

제초제 저항성 및 난방제 잡초 방제를 위한 제초제 선발

박태선^{1*} · 이인용² · 성기영¹ · 조현숙¹ · 김미향¹ · 양운호¹ · 서명철¹ · 강항원¹

¹국립식량과학원, ²국립농업과학원

Alternative Herbicides to Control Herbicide-Resistant and Troublesome Weeds in Paddy Fields

Tae-Seon Park^{1*}, In-Yong Lee², Ki-Yeong Seong¹, Hyun-Suk Cho¹, Mi-Hyang Kim¹,
Woon-ho Yang¹, Myung-Chul Seo¹, and Hang-Won Kang¹

¹National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

²National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

(Received on July 29, 2013; Revised on September 03, 2013, Accepted on September 04, 2013)

ABSTRACT. This study was conducted to select alternative herbicides to control herbicide-resistant and -troublesome weeds in rice fields, Korea. The resistant *Echinochloa oryzicola* to ACCase inhibitor was tested by herbicides registered to control *Echinochloa oryzicola*. And the resistant and troublesome weeds to sulfonylurea (SU) herbicides, ALS inhibitors, were tested by widely using herbicides to control the resistant weeds in Korea. The oxadiazon, pyrazolate, pretilachlor and benzobicyclone+thiobencarb effectively controlled resistant *Echinochloa oryzicola* to ACCase and ALS inhibitors at 0.5 leaf stage of the, Herbicides containing mefenacet or fentrazamide controlled effectively by the 2 leaf stage. In controlling other SU resistant weeds including *Sagittaria trifolia* and *Ludwigia prostrate*, benzobicyclone and mesotrione performed well all tested weeds, and carfentrazone and pytaizolate were effective to broadleaf weeds. *Sagittaria trifolia* and *Ludwigia prostrate*, which were suspected to be resistance to SU herbicides, were well controlled by carfentrazone and pytaizolate.

Key words: ACCase, ALS, Control, Herbicide, Resistant Weed

서 언

한국 논에서 제초제 저항성잡초 발생면적은 2011년까지 약 167,000ha로 보고되었다(Lee et al., 2012). 충남 서산간척지 및 전북 김제에서 ACCase 저해제들에 대한 저항성 강피의 발생 보고(Im et al., 2009; Park et al., 2009)전까지는 저항성잡초 발생초종들은 모두 설포닐우레아(SU)계 제초제들에 대한 저항성이다. 국내 논에서 발생한 SU계 제초제들에 대한 저항성잡초들은 1999년 충남 서산 간척지 논에서 물옥잠(*Monochoria korsakowii*)이 최초로 보고(Park et al., 1999)된 이후 이듬해인 전남지방에서 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 올챙이고랭이(*Scirpus juncoides*), 미국외풀(*Lindernia dubia*), 마디꽃(*Rotala indica*) 등이 7초종이 일년생잡초로 보고되었고(Kwon et al., 2000; Kuk

et al., 2002; Park and Park, 2002; Kuk et al., 2004), 다년생잡초들인 올미(*Sagittaria pigmaea*), 쇠털골(*Eleocharis acicularis*), 새섬매자기(*Scirpus planiculmis*)까지 3초종이 확인되었다(Im et al., 2005; Kwon et al., 2009; Park et al., 2006).

또한 국내 논에서 SU계들 제초제들과 혼합되어 광범위하게 사용되고 있었던 화분과 전용 제초제인 molinate가 2008년도부터 생산 중단된 이후 cyhalofop-butyl, fenoxaprop-P-ethyl, metamifop의 ACCase 저해제 및 priminobacmethyl, penoxsulam의 ALS 저해제들이 광범위하게 사용되어 짐에 따라 ACCase 및 ALS 제해제들에 대한 저항성 피(*Echinochloa crus-galli*)가 확인되어 충남, 전남북지역으로부터 확산되고 있다(Lim et al., 2009; Park et al., 2009b). 우리나라와 제초제 사용 경향이 비슷한 일본에서는 이미 1995년부터 논에서 SU계 제초제들에 대한 저항성잡초가 발생하기 시작하여 현재까지 일년생 18초종, 다년생 3초종이 발생하여 매우 빠른 속도로 확산되고 있다(Heap,

*Corresponding author:
Phone) +82-31-290-6776, Fax) +82-31-290-6772
E-mail) jlpark@korea.kr

2013). 따라서 우리나라 역시 지금까지 확인되지 않았지만 제초제 저항성잡초로 의심이 되는 초종들에 대한 민원이 증가하고 있는 실정이다. 특히 다년생잡초인 벧풀(*Sagittaria trifolia*)과 일년생잡초인 여뀌바늘(*Ludwigia prostrata*) 그리고 드렁새(*Leptochloa chinensis*) 등에 대한 저항성 검증과 초종별 방제법 개발이 시급한 실정이다.

이와 같이 국내 논에서 제초제 저항성잡초들과 초종들이 빠르게 확산되고 있으나 ALS 및 ACCase 저해제들이 혼합된 제초제들이 아직 광범위하게 사용되고 있다. 제초제 저항성잡초들의 발생면적이 증가함에 따라 제초제 사용량 역시 빠른 속도로 증가하고 있는데, 벼 재배면적 대비 연도별 제초제 출하량은 1995년 116.9%, 2005년 178.3% 그리고 2011년에는 213.1%로 매우 빠르게 증가하고 있다. 즉 1995년도에는 대부분 논에 제초제를 1회 처리하고 방제가 미흡한 논에 주로 경엽처리를 처리하였으나 최근에는 이양전 처리제는 거의 모든 논에 사용하고 방제가 미흡한 논에는 경엽처리를 처리하고 있다. 따라서 본 연구는 국내 논에서 발생하고 있는 주요 저항성잡초 및 저항성 가능성이 높은 잡초 초종별 방제가능 약제를 선발하고, 방제가능 제초제들이 혼합된 제초제를 저항성잡초가 높은 밀도로 발생하고 있는 논에 적용하여 저항성잡초뿐만 아니라 제초제 사용량을 줄일 수 있는 효율적인 방제 방법을 제시하고자 실시하였다.

재료 및 방법

SU계 저항성 주요 잡초 방제용 대체약제 선발

국내 논에서 발생하고 있는 SU계 저항성잡초들인 일년생잡초 물달개비, 올챙이고랭이, 알방동사니, 물옥잠, 올챙이고랭이 5초종과 다년생잡초인 쇠털골, 새섬매자기, 울미 3초종 모두 8초종을 대상으로 하였다. 대상 잡초 초종들의 종자 및 괴경들은 모두 저항성잡초 발생 논에서 채취하였으며, pyrazosulfuron-ethyl을 배량으로 처리한 다음 생존한 개체를 2°C 저온에서 2개월 이상 보관된 개체를 활

용하였다. 25~27°C의 온실조건에서 고무포트(35 cm×45 cm)에 정확히 8개 부분으로 구분 후 8초종을 파종 후 10일에 benzobicyclon 3.5% 액상수화제, bromobutide 3.0% 액상수화제, carfentrazone 0.25% 입제, pyrazolate 36.0% 액상수화제, mesotrione 0.3% 입제를 처리한 다음, 처리 후 20일에 약효를 달관으로 조사하였다.

ACCase 및 ALS 저해제 저항성 강피 방제용 대체약제 선발

저항성 강피(*Echinochloa oryzicola*)는 ACCase 및 ALS 혼합 제초제들을 장기간 사용하고 있었던 전북 김제시에서 채종하여 2010년에 저항성으로 확인된 종자를 사용하였다. 저항성 강피의 효율적인 제초제를 선발하기 위하여 Table 1과 같이 화본과 전용 제초제들 중에서 ACCase 및 ALS 저해제들과 작용기작이 다른 피 전용 제초제들과 이들 제초제들이 혼합된 약제를 방제 특성에 따라 0.5엽기부터 3엽기까지 각각 처리하여 처리 후 20일에 생존한 식물체로 방제 효과를 계산하였다.

SU계 제초제 난방제 벧풀 방제용 대체약제 선발

최근 SU계 제초제들에 대한 다년생 잡초인 벧풀(*Sagittaria trifolia*)대한 SU계 제초제들의 약효반응에 대한 민원이 증가하고 있다. 그러므로 SU계 저항성잡초로 추정되는 벧풀에 대한 SU계 제초제들의 반응과 대체약제들을 선발하기 위하여, 2009년 SU계 혼합제초제들을 살포하였으나 방제에 실패한 경북 포항시 흥해읍에서 채종한 종자와 국립식량과학원 익산 시험포장에서 채종한 종자를 사용하였다. 우선 SU계 제초제들에 대한 반응을 조사하기 위하여 약 2 mm 정도 균일하게 발아된 종자를 20 cm×20 cm×20 cm(가로×세로×높이)의 플라스틱 포트에 파종한 다음 SU계 제초제들인 imazosulfuron 및 pyrazosulfuron-ethyl 입제를 기준량 대비 각각 1/4x, 1/2x, 1x, 2x, 그리고 5배량까지 처리한 다음 처리 후 20일에 생존율을 조사하였다. 벧풀 방제를 위한 대체약제 선발은 국내에서 저항성 잡초 방제를 위하여 사용 중이거나 등록 예정인 benzobicyclon, bromobutide,

Table 1. Herbicides tested for controlling ACCase and ALS inhibitor resistant *Echinochloa oryzicola*.

Herbicide	Dosage (g a. i. ha ⁻¹)	Application timing (Leaf stage)
Oxadiazon 12% EC ^a	480	0.5
Pyrazolate 36% SC	1,800	0.5
Pretilachlor 14% EC	560	0.5
Benzobicyclon+thiobencarb (2.5+30)% SE	100+1,200	0.5
Benzobicyclon+fentrazamide+ Bensulfuron (4+6+1.02)% SC	200+300+51	1, 2, 3
Benzobicyclon+mefenacet +bensulfuron (4+20+1.02)% SC	200+1,000+51	1, 2, 3
Benzobicyclon+cafenstrole+pyrazosulfuron-ethyl (0.6+0.8+0.07)% GR	180+240+21	1, 2, 3

^aEC: Emulsifiable concentrate, SC : Suspension concentrate, SE : Suspension emulsion, GR :Granule

carfentrazone, pyrazolate, mesotrione, pyraclonil, primisulfan의 제초제들을 온실조건에서 기준량으로 파종 후 10일에 처리하였다. 약효는 약제처리 후 20일에 생존율로 조사하였다.

SU계 제초제 난방제 여뀌바늘 방제용 대체약제 선발

다년간 SU계 혼합 제초제들을 처리하였으나 생존한 전복 익산 농가에서 채종한 여뀌바늘 종자를 2°C 저온 저장고에 6개월 이상 보관한 후 실험에 사용하였다. 20 cm×20 cm×20 cm (가로×세로×높이)의 플라스틱 포트에 종자를 파종한 다음 pyrazosulfuron-ethyl 입제를 기준량, 배량 그리고 5배량까지 처리 후 20일에 생존율을 조사하였다. 저항성 여뀌바늘 방제를 위한 대체약제 선발은 benzobicyclon 3.5% 액상수화제, bromobutide 3.0% 액상수화제, carfentrazone 0.25% 입제, carfenstrole 0.8% 입제, mesotrione 0.3% 입제, pyrazolate 36.0% 액상수화제, pyraclonil 3.6% 대립제, primisulfan 1% 액상수화제의 8종류를 온실조건에서 기준량으로 파종 후 10일에 처리하였다. 약효는 약제처리 후 20일에 생존율로 조사하였다.

결과 및 고찰

SU계 저항성 주요 잡초 방제용 대체약제 선발

국내 논에서 발생하고 있는 SU계 저항성잡초들인 일년생잡초 물달개비, 올챙이고랭이, 알방동사니, 물옥잠, 올챙이고랭이 5초종과 다년생잡초인 쇠털골, 새섬매자기, 올미 3초종을 온실조건에서 국내 등록 주요 저항성잡초 방제 전문약제들에 대한 반응을 조사한 결과는 Table 2와 같다. Benzobicyclon은 물달개비 등 조사된 모든 저항성잡초들에 대하여 매우 높은 효과를 나타내었으나 물옥잠과 매자기의 경우 2엽기 이내 초기에 효과가 탁월하나 그 이후에는 낮은 방제효과를 보였다. Bromobutide는 물달개비, 알방동사니, 쇠털골, 올챙이고랭이에 대하여 완전한 방제효과

를 보였으나 올미와 매자기에 대하여는 매우 낮은 방제효과를 보였다. Carfentrazone과 pyrazolate는 광엽 저항성잡초들에 대하여는 매우 높은 방제효과를 보였으나 방동사니과 저항성잡초들에 대하여는 매우 낮은 방제효과를 나타내었다. Park et al. (2009a)도 서로 다른 지역에서 채집된 SU계 제초제들에 대한 저항성 올챙이고랭이에 대한 대체약제들에 대한 반응을 검토한 결과 benzobicyclon과 bromobutide 그리고 mesotrione은 효과가 탁월하였으나 carfentrazone과 pyrazolate는 방제효과가 저조하였다고 보고하였다. Kwon et al. (2009) 전남지역에서 발생하고 있는 SU계 제초제들에 대한 저항성 쇠털골에는 benzobicyclon과 bromobutide가 효과적이라고 보고하여 본 연구와 일치하였다.

ACCCase 및 ALS 저해제 저항성 강피 방제용 대체약제 선발

Table 3은 온실 조건에서 국내 등록된 화분과잡초 전용 주요 제초제들에 대한 ACCCase 및 ALS 저해제들에 대한 강피의 엽기별 생존율을 나타낸 것이다. 파종 및 이앙전 처리제들인 oxadiazon EC, pyrazolate SC, pretilachlor EC, benzobicyclon + thiobencarb SE들은 제초제 처리시기가 피엽기를 기준으로 하였을 때 0.5엽기 이하에 해당된다. 따라서 이들을 강피 0.5엽기에 처리하였을 때 모두 완전한 효과를 보였다. 현재 국내에 등록된 화분과 전용 논 제초제들 중에서 강피가 저항성을 나타낸 ACCCase 및 ALS 저해제들 외에 이앙 후 10~15일에 처리시기가 설정된 제초제들은 cafenstrole, fentrazamide, mafenacet이다. 이들 제초제들이 혼합된 제초제들을 강피 엽기별로 처리한 결과, 2엽기까지는 90% 이상 방제되었으나 3엽기에 처리할 경우 생존율이 65% 이상이나 되었다. 따라서 ACCCase 및 ALS 저해제들에 대한 저항성 강피가 발생한 논은 기계이앙재배로 전환 후 cafenstrole, fentrazamide, mafenacet를 강피 2엽기 이내 처리하여야 효과적으로 방제할 수 있다. 그

Table 2. Herbicidal efficacy of tested herbicides against sulfonylurea-resistant weeds

Herbicide	Dose (g a. i.ha ⁻¹)	Herbicidal efficacy (0~9) ^a						
		Mv ^b	Cd	Ea	Mk	Sj	Sp	Sf
Benzobicyclon SC ^c	175	9a ^d	9a	9a	8a	9a	9a	8a
Bromobutide SC	900	9a	9a	9a	7b	9a	3b	0bc
Carfentrazone GR	60	9a	9a	7b	9a	3b	9a	2b
Pyrazolate SC	900	9a	8a	6b	9a	3b	8a	0bc
Mesotrione SC	90	9a	9a	9a	8a	9a	8a	3b

^a0: completely survival, 9 completely dead, Herbicidal efficacy was determined at 20 days after treatment by visual injury.
^bMV: *Monochoria vaginalis*, Cd: *Cyperus diffrmis*, Ea: *Eleocharis acicularis*, Mk: *Monochoria korsakowii*, Sj: *Scirpus juncooides*, Sp: *Sagittaria pygmaea*, Sf: *Scirpus fluvialtilis*
^cSC : Suspension concentrate, GR :Granule
^dMeans with the same letters within the columns are not significantly different at P=0.05 level in LSD-test

Table 3. Survival rates of *Echinochloa oryzicola* treated with herbicides different growth stages.

Herbicide	Leaf stage			
	0.5	1	2	3
	----survival rate ^a ----			
Oxadiazon 12% EC ^b	0	-	-	-
Pyrazolate 36% SC	0	-	-	-
Pretilachlor 14% EC	0	-	-	-
Benzobicyclon+thiobencarb (2.5+30)% SE	0	-	-	-
Benzobicyclon+fentrazamide+bensulfuron (4+6+1.02)% SC	0	0	8b ^c	69a
Benzobicyclon+mefenacet+bensulfuron (4+20+1.02)% SC	0	0	7bc	65a
Benzobicyclon+cafenstrole+pyrazosulfuron-ethyl (0.6+0.8+0.07)% GR	0	0	9a	67a

^aSurvival rates was determined at 20 days after treatment.

^bEC:Emulsifiable concentrate, SC:Suspension concentrate, SE:Suspension emulsion, GR:Granule

^cMeans with the same letters within the columns are not significantly different at P=0.05 level in LSD-test

러나 최근 가구당 경지면적이 증가할 뿐만 아니라 저항성 강피가 주로 많이 발생하고 있는 남부지역의 경우 맥류 수확 후 6월 중순 이후에 기계이앙하는 농가들이 증가하고 있다. 5월 하순 이후 이앙할 경우 로터리 후 15일 이내에 피 3엽기 정도 도달하고, 6월 하순에 이앙할 경우에는 로터리 후 12일 이내에 피가 3엽기까지 성장한다(Park et al., 2009b). 따라서 저항성 강피가 발생한 논은 이미 토양 내에 많은 종자를 내포하고 있을 뿐만 아니라 주로 대규모 경영으로 물관리가 부실하였던 농가에서 많이 발생하기 때문에 이앙전 5~7일에 제초제를 처리 후 이앙 후 12~15일에 fentrazamide나 mefenacet이 혼합된 제초제를 체계처리하면 저항성 피를 효과적으로 방제할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 저항성 강피가 발생한 논이 이미 SU계 제초제들에 대한 저항성 물달개비와 올챙이고랭이 등의 저항성잡초들이 높은 밀도로 발생하고 있을 가능성이 매우 높기 때문에 이들 저항성잡초들을 동시에 방제할 수 있는 benzobicyclon, bromobutide, mesotrione 등을 처리하여야 한다.

SU계 제초제 난방제 벼풀 방제용 대체약제 선발

SU계 제초제 저항성잡초로 추정되는 벼풀 종자에 imazosulfuron 입제와 pyrazosulfuron-ethyl 입제를 기준량 대비 각각 1/4량에서 5배량까지 처리하여 생존율을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 처리된 SU계 제초제들은 모두 기준량 이하 처리량에서 저항성 계통은 100% 생존하였을 뿐만 아니라 기준량 대비 5배량에서도 80% 이상 생존하였다. 그러나 감수성 계통은 기준량의 1/4량에서도 imazosulfuron 입제 65%, pyrazosulfuron-ethyl 입제 80%나 고사되었다. 따라서 경북 포항에서 채집된 다년생잡초 벼풀은 SU계 제초제에 대하여 강한 저항성을 나타내어 대체약제 선발이

Table 4. Survival rates of resistant and susceptible biotypes of *Sagittaria trifolia* treated with two sulfonylurea herbicides at 10 days after planting.

Herbicide	Rate (× recommendation dose)	Survival rate ^a	
		Resistant	Susceptible
Imazosulfuron 1.5% GR	1/4×	100a ^c	35a
	1/2×	100a	0b
	1× ^b	100a	0b
	2×	90b	0b
	5×	85b	0b
Pyrazosulfuron-ethyl 0.07% GR	1/4×	100a	20a
	1/2×	100a	0b
	1×	100a	0b
	2×	95b	0b
	5×	80c	0b

^aSurvival rates was determined at 20 days after treatment.

^b1X means recommendation dose

^cMeans with the same letters within the columns are not significantly different at P=0.05 level in LSD-test

시급하다고 판단되었다. 다년생 잡초인 벼풀은 괴경으로도 번식하나 종자 생산량이 매우 많고 발아율도 높아 종자에 의한 확산이 더 우려되고 있는 잡초이다. 비록 일본에서는 저항성 벼풀에 대한 문헌이 보고되어지고 있지 않으나 최근 SU계 제초제들에 의하여 방제가 불가능하여 대체약제인 pracronil 약제가 널리 보급되고 있다.

Table 5는 SU계 제초제 저항성 다년생잡초 벼풀에 대한 몇몇 대체 약제들의 반응을 온실에서 조사한결과이다. 시험에 사용된 7약제들 중에서 carfentrazone과 pyraclonil만 95% 이상의 방제효과를 보였으나 다른 약제들은 모두 60%

Table 5. Herbicidal efficacy of herbicides applied at 10 days after planting against sulfonylurea-resistant *Sagittaria trifolia*.

No.	Herbicide	Dose (%)	Rate per 10a	Herbicidal efficacy (%) ^a
1	Benzobicyclon	3.5	500 ml	45de ^b
2	Bromobutide	3	3 kg	20fg
3	Carfentrazone	0.25	3 kg	100a
4	Mesotrione	38	3 kg	35f
5	Primisulfan	0.67	1 kg	80c
6	Pyraclonil	0.63	3 kg	95b
7	Pyrazolate	36	500 ml	55d

^aHerbicidal efficacy was determined at 20 days after treatment by visual injury.

^bMeans with the same letters within the columns are not significantly different at P=0.05 level in LSD-test

Table 6. Survival rates of resistant and susceptible biotypes of *Ludwigia prostrata* treated with pyrazosulfuron-ethyl 0.07% GR at 10 days after planting.

Herbicide	Rate (× recommendation dose)	Survival rate ^a
Pyrazosulfuron-ethyl 0.07% GR	0	100a ^c
	1× ^b	70b
	2×	60bc
	5×	45d

^aSurvival rates was determined at 20 days after treatment.

^b1x means recommendation dose

^cMeans with the same letters within the columns are not significantly different at P=0.05 level in LSD-test

이하의 저조한 방제효과를 보였다. 특히 국내에서 광범위하게 확산되어 있는 물달개비와 올챙이고랭이 방제에 효과가 있어 널리 사용되어 지고 있는 benzobicyclon, bromobutide 그리고 mesotrione이 저조한 방제 효과를 보였다. 따라서 다년생 잡초이면서 종자생산량이 매우 많은 SU계 벼풀이 확산될 경우 방제효과가 있는 carfentrazone 과 pyraclonil이 추가로 혼합되어 일본과 같이 4종 혼합되어야 할 가능성이 높다.

SU계 제초제 난방제 여뀌바늘 방제용 대체약제 선발

SU계 제초제 저항성잡초로 추정되는 여뀌바늘 종자에 SU계 제초제인 prazosulfuron-ethyl 0.07%입제를 기준량, 배량 그리고 5배량에서 생존율을 조사한 결과는 Table 6 과 같다. 기준량에서 무처리 대비 70%, 배량에서 60% 그리고 5배량에서 45%까지 생존되어 감수성 계통과 혼재되어 있지만 대부분 저항성으로 추정되었다. 그러나 보다 확실한 저항성 검증을 위해서 보다 많은 SU계 제초제들에

Table 7. Herbicidal efficacy of herbicides applied at 10 days afterplanting against sulfonylurea-resistant *Ludwigia prostrata*.

No.	Herbicide	Dose (g a. i.ha ⁻¹)	Herbicidal efficacy (%) ^a
	Benzobicyclon	175	25e ^b
2	Bromobutide	900	43d
3	Carfentrazone	60	100a
4	carfenstrole	240	36d
5	Mesotrione	90	100a
6	Pyraclonil	30	100a
7	Pyrazolate	900	65bc
8	Primisulfan	50	72b

^aHerbicidal efficacy was determined at 20 days after treatment by fresh weight

대한 감수성 및 저항성 계통간 추가적인 세밀한 검토가 요구되어진다. Table 7은 SU계 제초제들에 대하여 강한 내성을 보이고 있는 여뀌바늘에 대한 8 종류의 주요 제초제를 처리한 결과, mesotrione, pyraclonil 그리고 carfentrazone이 완전한 방제효과를 보였다. 그러나 국내에서 저항성 물달개비 및 올챙이고랭이에 매우 효과가 우수하여 매우 광범위하게 사용 중인 benzobicyclon과 bromobutide은 각각 25%와 43%의 낮은 방제 효과를 나타내었다. 따라서 SU계에 대한 저항성 벼풀과 같이 여뀌바늘 또한 확산할 경우 국내 제초제 품목별 다양한 변화가 예상되어 진다.

요 약

본 실험은 국내 논에서 우점하고 있는 주요 제초제 저항성 잡초들과 저항성잡초 가능성이 매우 높은 잡초들의 초종별 방제가능 제초제들을 설정하기 위하여 실시하였다. ACCase 및 ALS 저해제들에 대한 저항성 강피 방제에는 이양전 처리제인 oxadiazon, pyrazolate, pretilachlor, benzobicyclon +thiobencarb들은 강피 0.5엽기에서 효과적이었으며, benzobicyclon+fentrazamide+bensulfuron, benzobicyclon +mefenacet+bensulfuron와 benzobicyclon+cafenstrole+pyrazosulfuron-ethyl은 강피 2엽기까지 효과적으로 방제되었다. 국내 논에서 발생하고 있는 주요 SU계 제초제 8 초종들에 대한 대체약제들의 반응은 benzobicyclon과 mesotrione은 방동사니과 및 광엽잡초, bromobutide는 매자기를 제외한 방동사니과, carfentrazone과 pyrazolate는 광엽잡초들에 각각 효과적이었다. SU계 제초제들에 대하여 저항성 가능성이 높은 다년생 벼풀에는 carfentrazone과 pyraclonil, 그리고 일년생 여뀌바늘에는 carfentrazone, pyraclonil과 mesotrione이 효과적이었다.

주요어: ACCase, ALS, 방제, 제초제, 저항성 잡초

Reference

- Im, I.B., Kuk, Y.I., Kang, J.G., Kim, S. and Hwang, J. B. 2005. Resistance to sulfonyleurea herbicide of *Sagittaria pigmaea* Miq. collected in paddy field of Korea and its control. Korean J. Weed Sci. 25(1):25-35.(In Korean)
- Heap, I. 2013. The international survey of herbicide resistant weeds. Online.-www.weedscience.org(Accessed July 22, 2013)
- Kuk, Y.I., Kwon, O.D. and Im, I.B. 2002. Sulfonyleurea herbicide-resistant *Scirpus Juncooides* Roxb. in Korean rice culture. Korean J. Weed Sci. 22(3):296-305.
- Kuk, Y.I., Kwon, O.D. and Im, I.B. 2004. Effective Herbicides by application timing for control of sulfonyleurea resistant *Monochoria vaginalis*, *Lindernia dubia*, and *Rotala indica* in wet-seeding and machine transplanting rice culture. Korean J. Weed Sci. 24(1):30-42.(In Korean)
- Kwon, O.D., Koo, S.J., Kim, J.S., Lee, D.J., Lee, H.J., et al. 2000. Herbicide response and control of sulfonyleurea-resistant biotype of *Monochoria vaginalis* in paddy fields in Chonnam province, Korea. Korean J. Weed Sci. 20(1):46-52.(In Korean)
- Kwon, O.D., Kuk, Y.I., Cho, S.H. and Shin, H.R. 2009. Alternative herbicides for *Eleocharis acicularis* resistant to sulfonyleurea in Jeonnam, Korea. Korean J. Weed Sci. 29(3):251-26.(In Korean)
- Lee I.Y, Park, J.S., Seo, Y.H., Kim, E.J., Lee, S.G et al. 2012. Occurrence trends of herbicide resistant weeds in paddy fields in Korea. Korean J. Weed Sci. 32(2):121 ~ 126.(In Korean)
- Im, S.H, Park, M.W., Yook, M.J. and Kim, D.S. 2009. Resistance ACCase inhibitor cyhalofop-butyl in *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* collected in Seosan, Korea. Korean J. Weed Sci. 29(2):178-184.(In Korean)
- Park, T.S., Kim, C.S., Park, J.E., Oh, Y.K. and Kim, K.U. 1999. Sulfonyleurea-resistant biotype of *Monochoria korsakowii* in reclaimed paddy fields in Seosan, Korea. Korean J. Weed Sci. 19(2):178-184.
- Park, T.S. and Park, J.E. 2002. Resistance in Korea: Where are we now? And where are we going?. Korean J. Weed Sci. 22(2):18-25.(In Korean)
- Park, T.S., Moon, B.C., Kang, C.K. and Park, J.E. 2006. Characteristic and management of sulfonyleurea-resistant *Scirpus planiculmis* confirmed in reclaimed paddy Fields, Korea. Korean J. Weed Sci. 26(4):375-381.(In Korean)
- Park, T.S., Park, H.K., Lee, I.Y., Moon, B.C., Ku, B.I. et al. 2009a. Differential herbicide response of sulfonyleurea-resistanat *Scirpus juncooides* Roxb, accessions to sulfonyleurea herbicides. Korean J. Weed Sci. 29(3):243-253.(In Korean)
- Park, T.S., Ku, B.I., Kang, S.K., Choi, M.K., Park, H.K. et al. 2009b. Response of the resistant biotype of *Echinochloa oryzicola* to ACCase and ALS inhibitors, and effect of alternative herbicides. Korean J. Weed Sci. 29(4):308-318.(In Korean)