

과제구분	기본	수행시기		전반기	
		연구분야	수행기간	연구실	책임자
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	연구실	책임자
경기북부 특화작물 경쟁력 향상 재배기술 개발	전특작	'20 ~	농업기술원 소득자원연구소	장정희	
울무 주요 해충 친환경 방제기술 개발	전특작	'21	농업기술원 소득자원연구소	장정희	
색인용어	울무, 유기농업자재, 조명나방, 파밤나방, 친환경 방제				

ABSTRACT

This experiment was conducted in 2021 to develop the eco-friendly organic agricultural materials for control against the major pests, *Ostrinia furnacalis* and *Spodoptera exigua*, in adlay. The three kinds of tested eco-friendly organic agricultural materials were EFAM A(gosam extracts 90%), EFAM B(neem extracts 60%) and EFAM C(citronella oil 30 + derris extracts 20 + cinnamon extracts 10%). All three kinds of commercialized organic materials showed a high control effect against *Ostrinia furnacalis* and *Spodoptera exigua* in adlay. In particular, EFAM C had the highest control effect of more than 90% on the two pests. Therefore, in the case of eco-friendly cultivation of adlay, productivity improvement can be promoted by foliar treatment of the three kinds of organic agricultural materials when *Ostrinia furnacalis* and *Spodoptera exigua* are abundant.

Key words : Adlay, Organic material, *O. furnacalis*, *S. exigua*, Eco-friendly control

1. 연구목표

울무(*Coix lacryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf.)는 주로 아시아 열대 및 아열대에 분포하는 1년생 초본식물로, 2020년 국내 울무 재배면적은 543ha로 소면적 재배작물에 해당하는데, 주요 생산지는 연천을 포함한 경기도가 309ha(56.9%)를 차지하고 있다(MAFRA, 2021). 울무는 필수 영양원을 함유하고 있어 울무쌀이나 울무차 등의 건강보조식품으로 이용되고 있으며(Yoon et al., 1997), Coixenolide 등의 생리활성물질이 함유되어 있어 항산화, 항염증 및 항고혈압 등의 다양한 약리효과도 인정되어 약용작물로 분류되어 있다(MAFRA, 2021; Lee et al., 2019).

울무의 재배시 발생하는 해충으로 2000년대 이전에는 조명나방, 멸강나방 등이 문제 되었으나, 최근에는 외래해충인 열대거세미나방, 미국선녀벌레 등의 피해도 발생하고 있다(RDA, 2021). 이중 조명나방은 무방제시 종실 수량이 약 24% 감소하는 등 가장 중요한 해충임에도 불구하고 울무에서의 방제 연구는 매우 미흡한 실정이다 (Chang et al., 2000).

조명나방(*Ostrinia furnacalis* Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae)은 한국, 중국, 인도, 일본, 대만, 베트남 등을 포함한 아시아에 주로 분포하며 러시아나 호주 등 일부 유럽과 오세아니아에서도 발견되는 해충이다(CABI, 2021). 주로 옥수수과 수수, 울무와 같은 벼과(Gramineae) 작물을 포함하여 목화, 토마토, 고추, 생강 등에 피해를 주는데(Jung et al., 2021a; Jung et al., 2021b; Kim et al., 2016; Caasi-Lit and Fernandez, 2006; Ishikawa et al., 1999), 전북지역 인삼 재배지에서도 발생한 사례도 있다(Kim et al., 2008). 조명나방은 5~7령의 유충기를 거치는데 옥수수나 울무의 경우 유충이 식물체의 잎을 비롯해 줄기나 이삭 안으로 파고 들어가 섭식하기 때문에 줄기와 이삭이 꺾여 종실 수확량을 떨어뜨리며(Jung et al., 2021b; Kim et al., 2016), 피해 부위로 *Fusarium*속 곰팡이의 2차 피해가 발생할 수도 있다(Blandino et al., 2015). 외국에서는 조명나방 피해로 인해 필리핀 20~80%, 태국 50~96%, 인도네시아 80%까지 옥수수 수량이 감소한 사례가 있으며(Daha et al., 2016), 국내에서는 조명나방에 의한 피해주율이 옥수수 94%(Kim et al., 2016), 울무 37.6%(Chang et al., 1998)까지 발생한 사례가 있다. 조명나방은 국내에서는 연중 3세대 발생하는데(Jung et al., 2021a; Kim et al., 2016), 1세대(6월)와 2세대(7월 중하순) 3령 유충이 줄기에 구멍을 만들어 칩입하기 전에 유충의 밀도를 억제하는 것이 매우 중요하다(Jung et al., 2021a).

파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 기주 범위가 광범위하여 파 이외에 감자, 고추, 담배, 대두, 딸기, 목화, 사탕수수, 양파, 옥수수, 토마토, 콩 등 거의 모든 작물을 가해하는 광폭식성 해충으로 많은 경제적 피해를 주는 밤나방과(Noctuidae) 농업해충으로 알려져 있다(Bhonwong et al., 2009). 국내의 경우 1년중 4~5회 발생하고, 남부지방의 경우 6월 초에서 11월 말까지 발생하여 9월 중순경이 발생 최성기로, 2000년 이후로 시설재배지가 늘어남에 따라 온실하우스에서는 시기와 지역을 불문하고 파밤나방에 의한 피해가 연중 발생하고 있다(Kang et al., 2008). 이렇게 경제적 피해가 심한 파밤나방 방제를 위하여 많은 화학 살충제를 사용하고 있으나, 파밤나방은 선천적으로 약제에 대한 저항성이 강하고, 장거리를 이동할 수 있는 해충으로 부화 유충이 집단으로 작물의 줄기 속에 들어가 가해하므로 약제에 노출될 기회가 적어져 방제가 어려운 난방제 해충이다(Kim et al., 2009). 또한, 지속적인 화학농약의 처리는 오히려 천적의 생태에 영향을 주어 생물학적 방제기능을 저하시키는 물론 환경오염 및 인축 독성에 심각한 문제를 야기하고 있다(Yang et al., 2002; Kim et al., 2004).

최근 들어 친환경 재배로 생산된 울무에 대한 소비자 요구도가 높아지고 있기 때문에 경기지역 울무 주산지인 연천군에서는 울무의 친환경 생산 비중을 높임으로써 지역특화작물로서의 입지를 더욱 공고히 하기 위해서 노력하고 있다. 따라서 본 연구는 울무 재배 시 가장 문제되는 해충인 조명나방과 파밤나방에 대한 친환경 방제기술을 개발하기 위하여 울무 주산지인 연천에서 3종의 유기농업자재에 대한 방제효과 검정을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 울무 조명나방과 파밤나방에 대한 유기농업자재 3종의 포장 방제효과 검정을 위해 경기도 울무 주산지인 연천에서 2021년 6월 중순부터 7월 하순에 걸쳐 수행하였다. 울무 시험품종은 경기도농업기술원에서 육성하여 연천지역 농가에서도 재배되고 있는 조숙 단간 다수성인 ‘조현(Johyun)’(Jang et al., 2005)을 이용하였다. 종자는 점파식 인력파종기(HG10A, Pyeongteak, Korea)를 이용해 80×30cm 간격으로 4월 27일에 직파하였고, 분수살수로 관수하여 생육관리를 하였으며, 유기농업자재 외에는 약제살포 없이 재배하였다. 유기농업자재 살포는 충전식 농약 분무기(KCS-432A, Ansan, Korea)를 사용하여 약액이 충분히 젖도록 처리하였다. 살충활성은 분무법(접촉독)을 이용해 검정하였다(그림 1). 조명나방 유충(3령)은 구당 50마리를 접종 후 유기농업자재를 처리하였고, 접종 7일차에 피해경률을 조사하였다. 파밤나방 유충(3령)은 구당 25마리를 접종 후 유기농업자재를 처리하였고, 접종 7일차에 생충률을 조사하였다. 시험구 면적은 구당 32㎡이었으며, 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 조명나방과 파밤나방에 대한 살충활성 검정에 이용한 유기농업자재는 현재 친환경 해충 방제용 유기자재로 널리 이용하는 3종을 사용하였다(표 1).

표 1. 울무 조명나방 및 파밤나방 방제용 유기농업자재

유기농업자재	주요성분(%)	추천농도 (희석배수)
EFAM ¹ A	고삼추출물 90	1,000
EFAM B	넝추출물 60	1,500
EFAM C	시트로넬라오일 30+데리스추출물 20+계피추출물 10	1,500

¹ Eco-friendly agricultural materials.



< 조명나방 유충 접종 >



< 조명나방 방제용 약제처리 >

그림 1. 유기농업자재 선발 시험 모습

3. 결과 및 고찰

3종 유기농업자재의 울무 조명나방 유충에 대한 방제효과는 표 2와 같다. 'EFAM C'(시트로넬라오일 30+데리스추출물 20+계피추출물 10) 90.2%, 'EFAM A'(고삼추출물 90) 78.9%, 'EFAM B'(넙추출물 60) 74.1%의 방제가를 나타내어 울무 조명나방 방제용 자재로 사용하기에 적당하다고 판단되었다. 또한 울무 파밤나방 유충에 대한 공시 유기농업자재의 방제가는 'EFAM C' 90.4%, 'EFAM B' 84.6%, 'EFAM A' 75.0%를 나타내어 울무 파밤나방 방제용 자재로도 사용하기에 적당하였다(표 3).

특히 경기도원에서 개발한 'EFAM C'(시트로넬라오일 30+데리스추출물 20+계피추출물 10)은 3종의 유기농업자재 중에서 조명나방과 파밤나방에 대해 가장 높은 방제가를 나타냈다(그림 2).

따라서 울무 친환경재배의 경우 조명나방과 파밤나방이 다발생할 때 상기한 3종의 유기농업자재를 경영처리함으로써 생산성 향상을 도모할 수 있으나, 피해가 심해질 우려가 있을 경우에는 살포간격 및 살포횟수를 조정해야 할 것으로 판단되며, 향후 이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

표 2. 울무 조명나방 유충에 대한 유기농업자재별 방제효과

유기농업자재	주요성분(%)	피해경율(%)				방제가 (%)
		1반복	2반복	3반복	평균	
EFAM A	고삼추출물 90	5.0	24.0	19.6	16.2b [↓]	78.9
EFAM B	넙추출물 60	34.2	15.5	10.0	19.9b	74.1
EFAM C	시트로넬라오일 30+ 데리스추출물 20+계피추출물 10	8.7	4.9	9.1	7.6b	90.2
무처리	-	56.3	88.9	85.2	76.8a	-

[↓] Means followed by the same letters within the columns are not significantly different at p=0.05 level by DMRT.

※ 조명나방 유충 50마리(3령)/구 접종 후 자재처리, 접종 7일차 피해경율 조사

표 3. 울무 파밤나방 유충에 대한 유기농업자재별 방제효과

유기농업자재	주요성분(%)	생충율(%)				방제가 (%)
		1반복	2반복	3반복	평균	
EFAM A	고삼추출물 90	8.0	24.0	20.0	17.3b	75.0
EFAM B	넙추출물 60	8.0	12.0	12.0	10.7b	84.6
EFAM C	시트로넬라오일 30+ 데리스추출물 20+계피추출물 10	4.0	8.0	8.0	6.7b	90.4
무처리	-	60.0	56.0	92.0	69.3a	-

※ 파밤나방 유충 25마리(3령)/구 접종 후 자재처리, 접종 7일차 생충율 조사

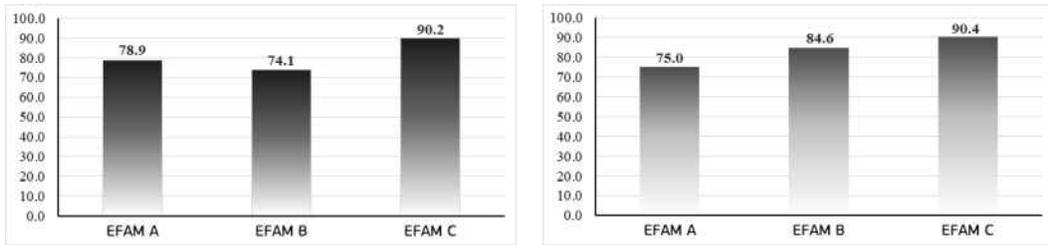


그림 2. 유기농업자재별 울무 조명나방(左) 및 파밤나방(右) 유충에 대한 방제율

4. 적 요

울무 친환경 재배에서 가장 문제 해충인 조명나방과 파밤나방에 대한 친환경 방제기술을 개발하기 위하여 2021년 울무 주산지인 연천에서 3종의 유기농업자재에 대한 포장 방제효과 검정을 시험한 결과는 다음과 같다.

- 가. 울무 조명나방 유충에 대한 공시 유기농업자재의 무처리 대비 살충활성 시험결과 ‘EFAM C’(시트로넬라오일 30+데리스추출물 20+계피추출물 10) 90.2%, ‘EFAM A’(고삼추출물 90) 78.9%, ‘EFAM B’(넝추출물 60) 74.1%의 방제율을 나타내어 방제용 자재로 사용하기에 적당하다고 판단되었다.
- 나. 울무 파밤나방 유충에 대한 공시 유기농업자재의 무처리 대비 살충활성 시험결과 ‘EFAM C’(시트로넬라오일 30+데리스추출물 20+계피추출물 10) 90.4%, ‘EFAM B’(넝추출물 60) 84.6%, ‘EFAM A’(고삼추출물 90) 75.0%의 방제율을 나타내어 방제용 자재로 사용하기에 적당하다고 판단되었다.

5. 인용문헌

- Bhonwong A, Stout MJ, Attajarusit J, and Tantasawat P, 2009. Defensive role of tomato polyphenol oxidases against cotton bollworm (*Helicoverpa aramigera*) and beet armyworm (*Spodoptera exigua*). J. Chem. Ecol. 35, 28–38.
- Blandino, M., Scarpino, V., Vanara, F., Sulyok, M., Krska, R., Reyneri, A., 2015. Role of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) on contamination of maize with 13 Fusarium mycotoxins. Food Addit. Contam. A, 32, 533–543.
- Caasi-Lit, M.T. and Fernandez, E.C., 2006. Survey of alternate host plants of Asian corn borer [*Ostrinia furnacalis* (Guenee)] in major corn production areas in the Philippines. Asian Int. J. Life Sci. 15, 47–71.
- CABI, 2021, *Ostrinia furnacalis* (distribution table), Available from <https://www.cabi.org/isc/datasheet/38026> (accessed on 30 December, 2021)
- Chang, S.W., Kim, H.D., Kang, C.S. and Kim, S.K., 2000. Control System of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee) in *Coix lacryma-jobi* L. var. ma-yuen Stapf. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8(1), 74–78.
- Chang, S.W., Yi, E.S., Kim, K.J. and Lee, H.S., 1998. Occurrence and Ecological Characteristics of *Ostrinia furnacalis* Guenee, in Adlay Field. Korean J. Medicinal Crop Sci. 6(4), 328–332.
- Daha, L., Amin, N. and Abdullah, T., 2016. The Study on the Roles of Predators on Asian Corn Stem Borer, *Ostrinia furnacalis* Guenee (Lepidoptera: Pyralidae). Online J. Biol. Sci. 6(1), 49–55.
- Ishikawa, Y., Takanashi, T., Kim, C.G., Hoshizaki, S., Tatsuki, S. and Huang, Y., 1999. *Ostrinia* spp. in Japan: their host plants and sex pheromones. In proceedings of the 10th international symposium on insect-plant relationships. 91, 237–244.
- Jang, J.H., Yi, E.S., Choi, B.Y., Kim, I.J., Park, J.S., Kim, S.K. and Kim, H.D., 2005. New Variety “Johyun” of *Coix lacryma-jobi* var. mayuen Stapf with Early Maturity and Short Plant Height. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(3), 122–125.
- Jung, J.K., Seo, B.Y. and Kim, E.Y., 2021a. Effects of Temperature on Survival, Development, and Reproduction of the Non-diapause Asian Corn Borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Crambidae). Korean J. Appl. Entomol. 60(4), 449–462.
- Jung, J.K., Seo, B.Y., Jung, I-H., Kim, E.Y. and Lee, S.W., 2021b. Application Timings of Insecticides to Control the First Generation of the Asian Corn Borer, *Ostrinia furnacalis*

- in Waxy Maize Fields. Korean J. Appl. Entomol. 60(4), 431-448.
- Kang E.J., Kang M.G., Seo M.J., Park S.N., Kim C.U., Yu Y.M. et al., 2008. Toxicological effects of some insecticides against welsh onion beet armyworm (*Spodoptera exigua*). Korean J. Appl. Entomol. 47, 155-62.
- Kim, H.J., Cheong, S.S., Kim, D.W., Park, J.S., Ryu, J., Bea, Y.S. and Yoo, S.J., 2008. Investigation into disease and pest incidence of *Panax ginseng* in Jeonbuk province. Korean J. Medicinal Crop Sci. 16(1), 33-38.
- Kim, M.J., Yoon, S.T., Lee, H.K., Jo, H.C. and Kim, S.I., 2016. Characterization of *ostrinia furnacalis* (lepidoptera: pyralidae) occurrence against maize and sorghum varieties in a paddy-upland rotation field. Korean J. Appl. entomol. 55(4), 329-336.
- Kim S.G., Kim D.I., Ko S.J., Kang B.R., Kim H.J., and Choi K.J., 2009. Determination of Economic injury levels and control thresholds for *Spodoptera exigua* on Chinese cabbage. Korean J. Appl. Entomol. 48, 81-6.
- Kim Y.M., Lee C.H., Kim H.G., and Lee H.S., 2004. Anthraquinones isolated from *Cassia tora* (Leguminosae) seed show an antifungal property against phytophthogenic fungi. J. Agric. Food. Chem. 52, 6696-9100.
- Lee, H.J., Lee, J.H., Jung, J.T., Lee, Y.J., Oh, M.W., Chang, J.K., Jeong, H.S. and Park, C.G., 2019. Changes in free sugar, Coixol contents and antioxidant activities of Adlay sprout (*Coix lacryma-jobi* L. var. ma-yuen Stapf.) according to different growth stage. Korean J. Medicinal Crop Sci. 27(5), 339-347.
- MAFRA, 2021. Production performance of special crop 2020. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 251pp.
- RDA, 2021. Pesticide Safety Information System. Rural Development Administration. Available from <https://psis.rda.go.kr>
- Yang Y.C., Lee S.G., Lee H.K., Kim M.K., Lee S.H., and Lee H.S., 2002. A piperidine amide extracted from *Piper longum* L. fruit show activity against *Aedes aegypti* mosquito larvae. J. Agric. Food Chem. 50, 3765-7.
- Yoon, W.B., Kim, B.Y. and Shin, D.H., 1997. Viscosity and dynamic rheological properties of Job's-tears as a function of moisture content. Korea J. Food Sci. Technol. 29, 932-938.

6. 연구결과 활용제목

- 울무 주요 해충(조명나방, 파밤나방) 방제용 유기농업자재 선발(영농활용)
- 울무에서 조명나방에 대한 몇 가지 살충제의 포장 방제 효과(논문게재)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'21
울무 주요 해충 친환경 방제기술 개발	책임자	소득자원연구소	농업연구사	장정희	시험총괄	○
	공동연구자	환경농업연구과 소득자원연구소	농업연구사	이영수	시험수행	○
		"	"	조동현	포장관리	○
		"	"	오도혁	"	○
		"	농업연구관	박중수	결과검토	○