

P001

방충망을 이용한 밤나방과 해충 이동 억제

박종호, 홍성준, 한은정, 심창기, 이민호, 김민정, 김용기

국립농업과학원 유기농업과

온실내에서 작물을 재배할 때 외부해충의 유입을 막기 위해 또는 화분매개충의 유출을 막기 위해 다양한 방충망을 사용하고 있다. 과채류 작물에 큰 피해를 끼치는 파밤나방과 담배거세미나방의 유입을 막기 위한 방충망 선별을 위한 시험을 실시하였다. 망으로는 농가에서 조류망(1.5×1.5cm), 벌망(0.75×0.6cm) 풍망(0.58×0.4cm)으로 불리우는 자재를 사용하였다. 30×30×30cm크기의 아크릴케이지에 종이격막을 만들고 가운데 20×20cm크기로 망으로 가로막은 후 파밤나방과 담배거세미나방을 한쪽에 방사한 뒤 이동율을 조사하였다. 담배거세미나방은 풍망에서 전혀 이동하지 않았으며 조류망과 벌망은 통과를 하였다. 파밤나방은 풍망에서 이동이 현저히 줄어들었으나 일부 성충이 통과를 하였다. 온실에서 100*100*150cm 크기의 콤비락을 이용하여 담배거세미나방 성충의 망 통과 시험을 하였는데, 풍망에서는 성충이 거의 통과를 하지 못했으며 벌망에서도 이동이 일부 억제된 것으로 나타났다.

검색어: 유기재배, 파밤나방, 담배거세미나방, 방충망

황색점착트랩이 가루이좀벌에 끼치는 영향

박종호, 홍성준, 한은정, 심창기, 이민호, 김민정, 김용기

국립농업과학원 유기농업과

온실재배조건에서 큰 피해를 끼치는 온실가루이와 담배가루이를 예찰하기 위해 농가에서는 황색점착트랩을 이용하고 있다. 두 가지 해충을 방제하기 위해 천적이 사용되고 있는데, 가루이의 천적으로 사용되는 좀벌류도 점착트랩에 유인이 되는 경향이 있어 이 영향을 알아보기 위하여 시험을 실시하였다. 아크릴케이지내에서 온실가루이와 온실가루이좀벌 성충을 담배가루이와 담배가루이좀벌 성충을 같이 동일한 수를 방사하고 황색트랩에 유인된 수를 조사하였을 때 두 좀벌 모두 가루이와 유의차가 없었다. 그러나 가루이 약충이 접종된 토마토를 케이지에 넣고 점착트랩에 유인율을 조사하였을 경우 온실가루이좀벌 성충은 20.0%로 온실가루이 성충 38.7%보다 현저히 떨어졌으며 담배가루이좀벌 성충의 경우도 28.7%로 담배가루이 성충 42.0%보다 유인수가 낮았다. 담배가루이좀벌은 흰색이나 청색보다 황색 점착트랩에 훨씬 높게 유인되었다.

검색어: 유기재배, 담배가루이좀벌, 온실가루이좀벌, 점착트랩

꼬마배나무이 월동성충 산란 알의 온도별 부화 및 방제효과

조영식¹, 송장훈¹, 임경호¹, 최장전¹, 최진호¹, 이한찬¹, 김도익²

¹국립원예특작과학원 배시협장, ²전남농업기술원 친환경연구소

꼬마배나무이(*Cacopsylla pyricola*) 월동성충이 산란한 알에 대한 온도별 부화율 변화와 친환경 유기 농자재 등에 의한 살란 효과 및 배 재배기간 동안 친환경 유기 농자재에 의한 방제효과를 조사하였다. 산란된 알이 약 80% 이상 부화한 시기는 25℃에서 약 13일 후였으며, 20℃에서 약 15일 이후로 25℃와 큰 차이가 없다. 15℃에서는 13일 후부터 부화하여 24일 후에 80% 이상 부화하였고, 10℃에서는 약 29일 이후에 10% 이상 부화하였다. 아바멕틴 유제, 석회유황합제, 기계유유제, 및 친환경 유기 농자재의 살란 효과를 보기 위하여 2012년 3월 6일 살포하고, 80% 정도 부화하였던 시기인 4월 16일에 부화율을 조사한 결과, 모두 방제가 30% 이하로 알에 방제 효과는 없는 것으로 판단된다. 친환경 유기 농자재에 의한 방제 효과 검토를 통해 활용할 만한 자재를 선별하기 위해 2012년 5월 21일 1차 살포하고, 15일 후 2차 살포한 결과, 90% 이상의 방제가를 보인 친환경 유기 농자재는 고삼, 계피 추출물 등 4종이었는데 D사의 Azadiractin A+B, Nimbin, Salanin, Meliantriol, Vepol 등 혼합물이 94.2%의 방제가를 보였다.

검색어: 꼬마배나무이, 부화율, 친환경 유기 농자재, 살란 효과

RNA-Seq Analysis is an Efficient Tool for Species Discrimination Markers Screening for Immunological Diagnosis of Pest Species

Doo-Sang Park¹, Chan-Seok Yeon¹, Chuleui Jung², Ki-Jeong Hong³
and Hyun Woo-Oh^{4*}

¹Biological Resource Center, KRIBB

²Department of Bioresource Science, Andong National University

³Central Post-entry Quarantine Station, National Plant Quarantine Service

^{4*}Industrial Biomaterial Research Center, KRIBB

Rapid identification of pest species found under quarantine is an important factor in preventing an economic loss of agricultural commodities. In this study, we analyzed RNA-Seq of the larvae of *C. sasakii*, *G. molesta* and *G. dimorpha*, which are serious pests in several fruits in Korea and are difficult to discriminate by species in their larval stage because of lack of a morphological character. To select immunological diagnostic markers, discriminating the larvae of *C. sasakii* from the *G. molesta* and *G. dimorpha*, RNA-Seq was performed for the larvae of the three insects. The 454 pyrosequencing generated 3,058-4,686 contigs for each three pest species, which assembled into 2,584-3,970 isotigs with average lengths of 829-1,244 bp. Functional annotation of the sequencing results generated 774 orthologs for the three pest species, and 12 isotigs were finally registered as candidate markers for species discrimination through bioinformatical screening, literature search, and gene expression study. The selected candidates include serine proteases, serpins, 27 kDa glycoprotein and storage protein with a constitutive gene expression in their larvae, pupae and adult stage.

Key words: *C. sasakii*, *G. molesta*, *G. dimorpha*, quarantine pest, immunological diagnosis, RNA-Seq

P005

경북 북부지역 노지고추의 주요 해충 발생소장 및 피해정도

권오훈, 장길수, 원종건, 황지은, 전수경, 권태영

경북농업기술원 영양고추시험장

최근 경북 북부지역 노지고추에서 해충 발생증가와 재배농가의 인식부족으로 적기방제가 이루어지지 않아 피해가 증가하고 있다. 노지고추에서 발생하는 주요 해충은 총채벌레, 담배나방, 진딧물인데, 총채벌레와 담배나방은 고추과실을 직접 가해하며, 진딧물은 생육저하 및 바이러스를 매개하여 고추에 피해를 주고 있다. 본 연구에서는 경북 북부지역 노지고추에서 발생하는 주요 해충의 발생시기 및 피해정도를 조사하여 방제를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 총채벌레, 담배나방, 진딧물의 발생소장을 조사하기 위하여 고추 주산지인 영양지역에서 2009~2012년까지 황색평판트랩, 성페로몬트랩, 육안조사를 실시하였고, 피해정도는 2010년부터 3년 동안 영양과 의성지역에서 7월 중순부터 9월 상순까지 순별로 조사하였다. 총채벌레는 6월 중순 이후 증가하기 시작하여 7월 상순, 7월 하순, 8월 하순으로 연중 3차례의 발생최성기를 보였다. 노지고추에 주로 발생하는 종은 대만총채벌레와 꽃노랑총채벌레이었으며, 대만총채벌레가 우점종으로 나타났다. 총채벌레에 의한 평균 피해과율은 조사지역에서 8월 하순에 가장 높았다. 담배나방은 5월 하순에 발생이 시작되어 6월 하순, 7월 하순~8월 상순, 9월 상순으로 연중 3차례의 발생최성기를 보였으며, 8월 중순에 평균 피해과율이 가장 높게 나타났다. 진딧물은 6월 상순 이후 발생밀도가 증가하여 6월 하순~7월 상순에 가장 높았고 이후 발생밀도가 감소하다가 9월 상순에 소폭 증가하였다.

검색어: 노지고추, 총채벌레, 담배나방, 진딧물

국내에서 벼밤나방의 최근 발생

정진교¹, 서보윤², 조점래², 최준열¹, 최낙중¹, 백채훈¹, 배순도¹, 김도익³

¹국립식량과학원, ²국립농업과학원, ³전라남도농업기술원

벼밤나방(*Sesamia inferens*)은 벼과 식물들을 기주식물로 하고, 국내에서는 벼해충으로 알려져 있는데, 벼에서의 피해 증상은 이화명나방에 의한 것과 유사하다. 국내에는 이 종의 발생 생태에 관해서 40여 년 전 한국식물보호학회지에 유일한 보고(Bae et al., 1969)가 있는 정도로 드물어, 발생이 많지 않은 벼의 이차 해충으로 추정된다. 그런데, 최근 가을과 겨울 사이 충청도와 전라도 몇 지역의 논에서 채집된 나방 유충들의 상당수가 벼밤나방인 것으로 밝혀져 최근 이 종의 밀도가 증가한 것으로 추정되었다. 이에 이 종의 발생 양상을 알고자 경기도와 충남, 전북, 전남, 경남의 몇 지역에서 성페로몬 트랩으로 성충 발생을 조사하였다. 성페로몬 미끼로는 (Z)-11-hexadecenyl acetate와 (Z)-11-hexadecen-1-ol을 3:1 비율로 조제한 것을 사용하였다. 남쪽 지방에서 발생이 더 빠른 것이 관찰되었는데, 전북에서는 4월말에, 충남에서는 5월 중순에 처음 발생이 관찰되었다. 1화기 성충은 대체적으로 5월과 6월 초 사이에 발생하는 것으로 추정되었고, 이후 2~3번 더 발생할 것으로 보였으나 세대 사이의 경계는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 경기도 수원에서는 벼밤나방으로 추정되는 1마리만이 포획되어 실제 발생이 되는지 확실하지 않았다. 가을과 겨울 사이 채집된 유충은 경기도 수원으로 옮겨져 야외에서 사육되었는데, 겨울 중 모두 사망하였다. 또, 전북 군산의 한 벼 포장에서 가을과 겨울 시기가 지남에 따라 벼밤나방 밀도가 급격하게 감소하는 것으로 나타나, 벼밤나방은 저온에서 치사율이 매우 높을 것으로 추정되었다. 10월과 11월 사이 충남 서천과 전북 군산에서 채집된 유충을 25℃에서 항온 사육할 때, 0~2회의 탈피를 거쳐 9~18일 지나 번데기가 되었는데, 용화 전 기간은 시기가 지남에 따라 단축되었고, 용기간은 10~11일로 채집시기에 관계없이 일정하였다. 가온 사육에서 채집 유충의 15~40%가 우화에 성공하였다.

검색어: 벼밤나방, 발생, 성충, 월동유충, 벼

Analysis of Transcriptome of Teratocyte in *Cotesia plutellae*

Wook Hyun Cha¹, Yonggyun Kim² and Dae-Weon Lee¹

¹Department of Biology, KyungSung University

²Department of Agricultural Biology, Andong National University

Cotesia plutellae has been known as a natural enemy against the Diamondback moth, *Plutella xylostella* via laying eggs into a larva. When the larva hatches from the egg, teratocytes also are released and expected to work as immune suppressor via secreting immune suppressive factors. In order to analyze the gene expression in teratocytes, total RNAs were isolated and genes expressed in the teratocyte were sequenced by Illumina HiSeq2000 RNASeq analysis. The information on RNA sequences was assembled by Trinity and contigs were annotated by Blast analysis. The levels of gene expression were calculated by FPKM. Approximately, 6.3 Gbs were obtained and 34,686 contigs were found and annotated. Forty two percent of contigs were homologous to previously reported genes and classified by gene ontologies: the highly abundant components are metabolic process, biological regulation and cellular process in biological function; binding, catalytic activity and transporter activity in molecular function; cell part, membrane part and organelle in cellular function, respectively. In addition, some teratocyte transcripts of *C. plutellae* are related to host regulation such as immunosuppression and nutrition: Ankyrin repeat proteins, Serpin, protease, lipase, chitinase and scavenger receptor.

Key words: *Cotesia plutellae*, teratocyte, transcriptome, RNASeq, immunosuppression, *Plutella xylostella*

A Replication Model for *Cotesia plutellae* Bracovirus

Rahul P. Hepat and Youggyun Kim

Department of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749 Korea

Polydnaviruses (PDVs) are a group of insect viruses and symbiotic to some endoparasitoid wasps classified in to Braconidae and Ichneumonidae. Though a lot of PDV genes are identified and analyzed in the host-parasitoid molecular interactions, PDV replication is still far from our understanding. PDVs are replicated in the wasp ovary during late pupal stage. A PDV, *Cotesia plutellae* bracovirus (CpBV), is symbiotic to *Cotesia plutellae*. The *C. Plutellae* ovary was analyzed in transcriptome by 454 pyrosequencing. The ovarian transcriptome provided several major DNA polymerases including Pol α , Pol δ , and Pol ϵ . All contigs matched to these polymerases were expressed in *C. plutellae*. Especially DP1 contig homologous to Pol α was highly expressed during late pupal and female adult stages. Its RNA interference significantly suppressed CpBV viral titre in the ovary. This study suggests a hint that CpBV replication uses a host DNA polymerase, in which Pol α may play a specific role in the viral replication in the ovary.

Key words: DNA pol 1 (DP1), *Cotesia plutellae*, bracovirus, *Plutella xylostella*

Cost Efficient Sampling Method for Management of *Aphis Gossypii* (Hemiptera: Aphididae) in Greenhouse Cultivation of Cucumbers

**Taek Jun Kang¹, Myoung Rae Cho¹, Joon Ho Lee², Kijong Cho³
and Jung-Joon Park⁴**

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA

²Entomology program, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

⁴Department of Applied Biology, Gyeongsang National University

The cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), is one of the major insect pests of cucumber, *Cucumis sativus* L. The spatial distribution and occurrence of *Aphis gossypii* Glover on greenhouse cucumber, *Cucumis sativus* L., were studied to provide an efficient and reliable sampling plan for its control. A highly clumped pattern was observed among plants (TPL $b = 1.63$) within a greenhouse. To develop a sampling plan for visual enumeration, leaves within plants were selected by different percentages of leaves (eg., 3rd and 6th, 6th and 9th leaf, ... from the bottom of the plant) and then compared the accuracies and efficiencies by relative net precision (RNP). The results indicated that selecting leaves from the bottom of the plant by systemic sampling methods were relatively high as other sampling methods.

Key words: *Aphis gossypii*, *Cucumis sativus*, Spatial distribution, Sampling method

P010

시설국화에서 아메리카잎굴파리에 대한 피해 정도와 굴파리좀벌에 안전한 약제 선발

이영혜¹, 최용석¹, 전낙범², 김동찬², 유용만³

¹,충청남도농업기술원 농업환경연구과, ²충청남도농업기술원 예산국화시험장,
³충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

시설국화에 아메리카잎굴파리 성충 접종마리수를 달리하여 국화의 피해엽율과 피해굴수, 피해초장율을 조사하였고 국화에 등록된 약제를 대하여 굴파리좀벌에 안전한 약제를 선발하였다. 국화에 아메리카잎굴파리 4, 10, 20, 30마리를 접종하였을 경우 국화에 대한 피해엽률과 피해굴수는 아메리카잎굴파리의 밀도가 높을수록 피해수준이 높았다. 피해엽률은 12.5%, 13.7%, 21.2%, 25.4%였으며 피해굴수는 8.8%, 12.8%, 17.4%, 19%였다. 또한 전체 초장에서 피해엽이 보이는 높이까지의 피해초장율은 36.2%, 38.1%, 42.9%, 43.8% 였다. 아메리카잎굴파리의 접종밀도에 따른 생육 특성은 접종밀도별로 유의한 차이는 없었다.

굴파리좀벌에 대한 저독성 약제로 살균제에서는 디비이디시유제, 크레속심메틸액상수화제, 트리플루미줄수화제, 테트라코나졸유타제, 비티타놀-프로피네브수화제, 아족시스트로빈수화제, 테부코나졸수화제, 플루퀸코나졸수화제가 영향이 없는 것으로 나타났다. 또한 살충제에서는 이미다클로프리트수화제, 아세타미프리트액제, 티아클로프리트액상수화제, 아크리나트린수화제는 약간 영향이 있는 것으로 나타났으며 살비제에서는 비페나제이트액상수화제, 아세퀴노실액상수화제, 에톡사졸액상수화제는 굴파리좀벌 성충에는 영향이 없는 것으로 나타났다. 생장조정제인 에테폰액제와 전착제인 카바액제에서도 굴파리좀벌의 치사율이 낮아서 영향이 없는 것으로 나타났다.

검색어: 국화, 아메리카잎굴파리, 굴파리좀벌, 약제선발

P011

고추 정식 전 진딧물류 미방제에 따른 포장에서의 피해정도

권오훈, 장길수, 원종건, 황지은, 전수경, 권태영

경북농업기술원 영양고추시험장

고추에서 발생하는 진딧물류는 육묘기부터 발생하여 생육 초·중기에 걸쳐 피해를 준다. 일부 재배농가에서는 육묘기에 발생한 진딧물류를 적기에 방제 하지 않아 정식 후 포장에서 진딧물에 의한 피해가 나타나고 있다. 본 시험에서는 정식 전 고추 묘상에서 발생한 진딧물류 미방제 시 본포 정식 후 피해정도를 조사하기 위해 수행하였다. 공시품종은 ‘PR상록’으로 파종은 2월 14일, 고추재배지는 해발 250m에 위치한 영양지역의 논토양에서 실시하였고 재배방법은 2열 터널재배로 진딧물류의 밀도에 따라 묘상방제구와 미방제구 등 3처리를 두고 5월 8일에 고추를 정식하였다. 포장에서 진딧물류 방제는 6월 2일, 6월 13일, 6월 18일로 3회에 걸쳐 이미다클로프리스수화제와 티아메톡삼수화제를 교호, 살포하였다. 방제방법에 따른 진딧물류 밀도는 묘상에서 진딧물류 약제방제구는 6월 2일까지 진딧물의 발생이 없었으나, 무방제구는 정식 초기부터 진딧물 발생이 증가하여 6월 2일에 42.1마리/주로 발생밀도가 높게 나타났으며, 본포에서 3차례의 약제살포 후에도 진딧물의 밀도가 6월 하순까지 유지되었다. 6월 25일 처리별 생육을 보면, 묘상 방제구에서 무방제구에 비해 초장이 평균 16.3cm 컸으며, 분지수와 착과수도 각각 1.7개, 2.6개 많게 조사되었다. 바이러스 발병도(1~9)는 방제구의 평균값이 5를 나타내었으나 무방제구는 평균값이 8로써 높았으며, 고추의 수량은 방제구에 비해 무방제구가 진딧물류 피해정도에 따라 12.8~25.1% 감소하였다.

검색어: 고추, 진딧물류, 방제, 수량성

P012

Efficacy Study of Two MB Alternative Fumigants on Citrus Mealybug at Two Different Temperature Conditions

Bong-su Kim, Sun-ah Jung and Byung-ho Lee*

Dongbu ARI, Dongbu Farm Hannong Co., Ltd.

Though quarantine use of methyl bromide(MB) is currently permitted in Korea, there has been phasing out and considering ban in many countries due to their ozone depletion properties. VapormateTM, a new gas formulation of ethyl formate(EF) with carbon dioxide, and VivakilTM, a new gas formulation of phosphine(PH₃) with carbon dioxide, are MB alternative fumigants to methyl bromide(MB). For applying on import commodities, the efficacy of EF and PH₃ was evaluated for 2hr fumigation on egg, nymph and adult stage of citrus mealybug(CMB), *Planococcus citri*, at two different temperatures(8, 13°C). The CT(Concentration X Time) product of EF to be expect 99% mortality to egg, nymph and adult stage of CMB were 108.3, 22.4 32.4 gh/m³ at 8°C and 83.2, 25.1, 29.8 gh/m³ at 13°C, respectively. The CT product of PH₃ gas to be expect 99% mortality to nymph and adult stage of CMB were 6.50, 2.55 gh/m³ at 8°C and 3.72, 3.64 gh/m³ at 13°C, respectively. However, PH₃ gas applied at high CT(4.2 gh/m³) for 2hr fumigation was not enough to obtain CT to egg stage of CMB at both temperature conditions. These efficacy data based on CT will be useful to predict the CT model in scale-up fumigation at diverse practical conditions.

Key words: Citrus mealybug, ethyl formate, phosphine, fumigant, methyl bromide alternative

Control Thresholds (CTs) of *Oides decempunctatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) on Campbell Early in the Vineyard

Sun Kook Kim¹, Seok Ho Lee¹, Myung Kyu Song², Eu Yeon Hong¹,
Ki Yeol Lee² and Gil-Hah Kim³

¹Grape Research Institute, Chungbuk Provincial ARES, Okcheon

²Horticultural Research Division, Chungbuk Provincial ARES, Cheongwon

³Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju

This study was conducted to estimate the control thresholds (CTs) at different larval densities of *Oides decempunctatus* Billberg (Coleoptera: Chrysomelidae) of Campbell early in the vineyard and investigated life cycle. Each stage of *O. decempunctatus* was sampled 18 times from May to September in 2010~2012. The seasonal occurrence of *O. decempunctatus* showed the highest peak in mid-late June and mid-late August. Overwintered *O. decempunctatus*'s eggs were hatched from late May to early June. Larva period was from late May to mid July and adults appeared in mid July.

The percentage of leaf damage (Y) of Campbell early inoculated by different densities of *O. decempunctatus* (X, no. of larvae/fruiting mother branch) for six weeks was estimated by $Y = 0.498X + 2.041$ ($R^2 = 0.988$) during vegetation period. The decreasing rate of soluble solid (Y) after grape harvest of Campbell early damaged by different densities of *O. decempunctatus* (X) was estimated by $Y = -0.046X + 15.3$ ($R^2 = 0.8543$). Based of the relationships between the densities of *O. decempunctatus* larvae and the index of reducing soluble solid of Campbell early, the number of larvae (2nd to 3rd instar) which decreased less than 15°Bx loss of soluble solid was determined as the injury level of 7/fruiting mother branch.

Key words: Campbell early, *Oides decempunctatus*, Control thresholds

P014

Construction of Potent Insecticide Leads, Novel *Bacillus thuringiensis* cry1-type Genes

Song Eun Kim¹, Jae Young Choi¹, Xue Ying Tao¹, Qin Liu¹, Saes Byeol An¹,
Seok Hee Lee¹, Woo Jin Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Crystals of proteinaceous insecticidal proteins, Cry proteins, produced by *Bacillus thuringiensis* (Bt) have been generally used to control insect pests. In this study, through the 3D structure prediction and accompanying mutagenesis study for the Mod-Cry1Ac, 7 and 16 amino acid residues from domain I and II, respectively, responsible for its insecticidal activity against larvae of *Spodoptera exigua* and *Ostrinia furnacalis* were identified. To construct novel *cry* genes with enhanced insecticidal activity, we randomly mutated these 23 amino acid sequences by *in vitro* multi site-directed mutagenesis, resulting in totally 24 mutant *cry* genes. For further characterization, these mutant *cry* genes were expressed as a fusion protein with polyhedrin using baculovirus expression system. SDS-PAGE analysis of the recombinant polyhedra revealed that expressed Cry proteins was occluded into polyhedra and activated stably to 65 kDa by trypsin. When the insecticidal activities of these mutant Cry proteins against to larvae of *P. xylostella* and *S. exigua* were assayed, they showed higher or similar insecticidal activity compared to those of Cry1Ac and Cry1C. Especially, among them Mutant-N16 showed the highest insecticidal activity against to both of *P. xylostella* and *S. exigua*. Therefore, Mutant-N16 is considered to have the potential for the efficacious biological insecticide.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, transgenic plants, *cry* genes, mutagenesis

P015

제주도 부지화 시설재배원에서 썩덩나무노린재 발생양상 및 친환경 약제 선발

김수빈, 김용근¹, 장용석¹, 최경산, 김동순¹

농촌진흥청 원예특작과학원 온난화대응농업연구센터

¹제주대학교 생명자원과학대학 곤충생태학실험실

썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* Stål)는 한국, 중국, 일본 등 동아시아 지역이 원산지로, 콩, 사과, 감, 감귤과 같은 다양한 작물과 수목을 가해하는 광식성 해충이다. 최근 친환경 부지화(Shiranui: [*C. unshiu* × *C. sinensis*] × *C. reticulata*) 시설재배원에서 썩덩나무노린재가 문제가 되어 이들의 발생양상을 조사하였고, 실내에서 친환경 자재별 살충효과를 시험하였다.

2012년 부지화 시설재배원에서 썩덩나무노린재 성충은 7월 중순과 10월 하순 2회의 발생최성기를 보였다. 썩덩나무노린재 약충과 성충은 모두 9월 이전에는 부지화의 신초에서만 발견되었지만 9월 이후에는 대부분 과실에서 발견되었고 과실피해도 유발하였다.

썩덩나무노린재 약충과 성충에 대한 친환경 자재별 살충효과를 조사하였다. 3~4령 약충과 성충을 대상으로 제충국, 님, 데리스 제제를 실내에서 분무 살포하여 7일 후 사충수를 조사하였다. 성충에 대한 방제가는 제충국이 46.8으로 가장 높았고, 님과 데리스가 각각 2.1, 8.5였다. 약충에 대한 친환경 자재별 방제가는 각각 12.7, 10.6, 4.4였다. 기계유유제의 살충효과는 썩덩나무노린재 1, 2, 4령 약충을 대상으로 100배 희석액을 분무살포하여 48시간 후 사충수를 조사하였다. 기계유유제의 방제가는 1령 약충에서 20.4, 2령과 4령에서 각각 10.6과 12.0이었다.

검색어: 썩덩나무노린재, *Halyomorpha halys*, 발생양상, 친환경자재, 부지화

글로벌-GAP 규격에 적합한 농약의 MRL-위험평가체계

김용근, 장용석, 성영훈, 현해남, 김동순*

제주대학교 생명자원과학대학

Risk Assessment System of MRL (Maximum Residue Limit) for Pesticides with
the Approval of Global-GAP Guideline

Yong Geun Kim, Yong Seok Jang, Young Hun Seong, Hae Nam Hyun and
Dong-Soon Kim

College of Applied Life Science, Jeju National University

글로벌-GAP 수행 및 인증과정에서 농약잔류문제는 가장 중요하게 취급되고 있는 이슈 중 하나이다. 글로벌-GAP 작물분야(Crop Base) 지침에서 농약에 대한 MRL(농약잔류허용기준) 위험평가를 실시하도록 규정하고 있다. 즉 ‘CB8.6.3 생산물의 최종 판매시장(국가)에서 요구하는 MRL(농약잔류허용수준) 수준에 적합하도록 농가를 관리할 수 있는 농약 잔류위험평가(MRL-Risk Assessment) 절차를 갖추고 있어야 한다’와 ‘CB8.6.4 농약잔류위험평가의 결과에 따라 잔류분석이 필요하다고 평가된 농가에 대한 농약잔류분석 성적서를 갖고 있어야 한다’라 할 수 있다. 농약잔류분석을 생략하는 경우는 ①잔류초과, 미고시 농약사용 등 위반건수가 없다는 것을 4년 이상 추적할 수 있는 경우, ②약제의 최소 또는 미사용한 경우, ③수확기 근접하여 약제를 사용하지 않은 경우, 즉 해당 약제의 안전사용기간 보다 훨씬 긴 안전사용기간을 준수한 경우, ④농약잔류위험평가가 인증기관 심사자, 전문가 등 제3자 또는 소비자에 의하여 실시되어 보증된 경우 등이다. 유럽으로 감귤수출을 진행하면서 글로벌-GAP 규격에 준하여 농가의 실시한 방제내용에 대하여 MRL 위험평가를 실시하고, 잔류농약분석을 실시하였으며 이를 바탕으로 MRL 위험평가체계를 수립하였다.

*Corresponding Author: dongsoonkim@jejunu.ac.kr; 본 연구는 감귤수출연구사업단 연구비로 수행되었음.

검색어: 글로벌-GAP, 농약잔류허용수준, MRL, 식품안전, 관리점

P017

곤충병원성 선충인 *Steinernema carpocapsae*의 처리방법에 따른 생존기간과 나비목 해충의 방제 효과

김준엽, 구경분, 서삼열

(주)에코원 부설연구소

곤충병원성 선충은 해충 방제를 위해 세계적으로 많은 연구가 이루어지고 있으며, 최근 국내에서는 곤충병원성 선충을 이용한 농림해충 방제에 활용되고 있다. 본 연구는 이러한 곤충병원성 선충 중에서도 주로 십자화과 작물을 가해하는 나비목 해충의 방제에 이용되고 있는 *Steinernema carpocapsae*의 살포 횟수에 따른 토양의 환경조건에 적응하는 개체의 생존기간과 나비목 해충인 배추좀나방과 담배거세미나방에 대한 병원력을 검정하여 보았다. 야외 토양조건을 고려하여 온도를 20~30℃까지 다양하게 처리하였으며 50% 이상의 습도를 유지하여 4주간 격일로 조사하였다. 토양은 야외에서 채집하여 적당량의 유기물과 혼합하여 멸균하였고, 20units/10³cm의 선충을 3일 간격으로 최대 3회까지 살포하였다. 그 결과 2회 이하 살포하였을 경우 30%이하의 낮은 생존률을 나타내었고, 3회 살포하였을 경우 50% 이상의 높은 생존률을 나타내었다. 살충력은 2회 이하 살포하였을 경우 약 2주간 높은 살충력이 지속되었으며, 3회 방제하였을 경우 4주까지 높은 병원력이 유지되었다. 또한 4주간 병원력이 유지된 처리구의 토양과 저온에서 보관중인 선충 그리고 Bt 생물농약을 배추좀나방과 담배거세미나방에 대해 처리하였을 때 모든 처리구의 살충률이 80% 이상의 살충률을 나타내었다. 이러한 결과는 곤충병원성 선충을 이용한 나비목 해충의 지속가능한 방제의 가능성을 제시하고 있다.

검색어: 곤충병원성 선충, 생존기간, 배추좀나방, 담배거세미나방, 지속가능한 방제

잡곡 재배지에서 성페로몬트랩에 의한 나방류의 발생양상

김현주¹, 배순도¹, 윤영남¹, Mainali¹, 오인석¹, 박정규²

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부 잡곡과

²국립경상대학교 대학원 응용생명과학부

2010년부터 2012년까지 밀양, 괴산, 원주의 잡곡포장에 성페로몬트랩을 설치하여 5월부터 10월까지 조명나방, 담배거세미나방 등 나방류 6종의 유인량을 조사하였다. 지역간 나방류의 발생량은 밀양에서 총 5,520마리로 원주 및 괴산보다 각각 11.7배 및 8.2배 많았다. 밀양에서 담배거세미나방의 발생비율은 72.1%로 다른 나방류 및 지역보다 월등히 높았으며, 그 다음은 파밤나방(12.9%)이었으나, 멸강나방은 0.4%로 매우 낮았다. 괴산에서 담배거세미나방의 발생비율(39.5%)이 가장 높았고, 그 다음은 담배나방(28.9%) 및 파밤나방(11.9%)의 순서이었으며, 멸강나방은 1.7%로 매우 낮았다. 원주에서 담배거세미나방의 발생비율(33.2%)이 가장 높았고, 그 다음은 담배나방(25.4%) 및 왕담배나방(15.9%)의 순서이었고, 멸강나방 발생비율은 0.7%로 매우 낮았다. 담배거세미나방의 발생최성기는 지역에 따라 차이가 있었으나, 대체로 9월 상순~9월 하순까지로 나타났고, 밀양에서 담배거세미나방은 10월 하순까지도 발생량이 매우 많았다. 파밤나방의 발생최성기는 지역에 따른 차이가 심하였는데, 밀양은 8월 하순~9월 중순, 괴산은 9월 중순~10월 상순, 원주는 9월 상순~9월 중순까지로 나타났다. 조명나방의 발생최성기는 지역에 따른 큰 차이 없이 6월 상순~6월 중순까지로 나타났다. 멸강나방의 발생최성기도 지역간 차이 없이 5월 중·하순이었으나, 다른 나방류에 비해 발생량은 매우 적었다. 왕담배나방의 발생최성기는 지역별 차이가 매우 심하였는데, 밀양은 9월 상순~9월 중순, 괴산은 8월 상순~8월 하순, 원주는 6월 상순~6월 중순까지로 나타났다. 담배나방의 발생최성기는 밀양에서 8월 상순~8월 하순, 괴산에서 7월 하순~8월 중순, 원주에서 8월 하순~9월 상순으로 지역에 따른 차이가 있었다. 이처럼 지역별 나방류 발생량과 발생최성기의 차이는 나방류의 생물적 특성, 지역별 기상, 재배작물의 면적, 작부양식 및 체계와 관련이 있는 것으로 여겨진다.

검색어: 잡곡, 페로몬, 트랩, 나방류, 발생소장

P019

천적과 농약을 동시 활용한 시설오이 주요해충 종합관리

최용석¹, 황인수¹, 이영혜¹, 원종희¹, 박덕기¹, 변영웅²

¹충청남도농업기술원 농업환경연구과

²국립농업과학원

시설오이에 발생하는 주요해충들에 대한 천적 활용시 방제 시기를 놓쳐 해충의 발생밀도를 천적이 억제하기 어려운 시기에 화학약제를 동시 활용하고 흰가루와 노균병의 발생으로 불가피하게 살균제를 살포하게 될 때 천적에 안전한 화학약제를 사용함으로써 화학약제의 최소화를 시도하였다.

시설오이에서 주로 발생하는 해충은 목화진딧물, 담배가루이, 꽃노랑총채벌레, 잎굴파리류로 가장 피해가 심하였다. 천적에 안전한 약제는 오이에서 주로 활용이 가능한 미끌애꽃노린재, 진디혹파리, 콜라마니진디벌, 잎굴파리고치벌로 이들에 대한 안전한 약제를 선발하여 동시에 활용하였다.

목화진딧물은 신초당 밀도가 극히 낮았으나 하엽에서의 밀도는 5월 중순 이후 하엽당 40마리까지 급격히 증가하였으나 고온기에 접어들면서 급격히 밀도가 낮아졌다. 담배가루이는 신초당 2마리 이하로 유지되었다. 꽃노랑총채벌레는 엽당 4마리 이하로 유지되었다.

검색어: 오이, 천적, 해충, 종합관리

헤어리벤티가 심겨진 과원의 기생충 발생현황

최용석¹, 이영혜¹, 황인수¹, 원종희¹, 최광렬²

¹충청남도농업기술원 농업환경연구과

²충남대학교 농생물학과

친환경농산물의 생산량이 늘고 green korea의 국가 정책과 화학비료 사용량의 감소와 더불어 녹비재배 면적이 증가하고 있으나 이에 대한 환경평가는 이루어지지 않고 있다.

따라서, 본 연구는 배 과원에 피복작물로 심겨진 헤어리벤티구와 일반잡초로 구성된 배 과원을 대상으로 5월부터 7월까지 채집된 곤충상을 조사하였다. 곤충상 조사는 주로 천적종류를 대상으로 하였으며 황색수반에 포르말린 1%액을 월 1회 3일간 설치하여 유살된 천적종류를 조사하였다.

2011년, 배의 헤어리벤티구에서는 총 132마리의 천적이 끈끈이트랩에 유살되었으며, 가장 많이 유살된 종은 광불이꽃등에로 62마리, 꼬마꽃등에 43마리 였다. 사과와의 경우 초생 및 친환경방제구에서 56마리의 천적이 유살되었으며 가장 많이 유살된 종은 고치벌과에 24마리, 좀벌과에 10마리 였다. 가장 낮은 천적이 유살된 구는 배 초생 및 화학방제구와 사과 초생 및 화학방제구로 30마리 이하였다. 2012년, 헤어리벤티의 개화시기인 5월에 황색수반에 채집된 천적종수는 395마리로 가장 많았으며 개화가 끝난 시기인 7월에 황색수반에 채집된 천적종수는 116마리로 헤어리벤티가 심겨지지 않은 과원보다 월등히 높았다.

검색어: 녹비, 헤어리벤티, 천적

P021

Oviposition Preference and Larval Performance of *Helicoverpa assulta* in Host and Non-host Plants

Hyun-Joo Lim, Taek Jun Kang, Hyeong Hwan Kim, Myoung Rae Cho, Sung Wook Jeon and Seung-Joon Ahn

National Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration

The oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta*, is an oligophagous insect feeding on a few species of Solanaceae plants, including *Nicotina tabacum*. This study investigated the relationship between *H. assulta* and plants, focusing on oviposition preference and larval performance of the specialist in host and non-host plants. (1) In choice experiments, *N. tabacum* and *Phaseolus vulgaris* were put in a cage with 5 females and 10 males. Most of eggs (ca. 98%) were laid in *N. tabacum*, whereas few eggs in *P. vulgaris*. (2) In non-choice experiments, *N. tabacum*, *Datura stramonium*, or *P. vulgaris* was individually put in a cage with 3 females and 6 males, resulting that *N. tabacum* was the most preferred host, followed by *D. stramonium* and *P. vulgaris*. Oviposition was delayed about 2 days in *P. vulgaris* (a non-host plant) compared to the two host plants. (3) Larval performances were also compared with the three plants. Larval growth was better in *N. tabacum* followed by *D. stramonium* and *P. vulgaris*. High mortality (ca. 100%) of larvae was observed in *P. vulgaris*, suggesting toxic component(s) derived from the non-host plant might cause the death. The ovipositional avoidance in *P. vulgaris* is current being investigated to search for the oviposition deterrent, which could be useful for the environment-friendly pest management of *H. assulta*.

The *Autographa californica* Multiple Nucleopolyhedrovirus ORF11 is Essential for BV Production and ODV Envelopment

Xue Ying Tao¹, Jae Young Choi², Woo Jin Kim², Qin Liu¹, Song Eun Kim¹, Saes Byeol An¹, Seok Hee Lee¹, Soo Dong Woo³, Byung Rae Jin⁴ and Yeon Ho Je^{1,2}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

³College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University

⁴College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

ORF11 (*ac11*) of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV) is a highly conserved gene of unknown function. To determine the role of *ac11* in baculovirus life cycle, an *ac11*-knockout mutant AcMNPV, Ac11KO, was constructed. qPCR analysis revealed that *ac11* is an early gene in the life cycle. After transfection into *Spodoptera frugiperda* cells, Ac11KO produced a single cell infection phenotype indicating that no infectious budded viruses (BVs) were produced. The defection in BV production was confirmed by both viral titration and Western blot. However, viral DNA replication is unaffected. Electron microscopy showed that *ac11* is required for nucleocapsids envelopment to form ODV and their subsequent embedding into OB. This study therefore demonstrates that *ac11* is an early gene which is essential for the viral life cycle.

Key words: AcMNPV, *ac11*, BV production, nucleocapsids envelopment

P023

***Autographa californica* Multiple Nucleopolyhedrovirus *ac78*, a Core Gene that is Essential for BV Production and General Occlusion Body Formation**

Xue Ying Tao¹, Jae Young Choi², Woo Jin Kim², Qin Liu¹, Song Eun Kim¹, Saes Byeol An¹, Seok Hee Lee¹, Soo Dong Woo³, Byung Rae Jin⁴ and Yeon Ho Je^{1,2}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

³College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University

⁴College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

ORF78 (*ac78*) of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV) is a baculovirus core gene of unknown function. To determine the role of *ac78* in baculovirus life cycle, an *ac78*-deleted mutant AcMNPV, Ac78KO, was constructed. Quantitative PCR analysis revealed that *ac78* is a late gene in the viral life cycle. After transfection into *Spodoptera frugiperda* cells, Ac78KO produced a single-cell infection phenotype indicating that no infectious budded viruses (BVs) were produced. The defection in BV production was also confirmed by both viral titration and Western blot. However, viral DNA replication is unaffected. Analysis of BV and occlusion derived virus (ODV) revealed that AC78 is associated with both forms of the virions and is a structural protein located to viral envelope. Electron microscopy showed that *ac78* also plays an important role in embedding of ODV into occlusion body. This study therefore demonstrates that AC78 is a late virion associated protein and is essential for the viral life cycle.

Key words: AcMNPV, *ac78*, BV production, ODV embedding

P024

시설과채류 재배지에서의 식물기생선충의 분포조사 및 살선충제를 이용한 밀도억제 효과

박상은, 김세희, 고나연, 김정곤, 신호섭, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

국내 시설과채류 재배지는 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 최근 과채류 재배지 규모가 대형화 되면서 동일한 장소에서 연작년수가 길어지고, 연중재배의 원인에 의해 토양 내 식물기생선충의 밀도가 증가하고 그에 따른 경제적 피해가 증가하여 문제가 되고 있다. 따라서 국내 과채류 재배지에서 분포하는 식물기생선충의 발생 정도를 알아보기 위해 2012년 4월부터 9월까지, 공주, 논산, 부여, 진주, 곡성 일대에서 오이, 딸기, 메론 재배지를 대상으로 식물기생선충의 발생현황을 조사하였다. 식물기생선충의 경우 전체 토양시료 34개 가운데서 29개에서 검출되었다. 이처럼 대부분의 토양시료에서 식물기생선충이 발행한 것을 확인하였고 토양 내 발생한 식물기생선충의 종으로는 *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Aphelechoides* spp., *Ditylenchus* spp. 등의 발생을 확인하였다. 각 지역별 토양에 5가지 약제처리 전후의 평균밀도를 살펴본 결과, cadusafos 3%와 dazomet 98%의 경우 부여, 논산 지역의 토양에서 *Pratylenchus* spp.에 대해 100% 살선충효과를 보였으며, 진주 지역의 토양은 cadusafos 3%만이 *Pratylenchus* spp.에 대하여 100% 살충효과를 보였다. 곡성, 공주 지역의 토양에서도 모든 약제에 대해 식물기생선충의 평균밀도가 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

검색어: 식물기생선충, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp.

P025

Binding and Synergizing Motif within Coleopteran Cadherin Enhances Cry3Bb Toxicity on Colorado Potato Beetle and Lesser mealworm

Youngjin Park¹ and Michael J Adang²

¹Department of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea

²Department of Entomology, University of Georgia, Athens, GA 30602, USA

Cry3 toxins from *Bacillus thuringiensis* are used as biopesticides and the transgenic crops to control of leaf-feeding beetles. Cadherin in insect midgut epithelium is identified as receptor for Cry toxins in several insects and some domains of it synergizes Cry toxicity. Cadherin (DvCad1-CR8-10) fragment of *Diabrotica virgifera virgifera* enhanced Cry3Bb toxicity to Colorado potato beetle (CPB), *Leptinotarsa decemlineata*. Single cadherin repeat (CR) fragment of DvCad1-CR8-10, have a strong binding affinity to the active Cry3Bb toxin. The dissociation constant K_d value of CR8, CR9, and CR10 were 4.9 nM, 28.2 nM, and 4.6 nM, respectively. Interestingly, CR8 and CR10 enhanced Cry3Bb toxicity against CPB and Lesser mealworm (LMW), *Alphitobius diaperinus*, neonates in up to 2-folds. The DvCad1-CR10 peptide is further analyzed by in-frame deletion to determine the active site for Cry3Bb toxin. The active site is narrowed down to a 26 amino acid locating in the N-terminal region of DvCad1-CR10 that either synergized Cry3Bb toxicity on the CPB and LMW neonates in 3-folds or bound to the toxin with high affinity. The extent of Cry3Bb toxin enhancement by the active site in DvCad1-CR10 may have practical application for control of CPB and LMW.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, cadherin, synergist

P026

Lethal Temperature for *Alnus* Ambrosia Beetle, *Xylosandrus germanus*, in Infested Wood Using Microwave Energy

Sang Jae Suh, Jiseo Kim and Yong Jung Kwon

School of Applied Biosciences, Kyungpook National University

Thermal death kinetics was examined to develop a heat treatment method to control the *Alnus* ambrosia beetle, *Xylosandrus germanus*, in wood packing materials for export goods. To determine the feasibility of microwave irradiation as an alternative treatment, we performed laboratory experiments on the blocks (200x200x250mm) of Douglas-fir artificially infested with live adults with subsequent 2.45GHz microwave energy irradiation. The 100% mortality of treated *Alnus* Ambrosia Beetle was achieved above 58°C of the measured wood temperature, regardless of irradiated time. All measurement points in the blocks reached 58°C within 84-312 seconds with microwave irradiation by wood weight. Likewise, the 100% mortality of beetles were observed by hot water treatment on 52°C. We need further experimental verification, but commercial microwave (2.45GHz) treatment is a feasible alternative to conventional heat treatment to control *Alnus* ambrosia beetle on the wood packing materials for export goods.

Key words: *Xylosandrus germanus*, lethal temperature, Microwave

P027

가뭄저항성벼(CaMsrB2)의 포장내의 해충 발생양상 평가분석

서상재, 김진서, 권용정

경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부

2011-2012년 2년간 하계 경북대학교 농업생명과학대학 군위 GMO 실습격리포장에서 GM벼인 가뭄저항성벼(CaMsrB2) 'HV8'과 'HV23' 및 모본식물인 '일미'를 대상으로, 이앙 약 한달 후 생육기 초부터 수확 직전까지 2주 간격으로 매년 총 8회에 걸쳐 실시하여 발생양상을 비교 분석하였다. 조사기간 동안 가뭄저항성벼(CaMsrB2) 'HV8', 'HV23'과 '일미' 포장에서의 해충은 멸구류, 매미충류, 나방류, 진딧물류, 바구미류, 노린재류 등 주로 30여종의 해충이 발생하였다. 이중 흰등멸구의 발생이 69.3%로 가장 우점하였고, 애멸구 13.9%, 벼물바구미 5.4%, 나방류 2.7% 순이었다. 시기별 해충 평균발생 밀도는 모든 시기에서 가뭄저항성벼(CaMsrB2)들과 '일미'에서 차이가 없는 것으로 분석되었다.

검색어: GMO, 가뭄저항성벼, 해충발생, 비교분석

제주지역 감자에 발생하는 해충종류와 피해변화

송정흡, 양영택, 이신찬

제주특별자치도농업기술원 친환경연구과

제주지역 감자 주재배지역인 제주시 한경면과 서귀포시 대정읍, 안덕면 지역에서 2011~2012년 기간 동안 발생하는 해충의 종류와 피해를 조사하였다. 본 조사에서 감자에 발생한 해충은 총 7목 16과 30종이 조사되었다. 발생 해충 중 피해가 많았던 것은 왕담배나방과 도둑나방, 담배거세미나방으로 주로 가을철에 피해가 많았다. 감자뽕나방은 일부 발생주율이 80% 이상으로 높은 포장도 있었으나 일반적으로 피해는 크지 않았다. 조사 해충 중 1990년대와 비교하여 크게 달라진 것은 차면지응애와 도둑나방이었다. 차면지응애는 일반적으로 시설재배에서 발생하는 것으로 알려져 있었으나 노지재배에서도 조사기간 동안 지속적으로 피해를 확인할 수 있었다. 도둑나방이 감자에 피해를 주는 시기는 봄철(5월)과 가을철(10월 중 하순)에 돌발적으로 대발생하여 피해를 주고 있었다. 오이총채벌레는 1993년 제주에서 처음 발생이 확인된 후 1994년 가을철 감자에 대발생하여 폐작되기도 하였으나 본 조사에서는 방제를 해야 할 정도로 발생밀도가 높은 포장은 거의 없었다. 이번 조사에서 새롭게 피해가 확인된 총채벌레 종은 볼록총채벌레와 콩어리총채벌레, 파총채벌레였다. 파총채벌레와 볼록총채벌레는 주로 봄철에, 콩어리총채벌레는 가을철에 피해를 주고 있었다. 꽃노랑총채벌레와 대만총채벌레는 주로 개화기에 꽃에서 발견되었으며, 이들 총채벌레가 매개하는 토마토반점위조바이러스(TSWV)는 발견되지 않았다.

검색어: 감자, 해충종류, 피해, 총채벌레, 도둑나방, 차면지응애

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

Qin Liu¹, Jae Young Choi¹, Xue Ying Tao¹, Seok Hee Lee¹, Saes Byeol An¹,
Song Eun Kim¹, Woo Jin Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Plasmids are crucial for determining the pathogenicity and host range of organisms of the *Bacillus thuringiensis* strains. In this research, a novel serogroup of *B. thuringiensis* serovar *mogi* (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 two megaplasms (> 30 MDa) on which the toxin genes were occasionally located. Sequence analysis using 454-pyrosequencing revealed that there are 7 putative *cry* genes, *cry19Bb1*, *cry73Aa*, *cry40orf2*, *cry20Bb1*, *cry27Ab1*, *cry56Ba1* and *cry39orf2*, distributed on the two different megaplasms, respectively. These *cry* genes were cloned to the *Escherichia coli*-*B. thuringiensis* shuttle vector, pHT1K under the control of its own promoter and p1KSD, which is a recombinant expression vector containing *cyt1Aa* promoter combined with the STAB-SD sequence, and then introduced into an acrySTALLIFEROUS *B. thuringiensis* CryB strain for further molecular characterization. To investigate the role of these genes in crystal production, the expression profiles of these toxin genes were analyzed by quantitative PCR (qPCR) from the wild type strain. These results clearly indicate that the *cry39orf2* was the dominant ingredient in the crystal. This novel 3a3b3d type strain, *B. thuringiensis* serovar *mogi*, could be used as a good resource for studying unknown mosquitocidal *cry* genes.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, megaplasmid, *cry* gene, mosquitocidal activity

P030

공생균 배양액 추출물과 식물추출물 혼합제형의 살균 살충 복합작물보호제 개발

이영진, 구경분, 이형철

(주)에코원 부설연구소

국내 농업은 인구의 노령화와 농업인구 감소로 인한 노동력 절감 및 효율적인 작물보호제 살포가 오래전부터 대두되어왔다. 그리고 최근 7~8년간 친환경 작물보호제가 급격하게 증가 발전되었다. 그러나 친환경 작물보호제의 개발이 작물보호제(농약)대비 다양성이 부족하다. 이에 본 연구는 곤충병원성 공생균의 배양액 추출물과 살충살균 효과가 뛰어난 식물추출물을 혼합하여 살충 살균 효과에 복합적으로 작용하는 친환경 복합작물보호제를 개발하여 살포 농도별, 살포 횟수별 그리고 경시변화에 따른 살충효과를 확인해 보았다. 살포농도는 500배, 1000배, 2000배 농도로 살포하여 7일후의 방제가를 확인한 결과 500배농도 3회 살포 처리구에서 배추좀나방은 96.3%, 복숭아혹진물은 87.9%, 점박이응애는 86.8%의 살충효과를 보여 미소해충 및 나방류 해충에 85%이상의 살충효과를 보였다. 살균효과는 잣빛곰팡이와 역병에 대한 방제실험을 방울토마토와 고추포장에서 수행한 결과 500배 3회 처리구에서 잣빛곰팡이는 83.5%, 역병은 75.6%의 방제가를 보였다. 54℃ 2주, 4주, 6주 경시변화를 후의 살균·살충율 조사결과 6주후에 91.4%의 살충율과 89.7%의 살균 감소효과를 보여 경시변화에서도 뛰어난 살균살충효과를 보였다. 이러한 결과는 곤충병원성선충 공생균 추출액과 식물추출물을 이용한 복합작물보호제 개발의 가능성을 제시하고 있다.

검색어: 공생균 배양액, 배추좀나방, 복숭아혹진물, 잣빛곰팡이, 복합작물보호제

P031

신규 토착천적인 *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto)를 이용한 열대식물 *Trachycarpus fortunei* (Hook)를 가해하는 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki* (Kuwana))의 방제

이준석¹, 함은혜¹, 진혜영², 안태현², 이봉우²

¹오상킨섹트 생물자원연구소, ²국립수목원

국립수목원 열대식물자원연구센터내에 보존, 관리되고 있는 열대식물인 *Trachycarpus fortunei* (Hook)을 가해하는 깍지벌레류를 채집하여 동정한 결과 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki* (Kuwana))로 확인되었으며 국내에 자생하는 포식성 토착 천적인 *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto)를 이용하여 생물적방제 가능성을 확인하였다. 방제실험은 국립수목원내 열대식물자원연구센터 유리온실에서 진행하였으며 인공사육된 대상식물을 가해하는 가루깍지벌레의 사전밀도를 조사한 후 20개체의 *C. nipponensis*를 대상식물에 직접 방사한 후 7일 간격으로 가루깍지벌레의 밀도를 조사하였다. 조사결과 *C. nipponensis*의 방사 후 2주차 이후부터 가루깍지벌레의 밀도가 줄어들기 시작했으며 방사 후 4주차에 최초 방사 시점 대비 22.4% 수준으로, 6주차에 8.2%수준으로 해충의 밀도가 조절되는 것을 확인하였다. 최초 해충 발생시기 예측을 통해 방사시점을 조절할 경우 *C. nipponensis*를 이용한 가루깍지벌레의 방제가 가능함을 확인하였다.

검색어: *Chrysoperla nipponensis*, *Trachycarpus fortunei*, *Pseudococcus comstocki*, 토착천적, 생물적방제

P032

뚝은감 생육기 노린재류 발생 및 피해증상

임양숙¹, 송인규¹, 김세종¹, 김지완², 이기우¹, 조재욱¹

¹경상북도농업기술원 상주감시험장, ²그린아그로텍

경북 상주, 청도지역의 뚝은감 과원에서 감 생육기중 과실에 피해를 주는 노린재류에 대한 발생상황을 조사한 결과 뚝은감 과원에서 발생하는 노린재류는 톱다리개미허리노린재와 갈색날개노린재, 애사끼뿔노린재 등이 발생하였으며 발생이 가장 많은 종은 톱다리개미허리노린재였다. 발생소장조사에서 톱다리개미허리노린재는 5월부터 유살되어 7월중순부터는 밀도가 늘어나기 시작하여 9월상순에 발생이 가장 많았으며 산지와 인접한 과원에서는 10월 수확기까지 계속 발생되었다. 갈색날개노린재는 톱다리개미허리노린재보다 유살된 수가 적었으며 상주지역은 7월중순~9월하순, 청도지역은 8월상순~9월상순에 유살되었다. 노린재류에 의한 피해과 발생은 7월상순부터 유과를 흡즙하며 흡즙된 부위에서 즙액이 유출되고 그 후 낙과되었으며 7월하순부터는 피해과 수가 급격히 늘어났다. 8월 성과기에는 낙과되지 않고 조직이 함몰되고 스폰지화된 상태로 수확된다. 꽃감 제조시, 과피를 깎아 건조시키면 식흔이 흰색의 둥근반점이 남는 꽃감이 되어 상품성이 떨어져 꽃감 제조 농가의 수익에 지장을 초래하고 있다.

검색어: 뚝은감, 노린재, 발생소장, 피해증상

P033

글로벌-GAP 규격에 적합한 IPM 실천 전략 : 감귤 IPM 수행사례

장용석, 김용근, 성영훈, 현해남, 김동순*

제주대학교 생명자원과학대학

글로벌-GAP는 독일 Food Science사에서 생물적, 화학적, 물리적 위험성으로부터 식품의 안전성을 제고하기 위하여 마련한 인증체계이다. 본 연구는 글로벌-GAP 관리점(control points) 중에서 IPM 실천을 보증할 수 있는 증빙자료를 제공하고자 수행하였다. IPM 매뉴얼은 글로벌-GAP에서 제시하는 PMEI 절차 (예방 Prevention - 조사 및 평가 Monitoring & Evaluation - 방제수행 Intervention)에 따라 농가에서 실천하도록 제작하였다. 기본적으로 글로벌-GAP 작물분야(Crop Base)의 관리점 'CB.7.2 생산자는 예방에 해당되는 1가지 이상의 재배적 실천사항을 제시할 수 있어야 한다(필수)', 'CB.7.3 생산자는 a) 해충 및 천적 발생시기와 정도에 대한 최소 1가지의 결정내역 및 b) 이 정보를 해충관리수단 동원에 활용한 내역을 제시해야 한다(필수)', 'CB.7.4 생산자는 해충이 작물에 경제적 손실을 유발하는 상황에서 특정 방제수단이 수행되었다는 증거를 제시해야 하며 가능하면 비화학적 방법이 고려되어야 한다(필수)'등을 기반으로 하였다. 본 감귤 IPM 매뉴얼은 2010년 33농가, 2011년 129농가, 2012년 2005농가에 적용하였으며, 글로벌-GAP 인증을 취득하는데 활용되었다.

*Corresponding Author: dongsoonkim@jejunu.ac.kr; 본 연구는 감귤수출연구사업단 연구비로 수행되었음.

검색어: 글로벌-GAP, IPM, 감귤, 식품안전, 관리점

P034

담배거세미나방 Chitinase의 RNA interference

전미진, 진나영, 오산나, 이유경, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

RNA interference(RNAi)는 살아있는 세포에서 유전자의 표현력을 제어하는 방법이다. 키틴을 분해하는 Chitinase는 곤충의 탈피에 관여하여 오래된 큐티클의 소화 재흡수에 도움을 주는 효소이다. Chitinase를 이용하여 RNA interference 효과를 보기 위해 담배거세미나방으로부터 RNA를 추출하였다. RNA 추출은 담배거세미나방의 번데기, 번데기 직전의 유충, 5령 유충, 5령 유충의 외피로부터 각각 실시하였다. RNA 추출물을 주형으로 cDNA를 합성하였고, 시퀀스 분석 결과 담배거세미나방의 Chitinase의 크기는 약 610bp였다. 추후 담배거세미나방 Chitinase의 dsRNA 합성과 생물검정을 통해 RNAi 효과를 확인하고자 한다.

검색어: RNAi, *Spodoptera litura*, Chitinase

파밤나방 성충 유인 LED 유아등 파장 선발 및 파밤나방 발생억제 효과

김 주¹, 정성수¹, 권영립¹, 김주희¹, 심창기²

¹전라북도농업기술원 기후변화대응과

²국립농업과학원 유기농업과

파장이 다른 LED광원을 사용하여 파장별 파밤나방 성충의 유인효과와 유충 발생억제효과를 조사하기 위하여 2011년 6월에 비트를 정식하고, 방충망을 하우스 측면과 출입문에 설치하고, 자색(405nm), 청색(465nm), 녹색(517nm), 황색(590nm), 적색(625nm)의 LED램프가 장착된 유아등을 설치 가동하면서, 7월 13일 파밤나방 성충을 처리당 50마리를 접종하고 파밤나방 성충의 유인률을 조사하였다. 파장대별 유인률은 자색 파장은 85.4%, 청색 36.7%, 녹색 19.6%, 황색 19.1%, 적색 8.7%를 나타내어 자색파장에서 가장 높은 유인률을 나타내었다.

또한 LED 유아등 파장대별 비트 생육과 수량, 파밤나방 유충에 의한 피해엽률을 7월 31일에 조사한 결과, 초장, 엽수, 뿌리 무게 등 생육은 처리간에 큰 차이가 없었으나 피해엽률은 무처리 66.9%, 자색 12.3%, 청색 27.4%, 녹색 32.2%, 황색 28.4%, 적색 57.8%를 나타내어 자색 파장 유아등이 설치된 처리에서 유충에 의한 피해도 적었다. 이러한 결과는 LED 유아등에 의해 파밤나방 성충이 유인 포살되어 산란수가 감소하고, 유충에 발생 또한 줄어들었기 때문으로 생각되었다. 수량은 상품률에 영향을 받아, 무처리는 754kg이었고, 자색은 10a당 1,653kg 으로 가장 많았다.

검색어: 파밤나방, 유인률, LED파장, 방제효과

해충 예찰용 LED 유아등 파장 선발

김주¹, 정성수¹, 권영립¹, 김주희¹, 박홍현²

¹전라북도농업기술원 기후변화대응과

²국립농업과학원 작물보호과

해충 예찰용 LED 유아등 개발을 위하여 파장대가 다른 LED 램프가 장착된 유아등을 제작하고, 조도와 곤충유인 효과를 조사하였다. 파장대별 조도는 365nm 0.3lux, 405nm 0.3lux, 525nm 131.1lux, 590nm 69.1lux, 625nm 16.4lux를 나타내어 조도는 525nm가 가장 높았고, 365nm, 405nm가 낮은 경향을 보였다.

LED파장대별 벼와 두류 해충의 유인상황을 조사한 결과 365nm 5종 166.5마리, 405nm가 8종 95.8마리로 유인수가 많은 경향이었고, 625nm가 가장 적은 유인수를 나타내었다. 시설채소의 해충유인에 있어서도 365nm, 405nm가 종류와 유인수가 가장 많았고 625nm가 가장 적었다. 이러한 경향은 조도와 해충 유인과는 관계가 없는 것으로 생각되었다. 목별로는 딱정벌레목, 노린재목, 집게벌레목, 나비목 곤충은 365nm와 405nm에서 유인이 잘되었고, 파리목은 525nm, 벌목은 625nm에서 유인이 잘되는 경향을 보였다. 전체적으로 365nm와 405nm가 곤충유인이 잘되는 경향이였다. 그러나 LED램프가격이 365nm가 405nm에 비해 5배가량 높은 가격이어서 해충 예찰용으로는 405nm가 적합하였다.

검색어: 해충예찰, 유인률, LED파장

P037

호박과실파리 번데기의 실내 방제 시험

전성욱, 강택준, 조명래, 김형환, 안승준, 양창열, 권선정

국립원예특작과학원 원예환경과

호박과실파리는 우리나라, 일본, 대만에서 발생하는 해충으로 우리나라는 해발 300~399m의 산간지대에서 피해가 보고되고 있다. 최근 강원도를 비롯한 산간지역의 호박 재배의 증가로 호박과실파리의 피해는 매년 증가하고 있는 추세다. 주요 피해 특징으로는 교미한 성충 암컷이 박과류(단호박 및 땃돌호박)의 어린 과육에 산란을 하고 부화한 유충이 과육의 내부를 가해한다. 아직까지 호박과실파리에 관한 생활사 및 방제에 관한 연구가 미흡한 실정으로 호박과실파리의 방제용 토양살충제 선발을 위해 토양 깊이에 따른 번데기 용화 수와 실내 약제선발 시험을 실시한 결과 번데기는 지하 8cm 이하의 토양에서 모두 발견 되었으며 2~3cm 깊이에 가장 많은 수가 존재하였다. 실내 토양 살충제 시험은 7종의 약제 중 2종에서 90% 이상의 효과를 보였다.

검색어: 호박과실파리, 방제, 토양 살충 시험

사탕무씨스트선충의 기주범위 검정

조명래¹, 김형환¹, 강택준¹, 안승준¹, 양창열¹, 전성욱¹, 박병용²,
이재국², 김성일³

¹국립원예특작과학원 원예특작환경과

²국립농업과학원 작물보호과

³강원도농업기술원 인삼약초시험장

강원도 태백지역 배추에서 발생한 검역대상해충인 사탕무씨스트선충(*Heterodera schachtii*)에 대해 배추, 무 등의 배추과작물과 고랭지에서 대체작물 및 녹비작물로 이용가능한 작물에 대해 기주범위 검정을 실시하였다. 국내에서 시판되고 있는 배추품종은 모두 사탕무씨스트선충에 대해 높은 감수성을 가진 것으로 나타났으며 배추과에 속하는 무, 시금치, 케일, 브로콜리, 겨자, 청경채, 갓 등도 감수성으로 조사되었다. 국화과에 속하는 곰취, 참취, 곤드레, 수리취, 삼주, 땅파리 등은 강한 저항성 작물로 나타났다. 고추, 감자, 메밀, 옥수수 등은 강한 저항성으로 고랭지 대체작물로 이용 가능한 것으로 나타났다. 녹비작물 중에서는 크림슨클로버, 비심클로버, 서브클로버, 레드클로버는 저항성이었으나 화이트클로버는 감수성이었다. 페리니얼그라스, 네마장황, 헤어리베치, 수단그라스, 디아칸도라, 들묵새, 하우스솔고, 귀리 등은 비기주로 나타났으나 녹비작물 중 베치1호, 자운영, 세스바니아는 감수성이었다.

검색어: 사탕무씨스트선충, 기주, 저항성, 감수성

P039

Spatial Distribution of Larva and Assumption of the Oviposition site of *Ascotis selenaria* in citrus Orchards in Jeju, Korea

Kyung San Choi and Dong-Soon Kim¹

Agricultural Research Center for Climate Change, National Institute of Horticultural & herbal science, Rural Development Administration, 690-150, Korea

¹Majors in Plant Resource Sciences & Environment, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea.

Ascotis selenaria is one of most important pest of geometridae moths in citrus orchards causing citrus fruit damages in jeju, Korea.

Oviposition site had not been found on citrus tree, but was witnessed at the net adjacent of vinyl covering a green house in 2007. And then, *A. selenaria* larva highly clumped on the citrus(Shiranui : [*C. unshiu* × *C. sinensis*] × *C. reticulata*) tree near the oviposition site and the ID(Index of Dispersion) value was 6.81. However, dispersion of *A. selenaria* larva was not clearly clumped in field citrus(*C. unshiu*) during 2008 and 2010. The value of GI(Green's index) was 0.0179, 0.0208, and 0.0064, respectively. Those were so low that *A. selenaria* larva were distributed almost randomly in field citrus orchard. Consequently, it was assumed that *A. selenaria* female oviposited on a tree like *Cryptomeria japonica* surrounding a citrus orchard in field and hatched larva moved to citrus tree by drifting with winds.

Key words: *Ascotis selenaria*, Spatial distribution, Oviposition site, Citrus

P040

재배 유망 열대과수 아보카도, 구아바, 패션프룻의 주요 해충 및 피해 증상

최경산, 좌재호, 임한철, 정봉남, 김동순¹

농촌진흥청 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터

¹제주대학교 생명자원과학대학 식물자원환경전공

현재 제주도에에는 열대 과수작물 6종이 35.5 ha 면적에서 재배되고 있는 것으로 파악되고 있다. 망고(Mango, *Mangifera indica*)와 용과(Dragon fruit, *Hylocereus undatus*)를 제외하면 구아바(*Guava*, *Psidium guajava*), 용과(Dragon fruit, *Hylocereus undatus*), 아떼모야(*Atemoya*, *Annona cherimola* × *A. squamosa*), 아보카도(*Avocado*, *Persea americana*) 순으로 많이 재배되고 있다.

아보카도, 구아바, 패션프룻에 발생하는 해충 종류와 피해 증상은 재배농가와 온난화대응농업연구소 시험포장에서 2011년부터 2012년까지 2년동안 조사하였다. 아보카도 발생 해충은 총 13종이 조사되었다. 나방류 해충의 발생과 피해가 많았는데, 특히 차잎말이나방(*Homona magnanima*)과 줄고운가지나방(*Ectropis excellens*)은 잎과 과실에 큰 피해를 주었다. 구아바 발생 해충은 총 9종으로 이중 볼록충채벌레(*Scirtothrips dosalis*), 차애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes honmai*), 목화진딧물(*Aphis gossipii*), 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)이 다량발생하여 잎에 피해를 주었다. 패션프룻에는 6종의 해충이 발생하였지만, 달팽이류 해충을 제외하면 대부분 육안상 피해증상이 나타나지 않았다. 2009년에 패션프룻에 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)는 다량발생하여 큰 피해를 주었는데 조사기간 중에는 전혀 발생하지 않았다.

검색어: 아보카도, 구아바, 패션프룻, 해충, 피해

P041

사과가해 주요 노린재류의 기주선호도

최정희, 이선영, 도운수, 임병선, 이순원

국립원예특작과학원 사과시험장

다양한 작물이 혼재된 환경에서 사과를 가해하는 주요 노린재류를 조사하였다. 사과 수분수용으로 이용되고 있는 것을 비롯하여 90여 꽃사과 품종에 대한 노린재류의 품종별 선호도 및 노린재류 다발생사과원의 피해원인을 분석하였다. 사과를 가해하는 주요 노린재의 기주식물은 꽃사과를 비롯하여 유채, 강낭콩, 복숭아, 배, 옥수수, 다래 등으로 다양하였다. 특히 씩덩나무노린재와 갈색날개노린재가 알락수염노린재, 풀색노린재, 톱다리개미허리노린재에 비하여 꽃사과와 복숭아 과일을 선호하였으며, 5월부터 9월까지 가해를 하였다. 수분수용 꽃사과 90여 품종 중에서 ‘퍼플 레몬’, ‘프로페스 스프렌저’, ‘매주나무’, ‘산동빈과’, ‘호파에이’, ‘SKK14’, ‘아담스 크랩’, ‘센티넬’, ‘제주아그배나무’, ‘호북해당’ 등의 과실을 선호하였으며, 대체로 중대과종에 비하여 크기가 작은 소과종의 과실을 더 선호하였다. 노린재류에 의한 과실피해가 심한 사과원은 대체로 사과원 주변에 콩밭이 인접해 있거나, 콩이나 고추 등을 혼작한 경우 또는 수분수용 꽃사과가 재식되어 있는 경우 등 이었다. 특히 꽃사과 품종과 재식거리가 가까운 ‘후지’ 품종일수록 노린재에 의한 과실피해가 많았다. 콩밭과 사과나무의 재식거리 역시 가까울수록 피해과율이 높았다.

검색어: 사과, 노린재, 꽃사과, 씩덩나무노린재, 갈색날개노린재

P042

Rearing Honeybee(*Apis cerana*)Queens Using Wax Cups and Royal jelly

**Yong-Soo Choi, Man-Young Lee, In-Pyo Hong, Sun-ok Woo, Ha-Sik Sim,
Gyu-Ho Byuon, Ratna Thapa and Myeong-Lyeol Lee**

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, R.D.A. Suwon
441-100, Korea

We compared the grafting success in total of 107 rearing *Apis carana* queens cells, to which we grafted 540 larvae. The wax for cups we prepared from *A. mellifera* and *A. cerana* wax. The *A. cerana* wax cups were found that artificial queen cell cups with the internal diameter of 8.0 mm at the mouth and 8.0 mm depth were highly preferred by the bees for rearing of queens from the grafted larvae. From the 210 grafted larvae into *A. mellifera* wax bees accepted 30 queens cells, only (16.67 %) ; *A. cerana* wax bees accepted 59 queens cells (33 %) ; plastic cup bees accepted 18 queens cells, only (10 %). In the preference test the grafting success in the *A. cerana* wax cups were better than in the *A. mellifera* wax and plastic cup. The results show better acceptance of larvae grafted into the pure *A. cerana* wax cups for rearing *A. cerana* queen. A new method for rearing honey bees, *A. cerana*, in vivo was developed and the effects of royal jelly from *A. mellifera*. We used royal jelly diluted 50:50 with sterile water (The royal jelly is kept frozen until used). A small amount of royal jelly is placed at the center of each cell cup. Young *A. cerana* larvae were transferred into the queen cups containing $\pm 10 \mu\text{g}$ of the Royal jelly from *A. mellifera* and *A. cerana*. The average rates of acceptance were affected significantly due to the royal jelly source in the queen cell cups. It is so workable first to produce pure *A. cerana* wax for making the queen cups before a beekeeper starts with grafting.

Key words: *Apis carana*, royal jelly, Queen, Wax cup, grafting

전자빔 조사가 감자뽕나방의 발육과 생식에 미치는 영향

최광순, 이인희, 김현경, 구현나, 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물학과

감자뽕나방은 전 세계 열대와 아열대 지역에서 감자에 가장 문제시 되는 해충이다. 감자 수출입 검역 시 주로 메틸브로마이드를 사용하여 훈증하고 있으나 메틸브로마이드의 사용이 규제됨에 따라 대체요법이 시급한 실정이다. 국외에서는 방사선조사를 포함한 전자빔 조사가 의료, 반도체 산업, 식품 제조업뿐만 아니라 농산물 검역에 널리 사용되고 있다. 따라서 본 연구는 전자빔 선량(50, 100, 150, 200, 300, 400 Gy)에 따른 감자뽕나방의 발육정도와 생식활성에 미치는 영향을 조사하여 추후 전자빔사용에 대한 가이드라인을 제시하고자 본 연구를 수행하였다. 먼저 감자뽕나방 알에 조사했을 때 부화율은 조사선량이 높아질수록 억제되었으며 200 Gy 에서 100% 억제되었다. 3령 유충에 조사했을 때 100 Gy에서 우화가 완전히 억제되었고 5령 유충에 조사했을 때는 200 Gy에서 우화가 완전히 억제되었다. 번데기에 조사했을 때는 400 Gy에서조차 우화가 되었으나 300 Gy 조사에서 우화된 성충은 산란하지 못하였다. 성충에 조사했을 때 성충수명에는 영향이 없었지만 100 Gy 이상의 조사선량에서 산란수와 부화율이 감소되었다. 전자빔 조사가 DNA 손상에 미치는 영향을 알아보기 위해 comet assay를 수행한 결과 전자빔 조사선량이 높아질수록 DNA 손상이 증가했다.

검색어: 전자빔, 감자뽕나방, Comet assay, DNA 손상

몇가지 작물에 대한 담배가루이의 후각반응

황인수¹, 최용석¹, 이영혜¹, 원종희¹, 박덕기¹, 최광렬²

¹충청남도농업기술원 농업환경연구과

²충남대학교 농생물학과

토마토를 흡즙하여 피해를 주는 직접적인 피해보다 배설물에 의한 그을음 증상과, 특히 TYLCV를 매개하여 경제적으로 큰 피해를 입히는 담배가루이를 친환경적인 방제방법을 고안하고 천적의 방제효과를 극대화 할 수 있는 방법으로 담배가루이 성충을 유인할 수 있는 트랩식물을 선발코자 본 실험을 수행하였다. 담배가루이가 가장 문제시 되고 있는 가지, 피망, 오이, 국화를 1차 대상으로 담배가루이의 유인효과를 Y-tube Olfactometer를 이용하여 조사하였다.

가지와 피망에서는 가지를 선호하였고, 가지와 오이에서도 가지를 다소 선호하는 양상을 보였다. 가지와 국화에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 가지를 다소 선호하는 양상을 보였다. 오이와 국화에서는 국화를 선호하였고 국화와 피망에서는 피망을 선호하였다. 4가지 작물에 대한 4-Choice Olfatometer test에서도 가지와 피망을 선호하는 양상을 보였으며 밀폐된 실험실에서 No-choice test를 실시한 결과에서는 가지와 오이를 선호하였다. 가지와 오이를 대상으로 토마토와의 Y-tube olfacto-test에서는 가지와 오이보다 토마토를 더 선호하여 트랩식물로써의 활용가치가 없음을 확인하였다.

검색어: 담배가루이, 후각반응, Olfactometer, 토마토

P045

노지 재배 오미자(*Schisandra chinensis* Baill)에서 재배양식과 해충 방제 방법에 따른 볼록총채벌레(*Scirtothrips dorsalis* Hood)의 경시적 밀도 변동

함은혜¹, 최영철², 이준석³, 박종균¹

¹경북대학교 생태과학과

²국립농업과학원 곤충산업과

³오상킨섹트 생물자원연구소

노지 재배 오미자(*Schisandra chinensis* Baill)포장에서 재배양식(초생재배, 부직포 멀칭 재배, 혼합 재배)의 차이에 따른 친환경관리구와 관행관리구의 볼록총채벌레(*Scirtothrips dorsalis* Hood)의 계절별 발생 정도의 차이를 조사하였다. 초생재배지의 경우, 친환경 관리 구와 관행 관리 구 모두에서 6월 상순과 7월 상순에 두 번의 발생피크를 보였다. 볼록총채벌레가 월동 후 오미자나무 주위의 식물체에서 서식 하다가, 5월초부터 오미자에 발생하는 것으로 보여진다. 6월초의 경우에는 기존 관행 관리 구에 비해 친환경 관리 구에서의 볼록총채벌레 발생밀도가 50% 수준인 30마리 정도로 전체적으로 낮은 것을 확인할 수 있었다. 부직포 멀칭 재배지의 경우, 친환경 관리 구와 관행 관리 구 모두에서 5월부터 볼록총채벌레가 발생하여 증가하기 시작하여 7월 중순부터 급격히 증가하였고, 두 관리구 사이에는 뚜렷한 밀도 차이가 보이지 않았다. 혼합재배지의 경우, 친환경관리구에서의 해충발생밀도는 관행관리구의 37.5~50% 수준이었다. 이상의 결과를 조합해보면 주변 잡초에 의한 볼록총채벌레의 밀도 분산효과와 천적의 서식처 역할로 사실상 초생재배는 50% 이상의 병해충 방제효과를 갖는다고 볼 수 있다.

검색어: 오미자, 볼록총채벌레, 초생재배, 부직포 멀칭 재배, 혼합재배

P046

볼록총채벌레의 월동 가능 온도 조건 구명

황록연, 현재욱

농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장

제주도의 감귤과원에서 점차 문제가 되고 있는 볼록총채벌레의 월동 가능 온도 조건을 구명하기 위하여 비가림 시설내의 키위과원 1곳, 노지 녹차원 1곳, 노지온 주밀감 과원 1곳 총 3곳의 식물잔재물을 채취하여 일정 온도조건에 처리 후 35×45×8cm의 검은 종묘상자에 넣고 같은 크기의 밀판을 자른 종묘상자를 뒤집어 위에 덮은 후 끈끈이트랩이 부착된 미세한 크기의 구멍이 난 필름을 덮었다. 그리고 온도 25℃, 습도 60%의 생육실에 보관하면서 2~5일 간격으로 성충이 더 이상 나오지 않는 시기까지 조사하였다. 2012년 12월 26일 3개의 과원(키위, 녹차, 감귤)에서 식물잔재물을 채취 후 -4±2℃에 1, 2, 5, 24, 48, 72시간 처리하고 25℃의 생육실에서 발생량을 조사한 결과 모든 처리구의 발생량은 무처리와 비교하여 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 2013년 1월 8일 동일 과원에서 식물잔재물을 채취 후 -8±2℃에 1, 2, 5, 24, 48, 72시간 처리하고 25℃의 생육실에서 발생량 조사를 실시한 결과 72시간 처리구의 볼록총채벌레가 발생밀도가 키위과원의 식물잔재물에서 0.6마리/kg, 녹차과원에서의 식물잔재물에서는 0.6마리/kg, 감귤원에서의 발생밀도는 0마리/kg으로 매우 낮게 나타났다. 2013년 2월 21일의 경우 볼록총채벌레 발생밀도가 상대적으로 높은 키위와 녹차원의 식물잔재물만을 채취하여 -12±2℃에 24, 48, 72시간으로 처리하였다. 무처리의 경우 총 발생량이 91마리였으며, 24시간 처리구의 경우 40마리였으며, 48시간 처리의 경우 3마리로 매우 낮게 나타났고, 72시간 처리의 경우 발생하지 않았다.

검색어: 볼록총채벌레, 월동, 감귤, 온도

Fungal Transformation Conditions and Efficiency in *Beauveria bassiana* ERL1170

Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Hee Won Yang, Jong Cheol Kim and Jae Su Kim*

Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

Entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* can be used in integrated crop management and pharmaceutical applications. Recently some efforts have been given to the fungus to improve its biological performances, but low fungal transformation efficiency is one of the limitations. In this work, *B. bassiana* ERL1170 isolate was used for fungal transformation by restriction enzyme-mediated integration, where pBARKS1-Bbs-cecropinA was linearized using *Hind*III. The fungal transformation comprised two steps, preparation of competent blastospores and integration of the plasmid into the cells. To prepare competent blastospores, 2-d cultured blastospores were individually treated with 0.1, 0.2, 0.4 and 0.8 M lithium acetate (LiAc). Secondly in the integration step, concentration of LiAc and calcium chloride (CaCl₂), and time period of heat shock were investigated as follows: LiAc, 1, 2 and 4 M; CaCl₂, 50, 100 and 200 mM; and heat shock at 42°C, 20, 40 and 60 min. Consequently, combination of 0.2 M LiAc in preparing competent blastospores and 2 M LiAc and 200 mM CaCl₂ in the second step showed the highest transformation efficiency. This work would be helpful in the fungal transformation of *B. bassiana*.

Key words: *Beauveria bassiana*, fungal transformation, restriction enzyme-mediated integration, blastospores

Generation of Dysfunctional *Beauveria bassiana* ERL1170 Transformant in Conidiogenesis

**Se Jin Lee¹, Jeong Seon Yu¹, Hee Won Yang¹, Jae Young Choi²,
Yeon Ho Je² and Jae Su Kim^{1*}**

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Beauveria bassiana isolates have been used in integrated pest management, but little consideration has been given to the studies on fungal gene expressions and their functions. In this work, to determine the functions of genes, *B. bassiana* ERL1170 was transformed by restriction enzyme-mediated integration method, where pABeG with *bar* gene was used as a transformation vector. Among seven hundred of transformants, morphologically different ERL1170-pABeG-#160 transformant, particularly dysfunctional in conidiogenesis. The transformant had yellow hyphal growth on fourth strength Sabouraud dextrose agar (SDA/4) and produced very small amount of conidia ($<1.0 \times 10^5$ conidia/cm² agar) in 7 days, whereas wild type had white mycelial growth and significantly greater conidia (3.6×10^6 conidia/cm² agar). Additionally under microscopic observation, hyphae of #160 seemed like indian club, compared to the straight forms of wild type hyphae. The next work is figure out possible genes contributing the conidiogenesis of *B. bassiana*.

Key words: *Beauveria bassiana*, fungal gene expressions, restriction enzyme-mediated integration, conidia

Production of *Tenebrio molitor* as Animal Feed Additive: How to Control Possible Entomopathogenic Fungi

Jong Cheol Kim¹, Se Jin Lee¹, Seung Ho Yun¹, Sang Sick Lee¹, Chae Hoon Im¹,
Jae Young Choi², Yeon Ho Je², Nam Jung Kim³ and Jae Su Kim^{1*}

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³National Academy of Agricultural Sciences, Rural Development Administration

Mealworms, *Tenebrio molitor* (L.) is used as an important animal feed additive for growth promotion and health management, but potentially exposes to fungal infection. In this work, virulence of two species of entomopathogenic fungi against the insect, and the relationship between abiotic features and virulence were investigated. Secondly our consideration was also given to the effect of chemical fungicides on conidial germination for risk control. Between *Beauveria bassiana* (*Bb*) and *Metarhizium roberstii* (*Mr*) (previously *M. anisopliae*), *Bb* isolates had much higher virulence (~100% mortality in 3~4 days after the treatment), rather than *Mr* isolates in laboratory assays. Next, fungus-treated mealworms were kept at wheat bran at 20, 25, 30 and 35°C with 3, 6, 9 times of water spray to the feeds for set-up of different humidity conditions. Inoculation of fungi to mealworms was conducted by fungal spray and feeding methods, which resulted in higher virulence in feeding method. In the feeding method, all temperature treatments except 35°C showed high virulence against mealworms, but any significant relationship between virulence and humidity was not observed. In the chemical fungicide screening, fluazinam (CAS No. 79622-59-6) and mancozeb (8018-01-7) significantly inhibited the germination of *Bb* and *Mr* conidia. This work suggest that contamination of wheat bran with fungal pathogens, particularly *B. bassiana* may induce mycosis of mealworms, but introduction of effective fungicides possibly reduce fungal infection.

Key words: Mealworms, *Tenebrio molitor*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, fungal infection

P050

Improvement of Pear Pest Forecasting Management System to Increase Pass Ratio of Korean Exporting Pears

Jeong Sun Park¹, Ah Rha Wang¹, Sang Hyun Lee², Kwang Yeol Yang¹, Wol Soo Kim² and Iksoo Kim¹

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²Korean Pear Research Organization, Chonnam National University

We previously reported Pear Pest Forecasting Management System (PPFMS) for the Improvement of pass ratio of Korean exporting pears. It is consisted of regular field forecasting by pear farmers, meteorological data obtained by automatic weather station (AWS), an internet web page (<http://pearpest.jnu.ac.kr/>) as information collecting and providing ground, and information providing service. Currently, we are expanding this system to the area, Cheonan and Ansung, where pear orchards are organized into exportation-specific group. Further, the information obtained from field forecasting and AWS were up-loaded to under-constructing upgraded webpage (<http://www.kpear.kr>), with several pest/disease-related information. We hope this pest forecasting management system increases the pass ratio of Korean exporting pears throughout establishment of farmer-oriented forecasting, inspiring farmers' effort for the prevention and forecasting of diseases and pests occurring at pear orchards.

Key words: Korean exporting pears, pear disease and pest, pest forecasting management system, automatic weather station

P051

Molecular Characterization of Aminopeptidase N Genes from *Spodoptera exigua* with Susceptibility to a *Bacillus thuringiensis*

Na Young Jin, Mi Jin Jeon, You Kyoung Lee, San Na Oh, Mi Ja Seo, Young Nam Youn and Yong Man Yu

Department of Applied Biology, College of Agricultural Biology & Life Science, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

Bacillus thuringiensis (Bt) is a gram-positive bacterium that produces parasporal crystal proteins known as endotoxins or Cry proteins. The Cry protoxins are then cleaved by insect midgut proteinases to form active Bt toxins. The activated Cry protein then binds to specific receptors at the midgut epithelium. Cadherin-like and aminopeptidase N (APN) proteins are involved in Bt toxin binding by interacting sequentially with different toxin structures. Aminopeptidase N (APNs) from several insect species have been shown to be putative receptors for these toxins.

We have characterized four different midgut APNs (APN1, APN2, APN3, APN4) cDNAs from *S. exigua*. Forward primers and reverse primers for confirmation of four different midgut APNs were designed based on their sequences cloned from the cDNA libraries. Quantitative RT-PCR procedures includes 42°C for 20min (cDNA synthesis), 99°C for 5min, and 35 cycles (94°C for 1min, and 60°C for 50 s) for collection. Four aminopeptidase N isoforms were confirmed with qRT-PCR. Sequence analysis was performed by BlastX search the National Center for Biotechnology Information (NCBI) nucleotide.

Furthermore, double-stranded RNAs (dsRNAs) were synthesized. DsRNAs were determined for bioassay.

Key words: Aminopeptidase N, *Spodoptera exigua*, *Bacillus thuringiensis*, RNAi, Quantitative RT-PCR

고설재배 딸기에서 아큐레이퍼응애를 이용한 작은뿌리파리의 생물적 방제

김형환¹, 조명래¹, 전홍용², 강택준¹, 안승준¹, 양창열¹, 전성욱¹, 송진선¹

¹국립원예특작과학원 원예특작환경과, ²국립원예특작과학원 시설원예시험장

작은뿌리파리는 유기물이 풍부하고 응달지며 습기와 이끼가 많은 것을 선호하는데 딸기의 고설재배는 이러한 모든 것을 충족시키는 최적의 발생조건을 갖추고 있다. 작은뿌리파리는 유충이 주로 잔뿌리를 자르거나, 뿌리골무를 통하여 뿌리속으로 침입하여 지제부의 줄기에 까지 이동하여 잘록병과 유사한 형태의 피해를 주며 토양내 *Fusarium*과 *Pythium* 병원균을 먹거나, 몸체에 묻혀서 작물체내로 전반하여 피해를 가중시킨다.

본 연구는 경남 합천과 전북 남원의 고설재배 딸기농가에서 토양서식 포식성 천적인 아큐레이퍼응애를 이용하여 작은뿌리파리의 생물적 방제효과를 조사하였다. 시험은 2012년 3월 중순부터 2013년 3월 중순까지 수행되었다. 아큐레이퍼응애의 방제효과는 황색 끈끈이트랩을 5m 간격으로 10개를 설치하고 주기적으로 트랩을 교체하면서 유인된 작은뿌리파리의 성충 밀도를 조사하여 대조구와 비교하였다.

방제효과는 합천과 남원 모두 작은뿌리파리가 발생하는 초기, 즉 끈끈이트랩 당 작은뿌리파리 성충이 50마리 이하로 유인되었을 때 아큐레이퍼응애를 m² 당 30.3마리의 밀도로 7~20일 간격으로 3회 방사하여 대조구와 비교한 결과 80% 이상의 밀도 감소효과와 함께 작은뿌리파리 유충으로 인한 고사 피해도 줄일 수 있었다.

검색어: 딸기, 작은뿌리파리, 아큐레이퍼응애, 생물적 방제

P053

나방류 해충에 우수한 살충활성을 나타내는 *Bacillus thuringiensis* CAB530과 CAB564의 비교

이유경, 진나영, 오산나, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업과학대학 응용생물학과

Bacillus thuringiensis(이하 *B.t*)는 곤충병원성세균으로 친환경농업에서 주요 작물보호 농자재로 사용되는 생물농약 중 하나이다. *B.t*는 그람양성의 호기성이며, spore와 crystal를 형성하고 포자 형성기에는 균체 내에 δ -내독소라는 독소단백질을 생성한다. 딱정벌레목인 청동풍뎅이의 사체로부터 분리된 CAB530균주와 영동 토양에서 분리된 CAB564균주는 나비목 해충에 살충활성을 나타내는 것을 확인하였다. 위의 균주와 기존에 연구된 KB098, KB099, KB100을 비교하기 위해 실내에서 누대 사육한 담배거세미나방(*Spodoptera litura*), 배추좀나방(*Plutella xylostella*), 파밤나방(*Spodoptera exigua*), 파리목(*Diptera*) 해충에 대해 생물검정을 수행하였다. 단백질 패턴 분석과 담배거세미나방(*S. litura*), 파밤나방(*S. exigua*) 중장액을 처리하였을 때 분해억제정도를 보기위한 SDS-PAGE를 수행하였다. SDS-PAGE의 단백질 패턴 분석 결과로 plasmid DNA 전기영동을 하여 패턴의 차이를 분석하였다. CAB530균주와 CAB564균주의 내독소 유전자의 Cry형 유전자를 동정하기 위하여 PCR을 수행할 계획이다.

검색어: *Bacillus thuringiensis*, 담배거세미나방, 파밤나방, 배추좀나방

P054

RCP 기후변화 시나리오에 따른 먹노린재(*Scotinophara lurida* Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae) 발생 동태의 변화

이효석, 이준호

서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

IPCC에서는 2013~2014년 발간 예정인 제5차 기후변화 평가보고서에 대표농도 경로(Representative Concentration Pathway, RCP)를 표준 온실가스 시나리오로 선정하였다. 이에 따라 국립기상연구소는 RCP 시나리오와 함께 지역적인 기후특성을 반영하여 한반도 기후변화 시나리오를 생산하여 제공하고 있다. 본 연구는 한반도 기후변화 시나리오를 활용하여 기후변화에 따른 먹노린재(*Scotinophara lurida*) 발생 동태의 변화를 예측하기 위해서 수행하였다. 먹노린재는 1990년대 충청도 지방에 다량 발생하여 문제가 되기 시작했으며, 흡즙으로 인하여 반점미가 발생하는 등 심각한 피해를 유발하는 해충이다. 먹노린재의 발생 동태의 변화를 분석하기 위해서 온도 발육 실험을 통해 밝혀진 먹노린재의 개체군 동태 모델을 오픈소스 프로그램인 R을 활용하여 작성하였다. 2001~2010, 2051~2060, 2091~2100년의 각 10년 동안 전국 평균 기온으로 작성된 월동 성충의 유입 모델을 통해 분석한 결과 월동 성충의 유입시기가 각각의 기간 동안 10~15일 빨라지는 것으로 나타났다. 또한 개체군 동태 모델을 통해 약충 및 성충의 발생 동태를 분석한 결과 각 영기별 발생 최성기도 16~21일 빨라지는 것으로 나타났다.

검색어: 기후변화, RCP 시나리오, 먹노린재, *Scotinophara lurida*, 개체군 동태모델, R-project

옥수수 신품종 육성에서 조명나방 저항성 검정

정진교¹, 서보윤², 박종호², 최준열¹, 최낙중¹, 신동범¹

¹국립식량과학원, ²국립농업과학원

옥수수에 가장 큰 피해를 입히는 해충인 조명나방(*Ostrinia furnacalis*)의 대량 사육법이 정착된 이래, 약 10여 년간에 걸쳐 국내 옥수수 육종가들에 의해 육성되는 계통들에 대해 조명나방 저항성 검정이 이뤄졌다. 이에 조명나방 저항성 검정법의 표준화를 위해 그동안의 방법과 결과를 정리하였다. 조명나방은 25°C, 15:9(명:암) 시간, 60% 상대습도 환경조건에서 사육되었는데, 유충은 반합성 인공사료를 먹이로 하여 집단으로 사육되었다. 옥수수에의 접종은 유산지에 산란시킨 알에서 갓부화한 유충을 corncob(옥수수 속대) 가루에 섞어 바주카(bazooka) 방법을 이용하여 옥수수 6~8엽기에 말린 잎 중앙에 접종하였다. 포장에서는 식물체당 약 200마리, 온실에서는 약 160마리가 접종되었고, 이후 옥수수 줄기가 형성되고 잎이 전개된 후에 잎의 피해 정도가 육안으로 판정되었다. 판정기준은 잎의 피해 정도에 따라 1부터 9 사이에, 숫자가 클수록 피해가 심한 것으로 정의하여, 고도저항성, 저항성, 중간저항성, 감수성으로 최종 판단하였다. 2000년부터 2012년까지 전체 243계통이 계통에 따라 1~10년 동안 검정되었는데, 계통별로 10개 내외의 개체수가 검정되었다. 검정은 야외 포장에서 조명나방 유충을 접종한 구와 접종하지 않은 구, 온실에서 유충을 접종한 구의 3가지 종류가 수행되었다. 검정 햇수가 5년 이상이 된 대조품종들을 대상으로 검정구별로 검정값의 변이계수를 비교하였을 때 포장 미접종구, 포장 접종구, 온실 접종구의 순서로 변이계수 값이 작아져, 온실에서 접종하여 검정하는 것이 계통 내 개체 간 검정 결과 차이가 가장 적었는데, 온실에서 피해 정도가 가장 컸다. 최종 판정값은 포장과 온실에서 접종된 것의 평균값으로 하였는데, 사일리지용 옥수수 계통 중 2계통이 각각 1번씩 고도저항성으로 판정 받았다. 본 온실 검정법을 이용하여 Bt독소 유전자가 함유된 형질전환 옥수수 계통을 검정하였을 때 피해 정도 값은 약 2의 고도저항성 값으로 나타났다.

검색어: 옥수수, 해충저항성, 조명나방, 잎 피해, 검정

Report of an Exotic Aphid pest *Aphis punicae* (Hemiptera: Aphididae) Recently Introduced into Korea

Yerim Lee¹, Hyojong Kim² and Seunghwan Lee¹

¹Insect Biosystematic Laboratory, Research Institute for Agricultural and Life Sciences,
Seoul National University

²Animal Phylogeny and Systematics Lab., Department of Biology,
Kunsan National University

The exotic aphid pest, pomegranate aphid, *Aphis punicae* Parsserini, 1863 (Hemiptera: Aphididae), is newly recognized in the Korean peninsula. This species is originally distributed throughout the Mediterranean regions, the Middle East, Ethiopia, India, Pakistan, Indonesia, and Turkey. In the major producers of pomegranate such as India and the Mediterranean regions, this species is regarded as one of the most serious insect pests inflicting injury on pomegranate, *Punica granatum* Linnaeus. By sucking plant sap and excreting honeydew, aphids cause various plant diseases and virus infections which are more likely to occur as population size increases. *Aphis punicae* infests together commonly with *Aphis gossypii* Glover, and rarely with *Aphis craccivora* Koch and *Aphis spiraecola* Patch on *P. granatum* in Korea. In this study, we first compared two closely related species, *A. gossypii* and *A. punicae*, based on morphometric analysis to confirm their morphological relationships. Second molecular identification using mitochondrial COI barcode region was performed for the aphid samples collected from *P. granatum*.

Key words: Aphididae, *Aphis*, *Aphis punicae*, insect pest, *Punica granatum*, Korea

P057

New Record of Genus *Micromyzodium* (Hemiptera: Aphididae) from Korea

Yerim Lee¹, Hyojoong Kim² and Seunghwan Lee¹

¹Insect Biosystematic Laboratory, Research Institute for Agricultural and Life Sciences,
Seoul National University

²Animal Phylogeny and Systematics Lab., Department of Biology, Kunsan National University

The aphid genus *Micromyzodium* David, 1958 is newly recognized in the Korean peninsula. This genus is characterized by very long dorsal abdominal hairs, almost 3-4 times as long as basal diameter of antennal segment III. Colonies of two *Micromyzodium* species; *Micromyzodium kuwakuse* Uye 1924 and *Micromyzodium nipponicum* Moritsu 1949 were collected on *Fatoua villosa* Nakai (Urticales: Moraceae) and *Perilla frutescens* Britton (Lamiales: Lamiaceae), respectively. In this study, we redescribed, illustrated, and measured for apterous viviparous females of the two species.

Key words: Macrosiphini, *Micromyzodium*, *Fatoua villosa*, *Perilla frutescens*, Korea

P058

Seeds of Leguminous Plants, Acacia and Mung Bean as Food Sources of Bean Bug, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae)

Eunmok Kim and Un Taek Lim

Department of Bioresource Sciences, Andong National University

The bean bug, *Riptortus pedestris* (F.) (Hemiptera: Alydidae) is one of the most important polyphagous pests in soybean in Korea and Japan. With the review of previous studies on the suitability of different diets, we additionally tested two leguminous plants as food sources of *R. pedestris* by assessing development and reproduction of the bugs. The tested diets include seeds of acacia, two mung bean varieties (var. Eoul and Dahyeon), and soybean (var. Daewon). *Riptortus pedestris* fed on mung bean var. Eoul showed higher nymphal mortality than those fed on mung bean var. Dahyeon, acacia, and soybean. On acacia, development time and preoviposition period of *R. pedestris* was shortest among the tested diets. Also, five day fecundity the highest in bugs fed on acacia seeds. These results showed that acacia seed can be a good quality diet for *R. pedestris*, and both acacia and mung bean could be a suitable host resources for *R. pedestris* during the period when soybean, a major host crop, is unavailable.

Key words: diet suitability, acacia, mung bean, development, reproduction

P059

Expression of Bumblebee Serine Protease in *Beauveria bassiana* ERL1170 for Enhanced Fungal Virulence

Jae Su Kim¹, Jae Young Choi², Byung Rae Jin³, Sejin Lee¹ and Yeon Ho Je^{2, 4*}

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³Department of Applied Biology, Dong-A University

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

Insect-killing fungi have high potential for controlling agriculturally harmful pests. However, their pathogenicity is slow and this is one reason for their poor acceptance as a fungal insecticide. The expression of bumblebee, *Bombus ignitus*, venom serine protease (VSP) by *Beauveria bassiana* ERL1170 induced melanization of yellow spotted longicorn beetles, *Psacotha hilaris* as an over-reactive immune response, and caused substantially earlier mortality in beet armyworm, *Spodoptera exigua* larvae when compared to the wild type. No fungal outgrowth or sporulation was observed on the melanized insects, thus suggesting a self-restriction of the dispersal of the genetically modified fungus in the environment. The research is the first use of a multi-functional bumblebee VSP to significantly increase the speed of fungal pathogenicity, while minimizing the dispersal of the fungal transformant in the environment.

Key words: bumblebee, serine protease, *Beauveria bassiana*, *Spodoptera exigua*, fibrinolytic activity

P060

Effects of Culture Condition on Conidia Production of Sweetpotato Whitefly Pathogenic Fungus *Isaria javanica*

**Jeong Jun Kim, Yoon Jeong Nam, Gayoung Jeong, Ji Hee Han
and Sang Yeob Lee**

Dept. of Agricultural Microbiology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea

Sweetpotato whitefly (*Bemisia tabaci*), especially Q biotype, has been recognized one of the most destructive insect pests worldwide because of increased resistance to some insecticide groups requiring alternative strategies for its control. We studied the conidia production of entomopathogenic fungus *Isaria javanica* Pf04, which had been reported high virulence isolate against Q biotype of *B. tabaci*, using grain. Brown rice was most suitable for conidia mass production of the isolate of *I. javanica*. Conidia was produced high at 25 ~ 27.5°C. The isolate produced more spores when conidia suspension directly inoculated onto media than two-phase fermentation. When concentration of inoculum was high spore production was high, but increasing rate of conidia production was highest at low inoculum concentration (1×10^5 conidia/ml) as 6,700 times increase compared with 20 times increase at high inoculum concentration (1×10^8 conidia/ml). These results indicated that the isolate can produce more conidia with cheap agricultural product and can develop as a microbial pesticide to control sweetpotato whitefly.

Key words: *Bemisia tabaci*, entomopathogenic fungi, mass production, sweetpotato whitefly

P061

The Influence of Relative Humidity, Temperature, Insect Developmental Stages on the Susceptibility of Sweetpotato Whitefly to Conidia of *Isaria javanica*

Jeong Jun Kim¹, Hong Zhu^{1,2}, Ji Hee Han¹ and Sang Yeob Lee¹

¹Dept. of Agricultural Microbiology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea, ²Key Laboratory of Microbial Control, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, People's Republic of China

Bemisia tabaci, sweetpotato whitefly, has been recognized one of the most destructive insect pests worldwide because of increased resistance to some insecticide groups requiring alternative strategies for its control. We conducted a study of the influence of relative humidity, temperature and different developmental stages on the susceptibility of sweetpotato whitefly to conidia of *Isaria javanica* isolate, which had been reported high virulence against Q biotype of *B. tabaci*. The mortality of tobacco whitefly was low at low constant relative humidities, but was high when kept high humidity for first 24 hours and transferred to low humidity. The *Isaria* isolate had wide range of temperature (15°C to 35°C) to control sweetpotato whitefly. The isolate has virulence to the egg and all developmental stages of nymph of *B. tabaci*. These results indicated that the isolate had good control effects at various environmental conditions and is an excellent candidate to develop a microbial pesticide to control sweetpotato whitefly.

Key words: *Bemisia tabaci*, entomopathogenic fungi, relative humidity, sweetpotato whitefly, temperature

딸기에 등록된 살충제의 꿀벌에 대한 독성평가

안기수¹, 김기현¹, 남상영¹, 김인재¹, 오만균², 김길하²

¹충청북도농업기술원 마늘연구소, ²충북대학교

딸기에 등록된 52종 살충제의 꿀벌 성충에 대한 분무독성검정, 엽상잔류독성 평가를 수행하였다. 엽상잔류독성 검정은 국제 생물적 방제기구 (IOBC)의 기준에 따라 30% 이하의 독성을 해 없음으로 분류한 결과, 딸기에 등록된 32종(flonicamid, lufenuron, novaluron, acetamiprid 3종, thiacloprid, milbemectin, acequinocyl, beauveria bassiana TBI-1, chlorfenapyr 2종, chlorfluazuron, cyenopyrafen, cyfumetofen, etoxazole, fenpyroximate, flubendiamide, flufenoxuron, hexythiazox, metaflumizone, methoxyfenozide 2종, paecilomyces fumosoroseus DBB-2032, pyridalyl, spiromesifen, tebufenpyrad, teflubenzuron, acetamiprid+methoxyfenozide, acrinathrin+spiromesifen, bifentazate+spiromesifen, Cyenopyrafen+flufenoxuron)이 독성이 낮아 꿀벌에 안전하고, 20종이 독성이 높은 것으로 나타났다. 꿀벌 성충의 분무급성독성 검정결과, 90% 이상의 높은 독성을 보인 약제를 선발하여 꿀벌에 대한 잔류독성을 검정한 결과, 약제처리 1일후에 emamectin benzoate EC, indoxacarb SC를 제외한 모든 약제에서 100%의 사충율을 보였다. Emamectin benzoate는 약제처리 3일, idoxacarb SC는 약제처리 7일, abamectin는 약제처리 14일에 독성을 보이지 않았다. Indoxacarb WP, thiamethoxam WG, abamectin+chlorantraniliprole SC, acetamiprid+etofenprox WP, acetamiprid+indoxacarb WP, bifenthrin+clothianidin SC, bifenthrin+imidacloprid WP, bifentazate+pyridaben SC, chlorfenapyr+clothianidin SC는 31일까지 90%이상의 높은 독성을 보여 잔류독성이 매우 긴 것으로 나타났다.

검색어: 딸기, 꿀벌, 살충제, 독성평가

P063

외래해충 미국선녀벌레[*Metcalfa pruinosa* (Say)] (노린재목: 선녀벌레과)의 분포확산

이관석, 이설매, 이원훈

국립농업과학원 작물보호과

미국선녀벌레[*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830)]는 2009년 서울, 경기(수원), 경남(김해)에서 처음으로 발견된 선녀벌레과(Flatidae) 외래해충이다. 이 해충은 원산지인 북미지역에서는 피해가 미미하였으나 1979년 이탈리아를 시작으로 2000년대 중반까지 유럽지역에서 꾸준히 분포가 확대되면서 농작물 및 산림해충으로서 널리 알려지게 되었다. 과수, 채소 등 농작물 피해는 약충과 성충의 흡즙과 분비물(밀납)에 의한 직접적인 피해 이외에도 잎, 줄기에 서식하는 약충 집단의 감로 분비에 따른 그을음에 의한 피해가 매우 위협적이다. 우리나라에서 미국선녀벌레에 의한 농작물 피해는 아직 초기단계로서 이 해충의 주요한 증식처인 산림 인근에 위치하는 사과, 배, 감 등 과수원에서 부분적으로 관찰되고 있다. 이 해충의 분포확산은 알이나 약, 성충이 부착된 식물의 인위적인 이동, 약충의 도약 또는 성충의 비행을 통한 자연확산, 그리고 성충이 차량에 부착하여 원거리 이동에 의한 것으로 추정되고 있다. 지난 2년간(2010-2012) 중부지역을 중심으로 미국선녀벌레의 분포확산을 추적한 결과, 2010년도에는 인천(남구), 경기(과천, 안성, 용인, 이천, 파주), 충북(단양, 음성, 진천, 청원, 충주), 충남(공주, 태안)에서, 2011년도에는 인천(중구), 충북(괴산), 충남(금산, 예산), 전북(익산)에서, 그리고 2012년도에는 경기(여주), 강원(원주), 충남(천안), 부산(해운대)에서 추가 발생하여 누적 분포지역은 2012년 현재 6개도 31개시군이었다. 주요한 확산경로로 추정되는 고속도로 휴게소 및 진출로의 발생지점과 주요한 기주식물을 제시하고자 한다.

검색어: 미국선녀벌레, 분포, 확산, 기주

P064

월동시기 화성지역 시설포도원에서의 포도녹응애 (*Calepitrimerus vitis*) (Acari: Eriophyidae) 발생 소장

이선경, 정종국, 남화연, 손병인, 이효석, 이준호

서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

포도녹응애는(*Calepitrimerus vitis* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae)) 포도를 재배하는 미국의 북서부, 유럽, 남아프리카 등에서 잎 말림 현상 및 잎과 가지의 생육지연을 유발하여 문제시되는 해충으로 알려져 있다. 국내에서는 2011년 경기도 화성시에서 처음으로 발생이 보고되었으나, 발생 소장 및 분포에 대한 정밀한 조사는 이루어진 바 없다. 따라서 본 연구에서는 경기도 화성시 서신면 2지역(Site1, Site2)과 송산면 1지역(Site3)에 위치한 시설 포도원에서 포도녹응애의 월동 여부 및 분포 조사를 실시하였다. 농가의 면적을 5구획으로 나누고, 각 구획에서 6개의 가지를 무작위로 채집하였다. 가지에서 겨울눈을 절단한 후 실체현미경을 통해 월동 여부를 확인하였으며, 개체수 계수를 위해 ‘washing and sieving’ 방법을 이용하였다. 그 결과 Site1, Site2 두 농가에서 포도녹응애가 발견되었으며, 겨울눈의 껍질 밑에 무리 지어 있는 것을 관찰하였다. ‘washing and sieving’ 분석 결과 Site1 포도원에서 평균 7871 ± 635 (No. of individuals/6 winter buds) 개체로 다른 발생 농가에 비해 상대적으로 높은 밀도를 나타내었다. 또한 주지로부터 눈의 거리와 포도녹응애의 밀도는 비례하는 경향성을 보였다($y=1311.3x + 3659.3$, $R^2=0.6931$). 이 해충은 이른 봄에 활동을 시작하여 생육 초기에 피해를 입히는 것으로 알려져 있으므로, 월동시기 발생소장 조사를 통해 포도녹응애의 봄철 초기 발생을 예측하고 피해를 방제하는데 있어 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

검색어: 포도녹응애, 시설포도원, 월동, 발생소장

P065

아메리카잎굴파리의 구애노래 분석 및 주파수에 따른 행동 조사

이상계*, 지창우, 박홍현, 박창규, 김광호, 고현관

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. 본 연구에서는 아메리카잎굴파리의 날개소리와 구애노래를 분석하고 이를 방제에 활용하기 위해 주요 주파수에 대한 반응 행동을 조사하였다. 녹음된 아메리카잎굴파리의 군집 및 구애노래 소리의 주요 주파수는 400 Hz 대역으로 조사되었다. 이에 따라 400 Hz를 포함한 20 ~ 1,000 Hz 대역의 순음에 대한 아메리카잎굴파리의 행동을 조사하였다. 반응 행동을 관찰하기 위해 수컷 아메리카잎굴파리 4마리의 2차원 궤적 추적을 실행하였다. 기록된 궤적은 x 축 궤적의 평균값을 비교하여 소리에 대한 유인효과를 조사하였고, 궤적의 정보 엔트로피를 이용하여 활동성 차이를 분석하였다. x 축 평균값은 소리에 대한 차이가 없어, 소리에 대한 아메리카잎굴파리의 유인효과는 관찰하지 못 하였다. 하지만 활동성을 비교 조사한 결과, 20 Hz의 저주파 음에 대해서는 활동성이 감소한 결과를 관찰하였다.

검색어: 아메리카잎굴파리, 구애노래, 행동 반응, 음파

P066

마(*Dioscorea* spp.) 재배지 뿌리혹선충 피해 및 선충감염 씨마의 온탕침지 효과

이재국, 박병용

국립농업과학원 작물보호과,

마(Yams, *Dioscorea* spp.) 주산단지인 안동, 진주에서 식물기생선충을 조사한 결과 고구마뿌리혹선충이 우점종이었으며 마연작 및 마와 우영 윤작재배지에서 뿌리혹선충이 90%이상 포장에서 검출되었으며 발생 밀도도 높아 피해가 심하였다(61 ~ 1,532마리/토양 100g). 토양내 뿌리혹선충은 토양깊이 10-40cm내에 87% 분포하였고 정식 5개월후인 9월에 최고 밀도를 보였으며 선충밀도와 마의 수량과 품질은 상관관계를 보였다.

뿌리혹선충이 감염되어 있는 씨마 (영여자씨마, 절편씨마)를 소독하지 않고 사용하면 토양에서 선충 전염원으로 전파되고 재증식되어 피해를 주어 마의 수량과 품질에 영향을 주었다. 뿌리혹선충 감염된 씨마를 온탕침지(50℃, 30분)법으로 소독한 결과 방제 효과가 가장 양호하였다.

마재배지의 뿌리혹선충 피해 경감을 위해 뿌리혹선충이 감염된 포장에서 영여자 씨마 재배 금지 및 훈증제로 방제후 영여자 씨마를 재배하며, 선충이 감염된 씨마는 온탕침지(50℃, 30분)로 소독한후 재배하여야 피해를 줄일 것이다.

검색어: 마(Yams, *Dioscorea* spp.), 뿌리혹선충, 온탕침지

P067

Arthropod Community Structure in Apple Orchard under Different Farming Practices

**Jae Seong Im¹, Seung Tae Kim², Sue Yeon Lee², Jong Kook Jung¹
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

In apple orchards under different farming practices (organic and conventional), arthropod community structure was investigated. Arthropods were collected with pitfall traps, band traps, yellow sticky traps and pheromone traps from May to December, 2012 in Danyang-gun, Chungcheongbuk-do, Korea. Biodiversity was analyzed with species richness and Shannon diversity index (H'). Sampled arthropods were identified 37 families in 14 orders from 21,618 individuals in organic orchard-1 and 33 families in 10 orders from 11,318 individuals in organic orchard-2 and 35 families in 13 orders from 27,711 individuals in conventional orchard. Species richness was relatively highest in organic orchard-1, intermediate in conventional orchard and lowest in organic orchard-2.

In ecologically functional group, abundance of pests was higher in conventional orchard than in organic orchards due to the high occurrence of *Phyllonorycte ringoniella* (Gracillariidae) and *Lyonetia prunifoliella* (Lyonetiidae). Organic orchards showed higher abundance, species richness and species diversity of epigeic predators and those of parasitoids above ground than conventional orchard. Abundance of detritivores, mainly collembola, were higher in organic orchard than in conventional orchard.

Key words: Arthropod, community, biodiversity, farming practices, apple orchard

화랑곡나방 성페로몬트랩의 개선

조봉균, 박재범, 유연수

(주)캐치스 기업부설연구소

화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)은 세계적으로 분포하며, 각종 곡류를 비롯하여 2차 가공식품에 이르기까지 많은 종류에서 발생한다. 또한 식품의 유통과정 중 유충이 포장재를 먹어 파괴하고 침입하여 소비자가 개봉시 발견되어 문제가 발생되기도 한다. 또한 가정과 식품공장에서의 발생빈도는 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)와 함께 가장 높으며, 화랑곡나방의 방제를 위한 발생의 예찰에는 이미 규명된 성페로몬인 (9Z,12E)-9,12-tetra decadien-1-yl acetate 을 이용한 다양한 모니터링용 트랩이 사용되고 있다.

본 연구소는 지난 2010년부터 국내외 여러 업체의 화랑곡나방 성페로몬트랩을 비교, 분석하는 등 성능 개선시험을 수행하였다. 화랑곡나방을 유인하는 기능을 가진 LURE(성페로몬 방출기)의 소재로 고분자수지 4종(ACRYFT, HDEVA, polyurethane foam, LDPE)과 타사제품 2종에 대한 성페로몬의 잔류량(설치 40일 경과 후)을 조사한 결과, 영국 A제품이 14.3%, 일본 F제품이 4.4%, LDPE(Low Density Polyethylene)는 21.3%로 영국, 일본 그리고 고분자수지 4종 중 LDPE가 가장 느린 성페로몬 방출속도를 보였다. 또한 원거리 포획력 실험결과(설치 40일 경과 후 포획량), 영국 A제품이 6.1개체, 일본 F제품이 3.4개체, LDPE는 8.3개체로 나타나 원거리 포획력에서 LDPE가 우수한 것으로 확인되었다.

또한 화랑곡나방의 포획 역할을 하는 끈끈이 트랩의 점착지속력을 개선하기 위해 주원료인 Rubber, Poly butene, Resin(C-5), Wax를 각각 다른 5가지의 혼합 비율로 제조하고 그에 대한 점착지속력을 KS T 1028:2009(점착테이프 및 점착시트의 시험방법: 구슬이동측정법, 당겨벗김법)에 의해 비교 실험한 결과, 평균구슬이동시간(설치 40일 경과 후)은 영국 A제품이 26.50sec, 일본 F제품이 18.82sec, 조성물 3이 37.83sec으로 나타났다. 또한 당겨벗김법 실험결과(40일 경과 후), 영국 A제품이 7.11N, 일본 F제품이 4.11N, 조성물 3이 8.96N으로 나타나 영국 A, 일본 F제품과 직접 제조된 5가지 조성물 중 조성물 3이 점착지속력이 가장 우수하였다.

본 연구는 중소기업청의 지원(과제번호: S2069116)에 의하여 수행되었다.

검색어: 화랑곡나방, 성페로몬, 방출기, 끈끈이트랩

P069

Screening of High Virulence Isolates of Entomopathogenic Fungi for the Microbial Control of *Spodoptera exigua*

Ji Hee Han, Jeong Jun Kim, Sang Yeob Lee and Hyeong Gyeong Kim

Agricultural Microbiology Division, National Academy of Agricultural Science(NAAS), RDA,
Suwon 441-707, Korea

Beet armyworm, *Spodoptera exigua* are difficult to control using chemical insecticides because of the development of insecticide resistance. For eco-friendly beetle armyworm managements, various control agents are required. Entomopathogenic fungus is one of promise control agents as an alternative to chemical control agent. We conducted bioassays with entomopathogenic fungi to select high virulence isolate to larva of beetle armyworm. The bioassay was used 150 entomopathogenic fungal isolates which were isolated from soil samples of nine provinces by insect-bait method using *Galleria mellonella* and *Tenebrio molitor*. . Three isolates, *Metarhizium* spp. FT83, FT89 and FT90 had high virulence as 84.6%, 100% and 100%, respectively, against *S. exigua*. The medial lethal time(LT₅₀) of conidia of three isolates was 5.01, 2.99 and 2.92days respectively.

검색어: entomopathogenic fungi, *Metarhizium* spp.

프루텔고치벌 유래 폴리드나바이러스 cystatin 유전자의 발현과 기주 곤충 생리교란 기능

김영태, 김용균

안동대학교 생명자원과학과

프루텔고치벌(*Cotesia plutellae*)은 내부기생충으로 배추좀나방(*Plutella xylostella*)의 어린 유충을 기생시켜 치사에 이르게 한다. 이 고치벌에 공생하는 폴리드나바이러스인 *C. plutellae* bracovirus (CpBV)는 156개의 유전자를 갖고 피기생 기주의 생리를 교란하게 된다. 본 연구는 이 바이러스가 갖는 유전자들 가운데 cystatin에 대해서 유전자 염기서열 분석 및 발현 패턴과 생리적 기능을 탐구했다. CpBV는 3개의 cystatin을 갖고, 이를 각각 CpBV-CST1, CpBV-CST2, CpBV-CST3로 명명하였다. 이들 ORF의 염기서열을 바탕으로 추정된 아미노산 서열은 다른 폴리드나바이러스 cystatin과 높은 상동성을 보였다. 이들 유전자들의 발현을 분석한 결과 CpBV-CST1과 CpBV-CST3는 기생된 기주에서 발현되나, CpBV-CST2는 발현되지 않아 pseudogene으로 판명되었다. CpBV-CST3는 피기생체에 특이적인 반면, CpBV-CST1은 비기생 기주에서도 발현되었으며, 이 배추좀나방 유래 cystatin PCR 결과물(Px-CST1)을 염기서열 분석한 결과 CpBV-CST1의 ORF 서열과 100% 일치하였다. Px-CST1은 배추좀나방 전체 발육 기간 중에 발현되나, 조직적으로 보면, 중장과 표피에서 주로 발현하였다. 반면에 피기생 기주에서 이 유전자가 혈구 조직에서도 추가로 발현되는 현상을 나타냈다. 이는 CpBV-CST1이 혈구에 특이적으로 발현을 보이는 것으로 해석되었다. CpBV-CST3는 기생 전체 기간 발현되었고, 지방체, 혈구, 소화관 및 표피에서 발현되었다. CpBV-CST1을 진핵생명체 발현벡터에 클로닝하여 transient expression을 유도한 결과 처리된 유충의 면역이 크게 둔화되고, 발육이 지연되는 생리적 교란을 유발하였다. 본 연구 결과는 바이러스 유래 cystatin 유전자가 배추좀나방의 곤충생리인자로 작용한다는 것을 제시하고 있다.

P071

Developmental Rate of *Halymorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) fed on Different Food Sources

**Bishwo P Mainali, Soon-Do Bae, Hyun-Ju Kim, Yoon-Young Nam
and In-Seok Oh**

Department of Functional Crop, NICS, RDA, Miryang

The brown marmorated stink bug *Halymorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae), is native to Korea, Japan, and China. *H. halys* is one of the major polyphagous pentatomids with a wide host range encompassing ornamental shrubs, trees, and cultivated crops such as millet, sesame, soybean, apple, yuzu, pear, cherry, and peach and inflicting losses of several crops in Korea. However, study on dietary importance of these hosts on the development rate of *H. halys* is sparse. We evaluated fruits of apple and orange with or without soybean plus peanuts as food sources to investigate development rate, mortality and fecundity of the stink bug. Not apple but orange only diet could support development up to adult stage but with higher mortality. First instars were found to molt into second instars without feeding. The longest time *H. halys* took to develop was in its fifth instar. Overall shortest developmental period (39.82) days was recorded on those fed on orange+soybean and peanut whereas those fed on orange only diet had longest development period (78.92 days). Generational mortality of those fed on diets consisting of soybean and peanuts ranged from 43 to 53%. Those only fed on water could not develop into third instars. *H. halys* could not develop into fourth instar in apple only diet. However, on orange only diet 20% *H. halys* could emerge as adults. Fecundity was measured for the first day of oviposition per female. Fecundity was recorded highest (28 eggs) on orange+soybean and peanut diets. The results suggest that *H. halys* require leguminous seeds in order to develop fully and lay fertile eggs.

Key words: Diet, mortality, fecundity, stink bug, host range, nutrition

Development of Fumigation Treatment to Vegetables (Welsh onion, Carrot, and Lettuce) as an Alternative to Methyl bromide

Jung-hoon Park¹, Young-mi Moon¹, Myeongseop Kim¹ and Byung-Ho Lee²

¹Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency (QIA)

²Dongbu ARI, Dongbu Farm Hannong Co. Ltd.

Methyl bromide (MB) has been banned by Montreal Protocol due to ozone depletion in developed countries since 2005 but uses for quarantine & pre-shipment (QPS) remains exemption. Current MB alternatives such as phosphine gas, ethyl formate has been showing their potential in terms of their no phytotoxic damages to target perishable commodities post fumigation as well as their efficacy at low temperature.

We evaluated phosphine (PH₃) gas as MB alternatives welsh onion, carrot, and lettuce fumigation. on sensitivity test, larvae of *Aphis gossypii* were most tolerant to PH₃ among the all stage of *A. gossypii*, *Tetranychus urticae* and *Plutella xylostella*. The LC₉₉ and LCT₉₉ value of mixture gas for adult of *A. gossypii* was 1.79 mg/L (24hr, 5°C) and 33.56 mg h/L(5°C), respectively.

On confirmation trials scheduled in 28m³ container for 24hr at 5°C, all stages of *T. urticae* was completely controlled in 2g/m³ of phosphine gas, but *A. gossypii* and *M. persicae* were not completely controled. No phytotoxic damage was observed in vegetables.

Key words: Phosphine(PH₃) gas, Quarantine, Welsh onion, Carrot, Lettuce, *Aphis gossypii*, *Tetranychus urticae*, *Myzus persicae*, *Liriomyza huidobrensis*

P073

벼 줄기속 가해 벼밤나방 유사 유충과 벼밤나방 성페로몬 트랩 포획 성충의 mtCOI 부분영역과 ITS2 영역 비교

서보윤¹, 정진교², 최준열², 백채훈², 배순도², 김도익³, 이관석¹, 박영미⁴,
최낙중², 조점래¹, 김주⁵, 박창규¹

¹국립농업과학원, ²국립식량과학원, ³전라남도 농업기술원

⁴농립축산검역본부, ⁵전라북도 농업기술원

서해안 지역 논에서 벼 줄기속을 가해하고 있는 벼밤나방 유사 유충과 논 주변에 설치한 벼밤나방 성페로몬 트랩에 포획된 벼밤나방 유사 성충으로부터 게놈 DNA를 추출하고 미토콘드리아 시토크롬옥시다제I(mtCOI) 부분영역을 비교하였다. mtCOI 염기서열로부터 추론된 아미노산 서열의 경우 한 위치에서 국내 채집 나방 모두가 GenBank 데이터베이스에 등록되어 있는 중국산 벼밤나방 일부와 다른 아미노산(Gly vs. Ser) 변이가 관찰되었다. 그리고 동일 지역 채집 나방에서도 일부 추론된 아미노산에서 변이가 있었다. 이러한 결과가 벼밤나방 종내변이 때문인지 다른 종이 섞여서 나타난 종간변이 때문인지는 앞으로 명확한 규명이 필요할 것으로 보인다. 한편 종동정을 위한 참고자료로서 핵내 리보솜 RNA 유전자의 ITS2(rRNA internal transcribed spacer 2) 전체영역을 해독하고 비교하였다. 최근 우리나라에 발생하여 피해를 주고 있는 벼 줄기속 가해 나방의 종류를 밝히고 분포 지역과 생리·생태, 약제저항성 등에 관한 연구가 필요할 것으로 보인다.

검색어: 벼밤나방, mtCOI, ITS2, 염기서열 변이, 아미노산 변이

P074

주사전자현미경을 이용한 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa* Say) 구기와 더듬이의 미세구조

서보윤, 박창규, 이상계, 이관석, 이준성, 김광호, 박홍현

국립농업과학원 작물보호과

미국선녀벌레는 노린재목 선녀벌레과(Flatidae)의 외래유입 흡즙성 해충으로 2012년 31개 시군구로 분포가 도로변을 중심으로 확산 추세에 있다. 미국선녀벌레는 아카시나무 등에서 알로 월동을 하고 년 1회 발생을 하는데 5-6월에 부화된 약충이 10월까지 기주식물을 흡즙하여 직접 피해를 주며 왁스물질과 감로를 분비하기 때문에 외관상 혐오감과 잎과 과일에 그을음병을 유발하여 상품가치를 저하시켜 농가에 피해를 준다. 우리나라에서는 단감, 포도, 배, 사과 등 과수작물과 콩, 옥수수 등 식량작물에 피해가 우려되고 있다. 따라서 국립농업과학원에서는 외래 돌발해충인 미국선녀벌레에 대한 피해를 최소화하기 위해 기초적 생리·생태적 정보를 바탕으로 한 친환경해충관리기술을 개발하고 있다. 본 연구에서는 해부현미경과 주사전자현미경을 이용하여 미국선녀벌레 약충과 성충의 구기와 구침, 더듬이의 감각기 분포와 형태를 관찰하고 다른 흡즙성 해충과 비교하였다. 구기의 미세구조 정보를 바탕으로 미국선녀벌레의 섭식행동에 대한 연구가 앞으로 진행될 예정이다.

검색어: 미국선녀벌레, 주사전자현미경, 구기, 구침, 감각기

기주를 달리한 애멸구 약충의 생존율 비교

김광호*, 이상계, 박창규, 이관석, 서보윤, 박흥현

*국립농업과학원 작물보호과

최근 지구온난화의 영향으로 수도포장에서는 줄무늬잎마름병(RSV)를 매개하는 애멸구가 가장 중요한 해충으로 등장하고 있다. 매년 국내에서 월동한 애멸구와 본답초기 중국에서 비래해온 애멸구의 개체군들이 서로 섞여 2001(김포), 2004(부산), 2008(서천, 당진, 홍성, 해남)년의 경우 대규모 포장에서 줄무늬잎마름병이 대발생하여 벼 재배 농가에 큰 피해를 야기하고 있는 실정이다.

애멸구에 대한 정확한 월동처 파악과 비래원산지 추정에는 이들을 보다 효과적으로 방제하는 데 큰 단서가 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 보리(서둔찰보리)와 밀(금강밀)을 사용하여 알에서 갓 부화한 애멸구를 실내에서 개체 사육하였다. 17.5℃, 20℃, ..., 32.5℃ 7개 온도에서 약충의 발육단계별 생존율을 조사한 결과, 금강밀의 경우 대부분의 온도에서 애멸구 약충은 성충으로 우화하지 못하고 전멸하였으며, 보리의 경우에도 생존율이 35%이하로 극히 낮아, 현재 애멸구를 실내사육하기 위해 사용하는 추청벼(생존율 97%, 25℃)에 비하여 큰 차이를 보였으며, 이는 과거 보리밭이나 밀밭이 월동 애멸구의 주요 증식처라는 보고와는 다른 결과임을 시사하였다.

검색어: 애멸구, 줄무늬잎마름병, 서둔찰보리, 금강밀, 개체사육

Direct PCR을 통한 멸구류 동정 종 특이 프라이머 선발

민수정, 박창규, 김광호, 박홍현, 서보윤, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

벼멸구(*Nilaparvata lugens*), 흰등멸구(*Sogatella furcifera*), 애멸구(*Laodelphax striatellus*)는 우리나라 벼 재배에서 가장 중요한 멸구류 해충이다. 야외 포장에서 3종 멸구의 어린 약충은 전문가들도 육안으로 구분이 어려운 실정이며, 매년 비래량을 조사하기 위해 유아등을 통해 채집되는 벼멸구 성충의 경우 기타멸구들과 상당히 유사한 형태를 가지고 있기 때문에 육안으로 구분하기가 쉽지 않다. 따라서 벼멸구 비래량에 대한 정확한 자료 수집과 효율적인 방제 전략 수립을 위해서는 육안 이외의 보조적인 방법으로 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구와 기타멸구류를 정확하게 동정해 내는 과정이 필요하다. 본 연구는 3대 멸구류의 종 특이적 프라이머 선발을 위해 수행되었고 동정 시간 및 비용 절감을 위해 Direct PCR 방법을 선택하였다. 예상 종 특이 프라이머들은 COI, COII, microsatellite 유전자에 기반하여 총 23개를 제작 검토하였다. 실험 결과, 벼멸구는 BPH_5를 사용하여 340bp 근처에서, 흰등멸구는 WBPH_03와 WBPH_04를 사용하여 각각 160bp와 170bp 근처에서, 애멸구는 WBPH_656을 사용하여 510bp 근처에서 band 형성을 확인하였다. 첫 번째 혼합 프라이머 세트(BPH_5+WBPH_03+WBPH_656)와 두 번째 혼합 프라이머 세트(BPH_5+WBPH_04+WBPH_656) 모두 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구 DNA에 대해 band 형성 및 구분이 가능하였고, 기타멸구(북방멸구, 일본멸구, 들판멸구, 벼멸구 불이, 겨풀멸구)에서는 어떠한 band 형성도 발견할 수 없었다. 다만 첫 번째 프라이머 세트와는 달리 두 번째 혼합 프라이머 세트는 3종 모두 200bp에서 공통적인 band를 나타내었고, 이는 PCR시 정상적인 증폭 유무를 확인하는 척도가 될수 있을 것으로 판단되어 두 번째 혼합 프라이머 세트가 멸구류 3종 동정에 보다 유용하리라 생각된다.

검색어: 벼멸구, 흰등멸구, 애멸구, Direct PCR

P077

갈고리뱀잠자리붙이의 생물학적 특성에 미치는 온도의 영향

김정환¹, 조점래¹, 이미숙¹, 강은진¹, 변영웅², 김황용¹, 최만영³

¹농촌진흥청 국립농업과학원, ²농촌진흥청 기획조정관실,

³농촌진흥청 국립식량과학원

갈고리뱀잠자리붙이(*Micromus angulatus* (Stephens))의 생물학적 특성을 조사하기 위하여, 온도 15, 20, 25 및 30℃, 습도 70%±10%, 광주기 16:8(L:D)에서 수행된 결과는 다음과 같다. 알부터 번데기까지의 발육영점온도는 9.6℃, 유효적산온도는 275.8일도였다. 처리온도 4조건에서 알 기간은 각각 15.0, 7.3, 4.4, 3.3일, 부화율은 각각 73.7, 82.1, 83.0, 79.3%, 유충 기간은 각각 15.4, 8.8, 5.5, 4.2일, 번데기 기간은 각각 22.7, 11.0, 6.9, 6.0일이었고, 우화율은 각각 72.0, 77.2, 89.8, 78.6%였다. 암컷 성충의 수명은 각각 140.7, 62.4, 34.9, 26.6일, 산란 기간은 각각 106.0, 52.9, 28.7, 18.3일이었고, 총 산란수는 각각 434.0, 666.0, 515.2, 194.5개이며, 하루 최대 산란수는 각각 16.1, 30.2, 54.8, 31.0개였다. 갈고리뱀잠자리붙이 1령, 2령, 3령 유충과 성충의 싸리수염진딧물 하루 포식량은 25℃에서 각각 18.9, 47.2, 57.7, 91.0마리였다. 갈고리뱀잠자리붙이는 발육영점온도가 낮고 진딧물 포식량이 많아 저온시기에 진딧물 포식성 천적으로 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

검색어: 천적, 갈고리뱀잠자리붙이, 발육, 산란, 포식

P078

Recent Planthoppers Scouting Information in Asian countries through the AMIVS System

**Hong-Hyun Park¹, Gwon-Seok Lee¹, Hong-Soo Choi¹, Young-Woong Byeon²
and Hyun-Gwan Goh¹**

¹National Academy of Agricultural Science, RDA, Korea

²Knowledge & Information Officer, RDA, Korea

Rice planthoppers (RPH) such as brown planthoppers (BPH), small brown planthoppers (SBPH), and white-backed planthoppers (WBPH) have been serious constraints to the rice production in Asian countries. It is important to manage their outbreak through the international cooperative network between concerned countries. RDA initiated a regional AFACI (Asian Food and Agriculture Cooperation Initiative) project for this purpose. And to facilitate information exchange of planthopper scouting data and technical knowledge between AFACI member countries, the internet-based AMIVS (www.amivs.org) Platform was being operated since 2011. In this system, scouting data includes daily light trap, aerial net data and weekly field collection data on BPH, WBPH, and SBPH and virus occurrence in scouting fields. Analysis results of the 2012 light trap and field collection data showed that each country or region has unique seasonal dynamics and dominance pattern of planthoppers according to the cropping pattern and environment. The high BPH density was mainly observed in Thailand and Vietnam. In other countries, BPH density was rather low. Now, more and more scouting sites and data from member countries are entered in this system regularly, and we could expect that more substantial scouting information could be produced and shared in near future.

Key words: AMIVS system, Planthoppers, Scouting Information

Degree-day Model and Phenology of *Grapholita molesta* (Tortricidae: Lepidoptera) in Pear Orchards

JeongJoon Ahn¹, Lalit Prasad Sah,² Hyangmi Kim,³ Soonwon Lee³
and Chuleui Jung²

¹Crop Protection Division National Academy of Agricultural Science Rural Development Administration

²Plant medicine major, School of bioresource sciences, Andong National University

³Korea Fruit pest forecasting research center

Grapholita molesta is one of economically important pests in pear orchards and has four to five generations per year depending on food resources, geographic location, and temperature. The overwintering larvae of *G. molesta* pupate early in the spring and new adults start to flight for several reasons such as mating, seeking resources and oviposition. The study was conducted to develop the full seasonal phenology model of *G. molesta* and to investigate the phenology of *G. molesta* adult in pear orchards. Data collection was carried out in five pear-growing location (Anseong, Icheon, Sangju, Ulju and Naju). Three commercial orchards of each location was selected for collecting data in 2011 and 2012. The flight phenology of *G. molesta* was investigated by the commercial pheromone monitoring trap (GreenAgroTech) once per week. The phenology of *G. molesta* per generation was predicted by the relationships between degree-day accumulation above the low temperature threshold and cumulative proportion of accumulated moth caught per generation. The phenology of *G. molesta* per generation was calculated by Weibull 2-parameter function. Although the latitude of Sangju was higher than that of Naju, the first flight of *G. molesta* adult from two orchards was similar. The average number of *G. molesta* adult caught in every pear orchards was increased from 2011 to 2012. The occurrence of *G. molesta* adult was explained well by degree-day model using Weibull 2-parameter function.

Key words: *Grapholita molesta*, degree-day model, pear orchard, phenology, pheromone trap

The Phenology and degree-day Model of *Grapholita molesta* (Tortricidae: Lepidoptera) in Apple Orchards

**JeongJoon Ahn¹, Lalit Prasad Sah,² Hyangmi Kim,³ Soonwon Lee³
and Chuleui Jung²**

¹Crop Protection Division National Academy of Agricultural Science Rural Development Administration

²Plant medicine major, School of bioresource sciences, Andong National University

³Korea Fruit pest forecasting research center

The study was conducted to investigate the phenology of *G. molesta* adult, and to develop and validate the degree-day model of *G. molesta* in apple orchards. It was known that *G. molesta* is a multi-voltine insect depending on temperature and geographic location. *G. molesta* damage to many economically important fruit trees such as apple and pear. Data collection was carried out in five apple-growing location (Chungju, Bonghwa, Andong, Uiseong, and Geochang) and at least three commercial orchards of each location was selected for collecting data in 2011 and 2012. The commercial pheromone monitoring trap (GreenAgroTech) was used to investigate the flight phenology of *G. molesta*. The relationships between degree-day accumulated above the low temperature threshold and cumulative proportion of accumulated *G. molesta* caught per generation were used to predict the phenology of *G. molesta*. The phenology of *G. molesta* per generation was analyzed by Weibull 2-parameter function. The generation of *G. molesta* was depending on local environmental conditions, specially temperature. The first flight of *G. molesta* adult in Chungju was later than other places. The average number of *G. molesta* caught in Uiseong was significantly decreased from 2011 to 2012. The occurrence of *G. molesta* adult was explained well by degree-day model using Weibull 2 parameter function. The developed model system could be applied to manage *G. molesta* population in apple orchards.

Key words: *Grapholita molesta*, apple orchard, degree-day model, phenology, pheromone trap

P081

갈색거저리 유충 동시 수확을 위한 산란격리틀 이동시기 및 성충의 온도별 특성

김선곤, 구희연, 오형근, 김정은, 김도익, 김종선

전남농업기술원 연구개발국

갈색거저리(*Tenebrio molitor* L.)는 저장곡물을 가해하는 해충으로 알려져 있으나 최근에는 가축, 애완동물, 파충류 등의 먹이로 사용되고 있다. 대부분의 딱정벌레목 유충은 3~5령을 경과하지만 갈색거저리 유충은 10령 이상을 경과하며, 성충은 우화 5일 후부터 산란을 시작하여 30일 이상 지속하여 낳기 때문에 동일 영기의 유충을 수확하기 어렵다. 산업화를 위한 균일한 유충 수확과 노동력 절감을 위하여 산란성충의 이동시기를 1, 3, 5, 7, 10일 간격으로 산란격리틀을 이동하여 영기비율 및 총 생체중량을 조사하였다. 유충의 수확시기인 100일 후에 12~13령 비율은 99.9, 99.7, 68.5, 46.9, 39.4% 이었으며, 총 생체중량은 이동시기별로 5,000마리씩 5반복으로 조사한 결과 평균 508.0, 501.7, 402.8, 248.2, 208.6g 이었고, 통계분석 결과 1일, 3일로 이동하였을 때 가장 높은 유의성을 보였다. 갈색거저리 유충 동시 수확과 노동력 절감을 위하여 성충 산란격리틀을 3일 간격으로 이동시키고 100일 경과 후 수확하는 것이 가장 효율적일 것으로 판단되었다. 성충의 온도별 특성을 15℃부터 30℃ 까지 조사한 결과 15℃에서는 발육이 이루어지지 않았으며, 성충기간은 암컷이 수컷보다 10~40일 가량 오래 생존하였다. 생존일수와 산란기간은 25℃에서 68.3일, 32.8일로 가장 길었으며, 산란수 역시 180.7개로 많았다. 암수 비율별 산란수는 4:1 에서 474.5±20.1 개로 난 수량 확보에 가장 좋은 비율로 판단되었다.

검색어: 갈색거저리, 산란격리틀, 영기비율, 산란수

회화나무이(*Cyamophila willieti* : Psyllidae) 생태에 관한 연구

권건형, 지은미, 정윤미, 박근호, 권영대

경기도산림환경연구소

회화나무이는 가로수인 회화나무에 최근 들어 발생하는 주요 해충의 하나로서 본 연구소에서는 차후의 방제시험을 목적으로 기초생태 연구를 수행하였다.

회화나무이는 1년에 월동성충과 신성충 1세대가 발생하는 것으로 추정된다. 월동성충은 갈색형으로 4월 초순부터 5월 하순까지 발생하였으며, 우화최성기는 5월 초순이었다. 신성충은 연두색형으로, 5월 중순부터 10월 하순까지 발생하였으며, 5월 하순이 우화최성기였다. 난은 길이 $0.31 \pm 0.02\text{mm}$, 폭 $0.14 \pm 0.01\text{mm}$ 로, 찡불 모양으로 둥글고 끝에는 갈고리형 돌기가 있다. 약충은 5령기를 거치는 것으로 조사되었으며, 1령충은 두폭 $0.19 \pm 0.01\text{mm}$, 체장 $0.37 \pm 0.05\text{mm}$, 2령충은 두폭 $0.26 \pm 0.01\text{mm}$, 체장 $0.53 \pm 0.01\text{mm}$, 3령충은 두폭 $0.37 \pm 0.01\text{mm}$, 체장 $0.76 \pm 0.03\text{mm}$, 4령충은 두폭 $0.42 \pm 0.02\text{mm}$, 체장 $0.78 \pm 0.03\text{mm}$, 5령충은 두폭 $0.58 \pm 0.02\text{mm}$, 체장 $1.90 \pm 0.03\text{mm}$ 이다.

향후 회화나무이의 정확한 연 발생 세대수와 월동처 구명 등이 진행될 계획이다.

검색어: 회화나무이, 나무이과, 매미목

종이기록물 보관 시 해충에 대한 살충효과 분석

나자현¹, 천용식¹, 여상현², 류문일^{2,3}

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

종이기록물 보관 시 해충에 의한 직, 간접적인 피해예방 및 소독약제, 소독처리 방법에 따른 살충효과를 분석하고자 하였다. 공시충으로 화랑곡나방 유충, 거짓쌀도둑거저리 성충 및 유충, 어리쌀바구미 성충, 곡식수시령이 유충 등을 사용, 실험 묶음책 내부에 이들 공시충을 투입하고 상, 중, 하, 노출조건으로 위치시켜 부산국가기록원 원내 소독지침에 따라 처리 한 결과, 화랑곡나방 유충과 거짓쌀도둑거저리 성충은 상, 중, 하, 노출 모든 처리위치에서 100%의 치사율을 보였으며, 거짓쌀도둑거저리 유충은 70~85%의 치사율로 상, 중, 하 처리위치 간 차이가 없었으며 ($df=2$, $F=0.76$, $P>0.05$), 어리쌀바구미 성충은 노출 처리구에서 가장 높은 70%, 나머지 처리위치에서는 32~52%의 치사율로 처리위치 간 치사율의 차이는 보이지 않았다($df=2$, $F=2.19$, $P>0.05$). 또한, 실험 묶음책을 세워서 거치 시킨 후 소독처리를 한 경우, 묶음책 내부에서 곡식수시령이 유충은 치사수가 1마리, 어리쌀바구미 성충은 8.5마리, 거짓쌀도둑거저리 유충은 18마리, 특히 화랑곡나방 유충과 거짓쌀도둑거저리 성충에서는 20마리로 매우 높게 나타났다. 실험곤충을 묶음책 내부가 아닌 외부에 노출시켜 처리한 경우 곡식수시령이 유충의 치사수 1마리를 제외한 모든 실험곤충에서 치사수가 20마리로 높게 나타났다.

이러한 결과는 기록물 보존 시 해충의 서식위치, 소독처리 방식, 해충의 종류에 따라서 살충효과가 크게 달라질 수 있음을 보여주는 것이다.

이 발표는 행정안전부 국가기록원 재원으로 2012년 기록보존기술 연구개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

검색어: 종이기록물소독, 화랑곡나방, 어리쌀바구미, 거짓쌀도둑거저리, 곡식수시령이

Pollinating Characteristics of *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* on Mango Flower in Vinyl-House Condition

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

Division of Applied Entomology, National Academy of Agricultural Science

To substitute for bluebottle fly, *Chrysomya megacephala* which is being used for pollinator in mango fruit, and improve the pollinating effect of mango fruit which is also being increased as high value added crop recently in Jeju island of Korea, 2 kinds of pollinator were used in analyzing and surveying of foraging activities on mango fruit in Seogwipo province. This study was conducted using 3 species of pollinator, *Apis mellifera*, *Bombus terrestris* and *Chrysomya megacephala* with 3 treatment in vinyl-house condition respectively. Species of mango fruit, Irwin, was used in this experiment. A number of foraging activity of *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* in hive showed highest 11 AM, and showed normal foraging activity in high temperature condition (28°C). Pollinating ratio of *Bombus terrestris* was shown 100% and over 95% in case of *Apis mellifera*. This ratio suggests that the 2 species of insects is effective as pollinator on mango fruit compared with bluebottle fly. Daily pollinating activity of *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* was shown peak in 11 AM, but showed even activity from 9 AM to 3 PM in case of *Chrysomya megacephala*. The pollinating characteristics of 3 species depends on illuminance but temperature, especially in case of *Bombus terrestris* was more affected by change of illuminance. Visiting time of *Bombus terrestris* and *Apis mellifera* on this flower was shown 2.8 and 3.4 seconds respectively. But *Chrysomya megacephala* showed longer 10 times with 32.5 seconds than other insects. This results suppose that *Chrysomya megacephala* showed as resting behavior for almost time on the flower not foraging activity to pollinate.

Key words: *Bombus terrestris*, *Apis mellifera*, *Chrysomya megacephala*, Mango, Foraging activity

스트레스음파가 아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)의 발육에 미치는 영향

박지영¹, 이상훈², 이한웅³, 김용균^{1,*}

¹안동대학교 자연과학대학 생명자원과학과, ²(주) 그린테코, ³한국생산기술연구원

잡식성인 아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)는 최근 음식물 쓰레기를 처리하는 환경 정화용 곤충으로 알려져 있을 뿐만 아니라 항생물질을 분비하여 여러 방면에 산업적으로 이용될 가능성이 보이고 있다. 또한 대량적으로 사육이 가능하여 전 사육과정을 자동화하는 기반에서 생산화가 진행되고 있는데 이때 가동되는 기계에서 소음이 발생하게 된다. 곤충에게 소리는 주로 짝짓기나 보호를 위해 사용되기 때문에 이러한 소음은 곤충에게 스트레스로 작용될 수 있다. 위 실험은 동애등에 발육에 미치는 음파의 영향 평가는 최적의 발육 조건인 25°C와 광조건 8:16 h (L:D)에 실시되었다. 분석된 음파는 95 dB 조건에서 상이한 주파수를 종령 유충에 처리하였다. 주파수가 증가함에 따라 용화율과 우화율이 현격하게 낮아졌다. 다음으로 동일한 주파수(5000 Hz)에서 소리세기를 다양하게 처리한 경우 85 dB 이상의 음파가 동애등에의 발육을 억제하는 것으로 나타났다. 실제로 동애등에 사육시설에서 성장한 유충을 분석한 결과 대조구와 큰 차이 없이 용화와 우화를 할 것으로 나타났다. 본 연구는 또한 동애등에 발육에 영향을 주는 음파 조건(5000 Hz, 95 dB)이 일부 면역 유전자의 발현을 현격하게 증가시키는 것으로 나타났다. 이상의 결과는 85 dB 이상의 음파 처리가 동애등에의 발육에 영향을 주는 것으로 나타났다.

검색어: 아메리카동애등에(*Hermetia illucens*), 음파, 발육, 면역 유전자

Development of Target-specific and High Efficacy Microbial Insecticides

Seonghyeon Eom¹, Moonsu Kang², Kyunghyung Yang², Hyunghan Kim³,
Youngjin Park¹ and Yonggyun Kim¹

¹Department of Bioresource Sciences, Andong,

²YA Korea, INC.,

³National Horticultural Research Institute, RDA

An entomopathogenic bacterium, *Xenorhabdus nematophila* (Xn), is symbiotic to a nematode, *Steinernema carpocapsae*, and exhibits high pathogenicity to lepidoptera insects. Its metabolites released into the bacterial culture broth and also virulent in oral especially when they are treated with *Bacillus thuringiensis* (Bt). This study devised a high efficacy microbial insecticide by combining Xn culture broth and Bt. Bt *kurstaki* (Btk) exhibited relatively higher pathogenicity to *Plutella xylostella* than *Spodoptera exigua* larvae. By contrast, Bt *aizawai* (Bta) showed a reverse pathogenicity pattern. Phase I type of Xn (XnK1) was isolated from *S. carpocapsae* Pochun and exhibited high pathogenicity than phase II bacteria. Three bacterial mixtures of Bta+XnK1, Btk+XnK1, and Bta+Btk+XnK1 were prepared and analyzed in their target insects. Bta+XnK1 showed higher pathogenicity than those of Bta alone or Btk+XnK1 in *P. xylostella*. Btk+XnK1 showed higher pathogenicity than those of Btk alone or Bta+XnK1 in *S. exigua*. Bta+Btk+XnK1 showed high pathogenicity against both *P. xylostella* and *S. exigua*.

Key words: *Xenorhabdus nematophila*, *Bacillus thuringiensis*, Bt *kurstaki*, Bt *aizawai*

Local Distribution and Floral Preferences of Bumblebee Queens in Korea

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 important pollinators of crops and wildflowers in northern temperate regions. The number of bumblebee species has declined in recent decades, particularly, in developing regions. Here, we investigated the distribution and floral preferences of founder bumblebee queens that were collected between 2000 and 2012 in Korea with the intention of gathering information useful in the conservation of native bumblebee populations. A total of 13,130 overwintered bumblebee queens were collected at 63 locations from 8 provinces; the collected bumblebees consisted of five species of native bumblebees (*Bombus ardens*, *B. ignitus*, *B. hypocrita spporoensis*, *B. ussurensis* and *B. consobrinus wittenburgi*) and one species of exotic bumblebee (*B. terrestris*). The dominant species were *Bombus ardens* Smith and *Bombus ignitus* Smith, which accounted for 7,462 (56.8%) and 3,725 (28.4%) of the collected bumblebees, respectively. As a proportional distribution of the founder bumblebee queens that were collected, *B. ignitus* was the most common (9.8%-78.5%), followed by *B. ardens* (9.8%-66.1%), *B. hypocrita spporoensis* (0.9%-31.4%), *B. ussurensis* (0.8%-22.2%), *B. consobrinus wittenburgi* (0.1%-3.8%) and *B. terrestris* (0.0%-1.1%). The bumblebee queens foraged from 7 families of plants and 18 plant species. *B. ignitus* bumblebees were primarily collected from *Prunus serrulata* Matsumura and *Corydalis speciosa* Max, and *B. ardens* bumblebees were primarily collected from *Rhododendron mucronulatum* Turcz and *Prunus yedoensis*.

Key words: Bumblebee, Dominant species, Distribution, Floral preference

P088

양파 육종을 위한 교배순화용 화분매개곤충의 선발 및 이용

이경용, 윤형주, 박인균, 김미애, 이을태¹, 황보인식²

국립농업과학원 곤충산업과
¹국립식량과학원, 바이오에너지작물센터
²해남군농업기술센터 연구개발과

최근 유전자원 유출문제, 해외채종지 인건비 상승 등으로 채종용 양파의 국내 채종비율이 증가하고 있다. 채종용 양파의 수분을 위해 파리류를 사용하고 있으나, 개화시 적기공급, 하우스내 고온환경에서 수분률 저하, 악취 및 위생곤충 생산 등의 문제가 발생하고 있다. 따라서, 파리류를 대체할 양파종자 생산에 적합한 수분곤충을 선발하기 위해, 양파의 교배순화용상자($\varnothing=0.6\text{m}$, $h=0.8\text{m}$)내에서 연두금파리를 비롯한 서양뒤영벌, 머리빨가위벌, 꿀벌 등 4종의 곤충에 대하여 화분매개효과를 조사하였다. 화구수정률은 꿀벌과 서양뒤영벌이 연두금파리와 머리빨가위벌에 비해 10%이상 높은 결과를 보였다. 소화수정률은 연두금파리보다 꿀벌이 22%, 서양뒤영벌이 13% 더 높았고, 화구당 종자수는 연두금파리 대비 꿀벌 35%, 뒤영벌 30% 더 많았다. 이러한 결과로 볼 때, 교배순화를 위한 채종용 양파의 수분을 위하여 꿀벌과 서양뒤영벌을 이용하는 것이 파리류를 대체할 수 있다고 판단된다. 또한, 채종용 양파의 교배순화를 위해 꿀벌과 서양뒤영벌의 적정한 마리수는 꿀벌은 15마리 이상, 서양뒤영벌은 10~15마리였다.

검색어: 화분매개곤충, 양파, 육종, 꿀벌, 뒤영벌

P089

식물 추출 2차대사 물질을 적용한 포장소재에서의 화랑곡나방(*Plodia interpunctella* H.) 기피효과

천용식¹, 나자현¹, 여상현², 류문일^{2,3}

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

화랑곡나방은 국외 뿐만 아니라 국내 식품제조, 가공회사 제품(스넥, 면, 제과 등)들의 곤충이물관련 클레임 중 60% 이상을 차지하는 주요 해충 중으로, 식품제조, 가공회사는 제품으로의 해충의 접근을 억제하여 경제적 손실을 최소화하고자 많은 노력을 하고 있다. 기피효과 실험은 식품공전 상에 등재된 한약재 배합물에서 추출한 기피물질 고형분을 각 농도 0, 10, 20, 30, 40%로 처리하여 제조한 식품 포장소재(PE 필름)에 화랑곡나방 4령 유충을 투입한 후 기피효과를 조사한 결과, 0% 처리에서는 상단면 9.8, 하단면 10.2마리로 차이가 없었으나(df=8, t=-0.17, P>0.05), 10% 처리의 경우 처리면(상단면) 4.6마리, 무처리(하단면) 15.4마리로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며(df=8, t=4.77, P<0.05), 20% 처리에서는 처리면 4.4, 무처리면 15.6마리, 30% 처리에서는 처리면과 무처리면에서 각각 4와 16마리, 40% 처리의 경우 처리면 6.4, 무처리면 13.6 마리로 0%를 제외한 모든 기피물질 처리농도에서 통계적 유의한 차이를 보였다(20%: df=8, t=11.68, P<0.05, 30%: df=8, t=7.75, P<0.05, 40%: df=8, t=4.21, P<0.05).

식품포장 소재에 기피물질을 처리하였을 경우 제품으로의 화랑곡나방 유충의 접근을 억제 할 수 있는 것으로 추정되었으며, 적절한 처리 농도에 대해서는 더 많은 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

본 연구는 농림수산식품부의 지원(과제번호: 311038-03-2-HD130)에 의하여 수행되었다.

검색어: 2차대사물질, 한약재추출물, 방충포장재, 저장해충, 화랑곡나방

P090

Detection of a Microsporidian, *Nosema apis*, Via Quantitative Real-time PCR

Na Rae Choi¹, Chuleui Jung² and Dae-Weon Lee¹

¹Department of Biology, Kyungsung University, Busan608-736, Korea

²Department of Plant medicine, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Bombus terrestris has played an important role in the pollination in agricultural fields for the alternatives in colony collapsing in the honeybee. Recently, some pathogens or parasites such as viruses, bacteria, mites have been discovered in *B. terrestris*, which affects its life span and fecundity. In order to detect a microsporidian, *Nosema apis*. in the field population, we collected honeybees and isolated genomic DNA. PCR primers specific for 16S ribosomal RNA (16S rRNA) were synthesized and applied to gene amplification for cloning and quantitative real-time PCR (qRT-PCR). The amplified gene was cloned and sequenced to confirm the 16S rRNA gene. qRT-PCR analysis showed the detection limit of 16S rRNA of *Nosema apis* was approximately 0.5 ng/μl genomic DNA. This result suggests that detection via qRT-PCR can be applied for the diagnosis of pathogen infection.

Key words: *Bombus terrestris*, quantitative real-time PCR, *Nosema apis*, cloning

P091

스트레스에 의한 서양종꿀벌(*Apis mellifera*)과 동양종꿀벌(*Apis cerana*)의 항산화 단백질 발현 분석

이순균¹, 최용수², 구현나¹, 김길하^{1*}

¹충북대학교 식물위학과

²농촌진흥청 잠사양봉소재과

서양종꿀벌(*Apis mellifera*)과 동양종꿀벌(*Apis cerana*)에서 온도 스트레스(4°C, 37°C)에 의한 Cu-Zn superoxide dismutase (SOD1)과 thioredoxin reductase (TrxR) 유전자발현 정도를 비교하였다. 그 결과 두 종 모두 처리 후 5시간까지 SOD1과 TrxR의 발현이 급격히 증가하다 차츰 감소하는 경향을 보였다. 스트레스 성 물질(MV, H₂O₂) 주입에서는 H₂O₂보다 MV에 의해 현저히 SOD1과 TrxR의 발현이 증가하였다. 온도스트레스와 물질주입 스트레스 조건하에서 SOD1과 TrxR의 효소활성을 측정한 결과, 발현시간보다 좀 더 늦은 시간대에서 최대 활성을 보였다. 그리고 서양종꿀벌과 동양종꿀벌의 SOD1과 TrxR의 단백질 발현 특성을 구명하기 위하여 *E. coli* expression system을 이용하였다. 그 결과 SOD1은 약 16 kDa 정도, TrxR은 약 60 kDa 정도의 위치에서 밴드가 관찰되었으며 항체를 이용한 Western blot 결과에서도 동일한 위치에서 밴드를 detection 하였다.

검색어: *Apis mellifera*, *Apis cerana*, 스트레스, Cu-Zn superoxide dismutase, Thioredoxin reductase

멸종위기식물인 백부자 *Aconitum coreanum* (Lev.) Lev.의 화분매개 곤충

한경식, 전정일, 이재선¹

신구대학교 원예디자인과, ¹신구대학교식물원

백부자 *Aconitum coreanum* (Lev.) Lev.는 환경부 지정 멸종위기식물 2급에 해당하는 식물로 서식지와 서식지 이외 지역에서 종 보전이 필요한 식물이다. 종 보전을 위한 기초 조사로 백부자의 화분 매개곤충과 매개방법에 대해 자생지인 강원도 영월에서 개화된 백부자의 꽃을 방문하는 곤충들을 조사하였다. 낮 시간대에 방문하는 곤충으로는 벌목 꿀벌과의 우수리뒤영벌 *Bombus ussurensis* Radoszkowski을 확인할 수 있었고, 밤 시간대에 꽃을 방문한 곤충으로는 나비목 밤나방과의 담배거세미나방 *Spodoptera litura* (Fabricius)를 확인하였다. 이 중 충체에서 백부자의 화분을 가지고 있어 매개곤충으로 확인된 곤충은 우수리뒤영벌이었다. 백부자는 꽃잎 모양의 꽃받침 조각은 5개로 투구 모양을 이루고 2개의 꽃잎은 뒤쪽 꽃받침 속으로 들어가 밀선이 되며 꽃 내부 안쪽 상부에는 헛밀선이 있다. 이러한 꽃의 구조 때문에 우수리뒤영벌에 의한 화분 매개는 다음과 같은 방식으로 이루어졌다. 1) 우수리뒤영벌은 꿀을 빨아먹을 목적으로 꽃에 접근하여 바로 선 상태로 꽃 내부로 들어간다. 2) 꽃 내부에서 간 뒤 입을 위쪽의 헛밀선에 접근시키기 위해 몸을 뒤집어 거꾸로 매달리게 된다. 3) 아래쪽에 위치한 수술로부터 화분이 우수리뒤영벌의 가슴 등판과 날개기부에 묻혀 지게 된다. 4) 이후에 암술이 성숙한 꽃을 방문하였을 때, 같은 방법으로 몸이 뒤집어진 벌의 몸에서 화분을 암술에 묻게 하여 수정시키게 된다. 이와 같은 방법을 달성하기 위해서는 화분매개 곤충의 몸 크기가 위쪽의 헛밀선과 아래의 수술사이 거리와 적절하게 일치하여야 하기에, 우수리뒤영벌이 백부자의 주 화분매개곤충으로 상호선택이 이루어질 가능성이 높은 것으로 판단된다.

검색어: 백부자, 우수리뒤영벌, 화분매개, 멸종위기식물

P093

Complete Mitochondrial Genome of the Dwarf Honey Bee, *Apis florea* (Hymenoptera: Apidae)

Ah Rha Wang^{1†}, Min Jee Kim^{1†}, Jeong Sun Park¹, Yong Soo Choi², Ratna Thapa² and Iksoo Kim¹

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

In the present study, the 17,694-bp long complete mitochondrial genome (mitogenome) of the dwarf honey bee, *Apis florea* (Hymenoptera: Apidae), is described with an emphasis on the noteworthy triplicated tRNA^{Ser}(AGN) region and an extraordinary long A+T-rich region with repeat regions. The gene arrangement of *A. florea* mitogenome is identical to that of *A. mellifera*, but has triplicated tRNA^{Ser}(AGN), each of which contains the precedent 44 bp-long and following another 64 bp-long repeats plus one complete first repeat abutting to tRNA^{Met}. A total of 1,610-bp long two repeat regions in 1,987 bp-long A+T-rich region is composed of nearly identical 141 ~ 219-bp long five tandem repeats and 50 ~ 52-bp long 12 tandem repeats that are encompassed by three non-repeat sequences. One of the common interpretations for such repeat sequence is slipped-strand mispairing and unequal crossing-over events during DNA replication.

Key words: Mitochondrial genome, *Apis florea*, A+T-rich region, tandem repeat sequences

[†]These authors contributed equally to this presentation.

P094

Comparison of Endogenous Cellulase Genes from Four Termite Species with Different Habitats

Kyungjae Andrew Yoon¹, Young Ho Kim² and Si Hyeock Lee^{1,2}

¹Department of Agricultural Biology, Seoul National University

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

To search for a variety of cellulase genes from termites with different habitats consuming different foods, we collected three species (*Neotermes* spp., *Odontotermes* spp., *Macrotermes* spp.) from the wood and one species (*Nasutitermes* spp.) from the cow dung. Total RNA was isolated both from alimentary track tissues containing paunch and from other tissues, and used for the suppression subtractive hybridization (SSH). The resulting EST libraries were sequenced and searched by BLAST to identify cellulase genes. A total of 16 cellulase genes were found from the wood-dwelling termites whereas 4 cellulase genes from the cow dung-dwelling termites. Endo-beta-1,4-glucanase and beta-glucosidase were identified as the most abundant cellulase from the wood-dwelling termites and cow dung-dwelling termites, respectively. This finding suggests that cellulase profiles are significantly different depending on the termite's habitat and food. In addition, we analyzed phylogenetic relationships among the cellulase genes along with other cellulase genes reported to date. All cellulase genes appeared to be originated from endosymbionts without any hint of horizontal gene transfer. Functional expression of endo-beta-1,4-glucanase using a baculovirus expression system is in progress to characterize its enzymatic properties.

Key words: Cellulase, Termite, SSH, EST library, Mass sequencing

Population Genetic Structure of the Bumblebee, *Bombus ignitus* (Hymenoptera: Apidae), based on Mitochondrial COI Gene and Nuclear Ribosomal ITS2 Sequences

**Hyung Keun Oh¹, Hyung Joo Youn², Joo Young Lee¹, Jeong Sun Park¹
and Iksoo Kim¹**

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

The bumblebee, *Bombus ignitus* (Hymenoptera: Apidae), is a valuable natural resource that is widely utilized for greenhouse pollination in South Korea. Understanding the magnitude of genetic diversity and geographic relationships is of fundamental importance for long term preservation and utilization. As a first step, we sequenced a partial COI gene of mitochondrial DNA (mtDNA) corresponding to the “DNA barcode” region and the complete internal transcribed spacer 2 (ITS2) of nuclear ribosomal DNA from 88 individuals collected in nine South Korean localities. The complete ITS2 sequences were longest among known insects, ranging in size from 2,034 bp ~ 2,052 bp, harboring two duplicated 112-bp long repeats. The 658-bp long mtDNA sequences provided only six haplotypes with a maximum sequence divergence of 0.61% (4 bp), whereas the ITS sequences provided 84 sequence types with a maximum sequence divergence of 1.02% (21 sites). The combination of the current COI data with those of published data suggest that the *B. ignitus* in South Korea and China are genetically a large group, but those in Japan can be roughly separated into another group. Overall, a very high per generation migration ratio, a very low level of genetic fixation, and no discernable hierarchical population were found to exist among the South Korean populations of *B. ignitus*, which suggests panmixia. This finding is consistent with our understanding of the dispersal capability of the species.

Key words: COI gene, ITS2, *Bombus ignitus*, Apidae, geographic variation

파밤나방 5령 유충의 생리적 발육영점온도

최봉기, 박영진, 김용균

안동대학교 생명자원과학과

휴면 기작을 보유하지 않은 파밤나방(*Spodoptera exigua*)은 남방계 곤충으로 이들의 장거리 이동 능력은 온난화 기후변화에 편승하여 북쪽으로 서식지를 넓히고 있다. 국내에서는 시설재배지를 중심으로 월동이 가능한 것으로 보이나, 어느 발육태에서 어느 온도 조건에서 월동이 가능한지는 밝혀지지 않고 있다. 본 연구는 저온 조건에서 파밤나방 유충 발육에 관한 생리적 분석을 진행했다. 상이한 온도조건에서 파밤나방의 유충 영기별 발육속도는 상이하여, 1, 5령은 2, 3령에 비해 발육 속도가 상대적으로 느렸다. 그러나 4령의 경우는 낮은 온도에서는 1, 5령과 같이 느린 반면, 높은 온도에서는 2, 3령과 같이 빠른 발육 속도를 보여 중간형태의 발육 패턴을 나타냈다. 상이한 온도 조건에서 발육시켜 갓 탈피한 4령에 대해서 다양한 기능군(성장, 스트레스 및 면역)의 유전자 발현을 qRT-PCR로 분석한 결과 온도에 비례하여 발현량을 증가시키는 유전자, 오히려 감소하는 유전자 및 온도와 무관하게 발현하는 유전자들로 분류될 수 있었다. 흥미로운 사실은 파밤나방 5령충의 경우 15°C 조건에서 장기간(2개월 이상) 용화를 진행하지 않고 동일 영기를 보이고 있다. 더욱이 15°C 조건에서 48시간 처리 후 상이한 유충 영기들에 대해서 이들 유전자들의 발현량을 비교한 결과, 온도에 비례하여 발현량을 증가시키는 유전자들(cecropin, glycan recognition protein)에서 5령 유충은 3, 4령에 비해 낮은 발현량을 나타내는 것으로 분석되었다. 본 연구 결과들은 15°C 온도 조건이 파밤나방 5령충의 발육을 정지시키는 생리적 발육영점온도로 추정하게 한다.

P097

Molecular Cloning of the Antimicrobial Peptide Cecropin from *Antheraea yamamai*

**Seong-Ryul Kim, Kwang-Ho Choi, Jae-Sam Hwang, Seok-Woo Kang
and Tae-Won Goo**

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

The antimicrobial peptide cecropin was isolated from the larval hemolymph of immune-challenged Japanese oak silkworm, *Antheraea yamamai*. The full-length cDNA of *A. yamamai* cecropin (Ay-cecA) was cloned by a combination of RT-PCR and 3' RACE based on N-terminal sequence obtained by Edman degradation. The cloned cDNA consists of 419 nucleotides encoding a 64 amino acid precursor containing a 37-residue mature peptide. Like many insect cecropins, Ay-cecA also harbored a glycine residue for C-terminal amidation at the C-end. To understand this peptide better, we successfully expressed bioactive recombinant Ay-cecA in *E. coli* BL21(DE3) by fusing with ketosteroid isomerase (KSI) to avoid the cell death during induction. The fusion CecA-KSI protein was expressed as inclusion body at high level. Recombinant Ay-cecA was easily released by cleavage of the fusion protein with cyanogen bromide (CNBr), and purified by FPLC chromatography. The purified recombinant Ay-cecA showed considerably antibacterial activity against Gram-negative bacteria, *E. coli* ML 35, *Klebsiella pneumonia* and *Pseudomonas aeruginosa*. The time-kill assay showed that Ay-CecA displayed a time-dependent bactericidal activity, as was also seen after treatment with melittin. Our results proved that Ay-cecA can be developed into novel antibacterial agent.

Key words: *Antheraea yamamai*, cecropin, antimicrobial peptide, RT-PCR, cloning, bactericidal activity

P098

Insects Associated with Fungal Propagation in Pine Decay Wood

Hyun Lee, Nu-ri Lee and Young Woon Lim

School of Biological Sciences, Seoul National University

A wide variety of decay fungi inhabit and decompose pine tree, *Pinus densiflora*. There are 54 species of pine associated decay fungi that have been recorded in Korea. In order to investigate how fungal propagation is mediated by insect interaction, we collected decay fungi and insects dwelling inside *P. densiflora* in any part of their life cycles. Majority of the insects living in pine trees were larvae which created gallery as they feed on wood and fungal hyphae. Most of the galleries were infected with fungal hyphae identified as decay fungi: *Trichaptum abietinum*, *Hyphodontia aspera*, and *Cryptoporus volvatus*. As some larvae were difficult to identify morphologically, we performed Cox1 gene sequence analysis. Such process revealed that insect species we collected included many Carabidae. *T. abietinum*, *H. aspera*, and *C. volvatus* were associated with 7 genera (8 species), 2 genera (2 species), and 5 genera (5 species) of entomic specimens respectively.

Key words: Carabidae, decay fungi, fungal propagation, interaction, *Pinus densiflora*

P099

Effects of Temperature on Flight Behavior in Cabbage Butterfly, *Pieris rapae*

Seong-Hyun Kim¹, Namjung Kim¹, Seong-Jin Hong¹, Yong-Bo Lee¹
and Hae-Chul Park¹

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

The flight behavior of *Pieris rapae* were compared to understand how temperature affects flight behavior. The effects of temperature on insect thermal performance curves are generally poorly understood but significant for understanding responses to insect gardening. Temperature is a physical factor as well as a stimulus for insects behavior. In *Pieris rapae*, we examine the physiological effects of temperature-dependence of flight behavior. At test temperature increased, flight speed typically increased. The maximum flight speed of *P. rapae* at given temperatures show a straight line relationship between 20, 25 and 30°C. Therefore, the effects of test temperature were significant for flight behavior.

Key words: *Pieris rapae*, flight behavior, temperature

Effects of Water Temperature to Behavior Periodicity on Freshwater Snail *Pomacea Canaliculata* (Caenogastropoda: Ampullariidae)

Mi-Jung Bae¹, Tae-Soo Chon² and Young-Seuk Park¹

¹Department of Biology, Kyung Hee University

²Department of Biological Sciences, Pusan National University

Pomacea canaliculata (golden apple snail) as an invasive species in Asia has become a serious agricultural pest, especially in young rice, and makes significant environmental changes resulting from the depletion of macrophytes in natural wetlands. Even though various environmental factors influence to growth rate, reproduction, survival and behavior in apple snail, water temperature is one of the overwhelming effect on freshwater snails in general. In this sense, the objective of this study was to examine the changes of individual behavior in the apple snail according to the temperature changes. The snails were acclimated at 25°C, and 9 behavior categories were examined in each temperature regime (25°C to 30°C, 25°C to 20°C, and 25°C to 15°C) for three days. Autocorrelation function (ACF) was applied to characterize the presence or absence of periodic behaviors in apple snails. The snails' behavior in the treatment of elevated temperature were irregularly fluctuated or decayed in most behavior categories. On the other hands, in decreasing temperature from 25°C to 15°C, the snails were nonstationary, especially in clinging behavior. The snails showed periodicity and some of them were decayed in clinging behavior in temperature changing from 25°C to 20°C.

Key words: *Pomacea canaliculata*, *temperature*, *autocorrelation*, *periodicity*, *movement behavior*

한국 목조 문화재의 흰개미 탐지 및 피해 조사방법

조창욱, 김영희, 김수지, 이정민, 홍진영

국립문화재연구소 보존과학연구실

국내에 주요 목조문화재를 가해하여 보고되어있는 흰개미는 일본흰개미 (*Reticulitermes speratus kyushuensis* Morimoto)로써 현재 지구온난화로 인한 기후 변화로 대한민국 전역에 분포하고 있으며 목조문화재 및 목조건축물에 상당히 많은 피해를 주고 있고 그 피해 정도 또한 심해지는 추세이다. 국립문화재연구소에서 전수조사를 통하여 전국의 주요 국가지정 목조문화재를 대상으로 전수조사를 실시한다. 전수조사를 통하여 피해를 입은 정도 및 흰개미 서식 유무를 확인하여 그에 따른 조치를 취하여 피해예방 및 방제를 위한 노력중이다.

흰개미의 서식 및 피해 여부의 판단은 직접 조사대상을 관찰하고 고무망치 등으로 두드려 속이 비었는지 확인해보는 육안관찰과 삼성 에버랜드 탐지견센터에서 협조를 받아 흰개미 탐지견의 후각을 이용한 흰개미 페로몬 탐지를 하여 과거 흰개미 서식이나 현재 서식하는 흰개미를 찾아내는 탐지 방법과 호주 Termatrac사의 흰개미탐지기(T3i)를 이용하여 흰개미의 서식을 좀 더 정밀하게 조사하였다. 조사대상은 2012년 7~9월 동안 경북안동 지역에 있는 목조 문화재를 대상으로 실시하였다.

검색어: 흰개미, 흰개미탐지견, 흰개미탐지기, 목조문화재

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*) 분변토의 비료 효과에 대한 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* L.)의 성장해석

최영철¹, 박관호¹, 최한수², 문성경², 이용구³

¹농업과학기술원 곤충산업과, ²(주)에코이엔지, ³잠실여자고등학교

본 연구는 인공 사육 시설에서 부산물로 발생된 아메리카동애등에 분변토의 식물 성장 촉진 효과를 알아보기 위하여 분변토를 서로 다른 농도로 혼합한 토양에서 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* L.)을 재배하여 식물성장해석법(Plant Growth Analysis)을 이용하여 평가하였다.

분변토 처리는 엽면적 성장은 6일째부터, 총건중량의 성장은 9일째부터 촉진되었으며, 분변토를 25% 혼합했을 때보다는 50%로 혼합했을 때 효과는 더 큰 것으로 나타났다.

각 처리구 간의 순동화율(NAR)의 변화는 상대성장률(RGR)의 변화와 정상관관계를 보였으며(Correlation: $r=0.89$ $P<0.01$), 상대성장률(RGR)과 엽면적비(LAR) 사이에는 약한 정상관관계(Correlation: $r=0.09$ $p=0.66$)가 나타났다.

따라서 상대성장률(RGR)에 영향을 미치는 두 가지 요소 중, 구조적인 면에서 관계되는 엽면적비(LAR) 값에는 관계가 없으며, 기능적인 측면을 나타내는 순동화율(NAR)의 변화에 영향이 있는 것으로 나타났다.

그러므로 아메리카동애등에 분변토 처리는 식물의 성장에 구조적인 측면에서 영향을 주어 성장을 촉진 하는 것으로 나타났다.

검색어: 아메리카동애등에, 분변토, 식물성장해석, 비료, *Hermetia illucens*, Black Soldier Fly

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)와 동애등에(*Ptecticus tenebrifer*) 미토콘드리아 CO1 유전자의 haplotype 비교

최영철¹, 박관호¹, 최한수², 문성경², 정길상³

¹농업과학기술원 곤충산업과, ²(주)에코이엔지, ³이화여자대학교 에코과학부

아메리카동애등에 (*Hermetia illucens*)와 동애등에 (*Ptecticus tenebrifer*)는 파리목 동애등에과 (Family Stratiomyidae)에 속하는 곤충이다. 두종의 유충은 유기물의 분해에 탁월한 능력을 가지고 있어서 환경 곤충으로 많은 주목을 받고 있다.

이 두 종의 미토콘드리아 CO1 유전자의 haplotype의 다양성을 비교한 결과 도입종인 아메리카동애등에의 haplotype은 10개로 매우 낮은 반면, 동애등에의 haplotype은 약 30개로 매우 높았다.

이러한 이유는 아메리카동애등에는 미국 원산으로 1990년대 말에 한국에서 도입되었으며, 도입 과정 중 유전적 병목현상 (genetic bottleneck)을 겪은 것으로 생각된다.

반면 동애등에는 국내 토착종으로서 국내 생태조건에 적응하여 진화한 결과로 외국에서 유입된 종 보다 매우 다양한 haplotype을 가지고 있는 것으로 생각된다.

검색어: *Hermetia illucens*, *Ptecticus tenebrifer*, CO1 haplotype, genetic bottleneck, invasive species

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*) 대량 사육시설 보급에 대한 생태계 위해성 평가

최영철¹, 박관호¹, 최한수², 문성경², 조광인²

¹농업과학기술원 곤충산업과, ²(주)에코이엔지

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)는 대표적인 환경정화곤충으로, 본 연구는 대량 사육 시설 보급으로 인하여 발생할 가능성이 있는 생태계 위해성에 대한 영향 예측 및 저감방안 수립에 대한 다양한 연구를 수행하였다.

아메리카동애등에는 우리나라 전역에 분포하고 있었으며, 국내 토착종인 동애등에 (*Ptecticus tenebriefer*)와 생태적지위(Ecological Niche)의 중첩도가 매우 높은 종이며, 기타 파리류와 야생상태에서 산란지 및 서식지를 경쟁하는 관계로 조사되었다.

구기(mouth part)는 흡취형(sponge type)으로 수분을 쉽게 섭취하기 구조이며, 소화기관은 퇴화되어 병원균을 매개할 가능성이 매우 낮다.

부산물로 발생하는 분변토는 다량의 질산성질소가 포함되어 있어 방치할 경우 하천에 유입되어 하천생태계에 영향을 줄 것으로 예측되었지만 식물의 성장을 촉진 시키는 것으로 분석되었다.

생태적 지위가 중첩되는 종이 많으며, 야생상태에서 거미류 및 조류 등의 천적이 존재하며, 인간에게는 피해를 주기 않는 것으로 조사되었다.

대량 사육시 부산물로 발생하는 번데기 및 분변토는 다양한 용도로 대량 소비가 가능하기 때문에 대량 사육이 생태계에 큰 위해를 주는 요소는 없는 것으로 조사되었다.

검색어: 아메리카동애등에, 생태계 위해성, *Hermetia illucens*

The Effect on Growth Performance of Chicken Meat in Broiler Chicks by Dietary Supplementation of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens*(Diptera: Stratmyidae)

**Young-Cheol Choi¹, Kwan-Ho Park¹, Sung-Hee Nam¹, Byoung-Gui Jang²,
Ji-Hyuk Kim², Dong-Wook Kim² and Dong-Jo Yu²**

¹National Academy of Agricultural Science, RDA

²National Institute of Animal Science, RDA

This experiment was conducted to investigate the effect of dietary supplementation of the Black Soldier Fly(BSF) larvae on growth performance, carcass rate, and fatty acid profile of chicken meat in broiler chicks. Four hundred eighty 1-d-old broilers(Ross 308) were distributed into 3 treatments with 4 pens at 30 birds per replicate. Treatments were corn-soybean meal based broiler diet (control) and the basal diet replaced with BSF at the level of 3 and 6% respectively. Viability was not different significantly. Body weight gain was higher in control than other treatments. Feed intake was not statistically different of treatments. Feed conversion ratio was lower in ontrol than other treatments. Relative weight of breast meat was significantly increased in all treated groups than in control. But, another relative weights of chicken meat cuts (thigh, wing, neck, back) were not significantly different among the groups. In conclusion, it could be suggested that dietary supplementation of Black Soldier Fly larvae could beneficially improved the performance on broiler.

Key words: Black Soldier Fly(BSF), *Hermetia illucens*, Orginic wastes

Revision of the Genus *Pristomerus* (Ichneumonidae: Cremastinae) with Three New Species from Korea

Jin-Kyung Choi¹, Jong-Chul Jeong², Jin-Yeol Cha³ and Jong-Wook Lee¹

¹Department of Life Sciences, Yeungnam University

²National Park Research Institute, Korea National Park

³Korea National Park Service

The genus *Pristomerus* Curtis, 1836 is one of among 36 genera belonging to the subfamily Cremastinae. This genus is a large genus with 100 worldwide species distributed (Yu et al., 2012). Also, from this genus have been reported 15 species in Eastern Palearctic, eight species from China, seven species from Japan and three species from Korea.

Subfamily Cremastinae is known as koinobiont endoparasitoids of solitary larval-pupa mostly Lepidoptera and Coleoptera (Fitton & Gauld 1980). Spectrum of host species of *Pristomerus* include various small Lepidoptera living in tunnels, leaf rools, buds and other hidden areas (Rousse et al., 2011).

Genus *Pristomerus* can be easily distinguished from other genera by the following characters: hind femur with ventral tooth; deep gastrocoelus on tergite II. Three species from this genus, *Pristomerus chinensis* Ashmead, 1906, *P. erythrothoracis* Uchida, 1933, and *P. vulnerator* (Panzer, 1799), have been reported from Korea previously.

In this study we report three newly recorded species, *Pristomerus rufiabdomenalis* Uchida, 1928, *P. parilis* Kusigemati, 1984, *P. kendarensis* Kusigemati, 1984, and described three new species. Here we provide the descriptions and photographs of six species of genus *Pristomerus*, and species key.

Key words: new species, *Pristomerus rufiabdomenalis*, *P. parilis*, *P. kendarensis*, taxonomy

First Record of Subfamily Lycorininae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Korea

Jin-Kyung Choi¹, Jong-Chul Jeong², Jin-Yeol Cha³ and Jong-Wook Lee¹

¹Department of Life Sciences, Yeungnam University

²National Park Research Institute, Korea National Park

³Korea National Park Service

The subfamily Lycorininae Cushman & Rohwer, 1920 is a small group with a single genus, *Lycorina*. This subfamily can be easily distinguished from other ichneumonids subfamilies by the following characters: impressed triangular pattern on the metasomal tergites, tergite 2-4 with convex central triangular area; hypopygium of female large and triangular in lateral view, centrally membranous and with small median apical notch. Genus *Lycorina* is a cosmopolitan genus with 30 described species (Yu et al., 2012). Also, from this genus have been reported five species in Eastern Palaearctic region, six species from China, two species from Japan and one species for the first time from Korea.

The focal host range appears to be weakly concealed larva of micro-lepidopteran species. Some species have been reared from Crambidae in leaf-rolls or webs (Doerksen & Neunzig, 1974; Finlayson, 1976) and Tortricidae (Chao, 1980; Shaw, 2004).

In this study we report one newly recorded to Korea species, *Lycorina triangulifera* Holmgren, 1859 and provide the diagnosis and photographs.

Key words: Ichneumonidae, *Lycorina triangulifera*, Lycorininae, newly recorded species

Projection of Distribution and Abundance of Korean ants based on Climate Warming

Tae-Sung Kwon, Cheol Min Lee and Jung-Hwa Chon

Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, 57 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 130-712, Republic of Korea

Distributions of ants are mainly dependent on temperature. Hence, global warming would lead to shifts of distribution and abundance in ants. We surveyed ants at 366 forest sampling sites in South Korea using pitfall traps to predict change of ant abundance. Abundances of ant species were projected on the projected temperature based on A1B climate scenario. Common species (> 10 % occurrence) were analyzed on the relationship between abundance and temperature, and 16 species of the common species were selected for projection of abundance owing to future climate warming. Abundance of the selected species were projected on 900 m² grid cells in 2011 and 2060 using GIS tool. In the projection, 11 species are predicted to decrease in 2060, whereas 5 species are predicted to increase. *Myrmica kotokui*, a most dominant highland species is expected to decrease up to 2.5% of current abundance in 2060, whereas *Pachycondyla chinensis* is expected to increase up to 264%. This abrupt change of ants would lead to cascade effects on other organisms such as insects, plants, mushrooms, and birds, which would disturb various functions and services of forest ecosystems.

Key words: Ant, distribution, abundance, climate change, global warming

군사훈련장에서의 북방계 초지성 나비의 번성

이철민¹, 권태성¹, 김성수²

¹국립산림과학원 산림생태연구과, ²동아시아환경생물연구소

한국은 분단된 현실로 인하여 휴전선 접경지역에는 많은 군사훈련장이 있다. 이들 군사훈련장은 남한에서는 가장 기온이 낮고, 초지가 발달되어 있기 때문에, 최근 기후변화와 식생변화로 인해 밀도가 급격히 감소하고 있는 북방계 초지성 나비에게는 좋은 서식처가 될 것이다. 이러한 가설을 검증하기 위해서 군사훈련장과 그 주변의 산지의 나비를 2008년부터 2011년 4월부터 10월까지 매월 일회씩 선조사 방법으로 조사하였다. 조사결과 총 97종 2,339개체의 나비가 관찰되었다. 군사훈련장(82종 1,956개체)이 산지(62종 383개체)보다 종수와 개체수 모두 높았다. 우점종을 비교한 결과, 군사훈련장은 노랑나비, 암먹부전나비, 애물결나비였지만, 산지는 줄흰나비, 줄꼬마팔랑나비, 먹그늘나비로 종구성이 전혀 달랐다. 군사훈련장에서는 국내에 다른 지역에서 보기 힘든 북방계 초지종인 북방기생나비, 산은점선표범나비, 담색어리표범나비, 개마별박이세줄나비 등을 많이 관찰할 수 있었다. 따라서, 휴전선 접경지역의 군사훈련장은 북방계 초지성 나비가 서식할 수 있는 환경조건을 제공하는 것으로 판단된다.

검색어: 군사훈련장, 나비군집, 북방계 초지종, 한국

P110

Community Structure, and Species Diversity of Insects (Ants, Ground Beetles) in an Urban Forest of Seoul

Cheol Min Lee and Tae-Sung Kwon

Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Republic of Korea

The present study is aimed to evaluate forest health in a fragmented urban forest using insects which are rarely used for evaluation of forest health. It is supposed that forest would be health if insect community in an urban forest is similar to that in healthy forests. Ants (Formicidae) and ground beetles (Carabidae) surveyed by pitfall trap method in the Hongneung forest located in the urban area of Seoul were compared with those in the Gwangneung forest. The Gwangneung forest is supposed to be health due to its high biodiversity and well-conserved nature. Ants of the Hongneung forest was much more abundant compared with those of the Gwangneung forest. However, ground beetles showed the opposite patterns; much more abundant in the Gwangneung forest than in the Hongneung forest. Species richness was higher in the Gwangneung forest than in the Hongneung forest, but species diversity was higher in the Hongneung forest. This dominance decreased species diversity in the Gwangneung forest. Thus, characteristics of insect community in the Hongneung forest were greatly different with that in the Gwangneung forest. This great difference of insect communities between the target and reference sites may indicate whether the Hongneung forest would not be health according to the working hypothesis, or may indicate simply the characteristic of the fragmented urban forest. In order to determine the significant decision, the repetitive studies are needed on this regard.

Key words: Formicidae, Carabidae, Hongneung forest, Gwangneung forest, forest health

P111

AsiaLeps, a Newsletter for Asian Heterocera Systematists Launched!

조수원¹, 박규택²

¹충북대학교 식물학과, ²한국과학기술한림원

AsiaLeps 뉴스레터가 아시아지역 나방 분류를 연구하는 학자들을 위해 시작되었다. 뉴스레터는 앞으로 1월과 7월, 연 2회 출간될 것이며, 연구자들의 다양한 소식을 전하고 이를 통해 교류의 활성화를 꾀하고자 한다. 뉴스레터편집진으로는 국내에 박규택, 조수원, 배양섭 교수를 비롯하여, Dr. Li, Houhun (중국), Dr. Min Wang (중국), Dr. Shen-Horn Yen (대만), Dr. Toshiya Hirowatari (일본), Dr. Margarita G. Ponomarenko (러시아) 등, 해외 저명한 학자들로 구성되어 있으며, 2013년 1월말에 제1권 1호가 pdf 파일로 출간되었고, 현재 90명의 가입자와 1,000편이 넘는 문헌리스트가 등록, 제공되어있다. 앞으로 나방의 분류를 전공하는 학생을 비롯한 많은 학자들이 가입하여 활용함으로써 아시아 지역 나방의 분류학적 연구와 교류를 위한 가교 역할을 담당하고자 한다. 무료가입 및 소식 제공은 chosoowon@gmail.com으로 문의하면 된다.

검색어: 아시아, 나비목, 나방, 곤충분류학, 소식지, newsletter, Heterocera, systematics

P112

First record of genus *Olibrus* (Coleoptera: Phalacridae) from Korea

Mi Jin Lee and Jong Eun Lee

Department of Biological Science, Andong National University

Olibrus Erichson, 1845 and *Olibrus particeps* Mulsant & Rey, 1861 (Coleoptera: Cucujoidea: Phalacridae) are reported from Korea for the first time and historical review of the taxonomic position of this genus is provided.

The genus *Olibrus* Erichson is one of the common phalacrid beetles being widely distributed throughout the world. This genus is easily distinguished from other phalacrid genera by combination of the following characters: Antennae inserted at sides of front, base visible from above; Last segment of antenna softly indented; Basal metatarsomere shorter than second; Elytral surface very polished.

O. particeps was found in Andong-si and Yeongju-si, Gyeongsangbuk-do of Korea, bringing the number of species within the Korean Phalacridae to 2 species. In this study, we provide a redescription of *O. particeps* Mulsant & Rey, and illustrations of its genitals and other appendages.

Key words: First record, Phalacridae, *Olibrus*, *Olibrus particeps*, Korea

하천의 인공구조물이 저서성대형무척추동물의 군집구조 및 군집안정성에 미치는 영향

이미진, 권혁영, 서울원, 이종은

군위댐 건설이 하천 상하류의 저서성대형무척추동물 군집구조에 미치는 영향을 파악하기 위하여, 댐 건설 공사 기간인 2006년부터 완공 이후인 2012년까지 7년간 댐 조성지의 상류와 하류 각 2개 지점에서 저서성대형무척추동물 군집을 조사하였다.

군위댐 조성 완료 이후, 조성지의 하류 수계는 정수역으로 변화됨과 동시에 유량이 증가하였으며, 공사 이전에는 서식하지 않았던 *Parafossarulus manchouricus*, *Caridina denticulata* 등의 호정수성 종들이 유입되기 시작하였다. 이와 동시에 유수역에 주로 서식하는 *Baetiella tuberculata*, *Neoperla coreensis* 등의 종들은 줄어들면서 후반기 공사 시점인 2009년부터 종수와 개체수가 꾸준히 감소하는 경향을 보였다. 또한, 공사 후반부로 접어들수록 상류수계와 하류수계에 공통으로 서식하는 종의 수가 2007년 52종에서 2012년 26종으로 점차 감소하는 것으로 나타났다.

저항력과 회복력에 의한 군집안정성은 상류수계에서는 공사 진행 기간 동안에는 큰 변화를 보이지 않았으나, 공사 완료 이후부터 저항력과 회복력이 낮은 Group III에 속하는 종(*Muljarus japonicus*, *Nemoura tau*, *Amphinemura coreana* etc.)의 출현이 조금씩 증가하였다. 하류수계에서는 공사 시행 초반부터 공사 완료 이후까지 Group III에 속하는 종(*Laccotrephes japonensis*, *Rhyacophila brevicephala*, *Perlodes stigmata* etc.)이 꾸준히 감소하는 경향을 보였다.

검색어: 인공구조물, 군위댐, 저서성대형무척추동물, 군집안정성

P114

백운산일대의 고도별 곤충군집 모니터링

신영민¹, 노승진¹, 신섿별¹, 전준형¹, 김일권², 변봉규¹

¹한남대학교 생명시스템학과

²국립수목원 산림생물조사과

본 연구는 우리나라 남부지방의 대표적인 산림지역 중 하나인 전남 광양 백운산 일대를 중심으로 산림생태계내에서 기후변화에 따른 곤충종의 분포상 모니터링을 실시하였다. 이를 위해 백운산의 고도별 곤충상의 조사는 300, 600, 900m 고도에서 조사지점을 선정하고 버킷식유아등트랩과 핏폴트랩을 이용하여 정량채집을 실시하였다. 조사기간은 곤충류가 출현하기 시작하는 5월부터 9월까지 2개월 간격으로 총 3회의 채집조사를 실시하였다. 조사결과는 다음과 같다.

첫째, 버킷식유아등 조사결과 5월부터 9월까지 조사된 곤충류는 대부분 야행성인 나방류였다. 금번에 분포가 확인된 나방류 곤충들은 17과 241종에 이르는 비교적 다양한 분류군이 채집조사되어 이들의 분석을 통해 군집구조 등 기본적인 정보를 분석하는데 중요한 판단된다. 둘째, 핏폴트랩을 이용한 보행성 딱정벌레류의 조사결과 17종 396개체는 대부분 딱정벌레목의 딱정벌레과(Carabidae)에 속하는 종들이었다. 전체조사기간 중 최우점종은 폭탄먼지벌레였으며, 단 1개체만이 조사된 종은 끝무늬먼지벌레, 동양길쭉먼지벌레, 멧무늬먼지벌레, 쌍무늬먼지벌레 등 4종이었다. 셋째, 금번에 조사된 곤충류 중 기후변화취약곤충류는 반달누에나방을 비롯하여 총 8종의 분포가 확인되었다.

검색어: 산림곤충, 기후변화 지표종, 모니터링, 백운산

벌채 유형에 따른 산림곤충 군집의 비교 분석

전준형, 노승진, 최하용, 신셋별, 신영민, 김범수, 변봉규

한남대학교 생명시스템학과

산림시업 중 벌채 후 산림곤충군집의 변화양상을 모니터링하기 위해 실시하였다. 조사대상지는 경상북도 봉화군 석포면 승부리 비룡산 일대의 신갈나무림 으로서 벌채유형에 따른 산림곤충 군집의 비교 분석을 위하여 다양한 채집조사방법을 동원하여 실시하였다. 조사목적상 벌채유형별로 지표성 곤충류, 천공성 곤충류 및 야행성 곤충류를 정량채집법으로 조사하였으며 2012년 6월~8월까지 1개월 간격으로 총 3회의 채집조사를 실시하였다.

지표성 곤충류의 조사결과 지표성 딱정벌레류 9종 42개체로 확인되었으며 조사 시기별로는 산생잔존벌의 경우 6월보다는 8월에 종다양도가 증가되었으며 벌채 유형별로는 산생잔존벌 15%에서의 종다양도가 높게 나타났다. 천공성 곤충류의 조사결과 5과 58종으로 확인되었고 벌채유형별로는 산생잔존벌 15%에서의 종다양도가 높은 것으로 조사되었다. 야행성 곤충류의 조사결과 6월에 70종 190개체, 8월에 250종 1,493개체가 채집조사되어 총 282종 1,683개체가 조사되었다. 금번 조사에서는 야행성 곤충류의 경우 벌채임지별로 뚜렷한 경향을 보이지는 않았으나 추후 당해지역의 분포양상 변화 및 계절별 출현종에 대한 비교연구를 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

검색어: 종다양성, 생태적 관리, 동정, 곤충, 생목잔존벌

P116

주요 인시목 산림해충의 DNA바코드를 이용한 예찰 기법 연구

노승진¹, 정성은¹, 변봉규¹, 고상현², 이봉우³

¹한남대학교 생명시스템학과

²국립산림과학원 산림병해충연구과

³국립수목원 산림생물조사과

최근 일련의 기후변화 등 환경변화에 따라 산림해충의 돌발발생 가능성이 높아지고 있어 신속한 진단 및 방제조치 등이 산림보호에 중요한 핵심과제로 떠오르고 있다. 그러나 실제 예찰조사 현장에서 발견되는 해충은 대부분이 유충으로 외부형태적 분류·동정이 거의 불가능한 경우가 대부분이다.

따라서 본 연구는 산림의 주요 인시목해충에 대한 표본의 확보 후 정확한 형태적 분류·동정을 실시한 후 이에 대한 DNA바코드작성 및 결과분석을하는 것은 매우 중요하다. 이를 통해 DNA바코드 데이터를 이용하여 신속정확한 해충 진단에 적용코자 하는 것이 목적이다. 본 연구에서는 주요 산림해충종 중 가장 발생빈도가 높은 분류군을 선정하여 연차적으로 확대 추진하고 있다.

검색어: 산림해충, 예찰, 동정, 인시목, DNA바코드

자나방류(나비목)의 분류·동정을 통한 DNA바코드 작성

노승진, 정성은, 박희윤, 백아론, 최하용, 변봉규

한남대학교 생명시스템학과

본 연구는 DNA바코드를 이용하여 자나방류의 정확한 동정을 위해 수행되었다. 이를 위해 전국 주요 산림지역 12개소에 대한 채집조사를 실시하여 자나방류 등 총 293종 1,997개체를 확보하였고 외부형태 및 생식기 검경을 통해 정확한 분류 동정을 실시하였다. 또한 분류·동정자료의 보완을 위해 한남대학교 자연사박물관 50종, 국립산림과학원 51종, 국립농업과학원 35종 등의 대조표본 검경을 수행하였다.

DNA바코드 작성용 연구 재료에서 약 25 mg의 조직 (뒷다리 1개 기준)을 핀셋으로 각각 적출한 후 universal primer를 이용하여 PCR과정을 실시하였다. 이 과정을 통해 확보된 mt COI DNA 시료를 증폭시킨 후 전기영동을 실시하여 확인한 결과 자나방류 mt COI DNA로 예상되는 약 648 bp 크기의 DNA fragment가 다량 확보되었고 총 190종의 COI DNA바코딩을 완료하였다. 본 연구 결과를 종합하여 DNA바코드 정보, 외부형태, 생태특성 및 출현시기 등에 대한 정보가 수록된 자나방류 산림해충 진단정보 Data Sheet를 작성하였다.

검색어: 산림해충, 예찰, 동정, 인시목, DNA바코드, 자나방류

국립백두대간수목원 조성예정지 일대 곤충상 조사

신셋별¹, 변봉규¹, 이종은², 이봉우³, 이미진², 강승호²

¹한남대학교 생명시스템학과

²안동대학교 생명과학과

³국립수목원 산림생물조사과

국립수목원 조성예정지인 경북 봉화군 서벽리 및 충남 세종시 일대의 곤충상을 조사하고 이들에 대한 증거표본을 확보하여 향후 이 지역에서의 곤충상변화 연구를 위한 기초자료를 확보하고, 산림곤충자원의 확보차원에 수행되었다. 특히 금번 조사 지역은 생물다양성 연구 및 보전측면에서 매우 중요한 지역이며 향후 기후변화와 관련한 취약종의 조사 및 분포역의 변화 등과 같은 관련연구를 위해 기초자료가 절실히 요구되는 지역이라 할 수 있다.

이와 같은 연구목적을 달성하기 위해 5~8월간 조사를 실시하였고 이에 따른 곤충표본을 수집하여 표본을 제작하고 분류동정하였다. 조사를 통해 총 491종 4,239점의 표본을 확보하였다. 조사를 통해 확인된 딱정벌레목의 주요 우점종은 버들잎벌레(*Chrysomela vigintipunctata*), 아우점종은 홀쪽잎벌레(*Psylliodes attenuatus*)로 나타났다. 이외에 고유종 2종, 국외반출승인대상종 10종과 외래 동물종 3종이 각각 채집되었다. 또한 나비목의 주요 우점종은 검은점뽕족명나방(*Endotricha loivaceali*)이 222개체로 가장 많은 개체수가 채집되었고, 넓은띠담흑수염나방(*Hydrillodes morosa*)이 97개체, 줄보라집명나방(*Craneophora ficki*)이 86개체가 채집되어 아우점종으로 나타났다. 이외에 한국미기록종인 *Ypsolopha amoenellus*가 처음으로 채집되는 성과를 얻었다.

검색어: 산림곤충, 곤충상, 우점종, 표본수집, 미기록종

Cambodian Species of the Family Arctiidae (Lepidoptera, Noctuoidea): Part II

**Bayarsaikhan Ulziijargal, Young-Don Ju, Xuanvi Le,
Chea Nareth¹ and Yang-Seop Bae**

Division of Life sciences, Incheon National University, Korea

¹Wildlife Protection Office, Cambodia

The family Arctiidae belonging to superfamily Noctuoidea, it was divided into three subfamilies: Lithosiinae, Arctiinae, and Syntomini (Kitching and Rawlins, 1999; Conner, 2009). The family include 11,155 species of 750 genera worldwide (Heppner, 2005). About 6000 species distribute in the Neotropics but the family is represented in all the main zoogeographical regions (Scoble, 1992).

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. 21 species are briefly redescribed in this study such as: *Nyctemera coleta* (Boisduval, 1832), *Brunia antica* (Walker, 1854), *Darantasia cuneiplena* (Walker, 1859), *Eilema longpala* (Holloway, 2001), *Cabarda sequens* (Walker, 1862), *Lyclene lutara* (Moore, 1859), *Teulisna steineri* (Holloway, 2001), *Cyana obliquilineata* (Hampson, 1900), and *Cyana quadrinotata* (Walker, 1897), etc.

Key words: Lepidoptera, Arctiidae, Cambodia, Taxonomic

호소 유형별 저서성대형무척추동물과 영양염류의 상관성 분석

권혁영¹, 이미진¹, 이혜진², 이종은¹

¹안동대학교 생명과학과, ²국립환경과학원 낙동강물환경연구소

자연형 습지와 인공저수지, 댐호에서의 저서성대형무척추동물과 수체 내 영양염류(TN, TP, NH₃-N, NO₃-N, PO₄-P)의 상관관계를 분석하였다. 자연형 습지(정양늪, 질날늪, 박실지), 인공저수지(번개늪, 장척호, 풍락지), 그리고 댐호(경천호, 운문호, 진양호)의 각 1~3개의 대표지점에서 연 2회 조사를 실시하였다.

자연형 습지의 3개 호소에서 총 78종, 인공 저수지에서 총 50종, 인공 댐호에서 총 38종의 저서성대형무척추동물이 출현하였다. 영양염류 항목 중 TN은 자연형 습지(1.486), 댐호(1.380), 인공저수지(1.084), TP는 자연형 습지(0.073), 인공저수지(0.066), 댐호(0.024)의 순으로 높은 평균값을 나타냈다. 저서성대형무척추동물과 영양염류 항목의 상관성 분석 결과, 저서성대형무척추동물 중 곤충류의 종수는 자연형 습지에서 TN($R=0.928$, $p=0.008$) 및 NO₃-N($R=0.918$, $p=0.010$)과 양의 상관관계를 보였으며, 댐호에서는 TP가 $R=0.911$, $p=0.012$ 로 양의 상관관계를 나타내었다. 인공 저수지에서는 비곤충류의 개체수와 TP가 $R=0.903$, $p=0.014$ 로 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

검색어: 자연형 습지, 인공저수지, 댐호, 저서성대형무척추동물, 영양염류

한국산 민가는나방아과 굴굴나방아과(나비목, 가는나방과)의 3종 관찰

김민선¹, 안능호², 배양섭¹

¹인천대학교 생명과학과, ²국립생물자원관

한국산 가는나방과는 가는나방아과, 민가는나방아과, 굴굴나방아과를 포함하며, 국내에 각각 17종, 28종, 1종이 기록되어 총 46종이 있다. 그러나 지리적으로 가까운 일본의 경우 2011년 기준으로 가는나방과 79종, 민가는나방아과 144종, 굴굴나방아과 15종이 각각 확인되어 있어, 향후 국내에도 가는나방과의 종이 추가적으로 기록이 될 가능성이 높을 것으로 판단, 본 연구를 진행한 결과 울산시 울주군 고현산 일대에서 가는나방과에 속하는 3종을 확인하였다. 유충에 의해 식해된 식물을 채집하여 실내 사육한 결과 가는나방아과의 붉나무가는나방(*Acrocercops deversa* Meyrick), 굴피가는나방(*Acrocercops transecta* Meyrick)이 확인되었고, 야간 등화 채집을 통하여 굴굴나방아과에 속하는 미기록 1종(*Phyllocnistis toparcha* Meyrick)이 확인되었다. 현재까지 국내에 분포하는 굴굴나방아과에는 굴굴나방(*Phyllocnistis citrella* Stainton) 1종 만이 알려져 있었다. 본래 굴굴나방아과는 독립적인 굴굴나방과였으나, Van Nieukerken et al. (2011) 이 새롭게 정리한 나비목 분류체계에 의하여 굴굴나방아과로 가는나방과에 포함되었다.

검색어: 가는나방과(Gracillariidae), 민가는나방아과(Gracillariinae), 굴굴나방아과(Phyllocnistinae), 붉나무가는나방(*Acrocercops deversa*), 굴피가는나방(*Acrocercops transecta*), 굴굴나방(*Phyllocnistis citrella*), *Phyllocnistis toparcha*

Coleophoridae (Lepidoptera) Collected from Is. Yeonpyeong and Is. Baengnyeong in the West Sea, with Three Unrecorded Species from Korea

**Minyoung Kim^{1,2}, Kyu-Tek Park³, Heung-Sik Lee¹,
Bong-Woo Lee⁴ and Seunghwan Lee²**

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

²Department of Agricultural Bio-Technology, Seoul National University, Korea

³The Korean Academy of Science and Technology, Korea

⁴Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum, Korea

In a faunistic survey for the family Coleophoridae (Lepidoptera: Gelechioidea) on Is. Yeonpyeong and Is. Baengnyeong in 2010 and 2006, respectively, eleven species of *Coleophora* were recognized. Among them, three species; *Coleophora adjunctella* Hodgkinson, *C. chenopodii* Oku, and *C. kurokoi* Oku are reported for the first time from Korea. For the newly recorded species, taxonomical remarks and illustration of adults and genitalia are given.

Key words: Is. Yeonpyeong, Is. Baengnyeong, new record, *Coleophora*, Coleophoridae, Lepidoptera

남한강 중하류의 저서성대형무척추동물상에 관한 연구

김재원, 주영돈, 치무지에, 박보선, 이희조, 김민선, 나솔문, 배양섭

인천대학교 생명과학기술대학 생명과학과

남한강은 서울을 비롯한 수도권의 수원지로서 수질과 환경에 대한 관심이 높은 지역이다. 최근 국가사업으로 수행된 4대강 공사는 하천구조에 많은 변화를 가져왔고 이에 대해 생태환경적으로 많은 의견과 우려를 낳고 있기도 하다. 따라서 수환경의 지표생물로 가치가 높은 저서성대형무척추동물상의 조사를 통해 서식 양상과 변화를 확인한다면 현재 남한강 지역의 생태환경 분석에 간접적인 지표가 될 것이라 판단하여 본 조사를 수행하였다.

경기도 여주부터 북한강과 만나는 지점까지 남한강 구간에 총 12개의 조사지점을 선정하고 2012년 분기별로 1회씩 조사를 수행하였다. 조사방법으로는 Surber-net(30cm×30cm), scoop-net 등의 Collector를 이용하여 정성채집을 실시한 다음, 1mm 체로 선별된 시료는 현장에서 70% 알콜 용액에 고정하였다.

조사결과 총 3문 19목 56과 101종이 확인되었다. 조사시기별로는 1/4분기 34과 51종이 조사되었고, 2/4분기 38과 57종, 3/4분기 35과 49종, 4/4분기 37과 53종이 확인되었다.

검색어: 남한강, 저서성대형무척추동물, 종다양성

P124

Proliferation and Excretion of *Bartonella quintana* in Body and Head Lice Following Oral Challenge

**Ju Hyeon Kim¹, Domenic J. Previte², Kyong Sup Yoon², John M. Clark²
and Si Hyeock Lee¹**

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Department of Veterinary and Animal Science, University of Massachusetts

The body and head lice (*Pediculus humanus humanus* and *Pediculus humanus capitis*, respectively) are hematophagous ectoparasites of humans and only the body louse between two is known to transmit three bacterial diseases through its feces. The proliferation profiles of *Bartonella quintana*, the causative agent of trench fever, inside the louse body and its excretion patterns were investigated in the two louse subspecies following oral challenge with *B. quintana*-infected blood meal. The initial density of *B. quintana* was sustained inside head lice without any noticeable proliferation for the entire period after infection. In contrast, *B. quintana* proliferated rapidly inside body lice and the maximum density reached at 10 days post-infection. The numbers of bacteria detected in feces from infected lice were almost the same and steadily decreased over time in both body and head lice. Nevertheless, the viability of the bacteria, as determined by fluorescence, was significantly higher in body louse feces, especially at 1 day post-infection and this tendency lasted for 11 days. These findings suggest that excretion of feces containing more viable *B. quintana* that is proliferated inside body lice following ingestion of infected blood meal is responsible for the higher vector competence of body lice.

Key words: *Pediculus humanus humanus*, *Pediculus humanus capitis*, Human lice, *Bartonella quintana*, Vector competence

DNA Barcoding of Blueberry Gall Midge *Dasineura oxycoccana* (Diptera: Cecidomyiidae)

**Hyojoong Kim¹, Sangwook Park², Taek-Jun Kang³, Sejin Kim³,
Heung-Sik Lee⁴ and Ki-Jeong Hong⁵**

¹Department of Biology, Kunsan National University, Gunsan, 573-701

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 151-921

³National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration,
Suwon, 441-440

⁴Plant Quarantine Technology Center, Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection
Agency, Suwon 443-400

⁵Department of Plant Medicine, Sunchon National University, Suncheon, 540-950

The blueberry gall midge, *Dasineura oxycoccana* (Johnson), was recently invaded into Korea, which causes serious damage to blueberries. In the blueberry production regions, the gall midge affects most blueberry varieties, *Vaccinium* spp., such as rabbiteye and highbush blueberries, causing substantial yield loss by damaging flower and leaf buds. Last year we investigated and collected the midges in the blueberry farms from Korea and USA (New Jersey and Georgia). To confirm inter- and intra-specific variations of *D. oxycoccana*, we tested COI DNA barcode using 180 collective individuals plus 37 GenBank references including other *Dasineura* species. As results, we found the same haplotype from 126 individuals in Korea, USA, and Canada. Most of the remaining haplotypes were closely related to the former, whereas there were 7 unique haplotypes genetically very distant from the major haplotype. Especially, the two haplotypes in Cheonan, Korea, were genetically farthest from the major, and the existence of two different species in New Jersey and Sunchang were confirmed. We would present haplotype diversity and geographic relationships of *D. oxycoccana*.

Key words: barcode, blueberry, *Dasineura*, introduction, invasive pest

영흥도내 영흥화력발전소 주변지역의 육상곤충상

나솔문, 주영돈, 박보선, 김민선, 김재원, 배양섭

인천대학교 생명과학기술대학 생명과학과

영흥도는 인천광역시 옹진군 영흥면에 위치한 면적 23.46km²의 섬이다. 영흥면 외 일 일원에 소재한 영흥화력발전소는 2004년 1호기 건설을 시작하여 2009년에 3, 4호기의 건설이 완료되었으며 2014년에 추가로 5, 6호기의 발전소가 증설될 예정이다. 본 연구는 영흥도와 인근 지역인 선재도와 대부도의 육상곤충상을 조사하여 발전소 인근지역의 생태환경에 미치는 영향과 변동을 파악하기 위하여 본 조사를 수행하였다.

계절별로 실시한 2차례 조사는 2012년 5월, 7월에 수행하였으며 조사지점은 영흥도의 6지점, 선재도의 1지점과 대부도의 1지점의 조사를 실시하였다. 육상곤충류의 조사는 주로 포충망을 이용한 쓸어잡기(Sweeping), 채어잡기(Brandishing), 털어잡기(Beating), Scooping 등의 방법으로 채집하였다. 총 2차례 조사수행결과 동정된 육상곤충 12목 80과 251종을 조사되었으며, 2011년 조사결과와 비교하여 출현구성종의 미약한 변화와 함께 출현 종수에 있어서는 14종 감소한 것으로 나타났다. 구성종 대부분은 전국 내륙지방에서 일반적으로 흔히 관찰되는 평지초원성 곤충류가 대부분이었으며 환경부지정 멸종위기야생동물 또는 문화재청지정 천연기념물 등 법적보호종은 확인되지 않았다. 조사된 분류군들의 군집구조를 살펴보면, 나비목이 67종으로 구성비가 가장 높았고, 그 외 노린재목 37종, 파리목 36종, 딱정벌레목 32종, 벌목 30종, 메뚜기목 22종, 잠자리목 10종이 출현하였으며 기타, 사마귀목, 바퀴목, 집게벌레목, 매미목, 풀잠자리목 등은 소수종만이 출현하였다.

검색어: 영흥도, 영흥화력, 육상곤충, 곤충, 곤충상

The Phylogenetic Relationship in the Korean ant Species : Genus *Myrmica*

Pureum Noh¹, Rahayu Oktaviani¹, Taesung Kwon², Soyeon Park¹, Hwakyung Hwang¹, Bitna Lee³, Injung Kim³, Yeonsun Jeon³, Soyeong Lim³,
Jae Chun Choe¹ and Gilsang Jeong¹

¹Division of EcoScience, Ewha Womans University

²Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

³Department of Life Science, Ewha Womans University

In Korea, twelve species in genus *Myrmica* have been described. Some of them are morphologically similar and this makes their identification difficult. For this reason, we collected several *Myrmica* species in question and inferred their phylogenetic relationship using the 418bp partial COI (cytochrome C oxidase 1) region from a total of 33 individuals. We found that the COI haplotypes are effectively grouped into three clusters that match well to their external morphological characters. Although this three species could be distinguished by the only small part of the COI region, the two individual sample of the *M. kotokuii* and one sample of the *M. carinata* are included in the *M. kurokii* group. The results indicate that the morphological identification could be obscure in the three species and it requires a close examination for this phenomenon.

Key words: Ant, Korea, *Myrmica*, *M. kurokii*, *M. carinata*, *K. kotokuii*, phylogenetics, COI

P128

Acetylcholinesterase Inhibitory Activity of Endophytic Fungus *Aspergillus* sp. MY056 Isolated from *Huperzia serrata*

**Moon Young Jung¹, Seung Min Hong¹, Haijie Xu², Mo Wang²
and Young-Joon Ahn¹**

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

²College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, P. R. China

Inhibition of acetylcholinesterase (AChE) is one of the important modes of action available for the control of insects. An assessment was made of the electric eel AChE inhibitory activity of 55 endophytic fungi isolated from the leaves of *Huperzia serrata* collected in Eunshi, Hubei Province, China. Of 55 mycelial extracts and 55 ethyl acetate-soluble fractions from liquid culture of the fungi, the ethyl acetate-soluble fraction of strain ES056 exhibited strong AChE inhibitory activity (88%) at a concentration of 100 µg/mL. Based on morphological characteristics and nuclear ribosomal DNA ITS sequence analysis, this fungus showed greatest similarity to members of the order Eurotiales and was shown to be most closely related to members of the *Aspergillus aculeatus* group. It was designated *Aspergillus* sp. MY056. This strain merits further study as a potential anti-AChE product.

Key words: Acetylcholinesterase inhibition, *Huperzia serrata*, endophyte, *Aspergillus* sp. MY056

유문등(Black light trap)을 이용한 말라리아 매개모기의 방제효과 평가

신이현², 심인구¹, 유현준¹, 김현우², 유대현², 이육교², 장규식², 노종열²,
박미연²

¹강원도 철원군보건소, ²국립보건연구원 질병매개곤충과

모기 채집기인 유문등(Black light trap)을 이용한 우사에서 말라리아 매개모기 방제효과를 확인하기 위해 모기 주 발생 시기인 2012년 7월 26일부터 8월 2일 사이 말라리아 발생지역인 강원도 철원군에서 조사를 실시하였다. 폐쇄형 우사의 경우, 하룻밤에 유문등 한 대당 채집된 말라리아 매개모기류는 평균 27,220마리(최대 33,931마리, 최소 659마리)였으며 모기가 가장 많이 채집된 유문등의 위치는 우사 내 가장 구석진 곳이었다. 개방형의 경우에는 하룻밤에 유문등 한 대당 채집된 말라리아 매개모기류가 평균 22,751마리(최대 31,176마리, 최소 13,727)로 폐쇄형 우사에 비해 다소 낮았고, 모기가 가장 많이 채집된 유문등의 위치는 축사입구 구석진 장소였다. 결론적으로, 조사기간 중 유문등 한대로 하룻밤에 말라리아 매개모기를 방제할 수 있는 모기는 평균 2천마리 이상이었고 모기가 비교적 많이 채집되는 유문등의 위치는 소의 무리와 가까우면서 안정된 장소였다. 우사에서 유문등을 이용한 모기 방제는 유문등의 설치 장소, 설치 높이 및 설치 거리 등의 기술적인 면을 고려하여, 설치된 유문등에 대한 지속적인 유지관리를 할 경우 매우 효율적인 친환경적 모기방제법이라고 판단된다.

검색어: 말라리아 매개모기, 방제, 유문등, 우사

P130

Fumigant and Contact toxicity of Myrtaceae Pplant essential oils and Blends of their Constituents against Adults of German Cockroach (*Blattella germanica*) and their Acetylcholinesterase Inhibitory Activity

**Hwa-Jeong Yeom, Jaesoon Kang, Sung-Woong Kim, Seon-Mi Seo,
Yoon-Mi Jeon and Il-Kwon Park**

¹Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Republic of Korea

Fumigant and contact toxicities of 11 Myrtaceae plant essential oils and their constituents against adult male and female *Blattella germanica* were evaluated. Of 11 Myrtaceae plant essential oils, *Eucalyptus polybractea*, *E. smithii*, *E. radiata*, *E. dives*, *E. globulus*, and *Melaleuca uncinata*, showed 100% fumigant toxicity against adult male German cockroaches at a concentration of 7.5 mg/liter air concentration. In contact toxicity tests, *E. polybractea*, *E. smithii*, *E. radiata*, *E. dives*, *E. globulus*, *M. dissitiflora*, and *M. uncinata* produced strong insecticidal activity against adult male and female German cockroaches. Of the essential oil constituents, terpinolene, α -terpinene, and terpinen-4-ol demonstrated strong fumigant toxicity against adult male and female *B. germanica*. Eugenol, isoeugenol, methyl eugenol, and terpinen-4-ol showed strong contact toxicity against adult male *B. germanica*. The toxicity of the constituent blends identified from *M. dissitiflora* essential oils indicated that terpinen-4-ol were major contributor to the fumigant activity or contact toxicity of the artificial blend. Only isoeugenol exhibited inhibition activity against male acetylcholinesterase. IC₅₀ values of isoeugenol were 0.22 mg/mL against male acetylcholinesterase.

Key words: Myrtaceae plant essential oils; fumigant toxicity; contact toxicity; German cockroach; artificial blends; acetylcholinesterase inhibition

Introduction of Insects Collected from Myanmar

Yong Kyun OH¹, Jinyoung PARK¹, Ik Je CHOI¹, Nan Zar chi Win¹, Ja Lang LIM¹, Ui Seok JEONG¹, Dong Pyeo LYU², U Pho Cho³, Khin Mar Myint³, Khin Mar Yi³ and Jong Kyun PARK¹

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University

²Department of Forest Science, Sangji University

³Forest Department, Myanmar

Myanmar is located in the Southeastern region of Asia. It lies between latitudes 9° and 29°N, and longitudes 92° and 102°E. The bordering countries are China on the northern side, Thailand and Laos on the eastern region, Bangladesh on the western side and India on the northwestern region. Myanmar has a total area of 678,500 square kilometers (262,000 sq mi). The rainy season exists primarily during the months between June and September. While dry season stays during the months between December and April. 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 four times for three years. Among them we explored three area including Popa Mountain, Alaungdaw Kathapa National Park and Nat Ma Taung National Park [Popa Mountain (8.7~8.17, 2011; 7.24~8.3 2012; 2.18~2.28 2013), Alaungdaw Kathapa National Park (2.2~2.9, 2012) and Nat Ma Taung National Park (2.18~2.28 2013)]. Collecting methods was sweeping net, light trap, burket trap, pitfall trap with other method, and collected especially mainly Coleoptera and Lepidoptera. As the result, totally about 30 families in Coleoptera and 7 families in Lepidoptera were collected, among them Carabidae and Nymphalidae was revealed most diversity species. Main collect specimens, expedition activities and collections data *etc.* were provided herein.

Key words: Myanmar, Insect Expedition, Insect diversity.

Species Richness of Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) and Incidence of *Bactrocera* Species on Mango, Guava and Jujube during Fruiting Season in Yezin Area in Myanmar

Nan Zarchi Win¹, Daw Khin Mi Mi², Thi Tar Oo², Kyaw Kyaw Win³
and Jong Kyun PARK¹

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Korea

²Department of Entomology and Zoology, Yezin Agricultural University, Myanmar

³Department of Agronomy, Yezin Agricultural University, Myanmar

The experiments were conducted from April, 2010 to July, 2011 to explore the species richness of fruit fly and to observe the incidence of *Bactrocera* species by using Methyl Eugenol trap. In the first experiment, 11 species such as *Bactrocera arecae*, *B. carambolae*, *B. dorsali*, *B. kandiensis*, *B. latilineola*, *B. malaysiensis*, *B. neocognata*, *B. raiensis*, *B. verbascifoliae*, *B. correcta* and *Carpomya pardalina* were recorded. All species except *Carpomya pardalina* were observed in mango. Eight species in guava and five species in jujube were recorded. *Bactrocera dorsalis* was found to be the most abundant in mango and guava, and *B. correcta* in jujube. During the second experimental period, the experimental area can be recorded as an infested area because index of fruit fly population captured in traps, FTD (flies/trap/day), was seven. The highest population (437 flies/trap/week) was observed on May 26 in mango orchard. The number of fruit flies was observed to be significant positive correlation with weekly rainfall ($R^2 = 0.67$ in mango, $R^2 = 0.34$ in guava and $R^2 = 0.43$ in jujube) and relative humidity ($R^2 = 0.65$ in mango), and negative correlation with mean temperature ($R^2 = 0.72$ in mango) and sunshine hour ($R^2 = 0.61$ in mango and $R^2 = 0.33$ in jujube).

Key words: Pest insects, fruit fly, *Bactrocera*, population, correlation

Repellency of Three Essential Oil Major Constituents to Wild Adult *Anopheles kleini*

Dae-Hyun Yoo¹, Seong Yoon Kim¹, Mi Yeoun Park¹, E-Hyun Shin¹, Wook-Gyo Lee¹, Jong Yul Roh¹ and Kyu-Sik Chang^{1*}

¹Div. of Medical Entomology, Center for immunology and pathology,
National Institute of Health

Repellency of 20 plant essential oils to malaria main vector in the Republic of Korea (ROK), *Anopheles kleini*, was evaluated using skin direct contact bioassay. *Anopheles kleini* showed the highest repellency to *Pelargonium graveolens* with EC₅₀ value of 0.244 mg/cm², followed by *Pinus sylvestris* and *Cinnamomum camphora* with EC₅₀ values of 0.484 mg/cm² and 0.862 mg/cm². The lowest repellency of *An. kleini* was revealed from Clary sage oil with EC₅₀ value of 4.665 mg/cm². *Anopheles kleini* did not demonstrated any repellency to Lemon, Orange, Neem, Coconut and Olive oil over 20 mg/cm². Major repellent constituents of Geranium, Pine and Camphora oil were analyzed and identified using Mass-data, GC and GC-Mass.

Major constituent of Geranium were β -citronellol (37.0%) and Camphora, 1,8-cineole (35.8%) and Pine, α -terpineol (39.5%). *Anopheles kleini* showed higher repellency to β -citronellol and 1,8-cineole than to DEET and IR3535 and did not showed any repellency to sabinene and γ -eudesmol over 20 mg/cm². Residual repellent time of 1,8-cineole and β -citronellol were 26 and 41 min, respectively and DEET, 84 min and IR3535, 102 min. In the light of global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic repellents, the three essential oils and their major constituents described merit further study as potential biorepellents for the control of *An. kleini* populations

Key words: Malaria, Repellent, Essential oil, *Anopheles kleini*, Korea.

제주 상록활엽수림의 나방류 출현 특성 분석

이가은, 김준범*

국립산림과학원 난대·아열대산림연구소

기후 변화에 따른 우리나라 나방류의 출현시기와 종 구성을 조사하기 위하여 제주도의 상록활엽수림 중 규모가 가장 크고 생태적으로 보존 가치가 높은 동백동산과 돈내코계곡을 중심으로 3월과 4월에 조사지역별로 월 2회씩 야간에 수은등을 이용하여 유인되는 나방을 채집하였다. 조사기간 중 채집된 나방은 총 5과 25종 408개체가었으며 이 중 동백동산에서 2과 13종 273개체, 돈내코계곡에서 5과 14종 35개체가 출현하였다. 동백동산에서 채집된 나방은 밤나방과가 8종으로 가장 많았으며 다음으로 자나방과가 5종이었다. 돈내코계곡에서는 자나방과가 9종으로 가장 우점하였고 다음으로 밤나방과 2종, 명나방과 1종, 불나방과 1종, 잎말이나방과 1종 순이었다. 돈내코계곡은 동백동산과 비교하여 훨씬 적은 수의 나방이 채집되었으나 다양한 과와 종이 출현하였는데, 이는 동백동산이 종가시나무가 우점하는 식생인데 반해 돈내코계곡은 구실잣밤나무가 우점하여 식생분포에 따라 나방의 종 구성에도 차이가 있었던 것으로 보이며, 돈내코계곡은 동백동산에 비해 위도는 낮지만 고도가 높아 상대적으로 온도가 낮아 나방의 개체수가 적게 조사되었던 것으로 판단된다. 본 연구를 바탕으로 제주도 상록활엽수림에서 춘기에 출현하는 나방의 종 구성 및 출현 특성을 분석함으로써 지구온난화에 따른 해충들의 발생을 예측할 수 있는 기초자료로 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

검색어: 제주도, 상록활엽수림, 나방류, 생태특성

무제치늪 육상곤충의 다양성

이희조, 주영돈, 박보선, 김민선, Qi Mujie, Le Xuanvi 배양섭

인천대학교 생명과학기술대학 생명과학과

울산광역시 울주군 정족산에 위치하고 있는 무제치늪은 우리나라에서 가장 오래된 산지습지 중 하나이다. 오랜 세월에 걸친 화강암의 풍화작용과 홍수에 의한 침식작용 등으로 형성된 분지형태의 습지로 이탄층이며 약산성의 수질을 나타낸다. 이와 같은 환경을 바탕으로 식충식물 등 희귀종이 서식하고 있으며, 곤충으로는 멸종위기종Ⅱ급인 꼬마잠자리가 확인되는 등 생태적으로도 중요한 가치를 인정받고 있다. 본 연구에서 다양한 무제치늪의 생태계 구성원 중 육상곤충의 전체적인 서식 분포와 밀도를 조사하였으며, 시기에 따른 변화양상을 비교하였다.

조사는 2012년 6~10월에 걸쳐 5회 실시하였으며, 4개로 이루어진 무제치늪 및 주변지역 중 곤충 서식에 적합한 지점을 선택하여 정밀조사를 수행하였다. 조사방법으로는 임의채집법(관찰, 목격, 돌들기 등), 스위핑법, 털어잡기법, 라이트트랩법을 사용하였다. 채집한 모든 곤충을 실험실로 운반 후 동정 및 종수를 계수하였으며 상대적 우점도지수를 구하였다.

조사결과 총 10목 67과 218종이 발견되었다. 조사된 분류군들의 군집구조를 살펴보면 나비목이 15과 107종(R.D 49.08)으로 구성비가 가장 높았고, 그 외 노린재목과 딱정벌레목이 14/13과 25종(R.D 11.47), 메뚜기목이 4과 16종(R.D 7.34), 파리목이 7과 15종(R.D 6.88), 잠자리목이 4과 14종(R.D 6.42), 벌목이 5과 11종(R.D 5.05), 풀잠자리목이 3과 3종(R.D 1.38), 사마귀목과 집게레목이 1과 1종(R.D 0.46)으로 구성되었다. 주요종으로는 멸종위기종Ⅱ급인 꼬마잠자리, 국외반출승인대상생물종인 노랑띠들명나방, 봄처녀나비가 확인되었다.

검색어: 무제치늪, 육상곤충, 서식밀도, 우점도지수

Brief introduction of Butterfly(Lepidoptera) from Myanmar

Ja Lang LIM¹, Jinyoung PARK¹, Ik Je CHOI¹, Yong Kyun OH¹, Eui Seok JEONG¹, Dong Pyeo LYU², U Pho Cho³, Khin Mar Myint³, Khin Mar Yi³ and Jong Kyun PARK¹

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University

²Department of Forest Sciences, Sangji University

³Forest Department, Myanmar

Myanmar is located in the south-east Asia peninsular and it is flanked by five neighboring states: Bangladesh, India, China, Laos and Thailand. It is located 10~22 degree north latitude, to 92~101 degrees east longitude. Myanmar has a tropical climate with three seasons in Myanmar. Hot season (March through April), rainy season (May through October) and the cool season (November through February). The coastal regions can get very hot and humid, especially before the rainy season. Myanmar has a monsoon season from May to October when there are heavy rains and often flooding. The investigation was carried out during the dry season(2013) in Nat Ma Taung National Park and Popa Mountain Park. Popa Mountain Park is located in Kyawpadaung Township, Myinchan district, Mandalay Division. The area is 49.63 square miles. Its coordinates are 29°31'60" N and 27°43'60" E. Nat Ma Taung National Park, Myanmar treasure is in Mindut District of Chin State and its area of 279 square miles. It is the third highest mountain in Myanmar with the height of 10,500 feet. Its coordinates are 21°14'00" N and 93°54'00" E. As the result, butterflies(Lepidoptera) collected in the two regions were about 60 species of 7 familys. Collecting dates, expedition activities, photo of main specimen and information of Myanmar were provided.

Key words: Myanmar, Butterfly, Popa Mountain Park, Nat Ma Taung National Park

경북 상주시 습지보호지역, 공검지의 곤충상

정의석, 박진영, 최익제, 오용균, 임자량, 박종균

경북대학교 생태과학과

공검지는 경상북도 상주시 양정리에 위치한 습지이다. 공검지는 생물다양성이 풍부한 습지임을 인정받아 1997년 경상북도 기념물로 지정되었다. 2011년 6월 28 일에는 논습지 최초로 습지 보호지역으로 지정되었을 뿐만아니라 제 10차 람사르 협약 등록을 추진하는 등 주목 받고 있는 습지이다. 이러한 점에서 공검지의 곤충의 종 다양성을 조사하고자 채집을 실시하였다. Pitfall trap, Sweeping, Searching, Light trap을 이용하여 곤충을 채집, 동정을 하여 데이터를 작성하였다. 채집시기는 2013년 5월, 7월, 10월로 분기별 총 3회 실시하였다.

본 연구 결과, 출현종수는 5월 6목 12과 25속 26종, 7월 7목 38과 100속 104종, 10월 7목 19과 32속 33종이 조사되었다. 목별 종수를 비교한 결과 딱정벌레목과 노린재목, 메뚜기목 곤충이 상대적으로 높은 종수를 나타냈으며 딱정벌레목의 경우 5월(46.2%), 7월(67.3%)에 종수가 가장 높게 나타났으며 10월(24.2%)의 경우 낮아지는 경향을 보였다. 메뚜기목은 5월(3.8%), 7월(5.8%), 10월(24.2%)로 나타났으며 노린재목은 5월(19.2%), 7월(20.2%), 10월(33.3%)로 딱정벌레목과는 상반되는 경향을 보였다.

본 연구에서는 공검지에 나타나는 곤충의 출현정도를 비교분석하여 장차 습지 생태 연구의 기초자료를 제공하고자 한다.

검색어: 공검지, 상주, 습지생태계, 곤충

전북 지역의 메뚜기목 다양성 조사 및 DNA바코드 분석

정 한, 김진호, 최수빈, 표효경, 김효중

국립군산대학교 생물학과

현재 메뚜기목 곤충은 국내 161종이 보고되어 있다. 메뚜기는 생태계 내 1차 소비자로서 다양성이 풍부하고 서식밀도가 높아 환경 지표생물로 유용하다. 본 연구에서는 전라북도 자연환경 보전지구 또는 지역 경관명소를 중심으로 메뚜기목(Orthoptera)에 속한 곤충들을 채집 및 조사하여 종 다양성과 각 종의 지역 분포를 파악하였다. 이들을 표본으로 제작하고 종 동정을 실시하고, 몸의 일부분으로부터 DNA를 추출 및 분석하여 COI DNA바코드를 확인함으로써 유전학적 차이와 계통학적 다양성을 연구하고자 하였다. 2012년 9월 15일부터 10월 27일까지 군산 옥구저수지, 금강호 생태습지, 선운산, 새만금 방조제, 변산반도국립공원, 대둔산 자연휴양림, 변산반도 일대에서 메뚜기목 곤충을 중심으로 채집하였으며, 이 중 109개체의 메뚜기목 곤충들을 동정하였다. 이들 표본 중 77개체의 DNA바코드 분석을 수행한 결과, 28종이 분자수준의 동정을 통해 확인되었고, 팔중이 18개체, 발톱 메뚜기 12개체, 방아깨비 10개체의 종내 변이 유무를 확인할 수 있었다.

검색어: 다양성, 메뚜기, 바코드, 분포지역, 분류학

고도별 기후변화 취약곤충종 조사 -점봉산-

조경연¹, 김일권², 이봉우², 류동표¹

¹상지대학교 산림과학과, ²국립수목원 산림생물조사과

우리나라 북부지방의 대표적인 산림지역 중 하나인 강원도 양양군과 인제군에 걸쳐 있는 점봉산 일대를 중심으로 산림생태계 내에서 기후변화에 따른 곤충종의 분포에 대한 모니터링을 실시하였다. 본 연구는 향후 기후변화에 따른 곤충분포상의 변화를 조사하기 위한 기초자료를 수집함과 동시에 기후변화취약종의 존재여부를 파악하는데 중점을 두고 수행하였다.

이를 위해 고도 800m, 1,000m, 1,200m 에 조사지점을 선정하고 버킷식 유아등 트랩과 핏폴트랩을 이용하여 채집을 실시하였다. 조사기간은 2012년 6월, 7월, 9월 총 3회의 채집조사를 수행하였다. 조사 결과 핏폴트랩을 이용한 개미류 조사는 6속 10종 4,584개체가 채집되었다. 채집된 개체로 빗개미, 극동흑개미, 곰배자루뿔개미 순으로 분포가 확인 되었다. 딱정벌레류 조사는 12속 15종 166개체로 나타났다. 채집된 개체로 낙점박이송장벌레, 우리딱정벌레, 중두꺼비딱정벌레 순으로 나타났다.

버킷식유아등 트랩을 이용한 나비류의 조사는 58속 63종 273개체가 나타났다. 채집된 개체로 멸강나방, 대륙쌈기나방, 검은푸른쌈기나방 순으로 나타났다.

이번 조사된 곤충류 중 국립수목원(2011)에서 지정한 기후변화취약곤충류는 일본장다리개미를 포함하여 13종이 분포가 확인되었다.

검색어: 곤충, 기후변화, 고도별, 모니터링, 점봉산

P140

Larvicidal Activity of *Pinus densiflora* Needle Hydrodistillate Constituents and Related Compounds toward Insecticide-susceptible *Aedes aegypti* and Wild *Aedes albopictus*

Seong Chun Chae⁴, Dong-Chan Lee¹, Jun-RanKim^{2,3}, Haribalan Perumalsamy²
and Young-JoonAhn³

¹Hankuk Academy of Foreign Studies, Youngin 449-854, Republic of Korea

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

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

⁴Interdisciplinary Program in Agricultural Biotechnology Major, Department of Agricultural
Biotechnology, Seoul National University

The toxicity of red pine needle hydrodistillate, its constituents, and 12 structurally related compounds to third instar larvae of insecticide-susceptible *Aedes aegypti* and wild *Aedes albopictus* was examined using a direct-contact bioassay. Results were compared with those of the currently used larvicides fenthion and temephos. The red pine needle hydrodistillate constituents were identified by GC-MS and co-elution of authenticated samples following co-injection. Based on 24 h LC₅₀ values, 3-carene (8.60–9.33 mg/L), limonene (10.34–10.77 mg/L), and thymol (10.65–11.45 mg/L) were the most toxic constituents. The moderate toxicity was produced by (1S)-(-)- α -pinene, *p*-cymene, geranyl acetate, myrcene, and β -caryophyllene (LC₅₀, 27.62–38.01 and 28.61–39.52 mg/L). Overall, these compounds were less effective than either fenthion (LC₅₀, 0.012–0.022 mg/L) or temephos (LC₅₀, 0.010–0.015 mg/L). In the light of global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic insecticides in the agricultural environment, red pine needle hydrodistillate and the compounds described merit further study as potential larvicides for the control of mosquito populations.

Key words: botanical larvicide, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Pinus densiflora*, red pine needle hydrodistillate

Distribution Characteristics By Species and Comparison of Social Wasps in Two Metropolitan Cities (Busan, Daegu)

Moon-Bo Choi¹, Gab-Sue Jang¹, Seul-Ong Kim¹, Tae-Su Kim¹, Gwan-Ik Gwon¹,
Jeong-Kyu Kim² and Jong-Wook Lee^{1*}

¹Department of Life Sciences, Yeungnam University

²Department of Biological Sciences, Hanseo University

This study selected 10 species commonly emerging in Busan and Daegu showing distinct green structure distributions, and distribution differences were mapped and analyzed according to city of origin. As for G-IS (Green-Inhabiting Species) of both cities, there were six species, including *V. mandarinia*, *V. ducalis*, *V. crabro flavofasciata*, *Vl. koreensis koreensis*, *Pa. indica*, and *P. snelleni*, which mostly inhabited urban source green and satellite green structures. As for GU-IS (Green & Urban-Inhabiting Species), there were two species, *V. simillima simillima* and *V. analis parallela*, which nested at diverse sites and showed greater preference for green structures. On the other hand, U-IPS (Urban-Inhabiting Preference Species) consisted of two species, *V. velutina nigrithorax* and *P. rothneyi koreanus*, which nested at almost all sites, including urban and urban green areas, and were found to adapt well to an urban environment based on their far higher rate of urban nesting as compared to GU-IS species. In comparing emergence rates among the four urban GU-IS and U-IPS species in Busan and Daegu, regular distribution was mostly observed within the city of Busan, which is well equipped with a green network, whereas Daegu, which lacks green structure connectivity, showed its greatest distribution of species nearby urban green areas. Also this study shows that in Daegu with longer distance between green, U-IPS emerged up to far site beyond green areas as compared to Busan, which has short distances between green areas.

Key words: urban, green, distribution, social wasps

Male Density Effect on Mating Behavior and Offspring Sex Ratio in *Trichogramma* Wasps (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Hwakyung Hwang¹, Yiseul Noh², Jinyoung Kim³, Yeonsun Jeon⁴, Soyeon Park¹, Pureum Noh¹, Bitna Lee⁴, Injung Kim⁴, Soyeong Lim⁴, Yikweon Jang¹ and Gilsang Jeong¹

¹Division of EcoScience, Ewha Womans University

²Department of Life Science, Incheon National University

³Kyunggi High School

⁴Department of Life Science, Ewha Womans University

In Hymenoptera, thanks to its haplodiploid sex determination, arrhenotokous parasitoid females are able to control offspring sex ratio by determining whether to use sperm or not at the time of oviposition.

However, the offspring sex ratio may also be influenced by the mating behavior of a male. When a male searches females, he will have more chances to encounter with other males in a high male density population than low male density population. If the male is competitive, the male can find females faster and may have longer copulation time, and eventually transfer more sperm than other males.

In this study, we investigated mate searching time, copulation duration and offspring sex ratio as a function of the male density. Although the results show difference between searching time and copulation duration, they are not statistically significant. We will discuss the statistical consequence, male density dependent offspring sex ratio and its evolutionary implications.

Key words: Mating behavior, male density, male-male competition, offspring sex ratio, haplodiploid, sex determination, Hymenoptera, *Trichogramma* wasp

P143

Complete Mitochondrial Genome of the Larch Hawk Moth, *Sphinx morio* (Lepidoptera: Sphingidae)

Min Jee Kim¹, Sei-Woong Choi² and Iksoo Kim¹

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²Department of Environmental Education, Mokpo National University

The larch hawk moth, *Sphinx morio*, belongs to the lepidopteran family Sphingidae that has long been studied as a family of model insects in a diverse field. In this study, we describe the complete mitochondrial genome (mitogenome) sequences of the species in terms of general genomic features and characteristic short repetitive sequences found in the A+T-rich region. The 15,299-bp long genome consisted of a typical set of genes (13 protein-coding genes, two rRNA genes and 22 tRNA genes) and one major non-coding A+T-rich region, with the typical arrangement found in Lepidoptera. The 316-bp long A+T-rich region located between srRNA and tRNA^{Met} harbored the conserved sequence blocks that are typically found in lepidopteran insects. Additionally, the A+T-rich region of *S. morio* contained three characteristic repeat sequences that are rarely found in Lepidoptera: two identical 12-bp repeat, three identical 5-bp long tandem repeat, and six nearly identical 5~6 bp long repeat sequences.

Key words: Mitochondrial genome, *Sphinx morio*, repeat sequence

P144

Mitochondrial Genome-based Phylogenetic Positioning of Hesperiidae in Lepidoptera with the Description of Newly Sequenced Five Skippers

Min Jee Kim, Ah Rha Wang, Jeong Sun Park, Heon Cheon Jeong and Iksoo Kim

College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

Lepidoptera is one of the largest insect orders, but the phylogenetic relationships within this order, have yet to be completely described. One of the unresolved relationships includes the monophyly of Papilionoidea in relationship with the monotypic superfamily Hesperioidea. We newly sequenced five hesperid mitochondrial genomes (mitogenomes), representing four subfamilies: Pyrginae (*Daimio tethys* and *Lobocla bifasciatus*), Coeliadinae (*Choaspes benjaminii*), and Hesperiinae (*Potanthus flavus*), and Heteropterinae (*Carterocephalus silvicola*). Along with these newly sequenced hesperid genomes phylogenetic analysis was conducted with all available lepidopteran mitogenomes including three reported species of Hesperiidae that consisted of ~70 species in ten lepidopteran superfamilies. The test for the effect of optimization schemes, such as exclusion and inclusion of third codon position of 13 PCGs, other genes (22 tRNAs and two rRNAs), and with and without partitions also was performed. Majority of datasets consistently placed the monophyletic Hesperiidae the sister to ((Pieridae + Lycaenidae) + Nymphalidae), placing another true butterfly family Papilionidae as the basal lineage of this group, presenting the relationships (Papilionidae + (Hesperiidae + ((Pieridae + Lycaenidae) + Nymphalidae))). Consistent to previous result, Pyraloidea was placed as the sister to ((Bombycoidea + Geometroidea) + Noctuoidea), placing the Macrolepidoptera as non-monophyletic group.

Key words: Hesperiidae, Papilionoidea, Mitochondrial genome, Macrolepidoptera

Genetic Relationships between *Oeneis urda* and *O. mongolica* (Nymphalidae: Lepidoptera)

Sung-Soo Kim¹, Xinlong Wan², Min Jee Kim² and Iksoo Kim²

¹Research Institute for East Asian Environment and Biology

²College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

The species status of *Oeneis urda* (Eversmann) and *O. mongolica* (Oberthür) has been argued based on morphological characters. Reexamination of their major morphological characters has shown a slight differentiation in the two species. Sequences of three mitochondrial genes (COI, ND6, and ND1) and one nuclear region (internal transcribed spacer 2, ITS2) from two *O. urda* populations (Yangyang and Mt. Hanla) and one *O. mongolica* population (Uljin) were performed for phylogenetic and population genetic inferences. Sharing of identical sequences in the ND6 gene and ITS2, minimal sequence divergence in the COI and ND1 genes, and phylogenetically undividable sequence types in all mitochondrial genes and ITS2 suggest genetic continuity between the two species. Nevertheless, significant F_{ST} estimates ($p < 0.05$) were found for the COI gene in comparisons between Yangyang (*O. urda*) and Uljin (*O. mongolica*), between Yangyang (*O. urda*) and Mt. Hanla (*O. urda*), and between Uljin (*O. mongolica*) and Mt. Hanla (*O. urda*) populations. These F_{ST} estimates, along with other gene-based analyses collectively suggest isolation of the two species at some point in the past, but incomplete separation between the two species on the mainland (Yangyang and Uljin) and biogeographically forced isolation of the *O. urda* population on Mt. Hanla collectively appear to complicate species status of these two species that were once further clearly separated.

Key words: *Oeneis*, COI, ND6, ND1, ITS2, F_{ST} , population differentiation, Satyrinae

Genetic Relationships between Mt. Halla and Mongolian Populations of *Hipparchia autonoe* (Lepidoptera: Nymphalidae)

Youngho Cho¹, Jeong Sun Park², Min Jee Kim², Deuk-Soo Choi³,
Sang-Ho Nam¹ and Iksoo Kim²

¹Department of Biology, Daejeon University

²College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

³Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency

Hipparchia autonoe belongs to the family Nymphalidae (Lepidoptera) and is designated as an endangered insect and national monument in Korea. It only inhabits a very restricted area on Mt. Halla but is widely distributed in several Asian countries including Mongolia. A previous study conducted to understand the genetic relationship between Mt. Halla and Mongolian *H. autonoe* for conservation purposes suffered from a limited number of samples. Therefore, we sequenced the DNA barcode region of an additional 36 *H. autonoe* individuals, combined them with previous data from 19 individuals, and performed phylogenetic and population genetic analyses. Furthermore, the internal transcribed spacer 2 (ITS2) region was also sequenced from the 36 samples as a nuclear DNA marker. The existence of independent haplotypes, sequence types, and significant F_{ST} estimates ($p < 0.05$) between Mt. Halla and Mongolian populations indicated hampered gene flow between the populations. Nevertheless, an absence of a reciprocal monophyletic group in Mt. Halla and Mongolian populations by cytochrome oxidase subunit I gene- and ITS2-based phylogeny suggests that the genetic isolation of the Mt. Halla population from the Mongolian populations seemed not large enough to consider them independent genetic entities.

Key words: *Hipparchia autonoe*, genetic relationships, conservation genetics, Nymphalidae, mitochondrial COI, ITS2

P147

First record of Sclerogibbidae (Hymenoptera: Chrysidoidea), ectoparasitoids of Embiidina (Insecta: Neoptera) from Cambodia

Jongok Lim¹, Massimo Olmi², Il-Kwon Kim¹ and Seunghwan Lee³

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

²Tropical Entomology Research Center, Italy

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Republic of Korea

Sclerogibbidae are small hymenopteran family only with 22 species including a fossil species. It consists of four genera, *Caenosclerogibba* Yasumatsu, *Probethylus* Ashmead, *Sclerogibba* Riggio & De Stefani-Perez and *Pterosclerogibba* Olmi.

Thirteen species of two genera (60% of species worldwide) are known from the Oriental region. However, no species was reported in Cambodia so far.

Even though the detailed biology of the sclerogibbids is poorly known, they are ectoparasitoids of the webspinners (Embiidina).

From the present study, three species of the family are recognized for the first time from Cambodia: *Sclerogibba talpiformis* Benoit, *S. rapax* Olmi and *S. impressa* Olmi.

Diagnoses and photographs for each species are presented.

Key words: Cambodia, Chrysidoidea, ectoparasitoid, Embiidina, Sclerogibbidae

꼬마굴나방과 (나비목)의 한국 미기록 3종 보고

이봉우¹, 박신영¹, 변봉규²

¹산림청 국립수목원 산림생물조사과

²한남대학교 생명시스템과학과

나비목에 속하는 꼬마굴나방과(Neptculidae) 성충의 크기가 수 mm로 나비목 중에서 가장 작은 종들이 포함된 분류군으로, 전 세계적으로는 11속에 800여 종이 기록되어 있다(Davis, 1999; Nieukerken, 1985).

꼬마굴나방과의 연구는 주로 유럽의 학자들에 의해 구북구 지역을 중심으로 이루어 졌으나, 아시아 지역의 종이 연구 된 것은 1970년대에 들어서이다. 일본의 경우 Kuroko (1982, 1999), Kemperman & Wilkinson (1985), Kumata & Nakatani (1995) 등에 의해 약 65종이 기록되어 있으며, 중국의 경우 Nieukerken & Liu (2000), Liu & Nieukerken (2001), and Nieukerken (2008) 등에 의해 13종이 기록되어 있다. 우리나라에서는 Park(1983)에 의해 처음으로 소개 되었으나, 종에 대한 동정은 이루어지지 않고 *Stigmella* sp.로 보고되었다. 이후 Lee & Byun(1997)에 의해 2속 3종이, *Stigmella fumida* Kemperman et Wilkinson, *S. aladina* Puplesis, and *Bohemannia nuvila* Puplesis, 보고된 것이 전부 일정도로 우리나라에서는 연구가 되지 않은 분류군이다.

본 연구에서는 국립수목원에서 수행한 자생생물상 조사 및 표본인프라 구축 사업을 통해 확보된 표본 검경한 결과 *Stigmella dentatae* Puplesis 등 3종의 한국미기록종이 확인 되었기에 보고한다.

검색어: 나비목, 꼬마굴나방과, *Stigmella dentatae*, 한국미기록종

Diurnal Flight Patterns of *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Platypodinae) in Relation to Abiotic Factors in Korea

Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh and Won Il Choi

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

The diurnal flight pattern of *Platypus koryoensis* (Murayama) was examined using sticky traps attached to the trunks of oak trees in central Korea in 2011. The flight activities of the beetle were estimated on the basis of 2-h interval trap catches from 05:00 to 17:00, between June 9 and July 21 (the peak flight period of the beetle). Peak flight time of the beetle ranged from 09:00 to 13:00, with variations due to the day surveyed and the facing slope. The flights began when the air temperature reached 16.7 °C, and the flights peaked when the air temperature was 23.6 °C. Flights were not observed during rainfall, suggesting that rainfall is one of the factors that influence beetle flight. The time of sunrise was not significantly correlated with the flight initiation time. The direction of flight along with the slope was changed bidirectional to unidirectional (movement from upslope to downslope) between 9:00 and 13:00.

Key words: Ambrosia beetle, flight direction, *Platypus koryoensis*, rainfall, temperature

Escape pattern of adult *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Curculionidae) on the basis of individual gallery

Cha Young Lee¹, Youngwoo Nam¹, Won Il Choi¹, Dae-Sung Won²
and Jong-Kuk Kim³

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

²Climate Change Research Institute of Korea

³Department of Forest Resources Protection, Kangwon National University

Escape pattern of the ambrosia beetle *Platypus koryoensis* (Murayama) based on individual gallery was investigated. The survey was conducted in four oak forests located in Chuncheon, Hanam, Paju and Seongnam, and escape patterns from individual gallery were surveyed using emergence trap attached at the entrances of galleries formed in 2010. The number of adults caught in each trap was periodically counted from May 2011 to September 2012. The adults ambrosia beetle was caught over two years after infestation. The escape patterns in the first and second year after infestation showed different types; in the first year, escape of adults from gallery was observed one or two times whereas escape from gallery was observed two times in the second year with variation in aspect of escape density and timing. Moreover, variations in escape pattern between trees or between galleries in the same tree was observed. Colonization success rate in living tree was higher than that of dead tree, but the number of progeny per gallery in living tree was lower than that of dead tree. Colonization success rate in the galleries of second year was lower than that of first year, but the number of progeny per gallery of second year was higher than that of first year.

Key words: *Platypus koryoensis*, ambrosia beetle, escape pattern, colonization

P151

Discovery of Lepidopteran Insects from Phou Khao Khouay National Park, Laos

Sora Kim¹, Ram Keshari Duwal¹, Yerim Lee¹, Geonho Cho¹
and Seunghwan Lee¹

¹Department of Agricultural Bio-Technology, Seoul National University, Korea

Laos, a landlocked country in Southeast Asia, has most extensive network of ecosystems in the Indochina Peninsula, surrounded by Myanmar and China to the northwest, Vietnam to the east, Cambodia to the south and Thailand to the west. It is the tropical vegetation and warm climatic conditions influenced by monsoon. Such geographical and climatic condition is favorable for the diversity of insects. However, research or educative investigation on insects have been poorly conducted.

Through recent expedition during dry season (between December 2012 and February 2013), mainly held at Phou Khao Khouay National Park (PKKNP), which varies from sheer sandstone cliffs and pristine river gorges to rough mountain slopes along the Mekong river, we recognized a total of 88 lepidopteran insects belonging to 22 families, Arctidae, Attevidae, Choreutidae, Cossidae, Crambidae, Geometridae, Gracillariidae, Hesperidae, Hyblaeidae, Limacodidae, Lycaenidae, Lymantridae, Noctuidae, Nymphalidae, Oecophoridae, Papilionidae, Pieridae, Pyralidae, Scythrididae, Sphingidae, Uraniidae and Zygaenidae, were recognized.

Key words: Expedition, Lepidoptera, Laos, Phou Khao Khouay National Protected area

산림작업과 수종이 나무종류 군집 구조에 미치는 영향

전성재, 고상현, 최원일, 남영우

국립산림과학원 산림병해충연구과

산림작업과 산림수종 구성이 나무종류 군집구조와 계절적 변이에 미치는 영향을 평가하기 위해 본 실험을 수행하였다. 강원도 평창군 가리왕산의 활엽수림에서 산림작업별(산벌림, 이단림, 택벌림, 대조림), 침엽수림에서 수종별(잣나무림, 낙엽송림, 소나무림) 조사지를 선정하였다. 산림작업별, 수종별로 조사지 당 3개의 Lindgren funnel 트랩을 설치하여 시기별 발생하는 나무종류의 종수 및 개체수를 2012년 4월부터 10월까지 4주 간격으로 총 8회에 걸쳐 조사하였다. 산림작업과 수종별 종 다양도(H)와 균등도(E), 우점종의 우점비율을 비교하였다. 가리왕산의 조사지에서 5속 36종 36,999개체의 나무종류가 확인되었다. 다양도와 균등도는 활엽수림에 비해 침엽수림에서 대체로 더 높게 나타났다. 침엽수림 중 소나무림에서 다양도와 균등도가 가장 높게 나타났고($H=1.87$, $E=0.56$), 활엽수림의 경우에는 이단림에서 가장 낮게 나타났다($H=0.92$, $E=0.34$). 4월에서 10월까지 모든 조사지에서 종과 개체수가 점점 감소하는 경향을 보여 주었다. 산벌림, 이단림, 택벌림, 대조림에서 우점종은 단풍나무종이었다. 낙엽송림과 잣나무림에서는 북한나무종이 우점종이었지만, 소나무림에서는 단풍나무종이 우점종이었다. 잣나무림을 제외한 다른 조사지에서는 한 종의 우점도가 높았지만, 잣나무림의 경우에는 우점종의 우점비율이 상대적으로 낮았다.

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

New Species of the Genus *Schoutedenia* (Hemiptera: Greenideinae) from Cambodia

Hwalran Choi and Seunghwan Lee

Department of Agricultural Bio-Technology, Seoul National University, Korea

A genus *Schoutedenia* (Hemiptera: Greenideinae) is an ancient group of Gondwanaian distribution occurring on the plant family Euphorbiaceae. In this study, we newly report *Schoutedenia* sp. nov., collected from *Phyllanthus* sp. (Euphorbiaceae) from Cambodia. Review for three species including *Schoutedenia* sp. nov., with identification key are presented.

Key words: Greenideinae, Cambodia, *Schoutedenia*. Euphorbiaceae.

P154

DNA Barcode를 이용한 국내외 애완용곤충의 분자생물학적 분류 동정 방법 연구

한정민¹, 홍기정², 황정훈¹

¹농림축산검역본부 식물검역부 위험관리과

²순천대학교 식물학과

곤충산업이 발전함에 따라 애완용곤충에 대한 인식이 변화하고 있다. 이에 외국산 애완용 곤충의 수입가능성이 증대하여 차후 외국산 애완용곤충의 수입허용 등 여건 변화 시 즉각 대응이 필요하다. 이에 따라 관련 정보의 확보를 위해 2011년부터 2012년까지 농림축산검역본부 식물검역부에서 애완용곤충의 DNA바코드 연구를 실시하였다.

사슴벌레과 및 장수풍뎅이과를 중심으로 주요 외국산 애완용 곤충을 선정하여 분류 및 생태 정보, DNA 바코드 정보 등 관련 생물정보를 확보하고 주요 외국산 애완용 곤충의 분류 동정법을 개발하였다. 이 연구를 통하여 2년 동안 외국산 사슴벌레과 63종 443개체, 한국산 사슴벌레과 7종 23개체, 외국산 장수풍뎅이과 24종 205개체, 한국산 장수풍뎅이과 1종 3개체의 DNA 바코드 염기서열을 확보하였다.

이번 연구를 통해 확보된 자료를 바탕으로 검역현장 및 특사경 단속 시 정확한 분류동정 업무 수행과 차후 수입허용을 위한 위험분석 시 활용이 기대된다.

검색어: 애완용곤충, 사슴벌레과(Lucanidae), 장수풍뎅이과(Dynastidae), DNA Barcode

Effects of Temperatures on Development of *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae)

Jungim Hong, Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh and Won IL Choi

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

The fall webworm, *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae), was originally distributed in North America and spread into central Europe and eastern Asia in the early 1940s. This species was first found in Seoul, Korea in 1958. In this study, the effect of temperatures on development in regional variation of the *H. cunea* was investigated. Local populations of fall webworm were collected in Goyang and Pusan, Korea and the larvae were reared on an artificial diet, incubated at seven constant temperatures of 17.5, 20.0, 22.5, 25.0, 27.5, 30.0 and 32.5°C under the photoperiod 16L:8D. The average developmental periods decreased as the temperature increased at all stage in the Goyang population. The temperature dependent developmental rates in each stage were well described by linear and nonlinear Briere model in the Goyang population. The lower threshold temperature for development from egg to adult was 13.7°C and all the eggs did not hatch at 32.5°C. Optimum temperatures for reproduction was 22.5°C, and average number of eggs laid by individual female at the temperature was 441.5±121.8. Developmental periods of larval and pupal stage in the Goyang population were not significantly different from those in the Pusan population at 25°C.

Key words: *Hyphantria cunea*, fall webworm, developmental rate, lower threshold temperature, temperature dependence

ITS 유전자 marker를 이용한 지역별 매개충 종 동정

홍진아, 정찬식, 한혜림, 문일성

국립산림과학원 산림병해충연구과

소나무재선충(*Bursaphelenchus xylophilus*) 매개충인 솔수염하늘소 (*Monochamus alternatus*)와 북방수염하늘소 (*Monochamus saltuarius*)는 생물학적 뿐만 아니라 형태적으로도 비슷하다. 특히, 유충의 형태를 육안으로 구별하기가 용이하지 않다. 우리가 디자인한 Internal transcribed spacer(ITS) 유전자 마커를 이용하여 지역별로 매개충들의 분포를 알아보았다. 개발한 ITS primer는 PCR을 통하여 유전자 마커로서의 기능을 확인하였고, 이 실험을 입증하기 위하여 실험에 사용했던 유충들을 성충으로 사육한 결과 PCR 실험과 같은 결과를 나타낸 것을 확인하였다. 이러한 ITS PCR method를 이용하여 지역별 매개충 분포를 조사하였다. 소나무재선충병 피해지에서 매개충 유충을 채집하여 PCR을 실행하였다. 그 결과 경기도는 북방수염하늘소, 대구는 솔수염하늘소, 충남과 경북은 솔수염하늘소와 북방수염하늘소가 혼생되어 있는 것을 확인하였다. 더 나아가 이 방법을 이용하여 신규발생지역에서 나타난 매개충의 종류를 유충상태에서 미리 파악이 가능하며, 두 매개충이 혼생하는 지역을 확인하여 예방 및 방제를 할 수 있을 것이라 생각된다.

검색어: 북방수염하늘소, 솔수염하늘소, ITS, 유전자 마커

미얀마산 삼채묘에서 검출된 뿌리혹선충 (*Meloidogyne* spp.)의 형태학적 분류

김동우¹, 박병용², 김숙정³, 전재용^{1*}

¹농림축산검역본부 동식물위생연구부 식물검역기술개발센터

²농촌진흥청 농업과학기술원 작물보호과

³농림축산검역본부 인천공항지역본부 시험분석과

2013년 2월, 인천공항으로 수입된 미얀마산 삼채묘(*Allium hookery*)의 검역 과정에서 뿌리혹선충(*Meloidogyne* spp.)이 검출되었다. 삼채묘에 형성된 뿌리혹은 다양한 형태로 나타나 여러 종이 동시에 감염된 복합감염으로 추정되었다. 따라서 뿌리혹의 형태별로 구분하여 표본을 제작하고, 뿌리혹선충 암컷 후부음문표피무늬를 기준으로 종 동정을 시도하였다.

후부음문표피무늬의 형태에 따라 삼채묘에는 최소 5종의 뿌리혹선충이 감염된 것으로 밝혀졌으며 *M. hapla*, *M. javanica*, *Meloidogyne* sp.1, *Meloidogyne* sp.2, *Meloidogyne* sp.3으로 동정하였다. *M. hapla*와 *M. javanica* 그룹은 국내 분포종으로 형태적 분류 형질이 뚜렷하게 나타났다. 나머지 3개 그룹은 국내 기록종과 대조하여 형태적 형질이 다르게 나타나 국내 미기록종으로 추정되나, 동정을 위한 분류 형질이 복합적으로 나타나 정확한 동정이 이루어지지 않았다. 동정된 선충에 대한 사진 자료를 제공하며, 미동정된 뿌리혹선충의 정확한 동정을 위해 추가적인 연구가 필요하다.

검색어: 삼채묘, 뿌리혹선충, 검역

Concepts and Methods of Large-scale Ecological Data Collection for a Citizen Science Project

Jaeyeon Kang, Eunjae Jang and Yikweon Jang

Department of EcoScience, Ewha Womans University

Collection of ecological data such as the temporo-spatial distribution of a species is very difficult, due to broad distribution over large areas, phenology, and lack of resources for field survey. Citizen science, which is a cooperative scientific endeavor between researchers and interested citizens, is ideal for collecting large-scale ecological data. However, lack of proper equipment, species identification, and/or communication between researchers and participants are hindrance for a successful citizen science project. Here, we introduce the concept and methods of large-scale ecological data collection using smartphone apps. Most of the ecological data typically consist of sound or video recording, picture, geographic coordinate, and notes. There are several apps that can collect some or all of these ecological data. Furthermore, the result of a survey can be reported to researchers using Google Docs. The data collected by non-specialists can be validated by cross-checking of the survey report by Google Docs and the ecological data sent by apps. Finally, we report the results of a citizen science project in which temporo-spatial distributions of cicada species in Korea were studied via smartphone apps and Google Docs.

Key words: Citizen science, ecological data collection, smartphone app, Google Docs

DNA Barcodes of Diptera pests in Pine Mushroom from Korea and China

Kwang-Su Lee¹ and Heung-Sik Lee¹

¹Plant Quarantine Technology Center, Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

As pine mushroom market size is about 800 billion won in the world, global trade is being increased. And in Korea, the import volume of Chinese pine mushroom is coming to maximum 10 billion won. Caused by this situation, quarantine on insect pests of pine mushroom was being important. For this problem, we tried to analyze DNA barcodes on Diptera inhabiting in pine mushroom. In this study, 253 fly individuals from Korean mushroom and 13 from Chinese one were used. Diversity on species level was analyzed based on 2.0% threshold approach. In a results, total of 23 species of six families were detected. Among them, 19 species of six families were found from Korean mushroom and four species were from Chinese one. Korean and Chinese faunistic compositions by DNA barcoding were quite different from each other. Therefore, we consider that quarantine inspection on Diptera of pine mushroom is more reinforced, and monitoring on the diptera species from imported Chinese pine mushroom is needed.

Key words: Pine mushroom, Diptera, DNA barcodes, threshold approach, quarantine pest insect.

P160

Effects of Curcuminoids Identified in Rhizomes of *Curcuma longa* on BACE1 Inhibitory and Behavioral Activity and Lifespan of Trans-human APP and BACE1 gene *Drosophila melanogaster*

Xue Wang¹, Jun-Ran Kim², Seong-Back Lee², Young-Joon Kim³, Hyung-Wook Kwon² and Young-Joon Ahn²

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

²WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³Department of Life Science, Gwangju Institute of Science and Technology

An assessment was made of beta-site amyloid precursor protein (APP) cleaving enzyme (BACE1) inhibitory, feeding, climbing activities and lifespan of the diarylalkyls curcumin (CCN), demethoxycurcumin (DCCN) and bisdemethoxycurcumin (BDCCN) identified in the rhizomes of *Curcuma longa*. Based on IC₅₀ values, BDCCN (0.024 mM) was the most inhibitory constituent, followed by DCCN (0.31 mM) and CCN (0.59 mM). Overall the three curcuminoids were significantly less inhibitory than BACE1 inhibitor IV isophthalamide (8.5×10^{-5} mM). The expression of human APP and BACE1 in compound eye of *Drosophila melanogaster* presented rough abnormal ommatidial lattice. Co-expression of APP and BACE1 within the developing nervous system of drosophila showed climbing defects. These transgenic flies kept on media containing 1 mM of CCN and BDCCN were observed to ameliorate eye degeneration, significantly suppress locomotive dysfunctions, and increase media life time, as well as isophthalamide. CCN and BDCCN as human BACE1 inhibitory constituents may be used as potential therapeutics or lead molecules to develop Alzheimer's disease treatment drugs.

Key words: Alzheimer's disease, human APP, BACE1, *Curcuma longa*, curcuminoids

Studies on the Viability of *Spodoptera exigua* Pupal Melanism Strain

Junjie Yuan¹, SisiLiu^{1,2} and MoWang¹

¹Department of Plant Science and Dechnology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070, China

²Department of Entomology and BIO5 Institute, University of Arizona, Tuscon, AZ 85721, USA

Melanism is one of the most marked phenotypic variations that naturally occur in a wide range of organisms. In this study, we established a homozygous melanism mutant strain with black pupae spontaneously occurring within a wild-type population of *Spodoptera exigua*. The *S.exigua* pupal melanic strain showed several viability advantages. The melanism is associated with faster development, heavier pupa weight and higher fecundity after eating seven different host plants. Female adults of the two strains both tend to attract xenogeneic male adults for mating, and the fecundity of the melanic strain is significantly higher than the wild-type strain. However, the melanism is associated with slower mean flight seed, shorter mean flight duration and distance. The melanic strain adults have weaker flight capacity in different ages. The viability advantages above will contribute in more generations per year, increasing population and more serious damage. Meanwhile, based on the mating competition results, the melanic strain will be able to interfere with the reproduction of wide-type strain and replace it. However, decreased flight capacity will influence the long-distance migration ability of the melanic strain and limit its range of damage.

Key words: *Spodoptera exigua*, melanism, viability

Community Compositions of Benthic Macroinvertebrates Collected in Streams in Response to Pollution and Natural Variability

**Tae-Soo Chon¹, Dong-Hwan Kim¹, Hyun Duk Cho², Woon-Seok Cho¹
and Young-Seuk Park²**

¹Department of Biological Sciences, Pusan National University

²Department of Biology, Kyung Hee University

Benthic macroinvertebrates were collected using the Surber sampler from streams in forest areas in Southern Korea in spring and summer. Self-Organizing Map (SOM) was utilized to reveal community patterns in response to natural and anthropogenic variability in different seasons. The gradient was mainly observed according to degree of pollution and altitude. Subsequently, community compositions reflected seasonality in less-polluted area, showing difference in functional feeding groups. Gatherer-collectors and filterer-collectors were abundantly collected in spring whereas scrapers and predators were sampled in a majority in late summer. Representative species groups were identified in different seasons. persistence in communities in response to natural and anthropogenic variability.

Key words: Self-Organizing Map, seasonality, functional feeding groups, persistence, anthropogenic variability

P163

억새 밭의 해충상과 친환경 방제인자군

유은주, 정영학, 추호렬

경상대학교 응용생물학과

바이오에탄올 작물인 억새는 최근 4대강 수변구역과 공원, 골프장 등 비농경지에 바이오에탄올과 경관조성용으로 많이 식재되고 있다. 그리고 화학적 방제가 어려운 상수도보호구역 등에서 대면적으로 재배되고 있다. 그럼에도 불구하고 억새에 문제가 되고 있는 해충과 이들을 친환경적으로 방제할 수 있는 천적군에 대한 정보는 없다. 따라서 산청, 영천, 화순, 익산의 거대억새 재배지와 제주도 전역의 억새 자생지에서 2012년 9월부터 12월까지 해충의 종류와 친환경방제 인자군을 조사하였다. 조사 결과, 해충은 총 3목 12과 21속 21종이 기록되었다. 메뚜기목 해충은 억새의 잎을 가해하고 있었고 벼메뚜기, 섬서구메뚜기, 등검은메뚜기가 모든 조사지역에서 발견되었다. 화순과 익산의 거대억새 재배지에서는 이화명나방과 가루깍지벌레류가 발견되었는데, 밀도와 피해도가 높았다. 그리고 갈잎거품벌레, 주홍긴날개멸구, 매미충 등도 발견되었다. 친환경방제 인자로는 기생봉인 왕자루맵시벌(*Ophion luteus*), 고려왕자루맵시벌(*Stauropogon bombycivorus*), *Netelia* sp., *Tryphon* sp. 기생봉과 *Beauveria bassiana* 곤충병원성 곰팡이, *Hexamermis* sp. 선충이 발견되었다.

검색어: 억새, 해충, 기생봉, 곤충병원성 곰팡이

Morphology of Newly Recorded Species of *Peloribates barbatus* Aoki (Acari: Oribatida: Haplozetidae) from Korea

Jiwon Kim, Badamdorj Bayartogtokh¹ and Chuleui Jung

Department of Bioresource Sciences, Graduate School, Andong National University

¹Department of Zoology, School of Biology and Biotechnology, National University of Mongolia

The genus *Peloribates* is comparatively species rich, and world-wide, more than eighty species are assigned to this genus (Bayartogtokh, 2000). In Korea, four species of *Peloribates* were recorded.

In this study, *Peloribates barbatus* Aoki is reported from Korea for the first time. This species was collected from rice straw mat of Cherry tree in Andong National University. We present the morphology of this species relative to body size, length, shape of sensillus, position of seta, and feeding comparing with previously recorded four species of *Peloribates*. A diagnostic description of this species with detailed illustration.

Key words: *Peloribates*, oribatid mite, morphology, diagnostic, illustration