농약과학회지 제14권 제1호 (2010)
The Korean Journal of Pesticide Science Vol. 14, No. 1, pp. 10~15

연구보문/잔류·안전성

한국산 물벼룩 표준생태독성시험법 확립을 위한 10종 용매대조물질에 대한 독성반응 비교

김병석* · 박연기 · 양유정 · 홍순성 · 박경훈 · 정미혜 · 김세리 · 박경훈 · 예완해 · 김두호 · 윤종철 · 홍무기 · 경기성[1] · 안용준[2]
*국립농업과학원 농산물안전성부, [1]충북대학교 농화학과, [2]서울대학교 농생명공학부
(2010년 2월 8일 접수, 2010년 2월 17일 수리)

Comparison of Toxic Response of Cladocerans to Organic Solvents to Establish the Standard Test Guidelines Using Korean Native Species

Byung-Seok Kim*, Yoen-Ki Park, Yu-Jung Yang, Soon-Sung Hong, Kyung-Hun Park, Mi-Hye Joeng, Se-Ri Kim, Kyeong Hun Park, Wan-Hae Yeh, Doo-Ho Kim, Jong-Chul Yun, Moo-Ki Hong, Kee-Sung Kyung[1] and Young-Joon Ahn[2]

*Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science (NAAS), Rural Development Administration(RDA), Suwon, Korea 441-707, [1]Department of Agricultural Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju, Korea, [2]School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, Korea

Abstract

Most pesticides are poorly soluble in water and must be dissolved in a solvent carrier before being added to the test medium on aquatic toxicity test. The concentration of solvent is critical to the success of a test. This study were conducted to recommend possible organic solvents which have good solubility for pesticides and low toxicity to Korean native water flea to establish new standard toxicity test methods using Korean native water flea for ecological risk assessment of pesticide. Four Korean freshwater cladocerans, *Daphnia obtusa*, *Daphnia* sp., *Moina macrocopa* and *Simocephalus vetulus* were exposed to 10 different organic solvents during 48 hours to evaluate their toxic response to solvents. Ethyl acetate was the most toxic to cladocerans tested. Although ethyl ether was the least toxic to cladocerans tested, it may not adequate as possible solvent in aquatic toxicity test due to high volatility and low water solubility. In conclusion, acetone, methanol, ethanol and acetonitrile which has low toxicity as well as good water solubility are recommended as optimal organic solvent to use in aquatic toxicity tests with Korean native cladocerans tested.

Key words organic solvent, acute toxicity, *Daphnia obtusa*, *Daphnia* sp., *Moina macrocopa*, *Simocephalus vetulus*

서 론

국제적으로 농약 등 화학물질의 수서생태계 위해성평가에 필요한 물벼룩독성시험의 표준시험종으로 *Daphnia magna*를 널리 사용하고 있다(OECD, 1984; USEPA, 1992). 하지만 *D. magna*는 우리나라에 서식하지 않으며(윤성명, 1993) 국제종과 국내종 사이에 농약에 대한 감수성이 다를 수 있기 때문에(김 등 2007a) 국제종 만을 사용한 독성성적을 기반으로 수서생태위해성 평가를 수행할 경우에는 우리의 농업환경에 서식하는 다양한 토종생물을 온전히 보호하기는 어려울 것이다. 최근 농약의 수서생태계 위해성을 저감하여 우리나라 수생태계에 서식하는 토종생물을 보호하기위한 노력의 일

*연락저자 : Tel. +82-31-290-0445, Fax. +82-31-290-0507
E-mail: kim2000@korea.kr

환으로 국내산 물벼룩 대표종을 이용한 표준생태독성시험법을 확립하기위한 연구가 활발히 진행되어 왔다(김 등, 2004; 김 등, 2005; 김 등, 2006$_a$; 김 등, 2006$_b$; 김 등, 2007$_a$; 김 등, 2007$_b$).

표준생태독성시험법 확립연구의 시작단계에서는 시험생물을 실험실내에서 건강하게 유지 관리하기 위한 실내사육기술을 개발하는 데 초점이 맞추어 진다. 왜냐하면 독성시험의 결과가 신뢰성과 재현성을 가지기 위해서는 우선적으로 시험생물의 질(quality)을 항상 일정하게 유지하여야 하기 때문이다(이, 1994). 김 등은 우리나라에 서식하는 물벼룩 대표종을 대상으로 최적 실내사육 환경을 설정하는 연구를 통해 *Daphnia* sp., *Daphnia obtusa*, *Moina macrocopa*, *Simocephalus vetulus* 등에 대한 실내사육시 최적 먹이조건(김 등, 2004), 온도조건(김 등 2005), 사육수의 경도조건(김 등 2006$_a$) 및 생활사(김 등 2006$_b$) 등을 구명하였다.

표준시험종으로 사용될 후보종의 안정적인 실내사육기술이 확립되고 나면 이들 후보종에 대한 농약 등 화학물질에 대한 용량반응 비교를 통해 감수성이 높고 용량반응이 안정적인 시험생물을 선발하는 연구를 수행해야 한다. 이런 목적으로 국내산 물벼룩의 급성독성반응 비교연구(김 등 2007$_a$)와 번식독성연구(김 등 2007$_b$)를 수행하여 국제표준시험종인 *D. magna*와 국내서식 *Daphnia*속 2종 물벼룩은 carbofuran, diazinon, fenpropathrin과 myclobutanil 등에 대한 독성반응이 유사하였지만 *M. macrocopa*, *S. vetulus*는 국제 표준종과 비교하여 일부 농약에 대한 급성독성반응이 차이가 있음을 보고하였다.

농약의 수서생물에 대한 독성시험을 수행할 때는 농약을 시험수에 골고루 용해시켜야하는데 대부분의 농약은 물에 잘 녹지 않는 성질을 가지고 있기 때문에 일반적으로 농약의 수용해성을 높일 수 있는 유기용매를 함께 사용하고 있다(Walsh, 1988). 농약의 수용해성을 높이기 위해 사용하는 유기용매는 수서생물에 일정한 독성을 가지고 있기 때문에 유기용매를 잘못 사용할 경우에는 시험농약의 독성이 과대평가되는 결과를 얻을 수도 있다. 그러므로 현재 국제적인 수서생물 독성시험법에서는 용매를 가능하면 적게 사용하도록 하며 반드시 용매대조군에 대한 시험을 동시에 수행하도록 하고 있으며 독성시험결과가 용매에 의한 독성영향이 나타나지 않아야 유효성을 인정하고 있다(OECD, 1984; USEPA, 1992). 미국 EPA에서는 수서무척추동물에 대한 독성시험에서 acetone, dimethyl formamide(DMF), dimethyl sulfoxide(DMSO), methanol 등을 용매로 추천하면서 지수식 시험에는 0.5 ml/L 이하, 유수식시험에는 0.1 ml/L 이하의 양을 사용하도록 제안해 오고 있다(USEPA, 1986). 하지만 아직까지 한국산 물벼룩종에 대한 유기용매의 독성을 연구한 사례가 없어서 국내산 물벼룩을 이용한 독성시험에는 미국 EPA의 기준을 준용해오고 있었다(김 등 2007$_a$; 김 등 2007$_b$). 따라서 국내산 물벼룩을 이용한 수서생물 독성시험법을 확립하기 위해서는 시험에 사용되는 유기용매에 의한 국내산 물벼룩의 독성을 사전에 평가하여 독성이 낮으면서도 농약의 용해도가 좋은 유기용매를 선정할 필요가 있다.

본 연구는 국내환경에서의 대표성, 실내사육가능성 및 독성시험에 적합한 크기 등을 고려하여 선발된(김일회, 1988; 윤성명, 1995) 한국산 물벼룩 *Daphnia* sp., *Daphnia obtusa*, *Moina macrocopa*, *Simocephalus vetulus*와 *D. magna*에 대한 10종 용매의 급성독성시험을 수행하여 국내종을 이용한 물벼룩 독성시험에 알맞은 유기용매를 제안하고자 하였다.

재료 및 방법

시험생물

시험에 사용한 물벼룩은 *Daphnia* sp, *D. obtusa*, *M. macrocopa*, *S. vetulus D. magna* 5종으로 급성독성시험에는 출생한지 24시간이 되지 않은 건강한 어린개체를 사용하였다. 실험에 사용할 어린 물벼룩을 얻기 위해 실험시작 하루 전에 어미 사육용기에 있는 새끼 물벼룩을 완전히 제거하고 다음날 새로 태어난 어린 물벼룩을 수집하여 사용하였다. 물벼룩의 사육온도를 일정하게 유지하기 위해 항온water bath 안에 사육용기를 놓았으며 이때 수온은 20±1℃, 조도 500~800 Lux, 명암주기 16 : 8 시간으로 유지하였다. 먹이로는 *Chlorella vulgaris*를 실험실에서 대량배양한 후 농축하여 냉장보관하면서 매일 2.5 x 10^5~5 x 10^5 cells/mL의 농도로 투여하였는데 어린 개체사육에는 먹이의 농도를 낮게 하고 자랄수록 그 양을 증가시켜 최대성장을 유지하도록 하였다.

시험용매

시험용매로는 acetone, acetonitrile, dimethyl formamide (DMF), dimethyl sulfoxide(DMSO), dioxane, ethyl ether, ethanol, ethyl acetate, isopropanol, methanol의 10종을 사용하였다(Table 1).

급성독성시험

물벼룩에 대한 용매의 독성을 평가하여 시험생물에 영향을 미치지 않는 최적 용매를 선정하기 위해 용매 10종에 대하

Table 1. Physical properties of organic solvents tested

Solvent	Density (ρ), 20℃	Boiling point (℃) (760 mmHg)	suface tention (dynes / cm)	Vapor pressure (Torr)	Dipole moment (μ)	Dielectric constant (ε)	Viscosity (cp.25℃)
Acetone	0.790	56.5	23.7	181.7	2.88	21.0	0.30
Acetonitrile	0.782	81.6	29.3	88.8	3.92	38.0	0.34
DMF	0.949	153.0	35.2	3.7	3.86	36.7	0.80
DMSO	1.100	189.0	42.9	0.6	3.96	49.0	2.00
Dioxane	1.033	101.3	32.2	37.1	0.00	2.2	1.20
Ethyl ether	0.713	34.6	17.0	534.2	1.15	4.3	0.24
Ethyl acetate	0.902	77.0	23.9	92.0	1.78	6.0	0.43
Methanol	0.792	64.7	22.6	125.0	1.70	32.6	0.54
Ethanol	0.789	78.5	22.8	59.8	1.69	25.0	1.08
Isopropanol	0.795	82.5	21.7	45.8	1.66	18.0	1.90

여 48시간 급성유영저해시험을 수행하였다. 우선 용매 10종의 시험농도 범위설정을 위해 예비시험을 실시한 후 본시험에서의 농도 범위를 설정하였으며 농도간격의 공비는 2로 하였다. 각 농도 당 125 mL 유리비이커에 100 mL의 배양액을 채우고 시험용매를 농도별로 일정량 투여한 뒤 물벼룩을 10마리씩을 투입하고 항온수조에서 48시간 동안 관찰하였다. 시험조건은 물벼룩 사육조건과 동일하게 하였으며 시험기간 중에는 먹이를 투여하지 않았다.

시험 시작 48시간 후 물벼룩의 유영저해개체수를 조사하고 반수유영저해농도(EC_{50})와 무영향농도(No observed effect concentration, NOEC)를 산출하였다. 반수유영저해농도는 미국 EPA의 probit 분석 프로그램(Ver. 1.5)과 moving average angle method 프로그램을 이용하여 산출하였다. 유영저해(독성영향)의 판정은 유리막대로 저어주고 15초간 관찰하여 바닥에 가라앉아 정상적인 유영을 하지 못하거나 물의 흐름에 묶여 정상적인 움직임 없이 떠다니는 것을 영향받은 개체로 간주하였으며 물 표면에 잡힌 물벼룩은 물 속으로 넣어준 뒤 같은 방법으로 판정하였다. 48시간 후의 무영향농도(NOEC)는 처리된 유기용매 농도 중에 시험물벼룩이 유영저해를 나타내지 않는 최고 처리농도를 무영향농도로 산출하였다.

또한 급성독성의 시험결과를 바탕으로 Table 1에서 제시한 용매의 물리적 특성과 물벼룩의 급성독성과의 상관관계를 조사하였다.

결과 및 고찰

물벼룩에 대한 용매의 급성독성

10종 용매의 *Daphnia* sp.에 대한 급성독성을 보면 ethyl ether가 가장 독성이 낮은 것으로 나타났고 그 다음으로는 methanol, acetone 순으로 독성이 낮았다. 반면에 ethyl acetate는 48시간 EC_{50}이 0.94 mL/L로 가장 독성이 강한 것으로 조사되었다. 하지만 48시간의 NOEC를 비교하면 acetone, methanol, ethanol 등의 순으로 독성이 낮아 EC_{50}과 약간 차이가 있었다. *D. obtusa*의 경우 methanol이 가장 독성이 낮은 것으로 나타났고 그 다음으로는 acetone, ethyl ether 순으로 독성이 낮았다. 반면에 ethyl acetate는 48시간 EC_{50}이 1.21 mL/L로 가장 독성이 강한 것으로 조사되었다. *M. macrocopa*의 경우는 ethyl ether에 가장 독성이 낮은 것으로 나타났고 그 다음으로는 acetone, methanol순으로 독성이 낮았다. 반면에 ethyl acetate는 48시간 EC_{50}이 0.66 mL/L로 가장 독성이 강한 것으로 조사되었다. 48시간의 NOEC를 비교하면 ethyl ether, acetone, methanol, ethanol 등이 독성이 가장 낮게 나타나 EC_{50}과는 비슷하였다. *S. vetulus*에 대한 급성독성을 보면 ethyl ether이 가장 독성이 낮은 것으로 나타났고 그 다음으로는 acetone, isopropanol순으로 독성이 낮았다. 반면에 ethyl acetate는 48시간 EC_{50}이 0.59 mL/L로 가장 독성이 강한 것으로 조사되었다.

한국산 물벼룩에 대해 급성독성이 가장 강한 유기용매는 ethyl acetate로 조사되었으며 DMF, dioxane, isopropanol 3종은 무영향농도가 EPA에서 급성독성시험에 추천하는 최고 사용농도인 0.5 ml/L 이하로 조사되어 다른 유기용매에 비해 독성이 강하였고, ethyl ether, acetone, methanol, ethanol, acetonitrile 등은 물벼룩에 대한 독성이 상대적으로 낮았다. Cowgill과 Milazzo(1991)의 연구에 의하면 *D. magna*에 대한 acetone과 ethanol의 48시간 EC_{50}이 9.2 mg/L으로 두 용매의 *D. magna*에 대한 독성에 차이가 없는 것으로 발

Table 2. Acute toxicity of 10 organic solvents to *Daphnia* sp., *D. obtusa*, *M. macrocopa*, *S. vetulus* and *D. magna*

Solvent	48h-EC_{50} (mL/L) (95% confidence limit)				
	Daphnia sp.	*D. obtusa*	*Moina macrocopa*	*Simocephalus. vetulus*	*Daphnia magna*
Acetone	19.34 (13.22~28.93)	31.22 (22.04~47.67)	58.82 (43.95~79.01)	35.95 (12.68~65.55)	27.62 (20.73~36.91)
Acetonitrile	5.09 (3.67~6.99)	26.10 (17.37~44.52)	27.96 (23.09~32.80)	35.47 (26.37~48.35)	12.96 (9.78~17.19)
DMF[a)]	6.19 (3.76~10.96)	7.31 (5.98~8.71)	8.80 (7.41~10.74)	7.14 (5.45~10.00)	4.64 (2.97~ 8.10)
DMSO[b)]	10.32 (6.52~16.78)	14.94 (12.18~17.95)	36.70 (31.31~44.43)	4.14 (3.40~5.11)	8.50 (6.21~11.65)
Dioxane	4.86 (3.38~7.07)	3.68 (2.75~4.94)	17.71 (14.93~21.58)	3.22 (2.32~4.50)	10.81 (6.50~19.55)
Ethyl ether	25.89 (15.94~46.17)	25.37 (16.53~40.38)	66.30 (54.39~81.79)	45.78 (28.51~77.03)	45.25 (33.97~60.30)
Ethyl acetate	0.94 (0.69~1.29)	1.21 (1.08~1.34)	0.66 (0.50~0.87)	0.59 (0.50~0.71)	1.41 (1.01~ 1.97)
Methanol	27.04 (17.77~41.96)	33.32 (24.78~45.20)	36.70 (31.31~44.43)	25.92 (19.56~34.38)	19.23 (14.09~26.25)
Ethanol	15.65 (11.66~21.13)	8.12 (6.60~10.06)	36.70 (31.31~44.43)	16.89 (13.97~20.77)	12.14 (9.25~15.87)
Isopropanol	3.01 (2.06~4.41)	12.96 (9.78~17.19)	36.70 (31.31~44.43)	34.26 (28.53~42.02)	6.63 (4.92~ 8.35)

[a)] Dimethyl formamide.
[b)] Dimetnyl sulfoxide

Table 3. No observed effect concentrations(NOEC) of 10 organic solvents to *Daphnia* sp., *D. obtusa*, *M. macrocopa*, *S. vetulus* and *D. magna* in acute toxicity test

Solvent	48h-NOEC[a)] (mL/L)				
	Daphnia sp.	*D. obtusa*	***Moina macrocopa***	*Simocephalus vetulus*	*Daphnia magna*
Acetone	4	4	**16**	8	8
Acetonitrile	2	2	**16**	8	4
DMF[b)]	0.5	**4**	2	0.5	0.25
DMSO[c)]	1	8	**16**	2	2
Dioxane	1	1	**2**	1	0.5
Ethyl ether	1	2	**32**	4	16
Ethyl acetate	0.25	1	0.25	0.25	0.5
Methanol	4	8	**16**	8	4
Ethanol	4	8	**16**	4	4
Isopropanol	0.5	4	**16**	16	2

[a)] No observed effect concentration: The highest concentration of tested chemical that do not cause adverse effects.
[b)] Dimethyl formamide.
[c)] Dimetnyl sulfoxide

표하였다. 하지만 본 시험의 결과에서는 *D. magna*를 비롯한 모든 시험 물벼룩에서 ethanol이 acetone에 비해 독성이 높은 것으로 조사되었다. Barera와 Adams(1984)는 *D. magna*에 대한 DMF의 EC_{50}이 11 mg/L라고 보고하였는데 본 시험에서는 5종 물벼룩에 대한 DMF의 EC_{50}이 4.64~8.8 mL/L로 약간 독성이 더 강한 것으로 조사 되었다.

용매의 물리적 특성과 독성과의 상관관계

급성독성의 시험결과를 바탕으로 Table 1에서 제시한 용매의 물리적 특성(안과 조, 1992)과 물벼룩의 급성독성과의 상관관계를 분석한 결과 Table 4과 같이 증기압이 높은 용매일수록 쉽게 휘발되어 물벼룩에 대한 독성이 낮아짐을 알 수 있었다. 특이하게도 *S. vetulus*의 경우는 비중이 높은 용매에 대해서 통계적으로 유의하게독성이 높아지는 경향을 보였는데 이것은 일반적인 물벼룩이 부유성 유영을 하며 시험수조의 상하층에 골고루 분포하며 움직이는 것과 달리 *S. vetulus*는 수조바닥 등에 부착하여 있다가 공간 이동시에만 직선적 유영을 하는 특성을 가지고 있어 비중이 큰 용매가 시간이 경과함에 따라 수조바닥으로 가라앉으면서 *S. vetulus*에 고농도로 노출되었기 때문으로 판단된다.

결론적으로 시험용매 중 가장 독성이 낮게 나타난 ethyl ether는 휘발성이 강하고 수용해도가 25℃에서 6.5%로 매우

Table 4. Correlations between physical properties of solvents and their LC50 values of cladocerans

Physical properties	Correlation coefficient (r)				
	D.magna	*D.*sp	*D.obtusa*	*S.vetulus*	*M.macrocopa*
Density	-0.57	-0.49	-0.60	-0.85**	-0.53
Boiling point	-0.60	-0.45	-0.46	-0.68*	-0.44
Surface tention	-0.53	-0.44	-0.35	-0.65*	-0.42
Vapor pressure	**0.92****	**0.65***	0.58	**0.67***	**0.68***
Dipole moment	-0.23	-0.15	0.20	-0.02	-0.07
Dielectric const.	-0.29	0.03	0.22	-0.09	-0.03
Viscosity	-0.50	-0.39	-0.46	-0.37	-0.12

* P=0.05, ** P=0.01

낮아(Windholz, 1983) 물과 잘 섞이지 않으므로 시험용매로 사용하기에는 부적절할 것으로 판단되며 독성이 낮으면서도 수용해도가 높고 농약원제의 용해도가 좋은(Tomlin, 1994) acetone, methanol, ethanol, acetonitrile을 추천하며 사용농도는 미국 EPA에서 제안한 바와 같이 지수식 시험에는 0.5 ml/L 이하, 유수식시험에는 0.1 ml/L 이하의 양을 사용하도록 제안한다. 만약 시험농약의 특성상 추천용매 이외 다른 용매가 필요한 경우에는 용매대조군을 두고 용매에 의한 독성이 나타나지 않는 무영향농도(NOEC) 이하 수준으로 사용해야 한다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

Cowgill, U. M. and D. P. Milazzo (1991) The sensitivity of *Ceriodaphnia dubia* and *Daphnia magna* to seven chemicals utilizing the three-brood test. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 19:513~517.

Barera, Y. and W. J. Adams (1984) Resolving some practical questions about Daphnia acute toxicity tests, Aquatic Toxicology and Hazard Assessment, Sixth Symposium. pp.509~518. ASTM. Philadelphia.

OECD (1984) *Daphnia* sp., acute immobilization test and reproduction test. OECD guideline for testing of chemicals No.202.

Tomlin, C (1994) The pesticide manual, 10th ed. Crop Protection Publication.

USEPA (1986) Ecological risk assessment, Standard Evaluation Procedure. EPA 540/9-85-001.

USEPA. (1992). Aquatic invertbrate acute toxicity test, freshwater Daphnid, Ecological Effects Test Guidelines. OPPTS 850.1010.

Walsh G. E. (1988) Principles of toxicity testing with marine unicellular algae. Envron.Toxicol. Chem. 7:979~987

Windholz, M (1983) The Merck Index. Merck & CO., INC. N.J., U.S.A.

김병석, 박연기, 신진섭, 김진화, 안용준 (2004) 한국산 물벼룩의 먹이조건별 번식영향. 한국농약과학회지 8:117~128.

김병석, 박연기, 박경훈, 신진섭, 김진화, 안용준 (2005) 표준생태독성시험법 개발을 위한 한국산 물벼룩의 최적사육온도 구명. 한국농약과학회지 9:221~230.

김병석, 박연기, 박경훈, 김진경, 신진섭, 김진화, 윤성명, 안용준 (2006a) 표준생태독성시험법 개발을 위한 한국산 물벼룩의 최적사육수 선발. 한국농약과학회지 10:189~195.

김병석, 박연기, 박경훈, 신진섭, 김진화, 윤성명, 안용준 (2006b) 실내사육조건에서 한국산 물벼룩 종간 life cycle 비교. 한국농약과학회지 10:196~200.

김병석, 박연기, 박경훈, 정미혜, 유아선, 양유정, 신진섭, 김진화, 윤성명, 안용준 (2007a) 한국산 물벼룩에 대한 수종 농약의 급성독성. 한국농약과학회지 11:261~267.

김병석, 박연기, 박경훈, 정미혜, 유아선, 양유정, 신진섭, 김진화, 윤성명, 안용준 (2007b)한국산 물벼룩 *Moina macrocopa*와 *Daphnia* sp.에 대한 수종 농약의 번식독성 비교. 한국농약과학회지 11:246~253.

김일회 (1988) 한국 담수산 물벼룩류에 대한 검색표. 한국동물분류학회지 특간 제 2호, 43~65.

이성규 (1994) 농약의 환경생태독성에 대하여, 농약정보, 7·8월호. pp.32~35.

안용준, 조광연 (1992) 살충제 개발을 위한 생물검정법 확립. I. 각 종유기용매가 곤충의 독성과 약해 및 화합물의 용해성에 미치는 영향. 한국응용곤충학회지 31(2):182~189.

윤성명 (1993) 한국산 새각류(갑각 상강, 새각 강)의 계통분류 및 분자진화에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.

한국산 물벼룩 표준생태독성시험법 확립을 위한 10종 용매대조물질에 대한 독성반응 비교

김병석* · 박연기 · 양유정 · 홍순성 · 박경훈 · 정미혜 · 김세리 · 박경훈 · 예완해 · 김두호 · 윤종철 · 홍무기 · 경기성[1] · 안용준[2]

*국립농업과학원 농산물안전성부, [1]충북대학교 농화학과, [2]서울대학교 농생명공학부

요 약 국내서식 물벼룩종을 이용한 표준생태독성시험법 개발을 위한 기초연구로서 4종의 한국산 물벼룩 *Daphnia* sp., *Daphnia obtusa, Moina macrocopa, Simocephalus vetulus*과 국제표준종 *Daphnia magna*대한 10종 유기용매에 대한 급성독성을 조사하여 독성이 낮으면서도 농약의 용해도가 좋은 유기용매를 시험에 사용하도록 제안하고자 하였다. 한국산 물벼룩에 대해 급성독성이 가장 강한 유기용매는 ethyl acetate로 조사되었으며 DMF, dioxane, isopropanol 3종은 무영향 농도가 EPA에서 급성독성시험에 추천하는 최고 사용농도인 0.5 ml/L 이하로 조사되어 다른 유기용매에 비해 독성이 강하였다. 따라서 독성이 낮으면서 수용해도가 높고 농약원제의 용해성이 좋은 acetone, methanol, ethanol, acetonitrile을 권장 시험용매로 제안한다.

색인어 유기용매, 급성독성, *Daphnia obtusa, Daphnia* sp., *Moina macrocopa, Simocephalus vetulus*