

Molinate와 Simetryn 혼합처리가 피, 가막사리 및 벼의 생육에 미치는 영향

崔祥淵* · 鄭奉眞* · 蔡濟天**

Effect of Combined Application of Molinate and Simetryn on Bioefficacy of *Echinochloa crus-galli* and *Bidens tripartita*

Choi, S.Y.*, B.J. Chung* and J.C. Chae**

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the interaction effect between molinate(S-ethyl N,N-hexamethylene-thiocarbamate) and simetryn(N,N'-diethyl-6-(methythio)-1,3,5-triazine-2,4-diamine) on weed bioefficacy and rice phytotoxicity in green house and paddy field. Combined application of molinate and simetryn showed synergistic herbicidal effect to *Echinochloa crus-galli* and additive herbicidal effect to *Bidens tripartita*, However, it showed synergistic phytotoxicity to rice. Combined application of molinate and simetryn reduced the flooding period desirable for controlling *Echinochloa crus-galli* by about 2~4days as compared to single application of molinate. It was concluded that the optimum combination of molinate and simetryn was 150g and 9g to 18g a.i./10a, respectively in viewpoint of bioefficacy and phytotoxicity.

Key words : molinate, simetryn, combined application, *Echinchloa crus-galli*, *Bidens tripartita*., phytotoxicity, bioefficacy

서 언

벼 직파재배에서 가장 문제가 되고 있는 일년생 잡초인 피를 방제하기 위한 제초제로서 안전성과 약효가 우수한 molinate와 simetryn이 널리 사용되고 있다. Molinate는 carbamate계 제초제로서 피에 대한 선택성이 높고 토양혼화, 토양표면 및 담수조건 등 어느 조건에 처리해도 벼에 대한 약해가 없어 이앙재배 뿐만

아니라 담수직파에서도 사용이 매년 늘어나고 있다⁹⁾. Molinate는 식물체의 뿌리 및 경엽에서 신속히 흡수되어 상부의 잎이나 성장점으로 이행하여 식물체내의 단백질 합성을 저해하고 세포의 분열 및 신장을 억제하여 서서히 고사시키는 작용특성을 가지고 있다^{5,15)}. Simetryn은 triazine계 제초제로서 일년생 광엽잡초에 대한 효과는 우수하나 화분과 잡초에 대한 약효는 떨어지며 thiobencarb, molinate와 혼합하면 약

* 동부한농화학 농업기술연구소(Agricultural Technology Research Institute, Dongbu Hannong Chemical Co. Inc., #175-1, Botong-Ri, JeongNam-Myun, HwaSung-Gun 445-960, Korea)

** 단국대 농대(School of Plant Resources, College of Agriculture, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea) ('98. 11. 18 접수)

효상승효과가 있고 특히 담수조건에서 경엽 및 토양처리하면 여러 종의 잡초방제에 효과가 있으며 자포니카벼에는 저항성이나 인디카벼는 감수성이고 묘가 도장하여 연약한 경우나 고온시에는 약해가 발생할 염려가 있는 특성의 약제이다.^{5,12).}

현재 제초제의 개발은 단제보다는 각각의 단제가 가지고 있는 약제 특성의 협력작용에 의한 제초효과의 상승, 약제 적용시기의 확대, 잔효기간의 연장 및 생력화 효과의 장점이 있는 혼합제의 개발이 주로 이루어지고 있다. 전체 수도용 제초제 사용량의 약 30.7%가 molinate 합제이며⁹⁾, 1998년 현재 농약 품목등록 신청시험 77개 품목중 7개 품목이 molinate 혼합제 개발시험이다.

그러나 molinate는 피 2.5엽기 이후에 처리하면 약효 및 잔효력이 다소 떨어지는 것으로 알려져 있어 이앙 혹은 파종 10~15일 전후에 사용되어야 하는데 초기의 눈그누기 작업으로 인하여 적기에 처리하지 못해 약효가 떨어지는 경향이다. 한편 simetryn은 피에 대한 살초효과는 떨어지나, 가막사리, 일년생 광엽잡초 및 조류에 대한 효과가 매우 우수한 약제로서 단제보다 molinate 혼합제로 이용하는 것이 효과적이다. 그러나 지금까지의 molinate+simetryn 혼합제는 벼에 대한 약해 문제로 이앙벼에서만 사용되어 왔다.

이 연구는 담수직파재배 포장에서 molinate와 simetryn 혼합제 처리시 잡초에 대한 상호작용효과와 벼에 대한 안전성을 구명하여 담수직파벼에 안전하고 효과적인 혼합제를 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시약제

본 시험에 사용한 molinate는 영국 Zeneca사가 개발한 제초제로서 화분과 잡초중에서 특히 피 (*Echinochloa crus-galli*)에 효과가 있는 carbamate 계통의 약제이고, simetryn은 Ciba-Geigy 사가 개발한 제초제로 일년생 광엽잡초 및 화분과

Table 1. Chemical and physical properties of molinate.

Common name :	Ordram, Molinate
Code no. :	R-4572
Chemical name :	S-ethyl N,N-hexamethylene-thiocarbamate
Molecular formula :	C ₉ H ₁₇ NOS
Vapour pressure :	v.p.(25) 5.6x10 ⁻³
Molecular weight :	187.3
Water solubility :	800ppm at 20°C

Table 2. Chemical and physical properties of simetryn.

Common name :	Simetryn
Code no. :	G32911
Chemical name :	N,N'-diethyl-6-(methylthio)-1,3,5-triazine-2,4-diamine
Molecular formula :	C ₈ H ₁₅ N ₅ S
Vapour pressure :	213.3
Molecular weight :	82-83°C
Water solubility :	450ppm at 20°C

잡초에 효과가 있는 triazine 계통의 약제로서 이들의 특성은 표 1 및 2와 같다.

공시약제로 사용한 molinate는 5% 입제, simetryn은 0.1% 입제로 동부한농화학 농업기술연구소에서 제제하여 사용하였으며 제조처방은 표 3과 같다.

Table 3. Formulation recipes of molinate and simetryn granule.

Item	Components	Molinate	Simetryn
Technical	Molinate	5	-
	Simetryn	-	0.1
Surface active agent	Dispersing ^{a)}	-	2.5
	Wetting and dispersing ^{b)}	-	0.4
Adjuvant	Binder 1 ^{c)}	-	1.5
	Binder 2 ^{d)}	-	0.5
Carrier	Bentonite	-	-
	Zeolite	95	-
	Talc	-	70

^{a)} Dispersing : polyacrylic acid type high molecular anionic surfactant

^{b)} Wetting and Dispersing : Sodium dialkyl sulfosuccinate

^{c)} Binder 1 : Dextrin

^{d)} Binder 2 : Sodium carbonate

2. 실험장소 및 공시품종

경기도 화성군 정남면 동부한농화학 농업기술연구소의 온실에서 1996년 시험을 수행하였다. 벼 품종은 추청벼를 사용하였고, 피와 가막사리는 경기도 화성군에서 채취한 종자를 휴면타파시켜 사용하였다.

3. 피와 가막사리의 생육에 미치는 영향

1/5000a 사각 plastic pot(12cm×18cm)에 논흙을 일정량 채운 후 관수하여 흙을 부드럽게 하고, 전년도에 채취한 피와 가막사리 종자를 파종하였다. 피 2.5엽기(파종 15일 후), 가막사리 1.5엽기(파종 15일 후)에 담수심을 4cm 깊이로 유지한 조건에서 molinate는 30, 90, 150, 210 및 270g a.i./10a, simetryn은 3, 6, 9, 12 및 15g a.i./10a를 3반복으로 단용처리와 혼합처리하였다. 처리 20일후 잡초의 지상부 생체중을 조사하였다. 제초제 상호작용효과 평가는 Chisaka의 등효과곡선¹⁹⁾을 이용하였다. 한편 제초제 처리후 눈 그누기를 위해 배수하는 경우를 가상하여 배수시기에 따른 효과를 알아보기 위하여 피 2.0엽기(파종 10일 후)에 물을 4cm 깊이로 담수하고 molinate의 약량은 90g a.i./10a로 고정하고, simetryn의 약량을 6, 9, 12g a.i./10a 혼합하여 3반복으로 처리하였다. 약제처리후 1일부터 6일까지 1일 간격으로 pot의 물을 배수하고, 15일 후에 잡초의 고사율을, 30일 후에 지상부 생체중을 조사하였다.

4. 벼의 생육에 미치는 영향

1/5000a 사각 plastic pot(12cm×18cm)에 논흙을 일정량 채운 후 충실한 벼 최아종자를 pot당 10립씩 파종하였다. 벼 1.5엽기(파종 10일 후)에 수심을 4cm로 유지시킨 상태에서 molinate는 10a당 150, 300, 450 및 600g a.i./10a, simetryn은 10a당 9, 18, 27, 36 및 45g a.i./10a를 3반복으로 단용 및 혼합처리하고 10일 후에 초장을, 20일 후에 지상부생체중을 조사하였다.

한편 누수조건에서의 약해안전성을 알기 위하여 벼 2.5엽기(파종 15일 후)에 4cm 깊이로 담수한 상태에서 molinate는 10a당 80, 160, 240

및 320g a.i./10a, simetryn은 10a당 4.5, 9, 13.5 및 18g a.i./10a를 각각 단용 및 혼합처리한 후 항상 4cm 담수가 유지되도록 관수하면서 매일 1cm씩 누수시켰다. 약제처리 20일 후 지상부 생체중을 무처리와 비교 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 피와 가막사리 생육에 미치는 영향

(1) 담수조건

피 2.5엽기에 molinate와 simetryn의 혼합처리 살초효과를 보면 표 4와 같다. molinate 단제처리는 약량이 증가함에 따라서 살초효과도 증대되어 30g 및 210g에서 각각 30.2%, 90.0%의 방제가를 보였으며, 270g에서는 95.6%의 살초효과를 나타냈다. Simetryn 단제처리에서도 약량이 증가됨에 따라 살초효과가 증대되었으나 최고약량인 15g에서 35.6%의 낮은 살초효과를 나타내어 피에 대한 효과는 매우 떨어지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 담수직파재배시 molinate 200g a.i./10a 처리에서 피 살초효과가 우수하다고 하는 片岡¹⁷⁾의 시험결과와 같았다.

두 약제의 혼합처리 결과를 보면 molinate 30g에 simetryn 15g을 혼합처리하면 73.1%의 저조한 살초효과를 나타냈으나, molinate 90g에 simetryn 12g 내지 15g을 혼합처리하면 96.9% 및 100%의 살초효과를 나타냈다. molinate 150g에 simetryn 9g, 12g을 혼합하면 각각 96.9%, 97.6%의 살초효과를, simetryn 15g을 혼합하면

Table 4. Percent growth inhibition of shoot weight of *Echinochloa crus-galli* at 20days after treatment by combined application of molinate with simetryn.

Molinate (g a.i./ 10a)	Simetryn(g a.i./10a)					
	0	3	6	9	12	15
0	0	4.9	9.8	24.4	31.1	35.6
30	30.2	36.2	44.9	58.0	71.1	73.1
90	71.3	74.0	83.6	90.9	96.9	100
150	85.3	88.9	94.7	96.9	97.6	100
210	90.0	94.4	98.4	99.1	100	100
270	95.6	98.4	98.9	100	100	100

100%의 살초효과를 나타냈다. molinate 210g, 270g에 simetryn을 각각 9g, 6g 혼합처리하면 99.1% 및 98.9%의 높은 살초효과를 나타냈다.

표 4의 성적을 이용하여 각 단계처리시 피의 생육을 90% 억제시키는 약량을 산출한 결과는 그림 1과 같이 molinate는 210g a.i./10a, simetryn은 33.15g a.i./10a 일때로 나타났다. 이 두점을 연결하여 상가적 효과선으로 설정하여 점선으로 표시하고 두 약제의 혼합처리시 90% 생육억제를 나타낸 약량을 표시한 결과 등효과곡선이 상가적 효과선 아래에 위치하여 두 약제의 피에 대한 상호작용은 상승효과인 것으로 해석되었다.

두 종류의 제초제를 혼합처리하면 한 약제의 약효에 따른 상가적 효과(additive effect)만 나타나는 것이 아니라, 한 약제가 다른 약제의 효과를 경감시키는 길항적 효과(antagonistic effect) 또는 두 약제 각각의 상가적효과 보다도 약효가 증진되는 상승효과(synergistic effect)도 나타난다^{18,21)}. 피에 대한 혼합제 처리의 연구 결과를 보면 金 等(1983)⁷⁾은 butachlor 등 6개 화본과에 효과가 있는 제초제들 간의 혼합효과를 91개 조합에 대해 조사한 결과, chlormethoxynil+perfluidone 등 35개 조합은 길항적, naproanilide+thiobencarb 등 40조합은 상가적, chloromethoxynil+butachlor 등 16조합은 상승효과를 나타냈고, 또한 diphenylether계의 oxyfluorfen과 thiocarbamate계의 thiobencarb의 혼합처리시에도 상가적 반응을 나타내었다고 보고한 바 있다. 그 밖에도 quinclorac과 molinate를 혼합처리하면 상가적 효과가³⁾, pyrazole계 제초제들과 pretilachlor와의 혼합처리하는 상승작용이¹⁾, pyrazolate+butachlor, pyrazoxyfen+pretilachlor, benzofenap+butachlor 처리는 모두 상승작용을⁴⁾, pyrazoxyfen+pretilachlor, pyrazolate+butachlor 처리는 상승효과가²⁾, benthicarb+simetryn, butachlor+simetryn, benthicarb+propanil 처리는 서로 상승작용을¹⁶⁾ 나타냈다는 보고가 있다.

이 실험에서는 두 약제의 피에 대한 상호작용은 상승효과인 것으로 나타나서 피 2.5엽기에 molinate 단용처리시에는 210g 이상의 많은

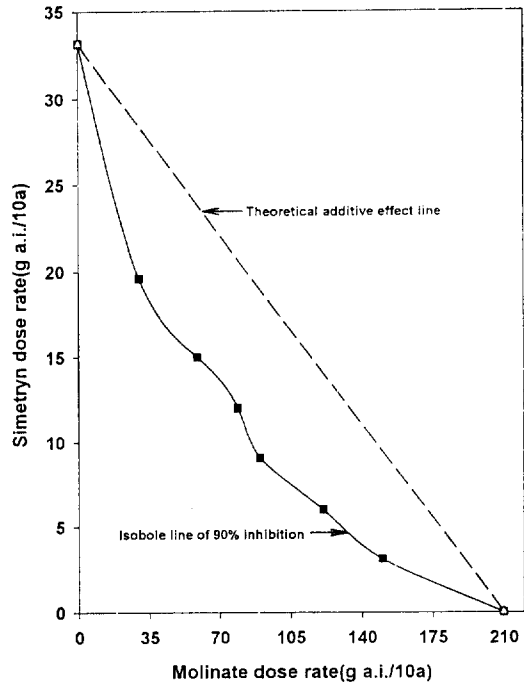


Fig. 1. Synergism of molinate and simetryn on control of *Echinochloa crus-galli* at 2.5 leaf stage.

약량을 처리하여야만 높은 살초효과를 보였으나, molinate에 simetryn을 혼합처리하면 적은 약량에서도 피에 대해 우수한 살초효과를 나타냄을 알 수 있었다.

가막사리 1.5엽기에 대한 molinate와 simetryn의 혼합처리 결과를 보면 표 5와 같다. Molinate의 처리량이 증가함에 따라서 방제효과도 증대되나 30g a.i./10a에서 25.9%, 150g에서 50.1%, 270g에서는 64.2%를 보여 가막사리에 대해서는 살초효과가 높지 않은 것으로 나타났다. Simetryn 단제처리에서는 9g a.i./10a에서 39.7%, 12g에서 60.0%, 15g에서 74.3%의 방제효과를 보여 약량이 증가됨에 따라 방제효과가 증대는 되나 최고약량인 15g a.i./10a에서도 74.3%에 지나지 않아 효과가 다소 부족한 것으로 나타났다.

그러나 두 약제를 혼용처리하면 10a당 주성분으로 molinate 30g 및 90g에서는 simetryn 15g을, molinate 150g 약량에서는 simetryn 9g 내지 12g을, molinate 210g에서는 simetryn을 6g만 혼합처리하여 90% 이상의 높은 살초효과를 보였다.

Table 5. Percent growth inhibition of shoot weight of *Bidens tripartita* at 20days after treatment by combined application of molinate with simetryn.

Molinate (g a.i./ 10a)	Simetryn(g a.i./10a)					
	0	3	6	9	12	15
0	0	25.7	37.9	39.7	60.0	74.3
30	25.9	40.3	47.2	80	82.7	94.6
90	27.8	42.4	59.1	85.9	88.7	100
150	50.1	51.9	60.6	90.7	91.0	100
210	52.5	61.8	95.8	97.3	100	100
270	64.2	65.3	97.3	100	100	100

표 5의 성적을 이용하여 각 단제처리시 가막사리의 생육을 90% 억제시키는 처리량을 산출한 결과는 그림 2와 같이 molinate는 376.6g a.i./10a, simetryn은 18.63g a.i./10a일 때로 나타났고, 이 두 점을 연결하여 상가적 효과선으로 설정하여 점선으로 표시하였다. 두 약제의 혼합처리시 90% 생육억제를 나타낸 molinate와 simetryn 약량은 각각 30g 및 14g, 150g 및

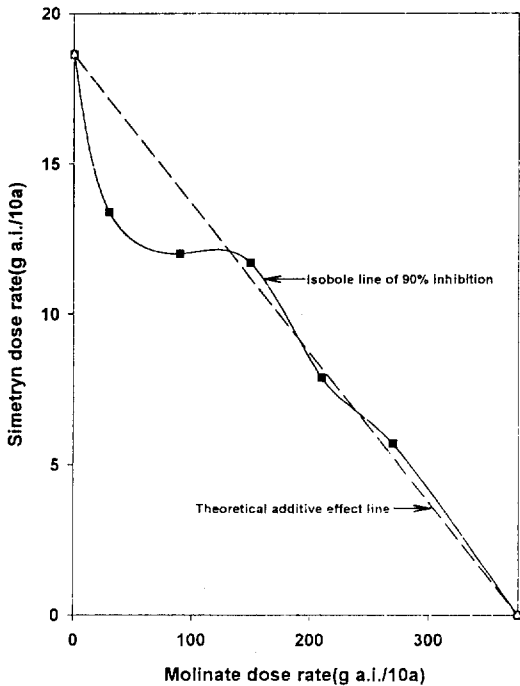


Fig. 2. Synergism of molinate and simetryn on control of *Bidens tripartita* at 1.5 leaf stage.

11.7g, 210g 및 8g, 270g 및 5.7g으로 나타났다. Molinate 150g 이하 처리에서는 등효과곡선이 상가적 효과선 아래쪽에 위치하여 상승효과가 있는 것으로 해석되었고, 150g 이상 처리에서는 등효과선이 상가적 효과선과 거의 비슷하게 위치하여 상가적효과가 있는 것으로 판단되었다. 전체적으로 보아 두 약제혼합처리시 가막사리에 대한 상호작용은 상가적효과가 큰 것으로 나타났다.

단제처리에서는 두 약제 모두 가막사리에 대한 살초효과가 저조하였으나, 약제를 혼합처리하면 높은 살초효과를 나타내어 가막사리 방제에 있어서는 두 약제 단제 처리보다 혼합처리가 효과적인 것으로 나타났다.

피와 가막사리에 대한 살초효과로 보아 두 약제의 혼합조합은 10a당 molinate 150g에 simetryn 12g이 경제성 및 잔효기간, 피와 가막사리에 대한 방제효과 측면에서 적당하다고 판단되었다. 담수직파재배시 문제가 되는 조류를 방제하기 위해서는 simetryn 12g 정도가 적절한 약량이라는 박 등(1995)¹¹⁾의 시험결과를 고려할 때 molinate와 simetryn 혼합비 150g+12g은 피, 가막살이 뿐만 아니라 조류의 방제에도 적당하다고 생각되었다.

(2) 담수기간

논 그누기로 인하여 배수하는 경우를 가상하여, 제초제 처리후 담수기간에 따른 제초효과를 알아보기 위하여 molinate 단제 및 molinate+simetryn 혼합처리하고 처리 다음날부터 1일 간격으로 6일까지 담수하면서 약효를 측정한 결과는 표 6과 같다.

전체적으로 보아 molinate 단제처리보다 molinate+simetryn 혼합처리구에서 담수기간에 관계없이 피 고사율이 높은 것으로 나타났다. Molinate 사용량에 simetryn 혼합량이 증가할수록 피의 고사율은 증가하여 10a당 주성분으로 molinate 90g+simetryn 12g 처리시 5일 이상 담수되면 80% 정도의 고사율을 나타내었으며 3일간 담수에서도 50% 이상의 높은 고사율을 나타내었다. 반면에 molinate 단제처리시에는 6일

Table 6. Effect of molinate and simetryn application on percent withering of *Echinochloa crus-galli* at 15 days after treatment.

Application dosage rate (g a.i./10a)	Flooding period (days)					
	1	2	3	4	5	6
Molinate(90)	0	0	6.7	6.7	40.0	45.0
Molinate(90)+simetryn(6)	0	18.5	25.0	41.5	50.0	59.0
Molinate(90)+simetryn(9)	10.0	32.0	37.5	44.0	60.5	78.5
Molinate(90)+simetryn(12)	9.5	23.5	51.0	60.5	81.5	84.5

동안이나 담수되어도 45%의 낮은 고사율을 나타냈다.

한편, 표 6의 성적을 이용하여 피에 대한 50% 고사효과를 나타내는데 필요한 담수기간을 회귀식을 이용하여 산출한 결과는 그림 3과 같다. molinate와 simetryn을 혼합처리하면 molinate 단제보다 고사율 50%를 나타내는 담수일수가 2~4일 단축되는 것으로 밝혀졌다.

Molinate 단제 및 simetryn과의 혼합처리가 피의 생육을 90% 억제하는 정도를 처리 30일 후에 조사해본 결과는 표 7과 같다.

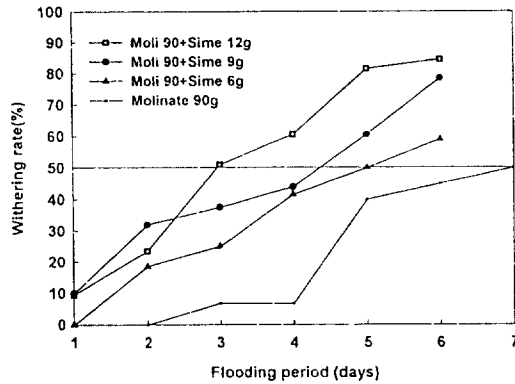


Fig. 3. Flooding period required for 50% withering rate of *Echinochloa crus-galli* treated by molinate and simetryn mixture.

Molinate 단제처리시 1일 담수시는 47.6%의 지상부 생체중 억제율을 보였으나, 6일간 담수하면 83.4%로 억제율이 높아졌다. 한편 simetryn이 혼합되면 역시 생장억제율이 증가하여 molinate 90g에 simetryn을 각각 9g, 12g 혼합하여 6일간 담수하면 각각 92.4%, 93.8%의 생장억제율을 나타내었다.

또한 표 7의 성적을 이용하여 피에 대한 90% 생장억제효과를 나타내는데 필요한 담수기간을 회귀식을 이용하여 산출한 결과는 그림 4와 같다. Molinate에 simetryn을 혼합처리

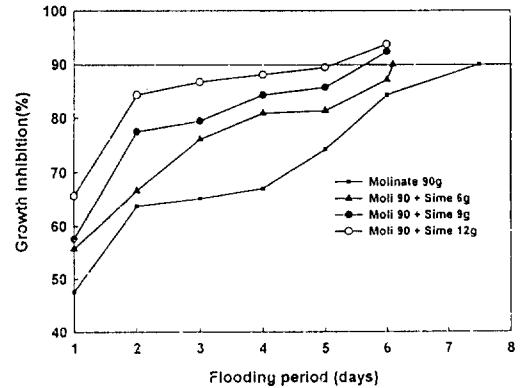


Fig. 4. Flooding period required for 90% growth inhibition of *Echinochloa crus-galli* treated by molinate and simetryn mixture.

Table 7. Effect of molinate and simetryn application on percent growth inhibition of shoot fresh weight of *Echinochloa crus-galli* at 30 days after treatment.

Application dosage rate (g a.i./10a)	Flooding period (days)					
	1	2	3	4	5	6
Molinate(90)	47.6	63.8	65.2	67.1	74.3	83.4
Molinate(90)+simetryn(6)	55.7	66.7	76.2	80.9	81.4	87.1
Molinate(90)+simetryn(9)	57.6	77.6	79.5	84.3	85.7	92.4
Molinate(90)+simetryn(12)	65.7	84.3	86.7	88.1	89.5	93.8

하면 molinate 단제보다 생장억제율 90%를 나타내는 담수일수가 약 2~3일 단축되는 것으로 나타났다.

본 시험의 결과 molinate에 simetryn을 혼합 처리하면 molinate 단제로 처리할 때보다 제초 효과를 나타내는 담수기간이 짧은 것으로 나타났다는데 이는 담수직파에서 조기 착근을 위해 실시하고 있는 논 그누기 작업시 비교적 조기에 배수를 해도 제초효과에는 큰 지장이 없음을 뜻하는 것으로서, molinate+simetryn 혼합제의 유용성을 잘 나타낸 결과로 생각되었다.

2. 벼의 생육에 미치는 영향

(1) 담수조건

담수조건에서 Molinate와 simetryn을 혼합처리할때 벼의 지상부생체중에 미치는 영향을 보면 표 8과 같다.

Molinate 단제를 150, 300, 450 및 600g 처리시 지상부생체중 억제율은 각각 14.3%, 40%, 55.7% 및 60%이었고, simetryn 단제를 9, 18, 27, 36 및 45g 처리시에는 각각 2.9%, 5.7%, 25.7%, 34.3% 및 42.9%로서 molinate가 simetryn보다 지상부생체중 억제율이 다소 큰 것으로 나타났다.

두 약제의 혼합처리 결과를 보면 molinate 150g에 simetryn 45g 혼합처리시 54.3%, molinate 300g에 simetryn 27g 혼합처리시 57.1%의 억제율이 나타났고, molinate 450g, 600g처리에서는

Table 8. Percent growth inhibition of rice shoot fresh weight at 20days after treatment as influenced by combined application of molinate with simetryn in water logged condition.

Molinate (g a.i./ 10a)	Simetryn(g a.i./10a)					
	0	9	18	27	36	45
0	0	2.9	5.7	25.7	34.3	42.9
150	14.3	17.1	25.7	31.4	42.9	54.3
300	40.0	42.9	45.7	57.1	57.1	62.9
450	55.7	62.9	65.7	71.4	77.1	82.9
600	60.0	75.1	80.0	81.1	82.9	85.4

Table 9. Percent growth inhibition of rice plant height at 10days after treatment as influenced by combined application of molinate with simetryn in water logged condition.

Molinate (g a.i./ 10a)	Simetryn(g a.i./10a)					
	0	9	18	27	36	45
0	0	0.61	6.7	9.7	11.5	17.9
150	22.5	26.1	26.1	27.4	32.8	40.4
300	51.7	52.9	57.1	58.1	59.9	60.2
450	65.7	68.4	69.6	70.2	74.2	79.0
600	66.6	72.9	77.5	77.5	79.0	79.6

simetryn 혼합처리시 지상부생체중이 60% 이상 억제되는 것으로 나타났다.

한편 초장에 미친 결과를 보면 표 9와 같다. Molinate 단제를 150, 300, 450 및 600g 처리시 초장억제율은 22.5%, 51.7%, 65.7% 및 66.6%이었고 simetryn 단제 9, 18, 27, 36 및 45g 처리에서는 0.6%, 6.7%, 9.7%, 11.5% 및 17.9%의 초장단축이 나타나 molinate가 simetryn보다 초장단축이 더 큰 것으로 나타났다.

두 약제 혼합처리에 따른 초장억제율은 molinate 150g에 simetryn 45g 혼합처리시 40.4%, molinate 300g에 simetryn 9g 혼합처리시 52.9%가 나타났고, molinate 450g 및 600g에 simetryn을 혼합처리할때는 초장이 65% 이상 단축되는 것으로 나타났다.

본 시험의 결과 담수조건에서 약해가 심하게 나타났는데 이의 원인은 약제가 추천시기보다 다소 이른 벼 1.5엽기(파종 10일 후)에 처리되었고, 또 약제처리 후 고온조건에 의해 나타난 결과로 생각되었다(김, 1988)⁹⁾. 또한 이러한 결과는 담수직파벼에 molinate 400g a.i./10a를 사용할 때 약해가 나타났다는 片岡(1975)¹⁷⁾의 시험결과와 일치하였다.

(2) 누수조건

Molinate와 simetryn 혼합처리시 누수조건에서 벼에 대한 약해 안전성을 시험한 결과를 보면 표 10과 같다. 단제처리는 담수조건보다 지상부 생체중 억제율이 적어서, molinate 단제 80, 160, 240, 320 및 400g 처리시는 5.2%,

7.8%, 15.5%, 16.4% 및 18.1%, simetryn 4.5, 9, 13.5 및 18g 처리시에는 0.9%, 6.9%, 18.1% 및 19.8%의 지상부 생체중 억제율을 나타내었다.

두 약제 혼합처리에서도 약해 발생은 담수 조건보다 적은 것으로 나타나 지상부생체중 억제율은 molinate 160g, 240g에 simetryn 18g을 혼합처리하면 22.4%, 27.6%, molinate 320g에 simetryn 9g 혼합처리시에는 26.7%, molinate 400g에 simetryn 18g 혼합처리시에는 48.3%로 나타났다. 이 억제율은 담수조건에서의 molinate 300g+simetryn 18g 혼합처리의 지상부생체중 억제율과 비슷하였다.

표 10의 성적을 이용하여 각 단계처리시 벼의 생육을 50% 억제시키는 약량을 산출한 결과 molinate는 1,038g, simetryn은 55.4g이었으며, 이 두 점을 연결, 상가적 효과선으로 설정하여 점선으로 표시하고 두 약제 혼합처리시 50% 생육억제를 나타낸 약량을 점으로 표시하면 그림 5와 같다.

Molinate 200g 이하 약량에서는 등효과곡선이 상가적 효과선과 거의 일치하는 것으로 나타나 상가적효과가 있는 것으로 판단되었고, 200g 이상의 약량에서는 두 약제처리간 등효과곡선이 상가적 효과선 아래쪽에 위치하여 상승적효과가 있는 것으로 해석되었다. 본 시험의 결과 누수조건에서의 약해는 담수조건보다 훨씬 적은 것으로 나타났는데 이의 원인은 처리시기가 벼 2.5엽기로서 담수조건보다 늦은

Table 10. Percent growth inhibition of rice shoot fresh weight at 20days after treatment as influenced by combined treatment of molinate and simetryn in water percolation condition.

Molinate (g a.i./10a)	Simetryn(g a.i./10a)				
	0	4.5	9	13.5	18
0	0	0.9	6.9	18.1	19.8
80	5.2	9.5	10.3	18.1	21.6
160	7.8	10.3	18.1	19.0	22.4
240	15.5	18.1	25.0	25.9	27.6
320	16.4	21.6	26.7	31.0	33.6
400	18.1	37.1	40.5	47.4	48.3

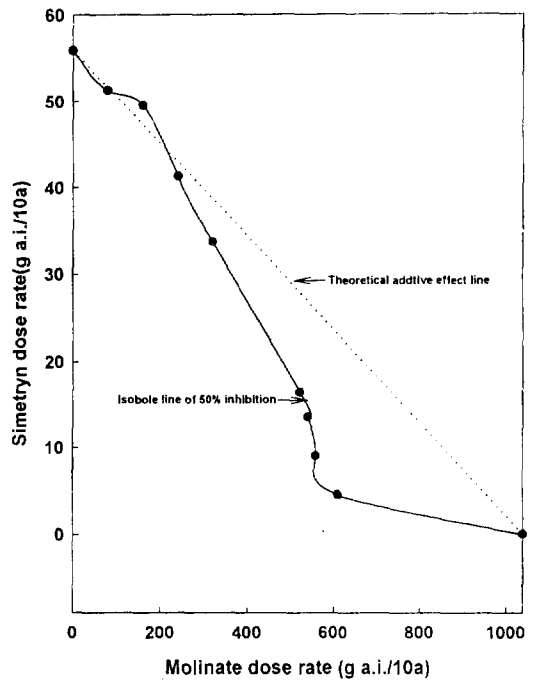


Fig. 5. Synergism of molinate and simetryn on rice phytotoxicity in water percolation condition.

시기이어서 약해가 적게 발생한 것으로 판단되었다. 벼에 대한 이상의 약해시험과 약효시험 결과를 종합적으로 검토해 보면 두 약제 혼합처리시 90% 이상의 살초효과를 나타내고, 약해도 다소 안전한 molinate 150g과 simetryn 9g~18g정도에서 혼합제 개발 가능성이 있다고 판단되었다.

적 요

일년생 화본과 잡초인 피의 방제 약제로 사용하는 carbamate계 제초제 molinate와 일년생 광엽잡초 방제 약제로 사용하는 triazine계 제초제 simetryn을 혼합처리하고 잡초에 대한 약효 상호작용과 벼에 대한 약해 안전성을 온실에서 조사하였다.

1. Molinate와 simetryn 혼합처리시 피(*Echinochloa crus-galli*)에 대해서는 상승적효과를, 가막사리(*Bidens tripartita*)에 대해서는 상가적효과를 나타내었다.

2. Molinate+simetryn 혼합처리시 벼에 대한 약해는 상승적효과인 것으로 나타났다.
3. Molinate+simetryn 혼합처리시 molinate 단제 처리보다 피의 제초효과를 얻는 담수기간이 약 2~4일 정도 단축되어 직파재배시의 논 그누기가 용이할 것으로 생각되었다.
4. 제초효과 및 벼에 대한 약해를 고려할 때 혼합제는 molinate 150g+simetryn 9~18g이 적절한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 姜炳華. 1986. 피라졸계 除草劑의 單劑 및 混合劑가 피에 미치는 影響. 韓國雜草學會誌 6(1) : 59 - 66.
2. 具滋玉·卞種英. 1985. Pretilachlor/Pyrazoxyfen 및 Butachlor/Pyrazolate의 혼합처리가 피 (*Echinochloa crus-galli*)의 살초효과에 미치는 영향. 韓國雜草學會誌 5(2) : 164 - 168.
3. 具滋玉·韓盛旭·千相旭. 1993. Quinlorac 含量減小를 위한 混合處理의 可能性 研究. 韓國雜草學會誌 13(1) : 14 - 18.
4. 權容雄·成耆英·蘇昌鎬. 1985. Pyrazole系와 Chloroacetamide系 除草劑들의 混和處理가 피(*Echinochloa crus-galli*)의 殺草效果에 미치는 相互作用. 韓國雜草學會誌 5(2) : 155 - 163.
5. 金吉雄. 1988. 最新雜草防除學原論. 경북대학교출판부. pp.157 - 166.
6. 金純哲·崔忠惇·金東秀. 1984. 一年生 雜草에 대한 除草劑 混合反應에 關한 研究. 農試年報 26(1) : 56 - 64.
7. 金純哲·崔忠惇·李壽寬. 1983. 雜草防除用 除草劑의 混合效果에 關한 研究. 韓國雜草學會誌 3(1) : 69 - 74.
8. 農藥工業協會. 1997a. 農藥使用指針書.
9. 農藥工業協會. 1997b. 農藥年報.
10. 農村振興廳. 1992b. 除草劑試驗基準과 方法.
11. 朴載邑·朴泰善·柳甲喜·李仁龍·李漢圭·李正云. 1995. 湛水直播 논의 피를發生 生態 및 防除. 韓國雜草學會誌 15(1) : 13 - 18.
12. 梁桓承·金仁坤. 1986. 除草劑 Simetryn 製劑에 의한 통일벼의 藥害發生原因 究明에 關한 研究. 韓國雜草學會誌 6(1) : 48 - 58.
13. 梁桓承·張益銑·馬祥燾. 1985. Perfluidone 과 Bifenox의 混合效果. 韓國雜草學會誌 5(2) : 187 - 201.
14. 崔容碩·金吉雄·申東賢. 1992. Cinosulfuron 과 Dymron의 混合處理가 수도의 初期生育에 미치는 影響. 韓國雜草學會誌 12(別1) : 49 - 50.
15. 日本雜草學會. 1993. 除草劑解說. 雜草研究 38(3) : 234 - 235.
16. 千坂英雄. 1975. 等效果線法による除草劑의 相互作用檢定の實驗例. 雜草研究 19 : 72 - 76.
17. 片岡孝義·正垣優. 1975. 水稻湛水における モリネイトのノビエ防除效果の藥害. 雜草研究 19 : 64 - 68.
18. Appleby, A. P., and Montien Somabhi. 1978. Antagonistic effect of atrazine and simazine on glyposate activity. Weed Sci. 26 : 135 - 139.
19. Chisaka, H. 1973. Isobole method for assessing the interaction in herbicide combination. Weed 15 : 16 - 20.
20. Cobly, S.R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weed Sci. 15 : 20 - 22.
21. Nash, R.G. 1981. Phytotoxic interaction studies -Techniques for evaluation and presentation of result. Weed Sci. 29 : 147 - 155.