

유기농업자재 고삼, 님 및 데리스 추출물의 어류에 대한 독성과 위해성 평가

박경훈* · 오진아 · 백민경 · 손미연 · 임정택 · 진정화 · 홍순성 · 조남준 · 한상균¹ · 김병석¹

국립농업과학원 농산물안전성부, ¹농촌진흥청 연구정책국

Evaluation of Fish Acute Toxicity and Preliminary Risk Assessment of Plant Extracts, Sophora, Neem and Derris

Kyung-Hun Park*, Jin-A Oh, Min-Kyoung Paik, Mi-Yeon Son, Jung-Taek Lim, Jung-hwa Jin, Soonsung Hong, Nam-jun Cho, Sang-Gyun Han¹ and Byung-Seok Kim¹

Department of Agro-Food Safety, National Academy of Agricultural Science

¹Research Policy Bureau, Rural Development Administration, Wanju, Jeonbuk 565-851, Korea

(Received on July 20, 2015. Revised on August 27, 2015. Accepted on August 31, 2015)

Abstract Promoting the organic farming, much of the plant extracts used for controlling pests and fungi have been imported from China, India and Myanmar. But, it is so worrisome that aquatic animals such as muddy loach inhabiting in paddy field and common carps in river exposed to the pests and fungi likely be harmed. This study was conducted in order to evaluate the risks of aquatic animals influenced by the three plant extracts, i.e. *Sophora flavescens*, *Azadirachta indica* and *Derris elliptica*. The toxicities of common carp (*Cyprinus Carpio*), muddy loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) and PEC (Predicted environmental concentration) exposed to the three plant extracts were estimated by the typical spray volume method. Risks were determined by the toxicity value as 48-hr LC₅₀ (Lethal concentration, median) or NOEC (No observed effect concentration) into PEC. 48-hr LC₅₀ of Common carp and NOEC by *Sophora flavescens* extracts was 7.9 and 6.2 mg/L, 26.8 and 21.8 mg/L by *Azadirachta indica* extracts and 47.0 and <24.0 mg/L by *Derris elliptica* extracts, respectively. 48-hr LC₅₀ of Muddy loach and NOEC by *Sophora flavescens* extracts was 16.9 and 10.0 mg/L, 35.6 and 30.0 mg/L by *Azadirachta indica* extracts, and 73.9 and <40 mg/L by *Derris elliptica* extracts, respectively. Therefore, acute toxicities of the three plant extracts for aquatic animals were proved to be very low level. PEC of *Sophora flavescens* extracts in paddy, drainage and river water was 68.0~3.0, 11.33~0.50 and 3.0~0.0018 mg/L, respectively. TER of *Sophora flavescens* extracts in the three water was 0.2~5.6, 1.5~33.8 and 2.6~4388.9, respectively. PEC of *Azadirachta indica* extracts in paddy, drainage and river water was 90.9~1.2, 15.2~0.2 and 4.8~0.00075 mg/L, respectively. TER of *Azadirachta indica* extracts in the three water was 0.4~29.7, 2.3~178.0 and 4.5~35733.3, respectively. PEC of *Derris elliptica* extracts in river water was 0.0063 mg/L. TER of *Derris elliptica* extracts in river water was 5222~15667.

Key words *Sophora flavescens*, *Azadirachta indica*, *Derris elliptica*, Common carp, Muddy loach, LC₅₀, NOEC, PEC, TER

서 론

유기농업자재는 유기식품이나 무농약 농산물 또는 유기농업자재를 생산, 제조·가공 또는 취급하는 과정에서 사용 가

능한 물질이다. 유기농업자재 중 병해충 방제용 자재를 공시 또는 인증을 받으려면 환경독성시험성적(2015 농약관리법령 및 고시훈령집)으로 어류, 물벼룩(논벼에 사용할 경우에만 제출)과 꿀벌 독성시험성적을 제출하고 독성과 위해성을 해당제품별로 평가하도록 되어 있다(2015 유기농업자재 공시 및 품질인증 기준).

*Corresponding author
E-mail: sikyale@korea.kr

그 동안 정부의 친환경농업정책 지원에 따라 유기농업 자재가 많이 사용됨에 따라 해충관리용 자재에서 고삼, 님 및 데리스추출물이 차지하는 비중은 71%에 이른다(Rural Development Administration, 2012). 2014년 현재 유기농업자재 1200 자재 중 병해충관리용으로 346자재가 공시되었고, 품질인증자재는 33개 자재가 인증된 상태로 사용되고 있다. 친환경농업의 적극적 육성으로 고삼추출물, 님추출물 및 데리스추출물 등이 함유된 유기농업자재의 방대한 사용은 농업지역의 수질을 악화시킬 수 있으며 또한 수서 환경생물에 유해한 영향을 미칠 가능성이 있을 것으로 우려하고 있다.

고삼 추출물의 주성분은 뿌리에 주로 들어있는 alkaloid류인 matrine, oxymatrine 등으로(Lee 등, 2010), 해충의 신경계를 마비시켜 독성을 나타내며(Yu 등, 2011; Chen and Huang, 2012), 진딧물 등에 살충효과를 나타낸다(Kang, 2012). 님 추출물의 주성분은 azadirachtin은 해충방제용으로 많이 사용되고(Mordue 등, 1998), 해충의 생육과 성장에 영향을 준다(Kang, 2012). 데리스 추출물의 주성분은 뿌리에서 추출한 rotenone으로서 해충의 미토콘드리아 전자전달계를 교란시켜 ATP 합성을 저해함으로써 살충효과를 나타내며(Rich, 1996), 주로 진딧물 방제용으로 많이 사용된다(Kim 등, 2009).

유기농업자재는 사용방법이 구체적이지 못하여 농약과 같이 구체적인 작물이 정해져 있지 못하고 희석배수도 명확하지 않아 실제 사용에 따른 환경생물에 대한 위해정도가 평가되기에는 불분명한 점이 많다. 국립농업과학원에서는 유기농업자재의 사용에 따른 환경생물에 대한 위해성을 합리적으로 평가하기 위하여 잉어, 물벼룩과 꿀벌에 대한 제품의 독성성적을 기준으로 위해성 평가를 하였다(2015 유기농업자재 공시 및 품질인증 기준). 현재 국내에서 사용되고 있는 유기농자재 중 병해충관리용 자재의 주요 재료인 고삼, 님과 데리스 추출물은 모두 인도, 미얀마, 베트남, 중국에서 추출물을 수입해서 사용하고 있다.

이번 연구는 우리나라에 공시된 병해충관리용 자재인 님, 고삼, 데리스 등 식물추출물물을 이용하여 잉어와 미꾸리에 대한 급성독성을 평가하였고, 사용방법을 고려하여 환경 중 추정농도를 산출하였으며, 독성과 노출을 비교한 위해성 평가를 하여 합리적인 유기농업자재의 관리에 활용하고자 수행하였다.

시험방법

시험물질

본 시험에서는 시중에서 유기농업자재 제품의 재료로 사용하고 있는 추출물로서 님 추출물 2종(M, I), 고삼 추출물 2종(C1, C2) 및 데리스 추출물 2종(M1, M2)을 시험물질로

사용하였으며, 각각 (주)그린포커스(M, C1, M1)와 (주)고려바이오(I, C2, M2)에서 구입하여 사용하였다.

시험생물

어류 급성독성 평가에 사용된 어류는 국립농업과학원 화학물질안전과에서 사육하고 있는 것으로 잉어(*Cyprinus carpio*)는 3~5 cm, 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*)는 5~10 cm의 건강하고 균일한 개체를 시험하기 하루 전부터 먹이를 주지 않고 사용하였다.

어류 급성독성시험

식물추출물의 어류에 대한 급성독성시험은 우리나라의 농약 등록시험 기준과 방법(농촌진흥청, 2015)과 OECD의 화학물질 시험가이드라인 203(OECD, 1992)에 준하여 시험하였다. 10 L 원형 유리수조(직경 20 × 높이 26 cm)에 농도별로 시험용액 5 L를 채우고 시험기간 동안 시험용액을 교체하지 않는 지수식(static)으로 시험하였다. 시험기간 동안 먹이와 산소는 공급하지 않았으며, 온도는 25 ± 2°C, 광조건 16시간, 암조건 8시간으로 유지하였다. 시험농도는 5단계 이상으로 설정하여 농도수준당 어류 10마리로 시험하였다. 시험시작 후 4시간 및 24시간 마다 치사어 및 독성증상을 관찰하여 기록하였고 치사한 개체는 발견 즉시 제거하였다. 시험기간 동안 시험용액의 pH는 24시간마다 모든 농도에서 측정하였으며 수온은 대조군에서만 측정하였다.

통계처리

시험결과는 probit(EPA version 1.5)법을 이용하여 LC₅₀값과 95% 신뢰한계를 구하였다.

어류의 위해평가를 위한 환경 중 추정농도

환경 중 추정농도는 어류가 서식하는 논물, 배수로와 강물에서의 추정농도로 유기농업자재를 사용하는 작물별 살포물량, 희석배수와 사용량으로 계산하였다. 작물별 1 ha당 살포물량은 Table 1과 같이 농약의 살포물량(농진청고시 '농약의 등록기준')을 기준으로 하였는데, 실제 농가에서 사용하는 작물은 여러 가지 작물에 사용하고 있으므로 Table 1에 포함되어 있는 작물을 기준으로 살포물량을 설정하여 계산했다.

환경 중 추정농도는 자재가 벼에 사용될 경우에는 논물의 수심이 5 cm라고 가정하고 사용한 자재가 모두 논물에 고르게 분산되었다고 설정하여 1000 m³ (10a) 논물의 량을 50,000 L로 계산했고, 배수로의 경우에는 수심을 30 cm라고 가정하고 10a당 배수로물량을 300,000 L로 계산했다. 밭이나 과수원에서 사용하는 자재의 경우에는 강물에서의 환경 중 추정농도를 설정했는데 하천의 수심을 30 cm라고 가정하고 10a당 강물량을 배수로물량과 동일하게 300,000 L로

Table 1. Pesticide spray volume of crops

Crops	Spray volume (L/ha)
rice	1,600
apple, pear, mandarin, peach, persimmon	4,500
grape	3,000
mulberry	2,000
cucumber, watermelon	1,800
bean, red pepper, tobacco, peanut, garlic, leek, anion, radish, tomato, potato, herb, maize, sesame	1,500
strawberry	1,200
other crops	based on standard cultivation

설정하고 사용한 자재의 0.6% 만이 농약을 살포할 때 바람에 날려 강물로 비산된다고 가정하여 계산하였다.

어류 위해성 평가

어류 위해성 평가는 농진청 고시 농약의 등록기준 중 환경생물독성과 환경 중 농도를 고려한 위해성 평가기준을 참고하여 위해성 평가에 사용할 독성값으로는 48시간 반수치사농도(48 hr-LC₅₀)와 무영향농도(48 hr-NOEC) 값 중에서 가장 낮은 것을 이용하였다. 자재가 눈에 사용될 경우에는 눈물과 배수로에서는 미꾸리의 독성성적을 사용하였고, 그렇지 않을 경우에는 잉어의 독성성적을 사용했고, 눈과 발 등에서 동시에 사용할 경우에는 둘다 계산했다. 제품의 사용정보를 관련 부서에서 협조 받아 농약의 환경 중 추정농도(PEC, Predicted Environmental Concentration) 산출방법으로 산출하였다. 위해성 평가는 독성성적(48hr-LC₅₀)과 무영향농도(48 hr-NOEC)를 환경 중 추정농도로 나눈 독성노출비(TER, Toxicity Exposure Ratios)로 평가하였다.

결과 및 고찰

잉어 급성독성

식물추출물 고삼, 님 및 데리스추출물의 잉어 급성독성은 Table 2와 같이 독성정도는 고삼추출물이 가장 높았고, 님추출물, 데리스추출물의 순서로 독성이 높았다. 잉어 48시간 반수치사농도는 고삼추출물은 7.9~8.2, 님추출물은 26.8~38.3, 데리스추출물은 47.0~162.7 mg/L로 모두 어독성 III급으로 독성이 낮았다. 세 가지 추출물의 48시간과 96시간의 독성차이는 크게 차이가 나지 않았다. 고삼, 님 및 데리스추출물의 잉어 48 시간의 무영향농도는 각각 6.0, 21.8, <24.0 mg/L이었다.

미꾸리 급성독성

식물추출물 고삼, 님 및 데리스추출물의 미꾸리 급성독성은 Table 3과 같이 독성정도는 잉어와 같이 고삼추출물, 님추출물, 데리스추출물의 순서로 독성이 높았다. 미꾸리 48 시간 반수치사농도와 무영향농도는 고삼추출물은 16.9, 10.0,

Table 2. Common carp (*Cyprinus carpio*) acute toxicity of plant extracts

Plant extracts	48hr-LC ₅₀ (mg/L)	48hr-NOEC (mg/L)	96hr-LC ₅₀ (mg/L)	96hr-NOEC (mg/L)
<i>Sophora flavescens</i> (C1)	8.2 (7.2~9.3)	6.0	7.7 (6.2~8.9)	<6.0
<i>Sophora flavescens</i> (C2)	7.9 (7.3~8.6)	6.2	6.4 (5.8~7.0)	<5.2
<i>Azadirachta indica</i> (M)	26.8 (25.3~39.3)	21.8	26.8 (25.3~39.3)	21.8
<i>Azadirachta indica</i> (I)	38.3 (36.2~42.2)	28.0	38.3 (36.2~42.2)	28.0
<i>Derris elliptica</i> (M1)	47.0 (36.7~72.0)	<24.0	35.3 (29.7~40.9)	<24.0
<i>Derris elliptica</i> (M2)	162.7 (143.3~180.9)	<125.0	157.0 (140.4~172.7)	<125.0

M, I, C: Crude plant extract imported from Myanmar (M1, M2), India (I) and Chnia (C1, C2)

Table 3. Loach(*Misgurnus anguillicaudatus*) acute toxicity of plant extracts

Plant extracts	48hr- LC ₅₀ (mg/L)	48hr-NOEC (mg/L)	96hr LC ₅₀ (mg/L)	96hr-NOEC (mg/L)
<i>Sophora flavescens</i> (C1)	16.9 (15.1~19.6)	10.0	16.9 (15.1~19.6)	10.0
<i>Sophora flavescens</i> (C2)	18.2 (17.1~20.5)	14.5	17.8 (16.8~19.5)	14.5
<i>Azadirachta indica</i> (M)	35.6 (32.9~38.5)	30.0	35.6 (32.9~38.5)	30.0
<i>Azadirachta indica</i> (I)	48.7 (44.6~53.1)	35.0	48.7 (44.6~53.1)	35.0
<i>Derris elliptica</i> (M1)	73.9	<40.0	52.7 (33.6~65.6)	<40.0
<i>Derris elliptica</i> (M2)	426.4	112	323.2 (247.1~1027.0)	112

Table 4. PEC in surface water and TER for initial exposure when sophora extract products

Products	Crops	Dilution rates	PEC (mg/L)			TER		
			Paddy water	Drain water	River water	Paddy water	Drain water	River water
Ungchile	chinese cabbage, Lettuce, red pepper, cucumber, bean	2000			0.0018			4388.9
Ugiyacsanchung	rice, cucumber, red pepper, lettuce, chinese cabbage, pea, bean, tomato	1,000	3.2	0.53	0.0036	5.3	31.7	2194.4
Onsame	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	1,000			0.0036			2194.4
Jinsameplus	pear, strawberry, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	1,000			0.009			877.8
Pribaipje	rice	100 g/box	68.0	11.33		0.2	1.5	
Jinguenbagsaprimium	red pepper, chinese cabbage, cucumber, bean, lettuce	1000			0.0036			2194.4
Muchungidae	watermelon, rice, bean, red pepper, chinese cabbage	1000	3.2	0.53	0.0036	5.3	31.7	2194.4
Bagmeruplus	rice	1000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Hongmangie	rice	1000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Chungqu	tomato, red pepper, chinese cabbage, cucumber, bean	2000			0.0018			4388.9
Chanmjjin	rice	800	4.0	0.67		4.2	25.4	
Allcatchgold	rice, cucumber, chinese cabbage, lettuce, red pepper	1000	3.2	0.53	0.0036	5.3	31.7	2194.4
Nobug	rice	1000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Chachungguen	rice	500	6.4	1.07		2.6	15.8	
Muldye	rice	1,000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Sudouangsame	rice	1,000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Jindien	rice	150 mL/10a	3.0	0.50		5.6	33.8	
Chungmulplusalpha	chinese cabbage, tomato, cucumber, bean, eggplant, persimmon, chestnut, apple, red pepper, strawberry, mandarin, watermelon	660			0.013			579.3
Enquer	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean, turf	150kg/10a			3.0			2.6

Table 4. PEC in surface water and TER for initial exposure when sophora extract products (continued)

Products	Crops	Dilution rates	PEC (mg/L)			TER		
			Paddy water	Drain water	River water	Paddy water	Drain water	River water
Barojin	rice	1,000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Nabangengold	chinese cabbage, red pepper, lettuce, tomato, cucumber	1,000			0.0036			2194.4
Heosungnabangjabab	lettuce, red pepper, cucumber, bean	1,000			0.0036			2194.4
Cheongjungchung	strawberry, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber	300			0.012			658.3
Chamchungguen	rice, lettuce, chinese cabbage, red pepper, cucumber	500	6.4	1.07	0.0072	2.6	15.8	1097.2
Chamjin	rice, chinese cabbage, lettuce, bean, strawberry, tomato	1000	3.2	0.53	0.003	5.3	31.7	2633.3
Allcatchgold	cucumber, chinese cabbage, lettuce, red pepper	1000			0.0036			2194.4
Mobitan	red pepper, lettuce, chinese cabbage, cucumber, tomato	1000			0.0036			2194.4
Muchungjidae	rice, cucumber, bean, red pepper, chinese cabbage	1000	3.2	0.53	0.0036	5.3	31.7	2194.4
Hisatan	rice	1000	3.2	0.53		5.3	31.7	∞
Haebangjinchongae	red pepper, chinese cabbage, lettuce, cucumber, bean	1000			0.0036			2194.4
Creen-Bic	red pepper, chinese cabbage, lettuce, cucumber, bean	1000			0.0036			2194.4
Jinbameplus	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	1000			0.0036			2194.4
Anykill	carrot, chinese cabbage, spinach, radish, tomato	1,000			0.003			2633.3
Marintogkiller	chinese cabbage, lettuce, cucumber, red pepper, spinach	1,000			0.0036			2194.4
Defenceem	rice	1,000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Nabanggagsi	rice	1,000	3.2	0.53		5.3	31.7	
Oungsameplus	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	2000			0.0018			4388.9
Hachungbagsaprimium	red pepper, chinese cabbage, cucumber, lettuce, rice	1000	3.2	0.53	0.0036	5.3	31.7	2194.4
Ugiyaksanchung	rice, cucumber, red pepper, lettuce, chinese cabbage, peabean, tomato	1000	3.2	0.53	0.0036	5.3	31.7	2194.4
Jinguenbagsaprimium	red pepper, chinese cabbage, cucumber, bean, lettuce	1 L/10a			0.02			395.0
Dongbangagronabangkill	rice	750	4.27	0.71		4.0	23.8	
Pangiedoctor	tomato	500			0.006			1316.7
Cheongjungchung	strawberry, red pepper, chinese cabbage, lettuce, cucumber	300			0.012			658.3
Bagmeuljin	red pepper, rice	1000	3.2	0.53	0.003	5.3	31.7	2633.3
Smoking	melon	500			0.0072			1097.2
Yujinak	melon	500			0.0072			1097.2
Jimjabi	red pepper, rice	800	3.2	0.53	0.00375	5.3	31.7	2106.7
Oungaeddug	strawberry	1000			0.0024			3291.7

Table 5. PEC in surface water and TER for initial exposure when neem extract products sprayed

Products	Crops	Dilution rates	PEC (mg/L)			TER		
			Paddy water	Drain water	River water	Paddy water	Drain water	River water
Hanbangsang	red pepper, lettuce, chinese cabbage, bean, tomato	1000			0.003			8933.3
Onsame	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	1,000			0.0036			7444.4
Pawerjindalre	red pepper, chinese cabbage, tomato, leek, broccoli	500			0.006			4466.7
Bagubagsaprimium	rice	1 L/10a	20.0	3.33		1.8	10.7	
Deuplasmanimipje	strawberry, watermelon, cucumber, onion, sesame, garlic, spinach, rice	3 kg/10a, 100g	2.0	0.33	0.06	17.8	106.8	446.7
Nonturac	rice	300 ml/10a	6.0	1.0		5.9	35.6	
Bagimiipje	rice, lettuce, cucumber, chinese cabbage, bean, red pepper, onion	60 g, 8 kg/10a	1.2	0.2	0.16	29.7	178.0	167.5
Cleanzone	tomato, lettuce, red pepper, chinese cabbage, bean	1000			0.003			8933.3
Moduchung	cucumber, pumpkin, tomato, red pepper, lettuce	250			0.0144			1861.1
Paladin	cucumber, chinese cabbage, lettuce, red pepper, bean	500			0.0072			3722.2
Bagubagsaipje	rice, red pepper, chinese cabbage, lettuce, cucumber	2 kg/10a	40.0	6.67	0.04	0.9	5.3	670.0
Greenzoluje	rice	500	6.4	1.07		5.6	33.4	
Barojin	rice	1,000	3.2	0.53		11.1	66.8	
Greenzolipje	rice	50 g/box	34.0	5.67		1.0	6.3	
AZA100	bean, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber	333			0.011			2479.0
Bulhe	tomato, strawberry, chinese cabbage, leek, bean	4000			0.00075			35733.3
Mobitan	red pepper, lettuce, chinese cabbage, cucumber, tomato	1000			0.003			8933.3
Bymyeol	rice	1000	3.2	0.53		11.1	66.8	
Suncho	rice, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber	1000	3.2	0.53	0.0036	11.1	66.8	7444.4
Ninguahamge	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, radish	6 kg/10a			0.12			223.3
Wormguard	rice, chinese cabbage, carrot, radish, spinach, tomato	50 g/box, 3 kg/10a	34.0	5.67	0.034	1.0	6.3	788.2
Organicnim-cake	lettuce	40 kg/10a			0.8			33.5
Deuplasmanim	melon, strawberry, red pepper, apple, pear, grape, cucumber, tomato, melon, watermelon, sesame, leek, rice	200, 100 g/box	4.0	0.67	0.068	8.9	53.4	394.1
Bybamiilho	rice	1 L/10a	20.0	3.33		1.8	10.7	
Bybamiipje	rice	60 g/box	40.8	6.8		0.9	5.2	
Biagrogold	radish, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber	240 kg/10a			4.8			5.6

Table 5. PEC in surface water and TER for initial exposure when neem extract products sprayed (continued)

Products	Crops	Dilution rates	PEC (mg/L)			TER		
			Paddy water	Drain water	River water	Paddy water	Drain water	River water
gibiro	radish, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber	240 kg/10a			4.8			5.6
Jibiwon	rice	1,000	3.2	0.53		11.1	66.8	
Chungidoctor	maize	500			0.006			4466.7
Pachungtan	apple	500			0.018			1488.9
Mupan mulbagu-mikiller	rice	4 kg/10a	80.0	13.3		0.4	2.7	
Econurian	chinese cabbage, lettuce, cucumber, tomato, red pepper	10 kg/10a			0.2			134.0
Sangmangiehug	broccoli, chinese cabbage, leek, tomato, red pepper	300 kg/10a			6.0			4.5
Nimagro	chinese cabbage, red pepper, lettuce, cucumber, bean	120 kg/10a			2.4			11.2
Bestgibi	chinese cabbage, red pepper, lettuce, cucumber, bean	120 kg/11a			2.4			11.2
Lonmil	cucumber, lettuce, chinese cabbage, red pepper, bean	150 kg/10a			3.0			8.9
Cheonggung	cucumber, tomato, lettuce, rice	3 kg/660 m ² , 60 g/seedbed	90.9	15.2	0.09	0.4	2.3	294.8

님추출물은 35.6, 30.0, 데리스추출물은 73.9, < 40 mg/L로 독성이 낮은 수준이었다.

잉어와 미꾸리 어종간 독성차이는 잉어는 미꾸리 보다 1.1배에서 2.3배로 독성이 높았다.

식물추출물의 환경 중 추정농도와 위해성

48종의 고삼추출물 자재를 대상으로 작물별 살포물량과 희석배수에 따른 논물, 배수로물과 강물 중 추정농도를 계산한 결과 Table 4에서와 같이 논물에서의 추정농도는 68.0~3.0 mg/L이었고, 배수로물의 추정농도는 11.33~0.50 mg/L이었고, 강물에서의 추정농도는 3.0~0.0018 mg/L이었다.

환경 중 추정농도는 측정하지 않은 단순계산에 의한 농도로서 식물추출물로 만든 자재를 희석하여 논에 살포했을 때 대부분은 논물에 희석되어 남아 있겠지만 일부는 벼에 묻고 일부는 논바닥에 가라앉거나 지하로 이동하기 때문에 실제 논물에 잔류하는 자재의 농도는 낮다고 할 수 있다. 또한 살포한 자재가 논물에 희석되면서 가수분해나 미생물분해, 광분해 등으로 분해되기 때문에 환경 중 추정농도는 실제 측정 농도보다 훨씬 높은 농도라고 판단할 수 있다. 특히 육묘상에 처리할 경우에는 모판 상자에 직접 뿌리고 난후 벼를 모내기하면 뿌리에 흡수되거나 이앙할 때 토양에 묻히게 되면 실제 논물에 용출되는 양은 매우 적다. 이러한 이유로 농약 평가에서 육묘상에 처리하는 경우에는 독성노출비 평가를 생략한다.

독성노출비를 계산하기 위한 독성값은 48시간 반수치사 농도를 사용하였고, 논물과 배수로물의 경우는 미꾸리의 독성성적을 사용하고 강물은 잉어의 독성성적을 사용하였다. Table 4에서와 같이 고삼추출물 사용에 따른 논물에서 미꾸리를 대상으로 했을 때 독성노출비는 0.2~5.6이었다. 논에 사용하는 24자재 중 독성노출비가 2이하가 1종이었다. 육묘할 때 사용한 자재를 제외하고 가장 독성노출비가 낮은 자재의 독성노출비는 2.6이었는데, 이때 독성값을 반수치사농도 대신에 무영향농도인 10 mg/L을 논물추정농도 6.4 mg/L와 비교해보면 논에서 미꾸리에 대한 영향은 매우 낮다고 판단된다. 배수로물과 강물에서의 독성노출비는 각각 1.5~33.8, 2.6~4388.9로 잉어나 미꾸리에 미치는 영향은 낮은 것으로 판단된다.

37종의 병해충관리용 님추출물 제품 사용에 따른 논물, 배수로물 및 강물 중 추정농도는 각각 90.9~1.2, 15.2~0.2, 4.8~0.00075 mg/L이었다(Table 5). 논에 사용하는 님추출물 17종의 미꾸리에 대한 독성노출비는 0.4~29.7이었고, 독성노출비가 10보다 작은 경우는 11종이었다. 육묘상을 제외한 자재 중 독성노출비가 2이하인 자재가 4종이었는데 이들의 독성노출비가 높은 이유는 사용량이 많았기 때문이다. 배수로물과 강물에서의 독성노출비는 각각 2.3~178.0, 4.5~35733.3으로 잉어나 미꾸리에 영향이 없을 것으로 판단되었다.

데리스추출물 5종은 모두 밭이나 과수원에서 사용하므로 논이나 배수로에 노출되는 양이 매우 적기 때문에 미꾸리에

Table 6. PEC in surface water and TER for initial exposure when derris extract products

Products	Crops	Dilution rates	PEC (mg/L)			TER		
			Paddy water	Drain water	River water	Paddy water	Drain water	River water
Jinsameplus	pear, strawberry, chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	1,000			0.009			5222
Caggien	persimmon, chinese cabbage, red pepper, lettuce, cucumber	1,000			0.009			5222
Jinsameplus -N	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean	1000			0.0036			13056
Ungchilheung	chinese cabbage, lettuce, red pepper, cucumber, bean, mandarin	1000			0.0036			13056
Mujinchoun	red pepper	1000			0.003			15667

대한 위해성 평가는 생략하고 강물에서 잉어에 대한 위해평가만 수행하였다. 강물 중 추정농도는 0.009~0.003 mg/L이었고, 독성노출비는 5222~15667로서 위해성이 매우 낮았다 (Table 6).

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 기관고유 연구사업 '식물추출해충관리용 친환경유기농자재의 환경생물 영향평가(과제번호: PJ009501)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다

Literature Cited

- Chen, F. and K. Huang (2011) Effects of the Chinese medicine matrine on experimental *C. parvum* infection in BALB/c mice and MDBK cells. *Parasitology research* 111(4):1827-1832.
- Kang, W. T. (2012) A study on the Insecticidal Effect and Biological Safety of Plant Extracts. Kyungnam University.
- Kim, S. K., J. H. Jin, C. K. Lim, J. H. Hur and S. Cho (2009)

Evaluation of insecticidal efficacy of plant extracts against major insect pests. *Journal of the Korean Society of Pesticide Science* 13:165-170.

Mordue, A. J., M. S. L. Simmonds, S. V. Ley, W. M. Blaney, W. Mordue, M. Nasiruddin and A. J. Nisbet (1998) Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Journal of Pesticide Science* 54:277-284.

Rich, R. P. (1996) Quinone binding sites of membrane proteins as targets for inhibitors, *Journal of Pesticide Science* 47: 287-296.

Rural Development Administration (2012).

Yu, H. B., H. F. Zhang, D. Y. Li, X. Zhang, H. Z. Xue and S. H. Zhao (2011) Matrine inhibits matrix metalloproteinase-9 expression and invasion of human hepatocellular carcinoma cells. *Journal of Asian Natural Products Research* 13(3): 242-250.

2015 농약관리법령 및 고시훈령집(발간등록번호11-1390000-002807-01). 환경생물 독성 시험기준과 방법. pp. 387-390. 농촌진흥청. 대한민국.

2015 유기농업자재 공시 및 품질인증 기준(농촌진흥청 고시 제 2015-11 호).

별표 1 유기농업자재 공시 및 품질인증 기준 중 마. 독성에 대한 시험성적서.

유기농업자재 고삼, 님 및 데리스 추출물의 어류에 대한 독성과 위해성 평가

박경훈* · 오진아 · 백민경 · 손미연 · 임정택 · 진정화 · 홍순성 · 조남준 · 한상균¹ · 김병석¹

국립농업과학원 농산물안전성부, ¹농촌진흥청 연구정책국

요 약 최근 유기농업자재의 주요 원재료인 고삼, 님, 데리스 등의 식물추출물은 중국, 미얀마, 인도 등 외국에서 수입하여 해충방제용으로 많이 사용하고 있는데, 본 논문은 이들 세가지 식물추출물에 대한 독성과 위해성을 평가하여 유기농업자재의 관리와 환경생물보호에 활용하고자 하였다. 잉어 48시간 반수치사농도와 무영양농도는 고삼추출물은 7.9, 6.2 mg/L, 님추출물은 26.8, 21.8 mg/L, 데리스추출물은 47.0, < 24.0 mg/L로 독성이 낮았다. 미꾸리 48시간 반수치사농도와 무영양농도는 고삼추출물은 16.9, 10.0 mg/L, 님추출물은 35.6, 30.0 mg/L, 데리스추출물은 73.9, < 40 mg/L로 독성이 낮은 수준이었다. 고삼추출물 자재의 논, 배수로 및 강에서의 물중 추정농도는 각각 68.0~3.0, 11.33~0.50 3.0~0.0018 mg/L이었고, 독성노출비는 논, 배수로 및 강물에서 각각 0.2~5.6, 1.5~33.8, 2.6~4388.9이었다. 논이나 배수로에서의 미꾸리에 대한 위해성과 강에서의 잉어에 대한 위해성은 낮은 것으로 평가되었다. 님추출물의 논물, 배수로물 및 강물 중 추정농도는 각각 90.9~1.2, 15.2~0.2, 4.8~0.00075 mg/L이었고 독성노출비는 각각 0.4~29.7, 2.3~178.0, 4.5~35733.3이었다. 논에 사용하는 님추출물 중 독성노출비로 평가하였을 때 미꾸리에 위해 가능성이 있는 자재가 있었으나 사용량이 많은 것이 원인으로 추가적인 연구가 필요하였고, 배수로나 하천에서는 어류에 대한 위해성이 낮았다. 데리스추출물 5종의 경우 독성노출비가 5222~15667로서 위해성이 매우 낮았다.

색인어 고삼추출물, 님추출물, 데리스추출물, 잉어, 미꾸리, 반수치사농도, 무영양농도, 환경 중 추정농도, 독성노출