹에서도 10% 程度의 生育抑制를 보였다. 또한 推薦量 0.8kg ha⁻¹ 處理는 2~8葉期까지 地黃의 藥期에 關係없이, 또한 3葉期부터 20日 間隔의 5回 反復處理에서도 正常的인 生育을 나타냈다.
3. 地黃은 glyphosate, 2, 4-D, dicamba+2, 4-D의 推薦量 水準 處理에서는 完全히 枯死되었지만, paraquat 0.8kg ha⁻¹ 處理에서는 正常的인 生育을 나타내어 生理的인 選擇性이 있음을 나타내었다.

參 考 文 獻

1. Asano, H. 1990. Movement of paraquat in excised leaves of resistant and susceptible biotype of *Erigeron philadelphicus* L. Weed Res. Jap. 35 : 20-24.
2. 趙善行·金基駿. 1991. 根頭莖의 크기와 施肥가 當歸의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓作誌 36(3) : 254-258.
3. Gressel, J. and L. A. Segel. 1978. The paucity of plants evolving genetic resistance to herbicides: Possible reasons and implications. J. Theor. Biol. 75 : 349-372.
4. Harper, D. B. and B. M. Harvey. 1978. Mechanism of paraquat tolerance in perennial ryegrass. II. Role of superoxide dismutase, catalase and peroxidase. Plant, Cell and Environment 1 : 211-215.
5. Harvey, B. M. R., J. Muldoon and H. B.

- Harper. 1978. Mechanism of paraquat tolerance in perennial ryegrass. I. Uptake, metabolism and translocation of paraquat. *Plant, Cell and Environment*. 1 : 203-209.
6. Itoh, K and M. Miyahara. 1984. Inheritance of paraquat resistance in *Erigeron philadelphicus* L. *Weed Res. Jap.* 29(4) : 301-307.
7. 金吉雄·金達雄·權純泰. 1986. 農藥(除草劑) paraquat에 대한 抵抗性 植物體 選拔育成. 第1報 Paraquat에 대한 植物의 耐性機作, 韓雜草誌 6(2) : 191-200.
8. 金鍾奭·金載哲·成洛戌. 1992. 耆當歸 直播 栽培에 있어서 除草劑에 의한 雜草防除. 韓雜草誌 12(2) : 183~187.
9. Powles, S. B. 1986. Appearance of a biotype of the weed *Hordeum glaucum* Steud., resistant to the herbicide paraquat. *Weed Res.* 26 : 167-172.
10. 柳洙烈. 1992. 약초재배. 五星出版社. pp. 139-145.
11. 辛民教. 1992. 原色臨床本草學 - 著名處方編 - 永林出版社. pp.165-718.
12. Tucker, E. S. and S. B. Powles. 1991. A biotype of Hare Barley(*Hordeum leborinum*) resistant to paraquat and diquat. *Weed Sci.* 39 : 159-162.
13. Watanabe, Y., H. K. Ito, and M. Miyahara. 1982. Paraquat resistance in *Erigeron philadelphicus* L. *Weed Res. Jap.* 27 : 49-54.