

지황과 황기의 화학적 잡초 방제

김영국*·방진기*·유홍섭*·성낙술*

Chemical Weed Control in *Rehmannia glutinosa* and *Astragalus membranaceus*

Young Guk Kim*, Jin Ki Bang*, Hong Sub Yu* and Nak Sul Seong*

ABSTRACT : This study was conducted to develop labor-saving cultural techniques for weed control using herbicides in *Rehmannia glutinosa* and *Astragalus membranaceus*. Napropamide, linuron (preemergence) and paraquat(postemergence) showed significant herbicidal effects. At the same time they did not turn out to be harmful to the growth of *Rehmannia glutinosa*. The yield of *Rehmannia glutinosa* treated with paraquat was higher than that of the untreated. Napropamide showed significant herbicidal effect without harmful effects to the growth of *Astragalus membranaceus*. Ethalfluralin and metolachlor, however, were slightly harmful. The yield of *Astragalus membranaceus* was highest with napropamide.

Key words : Weed control, Herbicides, *Rehmannia glutinosa*, *Astragalus membranaceus*.

서 언

최근 약용작물의 재배면적이 증가되면서 노력절감 및 생산비를 줄일 수 있는 생력화재배에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 그러나 약제를 이용한 생력화 재배는 거의 이루어지지 않았는데 그 이유는 약용작물이 한약재로 쓰이기 때문에 이전부터 약생식물을 많이 채취하여 이용하였으므로 농약을 이용하지 않아야 된다고 인식되어 왔다. 그러나 지금은 한약재의 수요가 증가되고 소득작물로 재배화됨으로써 노동력부족 대체 및 수량증대를 위해 재배농가에서 타작물 적용 제초제나 살균·살충제를 사용하고 있는 실정이다. 특히 황기는 '97년 약용작물 전체 재배면적 13,600ha의 13%인

1,809ha를 차지하는 중요한 작물로서 제초제를 이용한 잡초방제의 생력화는 연구되지 않았고, 지황도 마찬가지로 수입대체작물로 재배면적이 '97년 91ha 정도인데, 앞으로 계속 증가될 전망이나 적합한 제초제 선발에 대한 연구가 되고있지 않다. 따라서 황기, 지황에 적합한 제초제를 선발하여 잡초방제 노력과 생산비를 줄이고 농가소득을 향상시키고자 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 '96~'97년 2년간에 걸쳐 작물시험장 약용작물 포장에서 시험하였다. 지황은 재래종을 공시하여 '96년 4월 11일과 '97년 4월 16일에 정식하였고, 황기는 정선재래종을 공시하여 '96년 4월

* 작물시험장(National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441 - 100, Korea)

9일과 '97년 4월 10일에 파종하였다. 제초제 처리는 지황에는 약효시험으로 토양 처리제 Alachlor (0.9kg ai/ha), Napropamide (1.3kg ai/ha), Metolachlor (1.2kg ai/ha), Linuron (0.5kg ai/ha), Pendimethalin (1.0kg ai/ha)을 정식 직후 살포하였고, 경엽 처리제로서 Paraquat (0.8kg ai/ha)를 정식후 3엽기부터 20일 간격 5회 살포하였다. 약해 시험으로 각 처리약제의 배량을 살포하였고, 약효 및 약해시험 모두 10a당 약제 회석 살포량은 토양 처리제 100 l, 경엽처리제 130 l을 살포하였다. 황기는 약효시험으로 토양 처리제 Pendimethalin (1.0kg ai/ha), Ethalfluralin (1.1kg ai/ha), Metolachlor (1.2kg ai/ha), Pendimethalin + Linuron (0.6kg ai/ha), Metolachlor + Prometron (0.7kg ai/ha), Butachlor (1.8kg ai/ha), Napropamide (1.3kg ai/ha)를 파종 직후 살포하였다. 약해시험은 약효시험의 배량을 살포하였으며 10a 당 회석 살포량은 100 l를 살포하였다. 재배기간 중의 관리는 작물시험장 특용작물과 표준재배법에 준하였으며, 수확은 지황을 '96년 10월 28일과 '97년 11월 3일에 수확하였고 황기는 '96년 11월 5일과 '97년 11월 6일에 수확하였다. 주요 조사 항목은 지황과 황기의 출아율과 손제초구의 잡초방제 시기 (지황 정식후 50일, 황기 파종후 45일)에

잡초발생량을 조사하였다. 약해는 품목고시 시험의 약해 조사기준에 준하여 약제처리후 작물의 출현기 및 생육기간중 수시로 조사하였고 약해정도는 약해조사기준에 따라 (0~9등급) 달관조사하였다. 그리고 생육 중기와 후기의 생육상태 및 수확기의 수량을 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 지 황

지황을 정식후 토양처리제 Alachlor 등 5약제와 경엽처리제인 Paraquat를 처리한 결과(표 1) 일년생 잡초의 방제가는 대비구에 비해 Linuron이 87%로 가장 낮았고 Metolachlor는 99%로 가장 높은 방제가를 보였으며 나머지 3약제는 90%이상이었다. 경엽처리제 Paraquat를 제외한 토양처리형 제초제는 1년생 잡초방제 약제로서 다년생 잡초에는 거의 방제효과가 없었다. 경엽처리제인 Paraquat는 일년생 잡초의 방제가는 96%였고 다년생 잡초는 100%로 방제가가 가장 높았다.

지황에 제초제 처리시 약해정도는 표 2에서와 같이 중기(정식후 70일) 생육상태를 보면 Alachlor, Metolachlor, Pendimethalin은 출아가 억제되어 약해가 7~9로 나타나 생육에 큰 지장을 초래하였고

Table 1. Effects of herbicides on weed control¹⁾ in *Rehmannia glutinosa*.

Herbicides	Application rate (kg ai/ha)	Annual weeds ¹⁾			Perennial weeds ²⁾			Total		
		No. of weeds (pl./m ²)	Dry weight (g/m ²)	Control efficacy (%)	No. of weeds (pl./m ²)	Dry weight (g/m ²)	Control efficacy (%)	No. of weeds (pl./m ²)	Dry weight (g/m ²)	Control efficacy (%)
Alachlor	0.9	6.8	4.87 ^{b3)}	96	1.2	0.36 ^b	97	8.0	5.23 ^c	96
Metolachlor	1.2	1.2	0.47 ^b	99	6.8	5.72 ^{ab}	50	8.0	6.19 ^c	96
Napropamide	1.3	8.0	13.58 ^b	90	28.6	12.99 ^{ab}	0	36.6	26.57 ^c	82
Linuron	0.5	37.4	7.46 ^b	87	12.8	15.82 ^{ab}	0	50.2	23.28 ^b	84
Pendimethalin	1.0	6.8	2.00 ^b	95	21.2	26.32 ^a	0	28.0	28.32 ^{bc}	81
Paraquat	0.8	10.8	5.98 ^b	96	0	0 ^b	100	10.8	5.98 ^c	96
Non-treatment	-	279.2	137.57 ^a	0	28.4	11.55 ^{ab}	0	307.6	149.12 ^a	0

¹⁾ *Digitaria sanguinalis*(67%), *Portulaca oleracea*(10%), etc. 13 species.

²⁾ *Calystegia japonica*(92%), *Capsella bursa-pastoris*(6%), etc. 7 species.

³⁾ Means with the same letters in a column are not significantly different at the 5% level.

⁴⁾ Evaluated 50 days after planting.

Table 2. Seedling emergence rate and growth characteristics in mid-growth stage (95 days after planting) of *Rehmannia glutinosa* treated with herbicides.

Herbicides	Application rate (kg ai/ha)		Seedling emergence rate (%)		Seedling stand (no./m ²)		Plant height (cm)		No. of leaves		Chemical injury (0~9) ³⁾	
	R ¹⁾	D ²⁾	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
Alachlor	0.9	1.8	48	40	8.7	7.3	7.6	6.2	9.9	8.0	6	7
Metolachlor	1.2	2.4	49	9	9.0	1.7	5.9	2.1	9.5	5.1	1	7
Napropamide	1.3	2.6	100	100	19.5	19.2	11.3	11.1	15.4	14.6	0	0
Linuron	0.5	1.0	100	100	18.4	18.5	11.1	11.0	14.7	14.4	0	0
Pendimethalin	1.0	2.0	71	44	13.0	8.0	11.3	6.1	14.9	12.7	5	9
Paraquat	0.8	1.6	100	100	18.5	18.4	11.1	9.5	15.4	14.3	0	0
Hand weeding	-	-	100	-	18.2	-	11.1	-	14.1	-	-	-

¹⁾ Recommended application rate.

²⁾ 2 × recommended application rate.

³⁾ 0 = No injury, 9 = Complete death.

Napropamide와 Linuron은 약해가 나타나지 않았으며 입모수, 초장, 엽수 등의 생육상태가 손제초구에 비해 큰 차이가 없었다. 경엽처리제인 Paraquat도 약해가 없었으며 생육도 양호하였다.

제초제를 처리후 지황의 후기 생육 및 수량을 표 3에서 보면 약해가 없는 경엽처리제인 Paraquat 가 수량이 524kg/10a으로 손제초구의 509kg/10a와 큰 차이 없었고 Napropamide는 515kg/10a이었다. Linuron은 약해는 없었지만 수량은 478kg/10a으로 손제초구에 비해 약간 떨어지는 경향이였다. 나머지 3약제는 약해를 받아 손제초구에 비해 수량이 크게 감소되었다.

Kim & Chun (1992)은 58종의 약용식물중 Paraquat에 저항성을 보인 좋은 지황 뿐이었고 Paraquat 추천량의 4배량인 3.2kg/ha처리에서 무처리와 거의 비슷한 생육을 나타냈으며 4.8kg/ha에서도 10%정도의 생육억제를 보였다고 하였으며 또한 3엽기부터 20일 간격 5회 반복 처리에서도 정상적인 생육을 나타냈다고 하였다. 그리고 Glyphosate, 2,4-D, Dicamba + 2,4-D의 추천량 수준 처리에서는 완전히 고사되었지만 Paraquat 0.8kg/ha처리에서는 정상적인 생육을 나타내어 생리적인 선택성이 있다고 하였다. 지금까지 보고된 Paraquat에 대한 저항성 식물들은 Paraquat의

Table 3. Yield and growth characteristics at harvesting stage (201 days after planting) of *Rehmannia glutinosa* treated with herbicides.

Herbicides	Application rate (kg ai/ha)	Plant height (cm)	Width of leaves (cm)	No. of leaves (no./plant)	Yield (kg/10a)	
					Root weight	Index
Alachlor	0.9	12.1	4.1	20.1	165 ^{c1)}	32
Metolachlor	1.2	11.0	3.9	20.0	192 ^{bc}	37
Napropamide	1.3	9.8	3.2	17.4	515 ^a	101
Linuron	0.5	10.4	3.4	19.8	478 ^a	94
Pendimethalin	1.0	11.1	3.6	20.0	234 ^b	46
Paraquat	0.8	10.7	3.4	17.4	524 ^a	103
Hand weeding	-	10.2	3.2	17.7	509 ^a	100

¹⁾ Means with the same letters in a column are not significantly different at the 5% level.

Table 4. Effects of herbicides on weed control⁴⁾ in *Astragalus membranaceus*.

Herbicides	Application rate (kg ai/ha)	Annual weeds ¹⁾			Perennial weeds ²⁾			Total		
		No. of weeds (pl./m ²)	Dry weight (g/m ²)	Control efficacy (%)	No. of weeds (pl./m ²)	Dry weight (g/m ²)	Control efficacy (%)	No. of weeds (pl./m ²)	Dry weight (g/m ²)	Control efficacy (%)
Pendimethalin	1.0	18.4	1.65 ^{h3)}	98	10.4	1.93 ^{ab}	45	28.8	3.58 ^b	95
Ethalfuralin	1.1	12.0	2.08 ^b	97	4.6	2.58 ^{ab}	27	16.6	4.66 ^b	94
Metolachlor	1.2	1.9	0.42 ^b	99	5.4	3.28 ^{ab}	7	7.3	3.70 ^b	95
Pendimethalin + Linuron	0.6	0	0 ^b	100	13.6	1.84 ^{ab}	48	13.6	1.84 ^b	98
Metolachlor + Prometryn	0.7	2.4	0.48 ^b	99	0	0 ^b	100	2.4	0.48 ^b	99
Butachlor	1.8	4.0	3.85 ^b	95	8.0	8.12 ^a	0	12.0	11.97 ^b	85
Napropamide	1.3	8.0	9.53 ^b	87	2.7	5.17 ^{ab}	0	10.7	14.70 ^b	81
Non-treatment	-	68.8	74.89 ^a	0	18.0	3.54 ^{ab}	0	86.8	78.43 ^a	0

¹⁾ *Portulaca oleracea* (52%), *Amaranthus lividus* (12%), etc. 11 species.

²⁾ *Capsella bursa-pastoris* (51%), *Calystegia japonica* (35%), etc. 5species.

³⁾ Means with the same letters in a column are not significantly different at the 5% level.

⁴⁾ Evaluated 45 days after seeding.

연용기간 및 처리횟수와 정비례하여 저항성 정도가 증가되었고 같은 종이라도 Paraquat가 처리되지 않은 종은 감수성으로 남아 있다고 Asano (1990)가 보고하였다. Watanabe 등 (1982)은 뽕나무 포장에서 발생하는 대구만초 (*Erigeron philadelphicus* L.)에 Paraquat를 매년 2~3회씩 5~6년 동안 연용한 결과 50~100배의 저항성이 증가되었다고 보고하였으며, Tucker와 Powles (1991)은 alfalfa 포장에서 발생하는 Hare barley에 Paraquat를 24년 동안 처리한 결과 0.8kg/ha 수준의 저항성이 인정되었다고 보고하였다. Kim 등 (1992)은 Paraquat를 당귀 직파재배시 출아직전인 파종후 23일 처리구에서 98%의 출아율과 91%의 방제효과가 있었다고 보고하였다.

2. 황기

황기를 파종하고 토양처리제 Pendimethalin 등 7종의 제초제를 적량 처리한 결과 표 4에서와 같이 일년생 잡초의 방제효과는 손제초구에 비해 87% 이상이었다. 대비구(손제초구)에서 발생한 일년생 잡초로는 쇠비름 등 12종이었는데 Pendimethalin + Linuron구가 잡초방제가 100%로 가장 우수하였

고 Napropamide처리구가 87%로 가장 낮은 방제가를 보였다. 그의 5종은 95~99%의 방제가를 보여 전체적으로 1년생 잡초에 대한 방제가는 높은 경향이였다. 다년생 잡초는 메꽃 등 7종이 발생되었으며 Metolachlor + Prometryn 처리구는 대비구에 비해 100% 방제가를 나타냈지만 Butachlor나 Napropamide 처리구는 다년생 잡초의 방제효과는 없었다.

황기에 제초제 처리시 약제별 약해 발생정도를 보면 표 5에서와 같이 발아 억제에 의한 약해를 나타내는 제초제는 Pendimethalin + Linuron 처리구와 Metolachlor + Prometryn처리구가 약해 9로 가장 심하게 나타났고, 생육을 지연시켜 약해를 나타내는 처리구는 Pendimethalin, Ethalfuralin, Metolachlor, Butachlor처리구로서 약해가 2에서 3정도로 약하게 나타나는 경향이였다. 그러나 Napropamide처리구는 약해가 나타나지 않고 정상적으로 생육하여 근장, 건근중 등이 무처리구에 비해 큰 차이가 없이 양호하였다.

제초약제 처리별 후기 생육 및 수량을 비교해 보면 표 6에서와 같이 Napropamide구가 수량이 126kg/10a로 대비구 129kg에 비해 큰 차이 없이 양

호하였고 Metolachlor, Butachlor, Pendimethalin 처리구도 수량에 있어서는 대비구와 큰 차이가 없었지만 표 5에서 약해가 1~2정도로 나타나는 경향이 있었다. 그러나 Pendimethalin + Linuron 처리구와 Metolachlor + Prometryn 처리구는 약해가 심하게 발생되어 수량도 79kg/10a, 50kg/10a로 대비구에 비해 크게 감소되는 경향이 있었다.

Seo 등(1994)은 당귀밭에 Pendimethalin과 Linuron을 처리한 결과 89.6, 88.3%의 잡초방제가 있었으며 약해도 발생하지 않았다고 보고하였고 장 등(1993)도 구기자과 당귀밭 잡초방제시험을 한 결과 Pendimethalin을 처리하였을 때 83.4%와 95.2%이상의 방제효과가 있었고 약해가 발생하지 않았다고 하였다. 그러나 황기밭에서는

Table 5. Seedling emergence rate and growth characteristics in mid-growth stage (100 days after treatment) of *Astragalus membranaceus* treated with herbicides.

Herbicides	Application rate (kg ai/ha)		Seedling eme. rate (%)		Seedling stand (no./m ²)		Root length (cm)		Root diameter (mm)		Root dry wt. (g)		Chemical injury (0~9) ³⁾	
	R ¹⁾	D ²⁾	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D	R	D
	Pendimethalin	1.0	2.0	96	85	72.3	63.7	16.8	20.0	5.9	9.4	0.84	1.49	3
Ethalfuralin	1.1	2.2	100	100	75.3	75.2	17.6	17.0	7.6	7.8	0.97	1.09	2	2
Metolachlor	1.2	2.4	100	91	79.3	68.2	16.4	17.2	7.1	8.2	1.05	1.39	1	2
Pendimethalin + Linuron	0.6	1.2	26	23	19.7	17.0	18.7	18.5	7.0	7.7	1.80	1.10	7	9
Metolachlor + Prometryn	0.7	1.4	31	11	23.0	8.3	17.4	4.0	7.5	1.3	1.45	0.06	9	9
Butachlor	1.8	3.6	80	86	60.3	64.7	14.2	15.0	9.8	9.2	0.70	0.75	1	2
Napropamide	1.3	2.6	100	100	75.0	78.7	15.0	16.3	8.0	7.5	0.72	0.71	0	0
Hand weeding	-	-	100	-	75.2	-	16.1	-	7.5	-	1.00	-	-	-

¹⁾ Recommended application rate.

²⁾ 2 × recommended application rate.

³⁾ 0 = No injury, 9 = Complete death.

Table 6. Yield and growth characteristics at harvesting stage (210 days after seeding) of *Astragalus membranaceus* treated with herbicides.

Herbicides	Application rate (kg ai/ha)	Root length (cm)	Root dry weight (g/plant)	Yield (kg/10a)	
				Root weight	Index
Pendimethalin	1.0	29.3	3.7	124 ^{a1)}	96
Ethalfuralin	1.1	25.7	5.0	108 ^a	84
Metolachlor	1.2	28.3	4.7	123 ^a	95
Pendimethalin+Linuron	0.6	30.1	6.2	79 ^b	61
Metolachlor+Prometryn	0.7	25.9	5.9	50 ^c	39
Butachlor	1.8	32.2	7.0	124 ^a	96
Napropamide	1.3	26.6	5.7	126 ^a	98
Hand weeding	-	27.0	4.7	129 ^a	100

¹⁾ Means followed by the same letter within a column are not significantly different at the 5% level.

Pendimethalin을 처리하였을 때 발아는 양호하였지만 발아후 떡잎이 두껍게 되어 생육지연 현상이 나타나 약해가 3정도로 발생하였다. Zhang 등 (1992a ; 1992b)은 삼도시호에 대한 잡초방제 시험에서 Chloronitrofen, Pendimethalin이 삼도시호 재배시 사용하는 제초제로 적합하다고 보고하였다.

이상의 결과로 볼 때 지황에 적합한 제초제로는 토양처리제로서 Napropamide와 Linuron을 처리하는 것이 적합하고, Alachlor, Metolachlor, Pendimethalin은 약해를 받아 출아가 억제되므로 지황에 적합한 제초제가 아니라고 생각되며 특히 경엽처리제인 Paraquat는 Kim & Chun (1992)의 연구결과와 마찬가지로 약해가 전혀 나타나지 않아 적합한 제초제라고 생각되는데 지황이나 대구 망초 및 Hare barley등이 Paraquat에 저항성으로 나타나는 원인을 구명하는 연구가 필요하다고 본다. 그리고 황기 재배시에는 약해가 전혀 나타나지 않은 토양처리제 Napropamide를 처리하는 것이 적합하고 Pendimethalin + Linuron, Metolachlor + Prometryn, Pendimethalin, Ethalfluralin, Metolachlor, Butachlor 등은 약해가 발생되므로 황기에 적합한 제초제가 아니라고 생각되는데, 비록 약해가 나타나지 않는 제초제라고 하더라도 앞으로 작물에 대한 농약잔류성에 대한 검토가 더 필요하다.

적 요

지황과 황기의 적합한 제초제를 선발하여 제초의 생력화를 향상코자 지황에 5약제를 처리하고 황기에 7약제를 공시하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 지황의 약효시험에서 경엽처리제인 Paraquat는 다년생 잡초의 방제가 매우 높았다.
2. 정식후 토양처리형 제초제인 Napropamide 와 Linuron도 약해 피해 없이 제초 효과가 있었다.
3. 지황 수량은 손제초구의 509kg/10a에 비해 Paraquat처리구(524kg)에서 3% 증가하였으며, Napropamide, Linuron 처리구는 101%, 94% 수준이었다.
4. 황기는 파종후 토양처리형 제초제인 Napropamide 구에서 약해증상이 나타나지 않았고 1년생 잡초의 제초효과는 87%이었다.

5. Ethalfluralin과 Metolachlor은 제초효과는 높았지만 발아후 초기 생육시 생육지연 현상이 나타났다.
6. 황기 수량은 약해가 발생하지 않은 Napropamide 처리구가 양호하여 대비구의 129kg/10a 대비 98% 수준이었다.

인 용 문 헌

- Asano, H. 1990. Movement of paraquat in excised leaves of resistant and susceptible biotype of *Erigeron philadelphicus* L. Weed Res. Jap. 35 : 20~24.
- Kim J. S. and J. C. Chun. 1992. Resistance of the medicinal plant Jiwang (*Rhemannia glutinosa*) on paraquat. KJWS 12(4) : 374~379.
- Kim J. S., J. C. Chun and N. S. Seong. 1992. Chemical weed control in direct-seeded *Angelica gigas*. KJWS 12(2) : 183~187.
- Seo J. S., S. G. Son, K. S. Kim, S. M. Seo and D. H. Kim. 1994. Chemical control of weed for *Angelica gigas* Nakai. Korean J. Medicinal crop Sci. 2(3) : 187~192.
- Tucker, E. S. and S. B. Powles. 1991. Abiotype of Hare Barley (*Hordeum leporinum*) resistant to paraquat and diguat. Weed Sci. 39 : 159~162.
- Watanabe, Y., H. K. Ito, and M. Miyahara. 1982. Paraquat resistance in *Erigeron philadelphicus* L. Weed Res. Jap. 27 : 49~54.
- Zhang J., H. Mizukami, H. Ohashi, N. Jinno, M. Kumano, S. Satou, H. Iyoya and H. Nakamura. 1992a. Application of herbicides to cultivation of *Bupleurum falcatum* L. (1) The herbicidal effects and residue. Natural medicines 46(4) : 372~377.
- Zhang J., H. Mizukami, H. Ohashi, N. Jinno, M. Kumano, S. Satou, H. Iyoya and H. Nakamura. 1992b. Application of herbicides to cultivation of *Bupleurum falcatum* and their residues (2) Sequential application of multiple herbicides. Natural medicines 46(4) : 389~393.
- 장영희, 유흥섭, 김동휘. 1993. 구기자, 당귀 발잡초 약제방제 효과시험. 작물시험장 시험연구보고서 (특·약작편) : 397~400.