

말구슬과 고삼을 원료로 한 식물추출물의 주요해충과 천적에 대한 독성평가

황인천 · 김 진 · 김형민 · 김도익¹ · 김선곤¹ · 김상수² · 장 철*

(주)경농 중앙연구소, ¹전라남도농업기술원 친환경연구소, ²순천대학교 원예식물의학부

Evaluation of Toxicity of Plant Extract Made by Neem and Matrine against Main Pests and Natural Enemies

In-Cheon Hwang, Jin Kim, Hyeong-Min Kim, Do-Ik Kim¹, Sun-Gon Kim¹, Sang-Su Kim² and Cheol Jang*

Central Research Institute, KyungNong Co. Ltd., Gyeongju, 780-110, Korea

¹Jeonnam Agricultural Research & Extension Services, Naju, 520-715, Korea

²Division of Horticulture and Plant Medicine, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea

ABSTRACT : KNI3126 which is the eco-friendly material made by plant extracts - neem and matrine - have been evaluated for efficacies against 6 main pests and toxicity on natural enemies. Insecticidal efficacies of KNI3126 against plant hopper were above 95% at 5 days after treatment (DAT), whereas pesticidal effects against the cotton aphid were above 95% at 3 DAT and slightly decreased at 5 DAT. Insecticidal efficacy against the palm thrips resulted in lower control value as 68.1% than that of chemical insecticides. KNI3126 showed more than 95% control value against diamond back moth, suggesting that it could suppress the population of pest hard to control as eco-friendly material. Mortalities against two-spotted spider mite were about 80% at 1 DAT and over 90% at 5 DAT, respectively. For evaluation of the toxicity on natural enemies, effect against predatory natural enemy was classified as moderate selective toxicity based on the criterion of International Organization of Bio-Control (IOBC), whereas against parasitic natural enemies was found to be relatively safe. Repellent effect was weak against plant hopper, but strong against two-spotted spider mite. In the toxicity test for safety, KNI3126 was classified as the lowest level at acute oral, acute dermal and fish toxicity test and did not induce the irritancy at skin irritation test and eye irritation test.

KEY WORDS : Plant extracts, Insecticidal efficacy, Toxicity, Natural enemy

초 록 : 말구슬나무와 고삼 식물추출물을 활용한 KNI3126의 주요 해충 6종에 대한 살충효과와 천적류에 대한 영향평가를 하였다. 벼멸구에 대한 KNI3126의 살충효과는 약제처리 후 5일째에 95% 이상이었으며, 목화진딧물은 처리 후 3일째에 95% 이상을 나타냈지만, 5일째에는 다소 살충효과가 떨어졌다. 오이총채벌레에서는 68.1%로 일반 살충제처럼 높은 살충효과를 나타내지는 않았다. 배추좀나방의 경우는 95% 이상의 높은 살충율을 나타내어 친환경자재로서 난방제 해충의 밀도 억제가 가능할 것으로 판단되었다. 점박이응애에서는 살포 1일째부터 80% 정도의 살비율을 보여 5일째에는 90% 이상의 높은 살비율을 나타냈다. 포식성 천적인 이리응애류에 대한 영향평가 결과 국제생물방제협회(IOBC)의 생존율 40%이하인 선택독성이 중간정도로 판정되었으며, 기생성 천적의 경우에는 비교적 안전한 것으로 평가되었다. 벼멸구에 대한 기피효과는 약한 것으로 판단되었지만, 점박이응애에 대해서는 높은 것으로 판명되었다. 또한, 안전성을 검토한 결과 급성경구, 급성경피, 어독성에서 저독성으로, 피부자극성과 안점막자극성시험

*Corresponding author. E-mail: cjang@dongoh.co.kr

에서는 자극이 없는 것으로 나타났다.

검색어 : 식물추출물, 살충활성, 독성, 천적

병해충 방제를 위한 작물보호제의 사용은 필수불가결하다. 최근에는 이러한 작물보호제의 오남용으로 인하여 생태계 파괴뿐만 아니라 환경오염 등의 문제를 일으키고 있기 때문에 광범위한 살충효과를 보이면서 환경에는 큰 영향을 주지 않는 친환경자재를 탐색하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다(Saxena, 1989). 그 중에서 식물추출물을 이용한 환경친화형 작물보호제는 살충제, 곤충기피제 및 섭식저해제로서 성공적으로 개발되고 이용되어져 오고 있다(Schmutterer, 1980). 식물추출 화합물은 다양한 생물활성물질을 함유하고 있으면서(Wink, 1993), 포유류인 인축에는 해가 거의 없기 때문에 친환경 농업에서는 새로운 해충방제용 대체인자로 인식되고 있다(Arnason *et al.*, 1989).

멸구슬은 Meliaceace과로 Rutaceace과와 함께 limonoid기의 azadirachtin과 다른 terpenoids를 함유하며 이들은 몇 가지의 곤충 중에 잠재성이 있는 생장억제효과를 보이며, nicotine과 normicotine은 Nicotiana속의 몇 가지 구성성분이며, 살충제로서 상업적으로 이용되고 있다(Schmutterer, 1980). 대부분의 곤충기피제는 terpenen-4-ol과 같은 휘발성 terpenoid계 물질이며, 그 외 terpenoid계 물질들은 유인제(attractants)로 작용하고 있으며, 일부 terpenoid계 물질은 많은 유용곤충을 유인하는 반면 작물에 피해를 주거나 인간에게 불쾌감을 주는 해충류의 기피현상을 유도하기도 한다(Schmutterer, 1988). 이 외에도 alkaloids, flavonoids, saponin, phenol 등으로 대별되는 화합물에서도 해충에 대한 살충활성을 나타내는 것이 보고되고 있다(Huff, 1980). 멸구슬과 고삼은 살충성분과 독성이 강한 식물로 알려져 있는데(Ryuk, 1989), 멸구슬은 melatoxin이라 불리는 tetranotriterpenoid 화합물의 원료이며(Oelrichs *et al.*, 1983), 고삼은 matrine, oxymatrine, sophoranol, anagryne 및 methylcytisine 등이 주성분이다(Natural Chemistry Science Institute, 1996). 멸구슬의 잎에서 추출된 활성성분은 paraisin의 파생물 중 하나로서 37°C에서도 파괴되지 않으며 포유류에 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다(Chauvin, 1946). 1946년 이후 멸구슬 잎에서 다른 활성인자인 meliantin과 meliantriol-I이 분리되었으

며 이 물질도 생물학적 살충활성을 지니고 있는 것으로 나타났다(Lavie *et al.*, 1967). 잎과 과실에서는 azadirachtin이 분리되었는데 이 성분으로 인해 메뚜기가 섭식저해를 일으킨다고 보고하고 있다(Morgan and Thornston, 1973). 이처럼 살충활성이 규명되고 확인된 azadirachtin이나 meliantin, matrine등의 화합물을 함유한 멸구슬과 고삼은 새로운 생물농약의 원료로서 개발가능성이 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 멸구슬나무와 고삼을 주원료로 하는 KNI3126 (왕중왕에코[®])에 대한 주요 해충에 있어 살충활성, 천적에 미치는 영향 그리고 급성독성에 대한 안전성을 검토하여 친환경 농업을 하는데 있어 해충방제제로서의 역할을 알아보기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

실험곤충

벼멸구(*Nilaparvata lugens*)는 유리온실에 동진벼를 재배하여 2-3엽기 유묘에 접종하여 누대사육하였으며, 목화진딧물(*Aphis gossypii*)과 오이총채벌레(*Thrips palmi*)는 오이 유묘를 먹이로 공급하였다. 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)과 배추좀나방(*Plutella xylostella*)은 온도 25°C, 습도 70-80%가 유지되는 곤충사육실에서 인공사료 및 배추잎을 먹이로 공급하면서 사육하였다. 점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 강낭콩을 식재하여 먹이로 공급하였으며 유리온실에서 누대사육하였다.

천적은 (주)세실에서 공급받아 1세대 경과시킨 후 시험하였으며, 포식성 천적인 아쿠레이피어리응애(*Hypoaspis aculeifer*), 오이이리응애(*Amblyseius cucumeris*), 긴털이리응애(*A. wormsleyi*), 지중해이리응애(*A. swirski*), 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)와 기생성 천적인 싸리진디벌(*Aphidius gifuensis*), 콜레마니진디벌(*A. colemani*), 어비진디벌(*A. ervi*), 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*), 황온좀벌(*Eretmocerus eremicus*)을 사용하였다.

실험자재

본 실험에 사용된 KNI3126(왕중왕에코[®])은 멸구슬나무와 고삼 추출물이 일정비율로 첨가되어 있는 친환경 자재로서, 친환경유기목록공시에 공시된 자재(공시번호: 08-유기-5-74)로서 (주)경농에서 제조한 제품을 이용하였다.

생물활성검정

벼멸구는 암컷성충을 직경 6.5 cm, 높이 5 cm인 플라스틱 포트에 옮겨 심은 벼 유묘를 직경 6.5 cm, 높이 25 cm의 원형 아크릴케이지에 50~60마리씩 접종하고, 가정용분무기(hand sprayer)를 이용하여 약액이 충분히 흘러내리도록 희석배수별(500x, 1,000x, 2,000x)로 살포하고 1일, 3일, 5일후에 사충수를 조사하였으며, 모든 실험은 5반복으로 실시하였다.

목화진딧물과 오이충채벌레는 유묘검정법을 사용하였으며, 오이 묘에 미리 실험곤충을 접종하여 정착된 유묘 잎의 해충수를 조사한 후 5반복으로 추출물을 가정용분무기로 살포하고 1, 3, 5일 후 살충율을 조사하였다.

배추좀나방과 담배거세미나방은 배추가 식재된 pot에 실험곤충(2~3령 유충)을 10마리씩 접종하여 정착시킨 후 추출물을 가정용분무기로 살포하여 음건시킨 후 1, 3, 5일 후에 사충수를 조사하였으며, 8개의 포트를 1반복으로 5반복시험을 실시하였다.

점박이응애는 leaf disk법을 이용하였으며, 암컷성충의 살비효과는 강낭콩 잎을 2×2 cm로 잘라 물에 적신 탈지면이 깔린 샐레에 놓고 그 위에 점박이응애 암컷성충을 30마리씩 가는 붓으로 옮긴 후 30분간 정착시킨 다음 KNI3126을 농도별로 샐레에서 25 cm 떨어진 거리에서 가정용 분무기로 엽편이 충분히 적셔질 정도로 5초 동안 살포하고 음건시켰다. 실험은 5반복으로 실시하였으며, 약제를 처리한 샐레는 상온에 보관하면서 1일, 3일, 5일 후에 살비율을 조사하였다. 생사판별은 해부현미경하에서 붓으로 충체를 접촉하여 몸길이 정도를 이동하지 못하는 개체는 죽은 것으로 간주하였다.

포식성 천적인 이리응애류는 점박이응애 알을 먹이로 공급한 강낭콩 잎 절편(2×2 cm)에 성충 20마리씩 접종하고 바닥에 탈지면을 깔고 물을 공급하여 도망가지 못하도록 막을 만들고 30분정도 정착을 시킨 후 KNI3126을 농도별로 샐레에서 25 cm 떨어진 거리에서 가정용 분무기로 엽편이 충분히 적셔질 정도로 5초 동안 살포하고 음건시켰다. 살비율은 1일, 3일 후에 조사하였으며, 5반복

으로 실시하였다.

기생성 천적인 진디벌과 가루이 천적인 좀벌류는 머미에 KNI3126을 농도별로 희석하여 살포한 후 머미에서 우화되어 나오는 성충수를 1일, 5일, 7일째에 계수하여 우화율을 조사하였으며, 반복은 5반복으로 실시하였다.

KNI3126의 기피효과를 알아보기 위하여 벼멸구와 배추좀나방, 점박이응애를 대상으로 효과를 검정하였다. 벼멸구는 벼 유묘에 KNI3126을 농도별로 희석하여 살포하여 1시간동안 음건시킨 후 살포하지 않은 벼 유묘와 한 포트에 심어놓고 암컷성충 30마리를 접종한 후 원형케이지를 씌워 실시하였으며, 배추좀나방은 배추 잎 절편(4×4 cm)을, 점박이응애는 강낭콩 잎 절편(2×2 cm)을 만들어 농도별로 희석하여 살포하고 음건 시킨 후 살포하지 않은 각각의 잎을 동일한 샐레 안에 해충이 이동할 수 있도록 붙여놓았으며, 배추좀나방은 1반복에 10마리, 점박이응애는 30마리씩 5반복으로 접종하여 실시하였다. 또한, KNI3126의 잔효성을 알아보기 위하여 벼, 배추, 강낭콩에 3일, 2일, 1시간 전에 약제를 살포하여 방치시킨 후 위와 같은 방법으로 기피효과를 조사하였다. 기피지수는 Wheeler와 Isman (2001)의 방법을 사용하였다.

$$\text{기피지수} = \frac{(C - T)}{C + T} \times 100$$

여기서 C는 무처리 잎에 있는 해충의 생충수, T는 처리한 잎에 있는 해충의 생충수이다.

독성검정

멸구슬나무와 고삼이 일정비율로 첨가되어 있는 KNI3126의 독성시험은 “농약의 등록시험 기준과 방법(농촌진흥청고시 제2008-4호, 2008년 2월 11일)” 중 인축독성시험분야의 급성경구독성시험, 급성경피독성시험, 안자극성시험, 피부자극성시험법과 환경생태독성시험분야의 담수어류 급성독성시험법을 이용하였다.

결과 및 고찰

주요 해충에 대한 KNI3126의 살충력은 Table 1에서 보는 바와 같이 벼멸구에 대해서는 500x, 1,000x에서 처리 1일째부터 97% 이상의 살충효과를 나타내었으며, 2,000x에서는 1일째에 77.9%로 비교적 낮은 살충율을 보였으나 5일째에는 93.8%까지 나타났다. Kim 등(2008a)은 식물

Table 1. Insecticidal efficacy of plant extract made by neem and matrine against main pests

Insect pests	Dilution	No. of tested insects	Mortality (%) of days after treatment		
			1	3	5
<i>Nilaparvata lugens</i>	500x	56.3	97.6±6.63	100.0±0.00	100.0±0.00
	1,000x	52.3	97.5±6.36	98.7±6.32	99.4±4.45
	2,000x	48.3	77.9±5.41	91.7±3.81	93.8±2.47
<i>Aphis gossypii</i>	500x	263.3	87.4±2.88	98.4±3.20	96.5±6.28
	1,000x	337.3	75.1±4.22	98.2±1.19	97.2±1.21
	2,000x	255.0	58.2±5.42	95.1±6.50	85.8±4.98
<i>Thrips palmi</i>	500x	48.7	42.0±1.05	61.0±3.02	68.1±5.68
	1,000x	54.3	38.2±2.42	59.4±2.56	64.3±9.88
	2,000x	41.7	16.5±2.24	27.8±10.68	32.0±6.77
<i>Spodoptera litura</i>	500x	80.0	24.7±6.05	57.3±4.43	57.3±4.43
	1,000x	80.0	22.7±1.60	32.7±4.88	32.7±4.88
	2,000x	80.0	9.3±1.16	9.3±1.16	9.3±1.16
<i>Plutella xylostella</i>	500x	80.0	88.3±2.51	94.0±2.07	97.2±3.80
	1,000x	80.0	83.3±2.18	91.7±7.46	95.0±7.46
	2,000x	80.0	75.0±3.33	79.7±3.19	83.4±10.65
<i>Tetranychus urticae</i>	500x	80.0	90.8±3.30	93.9±3.75	97.2±6.85
	1,000x	89.7	80.7±1.84	86.6±0.46	90.7±0.79
	2,000x	122.7	79.9±1.90	87.7±3.14	90.5±4.74

추출물이 대부분 지속적인 효과를 보인다고 언급한바 있는데, 본 연구에서도 KNI3126의 살충활성이 조사기간 내내 상승하는 결과를 얻었다. Kim 등(2005)은 고삼의 뿌리 추출물이 낮은 살충율을 보인다고 보고하였으며, Kim 등(2008b)은 고삼의 뿌리와 줄기 추출물 역시 살충율이 낮게 나타나지만 전 부위 추출물에서는 살충율이 높다고 보고한 것과 유사한 결과를 얻었으며, 고삼 뿐만 아니라 멀구슬나무 추출물과 혼합함으로써 살충효과가 높아졌을 것으로 판단된다.

목화진딧물은 희석배수별 3농도 처리 모두 3일째에 95%이상의 살충효과를 보였으나 5일째에는 살충율이 떨어졌는데 이것은 진딧물의 특성상 직접 접촉되지 않은 층이 나타났기 때문으로 판단되며 이와 같은 결과는 Park 등(2008)의 결과와 일치하였다. 이런 원인은 KNI3126이 다른 식물 추출물들과 같이 직접접촉 독성은 높지만 잔효성은 크지 않기 때문인 것으로 판단된다.

오이충채벌레는 500x에서 2일째에 61%, 5일째에 68.1%의 살충율을 나타내어 일반 살충제처럼 높은 살충효과를 나타내지는 않았지만 이 농도로 2회 이상 주기적으로 살포한다면 방제가 이루어 질 것으로 보이며, 이러한 처리횟수에 따른 약효는 추가적인 검토가 필요하다.

담배거세미나방 역시 500x에서 5일째에 58.3%의 살충

효과를 보여 주었는데 이는 Kim 등(2008a)의 연구보고에서 나타난 파밤나방의 작물보호제 선발시험에서 생물농약인 BT제가 35% 이하의 살충율을 보였으므로 이와 유사한 담배거세미나방에서의 살충효과가 낮다고 판단하기에는 어려운 실정이었지만, 1,000x나 2,000x에서는 살충율이 급격히 떨어졌기 때문에 고농도로 살포하지 않으면 실용성이 떨어지는 결과를 얻었다.

반면에, 배추좀나방에서는 500x와 1,000x에서 95% 이상의 높은 살충율을 나타내어 기존 화학농약 살충제와 같이 살충력이 우수한 결과를 얻었다. 배추좀나방에 있어서 대부분의 식물추출물은 높은 생존율을 나타내는데(Kwon *et al.*, 1994; Park *et al.*, 2008), 황련과 고추씨 추출물에서는 50%와 55%의 살충율을 보였으며, 특히 황련 추출물을 처리한 경우 섭식저해율이 79.4%로 비교적 높게 나타나 두 추출물을 혼합하여 사용할 수 있음(Park *et al.*, 2008)을 시사한 바 있으나 본 연구에서 사용한 멀구슬나무와 고삼 추출물로 이루어진 KNI3126이 이들을 대신할 수 있는 잠재임을 알 수 있었다. 미국의 경우, Align이라는 neem-based 생물농약이 배추좀나방의 밀도를 감소시켜 배추 잎의 피해를 감소시켰다는 보고(Leskovar and Boales, 1996)가 있음을 감안한다면, 국내에서도 이러한 자재를 활용하여 난방제 해충인 배추좀나방의 밀도 억제가 가능

할 것이다.

점박이응애는 살포 1일째부터 80% 정도의 살비율을 보여 5일째에는 90% 이상의 높은 살비율을 나타내어 응애류 방제에 우수한 자재임을 알 수 있었다. 점박이응애는 과수를 포함한 대부분의 원예작물을 가해하며 발생이 많은 경우 잎을 고사시키는 등 작물에 많은 피해를 입히는 해충으로서 친환경 재배가 많은 시설재배지에는 피해가 더 크므로(Song *et al.*, 1995), KNI3126과 같이 초기부터 약효가 나오는 자재를 사용하는 것이 종합적 해충관리 측면에서 유리할 것이다.

포식성 천적인 이리응애류에 대한 영향평가 결과는 Table 2와 같다. 아쿠레이퍼이리응애는 500x 처리에서 3일째에 60%의 살비율을 보여 다른 이리응애류보다 감수성이 높게 나타났다. 오이이리응애와 지중해이리응애 역시 500x 처리에서 3일째에 58.3%와 51.7%의 살비율을 보였으며 긴털이리응애와 칠레이리응애는 45-46.7%의 살비율을 나타내었다. 반면, 1,000x에서는 모든 이리응애류의 살비율이 43.3-23.3%까지 나타나 국제생물방제협회(IOBC)의 생존율 40%이하의 경우 천적에 약간의 영향을 주는 물질로 평가하는 기준을 적용할 경우 KNI3126의 이리응애류에 대한 선택독성이 중간정도인 것으로 판단된다. 그러므로 KNI3126은 1,000x로 살포하는 것이 타당하다고 판단되며 500x로 살포할 경우에는 약제 살포 1~3일후에 천적을 방사하는 방법 등의 개발이 필요한 것으로 판단된다. Kang 등(2007)은 친환경 농자재가 칠레이리응

애에 미치는 영향을 조사하여 독성이 높은 자재 8종과 낮은 자재 10종을 선발하면서 친환경 자재 사용시 칠레이리응애의 독성 평가가 이루어져야 한다고 보고한 바 있는데, 본 시험에서 칠레이리응애는 1,000x와 2,000x 처리 모두 3일째에 23.3%의 살비율을 보여 KNI3126이 비교적 안전한 자재임을 알 수 있었다.

기생성 천적의 경우 머미에 직접 살포하여 우화율로 독성을 평가하였는데(Table 3), 싸리진디벌은 500x 처리에서 7일째에 30%의 우화율을 보여 다른 종류에 의하여 기생당한 머미와 비교하였을 경우 가장 낮은 수치를 나타냈다. 콜레마니진디벌과 어비진디벌은 500x에서 52.2%와 42.2%의 우화율을 보였고 1,000x 처리에서는 62.2%와 55.6%를 나타내어 KNI3126은 이들 중에 대해서는 비교적 안전한 자재임을 알 수 있었다. 반면, 온실가루이좀벌과 황온좀벌은 500x 처리에서 32.5%와 38.7%만이 우화를 하였으므로 고농도 살포시에는 천적과의 관계를 고려하여 사용 할 필요가 있다. Yu 등(2006)은 특정 친환경 자재의 경우 온실가루이좀벌과 콜레마니진디벌에 대해 생존율이 0%이거나 잔효독성도 강하게 나타나므로 식물 추출물 제품도 독성영향 평가가 이루어 져야 한다고 언급한 바 있는 것처럼 본 시험에서도 나타난 결과와 같이 고농도 살포시 주의 할 필요가 있다.

벼멸구에 대한 기피효과는 500x로 살포하여 바로 벼멸구를 접촉한 경우 2일째까지 43.6%의 기피지수를 보였으나 이후 28.4로 떨어졌으며, 2일과 3일째부터는 KNI3126의

Table 2. Toxicity of plant extract made by neem and matrine against phytoseid mite species

Natural enemies	Dilution	No. of tested mites	Mortality(%) of days after treatment	
			1	3
<i>Hypoaspis aculeifer</i>	500x	40.0	43.3±4.45	60.0±5.90
	1,000x	40.0	31.7±3.62	43.3±4.45
	2,000x	40.0	13.3±2.51	31.7±4.69
<i>Amblyseius cucumeris</i>	500x	40.0	48.3±7.30	58.3±8.66
	1,000x	40.0	35.0±9.22	40.0±5.90
	2,000x	40.0	23.3±5.34	25.0±3.33
<i>A. wormsleyi</i>	500x	40.0	31.7±6.63	45.0±2.89
	1,000x	40.0	21.7±5.28	33.3±4.71
	2,000x	40.0	13.3±2.51	21.7±5.28
<i>A. swirski</i>	500x	40.0	40.0±5.04	51.7±4.40
	1,000x	40.0	21.7±5.28	36.7±4.53
	2,000x	40.0	18.3±2.18	26.7±4.92
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	500x	40.0	15.0±4.06	46.7±2.89
	1,000x	40.0	11.7±3.86	23.3±3.95
	2,000x	40.0	5.0±1.01	23.3±3.84

Table 3. Emergence rate of major natural enemies after the application of neem and matrine extracts

Natural enemies	Dilution	No. of tested mummies	Emergence rate(%) of days after treatment		
			1	5	7
<i>Aphidius gifuensis</i>	500X	90.00	13.3±2.80	23.3±2.25	30.0±4.19
	1,000X	90.00	15.6±5.37	33.3±2.42	42.2±2.21
	2,000X	90.00	25.6±4.14	50.0±7.16	50.0±3.82
<i>A. colemani</i>	500X	90.00	16.7±2.17	37.8±2.30	52.2±5.89
	1,000X	90.00	26.7±1.89	45.6±2.94	62.2±3.01
	2,000X	90.00	34.4±1.43	51.1±3.98	66.7±2.04
<i>A. ervi</i>	500X	90.00	17.8±3.79	28.9±1.25	42.2±4.92
	1,000X	90.00	20.0±2.41	41.1±2.96	55.6±4.86
	2,000X	90.00	31.1±1.25	45.6±2.94	63.3±7.12
<i>Encarsia formosa</i>	500X	92.33	1.4±0.81	19.5±2.07	32.5±1.23
	1,000X	103.00	6.2±2.81	36.6±3.67	56.3±6.81
	2,000X	95.67	10.5±2.09	49.5±2.12	63.8±2.68
<i>Eretmocerus eremicus</i>	500X	114.67	4.7±0.82	30.2±4.70	38.7±3.55
	1,000X	108.67	8.6±1.94	35.9±4.11	49.4±2.51
	2,000X	91.33	16.1±1.57	48.9±2.24	60.6±3.05

잔효성이 떨어져 3일째에 10.9-3.9정도로 나타났다(Fig. 1). 반면에 1,000x 처리와 2,000x 처리의 경우 3일째에 접종하면 부의 수치를 나타내어 벼멸구들이 KNI3126을 살포한 유묘에서 더 많이 서식하는 결과를 보여주었다. Kim 등(2008b)은 벼멸구에 대한 식물추출물의 살충활성과 기피효과가 식물종과 부위에 따라 다양한 차이를 보여 상관관계가 성립되지 않는다고 보고하였는데, 본 실험에서도 KNI3126의 살충효과는 처리 1일째부터 아주 높게 나타나지만 기피효과는 높지 않게 나타남을 알 수 있었으며, 기피효과를 얻기 위해서는 남학술 전 부위, 캐슈나무 열매, 석류나무, 등나무 잎+줄기 추출물(Kim *et al.*, 2008b) 등을 혼합하여 새로운 친환경 자재의 개발이 필요하다. 배추좀나방 역시 벼멸구의 결과와 마찬가지로 살포 당일과 2일째에 접종한 500x 처리구와 살포당일 접종한 1,000x 처리구에서만 양의 수치를 보였으며, 다른 처리구에서는 모두 음의 수치를 나타내는 결과를 보여 KNI3126이 배추좀나방에 대한 기피효과는 약한 것으로 나타났다(Fig. 3). Liang 등(2003)은 님 관련 생물농약 3종이 산란 억제효과는 낮았지만 이들을 처리한 잎을 섭식한 경우 7일 이내 모두 죽었으며 섭식저해작용도 효과가 있다는 보고를 하여 본 실험 결과와 유사하였지만 기피작용에서는 차이가 있었다. 그러나 점박이응애의 경우 당일 500x 처리하고 당일 접종한 구에서 55.6의 높은 기피지수를 보였으며, 1,000x, 2,000x에서도 모두 양의 수치를 나타내어 점박이응애에 대해서는 기피효과가 높은 것으로 나타

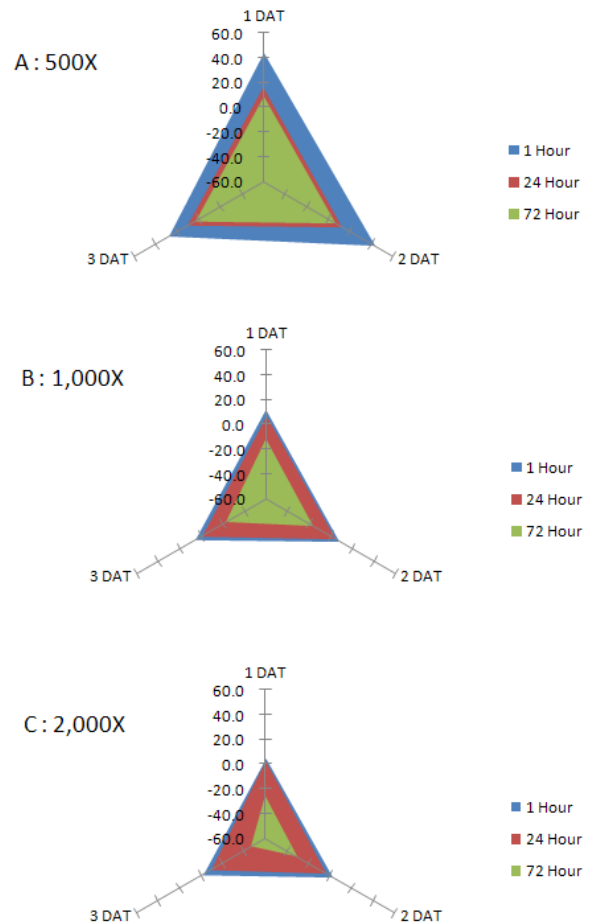


Fig. 1. Repellent index of plant extract made by neem and matrine against *Nilaparvata lugens*.

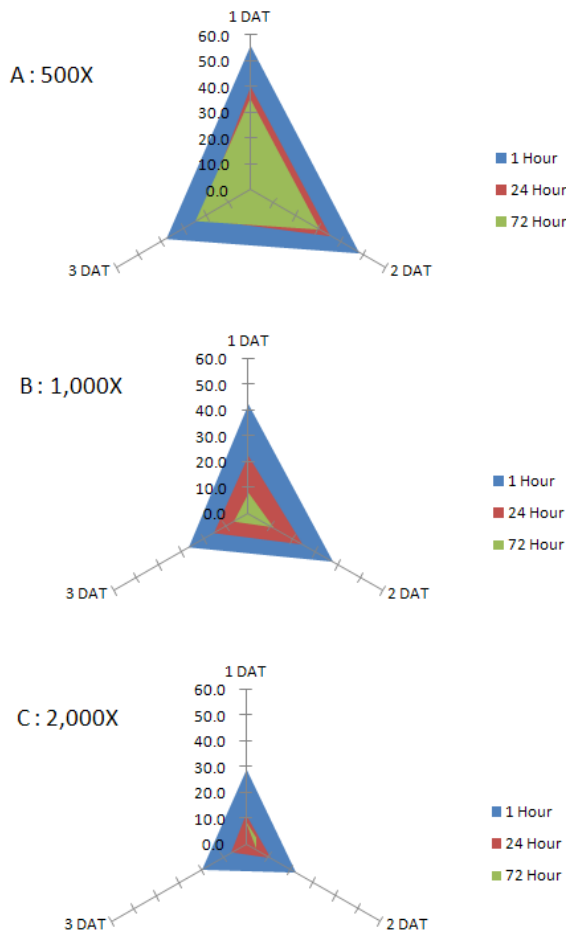


Fig. 2. Repellent index of plant extract made by neem and matrine against *Tetranychus urticae*.

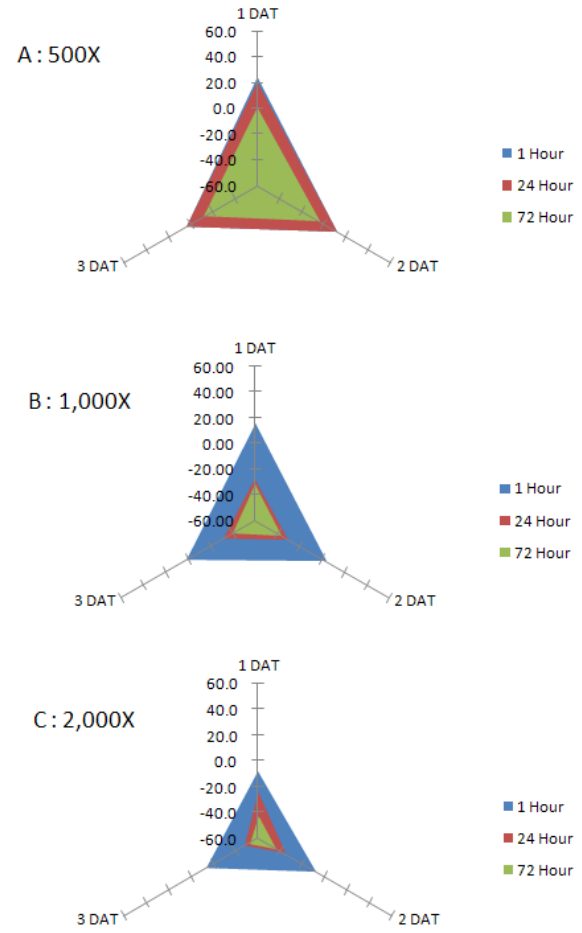


Fig. 3. Repellent index of plant extract made by neem and matrine against *Plutella xylostella*.

Table 4. Result of acute toxicity tests against plant extract made by neem and matrine

Studies	Test Animals	Result
Acute Oral Toxicity	SPF mice (ICR)	LD ₅₀ > 5,000 mg/kg
Acute Dermal Toxicity	SPF rats (SD)	LD ₅₀ > 4,000 mg/kg
Eye Irritation	Rabbit (NZW)	A.O.I* 0.0
Skin Irritation	Rabbit (NZW)	P.I.I.** 0.0
Acute Fish Toxicity	Carp	LC ₅₀ > 10 mg/L

* A.O.I: Acute ocular irritation index; ** P.I.I: Primary irritation index.

났다(Fig. 2). 멸구슬나무의 주요 성분인 azadirachtin은 200여종의 곤충에 대해 섭식저해효과가 있는 것으로 알려져 있지만(Ausher, 1995), 본 시험에서처럼 해충에 따라 기피효과의 차이가 나는 이유는 멸구슬나무 추출물의 농도에 따른 차이인 것으로 판단되므로 멸구슬나무 추출물의 농도에 따른 기피효과에 대한 추가적인 검토가 이루어진다면 KNI3126 (왕중왕에코®)보다 우수한 친환경자재

의 개발도 기대된다.

또한, 멸구슬나무와 고삼 추출물이 일정비율 첨가되어 있는 KNI3126의 안전성시험을 인축독성시험과 환경생태독성시험분야로 검토하였다(Table 4). 인축독성시험 수행한 결과 급성경구독성(LD₅₀ > 5,000 mg/kg)과 급성경피독성(LD₅₀ > 4,000 mg/kg)은 농약의 독성 구분을 적용할 경우 저독성으로 판정되었으며, 피부자극성(일차피부

자극지수 0.0)과 안점막자극성(급성안점막자극지수 0.0) 또한 무자극물로 판정되었다. 환경생태독성시험을 수행한 결과 잉어에 대한 급성독성시험(LC₅₀ > 10 mg/L) 또한, 농약의 독성 구분을 적용할 경우 어독성 III급으로 판정되어 친환경 자재로서 매우 안전한 것으로 나타났다. 유등(2006)이 언급한 바와 같이 특정 친환경 자재의 경우 천적에 대한 직접적인 독성뿐만 아니라 잔효독성도 강하게 나타나는 경우가 있으므로 친환경 자재 중 식물추출물을 기반으로 하는 자재의 경우 화학농약과 같이 급성경구독성, 경피독성, 어독성 등에 대한 안전성평가뿐만 아니라 피부자극성이나 안점막자극성 그리고 천적류와 방화곤충에 대한 안전성 평가도 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Literature Cited

- Amason, J.T., B.J.R. Philogene, P. Morand, K. Imrie, S. Iyengar, F. Duval, C. Soucy-Breau, J.V. Scaiano, N.H. Werstiuk, B. Hasspieler and A.E.R. Downe. 1989. Naturally occurring and synthetic thiopenes as photoactivated insecticides. pp. 164-172. In *Insecticides of Plant Origin*. (Eds. J.T. Amason, B.J.R. Philogene and P. Morand) ACS symposium series no. 387, American Chemical Society, Washington, DC.
- Ausher, R. 1995. Implementation of integrated pest management in Israel. In: *Bemisia. 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Ed. by Gerling, D.; Mayer, R. T. Andover, UK: Intercept. 171-176.
- Chauvin, R.C. 1946. Sur la substance guin dans les faulles de *Melia azadirach* response less criquez. *Acad.Sci. Paris*. 222: 41-414.
- Huff, R.K. 1980. The synthesis of 3-(2,2-dichloro vinyl)-1-methylcyclopropane-1,2-dicarboxylic acid. *Pestici. Sci*. 11: 141-147.
- Kang, M.K., E.J. Kang, H.J. Lee, D.H. Lee, H.B. Seok, D.A Kim, M.L. Gil, M.J. Seo, Y.M. Yu and Y.N. Youn. 2007. Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) in the Laboratory. *Korean J. Appl. Entomol.* 46(1): 87-95.
- Kim, D.I., J.D. Park, S.G. Kim, H. Kuk., M.S. Jang and S.S. Kim. 2005. Screening of some crude extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. *J. Asia-Pacific Entomol.* 8: 93-100.
- Kim, D.Y., M.S. Cho, S.Y. Choi, S.K. Paek, J.S. Kim, Y.N. Youn, I.C. Hwang, and Y.M. Yu. 2008a. Selection of Crop Protectant for Friendly Environmental Control of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 47(1): 45-50.
- Kim, Y.K., J.J. Kim and M.Y. Choi. 2008b. Insecticidal Activities and Repellent Effects of Plant Extracts against the Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens*). *Korean J. Appl. Entomol.* 47(1): 65-74.
- Kwon O K., H.S. Lee, K.S. Seong, Y.K. Kim. B.R. Choi. 1994. Identification of biologically active ingredient in *Sophora flavescens* Ait. against brown planthopper. *RDA. J. Agri. Sci.* 36(1): 366-369.
- Lavie, D., Jian, M.K. and S.R. Shapan-Gabrielith. 1967. A locust phago-repellent from two *Melia* spp. *Chem. Comm.* 1: 910-911.
- Leskovar, D.I., A.K. Boales. 1996. Azadirachtin: potential use for diamondback moth lepidopterous insects and increasing marketability of cabbage. *HortScience.* 31: 405-409.
- Liang, G.M., W. Chen, T.X. Liu. 2003. Effects of neem-based insecticides on diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Crop Protection.* 22: 333-340.
- Morgan, E.D. and M.D. Thornton. 1973. Azadirachtin in the fruits of *Melia azadirach*. *Phytochem.* 12: 391-392.
- Natural Chemistry Science Institute. 1996. *Research of natural chemistry science in Korea*. 396pp.
- Oelrichs, P.B., M.W. Hill, O.J. Valley, J.K. MacLeod and T.F. Molinski. 1983. Toxic tetranotriterpenes of the fruits of *Melia azedarach*. *Phytochemistry.* 22: 531-534.
- Park, J.H., K.Y. Ryu, H.J. Jee, B.M. Lee and H.G. Gho. 2008. Evaluation of Insecticidal Activity of Plant Extracts against Three Insect Pests. *Korean J. Appl. Entomol.* 47(1): 59-64.
- Ryuk, C.S. 1997. *Coloured medicinal plants of Korea*. Academy press. p. 665.
- Saxena, R.C. 1989. Insecticides from neem. In *insecticides of plant origin* (J.T. Amason, B.J.R. Philogene and P. Morand, eds.). ACS Symp. Ser. No. 387. Am. Chem. Soc. Washington, D.C., pp. 110-135.
- Schmutterer, H. 1980. Natural pesticides from the neem tree. *Proc. 1st Int. Neem Conf.* pp. 33-259.
- Schmutterer, H. 1988. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. *J. Insect Physiol.* 34:713-719.
- Song, C., G.H. Kim., S.J. Ahn, N.J. Park and K.Y. Cho. 1995. Acaricide susceptibilities of field-collected populations of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from apple orchards. *Korean J. Appl. Entomol.* 34: 328-333.
- Wheeler D.A. and M.B. Isman. 2001. Antifeedant and toxic of *Trichilla americana* extract against the larvae of *Spodoptera litura*. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 98: 9-16.
- Wink, M. 1993. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. Pp.171-213. In *Phytochemistry and Agriculture*. (Eds. Van T. A. Beek and H. Breteker) vol. 34. Clarendon, Oxford, UK.
- Yu, Y.M., E.J. Kang, M.J. Seo, M.K. Kang, H.J. Lee, D.A Kim, M.L. Gil and Y.N. Youn. 2006. Effects of Environment Friendly Agricultural Materials to Insect Parasitoids in the Laboratory. *Korean J. Appl. Entomol.* 45(2): 227-234.

(Received for publication February 4 2009;
revised March 2 2009; accepted March 5 2009)