

## 담수조류의 벼재배용 농약 6종에 대한 감수성 비교

배철한\* · 박연기<sup>1</sup> · 김연식 · 조경원 · 이석희 · 정창국

한국삼공(주) 농업연구소, <sup>1</sup>농업과학기술원 농산물안전성부

(2008년 9월 17일 접수, 2008년 9월 26일 수리)

## Comparison of the Sensitivity of Freshwater Algae to 6 Pesticides for Paddy Rice

Chul-Han Bae\*, Yeon-Ki Park<sup>1</sup>, Yeon-Sik Kim, Kyung-Won Cho, Suk-Hee Lee and Chang-Kook Jung

Agricultural Research Center, Hankooksamgong Co. Ltd., <sup>1</sup>Pesticide Safety Division, National Institute of Agricultural Science and Technology

### Abstract

Algal Growth-inhibition tests were conducted with 6 pesticides butachlor GR (5%), butachlor EW (33%), isoprothiolane GR (12%), isoprothiolane EC (40%), diazinon GR (3%) and diazinon EC (34%) to determine their comparative toxicity to three species of freshwater green algae *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris* and one species diatom *Nitzschia palea*. The test species were exposed to the test pesticide for 72 hours and the toxicity represented EC<sub>50</sub> value calculated by the reduction in growth rate at 72 hours. The toxicity of EC or EW formulation to green algae and diatom was higher than the toxicity of GR formulation at all test in this study. Also, the toxicity of EC formulation was higher than the toxicity technical pesticide. These results indicate that the types of pesticide formulation may affect on their toxicity on algae and the green alga, *S. capricornutum* and *S. subspicatus* were more sensitive than *C. vulgaris*. Also, the sensitivity of the diatom, *N. palea* showed equal or lower than *S. capricornutum*, *S. subspicatus* but more sensitive than *C. vulgaris*.

**Key words** algae, diatom, pesticide, sensitivity, growth inhibition test

## 서 론

벼재배용 농약은 현대 농업에서 광범위하게 사용되어지고 있고 그로 인한 농약의 잔류 성분이 지표수인 강, 연못, 호수에 미치는 영향과 그 작용에 대해 국제적인 관심의 대상 되고 있다. 특히, 대부분의 제초제는 조류(algae)를 포함한 수생식물에 다양한 독성 영향을 나타내고 있으며, 1차생산자인 식물에 대한 영향은 수생생태계의 건강성에 직접 또는 간접적으로 그 영향을 주고 있다(Fairchild et al., 1998).

대표적인 식물플랑크톤인 담수에 서식하는 미세조류(micro-

algae)는 실험실내에서 생태독성학적 조사를 위한 시험생물종으로 많이 이용되고 있다(USEPA, 1989). 일반적으로 조류는 농약중 제초제에 대한 민감성이 높게 나타나고 있다. 그러나 환경 영향에 대한 평가에 있어서는 대부분 실제 영향을 받는 대상종이 아닌 몇 개의 시험종들에 의해서만 결정되고 있어 정확한 평가가 이루어지지 못하고 있는 실정이다(Haglund, 1997). 실제로 OECD Guideline에서는 EC<sub>50</sub>값과 NOEC값을 환경영향 평가에 직접 사용하는 것보다 화학물질에 대한 1차적인 영향 가능성 예측에 사용할 것을 요구하고 있다. 그리고 USEPA의 녹조류를 이용한 배출수 독성시험법의 guideline에서는 실험실내 시험 결과를 사용하여 안전성 수준(safety level)을 설정할 것을 제안하고 있다(Lewis 1995).

\*연락처 : Tel. +82-31-374-8722, Fax. +82-31-374-1720

E-mail: baech@30agro.co.kr

OECD(1984), ASTM(1990), USEPA(1985)에서 추천하는 담수 녹조류는 *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris*이며, 이러한 종들은 1910년부터 독성시험에 이용되면서 독성시험법으로 개발되어져 다양하게 시험에 적용되어 왔다. 또한 담수 녹조류는 중금속, 광산폐수, 산업폐수, 농약, 계면활성제, 유해성 폐기물 유출수 등과 같은 독성화학물질에 다른 동물종에 비해 민감하게 반응하는 시험종으로 알려져 있다(Walsh, 1982; Winner et al., 1990). 그에 비해 음이온 계면활성제, streptomycin 그리고 일부 살충제에서는 오히려 감수성이 떨어지는 것으로 보고되고 있어 독성물질의 독성 검색을 위해서는 여러종의 조류(녹조류, 남조류, 규조류)에 대한 시험을 제안하고 있다. 특히 농약의 독성시험을 위해서는 여러 시험종에 대한 종합적인 접근 방식을 요구하고 있다(Holst and Ellwanger, 1982; Lewis, 1995). 최근에는 많은 부분에서 규조류(diatom)에 대한 연구가 진행되고 있다. 규조류는 전세계 식물플랑크톤의 약 40%를 차지하고 있어 일차생산자로서 동물의 중요한 먹이원이 되고 있다. 규조류는 유기오염물질과 무기오염물질에 결합되어 동물에 섭취되고 있어 수질오염을 나타내는 지표로도 이용되어지고 있고 대부분 부착성을 가지고 있어 강과 같은 흐름이 강한 생태계에서 아주 중요한 역할을 하고 있다(Ishihara, 2006).

본 연구에서는 직접적으로 수계에 영향을 미칠 가능성이 크고 광범위하게 사용되는 벼재배용 농약을 선정하였다. 이러한 농약은 일반적으로 어류와 물벼룩을 이용한 생태독성시험에서 농약 제형의 차이와 부재의 특성에 따라 독성이 증가하거나 감소하는 경향이 나타나고 있다. 그러므로 농약제품 중 대표적인 제제 형태인 입제(GR)와 유제(EC)를 선택하여 조류에 대한 독성 영향을 비교하고자 동일한 농약의 다른 제형 제품을 각각 선택하였고 독성시험을 통해 그 특성을 파악하고자 하였다. 그리고 본 연구에 사용된 시험종으로 추천 시험종인 3종의 녹조류(green algae)뿐만 아니라 강생태계에서 중요

한 역할을 담당하고 있는 규조류(diatom) 1종을 포함시킴으로써 시험종간의 감수성을 파악하고 수생태계의 환경 평가에 있어 다양한 조류종에 대한 연구의 필요성을 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험물질

시험물질로 벼재배용 농약인 butachlor 5% GR, butachlor 33% EW, diazinon 3% GR, diazinon 34% EC, isoprothiolane 12% GR, isoprothiolane 40% EC를 사용하였다.

### 시험생물

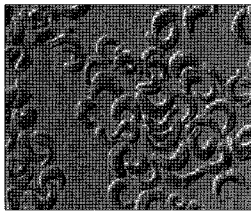
시험생물은 OECD Guideline 201에서 추천하는 녹조류(green algae)인 *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus subspicatus*와 *Chlorella vulgaris*와 규조류(diatom)인 *Nitzschia palea*를 시험에 사용하였다. 본 시험에 사용된 시험종은 농업과학기술원 위해성평가연구실에서 분양받았으며 본 연구실에서 계대배양한 후 시험에 사용하였다. 시험생물의 계대배양과 시험에 사용된 배양배지는 녹조류의 OECD 배지, 규조류의 diatom medium(DM)을 사용하였으며, 녹조류의 배양조건은  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ , 7000~8000 Lux, 규조류는  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , 3000~4000 Lux의 24시간 광조건에서 100 rpm으로 진탕 배양하였다.

### 시험방법

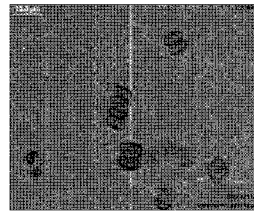
시험방법은 OECD Guideline 201 Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test(2006), 그리고 농약 등록시험 기준과 방법(농촌진흥청 고시 2006-7호) “조류(藻類)생장저해시험”에 따라 시험하였다. 시험에 사용한 녹조류는 *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris*, 규조류로 *Nitzschia palea*를 각각 계대배양 하였으며, 시험용액을 조제한 후 녹조류와 규조류를 시험

Table 1. Conditions in the test for freshwater algae

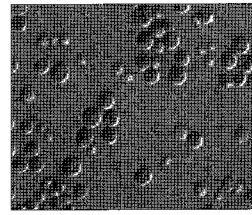
Experimental variable	Green algae	Diatom
Initial cell density (cells/mL)	$1 \times 10^4$	$5 \times 10^4$
Test duration	3 days	3 days
Test medium	OECD Medium	Diatom Medium
pH	8.1	6.9
Illumination (Lux)	7000~8000	2000~3000
Temperature ( $^\circ\text{C}$ )	24 ( $\pm 1$ )	20 ( $\pm 1$ )
Calculations	EC <sub>50</sub> , NOEC	EC <sub>50</sub> , NOEC
Number of replicates	3	3



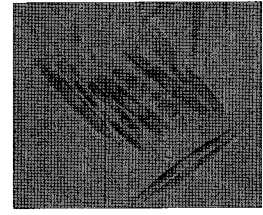
*Selenastrum capricornutum*  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)



*Scenedesmus subspicatus*  
(*Desmodesmus subspicatus*)



*Chlorella vulgaris*



*Nitzschia palea*

Fig. 1. Freshwater algal species used in the test.

용액에 접종한 후 Table 1과 같은 시험조건에서 72시간 배양하였고 24시간마다 각 농도별로 세포수를 측정하였다. 세포수 측정은 hemocytometer를 이용하여 계수하였다. 초기 세포수와 72시간 후의 세포수를 이용하여 성장율(growth rate)과 수율(yield)을 이용한 계산방식으로 반수영향농도(EC<sub>50</sub>)를 구하였으며, 각각 ErC<sub>50</sub>, EyC<sub>50</sub>으로 표시하였다. EC<sub>50</sub>값과 95% 신뢰한계는 통계 프로그램인 Probit analysis와 Moving average angle method를 이용하였다. 그리고 분산분석법(ANOVA)을 이용한 통계분석으로 무영향농도(NOEC)를 결정하였다.

평균성장률(Average growth rate)을 이용한 계산법

$$\mu_{i-j} = \frac{\ln X_j - \ln X_i}{t_j - t_i} (\text{day}^{-1})$$

$\mu_{i-j}$  : 일정시간의 평균특이성장률(i~j)

$X_j$  : i 시간에서의 생물량(biomass)

$X_i$  : j 시간에서의 생물량(biomass)

$$\%Ir = \frac{\mu_C - \mu_T}{\mu_C} \times 100$$

%Ir : 평균특이성장률에 대한 저해율

$\mu_C$  : 대조구에서의 평균특이성장률( $\mu$ )의 평균값

$\mu_T$  : 처리구에서의 평균특이성장률

수율(Yield)을 이용한 계산법

$$\%Iy = \frac{Y_C - Y_T}{Y_C} \times 100$$

%Iy : 수율(Yield)에 대한 저해율

$Y_C$  : 대조구에서의 평균 수율

$Y_T$  : 처리구에서의 평균 수율

(수율 = 종료시생물량-초기생물량)

## 결과 및 고찰

### 시험농약에 대한 담수 조류의 감수성

벼제비용 농약을 대상으로 3종의 녹조류와 1종의 규조류에 대한 성장저해시험을 실시하였다. 시험 결과, 시험종에 따라 정도의 차이는 있었지만 대부분의 시험농약에서 유제와 유탁제 제형이 입제보다 녹조류와 규조류에 대한 독성 감수성이 높게 나타나는 경향을 보여 주었고 특히 유제의 경우 농약 원제보다도 독성이 높게 나타났다. 이러한 결과 농약 제제의 특성이 조류에 대한 독성에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 그리고 농약의 제제 형태에 따른 조류의 영향은 농약 제품에 첨가되는 보조제의 특성과 관련이 있음을 알려주고 있다(Ma et al., 2004).

Butachlor 5% 입제 그리고 33% 유탁제에 대한 조류의 성장저해시험 결과, 시험농약의 제제 형태에 따른 독성은 유탁제와 원제는 비슷한 수준으로 나타났다. 시험종간 독성은 비슷한 수준의 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus* 비해 *C. vulgaris*와 *N. palea*의 민감도가 크게 떨어짐을 알 수 있었다(Table 2).

Isoprothiolane 12% 입제와 40% 유제의 시험 결과, 유제가 입제보다 4배 이상 독성이 크게 나타났으며, 원제와 비교에서는 유제가 원제보다 2.5~16배 정도 높은 독성이 나타났다. 시험종간 독성 차이는 모든종에서 다르게 나타났으나 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*가 감수성이 높았다. 그리고 규조류인 *N. palea*도 유제에서 가장 민감하게 반응하였다(Table 3).

Diazinon 3% 입제와 34% 유제에서는 유제가 입제보다 최대 2.5배 정도로 감수성이 다소 높았고 원제와 비교에서도 유제가 1.4~2배 정도 감수성이 높은 것을 알 수 있었다. 시험종간 비교에서도 다른 시험농약과 유사하게 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*에서 독성이 높았고 *N. palea*의 독성 또한 비슷한 수준으로 감수성이 높게 나타났다(Table 4).

**Table 2.** Comparison of toxicity of butachlor formulations to four species of freshwater algae

Test Substance	Test Species	72h-EC <sub>50</sub> , NOEC (a.i. mg/l)			
		ErC <sub>50</sub>	NOErC	EyC <sub>50</sub>	NOEyC
Butachlor Tech. 93.4%*	<i>C. vulgaris</i>	11.12	5.34	8.87	5.34
	<i>S. capricornutum</i>	0.0022	0.0008	0.0015	0.0008
	<i>S. subspicatus</i>	0.019	0.0016	0.0066	0.0016
	<i>N. palea</i>	5.27	3.17	4.94	2.92
Butachlor GR 5%	<i>C. vulgaris</i>	35.02	19.59	27.76	19.59
	<i>S. capricornutum</i>	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
	<i>S. subspicatus</i>	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
	<i>N. palea</i>	6.24	1.8	2.7	0.7
Butachlor EW 33%	<i>C. vulgaris</i>	9.03	7.0	7.41	7.0
	<i>S. capricornutum</i>	0.0034	0.0008	0.002	0.0008
	<i>S. subspicatus</i>	0.022	0.008	0.015	0.008
	<i>N. palea</i>	3.55	1.8	3.93	1.8

\* Park et al., 2008

**Table 3.** Comparison of toxicity of isoprothiolane formulations to four species of freshwater algae

Test Substance	Test Species	72h-EC <sub>50</sub> , NOEC (a.i. mg/l)			
		ErC <sub>50</sub>	NOErC	EyC <sub>50</sub>	NOEyC
Isoprothiolane Tech. 95.2%*	<i>C. vulgaris</i>	18.55	14.0	14.22	14.0
	<i>S. capricornutum</i>	5.87	3.08	4.86	3.08
	<i>S. subspicatus</i>	9.91	3.2	6.16	3.2
	<i>N. palea</i>	38.79	9.0	30.29	9.0
Isoprothiolane GR 12%	<i>C. vulgaris</i>	>50	>50	>50	>50
	<i>S. capricornutum</i>	4.12	1.6	3.25	1.6
	<i>S. subspicatus</i>	15.43	7.5	10.96	7.5
	<i>N. palea</i>	15.16	3.0	8.4	3.0
Isoprothiolane EC 40%	<i>C. vulgaris</i>	8.6	3.24	6.22	3.24
	<i>S. capricornutum</i>	1.03	0.4	0.82	0.4
	<i>S. subspicatus</i>	4.0	1.8	2.95	1.8
	<i>N. palea</i>	2.42	0.5	1.46	0.5

\* Park et al., 2008

**Table 4.** Comparison of toxicity of diazinon formulations to four species of freshwater algae

Test Substance	Test Species	72h-EC <sub>50</sub> , NOEC (a.i. mg/l)			
		ErC <sub>50</sub>	NOErC	EyC <sub>50</sub>	NOEyC
Diazinon Tech. 95%*	<i>C. vulgaris</i>	>32	16.0	30.74	16.0
	<i>S. capricornutum</i>	10.31	1.67	6.03	1.67
	<i>S. subspicatus</i>	11.44	1.0	3.64	1.0
	<i>N. palea</i>	14.32	7.5	11.39	7.5
Diazinon GR 3%	<i>C. vulgaris</i>	49.09	35	42.63	35
	<i>S. capricornutum</i>	13.95	4.0	9.09	4.0
	<i>S. subspicatus</i>	7.78	3.6	6.24	3.6
	<i>N. palea</i>	18.41	5.93	13.63	5.93
Diazinon EC 34%	<i>C. vulgaris</i>	34.26	25.6	26.98	25.6
	<i>S. capricornutum</i>	7.18	2.0	4.91	2.0
	<i>S. subspicatus</i>	6.96	2.0	4.63	2.0
	<i>N. palea</i>	7.25	3.96	6.30	2.64

\* Park et al., 2008

시험결과와 같이 유사한 특성을 가진 유탁제와 유제의 독성이 원제보다 높게 나타나는 것은 제조 과정에서 첨가되는 유기용제에 의해 독성이 상승하는 것으로 판단된다. 그리고 입제의 경우, 대부분의 입제 형태 농약은 주로 작물의 뿌리로 흡수되도록 만들어져 물에 용출되는 속도가 느리며, 토양 및 수중에서의 잔류기간도 길다(박 등, 2003). 그러므로 시험기간인 72시간 내에 농약성분이 완전히 용출되지 않아 독성이 낮게 나타난 것으로 추측된다.

**ErC<sub>50</sub>과 EyC<sub>50</sub>의 비교**

담수 조류에 대한 농약의 독성은 평균 생장률에 의한 계산 방법과 수율에 의한 계산 방법으로 산출하였다. 각각의 계산식에 따라 계산한 결과 표 2, 3, 4에서와 같이 ErC<sub>50</sub>값이 EyC<sub>50</sub>값보다 전체적으로 높았다. OECD guideline(2006)에서는 이 두 가지 계산방법을 서로 다른 수학적 개념으로 설명하고 있다. 독성물질이나 시험종간 독성 비교에는 담수 조류의 생장 특성을 고려한 ErC<sub>50</sub>값을 사용하는 것이 적절하다고 한다. 그리고 동일시간에서의 증감된 생물량만을 이용하여 계산한 산술적인 개념의 EyC<sub>50</sub>값은 ErC<sub>50</sub>값보다 낮으므로 안전성에 대한 규제치로 사용되어지기도 한다(OECD, 2006).

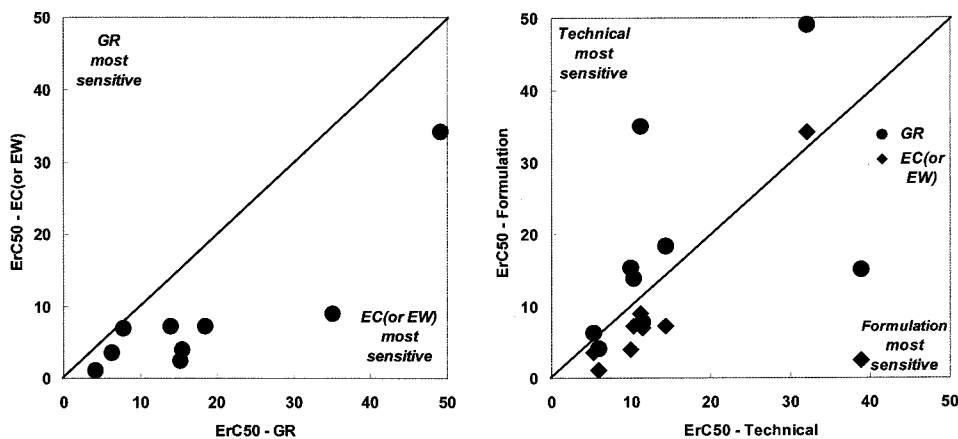
**시험종간의 감수성 비교**

본 연구에서 사용된 시험종은 녹조류 3종과 규조류 1종으로 각 시험농약에 대한 시험종의 결과를 비교하였다. 시험종간 감수성에 있어서도 대부분의 시험농약에서 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*가 *C. vulgaris*보다 감수성이 높게 나타났다. 규조류인 *N. palea*의 경우 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*보다는 감수성이 다소 떨어지거나 비슷한 수준이었고 *C. vulgaris*보다 민감하게 나타났다. 그리고 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*의 두 종간 감수성은 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 여러 논문에서 보고된 바 있으며(Blanck et al., 1984; Lewis, 1995; 박 등, 2008), 시험종인 *C. vulgaris*는 감수성의 차이로 인해 2006년 OECD Guideline에서는 제외되었다(OECD, 2006).

연구 결과와 같이 제품농약에 있어 유효성분의 독성 외 제제 형태에 따라 첨가되는 첨가제의 특성이 담수 조류의 독성에 다른 영향을 주고 있으므로 실제 환경에 사용되는 제품농약에 대한 독성 평가가 필요하다. 또한, 시험종에 따라라도 농약에 대한 감수성 차이가 확연히 나타나고 있으므로 담수 조류를 이용한 시험에 있어서 녹조류뿐만 아니라 남조류, 규조류와 같은 다양한 조류종에 대한 감수성 연구가 필요하다.

**Table 5.** The sensitivity of the pesticide formulations to four species of freshwater algae

Test Species	Sensitivity		
	Butachlor	Isoprothiolane	Diazinon
<i>C. vulgaris</i>	EW>Tech.>GR	EC>Tech.>GR	EC>GR>Tech.
<i>S. capricornutum</i>	Tech.>EW	EC>GR>Tech.	EC>Tech.>GR
<i>S. subspicatus</i>	Tech.>EW	EC>Tech.>GR	EC>GR>Tech.
<i>N. palea</i>	EW>Tech.>GR	EC>GR>Tech.	EC>Tech.>GR



**Fig. 2.** The sensitivity of the pesticides to freshwater algae.

## >> 인 / 용 / 문 / 헌

- American Society for Testing and Materials (ASTM) (1990) Standard Guide for Conducting static 96-h toxicity tests with microalgae. E1218-90. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1990.
- Blanck, H., G. Wallin, S. Wangberg (1984) Species-dependent variation in algal sensitivity to compounds. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 8:339~351.
- Fairchild, J. F., D. S. Ruessler and A. R. Carlson (1998) Comparative sensitivity of five species of macrophytes and six species of algae to atrazine, metribuzin, alachlor, and metolachlor. *Environ. Tox. Chem.* 17:1830~1834.
- Haglund, K. (1997) The use of algae in aquatic toxicity assessment. In: Round, F. E., Chapman, D. J. (Eds.), *Progress in Phycological Research*, vol. 12. Biopress, Bristol, UK, pp. 181~212.
- Holst, R. W. and T. C. Ellwanger (1982) Pesticide assessment guidelines, Subdivision J, Hazard evaluation: Nontarget plants. EPA-54019-82-020. Washington DC: U.S. EPA.
- Ishihara Satoru (2006) Herbicide effect on aquatic algae - Development of the methods for diatoms growth inhibition test. 11th IUPAC international congress of pesticide chemistry (August 6-11, 2006)
- Leboulanger, C., F. Rimet, M. Heme de lacotte and A. Berard (2001) Effects of atrazine and nicosulfuron on freshwater microalgae. *Env. Inter.*, 26:131~135.
- Lewis, M. A. (1995) Algae and vascular plant tests, *Fundamentals of Aquatic Toxicology : effects, environment fate, and risk assessment*, Second Edition, edited by G. M. Rand, pp. 135~169. Washington, D.C.: Taylor & Francis.
- Ma, J., F. Lin, R. Zhang, W. Yu and N. Luc (2004) Differential sensitivity of two green algae, *Scenedesmus quadricauda* and *Chlorella vulgaris*, to 14 pesticide adjuvants. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58:61~67.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (1984) Alga growth inhibition test. Test Guideline No. 201. OECD Guidelines for Testing of Chemicals. Paris.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2006) Guidelines for The Testing of Chemicals 201, Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test.
- U.S. Environmental Protection Agency (1985) Toxic substances control act test guidelines; final rules. Fed Regist 50:797.1050, 797.1075, and 797.1060.
- U.S. Environmental Protection Agency (1989) Algal growth test. Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to freshwater organisms. Cincinnati, OH: U.S. Environmental protection Agency, pp. 147~174.
- Walsh, G. E. (1982) Algal bioassay of industrial and energy process dffluents. EPA-600/D-82-141, Gulf Breeze, FL.
- Winner, R. W., H. A. Owen and M. Moore (1990) Seasonal variability in the sensitivity of freshwater lentic communities to a chronic copper stress. *Aquat. Toxicol.*, 17:75~92.
- 농촌진흥청 (2007) 농약의 등록시험기준과 방법(농진청 고시 2006-18호).
- 박병준, 이병무, 김진경, 최주현 (2003) 벼 재배환경에서 농약의 분포 및 유출특성 연구.
- 박연기, 김병석, 배철한, 김연식, 박경훈, 이제봉, 신진섭, 홍순성, 이규승, 이정준 (2008) 5종 농약에 대한 4종 담수조류(freshwater algae)의 감수성 비교.
- 박연기, 배철한, 김병석, 박경훈, 이제봉, 신진섭, 홍순성, 조경원, 이규승, 이정호 (2008) Butachlor의 4종 담수조류(freshwater algae)에 대한 성장영향.

## 담수조류의 벼재배용 농약 6종에 대한 감수성 비교

배철한\* · 박연기<sup>1</sup> · 김연식 · 조경원 · 이석희 · 정창국

한국삼공(주) 농업연구소, <sup>1</sup>농업과학기술원 농산물안전성부

**요 약** 벼재배용 농약의 담수 조류에 대한 독성과 감수성을 조사하고자 4종의 담수 조류를 이용하여 성장저해시험을 실시하였다. 시험농약은 벼재배용으로 사용되는 butachlor 5% GR, butachlor 33% EW, isoprothiolane 12% GR, isoprothiolane 40% EC, diazinon 3% GR, diazinon 34% EC이며, 시험농약을 담수 녹조류 3종(*Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris*)과 규조류 1종(*Nitzschia palea*)에 72시간 노출시켜 그 성장률을 조사하였고 성장저해율을 이용하여 50% 영향농도(EC<sub>50</sub>)를 산출하였다. 시험 결과, 모든 시험농약에서 유제와 유탁제가 입제보다 담수 조류에 대한 독성이 높았으며, 특히 유제의 경우 농약 원제보다도 높은 독성이 나타났다. 이러한 결과로 농약 제제의 특성에 따라 수조류에 대한 독성이 높아지거나 낮아지고 있음을 알 수 있었다. 그리고 시험종간 감수성에 있어서는 대부분의 시험농약에서 녹조류인 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*는 비슷한 수준의 감수성을 나타내고 있는 반면 *C. vulgaris*의 감수성은 확연히 낮았다. 규조류인 *N. palea*의 농약에 대한 감수성은 *S. capricornutum*와 *S. subspicatus*에 비해 다소 낮거나 비슷하였으나, *C. vulgaris*에 비해 감수성이 높게 나타났다.

**색인어** 녹조류, 규조류, 농약, 감수성, 성장저해시험