

## 신갈나무 (*Quercus mongolica* Fisch) 목초액의 제초활성

김성문\* · 김용호<sup>1</sup> · 김진석<sup>2</sup> · 안문섭<sup>3</sup> · 허수정<sup>3</sup> · 허장현<sup>1</sup> · 한대성<sup>1</sup>

강원대학교 농업과학연구소, <sup>1</sup>강원대학교 농업생명과학대학 자원생물환경학부,  
<sup>2</sup>한국화학연구소 농약활성연구팀, <sup>3</sup>강원도 농업기술원

**요약** : 제초제에 의한 인축 및 환경오염 문제를 해결하기 위한 방안의 하나로 최근 유기농가 목초액을 잡초방제에 도입하려는 시도를 하고 있다. 본 실험의 목적은 유기농가에서 사용하고 있는 신갈나무 목초액의 살초효과를 검증하는데 있다. 목초액 0.01%는 고품배지에서 피(*Echinochloa crus-galli* P. Beauv), 개밀(*Agropyron smithii* RYDB), 케놀라(*Brassica napus* L.), 어저귀(*Abutilon avicennae* Gaetrn), 자귀풀(*Aeschynomene indica* L.), 수수(*Sorghum bicolor* Moench)의 생장에 아무런 영향을 미치지 않았으나, 0.1~1%는 식물의 생장을 둔화시켰고, > 5%는 식물의 생장을 완전 저해시켰다. 목초액 1배량(80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>)을 토양처리시 케놀라, 어저귀, 피, 바랭이(*Digitaria sanguinalis* Scop.)의 생장은 아무런 영향을 받지 않은 반면, 경엽처리시 식물의 생장은 1/2배량 혹은 1배량 처리시 둔화되었다. 목초액의 살초력을 춘천과 태백 2곳의 포장에서 검정한 결과, 목초액 1배량 처리구의 잡초생체중은 무처리구의 잡초생체중과 비교하여 34~36% 작았으나, <1/2배량 처리구의 잡초생체중은 무처리구의 잡초생체중과 차이가 없었다. 그러나 목초액 1배량의 살초력은 glyphosate 1/2 배량의 살초력에도 훨씬 못미쳤기에 목초액의 실제 살초력은 매우 낮은 것으로 판단된다.(2000년 8월 17일 접수, 2000년 9월 15일 수리)

Key word : Wood vinegar, herbicidal activity, *Quercus mongolica* Fisch.

### 서 론

농경지에 발생하여 경작자들에게 막대한 경제적 피해를 주는 잡초는 다양한 방제기법, 예를 들면 물리적, 화학적, 생물학적 방법을 단독 혹은 혼합 사용하여 효율적으로 방제할 수 있다. 현재 미국을 비롯한 몇몇 국가에서는 환경친화적인 다양한 잡초방제법을 운용하고 있지만, 국내의 대다수 경작자들은 주로 화학적 방제법을 선호하고 있는 것으로 알려져 있다(김 등, 1998; 이 등, 1998). 화학적 방제법은 제초제를 사용하여 잡초를 방제하는 기법으로 방제효과가 높으면서도, 단위면적당 방제비가 적게 들며, 적정량을 사용할 경우 환경에 큰 영향을 주지 않는다는 장점이 있다. 그러나 일부 경작자들이 제초제를 무분별하게 과다투여하여 환경과 식품을 오염시키는 등의 사회적인 문제점을 야기하고 있으며, 이를 보완하기 위하여 환경친화적인 잡초방제가 시도되고 있다(변 등, 1997). 그 한 예로 유기농업자들을 중심으로 시도되고 있는 목초액을 이용한 잡초방제법을 들 수 있다.

목초액은 목탄을 제조시에 발생하는 증기를 냉각 응축시킨 액체로, 80~90%의 수분과 10~20%의 유기화합물로 구성되어 있다. 목초액에는 12종의 유기산류, 13종의 phenol 류, 19종의 carbonyl 화합물류, 9종의 alcohol 류를 포함하여 약 200여종의 성분이 발견되는 것으로 알려져 있다

(Yatagai와 Unrinine, 1989a, 1989b). 이렇듯 다양한 화합물이 함유되어 있는 목초액은 농업 뿐만 아니라 민간 요법에도 사용되고 있는데(장 등, 1995), 농업에 있어서 목초액은 잡초방제, 토양 소독 및 개량, 종자소독 및 발아촉진, 병해충 방지, 식물 생장촉진, 낙과방지, 악취제거, 결실증가, 당도향상 등의 용도로 사용되며(김 등, 2000; 農文協, 1991), 목초액을 이용하여 잡초를 방제할 때에는 목초액 희석액(물 20 L + 목초액 400 mL)을 7일 간격으로 2회 살포하도록 추천되고 있다(農文協, 1991). 그러나 이러한 목초액의 살초효과에 대해서는 과학적 검증이 이루어져 있지 않으며, 목초액 중 어떤 성분이 살초에 관여하는지에 대해서도 역시 연구된 바가 없다.

현재 농가에서 주로 사용하고 있는 목초액은 우리나라 전역에서 쉽게 발견되는 낙엽교목(落葉喬木)인 신갈(참)나무로부터 생산되고 있는 것으로 알려져 있다(personal comm. 이성재). 신갈나무의 수피(樹皮)는 암회색이며 세로로 깊이 갈라져 있고, 청열(淸熱), 해독의 효능이 있다. 잎은 세균성질환, 소화불량 치료에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(정과 신, 1989).

본 실험의 목적은 목초액의 살초효과를 검증하는데 있다. 신갈나무, 잣나무, 잎갈나무, 자작나무로부터 생산된 목초액으로 예비실험한 결과, 신갈나무 목초액이 가장 탁월한 살초효과를 보였기에(자료미제시) 신갈나무 목초액의 살초효과를 고품배지, 온실, 그리고 포장조건에서 수행하였다.

\*연락처

## 재료 및 방법

### 목초액 생산

실험에 사용된 신갈나무는 강원도 춘천근교의 야산에서 채집한 10~23년 수령의 것을 사용하였다. 강원도 임업연구원에서 제작한 내부용적 1 m<sup>3</sup>의 이동식 탄화로에 720 kg의 신갈나무를 채우고, 가열하여 600~800°C가 되었을 때 발생하는 조목초액 100 L를 폴리에틸렌통에 받았다. 이때의 배연(排煙)온도는 80~100°C이었으며, 조목초액은 6개월 숙성시켰다. 숙성 후 폴리에틸렌통의 상부에 생성된 타르와 하부에 생성된 정유 20 L를 제거하였고, 중앙부에 생성된 80 L의 조목초액을 Whatman No.1 여과지로 1회 여과한 후 여과 목초액을 실험에 사용하였다.

### 고형 배지 실험

배양병(250 ml)에 목초액을 0, 0.01, 0.1, 0.5, 1, 5, 10% 처리량으로 하여 각각 가한 후, 질소가스로 목초액을 완전히 건조시켰다. 이에 고형배지 70 ml(agar 0.7%)를 첨가하고 목초액 건조물이 잘 녹도록 흔들어 준 후 실온에서 고형화시켰다. 고형배지 위에 피(*Echinochloa crus-galli* P. Beauv), 개밀(*Agropyron smithii* RYDB), 캐놀라(*Brassica napus* L.), 어저귀(*Abutilon avicennae* Gaetrn), 자귀풀(*Aeschynomene indica* L.), 수수(*Sorghum bicolor* Moench) 종자를 각각 10개체씩 놓고, 종자가 들어 있는 배양병을 24°C, 상대습도 50%, 120  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  조건의 식물생장상(한국종합기기, HK-GC 130)내에 두었다. 식물을 7일간 발아·성장시킨 후 각 식물의 생체중을 측정하였다. 실험은 6반복 실시하였으며, 결과를 SAS (Statistical Analysis Systems Institute, Cary, U.S.A.) general linear model procedure를 이용하여 분산분석하였다.

### 온실 실험

상토(TKS-2, Floragard Co., Germany)를 채운 사각플라스틱포트(17×6×6 cm)에 피, 바랭이(*Digitaria sanguinalis* Scop.), 어저귀, 캐놀라 종자 각각 20립을 줄뿌림 파종하였고, 1 cm 정도 상토로 복토하였다. 토양처리의 경우 파종 1일 후, 0, 2.5, 5, 10, 25, 50, 75, 100 %의 목초액(비이온계면활성제 Tween 20<sup>®</sup> 1% 함유)을 100 L ha<sup>-1</sup> 수준으로 CO<sub>2</sub> sprayer(WIDER-61, IWATA, Taiwan)를 이용하여 토양에 살포하였다. 경엽처리의 경우 파종 10일 후, 토양처리의 경우와 동일한 방법으로 식물의 지상부에 목초액을 처리하였다. CO<sub>2</sub> sprayer의 압력은 0.5 kg cm<sup>-2</sup>이었고, sprayer에 장착된 노즐은 8002 flat fan type이었다. 포트를 18/20°C 낮/밤, 16/8 h 낮/밤, 상대습도 50% 조건의 유리온실에 넣고 식물을 성장시켰다. 발아된 처리구의 경우 처리 14일 후 그리고 발아후 처리구의 경우 처리 3일 후, 식물 지상부를 수확한 다음, 생체중을 측정하였다. 두 실험 공히 3반복 2회 실시하였으며, 결과를 SAS (Statistical Analysis Systems Institute, Cary, U.S.A.) general linear

model procedure를 이용하여 분산분석하였다.

### 포장 실험

목초액의 살초효과 실험을 강원대학교 부속농장 (강원도 춘천시 유포리 소재) 포장과 강원도 농업기술원 고원농업시험장 (강원도 태백시 철암동 소재) 포장에서 각각 실시하였다. 강원대학교 부속농장과 강원도 농업기술원 고원농업시험장에서의 목초액 살포는 각각 2000년 5월 15일과 2000년 7월 13일 이루어졌다. 강원대학교 부속농장의 포장시험구의 우점초종은 명아주, 피, 여뀌이었고, 시험구내에 발생하고 있는 명아주와 피는 3~5엽기이었다. 그리고 강원도 농업기술원 고원농업시험장에서의 우점초종은 명아주, 여뀌이었고, 시험구내에 명아주와 여뀌는 3~5엽기이었다. 각 처리구의 면적은 1×1 m이었고, 처리구와 처리구 사이의 간격은 0.5 m이었다.

목초액 1, 5, 10, 25, 50, 100%(비이온계면활성제 Tween 20<sup>®</sup> 1% 함유)를 80L 10a<sup>-1</sup> 수준으로 CO<sub>2</sub> sprayer(R&D Sprayers Inc., Opelousas, U.S.A.)를 이용하여 처리하였고, 목초액의 살초효과를 glyphosate(라운드업<sup>®</sup>, 300 ml 120 L<sup>-1</sup> 10 a<sup>-1</sup>)의 살초효과와 비교하였다. CO<sub>2</sub> sprayer의 압력은 40MPa이었고, 노즐은 8002 flat fan type을 사용하였다. 시험은 3반복 2회 실시하였으며, 각각의 처리구는 난괴법(completely randomized block design)에 따라 배치하였다. 처리 4주 후, 각 처리구의 잡초 지상부 생체중을 측정하였으며, 결과를 SAS (Statistical Analysis Systems Institute, Cary, U.S.A.) general linear model procedure를 이용하여 통계분석하였다.

## 결과 및 고찰

본 실험에 사용된 목초액은 강원도 춘천시 근교의 야산에서 채취된 신갈나무로부터 생산된 것으로, pH 3.0으로 산성을 띠고 있었고, 색상은 담황색이었다. 신갈나무 목초액의 pH는 예비실험에 사용하였던 잣나무, 잎갈나무, 자작나무로부터 생산된 목초액의 pH인 2.9~3.1과 유사하였고, 여러 나무로부터 생산된 목초액의 pH(김 등, 1998a)와 동일하였다. 한편 실험에 사용된 신갈나무 목초액에는 다양한 이온들이 함유되어 있었는데, 다량원소인 Na, Ca, Mg, K의 함량은 각각 15.1, 9.5, 0.4, 6.2 mg kg<sup>-1</sup>이었고, 미량원소인 Cu, Zn, Cr의 함량은 각각 1.2, 12.9, 1.1 mg kg<sup>-1</sup>이었다. 이들 원소의 함량은 modified Hoagland's 영양액(Hopkins, 1995)에 함유되어 있는 원소의 함량과 비교하였을 때 낮은 수준이므로, 이들 자체로 인해 식물 생육이 현저히 저해되지는 않을 것으로 판단되었다.

### 고형 배지 실험

목초액이 식물의 성장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 목초액이 함유된 고형배지에 피, 개밀, 캐놀라, 어저귀, 자귀풀, 수수 종자를 놓고, 이것들을 7일동안 발아·성장시킨

다음 생체중을 비교하였다.

목초액 0.1~0.5% 이상 처리시 식물의 생장은 억제되었다. 피의 경우 목초액 0.01, 0.1, 0.5, 1, 5, 10% 처리시 무처리 식물의 생체중과 비교하여 각각 24, 35, 58, 65, 100, 100% 작았다(표 1). 목초액 0.01% 처리구에서 생장한 피의 생체중은 무처리구에서 생장한 피의 생체중보다 비록 24% 작았으나 통계적인 차이는 없었다. 피의 생장은 목초액 0.1~1% 처리시 약량이 증가하면 할수록 더 억제되는 경향을 보였는데, 목초액 5% 이상 처리시 종자의 발아는 완전히 억제되었다.

개밀, 캐놀라, 어저귀, 자귀풀, 수수의 생장 역시 목초액 처리에 의해 억제되었는데, 캐놀라, 어저귀, 수수의 생장은 목초액 0.1% 이상 처리구에서, 그리고 개밀, 자귀풀의 생장은 0.5% 이상 처리구에서 저해되었다(표 1). 목초액은 이 식물의 종자 발아를 억제시켰는데, 개밀, 캐놀라 어저귀의 경우 1% 이상에서, 자귀풀, 수수의 경우 5% 이상 처리시 발아가 완전 억제되었다. 이러한 결과는 목초액에 종자의 발아를 억제하거나 혹은 식물생장을 억제하는 물질이 함유되어 있다는 것을 시사하여 주는 것이라 할 수 있다. Yatagai와 Unrinine은 목초액에 함유되어 있는 알코올과

페놀류 중 *n*-butanol과 furfuryl alcohol이 0.1~1% 수준에서(1989a), 그리고 산과 중성화합물 중 아세트산(acetic acid)과 cyclotene, maltol, acetonyl acetone, furfural,  $\delta$ -valerolactone,  $\gamma$ -valerolactone,  $\gamma$ -butyrolactone이 0.1~1% 수준에서(1989b) 유식물의 생육을 강하게 저해한다고 보고하였다. 이들의 결과는 신갈나무 목초액 0.1~1% 수준에서 유식물의 생장을 저해한다는 본 실험의 결과와 유사하다.

### 온실 실험

목초액이 실험실 조건의 고품배지에서 생장한 6종 식물의 생장을 억제하였기에, 실제 포장조건에서는 목초액을 어떻게 처리해야 하는지를 알기 위하여 토양처리 및 경엽처리 하였고, 시간경과 후 식물들이 보이는 약해증상을 관찰하였고 생체중을 측정하였다.

토양에 처리된 신갈나무 목초액은 캐놀라, 어저귀, 피, 바랭이의 생장을 억제하지도 않았으며, 약해를 입히지도 않았다. 목초액 처리구에서 생장한 4종 식물의 생체중은 무처리구에서 생장한 식물의 생체중과 비교하여 큰 차이가 나타나지 않았다(표 2). 특히하게도 신갈나무 목초액 2.5% 처

Table 1. Effect of wood vinegar on growth of six plants. Data from two runs of the experiment were combined and subjected to ANOVA

Wood vinegar	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Agropyron smithii</i>	<i>Brassica napus</i>	<i>Abutilon avicennae</i>	<i>Aeschynomene indica</i>	<i>Sorghum bicolor</i>
(%)			Fresh weight (g plant <sup>-1</sup> )			
0	0.0105	0.0126	0.0403	0.0690	0.0679	0.0678
0.01	0.0080	0.0163	0.0389	0.0684	0.0721	0.0781
0.1	0.0068	0.0143	0.0204	0.0586	0.0590	0.0543
0.5	0.0044	0.0069	0.0069	0.0307	0.0295	0.0497
1	0.0036	<sup>a)</sup>	-	-	0.0346	0.0485
5	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-
LSD (0.05)	0.0031	0.0016	0.0064	0.0049	0.0088	0.0081

<sup>a)</sup>No germination.

Table 2. Effect of soil-applied wood vinegar on plant growth. Data from two runs of the experiment were combined and subjected to ANOVA.

Wood vinegar	<i>Brassica napus</i>	<i>Abutilon avicennae</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
80L <sup>-1</sup> 10a <sup>-1</sup>	Fresh weight (g plant <sup>-1</sup> )			
0L	0.1596	0.0577	0.0089	0.0060
2L	0.2291	0.0979	0.0097	0.0067
4L	0.2079	0.0757	0.0249	0.0077
8L	0.1716	0.0659	0.0094	0.0067
20L	0.1885	0.0652	0.0115	0.0095
40L	0.1862	0.0735	0.0119	0.0092
65L	0.1761	0.0703	0.0108	0.0074
80L	0.1509	0.0581	0.0076	0.0059
LSD (0.05)	0.0334	0.0193	0.0153	0.0019

리구에서 성장한 캐놀라와 어저귀의 생체중은 무처리구에서 성장한 식물의 생체중과 비교하여 각각 44%와 70% 높았는데, 이러한 생체중 증가는 피, 바랭이에서는 나타나지 않았기에 식물종마다 목초액에 대한 반응이 다르다는 것을 알 수 있다. 목초액 전처리구에서의 캐놀라와 어저귀 생체중의 증가 원인은 목초액에 함유되어 있는 성분들 중 식물 성장을 촉진시키는 것에 의한 것이라 사료된다(農文協, 1991). 목초액이 비록 고품배지실험에서는 살초력을 나타냈음에도 불구하고, 토양처리시 살초력이 나타나지 않은 것은 목초액이 토양내에서 광, 미생물에 의한 분해 혹은 흡착에 의해 불활성화되었거나, 휘산되었거나 혹은 식물체내로 흡수되지 않고 유실되었기 때문이라고(Anderson, 1983) 추정된다.

캐놀라, 어저귀, 피, 바랭이의 경엽에 목초액 25% 이상 처리시, 처리 1일 후 처리부위에서 paraquat에 의한 백화현상(Hall, 1987)과 유사한 증상이 관찰되었으며, 처리 2일 이후 처리부위는 붕괴되었으며, 처리 식물은 고사되었다. 목초액을 잎의 한 부위에 처리시 처리부위에서만 약효가 나타난 것(자료미제시)으로 미루어, 목초액의 약효는 처리 부위에만 국한된다고 사료된다. 목초액이 접촉작용을 보인다는 것은 실제 포장에서의 잡초방제시 일년생 혹은 이년생잡초는 방제할 수 있을지 몰라도, 다년생잡초는 효율적으로 방제하지 못할 것이라는 점을 나타낸다. 다년생잡초를 방제하기 위해서는 뿌리까지 이행되는 이행형의 제초제를 토양 혹은 경엽에 처리하여 잡초의 뿌리를 고사시키거나, 혹은 연간 수희의 경우으로 뿌리를 잘라내어 고사시켜야 하는데(김 등, 1999) 접촉작용만을 보이는 목초액으로는 다년생잡초의 뿌리를 효율적으로 고사시킬 수 없을 것이라 판단된다.

목초액을 캐놀라, 어저귀, 피, 바랭이의 경엽에 처리한 후, 이 식물들의 생체중을 측정하여 살초효과를 검정하였다. 목초액 50% 이하 처리구에서 성장한 광엽식물 캐놀라와 어저귀의 생체중은 무처리구 식물의 생체중과 비교하여 차이가 없었다(표 3). 그러나 이들 식물의 경엽에 50% 이상의 목초액을 처리시, 처리구 식물의 생체중은 무처리구

식물의 생체중과 비교하여 작았으며, 목초액 함량 증가에 따라 생체중도 감소하는 경향을 보였다.

세엽식물(narrow-leaved plants)인 피의 경우, 목초액 100% 처리구에서 성장한 식물의 생체중만 무처리구에서 성장한 식물의 생체중과 비교하여 차이가 나타났고, 바랭이의 경우에는 목초액 처리구에서 성장한 식물과 무처리구에서 성장한 식물의 생체중간에 차이가 없었는데(표 3), 이는 세엽식물보다는 광엽식물들이 목초액에 더 민감한 반응을 보여주는 것이라 할 수 있다.

**포장 실험**

목초액을 경엽처리했을 경우 식물의 생장이 억제된다는 실내실험의 결과를 바탕으로 포장실험을 수행하였다. 포장 실험은 연평균기온이 크게 다른 강원도 춘천과 태백에서 수행하였고, 목초액의 살초효과를 제초제 glyphosate의 살초효과와 비교하였다.

**춘천 지역**

포장 실험기간 중 춘천지역의 일일 평균 기온과 강수량은 각각 19.4°C와 2.0 mm이었으며(그림 1; 춘천기상대 자료), 식물의 생육에 영향을 줄 수 있는 자연재해는 없었다.

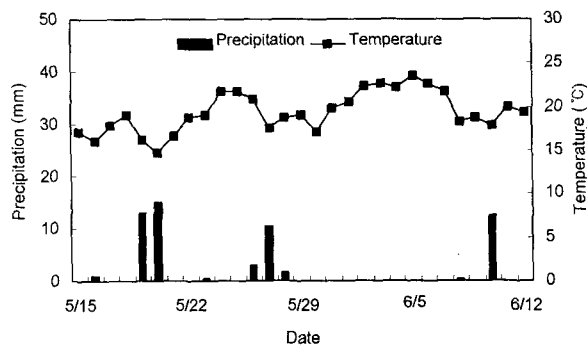


Figure 1. Temperature and precipitation at Chuchon during the experiment period, 15 May 2000 and 12 June 2000.

Table 3. Effect of foliar-applied wood vinegar on plant growth. Data from two runs of the experiment were combined and subjected to ANOVA.

Wood vinegar	<i>Brassica napus</i>	<i>Abutilon avicennae</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
80L <sup>-1</sup> 10a <sup>-1</sup>	Fresh weight (g plant <sup>-1</sup> )			
0L	0.2335	0.0771	0.0106	0.0101
2L	0.3085	0.0775	0.0129	0.0129
4L	0.2142	0.0876	0.0133	0.0109
8L	0.2539	0.0868	0.0141	0.0276
20L	0.2359	0.0739	0.0124	0.0166
40L	0.1400	0.0475	0.0095	0.0065
65L	0.1049	0.0412	0.0075	0.0038
80L	0.0677	0.0405	0.0057	0.0076
LSD (0.05)	0.0543	0.0089	0.0030	0.0030

Table 4. Effect of wood vinegar and glyphosate on biomass of weeds at Chunchon and Taebaek sites. Data are means of two runs of the experiment.

Treatment	Rate	Biomass <sup>a)</sup>	
		Chunchon	Taebaek
	80L <sup>-1</sup> 10a <sup>-1</sup>	(Fresh weight kg m <sup>-2</sup> )	
Wood vinegar	0.00	2.043 a	1.880 ab
	0.80	2.145 a	1.706 b
	1.60	1.980 a	1.840 ab
	8.00	1.970 a	1.743 b
	20.00	1.903 a	1.716 b
	40.00	1.880 a	2.140 a
	80.00	1.343 b	1.200 c
	Glyphosate	0.15	0.286 c
	0.30	0.288 c	0.000 d

<sup>a)</sup>Values in each column followed by the same letter are not significantly different by LSD 0.05 tests.

처리 4주 후, 목초액 처리구(80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>)의 여뀌에서는 심한 황화(chlorosis)와 괴사(necrosis) 증상이 관찰되었다. 그러나 처리구내의 또 다른 우점종인 명이주와 피에서는 약해증상이 나타나지 않은 것으로 미루어, 여뀌가 목초액에 민감한 잡초인 것으로 판단된다.

목초액 전처리구의 살초효과를 대조구와 비교하기 위하여 분산분석을 실시한 결과, 두 반복구(run)간에는 잡초종 차이에 의한 것이라 사료되는 유의한 차이가 나타났으나 ( $P=0.0001$ ), 처리구\*반복구간의 교호작용이 나타나지 않았기에 반복구간의 결과를 구분하여 분석하지는 않았다.

무처리구 식물의 생체중은 목초액 0.8~40L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> 처리구 식물의 생체중과는 차이가 없었으나, 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> 처리구 식물의 생체중과는 유의한 차이( $P=0.0003$ )를 나타내었다(Table 4). 목초액 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> 처리구 식물의 생체중은 무처리구 식물의 생체중과 비교하여 34.3% 적었는데, 이러한 목초액에 의한 살초력은 일반 제초제에 의한 살초력과 비교하여 매우 낮은 수준이었다. 본 실험의 결과는 목초액 60배 희석액을 처리하여 잡초를 방제할 수 있다는 農文協의 추천(1991)과는 상당한 차이를 나타내는 것이다. 農文協(1991) 추천의 경우 60배액 희석액이 살초효과를 나타내는 것으로 되어 있는데, 본 실험의 결과 목초액 희석액은 살초효과가 나타나지 않았다. 본 실험에서는 신갈나무, 잣나무, 잎갈나무, 자작나무로부터 생산된 목초액 중 가장 살초효과가 우수하였던 신갈나무를 사용하였는데, 農文協에서 추천하는 수종이 신갈나무인지에 대해서는 명확하지가 않다.

처리 4주 후, 대조약제인 glyphosate는 처리약량에 관계 없이 높은 살초효과를 나타내었다. Glyphosate 1/2배량(0.15L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>)과 1배량(0.3L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>) 처리구의 대부분 식물들은 거의 고사 수준이었으며, 살아 남아 있는 식물들의 경우 심한 약해증상(황화 및 괴사)이 발견되었으며, 안토시아닌의 축적으로 인해 청적색을 띠고 있었다.

Glyphosate 두 수준 처리구 식물의 생체중은 공히 0.28 kg m<sup>-2</sup>로 두 처리구간 차이는 없었지만, 무처리구 식물의 생체중(2.04 kg m<sup>-2</sup>)과는 차이가 있었다(표 4). 목초액의 살초효과를 glyphosate의 살초효과와 비교했을 경우 두 처리구간에는 매우 유의성이 있었는데( $P=0.0001$ ), 이는 잡초방제를 위해서는 목초액보다 glyphosate가 훨씬 효과적이라는 것을 의미한다.

#### 태백 지역

포장 실험기간 중 태백지역의 일일 평균 기온과 강수량은 각각 22.2°C와 6.4 mm이었으며(그림 2; 춘천기상대 자료), 식물의 생육에 영향을 줄 수 있는 자연재해는 없었다.

처리 4주 후, 목초액 처리구의 식물들은 아무런 약해증상을 보이지 않았다. 춘천 지역에서는 목초액 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>에 처리된 여뀌류의 경우 심한 황화 및 괴사증상이 관찰되었지만, 태백 지역에서는 그러한 약해를 관찰할 수 없었다.

목초액 전처리구의 살초효과를 대조구와 비교하기 위하여 분산분석을 실시한 결과, 두 반복구(run)간에는 잡초종 차이에 의한 것이라 사료되는 유의한 차이가 나타났으나 ( $P=0.0001$ ), 처리구\*반복구간의 교호작용이 나타나지 않았기에 반복구간의 결과를 구분하여 분석하지는 않았다.

무처리구 식물의 생체중은 목초액 0.8~40L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> 처리구 식물의 생체중과는 차이가 없었으나, 목초액 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> 처리구 식물의 생체중과는 유의한 차이( $P=0.0001$ )를 나타내었다(표 4). 목초액 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> 처리구 식물의 생체중은 무처리구 식물의 생체중과 비교하여 36.2% 적었는데, 이러한 목초액에 의한 살초력은 일반 제초제에 의한 살초력과 비교하여 매우 낮은 수준이었다. 본 실험의 결과는 목초액을 이용하여 잡초를 방제하기 위해서는 목초액 1배액을 처리해야 한다는 것을 나타내는데, 이러한 결과는 목초액을 이용한 잡초방제가 경제적이

지 못하다는 것을 시사하여 주는 것이다. 현재 춘천지역에서 시판되고 있는 목초액(20L 기준)의 가격이 4만원정도인 것을 감안할 때, 10a 당 잡초방제비용이 16만원이 소요되는 것으로 추산된다.

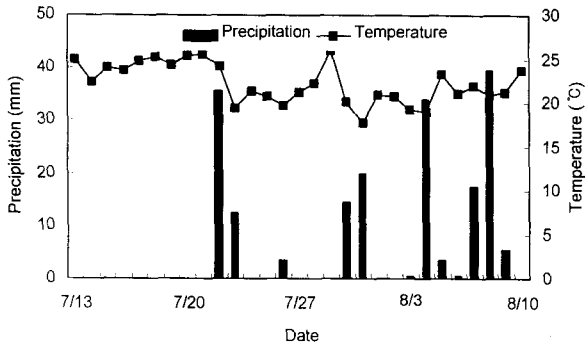


Figure 2. Temperature and precipitation at Taebeck during the experiment period, 13 July 2000 and 10 August 2000.

처리 4주 후, 대조약제인 glyphosate는 처리약량에 관계 없이 높은 살초효과를 나타내었다. Glyphosate 1/2배량 (0.15L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>)과 1배량(0.3L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>) 처리구의 대부분 식물들은 완전고사되어(표 4) 수확이 불가능하였다.

본 연구의 포장실험 결과는 신갈나무 목초액이 살초효과가 있음을 보여 주고 있다(표 4). 그러나 포장실험에서 목초액의 살초력은 glyphosate의 살초력과는 비교할 수 없을 정도로 낮았기에, 잡초방제를 목적으로 경작지에서 사용하기에는 효율적이지 않다고 판단된다. 저자들은 목초액 그 자체를 잡초방제에 이용하기 보다는 목초액내에 함유되어 있는 천연살초성분을 추출 정제한 후 이를 이용하는 편이 더 합리적이라 판단하여 목초액에 함유되어 있는 천연살초성분을 분리 추출하고 이의 화학구조를 동정하는 연구를 수행하고 있다.

### 참고문헌

김광은, 박상범, 안경모 (2000) 숲과 목초액. pp.280, 한림 저널사.

김성문, 이도진, 김진석, 허장현, 한대성 (1999) 잡초방제의 이론과 실제. pp.201, 강원대학교 출판부.

김성문, 황기환, 박홍렬, 조준모, 박수진, 신현포, 허장현, 한대성 (1998) 강원도 고냉지 씨감자 경작자들의 잡초방제 및 제초제 사용 실태. 한국농약과학회지 2(2): 102~107.

農文協 (1991) 木酢炭で減農薬. pp.141, 農山漁村文化協會.

변중영, 구자옥, 구연충 (1997) 잡초관리를 위한 환경친화적 재배기술. 한국잡초학회지 17(1): 124~134.

이인용, 박재읍, 박태선, 김태완, 오병렬 (1998) 논 제초제 사용에 대한 농가 실태 조사. 한국농약과학회지 2(2): 119~125.

정보섭, 신민교 (1989). 도해 향약(생약)대사전. pp.810~811, 영림사.

Anderson, W. P. (1983) Weed Science. pp.175~195, In Principles, West Publishing Co. Ltd.

Chang, H. Y., A. S. Kang, D. Y. Cha, J. M. Sung, T. Morinaga (1995) Effects of wood vinegar on the mycelial growth promotion of some edible mushrooms and *Trichoderma* pathogen inhibition. RDA J. Agri. Sci. 37(2):766~771.

Hall, L. (1996) How herbicides work. pp.34, Alberta Agriculture, Food and Rural Development.

Hopkins, W. G. (1995) Introduction to Plant Physiology. pp.70, John Wiley & Sons, Inc.

Yatagai, M. and G. Unrinine (1989a) By-products of wood carbonization V. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds. Acids and neutrals. Mokuzai Gakkaishi 35:564~571.

Yatagai, M. and G. Unrinine (1989b) By-products of wood carbonization V. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds. Alcohols and phenols. Mokuzai Gakkaishi 35:1021~1028.

---

**Herbicidal Activity of Wood Vinegar from *Quercus mongolica* Fisch**

Songmun Kim<sup>\*</sup>, Yongho Kim<sup>1</sup>, Jin-Seog Kim<sup>2</sup>, Mun-Sub Ahn<sup>3</sup>, Su-Jeong Heo<sup>3</sup>, Jang-Hyun Hur<sup>1</sup> and Dae-Sung Han<sup>1</sup>(Institute for Agricultural Science Research, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea; <sup>1</sup>Division of Agricultural Environment, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea; <sup>2</sup>Korea Research Institute of Chemical Technology, Taejon Yusong P.O.Box 107, Korea; <sup>3</sup>Kangwondo Agricultural Research and Extension Services, Chuncheon 200-150, Korea)

**Abstract :** The objective of this study was to determine if wood vinegar of *Quercus mongolica* Fisch has herbicidal activity. Growth of plants, such as barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* P. Beauv), quackgrass (*Agropyron smithii* RYDB), canola (*Brassica napus* L.), velvetleaf (*Abutilon avicennae*), indian jointvetch (*Aeschynomene indica*), and common sorghum (*Sorghum bicolor*) grown on agar batch treated with 0.01% wood vinegar were similar to that of plant without wood vinegar. The growth of such plants, however, reduced at 0.1-1% concentrations, and inhibited totally at >5% concentration. In greenhouse study, soil-applied wood vinegar did not inhibit the growth of canola, barnyard grass, large crabgrass, and *Abutilon avicennae* even at the highest concentration, 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>, while foliar-applied wood vinegar did inhibit the growth of plants at higher than 40L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>. Growth of canola, barnyard grass, large crabgrass, and *Abutilon avicennae* treated with wood vinegar (80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup>) was reduced by 71, 46, 24, and 47%, respectively. In field experiment conducted at Chuncheon and Taebeck, biomass of weeds treated with wood vinegar at less than 40L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> were close to that of weeds treated without wood vinegar, while biomass of weeds at 80L 80L<sup>-1</sup> 10a<sup>-1</sup> was reduced by 34-36%, compared to that of control, at both sites. However, the herbicidal activity of wood vinegar was much lower than that of glyphosate. Results in this study show that wood vinegar of *Quercus mongolica* Fisch has herbicidal activity, although the herbicidal activity was lower than that of glyphosate, a commercial herbicide.

---

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