

제초제(propanil, butachlor) 저항성 잡초 선발 방법에 관한 연구

정성엽 · 김영미 · 박재현 · 이재현 · 김학윤 · 이인중 · 신동현 · 김길웅

경북대학교 농과대학 농학과

Study on Selection Method of Herbicide (propanil, butachlor) Resistant Weeds

Sung-Yup JUNG · Young-Mi KIM · Jae-Hyun PARK · Jae-Hyun LEE ·
Hak-Yoon KIM · In-Jung LEE · Dong-Hyun SHIN · Kil-Ung KIM

Department of Agronomy, Kyungpook National University

Abstract

This study was conducted to develop a simple selection method for herbicide-resistance weeds. Two methods, designated "seedling method" and "stem node method" were employed for screening of barnyardgrass against propanil and butachlor. In the seedling method, shoot and root growth of barnyardgrass were significantly inhibited at quarter of the recommended herbicide rate, while in the stem node method, the similar inhibition was obtained at half of the recommended rate. Thus, it was concluded that the seedling method is more simple and quick method to evaluate response of barnyardgrass to propanil and butachlor compared to stem node method.

Key words : herbicide-resistance weeds, seedling method, stem node method

서 언

잡초란 인간이 경작하지 않고 또 인간이 원하지 않는 식물로 정의된다. 잡초는 농업의 시작과 더불어 인류에게 가장 문제시되어 왔는데, 작물의 품종이 인간의 목적을 충족하는 방향으로 개발이 되면 될수록 자연환경에 대한 적응

력은 저하될 것이고 반대로 잡초는 자연에 너무나 잘 적응·진화해 온 것이므로 작물생산을 극대화시키기 위해서는 잡초를 방제하여야만 한다.

효과적이고 경제적인 잡초방제를 위해서는 어떤 종류의 잡초방제법을 사용하기 전에 잡초의 생물학적 특성을 먼저 이해하여야 할 필요

가 있다. 잡초들 중 우리 나라 벼농사에 있어서 가장 문제시되고 있는 피는 논에서 흔히 볼 수 있으며 발생이 많은 일년생잡초이다. 그 중 돌피는 보통 밭에서 발생하나 논에서도 발생하기 때문에 발작물뿐만 아니라 벼농사에서도 문제가 큰 잡초이다.

Propanil⁴⁾은 광합성 저해성의 접촉형 경엽처리 제초제로서 처리된 감수성 식물에서 잎의 피사현상이 전형적인 외부 증상으로써⁷⁾, 화분과 잡초, 특히 피를 4엽기까지 탁월하게 방제하며^{8, 10)} 이양은 물론 답수직파재배¹⁾ 및 건답직파재배지⁹⁾에서 단제 및 tank mixture^{10, 11)}로 현재 사용되고 있는 제초제이다. Propanil은 서로 상이한 대사작용을 가진 벼와 피의 탁월한 속간선택성에 기인한 제초활성을 나타낸다^{2, 9, 12, 14)}. 그러나 벼 직파재배 확대에 의해 체계처리는 물론 다른 광엽 및 사초과 잡초들에 대한 동시 방제를 위해서는 단제보다는 잔류형 제초제 bifenox, butachlor, oxadiazon 및 thiobencarb 등과 조합처리가 더욱 효과적이고 살초폭이 넓은 방제를 기대할 수 있는 것으로 보고된 바 있다^{10, 11)}.

Butachlor³⁾은 alachlor와 더불어 미국 Monsanto사에서 1960년 개발되어 논잡초 방제용으로 사용되는 잡초발생전처리 제초제로서 화분과 및 광엽잡초 방제에 유효하다. 이 제초제는 발아하는 화분과잡초 및 광엽잡초의 유아부로 주로 흡수되어 체내 이행이 가능하며 세포분열이 왕성한 생장점에서 단백질합성과 세포분열을 저해함으로써 생장을 정지시키는 작용특성을 갖고 있다.

처리한 제초제에 대해서 식물체가 전혀 반응을 나타내지 않을 때 내성 또는 저항성이라고 한다. 내성과 저항성이라는 용어는 일정한 정의의 구분 없이 사용되기는 하나 Lebaron과 Gresse에 의하면¹¹⁾ 내성은 식물종간에 나타나는 제초제에 대한 정규변이의 현상이며 한 개체군 가운

데서 이 현상이 쉽게 표현된다고 한다. 그리고 제초제 저항성이란 농업적으로 추천된 제초량을 처리하였을 때 어떤 종의 개체군이 진화적 내성 반응을 나타내는 것이라고 한다.

본 실험의 대상이 되는 제초제 propanil과 butachlor을 8년 또는 10년 이상 피에 처리하였을 때, 중국, 그리스, 미국 등에서 제초제 저항성 잡초의 발현 사례에 대한 연구 보고가 있다^{5, 6, 13)}. 그러나 우리나라에는 아직까지 공식적으로 제초제 저항성 잡초의 발현 사례에 대한 보고는 없지만, 비공식적으로는 제초제 저항성 잡초가 발현되고 있다.

따라서 본 실험은 제초제 저항성 잡초 선별 방법의 하나인 유묘검정법과 stem node 검정법으로 실내에서 단기간 내에 간편하게 제초제 (propanil, butachlor)에 대한 잡초의 저항성 반응을 판별할 수 있는 방법을 개발 하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험 1. 유묘 검정법에 의한 제초제 저항성 잡초 검정

경북대학교 포장에서 1998년 8월 19일에 분얼수가 2개, 초장 30 cm를 가진 돌피(*Echinochloa crus-galli* var. *praticola*)의 유묘를 검정 식물로 사용하였다. 뿌리 주위의 흙을 물로 씻어 제거하고, 뿌리와 줄기의 경계선으로부터 상하로 각 5 cm씩 절단하였다. 절단된 뿌리와 줄기를 물을 5 ml 함유한 30 ml용 시험관에 넣고 24시간 암실에 치상하여 새로운 뿌리의 신장을 유도시켰다. 30 ml용 시험관에 agar 0.4%가 함유한 배지용액을 25 ml을 넣어 균화후 검정 시료를 치상하였다(pH를 5.7~5.8로 맞춘다). 이때 대조구와 추천량, 추천량의 1/4, 1/2, 2배의 제초제

propanil과 butachlor를 시험관에 미리 넣어 농도를 조절하였다. 피를 효과적으로 방제하기 위한 propanil의 추천량은 600 ml/100 ℓ 이고, butachlor의 추천량은 250 ml/100 ℓ 이다. 24시간 동안 암실에서 보관한 후 낮 조건으로 30℃(12시간) 밤 조건으로 20℃(12시간)으로 유지되는 생장상에 치상한 후 6일 째에 신초 및 새로 나온 뿌리의 길이를 측정하였다.

실험 2. Stem node 검정법에 의한 제초제 저항성 잡초 검정

경북대학교 포장에서 1998년 9월 2일, 출수기 때 돌피의 분얼가지의 2~3째 마디를 채취하여, 줄기마디를 마디하단으로부터 1 cm, 마디상단으로부터 7 cm, 통합 8 cm를 절단하였다. 이 절단된 줄기를 물이 5 ml 들어 있는 시험관(30 ml)에 옮긴 후 습기가 많은 암실에 48시간 치상한다. Agar 0.4%(pH를 5.7~5.8로 맞춘다)를 함유한 용액 10 ml를 시험관에 붓고 이 때 제초제를 서로 다른 농도(대조구, 추천량의 1/4, 1/2, 1, 2배)로 미리 조정한 후 agar 배지를 만든다. 낮 조건으로 30℃(12시간), 밤 조건으로 20℃(12시간)로 조정되고 있는 생장상에 치상한 후 20일째 뿌리(adventitious root) 및 신초의 길이를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 유묘 검정법에 의한 제초제 저항성 잡초 선발

표 1은 유묘 검정법의 결과로 propanil을 처리했을 때, 피의 신초 및 새로 나온 뿌리의 길이를 측정하였다. 제초제 추천량의 1/4을 처리 하였을때, shoot와 root의 길이가 무처리

Table 1. Effect of propanil on the shoot and root length of *Echinochloa crus-galli* var. *praticola*.

Concentration (ml/100 ℓ)	Length(cm)	
	Shoot	Root
0	3.3 a ¹⁾	0.8 a
150	0.8 b	0.6 b
300	0.0 b	0.5 bc
600 ²⁾	0.0 b	0.4 bc
1200	0.0 b	0.3 bc

¹⁾ In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT.

²⁾ Recommended rate.

비해 생육이 현저히 억제되었다. 또한 추천량의 1/4이상의 농도에서도 마찬가지로 생육이 현저히 억제되었다. Shoot에서는 무처리와 추천량의 1/4 농도이상을 처리에서 유의성이 인정되었으나, 추천량의 1/4이상의 농도간에는 유의성이 나타나지 않았다. Root에서는 무처리와 추천량의 1/4 그리고 추천량의 1/2농도 이상 처리간에는 유의성이 인정되었으나, 추천량의 1/2이상의 농도처리간에는 유의성이 인정되지 않았다.

표 2은 유묘 검정법의 결과로 butachlor을 처리하였을 때의 피의 신초 및 새로 나온 뿌리의 길이를 측정하였다. 제초제 추천량의 1/4을 처리하였을 때 shoot와 root의 길이가 무처리에 비해 생육이 현저히 억제되었고, 추천량의 1/4 이상의 농도에서도 마찬가지로 생육이 현저히 억제되었다. Shoot에서는 무처리와 추천량의 1/4, 추천량의 1/2와 추천량 이상의 농도간에서 유의성이 인정되었으나, 추천량 이상의 농도에서는 유의성이 인정되지 않았다. Root의 결과에서도 마찬가지로 무처리와 추천량의 1/4, 추천량의 1/2과 추천량 이상의 처리 농도간에는 유의성이 인정되었으나, 추천량 이상의 처리 농도에서는 유의성이 인정되지 않았다.

Table 2. Effect of butachlor on the shoot and root length of *Echinochloa crus-galli* var. *praticola*.

Concentration (ml/100 l)	Length(cm)	
	Shoot	Root
0	12.0 a ¹⁾	4.2 a
82.5	4.3 b	1.7 ab
125	0.6 bc	1.2 b
250 ²⁾	0.1 b	0.5 b
500	0.4 b	0.3 b

¹⁾ In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT.

²⁾ Recommended rate.

2. Stem node 검정법에 의한 저항성 잡초 선별

표 3는 stem node 검정법의 결과로 propanil을 처리하고 20일 후의 피의 생육상태를 나타낸 것이다. 추천량의 1/4 처리구에서 무처리에 비해 줄기 생육이 억제되었고, 추천량의 1/2 처리구에서는 신초의 길이가 추천량의 1/4 처리구보다도 현저히 억제되었다. Shoot에서는 무처리와 추천량의 1/4, 추천량의 1/2과 추천량 이상의 처리 농도간에는 유의성이 인정되었으나, 추천량과 추천량의 2배 처리 농도간에는 유의성이 인정되지 않았다. Root에서는 무처리와 추천량의 1/4이상의 처리농도간에는 유의성이 인정되었으나, 추천량의 1/4이상의 처리 농도간에는 유의성이 인정되지 않았다.

표 4는 stem node 검정법으로 butachlor을 처리하고 20일 후의 피의 생육상태를 나타낸 것이다. 추천량의 1/4 처리구에서 무처리에 비해 신초 및 뿌리의 길이의 생육이 억제되었고, 추천량의 1/2 처리구에서는 신초 및 뿌리의 길이가 현저히 억제되었다. Shoot에서는 무처리와 추천량의 1/4, 추천량의 1/2 그리고 추천량 이상의 처리 농도간에는 유의성이 인정되었으나, 추천량과 추천량의 2배 처리 농도 사이에서는 유의성이 인정되지 않

Table 3. Effect of propanil on the shoot and root length of *Echinochloa crus-galli* var. *praticola*.

Concentration (ml/100 l)	Length(cm)	
	Shoot	Root
0	13.7 a ¹⁾	7.8 a
150	4.7 b	0.3 b
300	1.6 c	0.7 b
600 ²⁾	0.6 c	0.4 b
1200	0.1 c	0.1 b

¹⁾ In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT.

²⁾ Recommended rate.

았다. Root에서는 무처리와 추천량의 1/4 처리구와 추천량의 1/2이상의 처리 농도간에는 유의성이 인정되었으나, 추천량의 1/2이상의 처리 농도에서는 유의성이 인정되지 않았다.

이상으로 피에 대한 두 제초제에 대한 저항성 반응을 검정하였다. 최근에는 일본 북해도 지방에서 눈에 발생하는 물달개비, 발뚝외풀, 마디꽃, 올챙이 고랭이, 물별 등이 설포닐우레아계 제초제에 저항성을 나타낸다는 보고가 있었다⁵⁾. 그러나 피를 제외한 다른 잡초종에서의 제초제 저항성 연구가 계속 되어야 할 것이다.

Table 4. Effect of butachlor on the shoot and root length of *Echinochloa crus-galli* var. *praticola*.

Concentration (ml/100 l)	Length(cm)	
	Shoot	Root
0	12.0 a ¹⁾	4.2 a
82.5	4.3 b	1.7 ab
125	0.6 bc	1.2 b
250 ²⁾	0.1 c	0.5 b
500	0.4 c	0.3 b

¹⁾ In a column, means followed by common letter are not significantly different at the 5 % level by DMRT.

²⁾ Recommended rate.

적 요

피의 유묘 및 줄기를 사용하여, 실내에서 간편하게 제초제 저항성 개체를 선발하기 위해 실시한 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 유묘 검정법으로 6일 동안 돌피를 생육시킨 결과, 돌피의 생육이 제초제 추천량의 1/4 처리 농도에서 현저히 억제되었다.

2. Stem node 검정법으로 20일 동안 돌피를 생육시킨 결과, 돌피의 생육이 제초제 추천량의 1/2 처리 농도에서 현저히 억제되는 것으로 나타났다.

3. 유묘 검정법과 stem node 검정법을 이용한 생물검정의 결과, 유묘 검정법이 stem node 검정법 보다 빠른 시간 내에 그리고 낮은 농도의 범위에서 저항성 반응을 효과적으로 검정할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Castin, E.M. and K. Moody. 1989. Effect of different seeding rates moisture regimes, and weed control treatments on weed growth and yield of wet-seeded rice. APWSS 12th Proc. I. : 337-343.
2. Fear, D. S. and G. G. Still. 1968. The metabolism of 3,4-dichloro-propionanilide in plants. Partial purification and properties of an arylamidase from rice. Phytochemistry (Oxf.). 7 : 913-920.
3. Herbicide Handbook Committee. 1994. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. pp. 41-43.
4. Herbicide Handbook Committee. 1994. Herbicide handbook. Weed Science Society of America. pp. 252-254.
5. Morita, H. 1998. Occurrence of herbicide resistance in Japan. Paper Presented at the Meeting and Training on Herbicide Resistance held of Kyungpook National University, Taegu, Korea. pp. 23-27.
6. Morrison, I. N. and L. F. Friesen. 1996. Herbicide resistant weeds : mutation, selection, misconception, 2nd International Weed Control Congress. Copenhagen, Denmark. pp. 377-384.
7. Schweizer, E. E., D. W. Lybecker and R. L. Zimdahl. 1988. Systems approach to weed management in irrigated crops. Weed Science. 36 : 840-845.
8. Smith, R. J., Jr. 1974. Response of rice to postemergence treatment of propanil. Weed Sci. 22 : 563-568.
9. Smith, R. J., Jr. 1983. Integrated weed management in rice in the USA. Kor. J. Weed Sci. 3(1) : 1-13.
10. Smith, R. J. and K. Khodayari. 1985. Herbicide treatments for control of weeds in dry-seeded rice (*Oryza sativa*). Weed Sci. 33 : 686-692.
11. Stauber, L. G., P. Nastasi, R. J. Smith, Jr. A. M. Baltazar and R. E. Talbert. 1991. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and bearded sprangletop (*Leptochloa fascicularis*) control in rice (*Oryza sativa*). Weed Technology. 5 : 337-344.
12. Still, G. G. 1968. Metabolism fate of 3,4-dichloropropionanilide in plants : the metabolism of the propionic acid moiety. Plant Physiology. 213 : 543-546.
13. Toenniessen, G. H. 1996. Using biotechnology in genetic improvement of rice for weed management In : Naglor R. editor. Herbicides

- in Asian rice : transitions in weed management. Palo Alto (California) : Institute for International Studies, Stanford University, and Manila (Philippines), International Rice Research Institute. pp. 209-216.
14. Weed Science Society of America. 1989. Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America. Sixth Ed. p. 301.