

# 벼 담수직파 시 Benzobicyclon 혼합제와 Carfentrazone-ethyl 혼합제의 제초활성

박수혁 · 허유리 · 원옥재 · 황기선 · 엄민용 · 한성민 · 박기웅\*

충남대학교 식물자원학과

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

Su Hyuk Park, Yu Ri Heo, Ok Jae Won, Ki Seon Hwang, Min Yong Eom, Sung Min Han, Kee Woong Park\*

Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 1 April 2013, revised on 2 August 2013, accepted on 2 August 2013

**Abstract :** This study was conducted to evaluate the efficacy of herbicide mixtures of benzobicyclon and carfentrazone-ethyl in direct-seeding flooded rice. The efficacy of benzobicyclon mixtures and carfentrazone-ethyl mixtures was greater than that of pyrazosulfuron-ethyl + pyriminobac-methyl GR. Herbicide mixtures with benzobicyclon controlled average 97% and herbicide mixtures with carfentrazone-ethyl controlled average 95% 60 days after application. When compared with untreated control, no visual injuries were detected at single and double dosage of herbicide mixtures. The yield of rice increased in both benzobicyclon and carfentrazone-ethyl treatments when compared with pyrazosulfuron-ethyl + pyriminobac-methyl GR. Based on these data, combinations of these herbicides can be applied to provide effective weed management in rice field.

**Key words :** Benzobicyclon, Carfentrazone-ethyl, Direct-seeding flooded rice, Weed control

### I. 서론

우리나라의 벼(*Oryza sativa* L.)는 수량성과 미질의 수준에 비해 생산비가 높아 가격 경쟁력이 떨어지며 농촌노동력의 감소로 벼 생산방식의 생력화가 요구되고 있다(Ahn, 2003). 담수직파재배는 육묘와 이앙의 과정을 거치지 않기 때문에 생산비 절감에 유리하며(Choi et al., 1999), 주로 경지면적이 넓고 노동력이 부족한 곳에서 실시된다. 그러나 담수직파재배는 출아·입묘 불량, 과번무, 무효분얼, 도복과 잡초발생 등의 많은 문제점을 갖고 있다(Park and Lee, 2004). 특히 어린 모 이앙재배에 비해 잡초종과 잡초의 발생량이 증가하는데(Im et al., 2003), 이로 인해 벼와 잡초 간 경합으로 벼의 광합성 및 양분을 저해시켜 수량감소의 원인이 된다.

Sulfonylurea(SU)계 제초제는 저 약량으로 선택성과 지속성이 뛰어나 널리 사용되어 왔지만, 단일 제초제의 지속적인 사용으로 저항성 잡초의 출현을 초래하였으며 그 면적이 꾸준히 증가하고 있다(Itoh et al., 1997; Ma et al., 2002; Park et al., 2005; Park et al., 2006; KCPA, 2010). 제초제 저항성 잡초는 전 세계적으로 211 초종, 393 생태형이 약 680,000 경작지에서 발생하였다고 보고되었으며(Heap, 2012), 제초제 저항성 초종 중 1980년대까지는 주로 triazine계 제초제들에 대한 저항성 잡초들이 보고되었으나 최근에는 SU계 제초제들에 대한 저항성 잡초들이 급격히 증가하고 있는 실정이다(Anderson et al., 1996; Adkins et al., 1997; Park et al., 1999; Park, 2004). 국내에서는 물옥잠(*Monchoria korsakowii* Regel & Maack)과 피(*Echinochloa crus-galli* var.)를 비롯하여 11개의 잡초종에서 저항성 개체들이 확인되었다(Park et al., 2011). 따라서 최근에는 이러한 SU계 제초제 저항성 잡초를 방제하

\*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5726

E-mail address: parkkw@cnu.ac.kr

**Table 1.** Herbicide mixtures used in this experiment.

Herbicide formulation <sup>1)</sup>	Abbreviation	Active ingredient <sup>2)</sup> (%)
Benzobicyclon+Pyrazosulfuron-ethyl+Pyriminobac-methyl WG	BPP WG	50.2 (40+4.2+6)
Benzobicyclon+Pyrazosulfuron-ethyl+Penoxsulam TB	BPP TB	10.2 (8.4+0.84+0.96)
Carfentrazone-ethyl+Imazosulfuron+Pyriminobac-methyl TB	CIP TB	7.2 (3+3+1.2)
Carfentrazone-ethyl+Imazosulfuron+Flucetosulfuron GR	CIF GR	0.57 (0.25+0.25+0.07)
Pyrazosulfuron-ethyl+pyriminobac-methyl GR	PP GR	0.17 (0.07+0.1)

<sup>1)</sup>WG: Water dispersible granule, TB: Tablet, GR: Granule.

<sup>2)</sup>Active ingredient: biologically active substances in a herbicide formulation.

기 위한 약제 개발에 주력하여 benzobicyclon, carfentrazone-ethyl, bromobutide, mesotrione과 tefuryltrione 등 SU계와 다른 작용기작을 가진 제초제를 개발하여 이용하려는 연구가 일본 및 국내에서 활발히 진행되어왔다(BCPC, 2009; Song et al., 2011).

새로운 약제를 개발하여 상업화하기 위해서는 작물과 잡초간의 뛰어난 선택성을 지닐 뿐만 아니라 제초효과도 우수하며 다양한 초종에 효과적이어야 하나 많은 개발비용과 시간이 요구되는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존 제초제들을 혼합하여 이용 할 경우 상호보완효과로 개발비용과 시간을 절감하는 효과를 얻을 수 있다 (Park, 1998).

Benzobicyclon은 흡수 이행형 수도용 제초제로, 4-hydroxy-phenyl pyruvate dioxygenase(HPPD) 효소활성을 억제하고, 최종적으로 carotenoid의 생합성을 억제하여 백화현상을 야기시키며 결국 식물체를 고사시킨다. 이 제초제는 사초과잡초와 광엽잡초를 포함한 일년생 및 다년생잡초 방제에 효과적이다(Song et al. 2011). Carfentrazone-ethyl은 경엽처리제로, porphyrin 생합성 과정 중에 있는 proto-porphyrinogen oxidase(protoen IX)를 저해하며 나팔꽃 (*Pharbitis nil* CHOIS.), 까마중(*Solanum nigrum* L. var. *nigrum*) 등 광엽잡초에 특히 효과적이다.

본 시험은 최근 SU계 제초제 저항성 잡초가 급격히 증가함으로 인해 SU계 제초제로 방제가 안되는 잡초가 늘어났고, 이를 대체할만한 새로운 비 SU계 제초제인 benzobicyclon 과 carfentrazone-ethyl 혼합제의 살초효과를 알아보고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 벼의 담수직파시 일년생 및 다년생 잡초에 대

하여 방제효과가 우수한 약제를 선발하기 위하여 2009년 대전광역시 유성구 충남대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 실시하였다. 토양은 사양토였으며, 벼 품종은 호품벼를 사용하였다.

시험포장은 5월 9일에 씨레질을 실시하였고, 5월 11일에 1 ha당 60 kg의 볍씨를 담수직파(표면산파)하였다. 시비량은 N, P, K를 각각 1 ha당 110, 70, 80 kg 수준으로 처리하였다. 시험구 면적은 제형을 기준으로 하였으며 약효의 경우 입상수화제와 입제는 20 m<sup>2</sup>, 정제는 24 m<sup>2</sup>으로 설치하였으며, 약해의 경우 입제, 입상수화제, 정제의 시험구 면적은 각각 10 m<sup>2</sup>, 20 m<sup>2</sup>, 24 m<sup>2</sup>로 다르게 설치하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 실험에 사용된 제초제 혼합제의 성분 조성 및 특성은 Table 1과 같다. 약제처리 전후 약제 살포 및 비산에 영향을 미칠만한 기상 특이 상황은 없었다.

약제처리는 파종 후 15일에, Benzobicyclon+Pyrazosulfuron-ethyl+Pyriminobac-methyl WG(BPP WG)는 물에 희석하여 수면점적처리를 하였고, 나머지 약제들은 수면처리하였으며, 손제초는 파종 후 20일과 40일에 실시하였다. 약효조사는 약제처리 후 30, 60일에 50 cm × 50 cm의 방형틀을 이용하여 시험구내 잡초발생이 균일한 두 곳의 잡초종별 본수 및 건물중을 조사한 후 방제가를 구하였다. 약해조사는 약제를 기준량과 배량으로 처리한 후 손제초와 비교하여 약제처리 후 10일 간격으로 총 4회 실시하였다. 벼의 초장, 분얼수, 간장, 수장, 수수는 처리 구 당 10주씩 임의로 선발하여 측정하였으며, 수확량은 50 cm × 50 cm의 방형틀을 이용하여 시험구 내 균일하게 성장한 세 곳의 수량을 조사하여 ha당 kg으로 환산하여 나타냈다.

본 시험에서 얻어진 모든 결과는 SAS(2002)의 GLM (Generalized linear model) program (one way ANOVA procedure)을 이용하여 분석하였으며, 각 처리구간의 평균

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

Treatment <sup>1)</sup>	Annual weeds <sup>2)</sup>								Perennial weeds <sup>2)</sup>		
	Ec	Mv	Am	Ph	Cd	Bt	Ai	Ak	Cs	Sj	Ek
	----- no. -----										
BPP WG	0b	0c	0b	0b	0b	0b	1.0b	0b	0b	0.7b	0b
BPP TB	0b	0c	0b	0b	0b	0b	1.0b	0b	0.7b	1.0b	0.7b
CIP TB	0b	0c	0b	0b	0b	1.0b	0b	0b	1.0b	1.0b	0b
CIF GR	0b	0c	0b	0b	0b	0b	1.0b	0b	0b	0.7b	0b
PP GR	3.7b	7.3b	0b	1.0b	0b	0b	2.3b	0b	1.0b	2.3b	1.0b
HW	2.3b	2.0bc	1.0b	0b	0b	0b	0b	1.0b	0b	3.0b	0b
Control	27.7a	28.7a	39.3a	3.7a	27.3a	8.3a	16.7a	6.3a	6.3a	35.7a	7.3a

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>2)</sup>Ec, *Echinochloa crus-galli* var.; Mv, *Monochoria vaginalis* var.; Am, *Ammannia multiflora* ROXB.; Ph, *Persicaria hydropiper* (L.) SPACH; Cd, *Cyperus difformis* L.; Bt, *Bidens tripartita* L.; Ai, *Aeschynomene indica* L.; Ak, *Aneilema keisak* Hassk.; Cs, *Cyperus serotinus* Rottb.; Sj, *Scirpus juncooides* Roxb.; Ek, *Eleocharis Kuroguwai* Ohwi.

<sup>a-c</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

값을 Tukey의 Honestly Significant Difference 검정을 이용하여 95% 신뢰수준에서 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 약효시험

약제처리 30일 후 조사한 결과 무처리구에서는 피, 물달개비(*Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*(Roxb.) Solms), 쯤부처꽃(*Ammannia multiflora* ROXB.), 여뀌 [*(Persicaria hydropiper* (L.) SPACH)], 알방동사니(*Cyperus difformis* L.), 가막사리(*Bidens tripartita* L.), 자귀풀(*Aeschynomene indica* L.), 사마귀풀(*Aneilema keisak* Hassk.) 등의 일년생잡초와 너도방동사니(*Cyperus serotinus* Rottb.), 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides* Roxb.), 올방개(*Eleocharis Kuroguwai* Ohwi.) 등의 다년생잡초가 발생하였다.

대조약제 Pyrazosulfuron-ethyl+Pyriminobac-methyl GR(PP GR)를 처리했을 때에 비해 시험약제 BPP WG, Benzobicyclon+Pyrazosulfuron-ethyl+Penoxsulam TB (BPP TB), Carfentrazone-ethyl+Imazosulfuron+Pyriminobac-methyl TB (CIP TB)와 Carfentrazone-

ethyl+Imazosulfuron+Flucetosulfuron GR (CIF GR)를 처리했을 때 잡초 본수가 적게 발생하는 경향이었으나 물달개비 발생본수에서만 유의한 차이를 나타냈다(Table 2). 잡초방제 효과를 보면 대조약제 PP GR의 경우 대부분 초종에서 약 88% 이상의 방제가를 보였고, 시험약제의 경우 대부분 초종에서 약 91% 이상의 방제가를 보여 대조약제보다 우수한 잡초방제효과를 보이는 것으로 나타났다(Table 3). 시험약제의 경우 피, 물달개비, 쯤부처꽃, 여뀌, 알방동사니와 사마귀풀은 모든 시험약제에서 100% 방제되었고, 시험약제 중 BPP WG와 CIF GR에서는 가막사리, 너도방동사니와 올방개, BPP TB에서는 가막사리, CIP TB에서는 자귀풀과 올방개에서 100%의 방제효과가 나타났다.

약제처리 60일 후 본수를 보면 처리 30일 후와 비슷한 양상을 보였으나 전체적으로 잡초발생량이 증가하였다(Table 4). 처리 30일 후에 비해 전체적으로 방제효과가 감소했지만, 처리 60일 후까지도 높은 방제효과를 유지하였다. 대조약제의 경우 대부분 초종에서 80% 이상의 방제효과를 보였고, 이에 비해 시험약제의 경우 대부분 초종에서 약 89% 이상으로 대조약제보다 우수한 잡초방제효과를 보였다. 시험약제의 경우 피와 알방동사니는 모든 시험약제에서 100%의 방제효과를 보였고, 시험약제 중 BPP WG와 CIF GR에서는 여뀌, 사마귀풀, 너도방동사니와 올방개,

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

Treatment <sup>1)</sup>	Annual weeds <sup>2)</sup>								Perennial weeds <sup>2)</sup>		
	Ec	Mv	Am	Ph	Cd	Bt	Ai	Ak	Cs	Sj	Ek
	----- % of untreated control -----										
BPP WG	100a	100a	100a	100a	100a	100a	99.8a	100a	100a	99.7a	100a
BPP TB	100a	100a	100a	100a	100a	100a	99.6a	100a	94.1ab	99.4a	91.8b
CIP TB	100a	100a	100a	100a	100a	96.9b	100a	100a	91.2b	98.2a	100a
CIF GR	100a	100a	100a	100a	100a	100a	99.8a	100a	100a	99.7a	100a
PP GR	93.4c	87.7b	100a	96.0b	100a	100a	97.6a	100a	89.7b	99.4a	88.7b
HW	96.7b	97.7a	98.1b	100a	100a	100a	100a	97.1b	100a	99.1a	100a

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>2)</sup>Ec, *Echinochloa crus-galli* var.; Mv, *Monochoria vaginalis* var.; Am, *Ammannia multiflora* ROXB.; Ph, *Persicaria hydropiper* (L.) SPACH; Cd, *Cyperus difformis* L.; Bt, *Bidens tripartita* L.; Ai, *Aeschynomene indica* L.; Ak, *Aneilema keisak* Hassk.; Cs, *Cyperus serotinus* Rottb.; Sj, *Scirpus juncooides* Roxb.; Ek, *Eleocharis Kuroguwai* Ohwi.

<sup>a~c</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

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

Treatment <sup>1)</sup>	Annual weeds <sup>2)</sup>								Perennial weeds <sup>2)</sup>		
	Ec	Mv	Am	Ph	Cd	Bt	Ai	Ak	Cs	Sj	Ek
	----- no. -----										
BPP WG	0b	1.3b	1.3b	0b	0b	0.7b	2.0b	0b	0b	0.7b	0b
BPP TB	0b	2.7b	3.7b	0b	0b	1.3b	2.7b	0b	0.7b	1.3b	0.7b
CIP TB	0b	4.0b	4.3b	1.0b	0b	1.7b	3.0b	1.0b	1.0b	2.7b	0b
CIF GR	0b	1.7b	2.0b	0b	0b	2.0b	3.7b	0b	0b	1.3b	0b
PP GR	4.3b	8.7b	4.0b	2.3ab	0b	1.7b	5.0b	2.3b	1.0b	5.3b	1.0b
HW	1.3b	4.3b	2.3b	0b	5.3b	1.0b	0b	0b	0b	4.7b	0b
Control	30.3a	33.3a	45.7a	6.0a	25.7a	11.7a	18.3a	8.0a	8.7a	43.3a	7.7a

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>2)</sup>Ec, *Echinochloa crus-galli* var.; Mv, *Monochoria vaginalis* var.; Am, *Ammannia multiflora* ROXB.; Ph, *Persicaria hydropiper* (L.) SPACH; Cd, *Cyperus difformis* L.; Bt, *Bidens tripartita* L.; Ai, *Aeschynomene indica* L.; Ak, *Aneilema keisak* Hassk.; Cs, *Cyperus serotinus* Rottb.; Sj, *Scirpus juncooides* Roxb.; Ek, *Eleocharis Kuroguwai* Ohwi.

<sup>a~b</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

BPP TB에서는 여뀌와 사마귀풀, CIP TB에서는 올방개에서 100%의 방제효과가 나타났다(Table 5). 일반적으로 시험약제는 피, 여뀌, 사마귀풀에서 대조약제보다 높은 방제효과를 보였다.

일반적으로 benzobicyclon은 올챙이고랭이, 물달개비, 미국외풀, 마디꽃 등 사초과 및 광엽잡초에 우수한 제초활성을 보이며(Jeong, 2010), carfentrazone-ethyl은

광엽잡초종에 대한 살초효과는 크지만 화본과 및 사초과 초종에 대한 방제효과는 작은 것으로 보고되었다(Lee et al., 1997). 본 실험에서 사용된 주성분 약제인 benzobicyclon과 carfentrazone-ethyl은 SU계 제초제 저항성 잡초의 방제 역할을 효과적으로 수행할 것으로 기대되며, 또한 이들 주성분 약제들이 방제하지 못하는 초종들을 혼합제의 다른 성분들이 효과적으로 방제하는 것으로 나타났다.

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

Treatment <sup>1)</sup>	Annual weeds <sup>2)</sup>								Perennial weeds <sup>2)</sup>		
	Ec	Mv	Am	Ph	Cd	Bt	Ai	Ak	Cs	Sj	Ek
	----- % of untreated control -----										
BPP WG	100a	98.2a	97.0a	100a	100a	96.7a	97.2a	100a	100a	99.0a	100a
BPP TB	100a	95.1a	94.3a	100a	100a	93.7a	95.6ab	100a	94.5ab	97.5ab	91.4b
CIP TB	100a	92.3ab	93.4a	93.8b	100a	89.2a	94.7ab	92.3b	92.5b	89.1a	100a
CIF GR	100a	97.5a	95.5a	100a	100a	88.8a	91.5ab	100a	100a	98.5a	100a
PP GR	88.0b	82.8ab	92.8a	86.7c	100a	88.1a	86.7b	80.0c	91.1b	89.6b	90.0b
HW	96.3a	93.3b	96.7a	100a	84.3b	97.0a	100a	100a	100a	91.6ab	100a

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>2)</sup>Ec, *Echinochloa crus-galli* var.; Mv, *Monochoria vaginalis* var.; Am, *Ammannia multiflora* ROXB.; Ph, *Persicaria hydropiper* (L.) SPACH; Cd, *Cyperus difformis* L.; Bt, *Bidens tripartita* L.; Ai, *Aeschynomene indica* L.; Ak, *Aneilema keisak* Hassk.; Cs, *Cyperus serotinus* Rottb.; Sj, *Scirpus juncooides* Roxb.; Ek, *Eleocharis Kuroguwai* Ohwi.

<sup>a-c</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

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

Treatment <sup>1)</sup>	10 DAA <sup>2)</sup>		20 DAA		30 DAA		40 DAA	
	1×	2×	1×	2×	1×	2×	1×	2×
	----- cm -----							
BPP WG	13.0a	12.7a	25.8a	24.2a	34.3a	34.5a	46.9a	45.9a
BPP TB	12.8a	12.6a	25.8a	24.1a	34.7a	33.9a	46.5a	45.6a
CIP TB	12.6a	12.5a	24.8a	23.2a	34.2a	34.6a	46.9a	46.4a
CIF GR	12.4a	12.2a	24.5a	22.7a	34.4a	34.6a	46.4a	45.9a
HW	13.5a	13.5a	25.1a	25.1a	34.2a	34.2a	46.4a	46.4a

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>2)</sup>Days after application

<sup>a</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

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

Treatment <sup>1)</sup>	10 DAA <sup>2)</sup>		20 DAA		30 DAA		40 DAA	
	1×	2×	1×	2×	1×	2×	1×	2×
	----- no. -----							
BPP WG	2.0a	1.9a	3.9a	3.8a	6.5a	6.3a	12.2a	12.0a
BPP TB	1.8a	1.7a	3.8a	3.7a	6.7a	6.6a	13.0a	12.8a
CIP TB	1.9a	1.8a	3.5a	3.2a	6.7a	6.6a	12.6a	12.5a
CIF GR	1.8a	1.7a	3.5a	3.3a	7.0a	6.9a	12.1a	12.9a
HW	2.1a	2.1a	3.5a	3.5a	6.8a	6.8a	12.8a	12.8a

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>2)</sup>Days after application

<sup>a</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

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

Treatment <sup>1)</sup>	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number (No./m <sup>2</sup> )	Yield (kg/ha)
BPP WG	76.9a	18.5a	410a	5,750a
BPP TB	74.5a	18.5a	397a	5,650a
CIP TB	74.4a	18.4a	400a	5,600a
CIF GR	73.8a	18.4a	413a	5,700a
PP GR	72.5a	18.5a	387a	5,300a
HW	76.8a	19.2a	433a	5,900a
Control	60.1b	13.9a	194b	1,400b

<sup>1)</sup>BPP, Benzobicyclon + Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl WG; BPP, Benzobicyclon + Penoxsulam + Pyrazosulfuron-ethyl TB; CIP, Carfentrazone-ethyl + Imazosulfuron + Pyriminobac-methyl TB; CIF, Carfentrazone-ethyl + Flucetosulfuron + Imazosulfuron GR; PP, Pyrazosulfuron-ethyl + Pyriminobac-methyl GR; HW, Hand weeding

<sup>a-b</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

## 2. 약해시험

초장의 경우 시험약제의 기준량과 손제초 간 처리에 따른 차이는 경미하였으며, 기준량과 배량 처리를 비교하였을 경우 처리 40일 까지도 큰 차이를 보이지 않았다(Table 6). 분얼수의 경우 시험약제의 기준량과 손제초 간 처리에 따른 차이는 없었으며, 배량 처리와 비교했을 때에도 차이를 보이지 않았다(Table 7).

후기생육조사 결과 시험약제와 대조약제 간에 간장, 수장, 수수의 경우 차이가 없었다. 단위면적당 수량의 경우 대조약제는 5,300 kg/ha으로 나타났으며 BPP WG약제에서 5,750 kg/ha으로 가장 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 8).

trazone-ethyl을 주성분으로 하는 BPP WG, BPP TB, CIP TB와 CIF GR의 4가지 혼합제는 주성분이 SU계 제초제인 대조약제 PP GR과 비교할 때 충분한 잡초방제효과와 벼에 대한 안정성을 보여주고 있으며 또한 SU계 제초제 저항성 잡초가 문제가 되고 있는 지역에서 저항성 잡초방제를 위해 사용가능 할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다.

## 참고 문헌

- Adkins SW, Wills D, Boersma M, Walker SR, Robinson G, McLeod RJ, Einam JP. 1997. Weeds resistant to chlorsulfuron and atrazine from the north-east grain region of Australia. *Weed Research* 37:343-349.
- Ahn SN. 2003. Selection of lines suitable for wet direct seeding culture and their application in molecular studies in rice. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF) p. 3.
- Anderson DD, Roeth FW, Martin AR. 1996. Occurrence and control of triazine-resistant common waterhemp (*Amaranthus rudis*) in field corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 10: 570-575.
- British Crop Production Council (BCPC). 2009. Pesticide Manual. 15th ed. Latimer Trend & Co., Plymouth p. 96.
- Choi WY, Kang SY, Lee JT. 1999. Difference of growth and yield among rice cultivars and direct seeding methods as

## IV. 결론

벼 답수직파 시 문제가 되고 있는 SU계 제초제 저항성 잡초 방제를 위해 비 SU계 제초제인 benzobicyclon 혼합제와 carfentrazone-ethyl 혼합제의 이용 가능성을 알아보고자 본 시험을 수행하였다. 두 혼합제 처리구에서 답수직파 시 발생하는 일년생 및 다년생 잡초 방제에 탁월한 효과를 보였으며 배량 처리한 경우에도 벼에 대한 약해가 나타나지 않았다. 벼의 후기생육조사 결과 시험약제와 대조약제 간에 간장, 수장과 수수의 경우 차이가 없었으며, 벼 수확량의 경우도 모든 시험약제와 대조약제에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 benzobicyclon과 carfen-

- affected by yearly variation weather. Korean Journal of Weed Science 18(3):229-235.
- Dongbangagro 2007. Technical report. 18 p.
- Heap I. 2012. International survey of herbicide resistant weeds. Accessed in [http : // www.weedscience.org/in.asp](http://www.weedscience.org/in.asp) on 27 August 2012.
- Im IB, Kang JG, Kim S, NA SY, Kyoung ES. 2003. Weed emergent frequency according to rice cultivation pattern in the rice paddy fields. Korean Journal of Weed Science 23(2):112-122.
- Itoh K., A. Uchino A, Wang GX, Yamakawa S. 1997. Distribution of *Lindera* spp. resistant biotype to sulfonylurea herbicides in Yuza town, Yamagata prefecture. J. Weed Technology 42(Suppl.):22-23 (in Japan).
- Jeong JH. 2010. Herbicidal efficacy, growth and yield of benzobicyclon and its mixture herbicides for controlling sulfonylurea herbicide-resistant weeds. Chungnam National University Department of Agronomy, Graduate School. Daejeon 35 p.
- Korea Crop Protection Association (KCPA). 2010. 2010 Guide book of using the agrochemicals. Sam Jeong Press Co., Seoul. 1199 p.
- Lee HJ, Han SU, Guh JO Kim MH. 1997. Evaluation of carfentrazone - ethyl alone and in combination with glyphosate or glufosinate for weed control in orchards. Korean Journal of Weed Science 17(3):256-261.
- Lee SG, Choi HG, Lee JC, Chung CT, Shin CW, Oh SH, Lee HW, An JB, Pyon JY. 2005. Weed control system of sulfonylurea herbicide-resistant *Monochoria vaginalis* and *Eleocharis kuraguwai* in machine transplanting rice. Korean Journal of Weed Science 25(1):14-22.
- Ma SY, Ko SL, Han SS. 2002. Resistance of a *Scirpus juncooides* Roxb. biotype to sulfonylurea herbicides. Korean Journal of Weed Science 22(4):334-342.
- Park SJ, Lee JH. 2004. Crop science. Korea National Open University Press. 355 p.
- Park, TS, Kim CS, Park JP, Oh YK, Kim KU. 1999. Resistant biotype of *Monochoria korsakowii* against sulfonylurea herbicides in the reclaimed paddy fields in Korea. Proc. 17th APWSS Conference 251-254, Bangkok.
- Park TS. 2004. Identification of sulfonylurea- resistant biotype of *Scirpus planiculmis*. Pesticide Science (Korean) 8(4): 332-337.
- Park TS, Kang DK, Moon BC, Cho JR, Kim KU. 2005. Physiological and ecological characteristics of rice by density of sulfonylurea-resistant *scirpus juncooides* Roxb. Korean Journal of Weed Science 25(3):179-184.
- Park TS, Moon BC, Cho JR, Kang CK, Park JE. 2006. Management and competition of sulfonylurea-resistant *scirpus juncooides* Roxb. in rice field. Korean Journal of Weed Science 26(1):98-107.
- Park TS, Lee IY, Seong KY, Cho HS, Park HK, Ko JK, Kang UG. 2011. Status and prospect of herbicide resistant weeds in rice field of Korea. Korean Journal of Weed Science 31(2):119-133.
- Park YS. 1998. Interactions of carfentrazone-ethyl with glyphosate. Jeollabuk-do. p. 335.
- Song JE, Park MS, Jeong JH, Park EH, Jeong CK. 2011. Herbicidal efficacy affected by different formulation of benzobicyclon-mixtures herbicides in paddy rice field. Korean Journal of Weed Science 31(4):384-393.