

## 감초경작지의 잡초방제를 위한 제초제 선발

김성문\* · 오혜영<sup>1</sup> · 김용호<sup>1</sup> · 조준모<sup>1</sup> · 허장현<sup>1</sup> · 한대성<sup>1</sup>

강원대학교 농업과학연구소, <sup>1</sup>강원대학교 자원생물환경학부

**요약** : 감초 경작지의 잡초를 방제할 수 있는 제초제를 선발하기 위하여 국내에서 시판중인 12종의 토양처리 및 경엽처리 제초제의 약효·약해를 실내실험을 통하여 검정하였고, 선발된 제초제의 약효·약해를 포장실험을 통하여 검정하였다. 토양처리 제초제인 pendimethalin(1,585 g a.i. ha<sup>-1</sup>), simazine(1,000 g a.i. ha<sup>-1</sup>), alachlor(5 g a.i. ha<sup>-1</sup>), metolachlor (1,600 g a.i. ha<sup>-1</sup>), ethalfluralin(1,050 g a.i. ha<sup>-1</sup>)를 각각 처리한 결과, 제초제들은 바랭이와 피에 대해서는 60% 이상의 살초력을 나타낸 반면, 어저귀와 메밀에 대해서는 60% 이하의 살초력을 나타내었다. 그리고 alachlor, metolachlor, ethalfluralin은 감초에 대해 중정도의 약해를(25~40%), pendimethalin, simazine은 낮은 약해를 나타내었다(10~17%). 실내실험 결과를 바탕으로 pendimethalin과 simazine를 포장시험을 위한 제초제로 선발하였고, 약효·약해를 춘천 소재 강원도 농업기술원 포장에서 검정하였다. 제초제 처리 4주 후 pendimethalin과 simazine 처리구의 감초 생체중은 무처리구의 감초 생체중(0.79 g plant<sup>-1</sup>)과 비교하여 차이가 없었다. 무처리구에 발생한 잡초의 총생체중은 187g m<sup>-2</sup>이었던 반면 제초제 처리구에서는 잡초가 전혀 발견되지 않았다. 경엽처리 제초제인 dicamba(964 g a.i. ha<sup>-1</sup>), 2,4-D(280 g a.i. ha<sup>-1</sup>), mecoprop(2,500 g a.i. ha<sup>-1</sup>), flazasulfuron(75 g a.i. ha<sup>-1</sup>), imazaquin(800 g a.i. ha<sup>-1</sup>), bentazon(1,600 g a.i. ha<sup>-1</sup>), pyribenzoxim(30 g a.i. ha<sup>-1</sup>)을 각각 3~4엽기의 감초와 어저귀, 메밀, 바랭이, 피의 경엽에 처리하고 처리 7일 후 약효·약해를 실내 검정한 결과, dicamba, 2,4-D, mecoprop, bentazon은 감초 유식물에 대해 완전해를 나타낸 반면, flazasulfuron, imazaquin, pyribenzoxim은 30% 이하의 약해를 나타내었다. 감초에 대하여 낮은 약해를 나타낸 flazasulfuron, imazaquin, pyribenzoxim은 어저귀, 메밀, 바랭이, 피에 대하여 50% 미만의 약효를 나타내었기에 감초 경작지용 제초제로는 적합하지 않다고 판단되었다. 본 실험의 결과를 바탕으로 감초경작지용 제초제로는 토양처리용 pendimethalin과 simazine이 적합할 것이라 판단된다.(2000년 11월 8일 접수, 2000년 11월 18일 수리)

**Key words** : liquorice, *Glycyrrhiza uralensis*, *Abutilon avicennae* Gaertn, *Fagopyrum esculentum* Moench, hairy crabgrass, *Digitaria sanguinalis* Scop., barnyardgrass, *Echinochloa crus-galli* P. Beauv.

### 서 론

감초(liquorice, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.)는 두과(Leguminosae)의 다년생초본으로, 많은 생리활성물질이 함유되어 있는 까닭에 다양한 한약의 재료로 이용되고 있다.

근(根)과 근경(根莖)에는 triterpene 류인 saponin, glycyrrhizin과 flavonoids인 liquiritigenin, liquiritin, neoliquiritin, neoisoliquiritin, isoliquiritigenin-4-gluco- $\beta$ -apioside 등이 함유되어 있으며, 이들 중 glycyrrhizin은 약물 중독, 식물 중독, 체내대사물 중독, 세균 중독에 대한 해독작용, 항이노작용 및 혈압강화작용이 있는 것으로 알려져 있다(경과 신, 1989).

현재 국내에서는 감초 생산이 거의 이루어지고 있지 않으며, 소비되는 감초는 대부분 중국으로부터 수입되고 있다. 지난 1999년의 경우 감초수입량은 3천3백톤이었는데, 이는 531만달러에 해당하는 것이다(농산물수출입통계). 이렇듯 대량 수입되는 감초를 국내에서 생산하기 위한 연구가 최근들어 강원도 농업기술원을 포함한 국내 농업연구기관에서 활발하게 이루어지고 있다.

감초의 다수확을 위해서는 타 작물에서와 마찬가지로 고품질의 종자사용과 병해충 및 잡초방제가 무엇보다 중요하

다. 앞서 언급한 바와 같이 국내에서는 감초가 재배되지 않았던 까닭에 glycyrrhizin 고함유 품종육종을 위한 연구나 병해충 방제 및 잡초방제 연구가 전무한 형편이다.

감초경작지의 잡초방제를 위해서 가장 손쉬운 것이 손제초를 포함하는 물리적 방법이라 할 수 있지만, 이 방법의 시행에는 많은 인력과 경비가 소요되기 때문에 현대적인 농업경영학적 측면에서는 비효율적이라 사료된다. 경제적인 면만을 놓고 평가할 때 감초 경작지의 잡초를 방제하기 위해서는 선택성 제초제의 사용이 가장 효율적이라 판단되지만, 현재 국내에는 감초경작지용 제초제가 선발되어 있지 않다. 따라서 저자들은 감초 경작지의 잡초를 방제하기 위한 제초제 선발 시험을 실내와 포장에서 실시하였다.

### 재료 및 방법

#### 토양처리 제초제 선발 실험

실험에 사용된 토양은 강원도 춘천시 우두동 소재 강원도 농업기술원 포장에서 채취하였으며, 0.5×0.5 cm 채를 통과시켜 사용하였다. 토양의 토성은 sand clay loam이었으며, pH 7.0, 유기물 함량 3.23%, 양이온치환능력 8.00 cmol kg<sup>-1</sup>이었다. 토양을 채운 사각 플라스틱 포트(17×6×6 cm)에 감초, 어저귀(*Abutilon avicennae* Gaertn), 메밀(*Fagopyrum esculentum* Moench), 바랭이(*Digitaria sanguin-*

\*연락처

alis Scop.), 피(*Echinochloa crus-galli* P. Beauv) 종자 각각 10립을 줄뿌림 파종하였고, 그 위에 약 1 cm 정도 복토하였다. 감초와 잡초 종자가 담겨 있는 포트를 21/18°C 낮/밤, 16/8hr 낮/밤, 50% 상대습도 조건의 식물생장상내에 놓았다.

파종 3일 후, 5종의 토양처리 제초제를 CO<sub>2</sub> sprayer (R&D Sprayers Inc., Opelousas, U.S.A.)를 이용하여 토양에 살포하였다. CO<sub>2</sub> sprayer의 압력은 40 MPa이었으며, 노즐은 8002 flat fan type을 사용하였다. 처리된 제초제는 모두 시중에서 구입하였으며, 제초제의 일반명, 상품명, 처리량은 다음과 같다. Alachlor(라쏘, 5 g a.i. ha<sup>-1</sup>), metolachlor(듀알, 1,600 g a.i. ha<sup>-1</sup>), simazine(씨마진, 1,000 g a.i. ha<sup>-1</sup>), ethalfluralin(쏘나란, 1,050 g a.i. ha<sup>-1</sup>), pendimethalin(스톱프, 1,585 g a.i. ha<sup>-1</sup>). 실험은 3반복으로 2회 실시하였고, 반복 처리구는 완전임의배치법에 따라 배치하였다.

제초제 처리 4주 후, 감초와 잡초에 대한 약효·약해를 미국잡초학회의 0~100 단위체계에 따라 달관조사하였다(구 등, 1995). 작물약해는 0을 무해, 10~30을 약해, 40~50을 중해, 70~90을 심해, 100을 완전해로 평가하였으며, 잡초살초효과는 0을 무방제, 10~30을 소방제, 40~60을 중방제, 70~90을 대방제, 그리고 100을 완전방제로 평가하였다.

실내실험에서 가장 유망한 제초제로 선발된 pendimethalin과 simazine을 대상으로 포장 적용시험을 수행하였다. 2000년 9월 21일 춘천 소재 강원도 농업기술원 포장에 온실에서 생장시킨 4~5엽기의 감초 유묘를 1 m<sup>2</sup> 당 4개체씩 정식하였다. 정식 1주일 전 경운기를 이용하여 경운을 실시하였으며, 정식 1일 후 토양처리 제초제 중 약효가 뛰어나면서도 약해가 낮은 pendimethalin과 simazine을 살포하였다. 이 제초제들의 상품명과 처리량은 토양처리 제초제 선발에 언급되어 있다. 각 처리구의 면적은 1×1 m이었고, 처리구와 처리구의 간격은 0.5 m이었다. 제초제는 CO<sub>2</sub> sprayer를 이용하여 토양처리 제초제 선발에서 언급한 것과 동일한 방법으로 토양에 살포하였다.

제초제 처리 4주 후, 감초와 잡초의 지상부에 나타난 약효·약해를 달관조사하였고, 감초와 잡초의 지상부와 지하부를 수확하여 생체중을 측정하였다. 감초와 잡초에 대한 제초제의 약효·약해 결과분석은 토양처리 제초제 선발에 기술되어 있는 바와 같이 실시하였다. 실험은 3반복으로 2회 실시하였고, 각각의 처리구는 난괴법으로 배치하였다. 실험기간 중 춘천지역의 평균 기온과 총강우량은 14.7°C와 4.3 mm이었다.

### 경엽처리 제초제 선발 실험

상토(TKS-2, Floragard Co., Germany)를 채운 사각 플라스틱 포트(17×6×6 cm)에 감초, 어저귀, 메밀, 바랭이, 돌피 종자 각각 10립을 줄뿌림 파종하였고, 그 위에 약 1cm 정도 복토하였다. 감초와 잡초 종자가 담겨 있는 포트를 21/18°C 낮/밤, 16/8 hr 낮/밤, 50% 상대습도 조건의 식물생장상내에 놓았다.

감초와 잡초 유묘가 3~5엽기에 도달하였을 때, 7종의 경엽처리 제초제를 CO<sub>2</sub> sprayer를 이용하여 토양처리 제초

제 선발 실험에서 언급한 것과 동일한 방법으로 경엽에 살포하였다. 처리된 제초제들은 모두 시중에서 구입하였으며, 제초제의 일반명, 상품명, 처리량은 다음과 같다. Dicamba(반벨, 964 g a.i. ha<sup>-1</sup>), 2,4-D(이사디아민염, 280 g a.i. ha<sup>-1</sup>), mecoprop(엠시피피, 2,500 g a.i. ha<sup>-1</sup>), flazasulfuron(파란들, 75 g a.i. ha<sup>-1</sup>), imazaquin(튼앞, 800 g a.i. ha<sup>-1</sup>), bentazon(밭사그란, 1,600 g a.i. ha<sup>-1</sup>), pyribenzoxim(피안커, 30 g a.i. ha<sup>-1</sup>). 제초제 처리 7일 후 감초와 잡초 지상부에 나타난 약효·약해를 달관조사하였으며, 생체중을 측정하였다. 작물 약해와 잡초 살초 효과에 대한 달관조사 방법과 달관조사로부터 얻어진 결과 분석은 토양처리 제초제의 선발 실험에 기술되어 있는대로 실시하였다. 실험은 각 제초제당 3반복으로 2회 실시하였으며, 반복 처리구는 완전임의배치법에 따라 배치하였다.

## 결과 및 고찰

### 토양처리 제초제의 선발 실험

감초경작지용 토양처리 제초제를 선발하기 위하여 강원도 고성지 및 준고성지의 경작지에서 농업경작자들이 많이 사용하고 있는 약제인 alachlor, metolachlor, simazine, ethalfluralin, pendimethalin(김 등, 1999a; 1999c)의 약효·약해실험을 식물생장상내에서 실시하였다.

본 실험에서 사용된 제초제들은 모두 감초 유식물에 대해 약해~중해를 나타내었다. 즉, alachlor는 감초 유식물에 대해 중해를 나타내었고, metolachlor, simazine, ethalfluralin, pendimethalin은 약해를 나타내었다(그림 1A). Alachlor에 처리된 대부분의 감초 유식물에서는 엽신의 일부에서 백화현상이 관찰되었으며, 일부 처리식물의 경우 토양 지표면과의 접촉부위에서 백화현상이 관찰되었다. Metolachlor, simazine, ethalfluralin, pendimethalin에 처리된 몇몇 감초 유식물에서도 alachlor에서 관찰된 것과 동일한 백화현상이 관찰되었다. 본 실험에 사용된 제초제들은 토양 처리층의 종자로부터 발달하는 잡초 유묘의 배축 혹은 유근에 접촉 혹은 흡수되어 그 약효를 나타내는 것으로 알려져 있으며, 감초에 나타난 약해는 토양에 처리된 제초제가 토양수와 함께 근권에 이동하여 뿌리를 통해 흡수, 이행되어(Bromilow와 Chamberlain, 1991) 발현된 것이라 추정된다.

실험에 사용된 토양처리 제초제들은 피와 바랭이에 대하여 높은 살초효과를 보였던 반면, 어저귀와 메밀에 대해서는 낮은 살초효과를 보였다(그림 1B). Simazine은 4종 식물에 대하여 중방제 수준의 살초력을 보였으나, simazine을 제외한 제초제들의 살초효과는 식물에 따라 다양하였다. Simazine을 제외한 제초제들의 피와 바랭이에 대한 살초효과는 대방제 수준이었으나, 어저귀와 메밀에 대한 살초력은 소방제~중방제 수준이었는데, 이는 본 실험에 사용된 제초제들이 광엽식물인 어저귀나 메밀보다는 세엽식물인 피와 바랭이를 더 잘 방제할 수 있다는 것을 나타낸다.

실내실험의 결과를 바탕으로 감초에 약해를 적게 나타내면서도 잡초에 대한 살초력이 강한 제초제로 simazine과 pendimethalin을 선발하였고, 이들의 약효·약해를 강원도 춘천시 사우동 소재 강원도 농업기술원 포장에서 검정하였다.

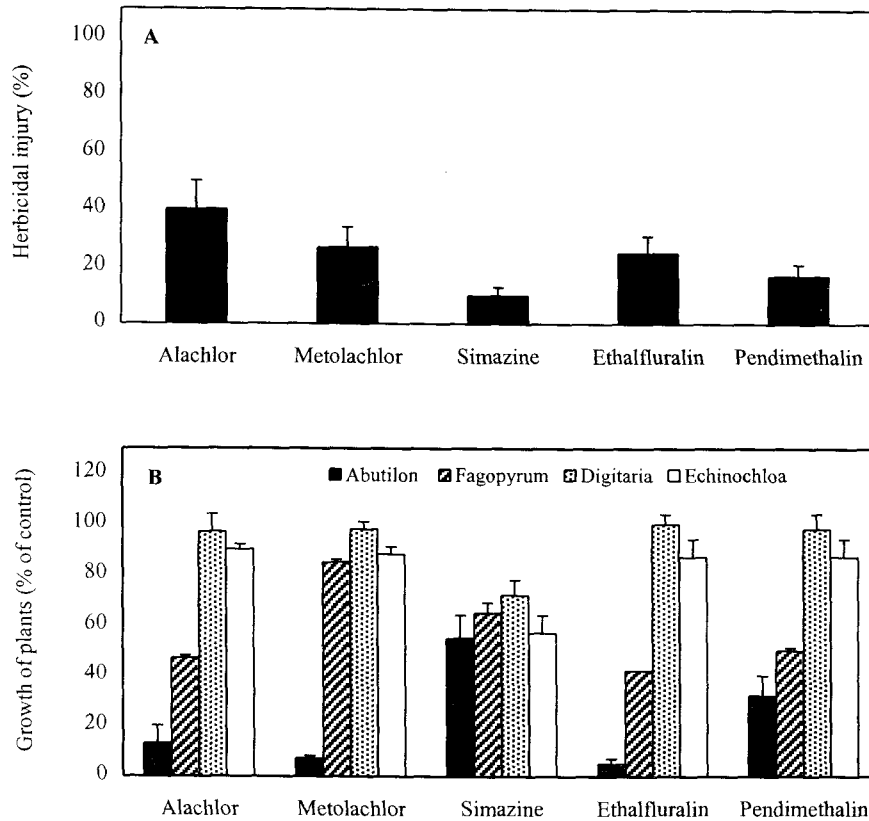


Figure 1. Herbicidal injury of liquorice seedlings (A) and activities to four weed species (B) of five soil-applied herbicides. Herbicides were applied two days after sowing and fresh weights of liquorice and weed seedlings were determined four weeks after the application. Means and standard errors are based on data from two 3-replicate experiments. B: *Abutilon*, *Abutilon avicennae* Gaertn; *Fagopyrum*, *Fagopyrum esculentum* Moench; *Digitaria*, *Digitaria sanguinalis* Scop., *Echinochloa*, *Echinochloa crus-galli* P. Beauv.

Pendimethalin은 발아전 토양혼화처리 제초제로 처리층 내에서 발아하는 감수성 잡초의 뿌리에 흡수되어 작용점인 tubulin의 형성을 저해하므로써 세포분열을 억제하는 작용을 하는 dinitroaniline계 화합물이다(Appleby와 Valverde, 1989). 이 제초제는 미국에서 대두, 면화, 당근, 완두콩, 잇꽃, 해바라기 경작지의 세엽 및 광엽잡초방제에 사용되고 있으며(Ross와 Lembi, 1985), 국내에서는 다양한 제형(펜디 혹은 펜디메탈린)으로 옥수수, 땅콩, 고추, 잔디, 보리, 배추, 감자, 고구마, 양배추, 당근, 뽕나무, 양파, 마늘, 딸기 등의 작물과 달래, 머위, 생강, 당귀, 구기자, 시호, 작약,

맥문동 등의 약용작물 경작지에 사용되고 있다(농약사용지침서, 1999).

무처리구에서 성장한 감초의 1개체당 생체중은 평균 0.79g이었다(표 1). Pendimethalin 처리구의 감초 유식물의 지상부와 뿌리에서는 아무런 약해가 발견되지 않았으며, 1개체당 생체중은 무처리구의 감초 생체중과 비교하여 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 pendimethalin이 감초 유식물의 성장에 아무런 영향을 미치지 않았다는 것을 시사하는 것이다.

본 실험이 수행된 포장의 무처리구에는 강원도 발경작지

Table 1. Field rates of pendimethalin and simazine were applied on September 21, 2000 at the Experimental Station of Kangwon Agricultural Research and Extension Services, Chunchon. Four weeks after the application, fresh weights of liquorice seedlings and total weeds in each plot 1×1 m were determined. Means and standard errors are based on data from two 3-replicate experiments

Herbicide	Dose (g a.i. ha <sup>-1</sup> )	Fresh weight of liquorice (g FW plant <sup>-1</sup> )	Fresh weight of weeds <sup>a)</sup> (g FW m <sup>-2</sup> )
Control	-	0.79±0.06	187.61±22.51
Pendimethalin	1,585	0.83±0.07	0
Simazine	1,000	0.76±0.10	0

<sup>a)</sup>Fresh weights of all weeds in each plots.

에서 주로 발견되는 별꽃, 냉이, 여뀌, 독새풀(김 등, 1999c; 연 등, 1992)이 주초종이었다. 무처리구에서 발생한 잡초의 총생체중은 187 g/m<sup>2</sup>이었으나(표 1), pendimethalin 처리구에서는 그 어떠한 잡초도 발견되지 않았기에 제초제의 살초력은 완전방제 수준이었다. 이러한 결과는 제초제의 약효가 시험기간동안 잘 유지되었다는 것을 시사해 주고 있다. Pendimethalin은 처리 후 4주동안 잡초의 생장에 아무런 영향을 미치지 않았고, 또 살초효과도 탁월하였기에 감초경작지의 잡초방제를 위한 제초제로 사용할 수 있을 것이라 판단된다.

감초의 생활사가 다년생이기 때문에 후작물피해(carry-over)에 대해서는 큰 문제가 없을 것이라 사료되지만, 한약재 중에서도 감초가 차지하는 비중이 매우 크기 때문에 연속살포시 감초뿌리에 잔류하는 pendimethalin의 안전사용 기준을 위한 면밀한 연구가 요구된다.

Simazine은 발아전 토양처리로 광계 II의 기능을 상실시켜 광합성을 저해하는 작용기작을 갖는 triazine계 화합물이다(Cobb, 1992). 이 제초제는 미국에서는 알팔파, 버뮤다그라스, 사탕무우, 과수 및 묘목밭에 적용되고 있으며, 국내에서는 사과, 배, 뽕나무, 소나무(묘포), 진주조(청예사료)에 적용되어 바랭이, 비름류, 여뀌, 명아주, 방동산이류에 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(농약사용지침서, 1999).

Simazine 처리구의 감초 유식물 중 1~2개체에서는 백화현상이 발견되었는데, 이러한 약해증상은 특히 성숙잎(1~2엽)에서 두드러졌다. 이와 같은 약해증상은 토양에 처리된 simazine이 감초 유식물의 뿌리를 통해 흡수된 후 물관을 통해 경엽으로 이동되고, 경엽의 세포내의 엽록체에 존재하는 광계 II내의 작용점과 반응하여 나타난다(Ross와 Lembi, 1985). 그러나 simazine 처리구 감초 유식물 중 약해를 입은 식물의 뿌리에서는 아무런 증상이 발견되지 않아 (자료미제시) 제초제에 의한 약해는 단지 작용점인 엽록체내의 광계 II가 존재하는 경엽에만 국한되는 것으로 사료된다. Simazine에 의한 약해증상에도 불구하고 처리구의 유식물 1개체당 생체중은 대조구의 유식물 1개체당 생체중과 비교하여 차이가 없었다(표 1). 이러한 결과는 simazine에 의해 약해를 입은 부위의 생체중이 전식물체의 생체중에서 차지하는 비중이 매우 낮았기 때문이라 사료된다.

Simazine 처리구에서는 그 어떠한 잡초도 발견되지 않았기에 제초제의 살초력은 완전방제 수준이었는데, 이러한 결과는 제초제의 약효가 시험기간동안 잘 지속되었다는 것을 나타내는 것이다. Simazine은 처리 4주 후 감초의 생장에 아무런 영향을 미치지 않았고, 또한 잡초에 대한 살초효과가 탁월하였기에 감초경작지의 잡초방제를 위한 제초제로 사용할 수 있을 것이라 판단된다.

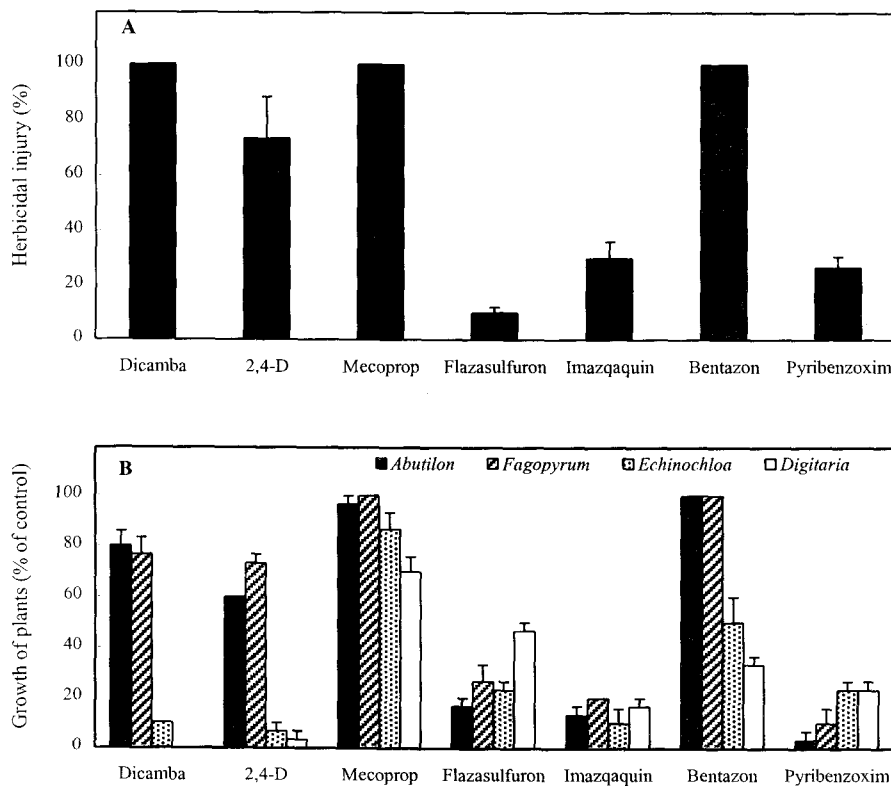


Figure 2. Herbicidal injury of liquorice seedlings (A) and activities to four weed species (B) of seven foliar-applied herbicides. Herbicides were applied to 3-4 leaf stages of liquorice and weed seedlings. Four weeks after the application, fresh weights of liquorice and weeds were determined. Means and standard errors are based on data from two 3-replicate experiments. B: *Abutilon*, *Abutilon avicennae* Gaertn; *Fagopyrum*, *Fagopyrum esculentum* Moench; *Digitaria*, *Digitaria sanguinalis* Scop., *Echinochloa*, *Echinochloa crus-galli* P. Beauv.

**경엽처리 제초제 선발 실험**

감초경작지용 경엽처리 제초제를 선발하기 위하여 2,4-D, bentazon, dicamba, flazasulfuron, imazaquin, mecoprop, pyribenzoxim의 약효·약해실험을 식물생장상내에서 실시하였다. 실험에 사용된 경엽처리용 제초제들은 국내에서 시판되고 있는 제초제들 중 작물 선택성이 있는 것이었다(농약사용지침서, 1999).

본 실험에 사용된 제초제들 중 dicamba, mecoprop, bentazon은 감초 유식물에 대해 완전해를, 2,4-D는 심해를, 그리고 imazaquin, pyribenzoxim, flazasulfuron은 약해를 나타내었다(그림 2A). Dicamba, mecoprop, 2,4-D에 처리된 감초 유식물에서는 옥신타입 제초제들이 일반적으로 나타내는 증상인 하향잎말이(downward leaf-rolling)와 상편생장을 관찰할 수 있었다. 이러한 증상은 살초성분이 가상의 옥신 수용체와 결합한 후(Katekar, 1979), 2차대사반응의 결과로 나타난 것이라 추정되며, 옥신타입 제초제가 처리된 여러 식물에서 발견된 증상과 동일한 것이었다(Sharma, 1986; 김 등, 1999). ALS 저해 제초제인 imazaquin, pyribenzoxim, flazasulfuron에 처리된 감초 유식물의 어린 성장부위에서는 이 타입 제초제에 의한 특이한 약해인(Kim 등, 1997) 황백화 증상이 관찰되었다.

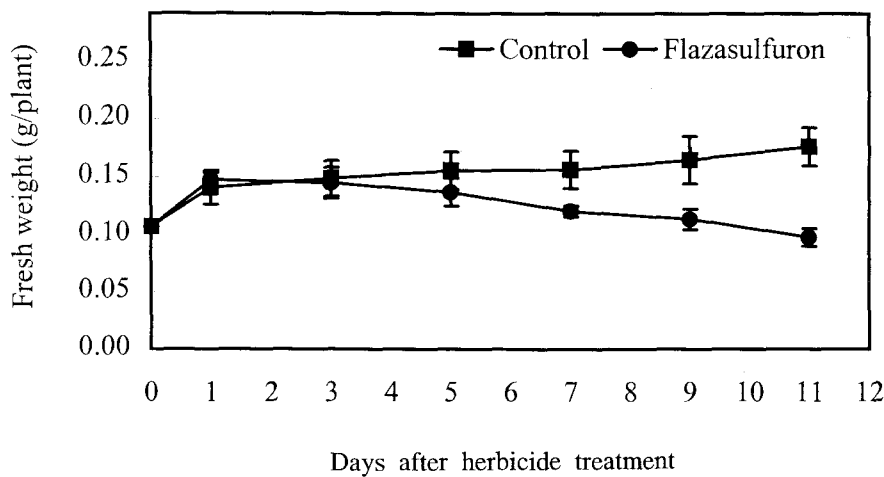
감초 유식물에 대해 약해를 보였던 flazasulfuron을 처리 후 11일 동안 유식물의 생체량 변화를 측정한 결과, 이 제초제가 유식물의 생체량 증가를 억제한다는 결과를 얻었다. 처리 1일 후부터 11일까지 flazasulfuron에 처리된 유식물은 매일 0.0051 g씩 생체량이 감소된 반면( $R^2=0.96$ ), 대조구 유식물은 매일 0.0032 g씩 생체량이 증가되었다( $R^2=0.96$ )(그림 3). 이러한 결과는 flazasulfuron은 감초경작지의 잡초방제를 위해서는 사용될 수 없다는 것을 시사하여 준다.

제초제 처리 7일 후, 4종 식물에 대한 mecoprop과

bentazon의 약효는 대방제 수준이었고, dicamba와 2,4-D의 약효는 중방제 수준이었으며, imazaquin, flazasulfuron, pyribenzoxim의 약효는 소방제 수준이었다(표 1). 그러나 처리 4주 후 모든 제초제들은 90% 이상의 약효를 나타내었다. 본 실험의 결과로부터 감초 유식물이 옥신계 제초제에 대하여는 신속하게 반응을 나타낸 반면, ALS 저해 제초제에 대해서는 느리게 반응을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이러한 제초제간의 반응속도 차이는 식물체내에서 제초제의 흡수, 이행, 대사간 차이 혹은 식물체내 작용점의 위치 차이에 의한 것이라 추정된다.

본 연구의 결과는 감초경작지의 초기 잡초방제를 위하여 토양처리 제초제인 pendimethalin과 simazine이 사용될 수 있다는 것을 보여 주고 있다. 경작 초-중기는 작물-잡초간 경합이 가장 심하게 일어나는 시기이며(김, 1998; 김 등, 1999b), 이 기간동안 잡초방제가 이루어지지 않을 경우 감초의 수확량이 크게 감소될 것이 예상된다. 그렇기 때문에 감초경작지의 초기 잡초방제를 위한 pendimethalin과 simazine의 선발은 감초경작을 위해 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 연구를 통해 선발된 제초제 이외에도 비선택성 제초제인 glufosinate, paraquat, glyphosate를 저비산용 캡이 장착된 살포기를 사용하여 살포할 경우 감초-감초사이에 발생하는 잡초방제를 위해 사용할 수 있으리라 판단된다. 그리고 광엽작물 경작지에서 화분과잡초만을 선택적으로 방제할 수 있는 haloxyfop-methyl[2-(4-[[3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridinyl]oxy]phenoxy)-propanoate]과 fenoxaprop-ethyl[(±)-2-(4-[[6-chloro-2-benzoxazolyl]-oxy]phenoxy)propionic acid]과 같은 aryloxyphenoxypropionate계 제초제는 감초에는 아무런 해를 입히지 않는 반면, 피와 같은 화분과 잡초에는 탁월한 살초효과를 보이므로(자료미제시) 초~중기에 경엽처리용으로 사용할 수 있을 것이다.



**Figure 3.** Growth response of liquorice seedlings treated with flazasulfuron. Herbicides were applied to liquorice at three to four leaf stages. Means and standard errors are based on data from two 3-replicate experiments.

Control(rectangular) :  $y=+0.0032x+0.1377(R^2=0.957)$ , Flazasulfuron(circle) :  $y=-0.0051x+0.1577 (R^2=0.958)$ .

## 인용문헌

- Appleby, A. P. and B. E. Valverde (1989) Behavior of dinitroaniline herbicides in plants. *Weed Tech.* 3:198~206.
- Bromilow, R. H. and K. Chamberlain (1991) Pathway and mechanisms of transport of herbicides in plants. pp.245~282. *In Target Sites for Herbicide Action*. R. C. Kirkwood, ed, Plenum Press.
- Cobb, A. (1992) *Herbicides and Plant Physiology*. Chapman & Hall. p.49.
- Katekar, G. F. (1979) Auxins: On the nature of the receptor site and molecular requirements for auxin activity. *Phytochem.* 18:223~233.
- Kim, S., J. H. Hur, D. S. Han, and W. H. Vanden Born (1997) Chlorsulfuron-induced phytotoxicity in canola (*Brassica napus* L.) seedlings. *Kor. J. Weed Sci.* 17(2):199~206.
- Sharma, M. P. (1986) *Recognizing Herbicide Action & Injury*. Alberta Agriculture, Edmonton, pp.26~32.
- 구자욱, 변종영, 전재철 (1995) 신고 잡초방제학. 향문사. pp.240~241.
- 김길용 (1998) 최신 잡초방제학 원론. 경북대학교 출판부. pp.95~98.
- 김성문, 김용호, 황기환, 안문섭, 허장현, 한대성 (1999a) 애기수영의 화학적 방제를 위한 제초제 선발 및 선발 제초제의 살초효과. *농약과학회지* 3(3):45~53.
- 김성문, 이도진, 김진석, 허장현, 한대성 (1999b) 잡초방제의 이론과 실제. 강원대학교 출판부. pp.61~62.
- 김성문, 장근정, 안문섭, 김용호, 황기환, 허장현, 한대성 (1999c) 강원도 고냉지 채소 경작지의 잡초 조사. *한국잡초학회지* 9(4):288~298.
- 김성문, 황기환, 박홍렬, 조준모, 박수진, 신현포, 허장현, 한대성 (1998) 강원도 고냉지 씨감자 경작자들의 잡초방제 및 제초제 사용 실태. *농약과학회지* 2(2):102~107.
- 농산물수출입통계. <http://www.maf.go.kr/agriinfo/trade5.asp>.
- 농약공업협회 (1999) *농약사용지침서*. p.823.
- 연규복, 장영희, 김창석, 김동수, 박근용, 권용웅, 강병화, 변종영, 구자욱, 김길용 (1992) *원색도감 한국의 밭잡초*. pp.157~160.
- 정보섭, 신민교 (1989) *도해 향약 (생약) 대사전*. 도서출판 영림사. pp.684~687.

---

**Response of Liquorice (*Glycyrrhiza uralensis*) to Several Soil- and Foliar-Applied Herbicides**

Songmun Kim<sup>1</sup>, Hae-Young Oh<sup>2</sup>, Yongho Kim<sup>2</sup>, Jun-Mo Cho<sup>2</sup>, Jang-Hyun Hur<sup>2</sup> and Dae-Sung Han<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Institute for Agricultural Science Research, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea, <sup>2</sup>Division of Biological Environment, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea)

**Abstract** : The objective was to develop herbicides for liquorice (*Glycyrrhiza uralensis*), one of most important ingredients of herbal medicine in Korea. Soil-applied herbicides, pendimethalin at 1,585 g a.i. ha<sup>-1</sup>, simazine at 1,000 g a.i. ha<sup>-1</sup>, alachlor at 5 g a.i. ha<sup>-1</sup>, metolachlor at 1,600 g a.i. ha<sup>-1</sup>, and ethalfluralin at 1,050 g a.i. ha<sup>-1</sup> provided greater control of hairy crabgrass and barnyardgrass (> 60%) but less control of *Abutilon avicennae* and *Fagopyrum esculentum* under growth chamber conditions. Of tested soil-applied herbicides, pendimethalin and simazine showed slight injury to liquorice (< 17%). In the field experiment conducted in Chunchon, pendimethalin and simazine provided greater control of weeds: total fresh weight of weeds in control plots was 187 g m<sup>-2</sup>, while those in both herbicides-treated plots were nil. Fresh weights of liquorice seedlings in pendimethalin- and simazine-applied plots, however, were not different from those in control plots. Foliar-applied herbicides, such as dicamba at 964 g a.i. ha<sup>-1</sup>, 2,4-D at 280 g a.i. ha<sup>-1</sup>, mecoprop at 2,500 g a.i. ha<sup>-1</sup>, flazasulfuron at 75 g a.i. ha<sup>-1</sup>, imazaquin at 800 g a.i. ha<sup>-1</sup>, bentazon at 1,600 g a.i. ha<sup>-1</sup>, and pyribenzoxim at 30 g a.i. ha<sup>-1</sup> reduced the growth of liquorice seedlings and provided moderate to total damage. Overall results show that pendimethalin and simazine appears to be effective herbicide candidates for liquorice.

**Nomenclatures** : 2,4-D, (2,4-dichlorophenoxy)acetic acid; alachlor, 2-chloro-N-(2,6-diethylphenyl)-N-(methoxymethyl)acetamide; bentazon, 3-(1-methylethyl)-(1H)-2,1,3-benzothiadiazin-4(3H)-one 2,2-dioxide; dicamba, 3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid; ethalfluralin, N-ethyl-N-(2-methyl-2-propenyl)-2,6-dinitro-4-(trifluoromethyl) benzenamine; flazasulfuron, 1-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)-3-(3-trifluoromethyl-2-pyridyl)sulfonylurea; imazaquin, 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-3-quinolinecarboxylic acid; mecoprop, (1)-2-(4-chloro-2-methylphenoxy)propanoic acid; metolachlor, 2-chloro-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-N-(2-methoxy-1-methylethyl)acetamide; pendimethalin, N-(1-ethylpropyl)-3,4-dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine; pyribenzoxim, Benzophenone O-[2,6-bis[(4,6-dimethoxypyrimidinyl)-2-oxy]benzoyl]oxime; simazine, 6-chloro-N,N-diethyl-1,3,5-triazine-2,4-diamine.

---

\*Corresponding author ( FAX : 82-33-254-3835, E-mail : skim5@cc.kangwon.ac.kr)