

P001

New Record of Land Leech *Orobdella tsushimensis* (Hirudinida: Arhynchobdellida: Orobdellidae) in Korea

Hong-Yul Seo and Takafumi Nakano¹

National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea

¹Department of Zoology, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto, Japan

New record of family of arhynchobdellida leeches (Orobdellidae) from Gageodo Island is presented. We have surveyed for land leeches in Korea from July to September in 2011 and found 1 species. This is *Orobdella tsushimensis* Nakano, 2011, reported for the first time in Korean Peninsula. This species gets the following characteristics: IV unianulate; 1/2+5 annuli between gonopores; bottle-shaped gastroporal duct; and epididymides in XVII–XIX. According to their morphological features, the diagnosis of *O. tsushimensis* is slightly emended. Phylogenetic analyses using mitochondrial COI, tRNA^{Cys}, tRNA^{Met}, 12SrDNA, tRNA^{Val} and 16SrDNA markers show that the *Orobdella* specimen from Gageodo Isl. and *O. tsushimensis* from Tsushima Island, Japan, form a monophyletic clade and also confirm the identification of the *Orobdella* specimens from Gageodo Isl.

Key words: Hirudinida, Orobdellidae, *Orobdella tsushimensis*, new record, molecular phylogeny, Korea

P002

캄보디아 Seima 생물다양성 보호구역의 나비목 다양성 Lepidoptera Diversity of Seima Biodiversity Conservation Area, Cambodia

박보선, 레수안비, 채도영, 주영돈, 박종균¹, 배양섭

인천대학교 자연과학기술대학 생명과학과, ¹경북대학교 생태환경대학 생태자원응용학부

캄보디아는 북동쪽으로 라오스, 동쪽과 남쪽으로 베트남, 북쪽과 서쪽으로 태국과 접해있는 국가이다. 육지면적 181,035km²으로 국가의 53%가 산림으로 뒤덮여 있는 나라이다. 생물다양성 보호구역은 캄보디아의 남동쪽에 위치해 있다. 이 지역은 현재 생물다양성 집중지역으로 인식이 되고 있다. 생물다양성 집중지역은 좁은 지역에 특이하게 많은 종이 집중되어 있고 많은 멸종 위기에 처한 생물종이 있는 지역이다. 이곳은 5종의 포유동물, 2종의 조류, 2종의 파충류 등의 멸종위기 종이 다수 서식하고 있다. 현재 국제적인 NGO단체들이 보호구역을 중심으로 연구를 진행하고 있으나, 아직 이 지역에 곤충상에 대해서는 연구가 미흡한 실정이기 때문에, 신종 및 미기록종의 발견이 기대된다.

본 연구는 2009년부터 2011년까지 총 3년 동안 Seima 생물다양성 보호구역에서 sweeping, Light trap 등 다양한 방법을 이용하여 조사를 실시하였다. 곤충상을 조사한 결과, 나비목은 총 14과 122속 172종을 채집하였으며, Pyralidae가 44종으로 가장 많이 채집되었고, Geometridae 39종, Arctiidae 30종 순으로 채집되었다.

Key words: 캄보디아, 곤충상, 생물다양성 집중지역, 나비목, 곤충

Insect Expedition of Myanmar (Beetles)

**Ik Je CHOI¹, Jinyoung PARK¹, Yong Kyun OH¹,
Eun Young CHOI¹, Dong Pyeo LYU² and Jong Kyun PARK¹**

¹Department of Applied Biology, Kyungpook National University

²Department of Forestry, Sangji National University

Myanmar, which has a total area of 678,500 square kilometers (262,000 sq mi), is the largest country in mainland Southeast Asia, and the 40th-largest in the world. It lies between latitudes 9° and 29°N, and longitudes 92° and 102°E. Much of the country lies between the Tropic of Cancer and the Equator. It lies in the monsoon region of Asia, with its coastal regions receiving over 5,000 mm (196.6 in) of rain annually. Annual rainfall in the delta region is approximately 2,500 mm (98.4 in), while average annual rainfall in the Dry Zone, which is located in central Myanmar, is less than 1,000 mm (39.4 in). The average annual temperature is about 27°C (about 80°F). This expedition was conducted two times in two years (8.7~8.17, 2011; 2.2~2.9, 2012). As protected forest from government, these areas were almost natural conservation field. Pitfall trap, sweeping method, light trap and searching *etc.* were used to collect insect.

As the result, totally about 30 families in Coleoptera was collected, among them Oodes species of Carabidae was highest number and species in Chrysomelidae, Cicindelodae, Scarabaeidae and Dynastidae *etc.*, were collected. It was difficult to identification because of lack of references of this areas. Maybe lots of new or new recorded species will discover from Myanmar. Among Coleoptera species, with big sized beetles as the central figure, photos for species of dominant, rare, nominated species of new or new recorded were introduced, and also collecting sites and activities were presented.

Key words: Insect diversity, Beetles, Myanmar,

Cambodian species of the family Arctiidae (Lepidoptera, Noctuoidea)

**Bayarsaikhan Ulziiargal, Young-Don Ju, Xuan-Vi Le,
Thuch Phalla¹, Jong Kyun Park² and Yang-Seop Bae**

Department of Life Sciences, College of Natural Sciences, University of Incheon, Korea

¹Wildlife Protection Office, Cambodia

²Department of Applied Biology, Kyungpook National University, Korea

The family Arctiidae is a large and diverse family of moths with around 11,155 species of 750 genera (Heppner, 2005) in three subfamilies found all over the world, including 6,000 neotropical species (Scoble, 1995).

The family is characterized in the following characters (Kitching & Rawlins, 1999): hindwing with Sc+R and S fused for about 1/3 length of discal cell, occasionally completely fused, or only fused for 1/4 length of cell; almost always with either fore coxa, patagium, or abdomen orange or red and contrasting with color of dorsal thorax; metathorax with tymbal organs appearing as a striated band on katapisternum.

Taxonomic study of the Arctiidae in Cambodia has been done by a few foreign entomologists. As the results of this study, about 90 species of 40 genera belonging to Arctiidae were recorded from Cambodia, most of them are recorded for the first time in Cambodia. Besides, 12 species have not been identified yet. The materials for identification are based on the collection of University of Incheon, which were collected from 2009-2012 in Cambodia by Cambodian and Korean researcher.

Key words: Lepidoptera, Arctiidae, taxonomy, new record, Cambodia

P005

Wing variation and molecular identification of *Culex orientalis* (Diptera: Culicidae)

Hyunwoo Kim, Jong Yul Roh, Mi-Yeoun Park and E-Hyun Shin

Division of Medical Entomology, Center for Immunology and Pathology, Korea National
Institute of Health, KCDC, Korea

Culex orientalis is belonging to the *mimeticus* group of the genus *Culex* and shows various patterns of white pale spots on the wing and wing venation which cause an ambiguity to identify as this species. To confirm whether or not these variations are limited within the species, we observed 230 *Cx. orientalis* specimens collected in Korea and divided them into 51 variations according to their wing spots patterns. To compare a molecular similarity between the variations, the ITS2 regions of five major variations were analyzed. The results showed that there are more than 97% nucleotide sequence similarity between the variations as well as within a variation. This results suggest that the wing variations of *Cx. orientalis* are limited a within-species divergence. To further confirm, ITS2 regions of other species (*Cx. mimeticus* and *Cx. jacksoni*) in the *mimetiucs* group will be analyzed and compared with those of *Cx. orientalis* variations.

Key words: *Culex orientalis*, wing variation, ITS2, within-species divergence.

P006

DNA Barcode를 이용한 국내외 사슴벌레과의 분자생물학적 분류 동정 방법 연구

한정민, 홍기정, 황정훈

농림수산검역검사본부 식물검역부 위험평가과

사슴벌레과(Lucanidae)는 딱정벌레목(Coleoptera)의 풍뎅이상과(Scarabaeoidea)에 속하며, 세계적으로 약 1,000여 종이 알려져 있고 우리나라에는 17종이 서식하고 있다(백문기 등, 2010).

사슴벌레의 가장 큰 특징은 잘 발달된 큰 턱으로 그 생김새가 매우 다양하고 특이하여, 애완용 곤충 중에서도 가장 인기가 있다. 최근 외국의 애완용 사슴벌레류에 대한 관심과 국내반입이 증가하고 있다. 그러나 살아있는 곤충의 수입은 식물방역법에 따라 금지되어 있으므로 검역과정에서 지속적인 단속이 이루어지고 있다. 하지만 성충이 아닌 알 또는 유충은 분류동정이 힘들기 때문에 단속시 어려움이 큰 실정이다.

이에 외국산 애완용 사슴벌레류의 신속하고 정확한 분류동정을 위하여 mtDNA를 이용한 분자생물학적 분류 동정 방법을 구축하고자 2011년부터 DNA barcode를 활용하여 외국산 애완용 사슴벌레류의 연구를 하고 있으며, 현재까지 외국산 41종 318개체, 국내산 7종 23개체의 분석을 완료하였다.

검색어 : 사슴벌레과(Lucanidae), DNA barcode

P007

***Bradysia* (Diptera: Sciaridae) for the identification of larval stages on agriculture plants.**

Seunggwan Shin and Seunghwan Lee

Insect Biosystematics Laboratory, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

Many species of the genus *Bradysia* larvae are known as agriculture pest, because they are feed on stem or root of agriculture plants. Even though the damages are made by larval stages, the immature stages are hardly identified morphologically. The partial sequences of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene are constructed for 25 species of *Bradysia* with the identified voucher specimens. Comparing these data, *Bradysia procera*, and *B. sp.1 (tilicola* Group) could be identified from the larvae specimens by molecular COI universal region. *Bradysia atracornea*, *B. nomica*, and *B. difformis* are also confirmed from the larval samples in greenhouse crops, chinese cabbage, onion, and scallion etc. The mean Kimura two-parameter (K2P) interspecific divergence of genus *Bradysia* was 16.78%, and mean K2P intraspecific divergence was 0.52%. DNA barcodes are proved to be an available tool for the genus *Bradysia* identification.

Key words: Sciaridae, *Bradysia*, DNA barcode, greenhouse pest, pest identification.

한국의 등에모기(파리목: 등에모기과) 연구 현황

하수봉¹, 이흥식¹, 김홍철²

¹농림수산검역검사본부 식물검역기술개발센터, ²주한미8군

등에모기류는 암컷이 산란하기 위하여 흡혈하는 위생해충으로 전 세계적으로 BLU, Rift valley fever 등의 질병을 옮기는 매개곤충으로서 연구가 활발히 이루어지고 있다. 등에모기류는 전 세계에 총 5아과 119속 6000여종으로 기록되어있으며, 그 중 한국 곤충 총 목록(2010)에 수록된 한국산 등에모기류는 2아과 2속 31종으로 기록되어있다. 국내 등에모기류의 연구는 Arnaud(1956), Tokunaga와 같은 외국 학자들에 의해 초창기에 연구가 이루어졌으며, Cho and Chong(1974)은 전국적인 조사에서 미기록종 16종을 추가하여 30종의 한국산 등에모기의 목록을 발표하였다. 이 후 강철환과 유효석, (1997), 이유진과 홍한기(1994)에 의해 연구가 이루어졌다. 그 밖에 농촌진흥청에서 논생태계 조사 시 등에모기를 생물상의 일종으로 조사하였으며(한민수, 2008), 수서곤충상 조사 시에 생물상의 일원으로 조사가 이루어지고 있다. 이러한 연구들은 명확한 분류 동정이 된 상태에서 정확히 이루어지는 것이기 때문에 정확한 종동정을 위한 한국산 등에모기류의 분류학적 연구가 시급하다 할 수 있다. 주변국의 등에모기의 분류학적 연구현황을 살펴보면, 일본산 등에모기류는 4아과 15속 194종, 중국산 등에모기류는 4아과 35속 738종으로 기록되어 한국산 등에모기도 더욱 많은 종이 기록될 것으로 전망된다. 문헌 조사 결과 Tokunaga(1958), Das Gupta and Writh(1968)에 의해 한국산 2신종이, 북한산 등에모기는 Szadziewski and Havelka(1984)가 2종, Szadziewski(1992) 1종, Borkent and Grogan(1995)에 의해 1종이 신종 발표되었다. 한국산(북한산 포함)종으로 기록된 등에모기는 6속 37종으로 확인하였다. 앞으로 한국산 등에모기류의 분류동정 연구를 실시하며, 형태적 특징, 암수 및 유충의 일치화, 형태유사종의 구분을 위한 분자생물학적 연구 등을 통해 분류체계를 만들어 위생곤충으로서 연구에 기초를 제공코자 한다.

검색어 : 등에모기, Ceratopogonidae, Culicoides, Dasyhelea

Insect Expedition of Myanmar (Butterflies)

**Yong Kyun OH¹, Jinyoung PARK¹, Eun Young CHOI¹,
Ik Je CHOI¹, Dong Pyeo LYU² and Jong Kyun PARK**

¹Department of Applied Biology, Kyungpook National University

²Department of Forestry, Sangji University

Myanmar, which has a total area of 678,500 square kilometers (262,000 sq mi), is the largest country in mainland Southeast Asia, and the 40th-largest in the world. It lies between latitudes 9° and 29°N, and longitudes 92° and 102°E. Much of the country lies between the Tropic Of Cancer and the Equator. It lies in the monsoon region of Asia, with its coastal regions receiving over 5,000 mm (196.9 in) of rain annually. Northern regions of the country are the coolest, with average temperatures of 21 °C (70 °F). Coastal and delta regions have an average temperature of 32 °C (86.9 °F). This expedition was conducted two times in two years. First, collecting expeditions of insect were conducted in Popa resort, Myanmar from Aug. 7, 2011 to Aug. 17, 2011. Second, collecting expeditions of Insect were conducted in Alaungdaw Kathapa National Park (AK National Park), Myanmar from Feb. 2, 2012 to Feb. 9, 2012. As a Protected area of the Forest department, these areas were almost natural conservation field and limited to collection actions. Usually on day time, butterflies collected by sweeping net, like various plants, they shows high diversity. Some Papilionidae species are difficult to meet because they fly very high and fast, usually they visit to top of trees. Up to now, 60 species of 7 families were confirmed. Materials are expected more than 100 species belonging to 10 families but it was difficult to identification because of lack of references of this areas. Among them, with rare species, manifold butterflies are provided with photos, ecological notes and activities of Myanmar.

Key words: Butterflies, Myanmar

Is the *Ostrinia* spp. in the red bean is *O. zaguliaevi* or *O. scapularis*?

Jin Kyo Jung¹, Bo Yoon Seo¹, Jum Rae Cho² and Hae Chul Park²

¹National Institute of Crop Science, RDA

²National Academy of Agricultural Science, RDA

This study was conducted to identify an insect species in Genus *Ostrinia* (Lepidoptera: Crambidae) that gave serious damage to the red bean, *Vigna angularis*. The species has ever been described as *O. zaguliaevi* in the previous presentation (Jung *et al.*, 2010). Because, however, inconsistent information has been recognized for the species, we reviewed characteristics in morphological, molecular and sex pheromone levels, and host-range. Male genitalia had 3-lobed uncus and tibia of midleg showed massive type. The morphology indicated that the species might be one of *O. zaguliaevi*, *O. scapularis* and *O. zealis*. Partial nucleotide sequences of cytochrome oxidase subunit I (CO I) and II genes were not identical with those of the 3 species in GenBank, respectively. The deduced amino acid sequence of CO I was not identical with that of *O. zealis*. In the 23 analyses that sex pheromones were checked, (Z)-9-tetradecenyl acetate, which was reported in the sex pheromone components of both *O. zaguliaevi* and *O. zealis*, was not detected at all. An intensive study in Japan has reported that the feeding habit of *O. scapularis* is polyphagous, while that of *O. zaguliaevi* is monophagous (only in *Petasites japonicus*) (Ishikawa *et al.*, 1999). After considering all these information, we concluded that it is reasonable to decide that the insect species in the red bean in Korea is *O. scapularis*.

Key words: *Vigna angularis*, *Ostrinia scapularis*, morphology, cytochrome oxidase genes, sex pheromone

P011

A newly recorded genus *Cyphagogus* Parry (Coleoptera: Brentidae) in South Korea, with a discovery of a male of *Cyphagogus iwatensis* Morimoto

Jong-Ok Lim¹, Sang-Wook Park², Bong-Woo Lee¹ and Ki-Jeong Hong³

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum, Republic of Korea

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Republic of Korea

³Plant Quarantine Technology Center, Department of Animal and Plant Health Research, Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Republic of Korea

Brentidae, a family of primitive weevils, is associated with dead woods mainly in the tropical rain forests and includes approximately 1,750 species worldwide. The genus *Cyphagogus* has been known more than 60 species from Madagascar to Samoa and Fiji islands and from Japan to Australia and Tasmania. Twelve species were previously recognized from Asia and Oriental region, among them three species from Japan, two from China.

One male of the genus *Cyphagogus* was collected during faunal studies of wood-boring insects in the Gwangneung forest of South Korea in 2011. The species was identified as *C. iwatensis* Morimoto, which was described on two female specimens in 1976. This is the first discovery of the male of *C. iwatensis* as well as the first record of the genus and species in the country.

Diagnosis and photographs of the detailed diagnostic characters including line drawing of male genitalia are provided in the present study, with a key to the East Asian species of *bipunctatus*-group.

Key words: Brentidae, Coleoptera, *Cyphagogus iwatensis*, Korea, new record

P012

**Three newly recognized species of the subgenus *Linnaemya*
Robineau-Desvoidy (Insect: Diptera: Tachinidae)
in South Korea**

Jong-Su Lim¹, Il-Kwon Kim¹ and Ho-Yeon Han²

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Division of Biological Science and Technology, Yonsei University

In the process of revising the tachinid subgenus *Linnaemya* Robineau-Desvoidy of South Korea, three species are recognized as new to the country: *Linnaemya pallidohirta* Chao, *L. scutellaris* (Malloch) and *L. lateralis* (Townsend). They belong to the *oralis* species group of the subgenus. *L. scutellaris* (Malloch) and *L. lateralis* very closely resemble each other so that they need to be identified with caution. We here provide detailed redescrptions and illustrations with their diagnostic characters indicated.

Key words: Taxonomy, Diptera, Tachinidae, *Linnaemya*, *Oralis*, South Korea

P013

Two newly recorded species of Tineidae (Lepidoptera) from Korea

Bong-Woo Lee¹, Shin-Young Park¹, Yang-Seop Bae² and Bong-Kyu Byun³

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum, Republic of Korea

²Division of Life Science, University of Incheon, Republic of Korea

³Department of Biological Sciences, Hannam University, Republic of Korea

The family Tineidae (Lepidoptera), known as fungus moths or tineid moths, contains more than 3,500 species in over 320 genera (Robinson & Nielsen, 1993). It has been known 26 species in 17 genera from Korea (Byun *et al.*, 2009).

In this study, two species, *Monopis congestella* (Walker) and *Harmaclona tephrantha* (Meyrick), are reported from Korea for the first time. According to Nasu *et al.* (2008), larvae of *M. congestella* were founded from nests of Goshawk and Ural Owl and the species distribute South-East Asia and Japan. The genus *Harmaclona* is known from the Oriental, Ethiopian Regions and the New World but only from China in North-East Asia (Huang, 2010).

The adult photos and genitalia illustrations of those two species are provided.

Key words: *Monopis congestella*, *Harmaclona tephrantha*, Tineidae, Lepidoptera, Korea, new record

P014

댐 건설이 곤충다양성에 미치는 영향 - 경북 보현산 댐 -

최은영, 임자랑, 박종균

경북대학교 생물응용학과

보현산 다목적 댐 건설지역은 경상북도 영천시 화북면에 위치하며, 2009년 12월 7일부터 건설 시작되었다. 본 조사는 댐 건설로 인한 이 지역의 곤충상 변화를 알아보고자 실시하였으며, 댐 건설의 진행에 따른 주요종, 고유종 또는 특이종들의 변화과정과 종 구성 변화에 대해서도 알아보고자 하였다. 보현산 다목적 댐 건설지역을 총 3구역 7개 정점조사구를 설정하여 2010년 10월 2일부터 2012년 3월 17일까지 매년 4회 분기를 나누어 총 7회 현지조사를 실시하였다.

조사는 주간조사를 실시 하였으며 조사방법으로는 쓸어잡기법(sweeping), 털어잡기법(beating), 채어잡기법(brandishing), 흡충관 이용, 예상 서식지 조사 및 돌 들추기 등의 임의 채집법 등을 중심으로 조사지역 내의 여러 장소에서 실시하고, 서식 환경에 따라서 적절한 조사방법을 이용하여 가급적 다양한 분류군이 확인되도록 하였다.

그리고 현장에서 쓸어잡기법으로 조사된 채집물은 80% 이상 알코올 액침 또는 지퍼팩에 임시 보관하여 실험실에서 sorting, 실체현미경에서 동정, 분류하였다. 동정시 확인하는데 시일이 걸리는 미소종은 제외하였다.

조사결과 2010년 3분기 8목 26과 44속 47종, 2011년 1분기 6목 12과 24종, 2011년 2분기 9목 59과 149종, 2011년 3분기 10목 50과 121종, 2011년 4분기 10목 35과 84종, 2012년 1분기 5목 17과 33종이 출현하였으며 전체 조사결과는 총 13목 95과 306종으로 조사되었다.

검색어 : 보현산, 곤충 다양성, 다목적 댐

P015

부산지역 표토에 노출된 동물사체로 유인되는 검정파리과(Calliphoridae) 개체의 cytochrome oxidase subunit I 유전자 염기서열 다형성에 의한 동정

정재봉, 조영근, 윤명희

경성대학교 생물학과

사체의 사후경과시간을 추정하는데 사체에 출현하는 검정파리과 곤충을 이용할 때 파리 종의 정확한 동정이 요구된다. 최근 미토콘드리아DNA(mtDNA)의 염기서열이 종의 동정에 많이 이용되고 있으며, COI-II 유전자 부위는 상대적으로 염기서열 변화가 많기 때문에 종간의 분류를 위한 마커로 적합하다고 알려져 있다. 본 연구에는 부산에서 채집된 검정파리과에 속하는 파리들의 mtCOI의 염기서열을 분석하고, GenBank에 등록된 종들과 비교하였다. COI 염기서열의 한 부분을 증폭하여, 염기서열들을 398 bp 크기로 정렬하였다. 전체 34종의 계통수에서 *Lucilia* 와 *Calliphora* 속 사이는 확연한 계통학적 분리가 나타났지만, 동일 속내 일부 종 사이에서 계통학적 거리가 나타나지 않았다. 계통수에서 *C. stygia* 와 *C. albifrontalis*, *C. augur* 와 *C. dubia*, *L. cuprina*와 *L. sericata* 및 *L. caesar* 와 *L. illustris* 사이에서는 혼합된 집락이 나타났다. 전체 34종 가운데 표본이 1개체뿐인 종을 제외한 16종에서 종내 염기서열 변이도를 조사한 결과 ~ 0.044까지의 종내 염기서열변이도를 나타내었으며, 종 내의 염기변이결과로 각 종에 따라 1 ~ 17개의 haplotype 이 관찰되었다. 동일 종 내에서 다양한 haplotype이 보임으로서 종의 동정에 이용될 수 있는 염기서열의 정보가 매우 제한적임이 시사되었다. 다양한 지역에서 다수의 개체를 이용한 연구를 통하여 각 종들에 대한 종내 변이의 범위를 확인하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

검색어 : 법곤충학, COI, *Lucilia*, *Calliphora*, Diptera

P016

Taxonomic study of Spilomelinae (Lepidoptera, Pyraloidea, Crambidae) in Cambodia

**Mu-Jie Qi, Yong-Don Ju, Xuan-Vi Le, Bo-Sun Park, Hee-Jo Lee,
Min-Seon Kim and Yang-Seop Bae**

Department of Life Sciences, University of Incheon, Korea

As one of the subfamilies of Crambidae, Spilomelinae comprises about 3767 species in the world (Solis and Maes, 2002), and this subfamily is characterized by the following characteristics: Chaetosema absent, antenna filiform, labial palpus and proboscis well developed, forewing with R_3 and R_4 stalk at base, or R_2 , R_3 and R_4 stalked, but R_5 single, 2A and 1A form a loop; hindwing $Sc+R_1$ stalked with R_s ; male genitalia with gnathos absent or rudimentary, but uncus well developed, shape various.

Cambodia is a country that bordered by Thailand, Laos, Vietnam and Gulf of Thailand in Southeast Asia. The total area is 181,035 km². It is also a country with high biodiversity, of them, 212 mammal species, 536 bird species, 240 reptile species, 850 freshwater fish species, and 435 marine fish species, but only a few studies about the fauna of Lepidoptera there. Accordingly, to survey the diversity of Lepidoptera is of great significance for systematic study in Cambodia.

In this research, we started our survey from 2009, up to now, we got numerous Pyraloidea from Cambodia, in this study, we identified 48 species belonging to 36 genera of Spilomelinae, most of them are reported for the first time in Cambodia, and some specimen could not be identified which we will report in future. All the materials examined come from the collection of University of Incheon.

Key words: Pyraloidea, Crambidae, Spilomelinae, fauna, Cambodia

P017

Taxonomic Review of the Subtribe Athouina Candèze, 1859 (Coleoptera: Elateridae) in Korea

Taeman Han^{1,3}, Hae Chul Park¹, Young Bo Lee¹, Giuseppe Platia²
and Seunghwan Lee^{3*}

¹Applied Entomology Division, Department of Agricultural Biology, National Academy of
Agricultural Science, Suwon, 441-100 KOREA

²Via Molino Vecchio, 23/a, 47030 Gatteo (FC), ITALIA

³Division of Entomology, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University,
Seoul, 151-742 KOREA

We reviewed the Korean species belonging to the Tribe Dendrometrini. Of the previously recorded five species in Korea, *Athousius humeralis* (Miwa, 1927) and *Limoniscus rufipennis* (Lewis, 1894) are confirmed as the misidentification of *Ampedus basalis* (Mennerheim, 1852) and *Corymbitodes* sp., respectively. It is suggested to exclude these species in the Korean fauna. In addition, the records of *Limonius eximius* (Lewis, 1874) and *Limoniscus vittatus* (Candèze, 1873) are also questionable since no specimens available in this study. We actually examined three species throughout this study. *Limoniscus kraatzi* ((Candèze, 1879) is recognized as the mostly abundant species in the Korean fauna. A new species, *Cidnopus nigronitidus* sp. nov. and a new record of *Limoius scutellaris* (Dolin, 2003) comb. nov. are recognized in Korea.

Key words: Taxonomy, Coleoptera, Elateridae, Dendrometrini, *Cidnopus nigronitidus* sp. nov., Korea

Taxonomic Study on Subfamily Tortricinae (Lepidoptera, Tortricidae) from Northern Part of Vietnam

Xuan-Vi Le, Pham Thi Vuong¹, Do-Young Chae and Yang-Seop Bae

Department of Life sciences, University of Incheon, Korea

¹Plant Protection Research Institute, Vietnam Academy of Agricultural Sciences, Vietnam

Tortricinae is the one of three subfamilies (Tortricinae, Olethreutinae and Chlidanotinae) in the Tortricidae and widely distributed around the world. It has been divided into 11 tribes (Horak and brown, 1991). The subfamily can be distinguished from other subfamilies by the two rings of scale on each antenna segment, and the caulis articulated with the juxta by a short membrane. A total of 1010 named species are presenting in Palaearctic region (Razowski, 2008) including 382 species of six tribes are distributed in Europe (Razowski, 2003), more than 260 species were recorded from South East Asia (Robinson, Tuck and Shaffer, 1994).

The fauna of Tortricinae in Vietnam is poorly known even some expeditions were previously done by some foreign entomologist. For Vietnamese entomologist, the first investigation on insect pest of agricultural crops was done by National Institute of Plant Protection (NIPP) in the period 1977-1978 and 1997-1998 with only seven Tortricidae species were recorded. In the year, 2000 Kuznetsov annotated a list of 208 tortricid species from Vietnam. Recently, more than 80 species of 31 genera belong to Tortricinae are announced from 2008 to 2009 by Razowski. Of them, 33 species were described as new to science from Vietnam. At present, the tortricid fauna of Vietnam is estimated approximately 315 species (Svetlana V. Nedoshivina, 2010).

In this study we briefly reviewed of subfamily Tortricinae in Northern part of Vietnam. Totally, 28 species of 13 genera are recognized, but only 9 species were previously recorded. Besides, Some unidentified species are waiting for further study. The materials for identification are based on the collection of University of Incheon, which were collected from 2004-2010 in the Northern part of Vietnam by Vietnamese and Korean entomologist.

Key words: Lepidoptera, Tortricidae, Tortricinae, composition, Vietnam.

P019

갯개미자리(*Spergularia marina* (L.)) 주요해충 및 피해증상

백채훈, 이건휘, 최만영, 심형권, 노태환, 이경보

국립식량과학원 간척지농업과

최근 서남해안 일대를 중심으로 염생식물의 일종인 갯개미자리(*Spergularia marina* (L.))를 농가에서 소득작물로 많이 재배하고 있다. 갯개미자리에 발생하는 주요해충은 땅강아지(*Gryllotalpa orientalis*), 등심무늬들명나방(*Nomophila noctuella*), 목화진딧물(*Aphis gossypii*) 등 14종이다. 무가온 비닐하우스에서 갯개미자리를 재배시 작물의 생육시기별로 발생하는 주요해충을 조사한 결과, 생육초기(8~10월)에는 땅강아지, 집게벌레목(Dermaptera) 1종, 생육중기(10~11월)에는 검거세미나방(*Agrotis ipsilon*), 담배거세미나방(*Spodoptera litura*), 등심무늬들명나방, 채소바구미(*Listroderes costirostris*), 생육후기(3~5월)에는 목화진딧물, 뿌리응애(*Rhizoglyphus echinopus*), 가루응애과(Acaridae) 1종이 발생하여 피해를 주었다. 무가온 하우스에서 갯개미자리의 생육시기별 주요 피해증상으로, 땅강아지와 집게벌레목 1종은 땅 속을 파고 다니기 때문에 갯개미자리 유묘가 떠서 말라죽고, 검거세미나방, 등심무늬들명나방 유충은 땅 속에 숨어있다 밤에 나와 줄기를 잘라 먹으며, 뿌리응애와 가루응애과 1종은 뿌리를 가해하였다. 하우스 갯개미자리에 발생하는 해충의 대부분이 지상보다는 줄기나 뿌리에 피해를 주는 해충이었고, 목화진딧물만 지상부위를 가해하는 해충이었다.

검색어 : 갯개미자리, 땅강아지, 등심무늬들명나방, 목화진딧물, 피해, 발생

Ecological Characteristics and Damage of Maize Weevil and Indian Meal Moth

Geon-Hwi Lee, Chae-Hoon Paik, Man-Young Choi, Tae-Hwan Noh
and Hyeong-Kwon Shim

Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA

Maize weevil (*Sitophilus zeamais*) and Indian meal moth (*Plodia interpunctella*) are the dominant species among the stored grain insect pests of the rice grain and bran. This experiment was conducted to investigate developmental characteristic and damages of *S. zeamais* and *P. interpunctella* on the rice. Under five constant temperatures, 15, 20, 25, 30 and 35°C, developmental periods from egg to adult of *Sitophilus zeamais* were 43.0, 36.4, 29.2, 20.8 and 16.3 days, respectively. With egg periods being 9.6, 7.3, 5.2, 3.2 and 2.6 days, and larval periods being 25.2, 22.6, 19.8, 14.5 and 11.3 days, and adult periods being 129.3, 116.1, 108.6, 89.2 and 73.3 days, respectively. Damages of *S. zeamais* adult at 15, 20, 25 and 30°C were 67.2, 96.2, 134.0 and 174.5 for 24hr on the rice. Damages of *P. interpunctella* larval 15, 20, 25 and 30°C were 56.2, 78.3, 109.4 and 138.7 for 24hr on the rice. The duration of maximum occurrence were June to August for *S. zeamais*, late May to early August for *P. interpunctella*.

Key words: Stored grain insect pests, Maize weevil, Developmental periods, Distribution, Occurrence

P021

Which between acetylcholinesterase 1 and acetylcholinesterase 2 plays the major role in synaptic transmission in the Class Insecta?

Young Ho Kim¹ and Si Hyeock Lee^{1,2}

¹Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Most insects possess two different acetylcholinesterases (AChE1 and AChE2) but it remains unknown which AChE plays the major role in synaptic transmission. To investigate the evolutionary distribution of AChE1 and AChE2, the AChE with the main catalytic function in several insect species belonging to 18 representative orders was determined by native-PAGE in conjunction with Western blotting using AChE1- and AChE2-specific antibodies. Among the 98 insect species examined, AChE1 was expressed as the main enzyme in 65 species across diverse taxa. In the remaining species, however, AChE2 was expressed as the major enzyme. These findings are contrary to the common expectation that AChE1 is major enzyme in most insects, with the exception of Cyclorrhapha, and further demonstrate that the specialization of AChE2 as the main enzyme or the replacement of AChE1 function with AChE2 function were rather common events, having multiple independent origins during insect evolution. It was hypothesized that the generation of multiple AChE2 isoforms via alternative splicing has allowed the loss of *ace1* during the functional replacement of AChE1 with AChE2 in Cyclorrhapha. However, the presence of AChE2 as the main AChE in higher social Hymenoptera provides an example of the functional replacement of AChE1 with AChE2 without the loss of *ace1*. The current findings should provide valuable insights into which AChE has evolved to perform synaptic functions and to become the main insecticide target in different species.

phalocrocis medinalis (Guenée)] 개체군 밀도 변동 모델 개발 및 평가

박창균, 박흥현, 이시우, 김광호, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

흑명나방(*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée))은 인도 서부지역부터, 일본 북부지방까지 분포 가능한 해충으로 우리나라에서는 월동하지 못하고 매년 비래하여 벼에 피해를 주는 해충이다. 흑명나방 개체군 밀도의 효과적인 억제를 위해 적절한 방제시기를 예측하고 방제 수단을 동원하기 위해 발생량 및 발생 최성기를 추정 할 수 있는 수단이 필요하다. 따라서 본 연구는 온도 의존적 수리적 모델과 상용 프로그램을 이용하여 보다 정확한 흑명나방 개체군의 발육 및 밀도 변동을 예측하기 위하여 수행되었다. 예측 모델은 상용프로그램인 DYMEX[®] (Maywald *et. al.*, 2007)를 이용하여 구축하였으며, 구축된 모델은 Lifecyle 모듈을 포함한 8개의 모듈로 구성하였다. Lifecyle 모듈은 알, 어린유충, 노숙유충, 번데기, 성충의 5개 발육 단계로 구성하였으며, 각 영기의 발육을 계산에 사용된 비선형 모델은 변형된 Sharpe & DeMichele 함수를 사용하였다. 발육완료 함수는 2-parameter weibull 함수를 사용하였으며, 성충 산란모델은 총산란수함수, 사망률함수, 누적산란율 함수로 구성하였다. 성충의 성비는 0.5로 가정하였으며, 구축된 모델은 2005년 국립농업과학원 시험연구사업보고서 (박 등, 2005)에 수록된 자료를 이용하여 평가하였다. 평가 결과 초기밀도를 2005년 8월 4일 성충 46.0마리로 설정 후 프로그램을 구동한 결과 다음세대 성충 밀도 최성기는 9월 14일로 예측되어 육안조사 결과와 일치하였으나 성충 밀도는 1099.1마리로 추정되어 육안으로 조사된 364.9마리보다 약 3배 가까이 많았다. 실제 포장 밀도가 모델에 의해 추정된 밀도보다 크게 낮은 이유 중 하나는 본 모델에서는 실내 실험 결과 발생한 자연 사망률만 반영한데 반해 포장에서는 천적 등 다양한 사망요인이 관여하였던 결과로 추정되었다.

검색어 : 흑명나방, 개체군 밀도 변동 모델, DYMEX[®], 평가

비타민 A 강화벼에서 절지동물상 변화연구

박홍현, 정명표, 김양표, 김광호

국립농업과학원 작물보호과

2009년부터 2011년까지 3개년 간 경북 군위소재 GMO 격리포장에서 낙동벼와 비타민 A 강화벼에서 생물상 조사결과, 낙동벼 44-54과, 비타민 A 강화벼 44-50과의 분류군이 조사되었다. 연도별 채집된 개체수는 조사횟수에 영향을 받았지만, 처리 포장간에는 분류군수나 개체수는 유사했다. 조사된 생물상은 거미목을 비롯하여 곤충에 속한 것 중에서 노린재목, 매미목, 딱정벌레목, 벌목, 파리목에서 다양한 분류군들이 조사되었다. 기능군별 점유율은 해충과 부식자가 90%를 차지하였으며, 다음으로 포식자, 기생자, 기타 기능군순이었으며, 점유율 구성은 두 시험구간에 유사했다. 우점종은 갈따구, 멸구, 바구미, 진딧물, 굴파리 등이 우점했으며 낙동벼와 비타민 A 강화벼의 우점종 구성은 3개년간 유사하였다. 천적인 거미, 기생봉, 해충인 멸구, 바구미, 비해충 그룹인 갈따구, 톱토기에 대해서 시험구간 밀도비교와 밀도변화추이 비교결과, 시험구간에 유사하게 나타났다. 생물군집의 다양성지수-풍부도, 균등도, 다양도를 분석한 결과, 2009년에 비해 2010, 2011년에 다양도가 낮아졌으나, 시험구간 뚜렷한 차이는 없었고, cluster 분석에서도 시험구간 유사성이 매우 높은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구결과로 볼 때 비타민 A 강화벼 재배에 따른 곤충 및 거미상에서 큰 변화는 일어나지 않았다고 볼 수 있다.

검색어 : 비타민 A 강화벼, 벼 절지동물, 군집분석

Insecticidal capacity of recombinant baculoviruses to *Plutella xylostella* and *Spodoptera exigua* larvae

Myung-Pyo Jung¹, Hong-Hyun Park¹, Jae Young Choi and Yeon Ho Je²

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

This study was conducted to investigate the insecticidal capacity of recombinant baculoviruses to *Plutella xylostella* and *Spodoptera exigua* larvae. For recombinant viruses, *Bacillus thuringiensis* cry1-5 crystal protein gene was introduced into the genome by fusion of polyhedrin-cry1-5 under the control of polyhedrin gene promoter. Recombinant AcPolh5-3006BiKTT and AcPolh5-3006AvTox2 based on BiKTT and AvTox2, respectively, were constructed under the control of early promoter from *Cotesia plutellae* bracovirus. Mortality of *S. exigua* larvae was significantly higher when they fed on cabbage coated with ApEGFP (wild type) over 5.0×10^6 PIBs/ml. For AcPolh5-3006BiKTT and AcPolh5-3006AvTox2, mortality of *P. xylostella* and *S. exigua* larvae was significantly higher when they fed on cabbage coated with recombinant baculoviruses over 5.0×10^6 PIBs/ml and 1.0×10^4 PIBs/ml, respectively. The value of LD₅₀ was lower in the treatments with AcPolh5-3006BiKTT (*P. xylostella*: 1.2×10^6 , *S. exigua*: 1.3×10^4) or AcPolh5-3006AvTox2 (*P. xylostella*: 2.3×10^6 , *S. exigua*: 1.4×10^4) than the treatments with ApEGFP (*P. xylostella*: not estimated, *S. exigua*: 5.0×10^5). Survival time (ST₅₀) of *P. xylostella* larvae was much shorter at AcPolh5-3006BiKTT (29.6h) than AcPolh5-3006AvTox2 (46.2h) while that of *S. exigua* larvae was much shorter at AcPolh5-3006AvTox2 (95.1h) than AcPolh5-3006BiKTT (101.9h) or ApEGFP (130.7h). The two recombinant baculoviruses were more effective in *S. exigua* larvae but slower speed of action.

Key words: insecticidal capacity, recombinant baculovirus, *Plutella xylostella*, *Spodoptera exigua*

기후변화 시나리오 RCP 8.5에 따른 애멸구 발생 예측

정명표, 김광호, 박홍현, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

2013~2014년 발간 예정인 IPCC 5차 기후변화 평가보고서를 위해 국제사회는 표준 온실가스 시나리오를 Special Report on Emission Scenarios (SRES)에서 대표농도경로(Representative Concentration Pathway, RCP)로 새롭게 선정하였다. 국립기상연구소는 온실가스 배출 감속정책 이행 여부에 따라 4종의 RCP 온실가스 시나리오를 산출하였다. 본 연구에서는 4종의 RCP 시나리오 중에서 RCP 8.5 시나리오를 이용하여 애멸구의 세대수 및 발생일 변화를 예측하였다. 1980~2010년 전국 68개 지점의 평년기온을 바탕으로 Yamamura와 Kiritani (1998)년 개발한 연간 세대수 변화식을 이용하여 애멸구의 연간 세대수 변화를 산출하였으며, 유효적산온도법을 이용하여 애멸구 월동 후 1세대의 성충 50% 우화일을 산출하였다. 68개 지점의 산출된 결과를 바탕으로 kriging 방식을 이용하여 등일선을 도식화하였다. RCP 8.5 시나리오에 따라 한반도의 기후가 변화한다고 가정하였을 때, 애멸구의 세대수는 전국적으로 2050년에는 평균 2.0 ± 0.02 세대 증가하며, 2100년에는 5.2 ± 0.06 세대 증가할 것으로 산출되었다. 그리고 애멸구 월동 후 1세대 성충 50% 우화일은 2050년에는 평년 176.0 \pm 8.07일 대비 약 13일 빨라지고, 2100년에는 약 32일 가량 빨라질 것으로 산출되었다.

검색어 : 기후변화 시나리오, RCP 8.5, 애멸구, 세대수, 우화일

기후변화 시나리오 RCP 8.5에 따른 사과해충의 발생일 예측

정명표, 박흥현, 김광호, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

2013~2014년 발간 예정인 IPCC 5차 기후변화 평가보고서를 위해 국제사회는 표준 온실가스 시나리오를 Special Report on Emission Scenarios (SRES)에서 대표농도경로(Representative Concentration Pathway, RCP)로 새롭게 선정하였다. 이에 국립기상연구소는 온실가스 배출 감속정책 이행 여부에 따라 4종의 RCP 온실가스 시나리오를 산출하였다. 본 연구에서는 4종의 RCP 시나리오 중에서 RCP 8.5 시나리오를 이용하여 사과해충인 복숭아심식나방, 복숭아순나방, 사과굴나방의 성충 50% 우화일을 예측하는데, 각 종의 유효적산온도를 이용한다. 1980~2010까지 평년기온을 바탕으로 전국 68개 지점의 우화일을 산출하였으며, RCP 8.5 시나리오에 따른 각 해충들의 성충 50% 우화일을 산출하였다. 68개 지점의 산출된 결과를 이용하여 kriging 방식에 의해 등일선을 도출하였다. 복숭아심식나방은 평년 184.7일 대비 2050년에는 약 13일 빨라진 171.6일, 2100년에는 약 33일 빨라진 151.2일에 월동 후 1세대 성충의 50%가 우화할 것으로 산출되었다. 복숭아순나방은 평년 134.6일 대비 2050년에는 약 11일, 2100년에는 약 30일 가량 성충의 우화가 앞당겨 질 것으로 예측되었으며, 사과굴나방은 평년 117.3일 대비 2050년에는 약 12일, 2100년에는 약 35일 가량 성충 발생이 앞당겨 질 것으로 예측되었다.

검색어 : 기후변화 시나리오, RCP 8.5, 사과해충, 우화일

P027

주파수 및 음압 변화에 따른 아메리카잎굴파리 우화율 조사

지창우, 박창규, 이시우, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

최근 들어 음파를 이용한 작물의 해충 방제에 음파를 이용한 방제 연구가 시도되고 있다. 수컷의 구애노래를 이용하여 암컷을 포집하는 사운드 트랩(sound trap) 등에 관한 연구는 곤충의 소리를 이용하여 해충 방제에 활용하는 대표적인 방법으로 알려져 있다. 반면, 20 Hz 이하의 저주파 음은 해충 및 생물에게 스트레스를 발생시킬 수 있는 유해한 음으로 알려져 있다. 본 연구에서는 아메리카잎굴파리에 대한 저주파 음의 스트레스 효과를 조사하였다. 앰프 및 스피커(13 인치, 200 W)를 이용하여 20 Hz 사인파 순음을 음압에 따라 5일간 노출시켰다. 아울러 비교실험을 위해 실내에서 무음 상태로 우화율을 측정하였다. 86 dB에서의 아메리카우화율은 약 49%로 조사되었으나 67 dB 및 56 dB, 무음상태에서는 우화율이 80%로 차이가 나지 않았다. 본 연구를 통해 높은 음압의 저주파음은 아메리카잎굴파리 방제에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

검색어 : 아메리카잎굴파리, 우화율, 주파수, 음압

포도 캠벨얼리에 대한 꽃매미(*Lycorma delicatula*)의 피해정도 및 품종별 선호도

김선국, 이석호, 홍의연, 이기열, 김길하¹

충북농업기술원 포도연구소

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

평균적인 성장을 보인 3년생 포도 캠벨얼리(Campbell Early)를 선발하여 꽃매미 성충 10, 30, 50마리 및 무처리에 대한 포도의 엽장, 엽폭, 경장, 경태의 변화를 각각 처리 전, 처리 후 3일, 8일에 대해 vernier calipers (CD-20CPX, Japan)로 포도나무의 경시적 변화를 측정하였다. 꽃매미는 주로 줄기를 흡즙하지만 경장(셋째 마디의 길이)과 경태(셋째 마디의 두께)의 피해율은 8일 동안 2%이하를 보여 외관상 큰 차이를 보이지 않는 반면, 3일 이후 엽장과 엽폭의 피해율은 꽃매미의 마리수가 증가 할수록 피해 폭이 커지기 시작 하였는데, 엽장은 8일 후 30마리에서 19.3%, 50마리에서 41.8%를 보였고 엽폭은 30마리에서 10.5%, 50마리에서 45.4%의 피해율을 보였다. 이 결과를 토대로 노지 포도원에서 꽃매미가 대발생 하였을 경우 3일 안에 적용 약제로 신속하게 방제해야 경제적 피해수준을 최소화 할 수 있다고 판단된다.

국내 포도농가에서 주로 생산되고 있는 11개 품종에 대한 꽃매미의 품종별 선호도를 조사 하였다. 약충은 동양계 교잡종인 Jaok를 가장 선호하였고 다음으로 Stuben>Kyoho>Sheridan 순이었으나, 성충은 Steuben을 가장 선호하였고 다음으로 Campbell Early>Jaok>Sheridan을 선호하는 것으로 조사되었다.

검색어 : 포도, 캠벨얼리, 꽃매미, 피해, 선호도, 품종

무당벌레 장내세균의 물질 분해능력 확인

오산나, 진나영, 곽창순, 이유경, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

곤충의 장내 공생미생물은 곤충의 소화, 발육, 생존, 번식, 필수성분의 합성 등의 특수한 역할에 영향을 미치는 것으로 밝혀져 있다. 최근에는 여러 가지 물질을 분해하는 미생물을 이용하여 분해산물과 그 이용 방법을 개발해 다양한 분야에서 유용하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 포식성 곤충이며 진딧물의 생물학적 방제인자로 가장 많이 사용되고 있는 무당벌레(*Harmonia axyridis*)의 장내에 서식하고 있는 미생물의 분리 및 동정을 통해 무당벌레 장내미생물의 종류 및 분리된 장내미생물들의 casein, cellulose, chitin, lignin 분해능력을 확인하여 특정 분해능력을 가진 미생물을 선발하고자 하였다.

무당벌레 유충과 성충의 소화기관을 채취하고 마쇄하여 NA배지에서 배양한 후 장내세균의 분리 및 동정한 결과, *Arthrobacter*속 외 35균주가 확인 되었으며, 분리된 35개 중 10균주를 casein, cellulose, chitin, lignin을 첨가한 각각의 배지에서 배양하였다. 먹이로 공급된 무테두리진딧물 역시 마쇄하여 장내 미생물을 확인하였는데, *Staphylococcus sciuri* 를 포함한 5균주가 무당벌레에서와 동일하게 확인되었다. 무당벌레의 장내미생물을 casein, chitin, cellulose, lignin 첨가 배지에 배양한 결과 casein을 분해하는 3균주, chitin을 분해하는 2균주가 확인되었으며, cellulose와 lignin을 분해하는 균주는 확인 할 수 없었다.

검색어 : 무당벌레, 장내미생물

아시아매미나방 온도별 발육특성과 발생 예측 모델링

이광수¹, 류동표², 홍창기², 이홍식¹, 정철의³

¹농림수산검역검사본부 동식물위생연구부 식물검역기술개발센터

²상지대학교 산림과학과, ³안동대학교 식물외과학과

매미나방(*Lymantria dispar*)는 미국과 캐나다에서는 유럽계통 매미나방의 유입으로 큰 피해를 주고 있지만 생물학적 특성에 대해 명확히 연구되지 않고 있다. 본 연구에서는 매미나방의 온도별 발육특성을 연구하고 발생 예측 모델을 개발하여 검역 및 방제의 기초로 이용하고자 한다. 매미나방의 난괴는 월동 중인 것을 채집하였고 저온저장 후 활용하였다. 상대습도 70%, 명암14L:10D, 항온조건(15, 20, 25, 30℃)에서 발육기간과 발육율을 조사하였고 발생 예측 모델을 개발하였다. 부화한 유충의 온도별 평균발육기간과 발육율은 온도가 높을수록 짧아지는 선형 패턴을 보였다(평균발육기간; 암컷: 96.02, 56.19, 43.71, 35.71, 수컷: 93.01, 54.32, 40.54, 34.25, 발육율; 암컷: 0.0107, 0.0180, 0.0233, 0.0292, 수컷: 0.0109, 0.0185, 0.0253, 0.0303). 개발된 모델에 2010년도 기상청 온도자료를 적용하고 기본 부화시기를 4월 20일로 하였을 때 예측되는 매미나방 우화 최성기는 6월 22일부터 29일로 이는 실제 발생 시기보다 10일 빠른 것으로 나타났다.

검색어 : 매미나방(*Lymantria dispar*), 발육특성, 부화율, 발생 예측 모델

P031

***Diadegma fenestrale*, a larval parasitoid of Potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, and its parasitization characteristics**

Kim Juil, Kwon Min, Hong Eunju and Choi Junyeol¹

Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, RDA, Korea

¹Green Growth & Future Strategy Team, RDA, Korea

Potato tuber moth (PTM), *Phthorimaea operculella* (Zeller), is a serious pest of potato (*Solanum tuberosum* L.) plants in the fields from warm temperate to tropical climates, and tubers stored under ambient temperatures post-harvest. In recent years, concerns on PTM occurrence and damage to potato are increasing due to climate change resulted in global warming. To search potent natural enemies of PTM, we collected >150 PTM larvae from potato fields in Jeju-do in May, 2009 and then reared in the room until wasp adults emerging, which was identified by Lee J.W. as *Diadegma fenestrale* (tentative Korean name, 감자뿔나방맴시벌). This is the first report in Korea. When supplied 10% sugar solution on adults to rear, the longevity was 12.2 ± 2.0 day, which was much longer than supplied with only water (5.0 ± 1.4 day) or none (3.1 ± 1.1 day). When the 2nd larvae of PTM, 10 days after hatch, dwelled in potato tubers were supplied to parasitoid adults for parasitization, the developmental periods from egg oviposition to adult emergence was 24.0 ± 2.9 day, and the sex ratio of newly emerged adults was 0.27. The parasitization ratio indoor showed a kaleidoscopic characteristics, ranged from 30.0% to 71.4%. It represented that many factors might be related for the successful parasitization to PTM larvae.

Key words: *Phthorimaea operculella*, *Diadegma fenestrale*, rear, parasitization

썩덩나무노린재 밀도와 흡즙 시기에 따른 감귤 과실의 낙과율 및 저온저장시 부패율

김수빈, 장용석, 김용근, 현승용, 성영훈, 김민성, 김동순

제주대학교 식물자원환경전공 곤충생태학실험실

썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* Stal)는 다양한 과수와 콩류를 가해하는 해충으로 제주도에서는 감귤 과실을 흡즙하여 반점 형성부터 낙과에 이르기까지 극심한 피해를 입히는 해충이다. 썩덩나무노린재는 수확기에 근접하여 발생하여 방제여부 결정에 어려움을 초래하므로 이들 밀도와 흡즙 시기에 따른 노지감귤 낙과 및 저온저장시 부패율을 검정하여 화학방제의 필요성 여부를 검토하는 데 이용하고자 하였다. 실험 곤충은 2009년 실험실에서 수립된 계대사육 개체군을 이용하였으며 두 곳의 노지감귤 포장에서 2011년 9월에는 과실당 각 0.1, 0.2, 1마리, 10월에는 과실당 0.5마리가 되도록 접종하였다. 2010년에는 수확한 과실에 각 1, 2마리씩 접종하여 24시간 보관하였다. 가해한 과실들은 수확과 동시에 낙과율을 조사한 후 대조구와 함께 저온 (2010년: 5℃, 2011년: 4℃) 에서 45-50일간 보관하여 부패율을 확인하였다. 그 결과 9월에 피해를 입은 경우 썩덩나무노린재의 밀도가 과실당 1마리일 때 낙과율이 $76.08 \pm 5.74\%$ 로 높게 나타났다. 접종 밀도가 감소할수록 그에 따른 낙과율은 감소하여 과실당 0.2, 0.1마리일 때는 대조와 유의차가 없었다. 수확 후 저온저장했을 때 부패율은 2.00~13.89%로 나타났으나 대조와는 차이가 없었다. 가해시기별 감귤 과실의 낙과 및 부패율을 조사한 바, 10월에 썩덩나무노린재를 과실당 0.5마리 접종한 경우는 낙과율이 $7.78 \pm 4.34\%$, 부패율이 $8.37 \pm 4.40\%$ 로 대조와 유의차가 없었다. 수확기 과실에 접종한 경우는 저장 45일 후에도 부패과가 거의 나타나지 않았다 (0.00~0.03%).

검색어 : 감귤, 썩덩나무노린재, 낙과율, 부패율, 착색기

블록총채벌레 월동성충의 산란모형 및 포장적합

강성혁, 김수빈, 장용석, 김용근, 현승용, 김동순

제주대학교 식물자원환경전공 곤충생태학실험실

블록총채벌레(*Scirtothrips dorsalis* Hood)는 총채벌레목(Thysanoptera) 총채벌레과(Thripidae)에 속한 곤충으로 100종 이상의 식물을 가해하는 해충으로 알려져 있다. 감귤에서는 1996~1998년 처음 기록되었으며, 2006년 이후 감귤에 국부적으로 다발생하기 시작하였다. 블록총채벌레는 감귤과실이 착색되기 전에 회백색의 부스럼증상 또는 여기서 진전된 콜크화 증상을 유발하고 착색기에는 햇빛에 검붉게 그을린 듯한 증상을 유발하여 감귤에 심한 피해를 준다. 블록총채벌레의 포장발생 동태를 확인하고자 2010년과 2011년 3월부터 12월까지 서귀포농업기술센터 시험포장(녹차, 아왜나무)과 남원을 한남다원(녹차) 2곳에서 신초를 채집하여 발육단계별 밀도를 조사하였다. 월동성충 산란모형 작성을 위해 2011년 채집한 성충을 이용하여 온도별 산란수와 알 부화기간을 조사하였다. 성충은 3월 중순부터 관찰되어 연 5~6회 발생하였고 한남지역은 5~6월, 서귀포 지역은 7월에 가장 많이 관찰되었다. 월동성충이 낳은 알은 4월 첫째주에 처음 관찰되었다. 실내실험에서 월동성충 산란수는 21℃에서 가장 많았고, 수명은 33℃에서 가장 짧았으며 발육영점온도는 9.4℃, 적산온도는 283.4일로 조사되었다. 알 발육기간은 29℃에서 가장 짧았고 발육영점온도는 9.8℃, 적산온도는 101.5일로 조사되었다. 관찰된 자료를 이용하여 온도별 총산란수, 연령별 누적산란율과 연령별 생존률 등 부모형을 추정하여 산란모형을 작성하였다. 알 발육모형 및 발육완료 분포모형을 이용하여 알 발육단계 전이모형을 작성하였다. 월동성충 산란모형을 이용하여 산란수를 추정하고 실제 포장 관측값과 비교한 결과 큰 차이가 없었으며, 개체군 모형 작성에 이용이 가능하였다.

검색어 : 블록총채벌레, 녹차, 월동, 산란, 발육모형, 분포모형, 산란모형

초생재배와 합성피레스로이드계 조합처리가 굴응애의 발생양상에 미치는 단기효과

현승용, 김동순*

제주대학교 생명자원과학대학 식물자원환경전공 (*교신저자 dongsoonkim@jejunu.ac.kr)

굴응애(*Panonychus citri*)는 감귤의 중요한 응애류 해충으로 다른 잎응애류(Tetranychidae)와 같이 재배환경에 따라 발생양상이 달라지는 것으로 알려져 있다. 하지만 아직까지 굴응애의 발생변동 원인에 대한 정량적 또는 정성적인 측면에서 평가는 드문 실정이다. 따라서 본 연구에서는 감귤원에서 초생재배 유무(초생재배 W, 청정재배 NW)와 합성피레스로이드계 살포유무(살포 P, 무살포 NP)를 조합하여 처리하고 굴응애 발생밀도를 조사하여 비교하였다. 초생재배는 천적의 서식처를 제공하여 천적의 정착을 높이므로 굴응애의 발생을 감소시키는 요인으로 가정하였으며, 합성피레스로이드계는 천적의 정착을 방해하여 굴응애의 밀도를 증가시키는 요인으로 가정하였다. 조합처리에 대한 단기효과를 평가하기 위하여 굴응애 봄철 개체군(봄응애)과 가을철 개체군(가을응애)의 상대적인 크기를 비교하였다. 전체적으로 비교하였을 봄응애 대비 가을응애의 상대적인 증식배수는 $NW+NP > NW+P > W+NP > W+P$ 순으로 감소하였다. 초생재배시 상대적 밀도가 뚜렷이 감소하였으며, 합성피레스로이드계 효과는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 굴응애 당 이리응애 수의 상대적인 크기 변화는 $W+NP$ 처리구에서 크게 증가하였으며 $NW+NP$ 에서도 다소 증가하는 등 합성피레스로이드계를 살포하지 않았을 때 증가하였다. 기타 마름응애와 깨알반날개의 증가율도 합성피레스로이드계를 살포하지 않았을 때 증가하였다. 단기효과에 대하여 종합적으로 판단할 때 굴응애의 발생에는 초생재배의 영향이 더 중요하였고, 천적의 발생에는 합성피레스로이드계의 살포가 더 중요한 것으로 추정되었다. 양자의 상호작용에 대해서는 단기효과로 판단하기 곤란하였다.

검색어 : 굴응애, 초생재배, 합성피레스로이드계, 이리응애, 천적효과

P035

큰멋쟁이나비(*Vanessa indica*)의 형태적 특징과 발생생태

최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용, 박종대

전남농업기술원 친환경연구소

큰멋쟁이나비(*Vanessa indica*)는 성충이 아름다운 네발나비과의 정서곤충인데, 최근 영광 특산물인 모싯잎송편의 원료식물인 모싯잎을 집단재배하면서 모싯잎을 가해하는 새로운 해충이 되었다. 본 연구는 큰멋쟁이나비의 생태 및 방제의 기초자료를 얻고자 수행하였다.

큰멋쟁이나비 성충은 보통 기주식물 생장점 부근의 부드러운 잎에 한개씩 알을 낳는다. 알은 장경 0.75mm, 단경 0.65mm의 원통형이며, 전체적으로 초록색 바탕에 세로로 백색의 줄무늬가 11개 그려져 있다. 산란된 알은 25℃에서 2일만에 부화하며, 부화유충은 암갈색으로 견사를 내어 신초를 세로로 말고 그 속에서 엽육을 식해하며 성장한다. 유충은 5회 탈피하며 어린 유충의 등에는 성장하면서 암갈색 바탕에 황색 점무늬와 뾰족한 돌출가시가 몸 전체를 덮는다. 유충기간은 약 15일이며, 유충의 각 영기별 두정의 크기는 각각 0.4mm, 0.7mm, 1.3mm, 2.1mm, 3.4mm였으며, 번데기는 8일 동안 거꾸로 매달려 있으며 성충으로 우화한다.

모싯잎은 그대로 갈아서 송편을 만드는 원료로 사용하기 때문에 친환경적으로 방제하여야 한다. 식물추출물로 제조된 친환경 유기농자재로 등록된 11종의 약제와 나방용 살충제를 이용하여 살충효과를 검정한 결과 고삼추출물제 등 7종에서 95%이상의 살충율을 보였고, 살충제도 효과가 높았다.

검색어 : 갈색날개매미충, 부화율, 발육영점온도, 유효적산온도, 살란효과

온도별 발육모델을 이용한 갈색날개매미충(*Ricania* sp.)의 부화시기 예측

최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용, 박종대

전남농업기술원 친환경연구소

최근 경기, 충남, 전북, 전남지역에 발생하여 사과, 감, 산수유, 밤 등 각종 과수와 산림에 피해가 심한 갈색날개매미충(*Ricania* sp.)이 전남지역에서는 구례 산동면 일대의 286ha에 발생하였다. 갈색날개매미충은 1년생 가지내 산란에 의한 신초고사, 약충과 성충의 흡즙에 의한 양분손실 및 감로 배설에 의한 그을음병 유발의 피해를 준다. 따라서 본 연구는 갈색날개매미충의 적기방제에 의한 방제효율을 향상하고자 온도별 발육시험을 통한 알의 부화시기를 예측할 수 있는 발육모델을 개발하였다.

구례 산동의 산수유 가지에 산란된 난괴를 '12년 1월에 채집하여 항온기의 15, 18, 21, 24, 27, 30℃(14L-10D) 조건에서 부화소요기간과 부화율을 조사한 결과, 부화소요기간은 각각 51.1, 30.9, 24.6, 19.6, 17.0, 19.3으로 온도가 높을수록 기간이 짧아졌으며, 부화율은 56, 74, 75, 70, 73, 59%로 18~27℃에서 부화율이 비교적 높았다. 이를 근거로 온도와 발육속도와의 관계식은 $Y=0.0024X-0.0114$ ($R^2=0.8507$)이었으며, 알의 발육영점온도는 4.75℃, 유효적산온도는 429.3일도였다. '12년 순천기상대 자료를 이용하여 갈색날개매미충의 부화시기는 5월 10일경으로 예측되었다.

몇가지 약제를 이용하여 갈색날개매미충 알의 살란효과를 조사한 결과, 무처리의 부화율이 65.1%였으나 클로르피리포스수화제는 전 농도처리에서 부화하지 않아 살란율이 높았으며, 다른 약제는 부화율을 약간 낮추는 효과가 있었다.

검색어 : 갈색날개매미충, 부화율, 발육영점온도, 유효적산온도, 살란효과

인공야간조명의 곤충 유인특성과 생태영향

Attraction characters of insects and ecological effect by the artificial night lighting

이희조, 김용기, 주영돈, 박보선, 김민선, Le Xuan Vi, Qi Mu-jie, Ulziijargal
Bayarsaikhan, 배양섭

인천대학교 생명과학과

인공야간조명에 유인된 곤충은 대부분 그대로 죽게 되고, 생태계 내에서 1차 또는 2차 소비자의 역할을 하는 곤충의 개체군 감소로 인한 생태계 피해는 매우 심각하다고 할 수 있다. 본 연구를 통해 각 조명의 곤충 유인특성을 알아내고 주변생태에 영향을 덜 미치는 조명을 제안하고자 한다.

조사는 2011년 6월에서 8월에 걸쳐 인공야간조명과 이격된 총 5곳의 산지에서 30W의 백열등, 형광등, 할로겐등, 삼파장등, LED등을 이용한 첫 번째 유인실험을 5회 반복 실시하였고, 50W의 수은등, 나트륨등, 메탈할라이드등을 이용한 두 번째 유인실험을 총 6회 반복 실시하였다. 전등 주변 가로 세로 1m X 1m에서 유인된 곤충을 전량 채집하여 동정 및 종수와 개체수를 계수하였다. 군집분석에는 우점도, 균등도, 풍부도, 다양도를 이용하였으며, 사용된 모든 조명에 대해서는 조도와 UV-A량을 측정하였다.

실험결과 인공조명의 특성에 따른 곤충유인특성을 분석해 보면 첫 번째 실험은 조도는 가장 낮지만 UV-A의 측정값이 가장 큰 형광등에서 가장 많은 수의 곤충이 유인되었으며, 조도는 가장 높지만 UV-A의 측정값이 0인 LED등에서 현저하게 적은 수의 곤충이 유인 되었다. 다양도와 풍부도는 UV-A 그래프와 유사한 형태이고 형광등에서 가장 높고 LED에서 가장 낮았으며, 균등도에는 큰 차이가 없었다. 두 번째 실험에서 수은등이나 메탈할라이드등의 곤충유인율과 다양도, 풍부도, 균등도에는 큰 차이가 없으며, 조도가 가장 높지만 UV-A의 측정값이 현저히 작은 나트륨에서 적은 유인률과 낮은 다양도, 풍부도, 균등도를 나타냈다. 결론적으로 인공야간조명은 생태계에 악영향을 끼치며, 설치해야하는 경우 LED등이나 나트륨등과 같이 동일한 와트(W)내에서 조도는 밝지만 UV-A 방출량이 적은 조명을 제안한다.

검색어 : 빛공해, 인공야간조명, 생태영향, 곤충유인특성, 조도, UV-A

P038

우포늪 주변 육상곤충상에 관한 연구 Terrestrial insect fauna of Upo swamp

주영돈, 치무지에, 박보선, 이희조, 배양섭

인천대학교 생명과학과

경상남도 창녕군에 위치하고 있는 우포늪은 약 70만평 규모로 우리나라 최대의 자연 늪지이다. 이와 같은 가치를 인정받아, 1997년에는 생태계보전지역 중 생태계특별보호구역으로 지정되었으며 1998년에는 람사르협약 보존습지로 지정되었다. 본 연구는 다양한 우포늪의 생태계 구성원 중 육상곤충의 전체적인 서식분포와 밀도를 조사하였으며, 시기에 따른 변화양상을 비교하였다. 우포늪 주변을 4개 지점으로 나누어 2011년 6월, 7월, 9월 총 3회 조사를 수행한 결과 총 10목 68과 183종이 발견되었다. 조사된 분류군들의 군집구조를 살펴보면 딱정벌레목이 38종(R.D 20.77)으로 구성비가 가장 높았고, 그 외 노린재목 37종(R.D 20.22), 메뚜기목 25종(R.D 13.66), 파리목 24종(R.D 13.11), 벌목 18종(R.D 9.84), 잠자리목 16종(R.D 8.74), 나비목 11종(R.D 6.01), 매미목 10종(R.D 5.46), 사마귀목 3종(R.D 1.64), 집게벌레목 1종(R.D 0.55)의 구성비를 나타냈다. 딱정벌레목의 잎벌레과 및 노린재목 메뚜기목 등 초지에서 주로 발견되는 종들의 다양성이 높게 나타난 것은 우포늪 주변이 낮은 산지 및 초지로 이루어진 특징을 잘 반영하고 있었다. 하지만 스위핑을 통한 채집을 주로 사용하면서 잠자리목 등 움직임이 빠른 분류군은 기대하는 종다양성에 비해 낮은 종수가 확인된 것으로 판단된다.

검색어: 우포늪, 육상곤충상, 초지성 곤충

Distributional analysis of insect from urban restoration stream of Cheonggyecheon, Seoul

Young-Don Ju, Jong-Gab Kim¹, Do-Young Chae and Yang-Seop Bae

Department of Life Science, College of Natural Sciences, University of Incheon

¹Department of Environment, Isan Corporation

The Cheonggyecheon was restored at 2006 by Seoul City Government. This unprecedented large scale restoration suggests the possibility of fulfill the harmony between human and natural environment. Especially Cheonggyecheon is now attention as the urban ecology stream, there are many insect communities which have high environmental adaptability exist with the other living organisms. In this study, we focus on insect diversity from urbun restored stream of Cheonggyecheon. Totally 18 times surveyed by day and night collecting during 2007 to 2010. The daytime survey for insects was carried out 14 times and night was 4 times. Daytime collecting method were sweeping, beating, brushing and several methods were used depending on the conditions and night collecting by light trap. The collecting results of survey sites are as follows: 174 species, 67 families belonging to 11 orders were recorded in the year 2007; 192 species, 70 families belonging to 10 orders were recorded in the year 2008; 206 species, 72 families belonging to 11 orders were recorded in the year 2009; 248 species, 94 families belonging to 12 orders were recorded in the year 2010; total 433 species, 125 families belonging to 13 orders were recorded. The result of this study showed that, biodiversity of insect was continuous increased after restored.

Key words: Biodiversity, Restored streem, Cheonggyecheon

파 포장에서 파밤나방 성충 발생 조사와 성충우화 모델검증

박마라나, 이선경, 유주원, 이준호

서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

본 연구에서는 파밤나방 조사를 위한 페로몬 트랩의 효율성을 알아보기 위하여 2010년 7월 29일부터 10월 29일까지 충청남도 아산시 친환경 파 포장에 편넬트랩, 원트랩, 델타트랩, 투명트랩 4 가지를 설치하여 성충 발생 밀도를 조사하였다. 델타트랩이 가장 많은 파밤나방 성충이 포획되어 페로몬 트랩 중 가장 적합한 형태임을 확인하였다. 따라서 델타트랩을 이용하여 2011년 2월부터 9월까지 아산시 친환경 파 포장 3곳과 제주도 파 시험포장 1곳에서 파밤나방 성충의 발생을 조사하였다. 조사 결과, 아산시 포장에서 최초 성충 채집일은 5월 6일이었고, 연중 2번의 성충 발생 최성기를 나타냈다. 제주도 포장은 4월 12일에 성충이 최초로 채집되었으며, 연중 총 3번의 발생 최성기를 보였다. 기 작성된 번데기 단계의 온도발육모델을 이용하여 실내 변온 조건에서 총 2회에 걸쳐 검증 실험을 실시하였다. 변온조건에서 우화한 성충의 개체수를 누적하여 번데기 단계의 발육완료시기 분포모형에 $(f(Px) = 1 - \exp(-((Px - 0.3987)/0.5972)^{4.909}))$ 적용 한 결과, 본 모형이 파밤나방 성충의 우화를 예측하기에 적합함을 알 수 있었다.

검색어 : 파밤나방, 페로몬트랩, 성충우화, 모델검증

P041

An effect of ph and water hardness on the growth of *Heterocypris incongruens* (Ostracoda)

Yongeun Kim, Yun-sik Lee, Myeong seob Kim, Hyoung-ho Mo and Kijong Cho*

¹Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

We evaluated the effect of water pH (6, 7, 8 and 9) and hardness (40mg/L and 160mg/L as CaCO₃) on the growth of *H. incongruens*. Both water pH and hardness affected the growth parameter of *H. incongruens* such as head capsule width and maturity time. The head capsule width of the adults in the highest pH condition was 9.7% increased compared to the lowest pH condition. The maximum difference of the maturity time was 192 hours among the test conditions.

Overall, as water pH level increase makes head capsule size of the test animal large, the inter-molt period and maturity time become shorter significantly. The effect of water hardness increasing showed a similar tendency with pH level. Especially, the difference of the growth parameter among the test conditions was increased by growing test animal. There are strong correlation between available amount of intake calcium and growth parameters of test animal. These results indicate that because of calcium demand for growth, water pH level and hardness are the important effect factor in life-cycle of the *H. incongruens*.

Key words: *Heterocypris incongruens*, Environmental factor, pH, water hardness, head capsule width, maturity time

Temperature-dependent life history traits of *Paranura rosea* (Collembola: Neanuridae)

Yun-Sik Lee, Nan-Hee Yang, Jino Son, Yongeun Kim, Myeongseop Kim,
Hyoung-ho Mo and Kijong Cho

¹Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

A new collembolan species (*Paranura rosea*) which was native to Korea was selected for evaluating the effect of temperature on their biology. Development, and reproduction of *P. rosea* were investigated at 15, 20, 25 and 30°C. Hatchability of egg was not affected by experimental temperature, and the lower threshold temperature for development of *P. rosea* was estimated to be 7.53°C. The temperature reduced the juvenile and adult (maturity period). The intrinsic rate of natural increase and finite rate of increase per week at 20°C which are maximum values showed significant difference with other experimental temperatures. Survival rate, cumulative reproduction and head capsule width was fitted by several models. Especially, the model which fitted for estimating head capsule width was used to determine their life stage. Estimated head capsule width of *P. rosea* at the initial oviposition varied with temperature from 0.36 ± 0.007 to 0.45 ± 0.007 with maximum at 20°C and minimum at 30°C, and significant difference was observed at all the experimental temperature ($P < 0.05$). However, estimated head capsule width at the last oviposition showed different statistically result at only 30°C. Molting frequency per week of one *P. rosea* was increased as the temperature increased. Based on this study, temperature greatly influenced on their life stage and reproduction. Therefore, relationship between temperature and *P. rosea* is very important for understanding their biology.

Key words : *Paranura rosea*, Temperature development, Life table statistic, Head capsule width, Life stage

Morphometrics of the final instar exuviae for four cicada species occurring in urban areas of central Korea

Hyung-Yun Lee¹, Seung-Yoon Oh² and Yikweon Jang¹

¹Department of Life Sciences, Ewha Womans University

²School of Biological Sciences, Seoul National University

Cicadas that produce loud calling songs for mate attraction can be a nuisance to city dwellers in Korea. The exuviae of final instars can be used for estimation of population density. To provide a key for species identification, we investigated morphological characteristics of final instar exuviae for four cicada species that are abundant in urban areas of central Korea: *Cryptotympana atrata*, *Meimuna opalifera*, *Oncotympana fuscata*, and *Graptopsaltria nigrofuscata*. Eight morphological characters were used for statistical analyses. The results of a general linear model showed that species and sex were significant for morphological characters and that mean values of most of the morphological characters measured were significantly different among four cicada species. *C. atrata* and *M. opalifera* were separated from the other species in most characters measured. Although *O. fuscata* and *G. nigrofuscata* were not distinguishable based on size-related characters, these two species differed in femoral tooth angle. Therefore, the exuviae of all four cicada species can be easily distinguished based on the morphological characters used in this study.

Key words: cicada, *Cryptotympana atrata*, exuvia, *Graptopsaltria nigrofuscata*, *Meimuna opalifera*, *Oncotympana fuscata*

P044

Stress response to acoustic stimuli in an aphid: A behavioral bioassay model

Yerim Lee, Hyojoong Kim and Yikweon Jang*

Division of EcoScience and Research Institute of EcoScience, Ewha Womans University

The green peach aphids, *Myzus persicae* (Sulzer), feed consistently and regularly throughout all stages of nymphs and adult. That is, honey dew production (HDP), which indicates a state of feeding, occurs at regular intervals within a given stage, and moving (MV), which interrupts feeding, tends to occur scarcely. We used these behaviors to test whether the sound stimuli acted as a stress in this species. We conducted the playback experiment in which acoustic stimuli with a combination of five frequency (100, 500, 1000, 5000, and 10000 Hz) and three intensity levels (66, 78, 90 dB SPL) were presented to all stages of aphids. Under all acoustic stimuli, HDP occurred less often, and MV occurred more often and longer. The results of two-way multivariate ANOVA showed that the stimulus frequency was a significant factor for variation in aphid behaviors in the playback experiment. However, there was no intensity effect on aphid's behavior. Based on the electrical penetration graph experiment, aphid feeding was frequently stopped and lasted only for short durations under acoustic stimuli. The results of both experiments demonstrated that the acoustic stimuli were effective in inducing feeding suppression in this species. Thus, the acoustic stimuli may be a stressor in the green peach aphid. Furthermore, the behavioral bioassay employed in this study may be used to assess the effect of various stressors on aphids.

Key words: *Myzus persicae*, feeding suppression, playback experiment, EPG

P045

제주도내 볼록총채벌레의 온도 및 시기별 월동 양상

황록연, 현재욱, 이평호, 오승협

농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장

제주도의 감귤과원에서 점차 문제가 되고 있는 볼록총채벌레의 온도 및 시기별 월동 양상을 알아보기 위하여 비가림 시설내의 키위포장 1곳, 노지 녹차밭 1곳, 가온시설내의 한라봉 포장 1곳, 가온시설내의 천혜향 포장 1곳, 노지온주밀감 포장 2곳 총 6곳의 식물잔재물 1kg, 흙3kg 각3반복을 조사하였다. 12월 22일부터 1개월 간격으로 3월 23일까지 4차에 걸쳐 식물잔재물과 흙을 채취 하고 35×45×8cm 의 검은종묘상자에 넣은 후 같은 크기의 밀판을 자른 종묘상자를 뒤집어 위에 덮고 끈끈이 트랩이 부착된 미세한 크기의 구멍이 난 필름을 덮었다. 그리고 온도 25℃, 습도 60%의 생육실에 보관하면서 2~5일 간격으로 성충이 더 이상 나오지 않는 시기까지 조사 하였다. 2011년도 조사 시 가장 많은 발생량을 보인 키위과원과 녹차과원의 식물잔재물의 경우 15, 20, 25, 30℃, 습도 60%의 생육실에 놓고 상자안의 트랩에 붙는 볼록총채벌레의 수를 조사하였다. 녹차와 키위 식물잔재물의 온도 및 시기별 월동 양상 조사 결과 녹차 15, 20, 25, 30℃ 에서의 발생량은 4, 115, 59, 131마리, 키위의 경우 10, 350, 231, 215마리로 나타났다. 시기별 발생량의 경우 녹차 1~4차(12~3월) 에서의 발생량은 97, 90, 111, 11 키위의 경우 471, 211, 110, 14마리로 나타났다. 15℃를 제외한 20~30℃의 온도에서의 볼록총채벌레 발생량은 유의한 차이가 없고 12월 채취한 흙에서 가장 많은 발생량을 나타냈으며 1월, 2월, 3월 순으로 발생량이 점점 줄어들었다. 천혜향 과원을 제외한 키위 흙, 녹차 흙, 노지과원 2곳, 부지화과원에서의 발생량은 2, 12, 1, 3월 순으로 많았다. 노지과원 1곳을 제외하고 온도처리 후 발생최성기는 1차 처리의 경우 12일 후 나타났으며 25일 후 나타나는 경우도 있었다. 2차의 경우 처리후 5~7일 후 발생최성기를 나타냈으며, 3차의 경우 3일후 발생최성기를 나타내었다.

검색어 : 볼록총채벌레, 월동, 감귤, 휴면

P046

Initial Population Dynamics of Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera:Gracillariidae) in spring season recently using sex pheromone trap in jeju Island in Korea

Pyoungho Lee, Jae-wook Hyun, rokyeon Hwang and Seunghyeup Oh

Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA

This study was conducted to see the initial increasing time of population of citrus leafminer(CLM) in spring and early summer seasons in 2007-2011. CLM adults were monitored using sex pheromone trap which is mainly composed of Z,Z-7, 11-hexadecadienal in the 4, 8 and 5 orchards of the east, south and north part in jeju island, respectively during 2007-2011 seasons. The traps and lures were changed at 10 days and 1 month interval, respectively. Though CLMs were captured on traps from March or April, it was 17, 28 and 28 May in 2007, 16, 26 May and 5 June in 2008, 8, 26 and 26 May in 2009, 27 May, 7 and 7 June in 2010 and 25 May, 2, 2 June in the south, east and north part of Jeju Island, respectively that the CLM population rapidly began to increase toward peaking. The accumulated temperature except less than developmental zero, 12.1 Ujiye T 1990). from January was 248.0, 270.5 and 289.7 in 2007, 193.2, 203.8 and 261.4 in 2008, 202.0, 245.5 and 259.9 in 2009, 261.4, 192.2 and 268.3 in 2010 and 243.4, 246.3 and 252.4 in 2011 at that time. After May overwintered CLM adults are little possible to be counted to the number of captured CLM because adult longevity is about 100 in degree days (Lim 2006). CLM populations in the south part of Jeju Island in first CLM adults increasing periods during 2007-2011 is higher than other parts.

Key words: Citrus Leafminor, *Phyllocnistis citrella*, Pheromone, Dynamics

P047

Biological characteristics of stick insect, *Baculum elongatum* (Phasmida : Phasmatidae) to develop for the industrial insect

JinGu Lee¹, AeGyeong Seo¹, HeeDong Kim¹, YoungBo Lee², SangHyun Lee³,
YoungKyu Park⁴, HaeGil Lee¹ and ChangSung Kang¹

¹Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services,

²National Academy of Agricultural Science,

³Sunyou. Co. Ltd., ⁴Korea Beneficial Insects Lab. Co. Ltd.

Stick insect has several peculiarities like parthenogenesis, unique external features and dropping oviposition, so it is very hopeful to use for industrial insect.

The oviposition was established by only female without fertilization with sperm of male which was not discovered during this study. The oviposition period was 37.3 ± 14.9 days and the number of eggs per female was 41.5 ± 16.5 eggs. The hatchability was 73.3% at 25°C and 66.7% after low temperature treatment (8°C, 60 days). The developmental periods and the length of egg were 100.9 ± 4.2 days and 0.33 ± 0.0 cm, respectively, and the adult's life span was 49.7 ± 16.0 days. Differently other research which reported five nymph stage, the developmental stages of nymph showed five (62.9%) or six (37.1%) stages. The duration and the length of nymph increased according to the increase of nymph stage. Stick insect preferred the leaf of American locust, White oak, Chestnut, Bush clover in order but could be reared with food of the leaf of all these trees. Stick insects are herbivorous but made an attack each other when encountered in the small space. For sustaining mass rearing of stick insect, it is needed that the development of artificial diet and high density rearing method.

Key words: Stick insect, *Baculum elongatum*, industrial insect

P048

다채(*Brassica campestris* var. *narinosa*)에서 온도에 따른 양배추가루진딧물[*Brevicoryne brassicae* (Linnaeus)]의 생명표

김소형, 황창연, 전성욱¹, 조명래¹, 강택준¹, 김형환¹, 박해웅¹

전북대학교 농생물학과, 국립 원예특작과학원 원예특작환경과¹

양배추가루진딧물을 다채(*Brassica campestris* var. *narinosa*)를 기주로 하여 7단계 온도(15, 18, 21, 24, 27, 30, 33℃), 습도 65±5%, 광주기 16L:8D에서 조사하였고, 이를 이용하여 생명표를 작성하였다. 성충수명은 21℃(14.9일)를 기준으로 고온과 저온으로 갈수록 감소하는 경향을 보였고, 산자수는 24℃에서 58.5마리로 가장 많았다. 성충 1마리의 일일 산자수는 24℃가 4.7마리, 27℃가 4.5마리로 비슷하였고, 고온과 저온으로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 양배추가루진딧물의 생명표를 작성한 결과 순증가율(R_0)은 24℃에서 가장 높게 나타났고, 18℃와 30℃에서 급격히 감소하였다. 내적자연증가율(r_m)은 27℃에서 최고치인 0.356을 나타냈고, 기간증가율(λ)은 27℃에서 가장 큰 1.427을 나타냈다. 평균세대기간(T_0)은 온도가 올라감에 따라 짧아져 30℃에서 가장 짧았다.

검색어 : 양배추가루진딧물, 다채, 생명표, 순증가율, 내적자연증가율

P049

안동시, 영덕군, 의성군, 청송군 일대에 분포하는 노린재목과 매미목 군충 군집 분석

남종우¹, 김현정¹, 성지은¹, 이훈복¹, 권용정²

¹서울여자대학교 생물학과, ²경북대학교 응용생명과학부

안동시, 영덕군, 의성군, 청송군 일대 총 17개 지역에서 2010년 5월과 8월 두 차례에 걸쳐 노린재목과 매미목 분포를 쓸어잡기법으로 정량 조사한 결과 노린재목은 16과 82종, 매미목 13과 78종이 채집되었다. 그리고 노린재목에서 소금쟁이과 1종, 썩기노린재과 3종, 장님노린재과 22종, 침노린재과 3종, 실노린재과 3종, 뽕나무노린재과 1종, 긴노린재과 10종, 허리노린재과 7종, 호리허리노린재과 1종, 잡초노린재과 4종, 알노린재과 2종, 뿔노린재과 5종, 땅노린재과 1종, 광대노린재과 1종, 억세노린재과 1종, 노린재과 17종이 채집되었고 매미목에서는 쥐머리거품벌레과 1종, 거품벌레과 5종, 뿔매미과 4종, 매미충과 45종, 큰날개매미충과 3종, 긴날개멸구과 1종, 줄강충이과 1종, 좀머리멸구과 1종, 꽃매미과 1종, 상투벌레과 1종, 장삼벌레과 4종, 멸구과 8종, 매미과 3종으로 총 160종이 채집되었다. 한반도 전체의 노린재목 687종중 11.9%인 82족과 매미목 501종중 15.6%인 78종이 채집되었다. 이 중 노린재목 1종과 매미목 7종이 한국특산종으로 조사 되었으며 주로 의성군에서 채집되었다.

검색어: 노린재목, 매미목, 쓸어잡기법, 정량조사, 한국특산종

P050

The community of wood-boring and bark beetles in a Korean white pine, *Pinus koraiensis*, forest

Kyung-Min Kim, Youngwoo Nam, Won IL Choi and Sang-Hyun Koh

Division of Forest Disease and Insect Pests, Korea Forest Research Institute

The wood-boring and bark beetle (Cerambycidae, Curculionidae, Scolytinae) community in Korean white pine, *Pinus koraiensis* Sieb. & Zucc., forests was surveyed using Malaise traps in 2007. A total of 1,669 wood-boring and bark beetles were collected, including 193 cerambycids from 16 species, 221 curculionids from 21 species, and 1,255 scolytid beetles from 6 species, of which the dominant species was the ambrosia beetle *Xyleborus mutilatus* Blandford. Ranked by order of population size, the wood-boring and bark beetle community in Korean white pine showed high dominance by one species of Scolytinae, suggesting the community was unstable and had low biological diversity. Thinning in Korean white pine forests influenced the abundance of bark and ambrosia beetles, whose populations in particular stands increased 1 year after thinning, and then decreased the following year.

Key words: Cerambycidae, Curculionidae, Scolytinae, forest thinning, *Pinus koraiensis*, wood-boring beetle

산림작업과 수종이 딱정벌레목 군집 구조에 미치는 영향

전성재¹, 고상현¹, 남영우¹, 이충규², 최원일¹

¹국립산림과학원 산림병해충과

²경남과학기술대학교 산림자원학과

산림작업과 산림 수종 구성이 딱정벌레목 곤충상과 계절적 변이에 미치는 영향을 분석하기 위해 본 실험이 수행되었다. 조사지는 강원도 평창군 가리왕산 고정 조사지로 산림작업별 4 임지 (산벌림, 택벌림, 이단림, 대조구), 산림 수종별 3 수준 (잣나무, 낙엽송 조림지, 소나무 천연갱신지) 1임지를 선정하였다. 각 임지별로 각 3 개의 Lindgren funnel 트랩을 설치하고 2011년 7월부터 10월까지 30일 간격으로 딱정벌레목 성충을 채집하여 산림작업별, 수종별 개체수, 종풍부도, 종다양도(H), 균등도(E), 시기별 우점종 밀도를 비교하였다. 수종별로는 소나무림에서 채집된 종 수와 개체수가 가장 많아 다양도와 균등도가 가장 높은 반면(53 종, 152 개체, $H=3.23$, $E=0.81$), 잣나무림에서 채집된 종 수와 개체수가 가장 적어 종다양도와 균등도 역시 가장 낮았다(39 종, 104 개체, $H=2.86$, $E=0.78$). 산림작업별로는 택벌림에서 가장 많은 종과 개체수가 채집되어 종다양도와 균등도 또한 가장 높았다(59 종, 171 개체, $H=3.26$, $E=0.80$). 반면에 이단림에서 채집된 개체수가 가장 적어 종다양도와 균등도도 가장 낮았다(24 종, 133 개체, $H=2.00$, $E=0.63$). 모든 처리구에서 7월에서 10월로 갈수록 개체수가 감소하는 경향을 보였고 산림작업, 수종에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다. 이단림을 제외한 다른 처리구에서는 우점종이 유사하였지만 이단림의 경우에 한 종이 차지하는 비율이 50% 이상으로 상대적으로 불안정한 생태계일 수 있음을 보여주었다. 대조구, 택벌림 이단림에서는 단풍나무좀, 소나무림에서는 목련나무좀, 낙엽송림에서는 오리나무좀 등 천공성 해충이 우점종이었다. 이와 상이하게 잣나무림에서는 포식자인 녀점박이송장벌레, 산벌림에서는 균식류인 어리방아벌레가 우점종이었다.

검색어: 균등도, 딱정벌레목, 우점종, 종다양도, Lindgren funnel 트랩

Availability of Sugar Solutions for Colony Development and Progeny-Queen Production of the Bumblebee, *Bombus terrestris*

Hyung Joo Yoon*, Kyeong Yong Lee, Mi Ae Kim and In Gyun Park

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-100

Bumblebees are widely used to pollinate various crops, especially tomato, in greenhouses and fields. Here, we investigated whether different sugar solutions have any effects on the oviposition and colony development of *Bombus terrestris* queens. The types of sugar solution used were a white sugar solution, brown sugar solution, dark brown sugar solution, and prepared sugar solution; all solution contained with a 40% sugar concentration and 0.3% sorbic acid. Among these sugar solutions, *B. terrestris* queens reared on the white sugar solution exhibited the best results; the rates of oviposition, colony foundation and progeny-queen production were 75.0 ± 11.0 , 33.0 ± 9.6 and 21.7 ± 7.3 , respectively, which corresponded to 1.1-33.0-fold increases over the results of other sugar solutions. Queens reared on the prepared sugar solution did not found any colonies. The death rate within one month was lowest for the queens reared on the white sugar solution at $26.1 \pm 10.9\%$, which was 1.2-2.0-fold lower than the rate for the other sugar solutions. Furthermore, the numbers of progeny produced by queens reared on the white sugar solution, 131.4 ± 38.8 workers and 51.0 ± 40.6 queens, were also higher, corresponding to 1.1-1.2-fold increases compared to queens raised on the other sugar solutions. Therefore, the white sugar solution was the favorable sugar solution for the egg-laying and colony developmental characteristics of *B. terrestris* queens.

Key words: Bumblebee, *Bombus terrestris*, Sugar solution, Oviposition, Colony development, Progeny-queen production.

Modeling the population dynamics of *Liriomyza trifolii* using tomato leaf surface temperatures in greenhouses

Jung-Joon Park^{1*}, Key-Il Shin² and Kijong Cho^{3*}

¹Institute of Life Science and Natural Resources, Korea University

²Department of Statistics, Hankuk University of Foreign Studies

³Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

Population dynamics of American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii*, were modeled and simulated to compare the temperature effects of air and tomato leaf inside greenhouse using DYMEX model simulator. The DYMEX model simulator consisted of series of modules with the parameters of temperature dependent development and oviposition model of *L. trifolii* from pre-published data. Leaf surface temperature of cherry tomato leafs was monitored according to three tomato plant positions using an infrared temperature gun. Air temperature was monitored at same three positions using a self-contained temperature logger. Data sets of observed air temperature and average leaf surface temperatures were prepared, and incorporated into DYMEX simulator to compare the effects of air and leaf surface temperature on population dynamics of *L. trifolii*. The number of *L. trifolii* larvae was counted by visual inspection in tomato plants to verify the performance of DYMEX simulation. The egg, pupa, and adult stage of *L. trifolii* were not counted due to its availability of visual inspection. Based on correlation analysis, *L. trifolii* was affected greatly by the leaf temperatures, rather than air temperatures.

This work was supported by grant from Rural Development Administration, Republic of Korea (R1003852).

Key words: Agromyzidae, DYMEX simulation, greenhouse leaf surface temperature, population phenology model, adult oviposition model

Spatial Pattern of Ground Beetles in the Edge of Secondary Forests

Jong-Kook Jung¹ Seung Tae Kim², Sue Yeon Lee¹ and Joon-Ho Lee^{1,2}

¹Entomology program, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

We investigated the spatial distribution of ground beetle species from the edge of secondary forests in Hwaseong-si, Gyeonggi-do. Nine secondary forests were selected, and 81 pitfall traps for collecting ground beetles were placed along forest interior—forest edge—forest exterior gradients during 14 June to 9 November, 2011. A total of 32 species belonging to 13 genera of 8 subfamilies were identified from 3710 collected ground beetles. Ten dominant species were selected for analysis. Five species such as *Chlaenius micans* (ANOVA, with Tukey's test, $F_{2, 78}=3.11$, $P=0.0502$), *Chlaenius ocreatus* ($F_{2, 78}=2.76$, $P=0.0692$), *Dolichus halensis halensis* ($F_{2, 78}=9.80$, $P=0.0002$), *Harpalus eous* ($F_{2, 78}=2.73$, $P=0.0712$), and *Harpalus tridens* ($F_{2, 78}=6.74$, $P=0.0020$) were abundant at forest exterior. Three species such as *Synuchus cycloderus* ($F_{2, 78}=7.91$, $P=0.0007$), *Synuchus nitidus* ($F_{2, 78}=9.72$, $P=0.0002$), and *Synuchus* sp.1 ($F_{2, 78}=4.50$, $P=0.0142$) were abundant at forest edge and forest interior. *Coptolabrus smaragdinus branickii* ($F_{2, 78}=3.24$, $P=0.0444$) was abundant at forest edge and exterior. Finally, *Chlaenius naeviger* ($F_{2, 78}=1.39$, $P=0.2542$) showed a wide distribution in this study. This study showed a significant edge effect on dominant ground beetles. Many environmental variables and prey items may be important factors for the spatial pattern of ground beetles. Because forest edges are generally important for many predaceous arthropods including ground beetles, the conservation and management of forest edges are important for maintaining biodiversity and ecosystem functions.

Key words: spatial distribution, conservation, ground beetles, secondary forest

P055

배 과원에서 발생하는 복숭아순나방붙이(*Grapholita dimorpha* Komai)의 발생양상

엄훈식¹, 정충렬², 서정흔³, 김용훈¹, 조영식⁴, 송장훈⁴, 김용균²

¹(주)한국식물환경연구소, ²안동대학교, ³(주)가이아, ⁴국립원예특작과학원 배시험장

복숭아순나방붙이(*Grapholita dimorpha* Komai)는 1985년 국내에 그 분포가 처음 알려졌으며, 2010년 사과원에서 발생이 확인되었고, 과거 몇 년 간 복숭아순나방(*Grapholita molesta* (Busck))과 혼동되었을 가능성이 높은 것으로 추측되고 있다. 배 과원에서 복숭아순나방붙이의 발생양상을 알아보기 위해 2012년 5월부터 11월까지 경기 안성, 충남 천안, 경북 상주 지역의 조사 포장에서 페로몬트랩을 이용해 조사했다.

복숭아순나방붙이 발생 모니터링 결과, 경기 안성은 6월과 8월~9월에 2회, 충남 천안은 5월, 8월, 9월에 걸쳐 3회, 경북 상주는 5월, 7월, 8월~9월 3회에 걸쳐 발생 Peak를 보여, 지역에 따라 발생 횟수와 시기가 각각 다르게 나타났다. 복숭아순나방붙이와 복숭아순나방은 형태적으로는 물론, 성페로몬 조성성분도 유사해 각 종의 페로몬 트랩에 2종이 혼재되어 유살되는 경우가 많았다. 복숭아순나방붙이 트랩에 유살된 복숭아순나방붙이와 복숭아순나방의 비율이 경기 안성 지역에서는 21.3:78.7, 충남 천안 지역은 51.4:48.6, 경북 상주 지역은 43:57로 나타났다.

검색어 : 복숭아순나방, 해충, 분포, 페로몬트랩, 모니터링

블루베리혹파리 번데기의 온도발육

김세진, 강택준, 조명래

국립원예특작과학원 원예특작환경과

블루베리혹파리(*Dasineura oxycoccana*)의 피해를 입은 새순과 꽃을 정읍시 소재 시설 비가림 온실에서 채집하여 유충을 확보하였다. 15℃부터 30℃ 까지 3℃ 간격의 6개 온도 조건하에 5마리씩 7개 시험관에서(총 35마리) 번데기부터 성충까지 기간에 대한 온도발육실험을 수행하였다. 우화율은 15℃부터 순서대로 62.9, 68.6, 62.9, 80.0, 77.1, 82.9%로 온도가 높을수록 증가하였다. 평균 발육기간은 7.8일(30℃)에서 27.5일(15℃)사이로 온도가 높을수록 번데기에서 성충까지의 발육 기간이 짧아졌고 암수비율은 2.19:1 이었다. 설정온도(T)와 처리구별 평균발육속도($r(T)$)(발육기간 평균의 역수)에 대한 직선회귀 결과 $r(T)=0.00598*T-0.04825$ ($r^2=0.9113$, $F=410.81$, $df=41$, $p<.0001$)로 발육영점온도는 8.07℃이었으며 비선형분석(Brière-1)에서는 $r(T)=(0.000074*T)*(T-7.6594)*(36.2116-T)^{1/2}$ ($r^2=0.9917$, $F=1562.38$, $df=42$, $p<.0001$)이었다. 각 온도에서의 누적우화율($F(px)$)과 비선형분석에서 계산된 발육속도를 이용한 Physiological age(px)를 2-parameter Weibull 함수에 적용한 결과 $F(px) = 1 - e^{-(px/1.3090)^{8.6234}}$ 로 추정되었다($r^2=0.9416$, $F=814.21$, $df=103$, $p<.0001$).

검색어 : 블루베리혹파리, 우화율, 암수성비, 온도발육

P057

서해안 남부지방 벼(*Oryza sativa*) 포장에서 채집된 벼 줄기 속 가해 나방류 해충의 미토콘드리아 COI & II DNA 부분영역 염기서열과 종 추정

서보윤, 정진교, 이효은

국립식량과학원 작물환경과

2011년 9월 하순경 전남 영광과 충남 서천의 벼 포장에서 백수피해가 보이는 벼 줄기 속에서 나방류 유충 각각 8마리와 113마리가 채집되었다. 유충의 형태적 특징으로 영광의 8마리 중 3마리는 밝은 갈색 바탕에 5개의 줄무늬가 있었으나 나머지 5마리와 서천의 113마리는 모두 밝은 갈색 바탕이지만 머리가 어두운 갈색이고 몸에는 줄무늬가 없었다. 우리나라에서 벼 줄기 속을 가해하는 주요 나방류 해충으로 이화명나방(*Chilo suppressalis*)과 벼밤나방(*Sesamia inferens*)이 보고되어 있으며 유충의 형태적 특징으로 전자는 이화명나방, 후자는 벼밤나방 유충 또는 유사종으로 추정이 되었다. 종 추정을 위한 증거를 추가적으로 확보하기 위해 DNA 바코딩 영역인 미토콘드리아 시토크롬 옥시다아제 I & II (mtCOI & II) DNA 부분영역의 염기서열을 해독하였다. 그리고 미국생물공학정보센터(NCBI)의 Database에서 BLAST 한 결과 이화명나방과 벼밤나방의 mtCOI & II의 염기서열과 가장 높은 상동성을 보였으며 개체 변이도 관찰되었다. 이러한 결과로부터 영광의 벼 포장에서는 벼밤나방과 이화명나방 유충이 혼재하고 있었으며 서천에서는 벼밤나방이 우점적으로 분포하여 피해를 주었을 것으로 추정되었다. 최근 전북 군산 등 서해안 남부지역에서 이들 나방에 의한 피해가 있었던 것으로 보아 앞으로 품종선호성, 피해(분포, 밀도 등), 생리/생태 및 방제 등 연구가 필요할 것으로 사료된다.

검색어: 백수피해, 이화명나방, 벼밤나방, 미토콘드리아 시토크롬 옥시다아제 I & II(mt COI & II)

P058

미토콘드리아 COIDNA 영역의 뉴클레오티드 차이를 이용한 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli*)과 어리팔나방(*M. falcana*)의 PCR 판별법

이효은, 서보윤, 정진교

국립식량과학원 작물환경과

콩(*Glycine max*)과 팥(*Vigna angularis*) 등 콩과(Fabaceae) 작물 해충인 팔나방(*Matsumuraeses phaseoli*)과 어리팔나방(*M. falcana*) (Lepidoptera: Tortricidae)은 형태적으로 매우 유사하여 종 구별이 힘든 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 PCR-SSP (PCR with Sequence Specific Primers) 방법으로 두 유사종을 빠르고 정확하게 구별할 수 있는 판별법을 찾고자 두 종의 미토콘드리아 시토크롬 옥시다아제 I (mtCOI) DNA 부분영역(439bp)의 염기서열을 해독하였다. 그리고 다른 나방 종의 mtCOI 염기서열과 함께 나열하여 비교한 후 팔나방과 어리팔나방에서 종 특이적으로 차이가 나는 단일 뉴클레오티드를 찾아 염기서열 특이 프라이머 조합을 만들고 PCR을 실시하였다. PCR 산물들을 전기영동 한 결과 어리팔나방은 245bp, 팔나방은 409bp와 245bp 사이즈의 밴드가 특이적으로 나타났으며 멸강나방과 왕담배나방에서는 밴드가 나오지 않았다. 이러한 결과로부터 본 연구에서 만든 염기서열 특이 프라이머 조합이 성페로몬트랩과 포장에서 잡힌 팔나방과 어리팔나방의 성충과 유충, 번데기의 종 구별을 위해 유용할 것으로 기대된다.

검색어 : 팔나방, 어리팔나방, 미토콘드리아 시토크롬 옥시다아제 I(mtCOI), PCR-SSP, 전기영동

화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)과 어리쌀구미(*Sitophilus zeamais*)에 대한 한약재 추출물의 기피효과

여상현¹, 천용식², 나자현², 류문일³

¹(주)하이포스 R&C, ²고려대학교 생명자원연구소, ³고려대학교 생명과학대학

저장물 해충에 살충효과와 기피효과를 보인다고 알려진 12종의 한약재를 선발, 이들 추출물을 이용하여 저곡해충 중 심각한 피해를 야기하는 화랑곡나방과 어리쌀바구미에 대한 기피효과를 조사하였다. 화랑곡나방 유충은 건강(*Zingiberis officinale*), 견우자(*Pharbitis nil*), 고삼(*Sophora flavescens*), 구척(*Cibotium barometz*), 백강잠(*Bombyx mori*), 목적(*Equisetum hiemale*), 몰약(*Commiphora myrrha*), 삼내자(*Kaempferia galanga*), 석창포(*Acorus gramineus*), 선복화(*Inula britannica*), 선퇴(*Cryptotympana atrata*), 쇠양(*Cynomorium songaricum*) 등 모든 처리 한약재 추출물에서 기피효과를 보이지 않았으나 어리쌀바구미 성충의 경우 모든 한약재 추출물에서 시간경과에 따른 뚜렷한 기피효과를 나타냈다. 이러한 결과는 동일한 한약재일지라도 해충 종에 따라 그 효과가 달라질 수 있음을 나타내는 것으로 보다 효과적인 한약재 선발을 위해서는 여러 종의 해충을 대상으로 효과검증이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 농림수산식품부의 지원(과제번호: 311038-03-1-HD130)에 의하여 수행되었다.

검색어 : 화랑곡나방, 어리쌀바구미, 한약재추출물, 기피효과

P060

Characteristics of Spatial Distribution of *Bemisia tabaci* in Tomato Greenhouses, Jeju

Jeong Heub Song, Soon Yeong Hong, Shin Chan Lee and Seong Keun Kang

Division of Sustainable Agriculture Research, Jeju Agricultural Research & Extension Services

Sweet potato whitefly (SPW), *Bemisia tabaci*, is the most serious pest of greenhouse tomato as a vector of tomato yellow leaf curl virus since 2008 in Jeju. This study was conducted for within-plant distribution of SPW nymphs on leaves and the characteristic of spatial distribution of SPW adults using by yellow-color sticky trap in greenhouse-grown tomato plants. The nymphs of SPW were mainly distributed on leaves of mid-lower stratum in three stratum of tomato plant. They were also more distributed on three to four leaflets from basal part in a leaf. Ten plots and three plants per plot were appropriated to estimate of mean density of SPW nymph using by visual inspection in a tomato greenhouse. The more SPW adults were caught on horizontally placed sticky trap above 50~80 cm than vertically placed sticky trap above tomato canopy. The horizontal direction trap should be placed in opened site. SPW adults were shown the aggregated distribution pattern using by Taylor's power law (TPL) and Iwao's patchiness regression (IPR) model which are commonly used for spatial distribution pattern analysis. TPL was showed better description than IPR for spatial distribution pattern of SPW adults. The required number of trap tended to decrease according to increase the mean density of SPW adult.

Key words: *Bemisia tabaci*, spatial distribution, trap, monitoring

P061

광릉 숲의 졸참나무와 서어나무 고사목에 서식하는 딱정벌레의 다양성과 풍부도

권태성, 이철민, 정승재

국립산림과학원 산림생태연구과

본 연구는 광릉 숲의 졸참나무와 서어나무 고사목에 서식하는 딱정벌레의 다양성을 평가하기 위해서 수행되었다. 조사는 경기도에 위치한 광릉 숲의 장기생태조사지에서 2007-2008년도에 이루어졌고, 졸참나무(*Quercus serrata*)와 서어나무(*Carpinus laxiflora*)의 고사목에 서식하는 딱정벌레는 유인트랩(갈때기트랩과 윈도우트랩)을 이용하여 채집하였다. 유인트랩의 결과, 총 45과 294종 6,822개체가 채집되었다. 윈도우트랩에서는 43과 263종 5,215개체, 갈때기트랩에서는 37과 161종 1,607개체가 채집되어 윈도우트랩에서 더 많은 딱정벌레가 채집되었다. 종다양도는 갈때기트랩(5.55)과 윈도우트랩(5.67)이 비슷하였다. 딱정벌레군집을 트랩에 따라 나무별로 NMS분석을 한 결과, 윈도우트랩에서는 전체변이의 70%를 설명했지만, 갈때기트랩은 21%만을 설명했다. 윈도우트랩에서는 수종에 따라 딱정벌레군집이 뚜렷하게 달랐다. MRPP의 결과에서도 윈도우트랩만이 수종간의 뚜렷한 차이를 나타냈다. 2년간의 고사목에 서식하는 딱정벌레의 조사를 통해서 고사목 혹은 그 주변에 다양한 딱정벌레가 서식하는 것을 알 수 있었다. 또한 수종에 따라 이용하는 딱정벌레가 많이 다르다는 것도 나타났다. 많은 딱정벌레가 서식한다는 것은 산림생태계가 잘 유지되고 있으며 산림의 건전성을 반영하는 것이다.

검색어 : 유인트랩, 갈때기트랩, 윈도우트랩, 기능군, 딱정벌레

P062

졸참나무와 서어나무 고사목에서 채집된 딱정벌레

권태성, 이철민, 정승재

국립산림과학원 산림생태연구과

본 연구는 광릉 숲의 졸참나무와 서어나무 고사목에 서식하는 딱정벌레의 발생양상을 파악하기 위해 실시하였다. 조사는 경기도에 위치한 광릉 숲의 장기생태조사지에서 2007-2008년도에 이루어졌고, 졸참나무(*Quercus serrata*)와 서어나무(*Carpinus laxiflora*)의 고사목에 서식하는 딱정벌레는 우화트랩을 사용하여 채집되었다. 조사결과, 총 47과 184종 1,407개체가 채집되었다. 졸참나무에서는 45과 165종 1,099개체가 채집되었고, 서어나무에서는 25과 80종 308개체가 채집되어, 졸참나무 고사목을 더 많은 딱정벌레가 이용하는 것을 알 수 있었다. 종다양도(H')도 서어나무(5.56)보다 졸참나무(6.02)가 더 높았다. NMS분석에서 졸참나무와 서어나무를 이용하는 딱정벌레군집이 뚜렷하게 달랐으며 서어나무를 이용하는 딱정벌레군집이 부후등급에 따라 보다 다양한 것을 알 수 있었다.

검색어 : 우화트랩, 딱정벌레, 우점과, 기능군

홍릉 숲의 나비의 다양성

권태성, 이철민, 정승재

국립산림과학원 산림생태연구과

도시화가 나비군집에 미치는 영향을 파악하기 위해서 홍릉 숲에서 나비군집을 대상으로 선조사법을 수행하였다. 홍릉 숲은 서울의 도심부에 위치하지만 국립산림과학원의 시험림으로써 다양한 식물이 식재되어 있다. 본 조사에서 나비는 28종 1,512개체가 관찰되었다. 1구간에서는 22종 633개체수, 2구간에는 26종 879개체가 관찰되었다. 우점종은 대만흰나비(602개체, 39.8%), 배추흰나비(455개체, 30.1%), 큰줄흰나비(162개체, 10.7%) 순으로 이 3종이 전체 풍부도의 81%를 차지했다. 서식지 형태를 비교한 결과, 홍릉 숲에는 초지종이 13종(46%)으로 가장 많았고 다음으로 숲가장자리종이 10종(36%), 숲내종이 5종(18%)으로 가장 적었다. 생존전략을 비교한 결과, 홍릉 숲에는 generalist가 8종 663개체, specialist가 6종 45개체가 관찰되었다. 많은 연구에서 도시화는 나비의 종수를 감소시키고 산림성종, 정주성종, 1화성종, 야생목본식성종 등을 쇠퇴시키는 것으로 알려져 있다. 본 연구의 결과는 선행연구의 결과를 지지한다고 생각된다.

검색어 : 홍릉 숲, 나비, 서식지형태, 생존전략

국내 습지 유형에 따른 저서성 대형무척추동물 군집 특성

김동건, 백민정, 강효정, 최락중, 이차영, 박형준, 배연재

고려대학교 생명과학대학

본 연구는 국내 습지유형에 따른 저서성대형무척추동물 군집의 특성을 파악하고자 실시하였다. 습지 유형은 국내에 대표적으로 분포하는 습지를 대상으로 자연적으로 형성된 습지인 배후습지(우포습지)와 고층습원(용늪)을 선정하였으며, 인공조성된 습지인 대체습지(덕소습지, 둔촌동습지, 진관내동습지)와 논습지(월봉리습지, 무의도습지, 울수리습지)를 선정하여 분석하였다. 각 유형별 습지의 저서성 대형무척추동물 군집의 특성을 파악하기 위하여, 각 분류군의 종조성을 분석하고, 다변량 분석(NMS)을 통하여 군집의 특성을 분석하였다.

종조성의 경우 배후습지와 고층습원의 경우 파리목(Diptera)의 개체수 비율이 가장 높게 나타났으며, 종수비율의 경우 배후습지와 고층습원에서 비곤충류(non-Insecta)와 파리목(Diptera)이 각각 높은 것으로 나타났다. 대체습지와 논습지의 경우 하루살이목(Ephemeroptera)의 개체수 비율이 가장 높게 나타났으며, 종수의 비율은 대체습지와 논습지에서 각각 잠자리목(Odonata)과 딱정벌레목(Coleoptera)이 높게 나타났다. 다변량 분석 결과 유형별 습지의 저서성 대형무척추동물 군집은 통계적으로 유의한 차이를 나타냈으며, 특히 논습지는 자연적으로 형성된 배후습지와 고층습원과 대체습지의 중간적인 특성을 나타냈다.

검색어 : 습지, 저서성 대형무척추동물, 다변량 분석, 종조성

P065

새만금간척지 옥수수 주요 해충, 천적류 및 나방류 발생양상

백채훈¹, 이건휘¹, 서보윤², 최만영¹, 노태환¹, 심형권¹, 이정보¹

¹국립식량과학원 간척지농업과, ²국립식량과학원 작물환경과

새만금간척지에 재배되는 옥수수 주요해충은 조명나방(*Ostrinia furnacalis*), 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*) 및 멸강나방(*Pseudaletia separata*) 등 8종이었고, 천적으로는 조명나방고치벌(*Macrocentrus cingulum*), 기생파리류 (*Lydella* sp.) 1종 및 칠성풀잠자리붙이(*Chrysopa pallens*) 였다. 조명나방과 왕담배나방의 발생소장을 조사한 결과, 조명나방 1차 성충은 5월 상순부터 발생하여 6월 상·중순에 최고발생밀도를 보였고, 6월 하순 이후로 감소하였다. 또한, 2차 성충은 8월 상순부터 발생하여 중순에는 소폭 증가하였고, 9월 상순에 최고발생밀도를 보였으며, 그 이후로 점점 감소하는 경향이였다. 따라서 간척지 옥수수에 발생하는 조명나방의 방제적기는 5월 하순에서 6월 상순이였다. 왕담배나방 1차 성충은 4월 하순부터 발생하여 5월 중순경에 최고발생밀도를 보였고, 5월 하순 이후로 감소하였다. 또한, 2차 성충은 7월 상·중순, 3차 성충은 8월 상순에 최고발생밀도를 보였으나, 발생량은 1차에 비하여 매우 낮은 수준이였다. 유충발생은 5월 상순부터 발생하기 시작하여 6월 상순에 최대발생밀도를 보였고 그 이후로 점점 감소하는 경향이였다. 따라서 간척지 옥수수에 발생하는 왕담배나방의 방제적기는 5월 중순이였다.

검색어 : 간척지, 옥수수, 해충, 천적, 나방류, 발생소장

LED광 파장에 대한 담배거세미나방과 파밤나방의 행동반응

김현주¹, 배순도¹, 윤영남¹, 오인석¹, 박정규²

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부 기능성잡곡과

²국립경상대학교 대학원 응용생명과학부

LED광 파장에 대한 담배거세미나방과 파밤나방의 유충 및 성충에 대한 유인과 기피반응을 조사하였다. 담배거세미나방 유충은 560nm 파장에서 유인율이 31.7%로 가장 높았고, 590nm, 630nm, 375nm 순이었다. Lamp형 기판과 육면체 검정상을 이용한 담배거세미나방 성충의 유인율은 375nm 파장에서 가장 높았고, 530nm, 590nm, 630nm 파장은 처리간 유인율 차이가 적었다. 고출력 면광 기판과 정사면체 검정상을 이용한 담배거세미나방 성충의 유인율도 375nm 파장에서 36.3%로 가장 높았다. LED광 파장에 유인된 성충들이 각 파장에 대하여 선호성 또는 기피성에 의해 유인되었는지 조사한 결과, 처리후 시간별 차이는 있지만 530nm 및 610nm에서 각각 15% 및 10%의 기피율을 보였으나 590nm에서는 유인수가 15% 더 많았다. 파밤나방 3령충을 대상으로 한 LED광 파장별 유인율은 590nm 파장에서 30.5%로 가장 높았고, 560nm, 630nm 및 375nm 순이었다. 파밤나방 성충의 유인율은 375nm 파장에서 37~44%로 가장 높았고, 560nm, 590nm 및 630nm에서는 조사 시간대별 유인율 차이는 다소 있지만 전체적인 유인율 차이는 없었다. 375nm 파장은 담배거세미나방 성충도 가장 유인율이 높았던 파장으로 이 범위의 파장을 이용하면 담배거세미나방 및 파밤나방 성충 유인포획에 유용할 것으로 생각된다.

검색어 : LED파장, 담배거세미나방, 파밤나방, 행동반응

P067

경남지역 야산에서 유기된 돼지사체의 노출정도에 따른 곤충상과 사체부패 패턴의 차이

정재봉, 윤명희

경성대학교 생물학과

본 연구에서는 사체의 사후경과시간을 추정하기 위한 법곤충학적 자료를 얻기 위하여 경남 양산의 야산에 2011년 여름과 가을에 노출돼지사체와 감은돼지사체를 1두씩 설치하여 각 사체에 나타나는 곤충상의 변화와 사체의 부패속도에 대해 조사하였다.

여름에 설치한 노출사체에서는 2목 9과 14종의 곤충이 채집되었고 감장파리속의 한 종(*Ophyra* sp.)이 우점하였다. 감은사체에서는 3목 9과 17종이 채집되어 풍뎅이붙이과의 한 종(*Histeridae* sp.)이 우점하였다. 가을에 설치한 노출사체에서는 3목 11과 17종이 채집되었고 연두금파리(*Lucilia illustris*)가 우점하였다. 감은사체에서는 3목 8과 11종이 채집되었고 감장파리속의 한 종이 우점하였다. 또한 모든 사체에서 사체부패의 초반에 출현한 연두금파리는 이 지역 사체의 부패 초기에 대한 지표종으로 생각되었다. 또한 모든 사체에서 공통으로 많이 채집된 종은 꼭지파리과의 한 종(*Sepsidae* sp.)과 감장파리속의 한 종이었는데, 이들은 사체부패 중 후기에 출현하는 종으로써 사체부패의 중 후반단계에 대한 지표종으로 유용하다고 생각되었다.

사체의 부패속도에 대해서는 여름에는 노출사체(10일)의 부패가 감은사체(15일)에 비해 빨리 진행되었고, 가을에는 감은사체(8일)가 노출사체(17일)에 비해서 빨리 진행되었다. 사체의 온도는 여름에는 두 사체 모두 6일째부터 상승하여 유사한 패턴을 보였다. 한편 가을에는 감은사체(4일)의 부패가 노출사체(11일)보다 더 일찍 시작되었다. 즉 사체의 부패속도와 온도는 계절과 노출정도에 따라 다른 것이 확인되어, 사체의 사후경과시간을 유추할 때 계절뿐 만 아니라 노출정도도 매우 중요한 요인임이 확인되었다.

검색어 : 법곤충학, 사후경과시간, 돼지사체, PMI

Distribution of soil microarthropod in pine, oak and bamboo forests with special focus on Gamasid mites

Keum, Eunsun, Jiwon Kim and Chuleui Jung*

Department of Bioresource Sciences, Andong National University

Soil microarthropods play important role in soil food web and contribution the nutrient cycling and soil system health. Among diverse taxa, gamasid mite (Acari: Gamasida) is considered as a top predator group in soil ecosystem. We compared the soil microarthropod communities focused on gamasid mite species composition. Soil samples were collected Mt. Cheonju in bukmyeon, Changwon-si, Gyeongsangnam-do. On the mountain hill, contagious pine tree (*Pinus densiflora*) and oak tree (*Quercus acutissima*) stand were sampled while the bamboo tree (*Phyllostachy bambusoides*) stand is located in ap. 200m below from the mountain hill. Soil microarthropods abundance was high in bamboo and pine tree stand, but lower in oak tree stand. The dominance order was oribatid mite, collembolan and gamasid mites in pine tree stand, oribatid mite, insects, and gamasid in oak tree stand while in bamboo stand, oribatid mites were out numbered (75%) followed by collembolan. Collected gamasid mites were 146 individuals and 34 species. Species richness and diversity was highest in oak tree stand and lowest in bamboo stand. Cluster analysis showed highest similar in pine-oak stand to bamboo stand. Dominant species were *Holaspina dentatus* (Parholaspididae) in pine stand, *Gamasus fujisanus*, *Veigaia* sp in oak stand, and *Gamasus fujisanus* in bamboo stand.

Key words: Microarthropod, gamasid mite, abundance, diversity, forest tree species, mite communities

P069

Spring population occurrence of *Grapholita dimorpha* Komai (Lepidoptera: Tortricidae) and its prediction in apple orchards

Jeong Joon Ahn, Lalit Prasad Sah, Seon Ah Jeong and Chuleui Jung

Plant medicine major, School of bioresource sciences, Andong National University

Grapholita dimorpha is a new pest of apple, pear and plum in Japan and Korea as well. Although *G. dimorpha* was reported as a multi-voltine insect with four generations per year, the phenology is not fully known in Korea. We present a model to predict the spring occurrence of *G. dimorpha* adults based on the relationship between the cumulative proportion of *G. dimorpha* adult catches and accumulated degree-days. Five different distribution models were applied and the selection was made based on the statistical information criteria (AIC_C and BIC). Model validation was performed with the field data of the male moth catches in sex pheromone-baited traps of two apple production regions (Chungju and Geochang) of Korea in 2011. Model predictions of the dates for the cumulative 50% male moth catches were within five days variation. Because *G. dimorpha* has a feeding habit of boring inside the fruit the management practice of *G. dimorpha* should apply on egg and neonate larval stage. The management strategy of *G. dimorpha* in spring might be improved by the model.

Key words: *Grapholita dimorpha*, apple, degree-days, phenology, pheromone trap, spring emergence

Effect of temperature on survival and development of overwintering *Papilio macilentus* Linnaeus (Lepidoptera: Papilionidae) pupae

Jeong Joon Ahn¹ Kang Woon Lee^{1,2}, Dong Jae Lee² and Chuleui Jung¹

¹School of Bioresources sciences, Andong National University

²Holoe Ecosystem Conservation Research Institution(HECRI)

Papilio macilentus is the longest tail butterfly of Papilionidae found in Japan, China and Korea and has distinctive morphological differences between male and female. *P. macilentus* feeds on *Zanthoxylum schinifolium* and has three generations per year. The lower developmental threshold and thermal constant for adult emergence of *P. macilentus* overwintering pupae were estimated at four different constant temperatures (15, 20, 25 and 30°C) with photoperiod 10:14 (L:D). The lower developmental threshold of both sexes combined was 7.95°C. The development of overwintering pupae decreased with increasing temperature between 15 and 30°C. Thermal constant of both sexes combined was 251.26DD. The relationship between the developmental rate and temperature was fitted by linear and five nonlinear developmental rate models (Logan 6, Lactin 1, 2 and Briere 1, 2). The development of overwintering *P. macilentus* pupae was described by the two-parameter Weibull distribution model. The temperature-dependent adult emergence model of *P. macilentus* developed in this study could be used to predict the full-cycle phenology model of *P. macilentus* and applied to understand the effects of climate change on the emergence distribution of overwintering pupae.

Key words: *Papilio macilentus*, temperature, overwintering pupae, linear and nonlinear regression model, Weibull distribution

P071

Temperature effects on development of overwintering *Papilio xuthus* Linnaeus (Lepidoptera: Papilionidae) pupae

Kang Woon Lee^{1,2}, Dong Jae Lee¹, Jeong Joon Ahn² and Chuleui Jung²

¹Holocene Ecosystem Conservation Research Institution(HECRI)

²School of Bioresources sciences, Andong National University

Papilio xuthus is known as the Asian swallowtail, Chinese yellow swallowtail, or as the Xuthus swallowtail. It overwinters in pupae stage. The study was conducted to investigate the temperature effect on adult emergence of overwintering *P. xuthus* pupae at four different constant temperatures (15, 20, 25 and 30°C) with photoperiod 10:14(L:D). The lower developmental thresholds of female, male and both sexes combined were 9.71, 11.03, and 10.49°C, respectively. Developmental period of overwintering pupae to adults decreased with increasing temperature between 15 and 30°C. Degree-days for adult emergence to female, male and both sexes combined were 227.27, 175.44, and 200.80DD, respectively. The relationship between the developmental rate and temperature was fitted by linear and five nonlinear developmental rate models (Logan 6, Lactin 1, 2 and Briere 1, 2). The variation of overwintering pupae development was described by the two-parameter Weibull distribution model. The adult emergence of overwintering *P. xuthus* pupae in spring can be explained and predicted by using developmental rate models and developmental distribution model. The effect of climate change on phenology and distribution of *P. xuthus* may be presented by the model.

Key words: *Papilio xuthus*, temperature, overwintering pupae, linear and nonlinear developmental rate model, Weibull distribution

P072

M/S 콘트랩에 의한 톱다리개미허리노린재의 유인효과

배순도, 김현주, 윤영남, 오인석

농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부 기능성잡곡과

편넬트랩, 통발트랩 및 M/S(moth, snail, slug, stink bug) 콘트랩(cone trap)에 집합페로몬을 주입하여 산림지인 밀양의 화악산과 평야지인 식량과학원 기능성작물부 콩포장에서 톱다리개미허리노린재의 성충과 약충의 유인효과를 조사하였다. 산림지에서 톱다리개미허리노린재 성충의 유인효과는 M/S콘트랩 > 편넬트랩 > 통발트랩의 순 높았으나, M/S콘트랩과 편넬트랩간에 유의한 차이가 없었으며, 약충의 유인효과는 M/S콘트랩 > 통발트랩 > 편넬트랩의 순으로 높았으나, 트랩간에 유의한 차이가 있었다. 평야지인 콩 포장에서 톱다리개미허리노린재 성충의 유인효과는 통발트랩 > 콘트랩 > 편넬트랩 순으로 높았으며, 약충은 편넬트랩 > 통발트랩 > 콘트랩 순으로 높았다. 하지만 콩포장에서 트랩종류에 따른 톱다리개미허리노린재 성충의 유인효과는 트랩간에 유의한 차이가 없었으나, 약충의 유인효과는 트랩간에 유의한 차이가 있었다. 따라서 M/S콘트랩을 이용하여 톱다리개미허리노린재 성충과 약충의 발생예찰 및 포획에 이용할 수 있을 것으로 기대되며, 특히 약충의 예찰 및 포획에 유리한 것으로 여겨진다.

검색어 : M/S콘트랩, 트랩종류, 톱다리개미허리노린재, 집합페로몬, 유인효과

P073

Comparison of the pollinating activities according to numbers of honeybee(*Apis mellifera*) hive released in the strawberry(Maehyang var.) houses

Sang-Beom Lee¹, Nam-Gyu Ha², Kwon-Ho Park¹, Young-cheol Choi¹
and Sang-Cheol Lee³

¹Depart. of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-100, Korea, ²Environment-Friendly Agricultural Research Division, Kyeongsang Nam-Do Agricultural Research and Extension Service, Jinjoo 660-360, Korea

³Korean Beekeeping association, Seoul 137-070, Korea

The time-zone of pollinating activity according to numbers of *Apis mellifera* hive released in the strawberry(Maehyang var.) houses was together from 9A.M. to 4P.M., and the peak times of pollinating activity were between 11A.M and 1P.M.. The effects on pollinating activity according to numbers of *A. mellifera* hive released in the strawberry houses were ordered 5bee combs(11,000heads), 4bee combs(8,800heads) and 3bee combs(6,600heads). The rate of workers lost in *A. mellifera* hives with 5bee combs and 4bee combs during the strawberry cultivating period were lower than that of 3bee combs. The rates of fruit set by pollinating activity according to numbers of *A. mellifera* hive released in the strawberry houses were same level with 99%. The fruit qualities; No. of seeds, sugar content and rate of normal fruit set were same level, but fruit weight was ordered 5bee combs in 16.9g, 4bee combs in 16.4g and 3bee combs in 15.6g. The rate of marketable fruit of 4bee combs and 5bee combs were 5% to 9% higher than that of 3bee combs, respectively.

Key words: Strawberry, *Apis mellifera*, Maehyang var. pollinating activity, bee comb

P074

***Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* KB098과 mutant KBM-1의 *cry* gene 특성 비교**

전미진, 진나영, 곽창순, 오산나, 이유경, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Bacillus thuringiensis subsp. *aizawai* KB098 (이하 KB098 균주)은 파밤나방에 높은 살충 활성을 보인다. 해충에 살충 활성을 나타내는 내독소 단백질은 *cry* gene에 의해 발현이 되는데 *cry* gene은 주로 *Bacillus thuringiensis*의 plasmid DNA 상에 존재한다. KB098의 plasmid DNA를 추출하여 PCR을 수행한 결과, *CryIAa*, *CryIAb*, *CryIC*, *CryID* 총 4개의 *cry* gene을 가지고 있는 것으로 확인되었다.

KBM-1은 KB098균주를 curing한 mutant 균주로, KB098균주를 42℃ 조건에서 48시간 배양하고, UV를 조사하여 확보하였다. KBM-1의 plasmid DNA를 PCR한 결과 KB098에서처럼 *CryIAa*, *CryIAb*, *CryIC*, *CryID*의 *cry* gene이 증폭됨을 알 수 있었다.

KBM-1은 KB098처럼 crystal을 암호화하는 plasmid DNA를 가지며, *cry* gene을 보유하고 있다. 반면 KB098과는 달리 KBM-1 균주는 내독소 단백질을 생성하지 못하며 파밤나방의 생물 활성 검정에서 독성을 나타내지 않았다. 이러한 원인을 밝히기 위해 KBM-1 plasmid DNA의 특정 *cry* gene의 PCR 결과, 증폭된 *cry* 유전자 내에서 염기서열의 변화에 기인할 것이라 가정하여, KB098과 KBM-1 균주의 특정 plasmid DNA 상에서 증폭된 *cry* gene의 염기서열을 비교분석 할 것이다. 이를 통해 crystal 형성에 관여하는 유전자의 변이 유무를 확인할 계획이다.

검색어 : *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, mutant, *cry* gene

Selective Toxicity of Several Acaricides to *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseidae) over *Tetranychus urticae* for Rose

Chung, Bu-Keun¹, Heung-Su Lee² and Byoung-Ryong Jeong³

¹Division of Plant Environment, Gyeongnam Agric.Res.& Extn Serv., Jinju 660-370

²Division of Crop Science, Gyeongnam Agric.Res.& Extn Serv., Jinju 660-370

³Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701

A project has been launched and aims to introduce *Amblyseius swirskii* for the control of *Tetranychus urticae* in rose cultivating greenhouse. This study was intended to use selective acaricide, sensibly, to reduce risk for the natural enemy agent of *A. swirskii* in controlling *T. urticae*. *T. urticae* was susceptible strain UD from Entomology laboratory of SNU and *A. swirskii* was purchased from commercially available source. When LC50s were compared with *A. swirskii* and *T. urticae* of abamectin 1.8EC and 7 other acaricides, chlorfenapyr+cyanopyrafen (4+20)SC, abamectin 1.8EC, and chlorfenapyr 10SC for *A. swirskii* showed 148, 74, and 14 times, respectively, higher dose than *T. urticae*, as selective acaricides. However, fenpropathrin 5EC and fenpyroximate 5SC for *T. urticae* showed 22, and 25 times, respectively, higher dose than *A. swirskii*. For *T. urticae* bifentazate 23.5SC and cyflumetofen 20SC showed more than 97% mortality at less than the recommended dose, but the acaricides did not kill *A. swirskii* 16 and 4 times as much dose as the recommended dose. The results suggested that several acaricides have inherent lower toxicity to *A. swirskii*. For practical application, it might be recommended to use acaricides in a way to strengthen inherent selectivity.

Key words: *Amblyseius swirskii*, *Tetranychus urticae*, rose, selective toxicity, acaricide

P076

**The inhibition study of the phytochemicals against
acetylcholinesterases of the pinewood nematode,
*Bursaphelenchus xylophilus***

**Jae-Soon Kang¹, Eunae Kim¹, Yil-Sung Moon¹, Chan-Sik Jung¹, Si -Hyeock Lee²
and Il-Kwon Park¹**

¹Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research and Institute

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* is a serious forest pathogen in many countries including Japan, China and Korea. To minimize the environmental problems caused by synthetic chemicals broadly utilized in the control of *B. xylophilus*, we estimated the nematicidal potency of 97 phytochemicals (49 monoterpenes, 17 phenylpropenes, 16 sesquiterpenes and 15 sulfides) against *B. xylophilus* by measuring their inhibition activity against acetylcholinesterases (ACE, EC 3.1.1.7) of *B. xylophilus* (BxACEs). In the primary inhibition assay using *B. xylophilus* crude protein, (+)- α -pinene, (-)- α -pinene and 3-carene in the monoterpenes, o-anisaldehyde and coniferyl alcohol in the phenylpropenes and *cis*-nerolidol in the sesquiterpenes were observed the > 50% BxACE inhibition rate and they were subsequently estimated the inhibition rate against three recombinant BxACEs. The (+)- α -pinene and coniferyl alcohol showed the high inhibition rate against BxACE-1 and BxACE-2. Interestingly, coniferyl alcohol also exhibited the high inhibition rate against BxACE-3 which would be insensitive to ACE inhibitors.

Key words: *Bursaphelenchus xylophilus*, acetylcholinesterase, phytochemicals, inhibition assay, nematicides

P077

Insecticidal Activity of Apiaceae Plant Essential Oils and Their Constituents against Rice weevil, *Sitophilus oryzae*

Sung-Woong Kim, Hwa-Jung Yeom, Eunae Kim, Seon-Mi Seo and Il-Kwon Park

¹Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research and Institute

We evaluated insecticidal activity of 11 Apiaceae plant essential oils and their constituents against rice weevil, *Sitophilus oryzae*. Of 11 Apiaceae plant essential oils tested, dill (*Anethum graveolens*), carvi (*Carum carvi*), caraway seed (*Carum carvi*) and cumin (*Cuminum cyminum*) essential oils demonstrated strong fumigant toxicity against adults of rice weevil. Components of 4 active compounds were analyzed by GC and GC-MS, and fumigant toxicity of individual compound was also tested. Among test compounds, carvone, dihydrocarvone, carveol, linalool oxide, neral, cuminaldehyde, and anethole demonstrated the strong insecticidal activity. The toxicity of blends of constituents identified in 4 active oils indicated that carvone, and cuminaldehyde were major contributors to the fumigant toxicity of the artificial blend.

Key words: Apiaceae plant essential oils, fumigant toxicity, rice weevil, dill, carvi, caraway seed, cumin

P078

Larvicidal Activity of Apiaceae Plant Essential Oils and Their Components Against mosquitoes, *Aedes albopictus*.

Seon-Mi Seo, Sung-Woong Kim, Eunae Kim, Hwa-Jung Yeom and Il-Kwon Park

Division of Forest Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute

The larvicidal activity of 12 Apiaceae essential oils and their constituents was evaluated against third instar larvae of mosquitoes, *Aedes albopictus*. Of the 12 Apiaceae essential oils, Dill (*Anethum graveolens*), Caraway seed (*Carum carvi*), Cumin (*Cuminum cyminum*), Carrot seed (*Daucus carota*), Parsley (*Petroselinum sativum*) and Ajowan (*Trachyspermum ammi*) oils at 0.1 mg/ml exhibited 90% larval mortality after 2 days. Analysis by gas chromatography-mass spectrometry led to identification of 8, 3, 13, 12 compounds, respectively. in the oils of Dill (*Anethum graveolens*), Caraway seed (*Carum carvi*), Cumin (*Cuminum cyminum*), Ajowan (*Trachyspermum ammi*). The compounds thus identified were tested individually for their larvicidal activities against *Aedes albopictus*. At this same concentration, the individual constituents tested, α -phellandrene, α -Terpinene, p -cymene, (+)-Limonene, γ -Terpinene, Thymol, Carvacrol resulted in 100% mortality after 2 days. At this same concentration, the individual constituents tested, (+)-carvone, cuminaldehyde, neral, *trans*-anethole resulted in 80% mortality after 2 days.

Key words: Apiaceae, *Aedes albopictus*, larvicides, *Anethum graveolens*, *Carum carv*, *Cuminum cyminum*, *Daucus carot*, *Petroselinum sativum*, *Trachyspermum ammi*

P079

Insecticidal and Acetylcholine Esterase Inhibition Activity of Apiaceae Plant Essential Oils and Their Constituents against Adults of German Cockroach (*Blattella germanica*)

Hwa-Jung Yeom, Jae-Soon Kang, Eunae Kim, Sung-Woong Kim, Seon-Mi Seo and Il-Kwon Park

¹Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research and Institute

We evaluated insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity of 11 Apiaceae plant essential oils and their constituents against male and female adults of *Blattella germanica*. Of 11 Apiaceae plant essential oils tested, dill (*Anethum graveolens*), carvi (*Carum carvi*), and cumin (*Cuminum cyminum*) essential oils demonstrated > 90 % fumigant toxicity against male adults of German cockroach at 5 mg/filter paper. In contact toxicity test, dill (*Anethum graveolens*), carvi (*Carum carvi*), cumin (*Cuminum cyminum*), and ajowan (*Trachyspermum ammi*) essential oils produced strong insecticidal activity against male and female adults of German cockroach. Among test compounds, carvone, 1,8-cineole, *trans*-dihydrocarvone, cuminaldehyde, *trans*-anethole, *p*-cymene, and γ -terpinene demonstrated strong fumigant toxicity against male and female adults of *B. germanica*. In a contact toxicity test, carveol, cuminaldehyde, (S)-(+)-carvone, *trans*-anethole, thymol, and *p*-cymene showed the strong contact toxicity against *B. germanica* male and female adults. IC₅₀ values of α -pinene, carvacrol, and dihydrocarvone against female acetylcholine esterase were 0.28, 0.17, and 0.78 mg/mL, respectively. The toxicity of blends of constituents identified in 4 active oils indicated that carvone, cuminaldehyde, and thymol were major contributors to the fumigant or contact toxicity of the artificial blend.

Key words: Apiaceae plant essential oils, fumigant toxicity, contact toxicity, German cockroach, acetylcholine esterase inhibition

파밤나방에 활성이 있는 *Bacillus thuringiensis* 균주와 tannic acid와의 균주특이성조사

곽창순, 진나영, 오산나, 이유경, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Bacillus thuringiensis(이하 *B. thuringiensis*) subsp. *kurstaki* KB100은 protease inhibitor중의 하나인 tannic acid를 혼합처리 함으로서 파밤나방의 살충활성에 상승효과를 가져왔다. 이를 바탕으로 tannic acid가 *B. thuringiensis*균주 특이성을 나타내는지 확인하기 위해, 국내 토양으로부터 분리하여 실험실에 보관중인 *B. thuringiensis*중 파밤나방에 높은 살충활성을 보이는 6개의 균주와 기준균주인 *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* HD-1을 선발하여 총 7종의 균주에 각각 tannic acid를 농도별로 처리하여 2령 파밤나방에 대해 생물검정을 실시하였다. 또한 선발된 7개의 균주들의 살충성단백질의 패턴과 파밤나방 중장액에 대한 tannic acid의 단백질분해 저해정도를 알아보기 위해 SDS-PAGE를 수행하였다.

B. thuringiensis KB100은 tannic acid의 농도를 높일수록 사충이 증가하다가 80mM농도에서 낮아지는 반면에 *B. thuringiensis* KB098은 tannic acid의 농도를 높일수록 오히려 사충률의 감소를 보였고, 이외 5개 균주는 tannic acid의 농도와 상관없이 뚜렷한 사충률의 변화를 보이지 않았다. 각 균주의 Parasporal inclusion에 tannic acid를 처리하여 파밤나방 중장액에 반응시켜 parasporal inclusion의 분해정도를 SDS-PAGE로 확인한 결과, 133kDa크기의 단백질밴드를 나타내는 각각의 균주가 생성한 parasporal inclusion은 tannic acid처리 농도에 따라 살충활성을 나타내는 70~60kDa단백질크기로의 분해정도가 각각 다른 것으로 나타났다. 이는 Tannic acid가 *B. thuringiensis*균주에 따른 특이적인 효과를 나타낼 수 있는 가능성을 보여준다.

검색어 : *Bacillus thuringiensis*, 파밤나방, Tannic acid, SDS-PAGE

P081

복숭아혹진딧물 방제를 위한 곤충병원성 곰팡이의 선발 및 평가

이원우, 신태영, 최재방, 배성민, 우수동

충북대학교 농생물학과

세계적으로 발생하는 복숭아혹진딧물은 직접적으로 작물을 흡즙가해하여 영양분 고갈로 작물을 고사시키고 간접적으로 많은 식물바이러스도 매개하여 경제적으로 큰 피해를 주는 해충이다. 게다가, 농약의 오남용으로 인해 복숭아혹진딧물 개체의 저항성이 높아지고 환경오염을 초래하는 부적절한 결과로, 새로운 생물학적방제제로서 곤충병원성 곰팡이의 활용이 각광받고 있다. 그리하여 이번 연구에서는, 우리나라 토양에서 분리된 다양한 347개 곤충병원성 곰팡이를 사용하여 복숭아혹진딧물에 병원성을 가지는 20균주를 분리하였고 분리된 균주들을 형태학적, 분자생물학적 동정한 결과, 3 strain의 *Lecanicillium attenuatum*, 9 strain의 *Beauveria bassiana*, 1 strain의 *Metarhizium anisopliae*, 1 strain의 *Metarhizium flavoviride*, 5 strain의 *Paecilomyces lilacinus*, 1 strain의 *Aspergillus* sp. 로 동정되었다. 분리된 20개 균주의 포자에 대한 고온안정성, 저온발아력, UV안정성과 복숭아혹진딧물에 대한 병원력을 조사한 결과, *Lecanicillium attenuatum* SDMp1, *Beauveria bassiana* 4-2, *Paecilomyces lilacinus* 4-4 균주가 최종 선발되었다. 선발된 3균주는 복숭아혹진딧물에 대한 생물학적 방제제로서 유용할 것으로 생각된다.

검색어 : 곤충병원성 곰팡이, 복숭아혹진딧물, 생물학적방제

경작지로부터 *Bacillus thuringiensis* 균주의 분리 및 생물학적 특성

이유경, 진나영, 곽창순, 오산나, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업과학대학 응용생물학과

곤충병원성세균의 *Bacillus thuringiensis*(이하 B.t)는 친환경농업의 주요 농자재로 사용되는 생물농약 중의 하나이다. B.t는 그람양성세균이며 spore, crystal를 형성하고 parasporal inclusion를 형성을 한다. 포자 형성기에는 균체 내에 δ -내독소라는 독소단백질을 생성한다. δ -내독소는 곤충이 섭식 시 중장세포막에 binding 된 후 중장을 파괴하여 치사에 이르게 한다. 본 연구에서는 경상북도 김천 지역의 밭과 과수원 토양으로부터 총 8곳에서 sample을 채취하여 살충활성이 우수한 B.t를 분리 선발하고자 하였다.

토양희석액을 nutrient agar plate에 고르게 도말한 후 27°C에서 3~4일간 배양한 후 형성된 colony들 중에서 배양특성이 B.t와 유사한 80개의 colony를 선발하였다. 위상차현미경으로 spore형성과 crystal의 형태를 확인하는 과정에서 내독소 단백질 결정체를 형성하는 16개의 B.t를 확보할 수 있었고, 그중bipyramial형 15개와 irregular형 1개가 확인되었다. 분리선발된 16개 균주의 살충활성을 확인하기 위해, 실내 누대 사육한 나비목 담배거세미나방(*Spodoptera litura*)에 실험한 결과, 높은 사충율을 나타냈다. 추후에 나비목 파밤나방(*Spodoptera exgua*)에 대한 살충활성을 확인한 후 SDS-PAGE를 통하여 단백질패턴을 분석할 계획이다.

검색어 : *Bacillus thuringiensis*, 담배거세미나방, 파밤나방

P083

세계 23개국으로부터 확보한 의약 식물 추출물에 대한 *Aedes aegypti* 의 살충 활성 검정

박성호¹, 박두상¹, 안경섭², 오세량², 오현우¹

¹한국생명공학연구원 산업바이오소재연구센터

²한국생명공학연구원 천연물의약연구센터

인도, 베트남, 칠레, 중국, 필리핀, 케냐, 탄자니아, 페루, 인도네시아, 코스타리카, 그리고 라오스 외 총 23개국의 서로 다른 5000종 식물의 에탄올과 메탄올 추출물을 이용해서 덩기, 덩기열, 황열병의 주 매개체인 *Aedes aegypti* 에 대해 살충 활성을 검정 하였다. 유충의 사충률은 처리 후 24시간 후에 확인 하였다. 500ppm에서 사충률 > 90% 이상 되는 식물체는 49 종의 식물체로 확인 되었다. 49종의 식물체 추출물의 처리 농도를 희석 과정을 거쳐서 확인 후 최종적으로 3종의 식물체를 선별 하였다. 3종의 식물체는 인도에서 채집한 Araceae과의 *Scindapsus officinalis* (Roxb.) Schott, 케냐에서 채집한 Commelinaceae과의 *Commelina africana* L., 그리고 탄자니아에서 채집한 Fabaceae과의 *Millettia oblata* Dunn 이다. 이 3종의 식물체를 유기용매 4가지를 이용 하여 분획 과정을 거친 후 살충 활성 검정 후 높은 활성을 보이는 분획물의 LC₅₀ 값을 확인하였다. *Scindapsus officinalis* (Roxb.) Schott 는 클로로포름 분획물 (LC₅₀-13.93), 부탄올 분획물 (LC₅₀-15.65)에서 높은 활성을 보였고, *Commelina africana* L 는 hexan 분획물(LC₅₀-1.85), 에틸아세테이트 (LC₅₀-5.5)에서 높은 활성을 보였고, *Millettia oblata* Dunn는 hexan 분획물(LC₅₀-8.77), 에틸아세테이트(LC₅₀-9.73)에서 높은 활성을 보였다. 이 세 가지 식물은 *Aedes aegypti* 유충 방제를 위한 좋은 원료가 될 것으로 예상된다.

검색어 : 살충활성, 식물체 추출물, LC₅₀, *Aedes aegypti*

딸기수출재배단지의 해충발생상 조사

권혜리, 조신혁, 김세희, 박민우, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과

딸기수출재배단지에서 발생하는 점박이응애, 진딧물류, 작은뿌리파리의 분포를 파악하여 방제에 활용하고자 조사를 수행하였다. 진주시 수곡면에 위치한 딸기재배단지의 농가 20곳(토경재배 15곳, 양액재배 5곳)을 선정하여 2주간격으로 3개월간 조사를 실시하였다. 재배방법에 따른 해충발생의 차이는 뚜렷하지 않았고, 전반적으로 점박이응애는 발생하였으나 진딧물과 작은뿌리파리 유충은 발생이 미비하였다. 작은뿌리파리 성충은 시간이 경과됨에 따라 점차 감소하는 추세로 기온에 영향을 받는 것으로 사료되며, blue sticky trap보다 yellow sticky trap에서 더 많이 채집되었다. 따라서 점박이응애, 진딧물류는 천적을 활용하고, 작은뿌리파리는 yellow sticky trap을 이용하여 방제하는 것이 효율적일 것이라 사료된다.

검색어 : 딸기, 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch), 진딧물(Aphids), 작은뿌리파리(*Bradysia difformis*).

P085

A Facile Synthesis of Aggregation Pheromone Components of *Riptortus pedestris*

Junheon Kim, Kwangil Park and Chung Gyoo Park

Division of Applied Life Science (BK21 program), Gyeongsan National University, Jinju, Korea

The bean bug, *Riptortus pedestris*, is one of the important pest of soybean, apple, and sweet persimmon. Since its aggregation pheromone was identified, monitoring and controlling the pest by using aggregation pheromone have been developed. Aggregation pheromone of *R. pedestris* is comprised of (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate (E2HE2H), (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate (E2HZ3H), tetradecyl isobutyrate, and octadecyl isobutyrate. For developing more facile synthetic method, Steglich esterification was applied for synthesis of E2HE2H and E2HZ3H under various conditions. E2HE2H and E2HZ3H were prepared in a single step with (*E*)-2-hexenoic acid for E2HE2H and (*Z*)-3-hexenoic acid for E2HZ3H, and (*E*)-2-hexenol in aprotic solvents (CH₂Cl₂, diethyl ether and toluene). Yields of E2HE2H was 59.7-77.3%, 56.1-57.7% and 75.6-77.6% under CH₂Cl₂, diethyl ether and toluene solvent systems, respectively (purity: 92.8-97.0%). Yield of E2HZ3H was 87.2-90.8% under CH₂Cl₂ condition (purity: 96.2-97.0%). The applied Steglich esterification method gave as same yield as previously reported method and saved time and cost.

Key words: *Riptortus pedestris*, bean bug, aggregation pheromone, (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate, (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate

Field bioassay of *Paecilomyces lilacinus* HY-4 for the control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*

Han-Young Cho¹, Zhen Ji¹, Do Young Kim¹, Yi-Joon Kim²,
Dong-Ha Shin², Kwang-Hee Son¹ and Ho-Yong Park^{1,*}

¹Industrial Biomaterials Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 305-806, Republic of Korea

²Insect Biotech Co., Ltd., Daejeon 305-811, Republic of Korea

The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* is a worldwide crop pest with a high insecticide resistance and an extensive host range. The aim of the present study was to evaluate the effect of PaeciPora®, which was formulated from the aerial conidia of an entomopathogenic fungus *Paecilomyces lilacinus* strain HY-4, to control *T. urticae* in cucumber field. In the field study, conidia of *P. lilacinus* HY-4 and a chemical acaricide azocyclotin were investigated for their control of the adult females of *T. urticae*. The strain produced a mortality of 56.0% on day 3 and 63.6% on day 7 post-treatment respectively at 1×10^7 conidia/mL, and no evidence of a mortality benefit was seen in the control group. Additionally, in the pesticide injury test, no agrochemical damage was found in hot pepper, watermelon, Chinese cabbage, oriental melon or strawberry by spraying PaeciPora® on them. The results indicated the possibility of the use of *P. lilacinus* HY-4 as a microbiological control agent against *T. urticae* in the Integrated Pest Management program.

Key words: *Paecilomyces lilacinus*, PaeciPora, entomopathogenic fungus, *Tetranychus urticae*, field bioassay.

P087

Evaluation of biological control potentials of *Rhabditis blumi* (Nematoda: Rhabditida) against 10 insect species

**Hae Woong Park¹, Hyeong Hwan Kim¹, Myoung Rae Cho¹, Taek Jun Kang, Sung
Jun Ahn, Sung Wook Jeon and Anwar L. Bilgrami²**

¹Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal
Science, South Korea

²Department of Mosquito Control, Cape May Court House, New Jersey 08210, U.S.A

Rhabditis blumi, isolated from *Exomala orientalis*, is a necromenic type of nematode that possesses several attributes of a potential biological control agent such as ease in culture conditions, high rates of reproduction and virulence, short life cycle and rapid multiplication etc. Pathogenicity of *R. blumi* was tested against 5 coleopteran species and 5 lepidopteran species. All insect larvae were susceptible to *R. blumi*, showing over 60% mortality except for *Holotrichia kiotoensis* and *Ectinohoplia rufipes*. The highest mortality was observed in *Plutella xylostella* (88%), followed by *Artogeia rapae*, *Exomala orientalis*, *Spodoptera litura* and *Anomala rufocuprea* (over 70%). Reproductive capacity of *R. blumi* differed from each insect species, ranging from 17 to 656 dauer juveniles/mg of insect larva. Dauer juvenile production was most in *Plutella xylostella* larvae, producing 656 dauer juveniles/mg of host body weight, followed by *E. orientalis*, *H. kiotoensis*, and *A. rapae* larvae (over 100 dauer juvenile per mg).

Key words: *Rhabditis blumi*, biological control, *Exomala orientalis*, reproduction

시설재배 토마토에서 작은뿌리파리의 발생, 피해 및 방제

김형환, 조명래, 강택준, 안성준, 전성욱, 박해웅

농촌진흥청 원예특작과학원 원예특작환경과

작은뿌리파리(*Bradysia difformis*)는 유충이 직접 뿌리를 가해하거나 간접적으로는 토양 중 식물병원균 *Fusarium*, *Pythium* 등과 함께 작물체에 복합피해를 유발하는 해충이다. 작은뿌리파리는 2008년 이전에는 주로 육묘장, 수경 및 양액재배 작물에서 피해를 일으켰으나, 2008년 충주, 2009년 담양, 2009년 익산, 2010년 화성에서 토양재배 시설 토마토에서 심각한 피해가 나타났다. 그 후 전국적으로 토양재배 토마토에서 피해가 나타나고 있어 경기도 및 충남 지역의 주요 토마토 재배지역을 중심으로 작은뿌리파리의 발생밀도와 피해 및 방제효과에 대하여 조사하였다.

경기도 화성, 충남 아산과 천안의 토양재배 토마토에서 끈끈이트랩을 이용하여 작은뿌리파리의 발생밀도를 조사한 결과 화성에서는 5개 트랩 당 반촉성재배 시 0~38.2마리, 억제재배 시 0.6~110.2마리, 아산에서는 반촉성재배 시 0.6~34.0마리, 억제재배 시 0~33.4마리, 천안에서는 반촉성재배 시 1.2~235.6마리, 억제재배 시 1.2~52.8마리로 조사되었다. 각 지역마다 임의로 50주에 대해 피해주수를 조사한 결과 화성과 아산에서는 반촉성 및 억제재배에서 피해가 나타나지 않았으나, 천안에서는 반촉성재배 시 0~22.4주에서 피해가 나타났으며 억제재배에서는 피해가 없었다.

작은뿌리파리에 대한 방제효과를 알아보기 위하여 관행재배농가에서는 티아메톡삼 입상수화제, 루페뉴론 유제, 아세타미프리트 수화제를 교호로 3회 살포하였다. 또한 무농약 토마토 재배농가에서는 총채가시응애(*Hypoaspis aculeifer*)를 m²당 15.2마리(15,000마리/300평) 밀도로 3회 방사하였다. 그 결과 살충제 및 천적 처리구의 작은뿌리파리 밀도는 각각 무처리구와 비교하여 90% 이상 감소되었다.

검색어 : 토마토, 작은뿌리파리, 살충제, 천적, 총채가시응애

Study on biochemical properties of acetylcholinesterase in nontarget organisms for safe use of agricultural chemicals

Seunghyup OH¹, Hiroshi MIZUNO¹, Toshinori KOZAKI¹, Soonsung HONG²,
Kyunghun PARK², Rokyoon Hwang³ and Yoshiaki KONO¹

¹Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

²Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science (NAAS), Rural Development Administration (RDA); Suwon 441-707, Korea

³Citrus Research Station, National Institute of Horticultural and Herbal Science (NIHHS), Rural Development Administration (RDA); Jeju, 699-946, Korea

Substrate affinity and insecticide sensitivity of acetylcholinesterase (AChE) from *Daphnia magna* S., *Bombyx mori* L., *Musca domestica* L., *Myzus persicae* S., *Anguilla anguilla* L., *Cyprinus carpio* L., *Oryzias latipes* T.&S., *Homo sapiens* L., *Bos taurus* L. were tested. The K_m values of *M. domestica* AChE to acetylthiocholine (ATCh), propionylthiocholine (PTCh), butyrylthiocholine (BTCh) were 57.3 μ M, 13.4 μ M and 85.9 μ M respectively, which were lower than those of *A. anguilla*, *C. carpio*, *O. latipes*, *H. sapiens* and *B. taurus*. In nontarget organisms, the I_{50} values of AChE to fenitroxon and DDVP were 1.5×10^{-6} M~ 7.8×10^{-5} M and 2.4×10^{-6} M~ 1.1×10^{-4} M respectively, thus they have lower sensitivity compared with *M. domestica*. The I_{50} value of *M. persicae* AChE to pirimicarb was 1.3×10^{-8} M, which was higher sensitivity compared with other test animals except *D. magna*. The I_{50} values of *D. magna* AChE to fenitroxon, DDVP, carbaryl, eserine, pirimicarb were 5.2×10^{-10} M~ 2.1×10^{-8} M, which were higher sensitivity compared with the other test animals used for this study. cDNA of *Daphnia magna* AChE precursor was sequenced and compared with those of *Musca domestica*, *Drosophila melanogaster* and *Torpedo californica*.

Key words: Nontarget organisms, *Daphnia magna*, acetylcholinesterase, enzyme characteristics

P090

Fumigant Toxicity of Plant Essential Oils to *Camptomyia corticalis* (Diptera: Cecidomyiidae)

JUN-RAN KIM¹, PERUMALSAMY HARIBALAN², BONG-KI SON³ and YOUNG-JOON AHN⁴

¹Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea.

²Entomology Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea.

³Interdisciplinary Program in Agricultural Biotechnology Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

⁴WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

The toxicity of 102 plant essential oils against third instars of cecidomyiid gall midge, *Camptomyia corticalis*, was examined using a vapor-phase mortality bioassay. Results were compared with that of a conventional insecticide dichlorvos. Based on 24 h LC50 values, all essential oils were less toxic than dichlorvos (LC50, 0.027 mg/cm³). The LC50 of caraway seed, armoise, sage (Clary), oreganum, lemongrass, niaouli, spearmint, cassia special, sage (Dalmatian), thyme red, bay, garlic, and pennyroyal essential oil is between 0.55–0.60 mg/cm³. The LC50 of cassia pure, thyme white, cassia redistilled, star anise, peppermint, wintergreen, cinnamon bark, majoram, chamomile romon, eucalyptus, rosemary, cedar wood, pimento berry, savory (summer), lavender, and coriander oil is between 0.61–0.99 mg/cm³. All other essential oils tested exhibited low toxicity to the cecidomyiid larvae (LC50, >0.99 mg/cm³). The active principles of active essential oils were identified by GC-MS analysis. The major active principles are such as pulegone, thujone, camphor, 1,8-cineole, α-pinene, thymol, menthol. At a rate of 5 mg/cm³, pulegone, and thujone, exhibited 100% mortality whereas camphor, 1,8-cineole, α-pinene, thymol and menthol showed 90% mortality at 15 mg/cm³. Global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic insecticides in the agricultural environment justify further studies on the essential oils and their constituents described as potential insecticides for the control of the mushroom fly as fumigants with contact action.

검색어 : Cecidomyiid gall midge, *Camptomyia corticalis*, essential oils, GC-MS, botanical insecticide, natural fumigant

P091

Contact and fumigant toxicity of *Pinus densiflora* needle hydrodistillate constituents and related compounds and efficacy of spray formulations containing the oil to *Dermatophagoides farinae*

Ju-Hee Lee¹, Jun-Ran Kim^{1,2}, Young Yull Koh³ and Young-Joon Ahn^{1*}

¹WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University

³Department of Pediatrics, College of Medicine, Seoul National University

The toxicity of red pine needle hydrodistillate (RPN-HD), 19 RPN-HD constituents and 12 structurally related compounds and control efficacy of four experimental spray formulations containing RPN-HD (0.5, 1, 2 and 3% sprays) to adult *Dermatophagoides farinae* was evaluated. RPN-HD (24 h LC₅₀, 68.33 $\mu\text{g cm}^{-2}$) was toxic. Menthol was the most toxic compound (12.69 $\mu\text{g cm}^{-2}$) and the toxicity of this compound and benzyl benzoate did not differ significantly from each other. High toxicity was also produced by α -terpineol, bornyl acetate, geranyl acetate, thymol, linalyl acetate, terpinyl acetate, citral, linalool and camphor (18.79–36.51 $\mu\text{g cm}^{-2}$). These compounds were more toxic than either deet or dibutyl phthalate. In vapour-phase mortality tests, these compounds were consistently more toxic in closed versus open containers, indicating that their mode of delivery was largely a result of vapour action. RPN-HD 3% experimental spray provided 95% mortality against adult *D. farinae*, whereas permethrin (*cis:trans*, 25:75) 2.5 g L⁻¹ spray treatment resulted in 0% mortality. In the light of global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic acaricides in indoor environments, RPN-HD and the compounds described merit further study as potential biocides for the control of *Dermatophagoides* populations as fumigants with contact action.

Key words: *Dermatophagoides farinae*; botanical acaricide; natural fumigant; *Pinus densiflora*; red pine needle hydrodistillate

Isolation and identification of larvicidal principles identified in *Pongamia pinnata* seed toward insecticide-susceptible *Culex pipiens pallens* and *Aedes aegypti* and wild *Aedes albopictus*

**Haribalan Perumalsamy¹, Jun-Ran Kim², Murugan Kadarkarai³
and Young-Joon Ahn^{4*}**

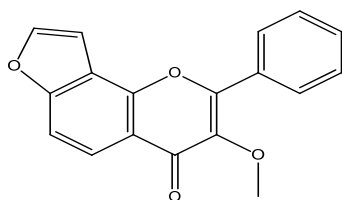
¹Entomology Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University

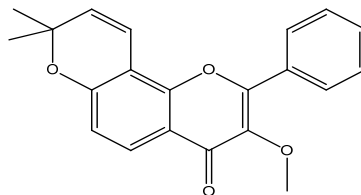
³Department of Zoology, Bharathiar University, Coimbatore, India.

⁴WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

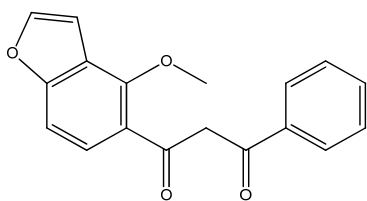
The toxicity of materials derived from the seed of *Pongamia pinnata* to third instars of insecticide-susceptible *Culex pipiens pallens* and *Aedes aegypti* and wild *Aedes albopictus* was examined using a direct contact bioassay. Results were compared with those of the currently used insecticides fenthion and temephos. The active principles of *Pongamia pinnata* were identified as the karanjin (1), karanjachromene (2), pongamol (3), pongarotene (4), oleic acid (5), and palmitic acid (6) by spectroscopic analysis. Based on 24 h LC₅₀ values, karanjin (14.61 and 16.13 mg/L) was the most toxic compound, followed by oleic acid (18.07 and 18.45 mg/L) and karanjachromene (18.74 and 20.57 mg/L). These constituents were less toxic than either fenthion (LC₅₀, 0.0031 and 0.0048 mg/L) or temephos (0.021 and 0.050 mg/L) against *Ae. aegypti* and *Cx. p. pallens*. Low toxicity was produced by pongamol (LC₅₀, 23.95 and 25.76 mg/L), pongarotene (25.52 and 37.61 mg/L), and palmitic acid (34.50 and 42.96 mg/L). Against *A. albopictus* instars, oleic acid (LC₅₀, 18.79 mg/L) was most toxic. Low toxicity was observed with the other five constituents (LC₅₀, 35.26- 85.61 mg/L). *P. pinnata* seed-derived active principles, particularly karanjin, karanjachromene, and oleic acid, merits further study as potential mosquito larvicides for the control of mosquito populations in light of global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic larvicides in the aquatic environment.



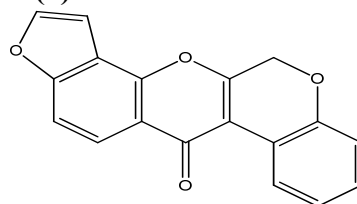
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)

Key words: Botanical mosquitocide; natural mosquito larvicide; *Pongamia pinnata*; karanjin; karanjachromene; oleic acid;

P093

심비디움(*Cymbidium* spp)의 시설 재배 시 발생하는 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 관한 연구

조명래, 전성욱, 강택준, 김형환, 안승준, 박해웅

국립 원예특작과학원 원예특작환경과

심비디움(*Cymbidium* spp)의 시설 재배 시 가장 피해가 큰 해충으로는
점박이응애

(*Tetranychus urticae*)가 있다. 양란 재배 농가에서 응애의 방제에 주로 사용되고
있는 약제 중 사이에노피라펜액상수화제, 사이프로루메토펜액상수화제,
스피로디클로펜수화제, 에톡사졸액상수화제 4종의 약제를 선발 한 후, 약제에
대한 효과를 7일과 14일에 걸쳐 조사하였다. 약제에 관한 생충율은 7일차에서
에톡시액상수화제를 제외하고 3종에서 7.1% 이하의 생충율을 보였고, 14일차에서도
에톡시액상수화제를 제외하고 3.4% 이하의 생충율을 보였다. 생충율에 따른
방제가는 에톡시액상수화제를 제외한 3종의 약제에서 96.5%이상의 방제효율을
보였다.

검색어 : 심비디움(*Cymbidium* spp), 점박이응애, 방제가, 생충율

P094

황색점착트랩을 이용한 토마토 가루이 방제

박종호, 홍성준, 한은정, 심창기, 이민호, 김민정, 김용기

국립농업과학원 유기농업과

온실가루이와 담배가루이는 온실재배 조건에서 토마토에 커다란 피해를 끼치는 해충으로 가루이 관리를 위해 점착트랩의 직접적인 방제 가능성을 알아보기 위해 시험을 실시하였다. 색깔에 대한 담배가루이와 온실가루이의 유인효과를 확인하였는데 두 종 모두 대부분의 성충이 백색, 청색보다 황색 트랩에 포획되었다. 담배가루이와 온실가루이 성충이 황색점착트랩에 포획된 수와 유의차 없이 천적인 담배가루이좀벌과 온실가루이좀벌 성충 또한 트랩에 포획되었다. 콤비락 안에서 토마토 높이별로 점착트랩을 설치하였을 때 담배가루이가 포획된 마리수는 큰 차이를 보이지 않았지만 온실가루이는 상부에 설치한 트랩에 37.4마리가 포획되어 하부 6.8마리보다 많았다. 토마토 재배 온실에서 가루이 성충은 하단에 설치한 트랩보다 상단에 설치한 트랩에 많이 포획되었다. 온실가루이의 경우 크기가 작은 기주조건에서 트랩에 더 유인되는 경향을 보여주었다. 트레이육묘상에서 황색점착트랩을 설치한 결과 담배가루이와 온실가루이 모두 80% 이상의 높은 방제효과를 보였다. 점착트랩의 가루이 방제효과를 포장에서 검정하기 위해서 방제용 황색점착트랩을 설치한 온실에서 트랩당 일일 포획수가 0.96마리로 무처리온실 3.11에 비해 낮게 나타났고, 방제용 트랩을 제거한 뒤 5일 동안에도 처리구의 가루이 성충 밀도는 트랩당 1.39마리로 무처리 3.34마리보다 낮게 유지되어 실질적으로 가루이 밀도 억제효과가 확인되었다. 토마토 트랩을 설치하고 천적을 사용하여 그 혼합효과를 보았는데, 천적과 점착트랩 처리포장에서 성충의 밀도는 최종 트랩당 14.64마리로 나타났고 천적만 사용한 포장은 21.64마리로 나타났다.

검색어 : 담배가루이, 온실가루이, 점착트랩, 유인

P095

경기지역 원예작물 차면지응애 발생 및 친환경 방제약제 선발

이영수, 이희아, 김형경, 용소습, 박은주, 김진영, 김형덕, 홍순성

경기도농업기술원 환경농업연구과

경기지역에 새롭게 문제가 되고 있는 차면지응애에 대한 피해양상 및 방제효과가 우수한 친환경 유기농자재를 선발하였다. 차면지응애는 주로 시설재배농가에서 저온기인 동절기에 다발생하여 피해를 주는데, 크기가 0.1~0.2mm 내외로 매우 작아 육안 관찰이 어려워 초기 발견이 어렵다. 발생지역은 안성시 미양면, 평택시 진위면, 여주시 점동면 등이었으며, 주 피해작물은 오이, 고추, 파프리카, 토마토, 잎들깨, 가지 등이었다. 가장 일반적인 피해양상은 잎 말림, 경화 및 과실의 코르크화 증상이다. 차면지응애 성충의 약제 감수성을 조사한 결과 대조약제인 emamectina benzoate와 대등한 친환경 유기농자재 2종을 선발하였다.

검색어 : 차면지응애, 친환경, 방제

P096

친환경자재를 이용한 비트 파밤나방 방제효과

김주, 김주희, 권영립, 정성수

전라북도농업기술원 기후변화대응과

생식용 쌈채소 중 하나인 비트에 발생하는 파밤나방의 친환경 방제기술을 개발하고자 본시험을 수행하였다. 실험실 조건에서 1~2령과 3~4령 파밤나방 유충을 접종하고 고삼제 등 11종의 시판 친환경자재와 송순추출물 등 4종의 농가 자가조제 자재 및 화학농약인 루페뉴론 유제를 살포한 후, 생존율을 조사한 결과 고삼제, 데리스제가 처리 1일차에 모두 사멸하여 방제효과가 높았으며 농가에서 자가조제한 고추씨오일, 자리공추출물, 미생물제, 송순추출액 등은 생존율이 1~2령충은 30~76.7%, 3~4령충 46.7~86.7%로 높아 방제효과가 떨어지는 경향이었다.

포장에서 비트를 정식하고 파밤나방 유충을 접종한 후 친환경자재를 살포하고 비트의 생육을 조사한 결과 초장과 엽수에서는 처리간 차이가 없었으나 고삼제, 데리스제, 맥반석가루 처리에서 피해엽률이 각각 37.7%, 42.3%, 40.2%로 낮았다. 주당 상품엽수도 고삼제 5.9매, 데리스 5.7매, 맥반석가루 5.9매로 많았고, 엽상품 무게에서도 고삼제 72.7g, 데리스제 71.7g, 맥반석가루 73.8g으로 많았다. 그러나 맥반석 가루는 균일한 살포가 어렵고 비트잎에 붙어 있어 미관이 좋지 못하였다.

이러한 결과를 종합해볼 때 비트에 발생하는 파밤나방을 친환경자재를 이용하여 방제할 때에는 고삼제와 데리스제가 살충효과가 높고, 상품성도 높았다.

검색어: 친환경자재, 생존율, 상품률, 수량

P097

**Occurrence and environment-friendly management of
Dasineura oxycoccana (Johnson)(Diptera: Cecidomyiidae) on
Vaccinium spp. (Ericales: Ericaceae)**

**Taek-Jun Kang^{1*}, Myoung Rae Cho¹, Seung-Joon Ahn¹,
Hyeong-Hwan Kim¹ and Se-Jin Kim^{2,1}**

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Korea

²School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Korea

The blueberry gall midge, *Dasineura oxycoccana* (Johnson)(Diptera: Cecidomyiidae), has known as a key pest of blueberries in the southeastern United States, Europe and Canada. It can cause considerable damage to developing blueberry flower buds and also injure vegetative growth by distorting and blackening shoot tips. Similar symptoms of damage, which might be caused by *D. oxycoccana*, have been investigated on blueberry plants(damage rate: 20~80% of total shoot tips), *Vaccinium spp.*, in Hwaseong-si of Gyeonggi-do in 2010. And, followed by an investigation on the occurrences of *D. oxycoccana* and its damages in 2010~2012. We emphasize caution concerning the possibilities that *D. oxycoccana* could infest flower buds and shoot on blueberries and developed monitoring methods and environment-friendly management strategies for *D. oxycoccana* on blueberry.

Key words: *Dasineura oxycoccana*, Blueberry gall midge, Blueberry, *Vaccinium spp.*, Environment-friendly management

P098

Acequinocyl과 칠레이리응애를 이용한 점박이응애 방제

안기수, 이경희, 송명규, 송인규, 김길하¹

충북농업기술원 친환경연구과, ¹충북대학교 식물 의학과

딸기에서 점박이응애에 대한 생물적 방제인자로서 칠레이리응애 평가와 선택독성 약제인 acequinocyl을 효율적으로 이용하기 위해, 시설하우스 온실에 6개의 배드(1.5×3m; 딸기 20주)를 조성한 후 점박이응애를 접종(2011. 10. 5; 20주당 100마리)하였다. 칠레이리응애 처리구, acequinocyl 처리구, 칠레이리응애+acequinocyl 처리구를 두고 점박이응애와 칠레이리응애를 7일 간격으로 조사한 결과, 칠레이리응애+acequinocyl 처리구에서 점박이응애가 가장 효율적으로 방제되었다. 칠레이리응애 처리구에서도 점박이응애의 밀도가 낮게 유지되었으나, acequinocyl 처리구에서는 점차 점박이응애 밀도가 증가하여 약제처리 1달 후에는 처음의 밀도로 회복되었다. 농가포장에서 점박이응애의 밀도가 높았을 때 칠레이리응애 방사 후 acequinocyl 처리가 점박이응애를 효율적으로 방제 할 것으로 평가된다.

검색어 : 딸기, 점박이응애, 칠레이리응애, acequinocyl

곤충병원성곰팡이(*Pacilomyces javanicus*)의 담배가루이(*Bemisia tabaci*)에 대한 살충효과

송명균, 안기수, 이경희, 우수동¹

충북농업기술원 친환경연구과, ¹충북대학교 식물의학과

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 다양한 식물을 가해하는 해충으로 약제 저항성 발달이 빠르기 때문에 방제가 어렵다. 이에 야외에서 채집한 곤충병원성 곰팡이인 *Paecilomyces javanicus*를 이용해 담배가루이에 대한 살충효과를 검정하였다.

*P. javanicus*의 포자를 접종한 경우와 상청액과+tween20을 처리한 처리구가 대조구 및 무처리에 비해 유의성이 인정되었다. 습도 80%로 설정한 방에 20, 25, 30℃조건으로 실험한 결과 가장 효과가 좋았던 온도는 20℃였으며 온도가 높아짐에 따라 살충률이 낮아졌다. 또한 온도 20℃로 설정한 방에 습도 40, 60, 80%조건으로 실험한 결과 80%에서 가장 높은 살충효과를 나타냈으며 습도가 낮아짐에 따라 살충률이 낮아졌다. 살포횟수에 따른 효과는 산란 후 31일차에서 3회 이상 살포시 유의성이 인정되었으며 41%의 살충 효과를 보였다.

검색어: 곤충병원성곰팡이, *Pacilomyces javanicus*, 담배가루이, 해충방제

Efficacy and Quality Assessment of Methyl Bromide Alternatives for Export Strawberry

Bong-Su KIM¹, Dong-Hun Cho², Young-Mi Moon² and Byung-Ho Lee¹

¹Dongbu ARI, Dongbu Hannong Co. Ltd

²QIA Plant Quarantine

With the increasing trend of global trades and protection of agro-ecosystem in importing and exporting countries against quarantine pest, quarantine and pre-shipment(QPS) fumigation in perishable commodities like strawberry is critical in terms of quality maintenance of fumigated commodities. Currently, there are limited use of MB fumigation on fruits and vegetables due to low temperature storage and phytotoxic effect or damage in postharvest qualities in many commodities.

In this paper, efficacy and quality assessment of methyl bromide(MB) alternatives, ethyl formate and phosphine gas are presented for export strawberry. Efficacy of phosphine gas and ethyl formate are described in terms of concentration × time (CT) products to *Frankliniella occidentalis*, *Aphis gossypii* and *Myzus persicae*.

Key words: Methyl bromide alternatives, Phosphine gas, Ethyl formate, export strawberry, postharvest quality

P101

월동기간에 따른 매미나방의 휴면타파에 대한 연구

홍창기¹, 이광수², 이홍식², 류동표¹

¹상지대학교 산림과학과

²농림수산검역검사본부 동식물위생연구부 식물검역기술개발센터

매미나방(*Lymantria dispar* (Linne))은 나비목 독나방과에 속하는 곤충으로 미국 북동부와 캐나다 남동부에서 활엽수에 막대한 피해를 입히는 해충이다. 이에 북미식물보호기구(North American Plant Protection Organization)에서는 매미나방을 중요 검역해충으로 지정하여 유입, 정착되는 것을 막고 있어 검역적으로 중요한 해충이다. 본 연구에서는 매미나방의 생활사를 알아보고 매미나방 방제의 기초자료를 제공하고자 한다.

매미나방의 난괴를 일주일 간격으로 채집하여 월동에 따라 부화하는 기간을 조사하였다. 실험은 2012년 1월부터 4월 초까지 실험을 진행하였으며 난괴 5개를 개당 5조각을 나누어 1월 19일부터 일주일간격으로 채집하였다. 채집된 난괴는 항온조건(20℃)에서 부화일을 측정하였다. 상대습도는 65%, 명암 14L:10D로 고정하였으며 조사는 24시간 간격으로 실시하였다.

실험결과 최초 부화일은 1주차(2012. 1. 19)에 채집된 알은 25.4±3.3일, 2주차(2012. 1. 26)에 채집된 알은 21.8±1.9일, 3주차(2012. 2. 2)에 채집된 알은 19.6±2.7일, 4주차(2012. 2. 9)에 채집된 알은 20.0±1.9일, 5주차(2012. 2. 16)에 채집된 알은 19.0±3.2일로 나타났다. 또한 총 부화기간은 1주차는 42.8±6.4일, 2주차는 29.0±12.6일, 3주차는 33.8±9.8일, 4주차는 24.0±8.4일, 16.6±4.5일로 나타났다.

검색어 : 매미나방(*Lymantria dispar* (Linne)), 생활사, 휴면타파실험

Visual Preference of Beet Armyworm to Light-Emitting Diodes

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

The aim of this study is to observe the attraction of four colored lights against beet armyworm (*Spodoptera exigua*). The visual preference of the beet armyworm for light-emitting diodes (LEDs) was examined by LED equipped phototactic chamber in the dark room at $27 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and $60 \pm 5\%$ relative humidity. Evaluated specific wavelengths of LEDs were blue ($470 \pm 10\text{ nm}$), green ($520 \pm 5\text{ nm}$), yellow ($590 \pm 5\text{ nm}$) and red ($625 \pm 10\text{ nm}$), and compared with that of the commonly luring lamp used fluorescent (380-800 nm) which served as controls. The light intensity was tested at 20, 40, 60, 80 and 100 lx, and light-exposure time was determined at 20, 40, 60, 80 and 100 min. All of the light treatments with 40 lx intensity and the 60 min light-exposure time showed the highest attraction rate to *S. exigua*. Based on attraction rate of the green LED (88.9%) was the most attractive to *S. exigua*, followed by blue LED (81.1%), yellow LED (63.3%) and red LED (56.7%). In comparisons with LED and fluorescent light, the attractive rate to green LED against beet worm was more effective than that of fluorescent (80%) light. Overall, these results indicated that the eco-friendly LED could be a more effective substitute for the chemical free insect pest control system because of the various advantages.

Key words: light emitting diodes, *Spodoptera exigua*, specific wavelength, light intensity, light exposure time, phototactic

The Response of High Power Light Emitting Diode against *Plutella xylostella* in Laboratory

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

The behavioral responses of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to four high power light emitting diodes (HPLEDs) were tested at various illuminance intensity and light exposure time using a HPLED-equipped Y-maze chamber. Preference tests were conducted using the high power light emitting diodes (HPLEDs) in the dark room at $27\pm0.5^{\circ}\text{C}$ and $60\pm0.5\%$ relative humidity. Evaluated specific wavelengths were blue, green, yellow and red HPLEDs. The illuminance intensity was tested at 20, 40, 60, 80, and 100 lx and fixed at 30 min. As a result, the attraction rate of the green HPLED at 60 lx was the best effective (98.3%) to *P. xylostella*, followed by red HPLED of 60 lx (86.5%), yellow HPLED of 60 lx (83.6%), and blue HPLED of 40 lx (72.0%), respectively. Depending on the change of light exposure time (5, 10, 15, 20, and 25 min), green HPLED showed the potential attraction under the 15 min. These results may be used as information for developing an eco-friendly insect pest control system. Further research needs to be performed to evaluate the behavioral responses to single and multiple HPLED sources in the field.

Key words: high power light emitting diodes, *Plutella xylostella*, specific wavelength, illuminance intensity, light exposure time

Acaricidal Changes by Introducing of Hydroxyl and Methoxy Groups to Acetophenone Derivatives against Three Types of Mites

Seul-A Lee¹, Jeong-Moon Kim² and Hoi-Seon Lee¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

²Department of Landscape Architecture, Chonbuk National University

The object of this study was the acaricidal activities of acetophenone (AP) and its derivatives for their potentials as natural acaricides using fumigant and contact toxicity bioassays against *Dermatophagoides farinae*, *D. pteronyssinus*, and *Tyrophagus putrescentiae*. Based on the LD₅₀ values of AP derivatives against *D. farinae*, 3'-methoxyAP (0.41 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$) was 89.9 times more toxic than DEET (36.87 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), followed by 4'-methoxyAP (0.52 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2'-methoxyAP (0.75 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2'-hydroxy-5'-methoxyAP (1.03 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2'-hydroxy-4'-methoxyAP (1.29 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), AP (1.48 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2'-hydroxyAP (1.74 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2',5'-dimethoxyAP (1.87 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2',4'-dimethoxyAP (2.10 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), and benzyl benzoate (9.92 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$). With regard to structure-activity relationships between acaricidal activity and functional groups (hydroxyl and methoxy groups) on the AP skeleton, a mono-methoxy group (2'-, 3'-, and 4'-methoxyAP) on the AP skeleton was more toxic than the other groups (2',4'- and 2',5'-dimethoxyAP, 2'- and 4'-hydroxyAP, 2'-hydroxy-4'-methoxyAP, 2'-hydroxy-5'-methoxyAP, and 4'-hydroxy-3'-methoxyAP). These results indicated that acaricidal activity against three mite species was changed with the introduction of functional radicals (hydroxyl and methoxy groups) onto the AP skeleton.

Key words: *Dermatophagoides farinae*, *D. pteronyssinus*, *Tyrophagus putrescentiae*, fumigant toxicity, contact toxicity, structure-activity relationship

Acaricidal Activities of Active Constituent Derived from *Angelica koreana* (Umbelliferae)

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

In this study, we evaluated the acaricidal activities of AP and its derivatives for their potentials as natural acaricides using the vapor phase and contact toxicity bioassays against *Dermatophagoides* spp. and *Tyrophagus putrescentiae*, and then compared with that of commercial acaricide such as benzyl benzoate. The acaricidal constituent of *A. koreana* was isolated by various chromatographic techniques and identified as 2'-H-4'-MAP. In the vapor phase toxicity bioassay, based on the LD₅₀ values of 2'-H-4'-MAP and its derivatives against *D. farinae*, 2'-MAP (1.25 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$) was 8.0 times more effective than benzyl benzoate (10.00 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), followed by 3'-MAP (1.26 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 4'-MAP (1.29 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), 2'-H-4'-MAP (1.75 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$), and 2'-H-5'-MAP (1.96 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$). In the contact toxicity bioassay, 3'-MAP (0.58 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) was 12.97 times more toxic than benzyl benzoate (7.52 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), followed by 2'-MAP (0.64 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 2'-H-4'-MAP (0.76 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 4'-MAP (0.77 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), and 2'-H-5'-MAP (1.16 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). The acaricidal activities of 2'-H-4'-MAP derivatives against *D. pteronyssinus* and *T. putrescentiae* were similar to those against *D. farinae*. These results indicated that acaricidal activities of 2'-H-4'-MAP derivatives against the three mite species were changed with the introduction of hydroxyl (-OH) and methyl (-CH₃) groups onto the acetophenone skeleton.

Key words: *Angelica koreana*, vapor phase toxicity, contact toxicity, *Tyrophagus putrescentiae*, *Dermatophagoides* spp.

P106

Insecticidal Activities of Juglone Structure-Activity Relationships against Maize weevil

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

Maize weevil is one of the most common and critical storage pest in the world. In this study, the insecticidal activity of the methanol extracts derived from *Caesalpinia sappan* was evaluated against adults of maize weevil, using by direct contact and fumigant methods. Based on the two methods, ethyl acetate fraction of the *C. sappan* extracts had 100% mortality against Maize weevil adults at 10 mg. The biological constituent of *C. sappan* extract was isolated by various chromatographic techniques and identified as juglone. On the basis of 72 h LD₅₀ values, in the direct contact bioassay, the insecticidal activity of juglone (0.010 mg/cm²) was the most effective, followed by 1,4-NQ (0.018 mg/cm²) and menadione (0.087 mg/cm²). In a fumigant bioassay, the insecticidal activity of juglone (0.014 mg/cm²) was the most effective, followed by 1,4-NQ (0.015 mg/cm²) against maize weevil adults. On the other hand, menadione, lawsone, and 2-methoxy-1,4-NQ observed no insecticidal activity or weak. These results suggested that active compound of *C. sappan* materials could be used as biological control agent against maize weevil. Therefore, further research should be performed to the structure activity relationship of juglone and compared with its derivatives.

Key words: Maize weevil, *Caesalpinia sappan*, Insecticidal activity, Juglone, Menadione, Lawsone

P107

굴가루깍지벌레에 대한 buprofezin의 함량에 따른 살충 활성

박준원, 윤승환, 이선영¹, 구현나, 김길하*

충북대학교 식물의학과, ¹원예특작과학원 사과시험장

시판되고 있는 16종의 살충제 중 buprofezin이 포함된 7종의 혼합제와 8종의 단제를 선정하여 굴가루깍지벌레(*Planococcus citri*)의 약충과 성충에 대하여 약제감수성을 조사하였다. 성충에 대해서 buprofezin이 15%와 20%가 포함된 합제(buprofezin 15%+acetamiprid 4%, buprofezin 20%+dinotepuran 15%, buprofezin 20%+thiacloprid 5%, buprofezin 20%+thiametoxam 3.3%)는 90% 이상의 높은 살충활성을 나타내었다. 약충에 대해서도 buprofezin함량이 높은 약제(buprofezin 15%+acetamiprid 4%, buprofezin 20%+dinotepuran 15%, buprofezin 20%+thiacloprid 5%, buprofezin 20%+thiametoxam 3.3%) 일수록 살충활성이 높았다. 그러나 buprofezin 15%+etofenprox 3% 약제는 buprofezin함량이 높음에도 불구하고 약충과 성충 모두에 살충활성이 낮았다. 예외적으로 buprofezin 10%+clothianidin 3%는 buprofezin함량이 낮음에도 불구하고 약충과 성충에 각각 96.6%, 86.6%의 높은 살충활성은 나타내었다. 살충활성이 우수한 5종 약제로 3령 약충에 대한 침투이행성과 잔효성을 검증한 결과에서 약제 모두 살충효과가 낮았다.

검색어 : 굴가루깍지벌레, 살충효과, 침투이행, 잔효성

Insecticidal activity of 16 insecticides against *Phthorimaea operculella* and its effect on reproduction

Jeong-Jin An, Young-Uk Park, Ki-Su Ahn¹, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

¹Environment-Friendly Agriculture Research Division, Chungbuk ARES¹

Insecticidal susceptibilities of 16 registered insecticides on each developmental stages of *Phthorimaea operculella* were investigated and further examined the contact, oral and residual toxicities after chosen from insecticides showing good effect. Mortality, longevity and effect on reproduction of 16 insecticides to *P. operculella* adults were also investigated. To the eggs and pupae, only spinosad showed 71.1% inhibition rate of egg hatch and 66.7% inhibition rate of emergence. To the 3rd nymphs, fenitrothion (LC₅₀ 336.6 ppm), esfenvalerate (LC₅₀ 8.6 ppm), ethofenprox (LC₅₀ 35.7 ppm), and emamectin benzoate (LC₅₀ 0.05 ppm) showed oral toxicity over 90% and esfenvalerate (LC₅₀ 0.87 ppm), ethofenprox (LC₅₀ 16.5 ppm), emamectin benzoate (LC₅₀ 0.53 ppm), and spinosad (LC₅₀ 2.48 ppm) showed the contact toxicity over 90%. To the adults, mortalities of insecticides were showed as below: deltamethrin and spinosad showed perfect mortality 48 h after treatment; esfenvalerate, ethofenprox, and thiamethoxam showed 40 - 60% mortalities; but the others are not showed any effect. Fecundities of female adults were inhibited by esfenvalerate, emamectin benzoate, and dinotefuran, compare to that of the control, but there were no statistical differences to that of ethofenprox, benfuracarb, thiamethoxam, clothianidin, and diflubenzuron. Adult longevity was showed no difference compare to that of the control. Residual effect of emamectin benzoate showed perfect insecticidal activity at 14 days after treatment and the next ethofenprox showed over 90% at 7 days after treatment.

Key words: *Phthorimaea operculella*, Oral toxicity, Contact toxicity, Systemic effect, Residual effect

Electron beam irradiation-induced development delay and DNA damage in *Spodoptera litura*

Seung-Hwan Yun, Sang-Eun Park, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The influence of electron beam irradiation on each developmental stage and reproduction of *Spodoptera litura* were examined. Eggs, larvae, pupae, and adults were irradiated at target doses of 30, 50, 100, 150, 200, and 250 Gy. When eggs were irradiated with 100 Gy, egg hatching was perfectly inhibited. When irradiated to the larvae, pupation was inhibited at 100 Gy and larval period was delayed. When irradiated to the pupae, emergence was inhibited at 100 Gy and above. When irradiated to the adults, longevity and fecundity did not show any differences. However, egg hatching was strongly decreased at 100 Gy and above. Also, electron beam irradiation was not induced the instantaneous death of *S. litura*. Reciprocal crosses between irradiated and unirradiated moths demonstrated that males were more radiotolerant than females. Adult longevity was not affected in all stages. The levels of DNA damage in *S. litura* adults were evaluated using the alkaline comet assay. Our results indicate that electron beam irradiation increased levels of DNA damage. These results suggest that electron beam irradiation induced abnormal development and reproduction by DNA damage in *S. litura*.

Key words: Electron beam, *Spodoptera litura*, Development, DNA damage

Sublethal effects of imidacloprid and flonicamid on cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover and feeding behavior analysis

Seon-Woo Lee, Ki-Su Ahn¹, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim*

Department of Plantmedicine Chungbuk National University

¹Environment-Friendly Agriculture Research Division, Chungbuk ARES

The cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover is an important sap-sucking pest of many pant, including cucumber and pepper. The objective of the present study was to determine the effects of sublethal concentrations of two insecticides (imidacloprid and flonicamid) and the action mechanisms on the feeding behavior of *A. gossypii*. The median lethal concentrations (LC₅₀) of imidacloprid and flonicamid for adult *A. gossypii* were 2.01 and 1.92 ppm, respectively. The sublethal concentrations of imidacloprid were 0.22 ppm (LC₁₀) and 0.82 ppm (LC₃₀), and those of flonicamid were 0.094 ppm (LC₁₀) and 0.56 ppm (LC₃₀). The developmental period of *A. gossypii* nymphs at LC₃₀ was 3.6 days for both insecticide which shorter than controls (4.2 days). Adult longevities at LC₁₀ and LC₃₀ of imidacloprid were 15.2 and 13.6 days, respectively. Adult longevity at LC₁₀ and LC₃₀ of flonicamid was 11.1 and 9.9 days, respectively. Control adult longevity was 15.5 days. Total fecundity was decreased at both sublethal concentration of two insecticides. Feeding behavior analysis using an electrical penetration graph showed that sublethal doses of imidacloprid and flonicamid had significant effects on the duration of phloem ingestion. However, higher doses of flonicamid induced starvation by inhibition of phloem ingestion and higher doses of imidacloprid induced contact toxicity rather than inhibition of feeding behavior.

Key words: *Aphis gossypii*, imidacloprid, flonicamid, sublethal concentration

P111

Comparative fumigation of phosphine to *Reticulitermes speratus* (Isoptera: Rhinotermitidae) by different bioassay methods

Kwang-Soon Choi¹, Bong-Su Kim², Byung-Ho Lee², Dong-Hun Cho³,
Hyun-Na Koo¹ and Gil-Hah Kim^{1,*}

¹Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

²Dongbu Hannong Co. Ltd.

³QIA Plant Quarantine

Methyl bromide (MB) is a widely used fumigant in most of the countries for quarantine purpose. However, MB has been phasing out and under control in many countries because it is listed as an ozone-depleting substance under the Montreal Protocol. In this study, we have investigated the effectiveness of phosphine fumigation on wood pests for developing an MB alternatives. We evaluated two bioassay methods; wooden cube (10×10×10 cm) and normal fumigation procedures in comparison with effectiveness of phosphine (PH₃) penetrations into the timber block. Fumigation to adults of *Reticulitermes speratus* was carried in a desiccator system for 24hr at 5 and 15 °C. As a result, LC₉₉ of PH₃ to *R. speratus* in wooden cubes and insect breeding dish at 5°C was 0.183 and 0.177 mg L⁻¹, respectively. LC₉₉ of PH₃ in wooden cubes and insect breeding dish at 15°C was 0.077 and 0.078 mg L⁻¹, respectively.

Key words: Phosphine, *Reticulitermes speratus*, Wooden cube bioassay method, Timber penetration

Insecticide resistance of field-collected populations of *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in the Republic of Korea

Hyun Kyung Kim¹, Seong Yoon Kim¹, Dae Hyun Yoo¹, Mi Yeon Park¹, E-Hyun Shin¹, Dong Kyu Lee², Young Joon Ahn³ and Kyu Sik Chang^{1*}

¹Division of Medical Entomology, National Institute of Health

²Department of Health & Environment, Kosin University

³WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Toxicities of 10 insecticides were examined against late third instars of *Culex tritaeniorhynchus* using the direct-contact mortality bioassay. Six geospatially distant field mosquitoes were collected from Chuncheon-si (designated CC-CT), Hwaseong (HS-CT), Seosan (SS-CT) Jeonju (JJ-CT), Daegu (DG-CT), and Busan (BS-CT) in the Republic of Korea (ROK). Marked regional variations of insecticide susceptibility were observed. Field populations of SS-CT, JJ-CT and DG-CT from agricultural areas showed higher to extremely higher insecticide susceptibility to pyrethroids than those of CC-CT, HS-CT and BS-CT strains from none agricultural areas. Extremely high to low levels of susceptibility were measured: bifenthrin, susceptible ratio (SR) = 2.7-896.3; β -cyfluthrin, SR = 1.8-633.3; α -cypermethrin, SR = 1.2-1,051.9; deltamethrin, SR = 1.3-711.1; permethrin, SR = 1.5-1,053.4 etofenprox, SR = 2.2-29.3; chlorfenapyr, SR = 5.1-103.6; chlorpyrifos, SR = 2.3-337.0; fenitrothion, SR = 2.0-142.3 and fenthion, SR = 1.4-186.2. *Culex tritaeniorhynchus* populations from rice paddies had been under heavy selection pressure due to the agricultural insecticides and that's why the mosquito species demonstrated high resistance to pyrethroids which were used for a long time to control agricultural pests in the localities. These results indicate that careful selection and rotational use of these insecticides may result in continued satisfactory control against field populations of Japanese encephalitis vector mosquitoes.

Key words: *Culex tritaeniorhynchus*, Japanese encephalitis vector, Insecticide susceptibility, Regional variation

P113

톱다리개미허리노린재의 봄과 이른 여름의 계절적 발생소장 이해를 위한 기주식물인 보리와 참깨의 먹이 적합성 평가

김은목, 임언택

안동대학교 생명자원과학과(BK21)

톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris* [Fabricius] [Hemiptera: Alydidae])는 다식성이며 콩에서 특히 중요한 해충으로 봄과 이른 여름에는 보리와 참깨에서도 발생한다. 계절적 발생소장과 기주식물의 적합성과의 상관관계를 이해하기 위하여 기주식물의 종자를 다른 조합으로 제공(보리, 참깨, 콩, 보리+참깨, 보리+참깨+콩)하여 톱다리개미허리노린재의 알에서 성충까지 발육과 산란율을 관찰하였다. 참깨만 공급하였을 때 2령충에서 발육이 정지하였고, 모든 개체가 사망하였다. 보리만 공급한 경우 65%의 톱다리개미허리노린재는 5령충까지 발육하였지만 성충으로 우화하지 못하였다. 5령충까지 발육기간은 보리만 제공하였을 경우 24.8일, 보리+참깨를 제공하였을 경우 23.6일, 콩만 제공하였을 경우 15.0일, 보리+참깨+콩을 제공하였을 경우 14.7일이 걸렸다. 성충이 된 노린재는 콩만 먹이로 한 것이 보리+참깨+콩을 먹이로 제공한 것보다 산란전 기간이 길었지만, 산란수는 더 많았다. 따라서 보리와 참깨의 종자는 톱다리개미허리노린재의 적합한 기주가 될 수 없다.

검색어 : *Riptortus pedestris*, 영양분, 발육, 생존율, 기주식물 적합성

**Predation and control efficacies of *Misgurnus mizolepis*
(Cypriniformes: Cobitidae) toward *Culex pipiens molestus*
(Diptera: Culicidae) in laboratory condition
and septic tank systems**

**Seong Chun Chae¹, Kyung Il Min², Hyung Soo Kim², Nam-Jin Kim³,
Jun-Ran Kim⁴, Bong Ki Son¹ and Young-Joon Ahn⁵**

¹Interdisciplinary Program in Agricultural Biotechnology Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Health Management Division, Seocho Public Health Center

³ICU Laboratory, Research and Development, Henkel Home Care Korea Ltd.

⁴Research Institute for Agriculture and Life Science, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

⁵WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

An assessment was made of the biological control potential of mud loaches, *Misgurnus mizolepis*, toward *Culex pipiens molestus*, in laboratory condition and septic tank and rainwater storage tank (RST) systems. Results were compared with those of temephos 20% emulsifiable concentrate (EC) and *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI). In the laboratory tests, all *M. mizolepis* survived on waters from the settling tank of aerobic septic tank (AST), sump tank of AST, and RST. However, all *M. mizolepis* died within 3 h after introduction in the settling tank and sump tank waters of anaerobic septic tank (AnAST). Gill or dorsal fin inflammation was detected in the dead mud loaches. *M. mizolepis* consumed an average of 968-1087, 901-986, and 993-1087 of 1500 third instars of *Cx. p. molestus* in AST settling tank, AST sump tank, and RST waters, respectively. In the AST and RST systems, predation of *Cx. p. molestus* by mud loaches at a release rate of 900 larvae/fish resulted in complete mosquito control from the first wk after treatment through the end of the survey period for 16 wk. The average mosquito reduction rates by temephos 20% EC and BTI treatments were 28.6 and 2.1% 2 wk post-treatment, respectively. Mud loaches merit further study as a potential biological control agent for the control of mosquito populations in light of global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic insecticides in the aquatic environment.

Key words: *Misgurnus mizolepis*, *Culex pipiens molestus*, biological control, mosquito control, predation, septic tank

P115

Insecticide resistance conferred by MACE and MtoL mutation in para based mechanisms of the *Myzus Persicae* (Hemiptera: Aphididae)

**Ju Il Kim, Min Kwon, Jae dong Shim, Jeom Soon Kim,
Yong Gyu Lee and Si Hyeock Lee¹**

Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), is one of the most serious pest in cabbage cultivation. Field survey was carried out to know the insecticide resistance levels in five main cabbage cultivation regions (Pyeong-chang, Hong-cheon, Bong-wha, Mu-ju and Je-ju) in 2009~2011. The green peach aphid can resist a wide range of insecticides in five surveyed local populations. Among the nine tested insecticides, four chemicals (methomyl, bifenthrin, pymetrozine and flonicarnid) showed less than 60% mortality in the recommended concentration in most years of local populations. Multi resistant (MR) strain was selected from these populations and modified AChE (MACE: StoF mutation), MtoL mutation in para-type sodium channel, esterase over-expression were observed in almost of all populations including MR strain. Especially, StoF and MtoL mutations were highly correlated with resistance ratio and population based quantitative sequencing results. Therefore, these results suggested that molecular-biology based resistance monitoring can applied resistance management in *M. persicae*.

Key words: green peach aphid, *Myzus persicae*, insecticide resistance, modified AChE (MACE), sodium channel, mutation, esterase over-expression,

P116

복숭아과원에 발생하는 나방류 해충의 발생소장 및 교미교란제 효과

안승준, 강택준, 김세진, 전성욱, 김형환, 조명래

국립원예특작과학원 원예특작환경과

수원과 화성의 복숭아과원에 발생하는 7종의 나방류 해충에 대해, 성페로몬 트랩을 이용한 성충의 발생소장을 조사하였다. 복숭아순나방은 4월 하순에 월동세대의 발생을 시작으로 9월 하순까지 모두 6세대 성충 발생 피크를 보였으며, 복숭아심식나방은 6월 상순부터 7월 상순까지 한 달간 높은 밀도를 보인 이후, 3차례의 성충발생을 더 보여, 모두 4세대 발생하는 것으로 나타났다. 복숭아굴나방은 4월 하순에 월동세대가 낮은 밀도로 발생한 것을 포함해, 9월 하순까지 모두 7회 발생하였다. 복숭아유리나방은 5월 중순에 첫발생을 시작으로 10월 중순까지 총 2세대 발생하는 것으로 나타났다. 사과애모무늬잎말이나방은 6월 상순에 첫세대가 나온 이후 11월 상순까지 모두 5세대 발생하는 것으로 보인다. 사과무늬잎말이나방은 6월 상순, 8월 상순, 9월 중순으로 모두 3세대 발생하였다. 사과굴나방은 4월 상순에 첫세대가 발생하였으며 11월 상순까지 모두 5세대 발생하였다. 사과와 배 과원에서 주로 사용되고 있는 교미교란제 (컨퓨저-R, 그린아그로텍)를 처리한 결과, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 사과애모무늬잎말이나방, 사과무늬잎말이나방 4종 모두에 대해서 성충의 발생 밀도가 억제되는 것을 확인하였으나, 직접적인 교미교란 효과나 작물에 대한 피해 감소 효과는 추가 검증이 필요하다. 또한 복숭아의 주요 해충을 대상으로한 복합 교미교란제의 개발이 요구되고 있다.

검색어 : 복숭아, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 발생소장, 교미교란제

P117

꽃매미 월동알에 대한 기계유유제 살포효과 및 약충 방제적기

박석희¹, 우진하¹, 박홍현², 최성용¹, 박소득¹

¹경북농업기술원, ²국립농업과학원 작물보호과

꽃매미 월동밀도를 감소시키기 위하여 기계유유제 등 몇가지 약제를 월동난과 표면에 분무처리하여 본 결과 *in vitro*에서는 기계유유제 20배액 처리구의 경우 살란율이 90.5%로 높게 나타났다. 농가 포도원에서 같은 농도로 처리한 결과 기계유유제 20배액 처리구에서는 45.7%의 살란율을 보여 *in vitro* 처리와 비교하여 볼 때 낮았으나, 10배액 처리구에서는 살란율이 81.3%로 나타나 꽃매미 월동알의 부화율을 감소시킬 수 있는 친환경자재로의 활용가능성이 높았다. 꽃매미 약충 방제적기는 8℃ 이상의 온도를 적산하였을 때 299±18DD로 나타나 경북지역의 경우 남부지역인 경산, 영천, 경주 3 지역은 5월 중순경, 중북부지역은 5월 하순으로 판단되었다.

검색어 : 꽃매미, 월동알, 기계유유제, 살란율, 방제적기

P118

곤충병원성 곰팡이 배양액의 항산화활성 및 항균활성

신태영¹, 이원우¹, 최재방¹, 배성민¹, 우수동¹

¹충북대학교 농생물학과

곤충에 진균병을 유발하여 사멸케 이르게 하는 곤충병원성 곰팡이는 다양한 해충의 밀도를 자연적으로 억제하며, 최근에는 친환경적인 방제 수단으로 개발되어 여러 해충방제에 이용되고 있다. 이러한 곤충병원성 곰팡이는 성장하면서 약학적 치료제로 이용될 수 있는 다양한 이차대사산물을 분비 하는데 이 이차대사산물은 목적 생체를 촉진, 저해시키는 물질들이 포함되어 항생물질, 세포독성물질, 살충성 물질로서 쓰이고 있다. 그리하여 본 연구에서는 우리나라 토양에서 분리된 많은 수의 다양한 347개 곤충병원성 곰팡이 균주의 배양액 중에서 식물병원성 세균 *Ralstonia solanacearum*, 병원성 세균 *Escherichia coli*에 항균효과를 가지는 곤충병원성 곰팡이 배양액과 항산화효과를 가지는 곤충병원성 곰팡이 배양액을 빠르고 쉽게 선별하였다. 그 결과, 전체 347개 균주의 배양액 산물에서 약 7%에 해당하는 25개의 배양액이 항산화활성효과를 보였고, 약 20%(347균주 중 72 균주) 그리고 6%(347균주 중 22 균주)에 해당하는 균주의 배양액이 *R. solanacearum*, *E. coli*에 대한 항균활성을 가지는 것으로 확인되었다. 선별된 곰팡이 균주들의 배양액 산물들은 각각의 세균방제 및 약학적 재료로써 이용될 수 있을 것으로 생각 된다.

검색어: 곤충병원성 곰팡이, 배양액, 항균활성, 항산화활성

P119

국내에서 분리한 미국흰불나방 과립병바이러스의 전체 게놈 염기서열 분석

최재방¹, 허원일¹, 배성민¹, 신태영¹, 이준범¹, 제연호², 진병래³, 우수동¹

¹충북대학교 농생물학과, ²서울대학교 농업생명공학과, ³동아대학교 응용생물공학과

미국흰불나방은 가로수에 커다란 피해를 주고 있는 해충으로, 우리나라에서는 연간 2회 발생한다. 우리나라 곤충바이러스 연구는 1974년 미국흰불나방 (*Hyphantria cunea*)에서 베쿨로바이러스(baculovirus)를 분리하여 병원성이 높은 것을 확인하면서 해충 종합적 방제를 위해 연구가 시작되었다. 본 연구에서는 미국 흰불나방 자연 사충으로부터 과립병바이러스(granulovirus)를 분리하고 바이러스의 특성을 이해하기 위해 게놈 분석을 시행하였다. 미국흰불나방 과립병바이러스의 전체염기서열의 분석은 454 pyrosequencing 방법을 이용하였고, 크기는 114,556bp 로 판명되었다. 또한 G+C 함량은 전체염기서열의 39.30 %를 차지하였고, 130개의 open reading frame (ORF)를 갖는 것으로 나타났다. 130개의 ORF 중 106개의 ORF가 기존에 보고된 베쿨로바이러스와 상동성을 갖는 것으로 확인되었다. 기존에 전체염기서열이 분석된 다른 베쿨로바이러스들과 계통분석을 수행한 결과, 과립병바이러스 중 씨자무늬거세미방나방 과립병바이러스와 근연관계를 갖는 것으로 확인되었다.

검색어: 미국흰불나방, 과립병바이러스, 게놈염기서열

국내에서 분리한 누에핵다각체병바이러스의 유전적 계통에 따른 계놈 염기서열 비교 분석

허원일¹, 최재방¹, 배성민¹, 신태영¹, 이준범¹, 제연호², 진병래³, 우수동¹

¹충북대학교 농생물학과, ²서울대학교 농업생명공학과, ³동아대학교 응용생물공학과

누에핵다각체병바이러스 (*Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus, BmNPV)는 나비목 곤충을 감염시키는 대표적인 핵다각체병바이러스 중 하나이다. 이 바이러스는 1970년대 말 증식이 가능한 배양세포계가 확립되고 유전공학의 발달에 의해 분자유전학적 연구가 활발히 진행되고 있으나 국내에서는 유전자 분석에 대한 연구가 미미한 실정이다. 그리하여 본 연구에서는 국내에서 분리된 BmNPV-K1, K4, K5 strain의 전체 염기서열을 분석하고 바이러스 간의 근연관계를 알아보았다. 그 결과, BmNPV-K1의 전체 염기서열은 126,747 bp로 이루어져 있었고 131개의 open reading frame (ORF)를 가지는 것으로 예측되었다. 반면, BmNPV-K4와 K5는 각각 128,618 bp, 127,554 bp로 이루어졌고 134개, 133개의 ORF를 가지는 것으로 예측되었다. 대부분의 ORF는 높은 상동성을 보였으나, 흥미롭게도 *baculovirus repeated ORFs (bro) gene*의 보유에 따라 전체 ORF의 수가 다르게 나타났다. 또한, 근연관계를 알아보기 위해 계통분석을 수행한 결과 가까운 근연관계를 보였으나, BmNPV-K1, K4, K5는 같은 지질학적 위치나 곤충 기주를 가지고 있는 바이러스임에도 불구하고 다른 유전형질을 가지는 것으로 확인되었다.

검색어: 누에, 핵다각체병바이러스, 전체염기서열

P121

베쿨리바이러스 다각체 단백질과 부분 융합에 의한 돼지 쉼코바이러스 2형 구조단백질의 재조합 발현

이준범¹, 배성민¹, 김희정¹, 최재방¹, 신태영¹, 제연호², 진병래³, 우수동¹

¹식물의학과, 충북대학교, ²응용생물화학부, 서울대학교, ³응용생물공학과, 동아대학교

돼지 쉼코바이러스 2형(porcine circovirus type 2)은 단일가닥 원형DNA바이러스이며 돼지에 심각한 질병을 일으키는 돼지이유자돈전신성소모성 증후군의 주요한 인자로 알려져 있다. 돼지 쉼코바이러스 2형은 2개의 주요한 ORF를 가지고 있으며 ORF1은 바이러스의 복제, ORF2는 캡시드단백질의 형성에 관여한다. 이 중, ORF2의 해독에 의해 생성된 캡시드단백질은 바이러스의 구조형성 뿐만 아니라 항원단백질로써 알려져 있으며, 이에 따라 본 연구에서는 베쿨리바이러스 다각체 단백질과 부분 융합에 의한 돼지 쉼코바이러스 2형 구조단백질의 재조합 발현을 확인하였다. 발현된 단백질은 SDS-PAGE 상에서 분석하였고, 항-돼지 혈청, 항-PCV2 ORF2 단일항체 그리고 히스택 항체를 사용하여 Western blot 분석으로 확인하였다. 그 결과 재조합 단백질은 재조합 바이러스 접종 후 2일째부터 발현이 나타나며 4일째 최대 발현하는 것을 확인하였다. 또한 다각체 단백질과 부분 융합한 바이러스는 비융합 바이러스보다 재조합 단백질 생산이 증대 되었으며, 이는 다각체 단백질과 부분 융합을 이용한 돼지 쉼코바이러스 2형 구조단백질 ORF2의 발현을 향상시킬 수 있음을 보여준다.

검색어: 베쿨리바이러스, 돼지 쉼코바이러스 2형, ORF2, 다각체 단백질

***Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus *ac11* is required for virus infection**

**Xue Ying Tao¹, Jae Young Choi¹, Qin Liu¹, Joo Hyun Lee¹, Song Eun Kim¹,
Zhenli Fu¹, Byung Rae Jin² and Yeon Ho Je¹**

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

ORF11 (*ac11*) of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV) is a highly conserved baculovirus gene whose homologs are found in all lepidoteran Group I NPV, but its function is unknown so far. To determine the role of *ac11* in baculovirus life cycle, *ac11* knock-out mutant, Ac11KO, was constructed using the plasmid capture system (PCS). Real-Time PCR analysis showed that *ac11* transcript was first detected at 6 h post-infection (p.i.) and accumulated to maximum at 48 h p.i., indicating that *ac11* is belong to late gene. When the genomic DNA of Ac11KO was transfected into Sf9 cells, viral replication was restricted to a cell transfected originally. While viral transmission of the Ac11KO was not observed in Sf9 cells, production of budded virus (BV) in Sf9 cells transfected with Ac11KO was observed by transmission electron microscopy (TEM). These results suggest that the *ac11* is essential for AcMNPV to produce infective BV.

Key words: AcMNPV, *ac11*, knock-out mutant, single cell infection, viral transmission

P123

Molecular Characterization of the Mosquitocidal *cry* Genes from a *Bacillus thuringiensis* Serovar *mogi*

Qin Liu¹, Jae Young Choi¹, Xue Ying Tao¹, Joo Hyun Lee¹, Song Eun Kim¹,
Zhenli Fu¹, Jae Su Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

Plasmids from *Bacillus thuringiensis* have been implicated in pathogenicity as they carry the genes responsible for different types of diseases in mammals and insects. *B. thuringiensis* serovar *mogi* of a novel serogroup (H3a3b3d), which showed mosquitocidal activity against *Anopheles sinensis* and *Culex pipiens pallens*, was isolated from fallen leaves in Mungyeong city, Republic of Korea. In contrast to the complicated plasmid profiles of *B. thuringiensis* H3 serotype strains, the *B. thuringiensis* serovar *mogi* contained only megaplasmid (> 30 MDa) on which the toxin genes were occasionally located. Sequence analysis using 454-pyrosequencing revealed that the megaplasmid harbored at least seven putative *cry* genes, showing about 84%, 75%, 73%, 58%, 84%, 39% and 75% similarities in amino acid sequences with Cry27Aa, Cry19Ba, Cry20-like, Cry56Aa, Cry39ORF2, Cry8Ba and Cry40ORF2, respectively. These *cry* genes were cloned to the *Escherichia coli*-*B. thuringiensis* shuttle vector, pHT1K, and then introduced into an acrySTALLIFEROUS *B. thuringiensis* CryB strain for further molecular characterization. This novel 3a3b3d type strain, *B. thuringiensis* serovar *mogi*, could be used as a good resource for studying unknown mosquitocidal *cry* genes.

Key words: *B. thuringiensis*, novel serotype, H3a3b3d, megaplasmid, *cry* gene, mosquitocidal activity

Identification and Genome Sequence of Two Picorna-like Viruses in *Laodelphax striatellus*

Joo Hyun Lee¹, Jae Young Choi¹, Xue Ying Tao¹, Qin Liu¹, Song Eun Kim¹,
Zhenli Fu¹, Jae Su Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

In the transcriptome surveys of *Laodelphax striatellus*, several cDNA sequences showed a high level of similarities to the insect picorna-like virus genomes. Interestingly, there was no sequence similarity between picorna-like virus sequences from the RSV-viruliferous and those from the non-viruliferous *L. striatellus*. Picorna-like virus from the non-viruliferous *L. striatellus* was a geographical isolate of Himetobi P virus (HiPV). The genome of the HiPV was 9,272 nt in length excluding the poly(A) tail and contained two open reading frames (ORFs), which were separated by a 176 nt intergenic region that functions as an internal ribosome entry site (IRES). The 5' ORF encodes the non-structural proteins and the 3' ORF encodes the capsid proteins. The partial genomic RNA of the picorna-like virus from the RSV-viruliferous *L. striatellus*, LsPV-2, was 8,769 nt in length excluding the poly(A) tail and contained a single, large open reading frame (nt 1-8,535) encoding a 2,845 aa polyprotein. In terms of sequence similarity, identity, and genome organization, LsPV-2 resembled insect picorna-like viruses belonging to the family *Iflaviridae*. A phylogenetic analysis based on RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) sequence showed that LsPV-2 was most closely related to the deformed wing virus (DWV). The HiPV and LsPV-2 were incompatible each other in *L. striatellus*, suggesting that these two picorna-like viruses may have important functions in transmission of the RSV.

Key words: *Laodelphax striatellus*, picorna-like virus, Himetobi P virus, iflavirus, complete genome, RSV

P125

한국 주요 국립공원 주변 지역에서의 곤충병원성 선충 분포 조사

정영학², 김형환¹, 조명래¹, 손대영², 박정규², 추호렬²

¹국립원예특작과학원 원예특작환경과, ²경상대학교 응용생명과학부(BK21)

2011년 봄과 가을동안 한국내의 주요 국립공원 중 소백산, 덕유산, 가야산, 월악산, 속리산 국립공원 주변의 토양을 채집하여 곤충병원성 선충에 대한 분포 조사를 실시하였다. 각 지역에서 토양 샘플을 채집하여 미끼 곤충인 꿀벌부채명나방 (*Galleria mellonella*) 유충을 이용하여 곤충병원성 선충 유무를 확인하였다. 40곳의 토양 샘플 중 곤충병원성 선충이 검출된 지역은 무주, 합천, 문경, 제천, 충주 지역으로 *Steinernema*속 7종류와 *Heterorhabditis*속 1종이 발견 되었으며 검출율은 17.5% 였다. 곤충병원성 선충의 신속한 분류를 위해, 침입태 유충의 DNA를 분리한 후 ITS 영역을 이용하여 분자학적으로 동정한 결과 *Steinernema*속 7종은 모두 *S. monticolum*으로, *Heterorhabditis*속 1종은 *H. megidis*로 동정되었다. 곤충병원성 선충이 발견된 지역의 식생을 조사한 결과 대부분 낙엽송(*Larix kaempferi*)이 서식하는 지역이었다.

검색어: 곤충병원성 선충, 꿀벌부채명나방, *S. monticolum*, *H. megidis*

농약사용 조건에 따른 배 병해충 방제 효과

조영식, 송장훈, 임경호, 최장전, 이한찬

국립원예특작과학원 배시험장

배 병해충 방제시 농약사용 절감과 방제효율 개선을 위해 고속살포기(SS기; Speed Sprayer; HA-1000SCA)를 사용하여 2개 시험포장을 대상으로 각 포장에 동일한 처리를 하였다. 시험처리는 관행구(노즐:ø1.0mm 표준노즐; 분무압력: 20kg/cm²; 표준농도; 살포량: 1L/3.3m²), 관행저물량구(노즐:ø1.0mm 표준노즐; 분무압력: 20kg/cm²; 표준농도; 살포량: 0.7L/3.3m²), 저물량-1구(노즐:ID노즐(Lechler사; 스위스); 분무압력: 10kg/cm²; 1.5배 고농도; 살포량: 0.5L('08), 0.5→0.7L('09~'10)/3.3m²), 및 저물량-2구(노즐:ID노즐(Lechler사; 스위스); 분무압력: 10kg/cm²; 1.5배 고농도; 살포량: 0.7L('08), 0.7→1.0L('09~'10)/3.3m²)로 설정하여 방제하였다. 시험처리 포장간(시험구 I 과 II)에는 배나무의 수령이 다르고 포장의 위치 차이가 있어 포장간 차이를 분석하기 어려웠다. 약제처리 방법간에 병해충 방제효과를 조사한 결과, 검은별무늬병은 대체적으로 관행시험구에서 방제효과가 좋았으나, 성페로몬트랩으로 나방류의 발생양상을 조사시 처리구간의 뚜렷한 차이를 보기는 어려웠다. 처리구간의 수확과실에 대한 병해충 피해정도도 재배기간중 병해충 발생양과 유사하게 관행처리구에서 적은 피해를 보이는 경향이었다. 2009년에 시포험포장 I 과 II의 관행저물량구에서 깍지벌레류에 의한 피해과율이 각각 2.1과 7.5%로 가장 많았고, 다른 처리구에서는 0.9~1.4%의 피해과율로 큰 차이가 없었다. 2010~'11년에도 2009년과 같이 관행구에서 깍지벌레에 의한 피해과실이 더 적은 결과를 보였다. 심식충류와 잎말이나방류에 의한 과실피해는 대체로 살포물량과 농약사용량이 적은 관행저물량 및 저물량-1구에서 피해가 더 많았다. 따라서, 단위면적당 농약사용량(A.I.)은 일정하게 유지하여야 할 것으로 생각된다.

검색어: 배, 방제력, 방제효과, 병해충, 농약살포조건, 피해율

Biological activity of the insulin-binding protein-like venom protein, EpIBP, and identification of its potential target protein

Ji Hyeong Baek and Si Hyeock Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Insulin/insulin-like peptide-binding protein (IBP) is abundantly found in venom of the solitary hunting wasp, *Eumenes pomiformis* (Hymenoptera: Eumenidae). *E. pomiformis* IBP (EpIBP) is most similar to insect IBP-like proteins that are known to inhibit insect growth and insulin signaling. To investigate the toxicity and target protein, EpIBP was *in vivo* expressed by *Escherichia coli*. *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae injected with EpIBP showed a 20% lower pupation rate than the control larvae, although their body weight was not significantly different from the control when the larvae were provided artificial diet after the injection. EpIBP extended the larval stage without inducing paralysis of *S. exigua* larvae. To investigate the effects of EpIBP on caterpillar under a starvation condition, survivorship and body weight of the EpIBP-injected were evaluated without providing artificial diet until all the larvae died. The survivorship of the EpIBP-injected larvae was 24-36% higher than the control larvae at 4-5 d post-injection. The body weight of the control larvae reduced to 59% that is approximately 10% lower than the body weight of the EpIBP-injected larvae. These results suggest that EpIBP might inhibit the metabolism of the caterpillars, which is likely related with insulin-like peptide signaling pathway, suppress the loss of body weight and eventually extend the larval stage. An EpIBP-binding protein (EpIBPBP) isolated by immunoprecipitation was matched with a coiled-coil domain-containing protein of the fruit fly. The full-length sequence analysis of EpIBPBP is in progress.

Key words: *Eumenes pomiformis*, venom, insulin-binding protein

P128

대파 육종을 위한 자식케이지의 수분용 화분매개곤충의 선발 및 이용

이경용, 윤형주, 박인균, 김미애

국립농업과학원 곤충산업과

현재 파의 육종 및 채종 수분을 위해 파리류를 사용하고 있으나, 먹이구입 곤란, 악취 등 비 위생문제로 수분에 어려움이 많다. 따라서, 파의 F₁ 채종에 적합한 수분 곤충을 선발하기 위하여 파리류를 비롯한 서양뒤영벌, 머리빨가위벌, 꿀벌, 연두금 파리에 대하여 화분매개능력을 조사하였다. 육종용 대파의 교배순화를 위한 자식 케이지($\varnothing=0.4\text{m}$, $h=0.5\text{m}$) 내에서 화구수정률을 조사한 결과, 파리류가 다른 실험 곤충보다 3-4배 많았음에도 불구하고 서양뒤영벌은 파리류와 같은 화구수정률을 보였으며, 다른 3가지 곤충은 화구수정률이 저조하였다. 또한 소화수정률 및 종자 수의 경우에서도 뒤영벌 방사구가 대조인 파리류와 유사한 수준을 보여 자식케이지에서의 육종용 파의 수분에는 뒤영벌을 이용하는 것이 효율적이라고 생각된다. 채종용 파에 뒤영벌을 화분매개곤충으로 사용하기위해 자식케이지내 적정한 뒤영벌의 수를 조사한 결과, 뒤영벌 일벌 10-15마리내외가 효율적이라고 판단된다. 또한 설탕물의 공급여부에 따라서 일벌수명에 약 4배정도의 차이가 있어 파에서 뒤영벌의 봉군관리를 위해서는 설탕물을 공급해주는 것이 반드시 필요하다고 생각된다.

검색어: 화분매개곤충, 대파, 채종, 육종, 자식케이지, 뒤영벌

P129

Molecular Cloning and Characterization of the Partial Major Ampullate Silk Protein Gene from the Spider *Araneus ventricosus*

Kwang Sik Lee, Bo Yeon Kim, Doh Hoon Kim and Byung Rae Jin*

College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University (E-mail: brjin@dau.ac.kr)

Spider silks hold great potential as biomaterials with extraordinary properties. Here we report cloning and characterization of the major ampullate silk protein gene from the spider *Araneus ventricosus*. A cDNA coding for the partial major ampullate silk protein (AvMaSp) was cloned from *A. ventricosus*. Analysis of the cDNA sequence shows that *AvMaSp* consists of 240 amino acids of a repetitive region and 99 amino acids of a C-terminal non-repetitive domain. The peptide motifs found in spider major ampullate silk proteins, (A)_n, (GA)_n, and (GGX)_n, were conserved in the repetitive region of AvMaSp. Phylogenetic analysis further confirmed that AvMaSp belongs to the spider major ampullate spidroin proteins. The *AvMaSp-R* cDNA, which contains sequences encoding for 240 amino acids of a repetitive domain, was expressed as a 22 kDa polypeptide of soluble form in baculovirus-infected insect cells. Recombinant AvMaSp-R was degraded abruptly by trypsin. However, AvMaSp-R was stable at 100 °C for at least 30 min. Additionally, the AvMaSp-R was stable at various pH values from 2 to 12 for at least 1 h. Taken together, our findings provide the molecular structure and biochemical property for *A. ventricosus* major ampullate silk protein as a biomaterial.

Role of *Bombus ignitus* Venom Serine Protease and Venom Serine Protease Inhibitor in Fibrinolysis

Kwang Sik Lee¹, Young Moo Choo¹, Hyung Joo Yoon² and Byung Rae Jin^{1*}

¹College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University (*E-mail:brjin@dau.ac.kr)

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

Bee venom contains serine proteases and serine protease inhibitors. In this study, we identified a bumblebee (*Bombus ignitus*) venom Kunitz-type serine protease inhibitor (Bi-KTI) that acts as a plasmin inhibitor. Bi-KTI showed no detectable inhibitory effect on factor Xa, thrombin, or tissue plasminogen activator. In contrast, Bi-KTI strongly inhibited plasmin, indicating that it acts as an antifibrinolytic agent. The fibrin(ogen)olytic activities of *B. ignitus* venom serine protease (Bi-VSP) and plasmin in the presence of Bi-KTI indicate that Bi-KTI targets plasmin more specifically than Bi-VSP. These findings demonstrate a novel mechanism by which bumblebee venom affects the hemostatic system through the antifibrinolytic activity of Bi-KTI and through Bi-VSP-mediated fibrin(ogen)olytic activities, raising interest in Bi-KTI and Bi-VSP as potential clinical agents.

P131

Prophenoloxidase-Activating Factor Involves in the Pupal Melanization of *Bombyx mori*

Kwang Sik Lee, Feng Ming Zou, Bo Yeon Kim and Byung Rae Jin*

College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, (*E-mail:brjin@dau.ac.kr)

In arthropods, an immune challenge triggers a serine protease cascade that leads to the activation of prophenoloxidase (proPO)-activating factors (PPAFs), which are also called proPO-activating enzymes (PPAEs) or proteinases (PAPs). PPAFs are activated by cleavage between their clip and serine protease domains. Once activated, PPAFs convert proPO to phenoloxidase (PO), which then catalyzes the production of quinones to form melanin. In this study, we identified a *Bombyx mori* PPAF(BmPPAF) that involves in the pupal melanization. In the fat body, expression of BmPPAF was detected on day 1 to 3 of the pupal stage. RNA interference (RNAi)-mediated *BmPPAF* knock-down inhibited pupal melanization, resulting in the delay of pupal melanization. Based on these results, we concluded that BmPPAF is involved in the melanization of pupal stage in silkworm metamorphosis.

P132

Antifibrinolytic Role of a Bumblebee (*Bombus terrestris*) Venom Serine Protease Inhibitor

Yuling Qiu¹, Kwang Sik Lee¹, Hyung Joo Yoon² and Byung Rae Jin^{1*}

¹College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University (*E-mail:brjin@dau.ac.kr)

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

Bee venom is a rich source of pharmacologically active substances. In this study, we characterized a *B. terrestris* venom Kunitz-type serine protease inhibitor (Bt-KTI). Bt-KTI consists of two exons encoding 82-amino acids (aa), including a predicted 24-aa signal peptide and a 58-aa mature peptide. Recombinant Bt-KTI was expressed as a 6.5-kDa peptide in baculovirus-infected insect cells. Bt-KTI showed no detectable inhibitory effect on factor Xa, thrombin, or tissue plasminogen activator. In contrast, Bt-KTI strongly inhibited plasmin, indicating that it acts as a plasmin inhibitor. The electrophoretic mobility shift assay showed that Bt-KTI binds to plasmin, indicating the formation of a plasmin-Bt-KTI complex. These results demonstrate that Bt-KTI acts as an antifibrinolytic agent, suggesting a role for Bt-KTI as an anti-bleeding agent.

P133

Influence of Host Plant Feeding on the Prey Consumption of *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera : Miridae)

**Man-Young Choi, Jeong-Hwan Kim¹, Geon-Hwi Lee, Chae-Hoon Paik,
Tae-Hwan Noh and Hyeong-Kwon Shim**

Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA

¹Department of Agricultural Biology, NAAS, RDA

This study was carried out to know whether the host plant feeding have an influence to subsequent prey consumption of a zoophytophagous mirid, *Nesidiocoris tenuis*, with biological control potential. Piece of leave of Paprika, Sesame, and cotton ball soaked with water were respectively provided to the test insects, adult mirid starved about a day, and frozen eggs of *Ephestia kuehniella*, were presented to them for a day and counted the number of the eggs consumed by them. The mirid fed by Sesame leave took significantly less prey than both the Paprika and the water fed one.

Key words: *Nesidiocoris tenuis*, Feeding, Host, Prey, Consumption

P134

Identification of Root-lesion nematode (genus *Pratylenchus*) on Plant Quarantine in Korea

Jae-Yong Chun and Dong Woo Kim

Plant Quarantine Technology Center, Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Suwon 443-440, Republic of Korea

The genus *Pratylenchus* is considered as one of the most important plant-parasitic nematodes around the world because of its broad spectrum host ranges and worldwide distribution. 72 species of root-lesion nematodes have already been described from various parts of the globe. Among all of them, only 5 species are regulated as a target species in quarantine inspection. As the importation of target items inspecting nematodes are surely increasing every year, detection rate of nematodes in quarantine also increased. However, the rate of species identification has been decreased due to lack of related information. The species belonging to genus *Pratylenchus* are shown very low identification rate because we have specimens and information about only 10 domestic species and 5 regulated species. In this study, we identified the species in the genus *Pratylenchus* and obtained related information for application in the quarantine field. Species identification was performed with extracted nematodes from plants obtained in the recent quarantine inspection. Newly identified species were 5 species including *Pratylenchus crenatus*, *P. fallax*, *P. kumamotoensis*, *P. panamaensis* and *P. penetrans*. The photos, measured value and morphological characters of each species are provided.

Key words: Root-lesion nematode, *Pratylenchus*, Plant quarantine

웹GIS를 기반으로 한 농작물 해충과 병의 예찰, 진단, 예측시스템 : 국가 병해충 관리시스템

변영웅¹, 이용환², 이병연¹, 심근섭¹, 박홍현³

¹농촌진흥청 기획조정관실 지식정보화담당관실

²농촌진흥청 농촌지원국 식량축산과

³국립농업과학원 농업생물부 작물보호과

농촌진흥청에서는 농작물 병해충 발생에 대하여 신속하게 대응하여 농가피해를 최소화하기 위하여 2010년부터 2011년까지 웹GIS (Geographical Information System)를 기반으로 한 국가 병해충 관리시스템(National Pest Management System)을 구축하였다. 이 시스템(<http://npms.rda.go.kr>)은 크게 병해충 예찰, 예측, 진단, 동아시아병해충네트워크로 구성되어 있으며 예찰자료 입력, 통계정보 조회가 가능하고 웹지도상에서 발생분포를 확인할 수 있다. 병해충 예찰시스템에서는 벼, 보리, 사과 등 11개 작물에 대해 지정된 해충과 병 발생 조사자료를 입력·관리할 수 있다. 병해충 예측시스템에서는 국가농림기상센터의 기상자료를 이용한 격자형 기상 추출값을 기반으로 벼, 사과, 배, 감귤, 고추의 주요 해충과 병에 대한 발생예측결과를 웹지도상에서 예찰자료와 비교할 수 있다. 또한 해충·병·잡초 통합 DB를 병해충 진단시스템에 구축하여 해충·병·잡초 명칭 및 이미지 검색이 가능하고 전문가에게 의뢰를 진단결과를 받아 볼 수 있다. 동아시아병해충네트워크에서는 중국, 일본, 베트남 등 13개국의 벼에 발생하는 멸구류의 발생밀도를 집계하고 이를 통해 동아시아 국가 간 멸구류 이동 모니터링의 기반을 마련하였다. NPMS의 병해충 예찰, 예측정보는 병해충 방제의 기초자료로서 앞으로 이를 활용하여 병해충 피해를 최소화하고 방제비용을 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

검색어: 병해충, 예찰, 예측, 모니터링, 이동