CNU Journal of Agricultural Science Vol. 42, No. 2, pp. 87-92, June 2015
DOI: http://dx.doi.org/10.7744/cnujas.2015.42.2.087

벼 담수직파에서 Carfentrazone-ethyl 혼합제의 제초활성

원옥재[1†] · 박기웅[1†] · 박수혁[1] · 엄민용[1] · 황기선[1] · 김영태[1] · 변종영[2*]

[1]충남대학교 식물자원학과, [2]한국과학기술정보연구원

Herbicidal efficacy of carfentrazone-ethyl mixtures in direct-seeding flooded rice

OK Jae Won[1†], Kee Woong Park[1†], Su Hyuk Park[1], Min Yong Eom[1], Ki Seon Hwang[1], Young Tae Kim[1], Jong Yeong Pyon[2*]

[1]Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
[2]ReSEAT Program, Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon 305-806, Korea

Received on 12 June 2015, revised on 19 June 2015, accepted on 20 June 2015

Abstract : This study was conducted to evaluate the herbicidal efficacy of carfentrazone-ethyl mixtures in direct-seeding flooded rice. The efficacy of three different carfentrazone-ethly mixtures was greater than pyrazosulfuron-ethyl ·pyriminobac-methyl GR (PP GR). Weeding efficacy of three different carfentrazone-ethly mixtures was more than 96.9%. No phytotoxic effect was observed in the rice based on the plant height and the number of tillers. Yield of rice un three different carfentrazone-ethly mixtures application was more than both in the PP GR and in the hand weeding. Based on these data, three different carfentrazone-ethly mixtures can be applied to provide an effective weed management in direct-seeding flooded rice.

Key words **:** Carfentrazone-ehtyl, Herbicide mixture, Direct-seeding, Weed management

I. 서 론

최근 농촌에서 농가 인구가 감소함에 따라 1인당 경지면적이 증가하고 있으며, 고령화가 급속히 진행되어 벼(*Oryza sative*) 재배에 많은 어려움이 따르고 있다. 직파재배의 경우 육묘와 이앙과정을 거치지 않아 생산비 및 노동력과 노동시간의 절감 이점이 있어서 대단위 면적 재배에 매우 용이하다(Choi et al., 1999). 외국의 경우 대단위 면적의 벼 재배지에서 직파재배가 이루어지고 있으며, 우리나라의 경우에도 서산간척지에서 경비행기 및 무인 헬기 등을 이용하여 담수직파 재배가 이루어지고 있다(Back et al., 2012). 담수직파 재배의 경우 출아 및 입모의 불안정과 과번무, 도복, 잡초발생 등의 문제를 가지고 있으며, 특히 잡초발생의 경우 본답에서의 재배기간이 길어 벼와 잡초간의 경합이 발생하여 상당한 수확량감소를 초래한다(Park, 2006).

이러한 잡초를 제거하기 위하여 예방적 방제법, 생태적 방제법, 물리적 방제법, 생물적 방제법, 화학적 방제법을 이용하고 있으며, 대다수의 농가에서 주로 화학적 방제법인 제초제를 이용하여 잡초를 방제하고 있다. Sulfonylurea (SU)는 1970년대에 Dupont에서 연구·개발하여 1980년 후반에 일년생잡초 및 다년생잡초의 방제약제로 생산이 되었다. SU계 제초제는 적은 약량으로도 살초효과가 우수하고 대상 잡초의 살초 폭이 넓으며, 농경지 토양 및 수질에 대한 잔류가 낮은 제초제로 주로 사용 되고 있다(Kuk et al., 2002). SU계 제초제는 벼 재배지에서 우점잡초인 피(*Echinochloa oryzicola*)의 방제효과가 낮아 국내에서는 주로 혼합제로 사용이 되고 있으며, 그 사용빈도는 논에서 사용되는 제초제의 대부분을 차지하고 있다. SU계 혼합제의 사용량이 많아지고 수년간 지속적으로 사용함에 따라 SU계 제초제 저항성 잡초가 출현하게 되었다. SU계 저항성 잡초는 전 세계적으로 점차 늘어나고 있다. 초기에는 주로 미국이나 유럽에서 많이 발생되었으나 국내와 제초제

***Corresponding author:** Tel: +82-42-869-0699
E-mail address: jypyon@cnu.ac.kr
†These authors contributed equally to this work.

Table 1. Herbicide mixtures used in this experiment.

Herbicide formulation[1)]	Abbreviation	Active ingredient[2)] (%)
Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+ Pyriminobac-methyl GR[1)]	CHP GR	0.53 (0.25+0.18+0.1)
Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+ Penoxsulam GR	CAP GR	0.38 (0.25+0.05+0.08)
Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+ Metamifop GR	CBM GR	0.72 (0.25+0.17+0.3)
Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl GR	PP GR	0.17

[1)]GR, Granule.
[2)]Active ingredient: biologically active substances in herbicide formulation.

사용 경향이 비슷한 일본에서도 빠른 속도로 확산되고 있다(Park et al., 2005). 국내의 경우 1998년도에 sulfonylurea계 혼합제초제를 9년간 연속적으로 사용한 서해안 간척지의 담수직파 논에서 물옥잠(*Monochoria korsakowi*)이 저항성잡초로 확인 되었고(Park et al., 1999), 이후 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 미국외풀(*Lindernia dubia*), 마디꽃(*Rotala indica*), 피 등 13초종이 보고되고 있다(Lee et al., 2013).

이러한 SU계 제초제 저항성잡초를 방제하기 위하여 다른 작용기작을 지닌 carfentrazone-ethyl, benzobicyclone 등의 비SU계 제초제와 SU계 제초제, 피 방제를 위한 제초제의 3원 합제의 개발과 보급이 증가하고 있다. 이중 carfentrazone-ethyl에 대한 연구 결과 SU계 제초제 저항성 잡초 중 광엽잡초의 방제에 우수한 약효를 보이고 있는 것으로 나타났다(Park, 2008).

Carfentrazone-ethyl은 미국 FMC사가 개발한 제초제로 작용기작은 protoporhyrinogen oxidase (Protox) 저해형 제초제로, 담수직파 시 벼에 대한 약해가 경미하여 안전하게 사용할 수 있다. 또한 적은 약량으로 일년생 광엽잡초에 제초효과가 우수하고 올방개(*Eleocharis kuroguwai*)와 같은 사초과 잡초에도 제초효과가 일부 있다고 알려져 있다(Jeong, 2006).

본 실험은 SU계 제초제 저항성 잡초를 방제할 수 있는 약제인 carfentrazone-ethyl을 기반으로한 혼합제를 이용하여 담수직파 시 발생하는 일년생잡초와 다년생잡초 방제를 위한 약제를 선발하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 담수직파 시 발생하는 잡초의 방제를 위한 우수한 약제를 선발하기 위하여 수행하였다. 시험은 2010년에 대전광역시 유성구에 위치한 충남대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 실시하였으며, 사양토 조건에서 실험을 수행하였다. 벼는 삼광벼를 이용하였으며, 일년생잡초와 다년생잡초를 대상으로 하였다. 써레질 후 다음날인 5월 13일 1 ha당 종자 50 kg을 파종하였다. 시비는 1 ha당 N-P-K를 110-70-80 kg의 양으로 처리하였다. 약효와 약해 시험에서 면적은 각각 20 m^2와 10 m^2로 하였으며, 난괴법 3반복으로 실험구를 배치하였다.

약제처리는 시험약제인 carfentrazone-ethyl+halosulfuron-methyl+pyriminobac-methyl GR (CHP GR), carfentrazone-ethyl+azimsulfuron+penoxsulam GR (CAP GR), carfentrazone-ethyl+bensulfuron-methyl+metamifop GR (CBM GR)와 대조약제인 pyrazosulfuron-ethyl+ pyriminobac-methyl GR (PP GR)를 파종후 15일 수면처리 하였으며, 손제초(파종 후 20일과 40일) 및 무처리와 함께 비교하였다(Table 1). 약제처리 전후 약효 및 약해에 영향을 미칠만한 기상현상은 없었다.

약효실험은 약제처리 30일 후와 60일 후에 시험구내의 잡초발생이 균일한 두 지점을 선택하여 50 cm × 50 cm quadrat을 이용하여 초종별 본수 및 건물중을 측정하였고, 무처리 건물중 대비 처리구 건물중의 비율로 환산하여 방제가로 변환하여 평가하였다.

약해실험은 제초제의 기준량과 배량을 처리한 후 손제초와 함께 비교하였다. 약제처리 10일 후 달관조사 및 초장, 분얼수를 측정하였고 10일 간격 4회로 약해 유무를 조사하였으며, 최종적으로 수확하여(10월 13일) 간장, 수장, 수수, 수확량을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

약제처리 30일 후 조사의 실험포장에서는 일년생 잡초인 가막사리(*Bidens tripartita)*, 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 방동사니(*Cyperus amuricus*), 사마귀풀(*murdannia keisak)*, 여뀌(*persicaria hydropiper)*, 자귀풀(*Aeschynomene indica)*, 좀부처꽃(*Ammannia multiflora)*, 피(*Echinochloa crus-galli*)와 다년생 잡초인 벗풀(*Sagittaria trifolia)*, 올방개(*Eleocharis kuroguwai*), 올챙이고랭이(*Scirpus juncoides)* 등의 일반적인 논잡초들이 발생하였다. 이 중 물달개비와 좀부처꽃, 피, 올방개가 우점하였다. 대조약제인 PP GR에서 가장 많은 잡초가 발견되었으며, 올방개의 경우 모든 약제처리구에서 발견되었다(Table 2). 약제에 따른 방제효과는 carfentrazone-ethyl을 기반으로 한 시험약제는 96.9% 이상의 방제효과를 보였고, 대조약제는 96.1%의 효과를 보였다. 시험 약제간 효과는 미미하지만 CHP GR, CAP GR, CBM GR 순의 효과를 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않아 모두 우수한 방제효과를 나타냈다(Table 3).

Table 2. Number of annual and perennial weed species 30 days after herbicide treatment.

Treatment[1)]	Number of plants (plant/m^2)										
	Annual weeds								Perennial weeds		
	BT[2)]	MV	CA	MK	PH	AI	AM	EC	ST	EK	SJ
CHP GR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0
CAP GR	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0.7	0
CBM GR	0	0.7	0	2.0	0	0	0	0	0	2.3	0
PP GR	0	4.3	0	2.3	0	2.3	0	0	0	2.7	2.3
HW	0	2.3	0	0	0	1.0	1.0	0	0	1.0	1.7
UC	10.3	28.7	7.7	7.3	4.7	8.7	22.3	22.7	2.3	21.7	10.0

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding; UC, Untreated Control

[2)]BT, *Bidens tripartita*; MV, *Monochoria vaginalis*; CA, *Cyperus amuricus*; MK, *Murdannia keisak*; PH, *Persicaria hydropiper*; AI, *Aeschynomene indica*; AM, *Ammannia multiflora*; EC, *Echinochloa crus-galli*; ST, *Sagittaria trifolia*; EK, *Eleocharis kuroguwai*; SJ, *Scirpus juncoides*.

Table 3. Effects of herbicide mixture on the annual and perennial weed species 30 days after treatment.

Treatment[1)]	Control value (%)											
	Annual weeds								Perennial weeds			Total
	BT[2)]	MV	CA	MK	PH	AI	AM	EC	ST	EK	SJ	
CHP GR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.1	100	99.9a[3)]
CAP GR	100	100	100	100	100	99.0	100	100	100	99.6	100	99.9a
CBM GR	100	99.5	100	96.9	100	100	100	100	100	97.8	100	99.4a
PP GR	100	97.2	100	96.1	100	97.1	100	100	100	97.8	97.1	98.7a
HW	100	97.9	100	100	100	99.0	98.2	100	100	99.1	97.1	99.1a

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding.

[2)]BT, *Bidens tripartita*; MV, *Monochoria vaginalis*; CA, *Cyperus amuricus*; MK, *Murdannia keisak*; PH, *Persicaria hydropiper*; AI, *Aeschynomene indica*; AM, *Ammannia multiflora*; EC, *Echinochloa crus-galli*; ST, *Sagittaria trifolia*; EK, *Eleocharis kuroguwai*; SJ, *Scirpus juncoides*.

[3)]Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Number of annual and perennial weed species 60 days after herbicide treatment.

Treatment[1)]	Number of plants (plant/m^2)										
	Annual weeds								Perennial weeds		
	BT[2)]	MV	CA	MK	PH	AI	AM	EC	ST	EK	SJ
CHP GR	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	1.7	0
CAP GR	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	1.0	0
CBM GR	0	1.0	0	1.7	0	0	0	0	0	2.3	0
PP GR	0	7.3	0	3.3	0	2.7	0	0	0	2.0	0.7
HW	1.3	3.7	0	0	0	1.0	0	0	0	1.3	0
UC	10.3	35.3	11.3	13.3	7.7	7.7	27.7	20.7	4.3	25.7	9.7

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding; UC, Untreated Control
[2)]BT, *Bidens tripartita*; MV, *Monochoria vaginalis*; CA, *Cyperus amuricus*; MK, *Murdannia keisak*; PH, *Persicaria hydropiper*; AI, *Aeschynomene indica*; AM, *Ammannia multiflora*; EC, *Echinochloa crus-galli*; ST, *Sagittaria trifolia*; EK, *Eleocharis kuroguwai*; SJ, *Scirpus juncoides*.

Table 5. Effects of herbicide mixture on the annual and perennial weed species 60 days after treatment.

Treatment[1)]	Control value (%)											
	Annual weeds								Perennial weeds			Total
	BT[2)]	MV	CA	MK	PH	AI	AM	EC	ST	EK	SJ	
CHP GR	100	100	100	100	100	99.4	100	100	100	98.0	100	99.7a[3)]
CAP GR	100	100	100	100	100	98.7	100	100	100	99.8	100	99.9a
CBM GR	100	99.5	100	96.9	100	100	100	100	100	97.8	100	99.4a
PP GR	100	95.7	100	96.5	100	94.3	100	100	100	98.8	98.2	98.2a
HW	98.0	97.9	100	100	100	98.1	99.0	100	100	99.3	100	99.1a

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding.
[2)]BT, *Bidens tripartita*; MV, *Monochoria vaginalis*; CA, *Cyperus amuricus*; MK, *Murdannia keisak*; PH, *Persicaria hydropiper*; AI, *Aeschynomene indica*; AM, *Ammannia multiflora*; EC, *Echinochloa crus-galli*; ST, *Sagittaria trifolia*; EK, *Eleocharis kuroguwai*; SJ, *Scirpus juncoides*.
[3)]Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

약제처리 60일 후 조사의 실험포장에서는 30일 조사와 동일한 잡초종이 발생하였고, 전체적으로 발생량이 증가하였다. 우점 잡초종의 경우 30일 조사와 동일하였다(Table 4). 처리약제에 대한 방제 효과의 경우 시험약제는 96.9%이상, 대조약제의 경우 94.3%이상으로 우수한 방제효과를 나타냈다. 처리약제간 효과는 없는 것으로 나타났다(Table 5).

약해는 초장의 경우 약제처리 10일 후에 손제초와 비교하여 CHP GR과 CBM GR에서 각각 1.7과 2.1 cm의 경미한 초장 억제를 보였고, 약제처리 30일 후에는 손제초와 비교 시 CAP GR과 PP GR에서 각각 3.7와 4.5 cm의 작은 초장을 보였다. 하지만 약제 처리 40일 후 모든 처리에서 회복되으며(Table 6), 분얼수의 경우 약제처리에 따른 차이는 관찰되지 않았다(Table 7).

후기 생육조사에서 간장과 수장의 경우 시험약제구 및

Table 6. Phytotoxicity of herbicide mixtures on plant height of rice 10, 20, 30 and 40 days after treatment.

Treatment[1)]	10DAA[2)]		20DAA		30DAA		40DAA	
	1x	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x
	---------- cm ----------							
CHP GR	14.6	14.4	36.5	36.0	43.9	42.5	56.9	56.7
CAP GR	15.2	15.1	37.6	37.5	42.2	42.2	55.8	55.6
CBM GR	14.2	14.1	39.0	38.7	43.9	43.5	58.8	58.5
PP GR	15.7	15.5	36.4	36.2	41.4	40.7	55.1	54.9
HW	16.3	-	37.8	-	45.9	-	56.0	-

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding.
[2)]DAA, Days after Application.

Table 7. Phytotoxicity of herbicide mixtures on number of tiller rice 10, 20, 30 and 40 days after treatment.

Treatment[1)]	10DAA[2)]		20DAA		30DAA		40DAA	
	1x	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x
	---------- no. ----------							
CHP GR	2.5	2.4	5.7	5.6	6.9	6.7	7.4	7.2
CAP GR	2.6	2.5	5.6	5.4	6.8	6.7	7.0	6.9
CBM GR	2.4	2.3	5.7	5.5	6.8	6.6	7.4	7.2
PP GR	2.4	2.3	5.1	5.0	6.2	6.0	6.9	6.7
HW	3.2	-	5.4	-	6.6	-	7.4	-

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding.
[2)]DAA, Days after Application.

Table 8. Effects of herbicide mixtures on the yield and yield components of rice.

Treatment[1)]	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicle (plant/㎡)	Yield (kg/1ha)
CHP GR	77.3	21.5	405.0	4,980
CAP GR	77.4	20.7	407.3	5,040
CBM GR	77.7	21.1	383.3	4,720
PP GR	78.3	20.7	380.3	4,580
HW	75.2	20.7	422.7	5,100
UC	77.8	19.4	203.3	2,340

[1)]CHP, Carfentrazone-ethyl+Halosulfuron-methyl+Pyriminobac-methyl;
CAP, Carfentrazone-ethyl+Azimsulfuron+Penoxsulam;
CBM, Carfentrazone-ethyl+Bensulfuron-methyl+Metamifop;
PP, Pyrazosulfuron-ethyl·Pyriminobac-methyl; GR, Granule;
HW, Hand weeding; UC, Untreated Control.

대조약제구, 손제초구와 무처리구 간에 차이가 없었으나 수수와 수확량은 무처리구와 약제 처리구간에 약 2배 가량의 차이를 보였다. 한편 모든 시험약제구는 대조약제구에 비하여 그 수확량이 전반적으로 증가하였고 CAP GR의 경우 5,040 kg/ha로 가장 큰 차이를 보여 대조약제구 보다 460 kg/ha 가량 많았다. 그밖에 CHP GR을 처리한 경우 4,980 kg/ha의 수확량을 얻었고 CBM 은 4,720 kg/ha의 수확량을 얻었다(Table 8).

IV. 결 론

본 실험은 SU계 제초제 저항성 잡초를 방제할 수 있는 약제인 carfentrazone-ethyl을 기반으로한 혼합제를 이용하여 담수직파 시 발생하는 일년생 잡초와 다년생 잡초 방제를 위한 약제 선발을 위해 수행하였다. 약효의 경우 시험약제인 CHP GR, CAP GR, CBM GR 모두 96.9%의 이상의 방제효과를 보여 대조약제인 PP GR 보다 우수하였다. 시험약제간 처리효과는 CAP GR, CHP GR, CBM GR순으로 경미한 차이를 보였으나 통계학적으로는 유의성이 없어 모든 시험약제가 우수한 방제효과를 나타냈다. 약해의 경우 생육초기 초장이 작아지는 경향이 있었으나 처리 40일 후부터 회복되었다. 한편 시험약제 모두 후기생육 및 수확량에서 우수한 수량성을 보였다. 시험약제중 CAP GR은 그 주성분 함량이 0.38% (0.25+0.05+0.08)로써 시험약제 중 가장 적은 약량으로도 가장 우수한 방제 효과와 높은 수확량을 나타냈다. 따라서 carfentrazone-ethyl을 기반으로한 3가지 혼합제 모두 담수직파에서 발생하는 일년생 잡초와 다년생 잡초의 방제에 효과적으로 적용 가능할 것으로 보인다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ010526032015)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참 고 문 헌

Back NH, Nam JK, Kim TK, Yang CH, Lee SB, Kim SJ, Jeong JH, Cho KM, Park CH, Lee KB, Kang TG. 2012. Direct seeding cultivation technology of rice with an agricultural helicopter. The Korea Society of International Agriculture 24(5):531-535. [In Korea]

Choi WY, Kang SY, Lee JT. 1999. Difference of growth and yield among rice cultivars and direct seeding methods as affected by yearly variation weather. Korean Journal of Weed Science 18(3):229-235. [In Korea]

Jeong YK. 2006. Herbicidal efficacy of carfentrazone-ethyl against sulfonylurea-resistant *Monochoria vaginalis* in rice culture. Seoul National univ., Seoul, Korea. [In Korea]

Kuk YI, Lee DJ, Kwon OD. 2002. Resistant responses of the remaining weeds to sulfonylurea herbicides in Jeonnam, Korea. Korean Journal of Weed Science 22(2):163-171.

Lee IY, Won TJ, Seo YH, Kim EJ, Yun YT, Cho SH, Kwon OD, Kim SK, Chung WG, Park TS, Im CS, Lee JR, Moon BC, Park JE. 2013. Occurrence trends of herbicide resistant weeds in paddy fields in Korea. Weed & Turfgrass Science 2(3):318-321. [In Korea]

Park DB. 2006. Efficacy of herbicide in direct-seeded rice under flooding paddy field condition. Master, Chungnam National univ., Daejeon, Korea. [In Korea]

Park TS, Moon BC, Cho JR. 2005. An Overview of resistant weeds to sulfonylurea herbicides in rice field, korea. Korean Journal of Weed Science 25(2):134-143.

Park TS, Kim CS, Park JE, Oh YK, Kim KU. 1999. The occurrence of *Monochoria korsakowii* resistant biotype to sulfonylurea herbicides in reclaimed land of western sea, Korea. Korean Journal of Weed Science 19(1):60-63. [In Korea]

Park TS. 2008. Statuses and perspectives of herbicides development against herbicide-resistant weeds in paddy field of korea. The Korean journal of pesticide science 12(1):1-8.