



개 회 사

한국응용곤충학회 회원여러분, 그리고 내외 귀빈 여러분, 안녕하십니까? 유난히 무덥고 비 오는 날이 많았던 긴 여름이 지나고 이제 수확의 계절 가을입니다. 다행히 가을 햇볕이 좋아서 후반기 작황이 좋아지고 있습니다.

오늘 우리는 풍광이 수려한 이 곳 변산반도에서 응용곤충학분야 연구결과들을 발표하고 미래 발전방향을 토론하기 위해 모였습니다.

최근의 기후변화는 우리 곤충학자들이 풀어야할 많은 난제를 불러오고 있습니다. 꽃매미, 미국선녀벌레, 블루베리혹파리 등 전에 없던 해충이 대발생하는가 하면, 그동안 발생이 많지 않던 해충이 갑자기 증가하는 등 많은 변화를 가져오고 있습니다.

이번 추계학회는 이처럼 급변하는 해충의 발생상황에 효과적으로 대처하기 위한 방안을 모색하기 위해, 주제를 「해충종합관리의 연구방향과 응용곤충학의 발전방안」으로 정하고 오늘과 내일 2일간에 걸쳐 진행됩니다.

오늘은 다섯 번째 송정곤충학상 수상자를 선정하여 시상하고, 특강을 듣는 자리도 마련하였습니다. 이번 추계 학회에서는 모든 발표를 포스터로 진행하고, 소모임을 그룹화하거나 특정 주제를 선정하여 발표하고 토론하는 형식으로 진행합니다.

금번에는 188건에 달하는 각 분야별 주요 연구결과들이 포스터로 발표됩니다. 한편 곤충생리, 살충제, 곤충분류 및 기후변화 관련 해충연구를 주제로 소모임을 운영합니다. 오늘과 내일 이틀 동안 포스터발표는 물론 소모임에도 많이 참석하시어 연구의 지평을 넓히는 내실 있는 학술토론의 장이 될 수 있도록 해주시고, 회원여러분간의 우의를 증진하는 기회로 활용하시기 바랍니다.

끝으로 학술발표를 해주실 연사님들, 그리고 좋은 연구결과들을 포스터로 발표해주시는 회원여러분들과, 학회 추진 실무진들에게 감사드립니다.

감사합니다.

2011년 10월 13일
사단법인 한국응용곤충학회
회장 안 용 준

Program

13 October 2011

| 일시 | 발표 및 내용 | 비고 | |
|-------------|---|-----------|------|
| 13:00~13:50 | 임시총회 | 포스터 발표 | 대연회장 |
| 13:50~14:20 | 송정곤충학상 수상자 특강 | | |
| 14:20~14:40 | Coffee Break | | |
| 14:40~15:10 | 특별강연 I (박홍현) - 곤충병원균과 Bee-Vectoring 기술을 이용한 작물보호 | | |
| 15:10~15:40 | 특별강연 II (정성훈) - Ancestral Character States and Correlated Evolution of the Cimicomorpha (Hemiptera: Heteroptera): Two case studies, Miridae and Cimicoidea | | |
| 15:40~16:10 | 특별강연 III (정명표) - 곤충의 온도 내성과 온도 반응에 대한 생태적 연구 | | |
| 16:10~16:20 | Coffee Break | | |
| 16:10~16:40 | 특별강연 IV (임종욱) - Biodiversity of Korean Bethylidae, an ectoparasitic family against insect pests | | |
| 16:40~17:00 | Biosecurity 소모임 구성안 발표 | | |
| 17:00~17:20 | SPC 기업소개 | | |
| 18:00~20:00 | 간담회 (Reception) | | |
| 22:00~ | 별도 소모임(곤충 진화) | | |

14 October 2011

| 일시 | 발표 및 내용 | 비고 | |
|-------------|------------------|-----------|--------|
| 08:00~09:00 | 회원 등록 및 접수 | 포스터 발표 | |
| 09:00~12:00 | 심포지움(기후변화 대응 연구) | | 소연회장 1 |
| | 심포지움(곤충생리) | | 대연회장 |
| | 소모임(곤충분류, 산업곤충) | | 소연회장 2 |
| | 소모임(살충제) | | 소연회장 3 |

Contents

●●● 특별 강연

13일 (목) 대연회장

좌장 : 안용준

- 14:40~15:10 곤충병원균과 Bee-Vectoring 기술을 이용한 작물보호 3
박홍현, 김정준, Ghulam Mustafa, Les Shipp
- 15:10~15:40 Ancestral Character States and Correlated Evolution of the
Cimicomorpha (Hemiptera: Heteroptera): Two case studies,
Miridae and Cimicoidea 4
Sunghoon Jung
- 15:40~16:10 곤충의 온도 내성과 온도 반응에 대한 생태적 연구 6
정명표
- 16:10~16:40 Biodiversity of Korean Bethyridae, an ectoparasitic family against
insect pests 7
Jongok Lim and Seunghwan Lee

●●● 소모임 학술발표

14일 (금) 소연회장1

좌장 : 이준호

- 09:00~12:00 곤충생태연구회 11

14일 (금) 대연회장

좌장 : 이경열

- 09:00~12:00 곤충생리연구회 12



14일 (금) 소연회장2 좌장 : 이승환

09:00~11:00 곤충분류, 산업곤충연구회 13

14일 (금) 소연회장3 좌장 : 김길하

09:00~11:00 살충제연구회 14

●●● 포스터 발표

>> 기초연구

좌장 : 이관석

P001 Identification of *Meloidogyne* spp. of Bangladesh through Morphological and PCR assays 17
M. Asaduzzaman and Kyeong-Yeoll Lee

P002 Complete mitochondrial genome of the free-living earwig, *Challia fletcheri* (Dermaptera: Pygidicranidae): genomic comparison and phylogenetic position of Dermaptera within Polyneoptera 18
Xinlong Wan, Man Il Kim, Min Jee Kim and Iksoo Kim

P003 Phylogenetic relationships of nymphalid subfamilies (Lepidoptera: Papilionoidea) inferred from COI, EF-1 α , and 16S rRNA genes 19
Xinlong Wan, Min Jee Kim, Joong Won Park, Ah Rha Wang, Jeong Sun Park, Heon Cheon Jeong and Iksoo Kim

P004 식이특성이 다른 두 종 무당벌레의 장내세균 차이 및 기주에 미치는 영향 20
강동균, 길영중, 김기수, 광창순, 서미자, 윤영남, 유용만

| | |
|-------------|---|
| P005 | mtCOI를 이용한 남한 분포 나비류의 분자분류 21 강태화, 한태만, 권오창, 김남정, 이영보, 김성수, 이상현, 정종철, 손상규, 박해철 |
| P006 | 톱다리개미허리노린재(<i>Riptortus pedestris</i>)의 장내 공생세균인 <i>Burkholdria</i> spp.의 획득과정 및 역할 22 길영중, 강동균, 김기수, 광창순, 서미자, 윤영남, 유용만 |
| P007 | Cloning and Characterization of a Novel β -1,4-Xylanase from an Earthworm-symbiotic Bacterium, <i>Cellulosimicrobium</i> sp. Strain HY-13 23 Do Young Kim, Hyo Jeong Kim, Han-Young Cho, Dong-Ha Shin, Kwang-Hee Son and Ho-Yong Park |
| P008 | Calling site preference of four cicada species in central Korea 24 Dong-Youn Kim, Jungmoon Ha and Yikweon Jang |
| P009 | 강원도 정선 백복령 카르스트지대의 곤충상 소고 25 김민선, 주영돈, 이희조, Bayarsaikhan Ulziijargal, 배양섭 |
| P010 | 무당벌레 초시의 멜라닌 색소형성과 관련된 Prophenoloxidase관련 유전자 확인 26 김세희, 권혜리, 박민우, 조신혁, 신호섭, 서미자, 임현섭, 유용만, 윤영남 |

좌장 : 박해철

| | |
|-------------|--|
| P011 | Evolutionary distribution of two different acetylcholinesterases in various insect species 27 Young Ho Kim and Si Hyoeck Lee |
| P012 | Genome analysis of an insect pathogenic virus, Hz-2V, which causes physiological changes and sterility of corn earworm, <i>Helicoverpa zea</i> 28 Woojin Kim |



| | |
|-------------|---|
| P013 | Cloning and Molecular Structure of a GH11 β -1,4-Xylanase from <i>Paenibacillus</i> sp. Strain KYJ-16 29 Yi-Joon Kim, Do Young Kim, Han-Young Cho, Dong-Ha Shin, Kwang-Hee Son and Ho-Yong Park |
| P014 | Symbiotic microorganism screening in the cotton aphid, <i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae) using 16S rRNA pyrosequencing 30 Ju Il Kim, Min Kwon, Jae dong Shim and Si Hyeock Lee |
| P015 | 관행과 유기농 사과 과수원의 날개응애류 군집 비교 31 김지원, 정철의 |
| P016 | The role of dead Korean fir as the snag-dwelling arthropods' habitat in forest ecosystem 32 Hyun Jung Kim, So Yeon Kim, Jieun Seong and Hoonbok Yi |
| P017 | 응애혹파리의 대량증식 기주선발 및 증식수 조사 33 김형환, 조명래, 강택준, 안승준 |
| P018 | Estimation of sound frequencies to disturb feeding behavior of the green peach aphid, <i>Myzus persicae</i> , using electrical penetration graph 34 Hyojoong Kim, Yerim Lee, Bitna Lee, Youngkyo Jeon and Yikweon Jang |
| P019 | Isolation and characterization of <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> from <i>Allomyrina dichotoma</i> larva feces 35 Hyo-Song Nam, Sun-Am Kim, Boung-Jun Oh and Young-Cheol Kim |
| P020 | List, Key and a New Record of the Genera and Species of the Subfamily Typhlodrominae (Acari: Phytoseiidae) in Korea 36 Myon Ok Ryu and Hong-Yul Seo |

좌장 : 변봉규

| | |
|-------------|--|
| P021 | 복숭아심식나방 살충 및 발달억제를 위한 최적 감마선 조사량 분석 37 류지훈, 김민규, 이승식, 이정열 |
|-------------|--|

| | |
|-------------|--|
| P022 | Development of decision tree model and protein profiling of <i>Heterocypris incongruens</i> Ramdohr exposed to heavy metals and pesticides using surface enhanced laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry 38 Hyoung-ho Mo, Yongeun Kim, Key-il Shin, Sung-Eun Lee and Kijong Cho |
| P023 | 인천 덕적군도 도서지역의 곤충 다양성 39 박보선, 김용기, 주영돈, Le Xuan Vi, Qi Mu Jie, 배양섭 |
| P024 | Four bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) new to Korean fauna 40 Sangwook PARK, Seunghwan LEE and Kijeon Hong |
| P025 | New records of Histerid Beetles (Coleoptera: Histeridae) from Korea 41 Hee-a Lee, Taeman Han, Young Bo Lee, Hae Chul Park, Il-Kwon Park, Sang-Chul Shin and Sangwook Park |
| P026 | Description of complete mitochondrial genome of the black-veined white, <i>Aporia crataegi</i> (Lepidoptera: Papilionoidea), and comparison to papilionoid species 42 Jeong Sun Park, Youngho Cho, Min Jee Kim, Sang Ho Nam and Iksoo Kim |
| P027 | Change of Pesticide Application Pattern in consequence of Climate Change Scenario: A Modeling and Simulation Approach using DYMEX 43 Jung-Joon Park, Gyung Min Kim, Tae Joong Yoon, Kijong Cho, Yeon Jae Bae, Mi-Gyung Lee and Myung Sub Chung |
| P028 | Geographic genetic contour of a leaf beetle, <i>Chrysolina aurichalcea</i> (Coleoptera: Chrysomelidae), on the basis of mitochondrial COI gene and nuclear ITS2 sequences 44 Joong Won Park, Sun Young Park, Ah Rha Wang, Min Jee Kim, Hae Chul Park and Iksoo Kim |
| P029 | 농업곤충의 DNA 바코드 제작 및 DB 구축의 현황과 전망 45 박해철, 강태화, 한태만, 권오창, 이영보, 김남정, 김미애, 최영철, 이관석, 한만중, 심하식, 김성수, 이상현, 정종철, 조희욱 |



| | |
|-------------|---|
| P030 | First Report of <i>Reticulitermes speratus kyushuensis</i> (Isoptera: Rhinotermitidae) in Jeju, Korea 46 Hyeon-Jin Park, Hyeon-cheol Park and Chang-Hwan Bae |
|-------------|---|

좌장 : 윤형주

| | |
|-------------|--|
| P031 | Identification of genes encoding salivary proteins in <i>Orius laevigatus</i> (Hemiptera: Anthocoridae) 47 Ji Hyeong Baek and Si Hyeock Lee |
|-------------|--|

| | |
|-------------|---|
| P032 | Taxonomic Review of the Genus <i>Spilonota</i> (Lepidoptera, Tortricidae, Olethreutinae) from North Korea 48 Bong-Kyu Byun, Bong-Woo Lee and Seung-Jin Roh |
|-------------|---|

| | |
|-------------|---|
| P033 | New Record of Blood-Feeding Land Leech in Korea (Hirudiniformes: Haemadipsidae) 49 Hong-Yul Seo, Ye Eun, Tae-Seo Park and Joon-Seok Chae |
|-------------|---|

| | |
|-------------|--|
| P034 | Antibacterial Efficacy of Culture Filtrates from Entomopathogenic Fungi 50 Tae Young Shin, Won Woo Lee, Seung Hyun Ko, Jae Bang Choi, Sung Min Bae and Soo Dong Woo |
|-------------|--|

| | |
|-------------|--|
| P035 | <i>Wolbachia</i> infection polymorphism and wing morphology in <i>Vollenhovia emeryi chosenica</i> (Wheeler) 51 Haewon Shin, Jaeri Yoo, Pureum Noh, Jae Chun Choe and Gilsang Jeong |
|-------------|--|

| | |
|-------------|--|
| P036 | 논 재배방법에 따른 무척추동물 다양성 비교 52 심재경, 권재현, 이인중, 이경열 |
|-------------|--|

| | |
|-------------|--|
| P037 | cDNA Cloning of Heat Shock Proteins and their Expression in the Ussur Brown Katydid, <i>Paratlanticus ussuriensis</i> 53 Jae-Kyoung Shim, Hea-Son Bang and Kyeong-Yeoll Lee |
|-------------|--|

| | |
|-------------|---|
| P038 | 멸종위기종 물장군(<i>Lethocerus deyrollei</i>)의 인공증식에 관한 연구 54 양경식, 김동삼, 서인수 |
|-------------|---|

| | |
|-----------------|--|
| P039 | Construction of the venom gland-specific EST library of Cambodian solitary wasp <i>Rhynchium brunneum</i> 55 Jung Hun Oh, Ji Hyeong Baek and Si Hyeock Lee |
| P040 | 강원지역 백두대간 내 나방류분포에 관한 연구 56 원대성, 장석준, 김종국 |
| 좌장 : 조기종 | |
| P041 | 강원지역 백두대간에 서식하는 딱정벌레상 연구 57 원대성, 장석준, 김종국 |
| P042 | Interspecific Hybridization of the Korean Native Bumblebee <i>Bombus hypocrita sapporoensis</i> and the Imported Bumblebee <i>B.terrestris</i> 58 Hyung Joo Yoon, InGyunPark, KyeongYongLee, MiAeKim and ByungRaeJin |
| P043 | 우리나라에서 미국선녀벌레[<i>Metcalfa pruinosa</i> (Say)]의 분포확대와 차량부착 이동 가능성 59 이관석, 이설매, 안기수 |
| P044 | A Newly Recorded Species of <i>Anaphothrips</i> Uzel (Thysanoptera: Thripidae) from Korea 60 Gwan-Seok Lee |
| P045 | Description of <i>Cydia piceicola</i> sp. nov. (Lepidoptera, Tortricidae), feeding on <i>Picea jezoensis</i> , in Korea 61 Bong-woo Lee, Yang-Seop Bae, Ah-Reum Han, Pil-Sun Park and Bong-Kyu Byun |
| P046 | Comparison on the pollinating effect and activity relative to the comb numbers in honeybee hive released in the strawberry (Janghui var.) houses 62 Sang Beom Lee, Nam Gyu Ha, Sang-Cheol Lee, Won-Tae Kim, Kwan-Ho Park and Young-cheol Choi |



| | |
|-------------|---|
| P047 | Acoustic stimuli as a feeding deterrent in the green peach aphid, <i>Myzus persicae</i> : Playback experiments 63 Yerim Lee, Bitna Lee, Youngkyo Jeon, Hyojoong Kim and Yikweon Jang |
| P048 | Effect of fenoxycarb (juvenile hormone agonist) on biological traits of <i>Paranura rosea</i> (Collembola) 64 Yun-Sik Lee, Jino Son, Yongeun Kim, Myung-seob Kim and Kijong Cho |
| P049 | 경기북부 DMZ 접경지역의 곤충생태 조사 결과 65 이진구, 이영수, 김희동, 서애경, 이봉우 |
| P050 | Change of Local Butterfly Species in Response to Global Warming and Reforestation 66 Tae-Sung Kwon, Sung-Su Kim and Cheol Min Lee |

좌장 : 김동순

| | |
|-------------|--|
| P051 | Morphological characteristics of final instar exuviae for four cicada species occurring in urban areas of central Korea 67 Hyung-yun Lee, Hyojoong Kim and Yikweon Jang |
| P052 | 인공조명의 파장에 따른 곤충 유인특성 68 이희조, 김용기, 박보선, 김민선, Le Xuan Vi, 배양섭 |
| P053 | Molecular identification and diagnosis of the immature <i>Callipogon relictus</i> (Semenov) (Coleoptera: Cerambycidae), a natural monument of Korea 69 Jongok Lim, Minyoung Kim, Sunghoon Jung, Il-kwon Kim, Jong-su Lim, Shin-young Park, Gyeong-mi Kim, Cheolhak Kim, Bong-kyu Byun, Bong-woo Lee and Seunghwan Lee |
| P054 | New record of <i>Parahabdepyris</i> Gorbатовskii (Hymenoptera: Bethyridae) from Korea 70 Jongok Lim, Il-kwon Kim and Seunghwan Lee |

| | |
|-------------|--|
| P055 | Two new records of <i>Phymatodes</i> Mulsant (Coleoptera: Cerambycidae) from Korea 71 Jongok Lim, Kyeong-mi Kim, Young-su Lee, Cheolhak Kim and Bong-woo Lee |
| P056 | 호박꽃과실파리(<i>Bactrocera scutellata</i>)의 발육 특성 72 전성욱, 조명래, 강택준, 김형환, 안승준, 김양표, 김소형, 황창연 |
| P057 | Change of Flavonoids in <i>Oryza sativa</i> Damaged by Brown Planthopper, <i>Nilaparvata lugens</i> 73 Ju Sung Jeon and Chung Gyoo Park |
| P058 | 한국산 곤충병원성 선충의 분포 조사 74 김형환, 정영학, 조명래, 손대영, 박정규, 추호렬 |
| P059 | Comparison of Community Structure of Ground Beetle Assemblage (Coleoptera: Carabidae) between Coniferous and Deciduous forests in Rural Landscape along Latitudinal Gradient 75 Jong-Kook Jung, Seung-Tae Kim, Sue-Yeon Lee and Joon-Ho Lee |
| P060 | 웨이블릿 변환을 이용한 왕귀뚜라미 노래의 처프 자동 계수 76 지창우, 이시우, 김남정, 최훈식, 송인선 |

좌장 : 이경열

| | |
|-------------|--|
| P061 | Antifibrinolytic role of a bee venom serine protease inhibitor that acts as a plasmin inhibitor 77 Young Moo Choo, Kwang Sik Lee, Hyung Joo Yoon and Byung Rae Jin |
| P062 | Molecular characterization of bee venom serine proteases 78 Yuling Qiu, Hyung Joo Yoon and Byung Rae Jin |
| P063 | Molecular characterization of a venom serine protease from bumblebees, <i>Bombus hypocrita sapporoensis</i> and <i>B. ardens ardens</i> 79 Yuling Qiu, Hyung Joo Yoon and Byung Rae Jin |



| | |
|-------------|---|
| P064 | 과원내 재배형태에 따른 곤충상 변화 80 최용석, 황인수, 강태주, 김해정, 최광렬 |
| P065 | Influence of polyhedra morphology on the virulence of <i>Autographa californica</i> nucleopolyhedrovirus 81 Jae Bang Choi, Won Il Heo, Tae Young Shin, Sung Min Bae, B and Soo-Dong Woo |
| P066 | 산채류에 발생한 돌발해충 “긴날개밀들이메뚜기” 82 최준근, 변봉규, 문윤기, 김태우 |
| P067 | 아메리카동애등에(<i>Hermetia illucens</i>) 분변토 침출수의 생태독성 평가 83 이상범, 최영철, 박관호, 김원태, 최한수, 문성경, 최은주, 이용구 |
| P068 | A New Genus (Coleoptera, Elateridae) from Taiwan 84 Taeman Han, Young Bo Lee, Seunghwan Lee and Hae Chul Park |
| P069 | Retrieving Authentic DNA Barcoding Sequence from Old Insect Specimens 85 Taeman Han, Tae Hwa Kang, Oh Chang Kwon, Young Bo Lee, Mi Ae Kim and Hae Chul Park |
| P070 | 꼬리명주나비(<i>Sericanus montela</i> Gray)의 실내사육과 온도별 발육 특성 86 홍성진, 김남정, 김성현 |
| P071 | Effects of host genetic backgrounds and the offspring sex ratio in the <i>Wolbachia</i> infected <i>Trichogramma</i> wasps 87 Hwakyung Hwang, Yikweon Jang and Gilsang Jeong |

>> 농업해충

좌장 : 송정흡

| | |
|-------------|--|
| P072 | Quality assessment of refrigerated eggs of <i>Riptortus pedestris</i> (Hemiptera: Alydidae) stored at different temperature and relative humidity regimens 88 Bishwo P. Mainali, Youngkeun Yi and Un Taek Lim |
| P073 | Effects of insecticides on apple borers when treated after boring inside the apple 89 Lalit Prasad Sah, Seon A Jeong and Chuleui Jung |
| P074 | Trap cropping for Management of bugs of mungbean, <i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek. : Trap crop in Nepal. 90 Rameswor Maharjan and Chuleui Jung |
| P075 | 공정육묘장에 발생하는 주요 해충 종 및 관리현황 91 강택준, 조명래, 김형환, 안승준 |
| P076 | 주요 약용작물에서 해충 발생생태 및 피해 특징 92 강택준, 조명래, 김형환, 안승준 |
| P077 | 강원 고랭지에 발생하는 6종 나방류 해충의 발생소장 93 권민, 김주일, 김점순, 이영규 |
| P078 | 톱다리개미허리노린재의 발육 및 산란에 미치는 먹이의 영향 94 권혜리, 박민우, 조신혁, 신효섭, 김세희, 서미자, 유용만, 윤영남 |
| P079 | 꽃매미(<i>Lycorma delicatula</i> White) 발생원 밀도억제를 위한 트랩식물 이용 기술 95 김광호, 김양표, 박홍현, 이상계 |
| P080 | 포도원에서 열점박이별잎벌레(<i>Oides decempunctatus</i>)의 발생소장과 발육에 미치는 온도의 영향 96 김선국, 이기열, 김익환, 김길하 |



| | |
|-----------------|--|
| P081 | 호리꽃등에(<i>Episyrphus balteata</i>)의 실내사육 특성 97 김성현, 홍성진, 김남정, 황석조, 김정환, 변영웅 |
| 좌장 : 조명래 | |
| P082 | 호박에 발생하는 호박꽃과실파리(<i>Bactrocera scutellata</i>) 성충 방제를 위한 약제 선발 98 김양표, 박창규, 이상계, 전성욱, 황창연 |
| P083 | 쌀포장지 두께에 따른 화랑곡나방 유충과 어리쌀바구미 성충에 대한 침투조사 99 김연국, 이시우, 이상계, 최만영, 이종진 |
| P084 | 툼다리개미허리노린재(<i>Riptortus pedestris</i>) (Hemiptera: Alydidae)의 합성 집합페로몬에 대한 반응 100 김재근, Bishwo P. Mainali, 임언택 |
| P085 | 과실(사과) 가해성 노린재류의 년도별 기주별 발생양상 101 김향미, 장일, 최경희, 송주희, 서병선, 이순원 |
| P086 | 복숭아심식나방 유충의 전사체 분석에 의한 종 동정 marker 탐색 102 박두상, 김석원, 권용국, 최경희, 오현우 |
| P087 | 서로 다른 침투이행성 약제에 대한 꼬마배나무이 [<i>Cacopsylla pyricola</i> (Foerster)]의 섭식행동 차이 103 박민우, 조신혁, 신호섭, 김세희, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남 |
| P088 | 클로버씨스트선충(<i>Heterodera trifolii</i>)의 검출보고 104 박병용, 이재국, 조명래, 전재용, 김동우 |
| P089 | 제주도 및 제주 부속섬에서 확인된 미기록 나방류 6종에 관한 연구 105 오세민, 박영미, 강병효, 오시현 |
| P090 | 국내에서 미국선녀벌레 [<i>Metcalfa pruinosa</i> (Say, 1830)] 정착 위험도 분석 및 약충에 효과적인 약제 106 박창규, 정명표, 유지한, 이시우, 김광호, 박홍현, 이상계 |

| | |
|-----------------|---|
| P091 | DYMEX®를 이용한 월동 후 애멸구(<i>Laodelphax striatellus</i> Fallen) 개체군의 발육 예측 107 박창규, 이시우, 김광호, 정명표, 이상계 |
| P092 | 톱다리개미허리노린재 [<i>Riptortus pedestris</i> (Thunberg)] 집합페로몬의 유인거리 및 기주별 발육, 산란 비교 108 박창규, 정진교, 이시우, 박홍현, 김광호, 이상구, 이상계 |
| 좌장 : 홍기정 | |
| P093 | 비타민 A 강화벼와 낙동벼에서 조사된 곤충 및 거미상 비교 109 박홍현, 김광호, 정명표, 김양표, 이상계 |
| P094 | 최근 아시아지역 이동성 벼 병해충 발생 현황 110 박홍현, 최홍수, 이관석, 김정수, 고현관 |
| P095 | 벼 이화명나방(<i>Chilo suppressalis</i>) 발생 및 피해양상 111 백채훈, 이건휘, 노태환, 심형권, 이경보 |
| P096 | Female mate choice test of the brown planthopper (BPH) in the male-male competition-free conditions 112 Bo Yoon Seo and Jin Kyo Jung |
| P097 | 월동중 조명나방 유충기생 천적의 지역간 발생특성 113 서보운, 정진교, 박기진, 허창석, 백채훈, 이홍식, 권민, 김현주 |
| P098 | Overwintering and Flight Phenology of <i>Spodoptera exigua</i> (Lepidoptera: Noctuidae) in Jeju 114 Jeong Heub Song, Soon Yeong Hong, Shin Chan Lee and Seong Keun Kang |
| P099 | Migration route tracking for <i>Riptortus pedestris</i> (Hemiptera:Alydidae) at Mt. Yangseong in 2010 to 2011 115 Youn Ho Shin, Seung Hwan Yun, Young-Uk Park, Jeong-Jin An, Yong-Man Yu and Gil-Hah Kim |



| | |
|-------------|--|
| P100 | Seasonal Occurrence of <i>Metcalfa pruinosa</i> (Say) in Chungbuk Province and Establishment of Optimal Control Timing 116 Ahn Ki-Su, Kyeong-Hee Lee, Myeong-Kyu Song, Sang-Cheol Lim and Gil-Hah Kim |
| P101 | The effect of low temperature on <i>Lycorma delicatula</i> (Hemiptera:Fulgoridae) egg hatchability 117 Song Myung-Kyu, Sang-Cheol Lim, Ki-Su Ahn, Kyeong-Hee Lee and Gil-Hah Kim |
| P102 | Metabolic detoxification of capsaicin by UDP-glycosyltransferase in three <i>Helicoverpa</i> species 118 Seung-Joon Ahn, Francisco R. Badenes-Pérez, Michael Reichelt, Aleš Svatoš, Bernd Schneider, Jonathan Gershenson and David G. Heckel |
| P103 | Forecasting the phenology of important lepidopterous pests, <i>Grapholita molesta</i> , <i>Grapholita dimorpha</i> and <i>Carposina sasakii</i> : I. Case study of plum 119 JeongJoon Ahn, Jiwon Kim, Seon Ah Jeong, Lalit Prasad Sah and Chuleui Jung |

좌장 : 김순일

| | |
|-------------|--|
| P104 | Forecasting the phenology of important lepidopterous pests, <i>Grapholita molesta</i> , <i>Grapholita dimorpha</i> and <i>Carposina sasakii</i> : II. Case study of apple 120 JeongJoon Ahn, Jiwon Kim, Seon Ah Jeong, Lalit Prasad Sah and Chuleui Jung |
| P105 | Spatio-temporal distribution of <i>Grapholita molesta</i> (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) within orchard and among orchards. 121 JeongJoon Ahn, Yonggyun Kim, Seon Ah Jeong, Lalit Prasad Sah and Chuleui Jung |
| P106 | Visual orientation of <i>Lycorma delicatula</i> (Hemiptera: Fulgoridae) in light and UV conditions 122 Hyon-Gyong An, Hyojoong Kim and Yikweon Jang |

| | |
|-----------------|---|
| P107 | 온도 변화에 따른 화랑곡나방(<i>Plodia interpunctella</i> H.)의 발육 양상 123 여상현, 천용식, 나자현, 남영우, 류문일 |
| P108 | 간척지 작물별 왕담배나방(<i>Helicoverpa armigera</i>) 발생, 피해 및 Bt균의 살충효과 124 이건휘, 백채훈, 노태환, 심형권, 이경보 |
| P109 | 매미나방(나비목: 독나방과)의 온도별 발육특성 125 이광수, 류동표, 홍창기, 이흥식 |
| P110 | 온도에 따른 흰띠명나방의 발육 특성과 발육모형 126 이상구, 김주, 정성수, 김연국, 이상계, 황창연 |
| P111 | 포도수출단지의 볼록총채벌레(<i>Scirotothrips dorsalis</i>) 발생시기 및 밀도 127 송진선, 이석준, 이채민, 임태현, 이동운 |
| P112 | 포도과원에서 발생하는 병해충 조사 128 이석준, 송진선, 이채민, 임태현, 이동운 |
| P113 | 딸기재배지 여름녹비와 태양열 소독처리시 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충의 밀도억제 효과 129 이재국, 박병용 |
| P114 | 대추나무에 피해를 주는 대추나무잎혹파리(가칭) (<i>Dasineura</i> sp.) 발견 보고 130 이흥식, 이상길, 고상현, 나기훈 |
| 좌장 : 박홍현 | |
| P115 | 전북지역 갈색날개매미충 분포 및 기주범위와 온도발육 131 임주락, 문형철, 김종철, 이주희, 한민영, 송영주 |
| P116 | 성페로몬을 이용한 사과와 자두 과수원에서 복숭아순나방붙이의 개체군 발생동태 132 정선아, 안정준, 정철의 |



| | |
|-------------|--|
| P117 | 멸강나방(<i>Pseudaletia separata</i>) 성충 무인예찰트랩 개발에서 성페로몬 조성과 트랩형태 검토와 최근 발생 양상 133 정진교, 서보운, 박창규, 조점래 |
| P118 | 포도의 차면지응애 피해 134 조명래, 강택준, 김형환, 안승준, 양창렬 |
| P119 | 공주지역 사과원에서 날개매미충의 발생양상과 생활사 135 조신혁, 박민우, 신호섭, 김세희, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남 |
| P120 | 수입휴대식물(금지품) 망고, 망고스틴에서 검출된 해충에 관한 연구 136 이정연, 이한진, 최영섭, 황의용, 최득수, 서수정, 박영미 |
| P121 | 제주도지역 아보카도 발생 해충 종류 및 피해 137 최경산, 김동환, 양진영, 김동순 |
| P122 | Attractiveness to major lepidopteran pests in apple orchards using different rice wines and fruit-based fermenting baits 138 KyungHee Choi, KyeChung Park, SunYoung Lee and YunSu Do |
| P123 | 전남지역 꽃매미 부화시기 예측모델 개발 및 황토색 끈끈이트랩의 유인효과 139 최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용, 박종대 |
| P124 | 전남지역 날개매미충(가칭, <i>Ricanula</i> sp.) 발생생태 및 피해보고 140 최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용, 이관석, 박종대 |
| P125 | 산채류에 발생한 돌발해충 “긴날개밀들이메뚜기” 141 최준근, 변봉규, 문윤기, 김태우 |

>> 위생곤충

좌장 : 최영철

| | |
|-------------|---|
| P126 | Comparison of the immune responses in intestinal tissues between body and head lice following <i>Escherichia coli</i> challenge 142 Ju Hyeon Kim and Si Hyeock Lee |
| P127 | PCR을 이용한 모기의 흡혈원 동정법 개발 143 김현우, 이육교, 신이현, 박찬 |
| P128 | Evaluation of the larvicidal activities against <i>Aedes aegypti</i> of medicinal plant extracts from 23 countries around the world (I) 144 Sung-Ho Park, Doo-Sang Park, Kyung-Seop Ahn, Sei-Ryang Oh and Hyun-Woo Oh |
| P129 | Characteristics of Foraging Activities by 2 Species of Pollinator, <i>A. mellifera</i> and <i>B. terrestris</i> on Apricot Tree 145 In Gyun Park, Mi-Ae Kim, Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee and Yun Mi Kim |
| P130 | Identification and characterization of three cholinesterases from the common bed bug, <i>Cimex lectularius</i> 146 Keon Mook Seong, Young Ho Kim, Deok Ho Kwon and Si Hyeock Lee |
| P131 | The Development of the Very Efficient Mosquito Traps, Mos-hole and DMS 147 Jae-seungYu, Long-jin Jung, Dong-sik Ryu and HoonbokYi |
| P132 | The Comparison Study of Adult Female Mosquito Collecting Efficiency by the Three Selective Mosquito Traps from Korean Rural Areas 148 Jae-seungYu, Hyun Jung Kim, So Yeon Kim, Jieun Seong and Hoonbok Yi |
| P133 | DNA 바코드를 이용한 식품 매개 곤충이물 동정방법 개발 연구 149 조서영, 서경인, 윤태중, 나자현, 배연재 |



>> 임업해충

좌장 : 임종욱

- P134** Molecular and biochemical characterization of three acetylcholinesterases from the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* 150
Jae Soon Kang, Yil Sung Moon and Si Hyeock Lee
- P135** Predictive model for the flight period of an ambrosia beetle, *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Platypodinae) 151
Youngwoo Nam, Won IL Choi, Dae-Sung Won, Jong-Kuk Kim, Sang-Hyun Koh, Jung-Su Lee and Kyung-Hee Kim
- P136** 미국흰불나방의 섭식특성 및 천적 기생물 조사 152
김원기, 정형욱, 최원일, 고상현, 박영규
- P137** 소나무재선충병 매개충인 솔수염하늘소와 북방수염하늘소의 우화 특성 153
정찬식, 문일성, 김철수, 박영석

>> 해충방제

좌장 : 백채훈

- P138** Functional analysis of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus ac78 and ac79 154
Xue Ying Tao, Jae Young Choi, Jae Su Kim, Qin Liu, Jong Bin Park, Joo Hyun Lee, Soo Dong Woo, Byung Rae Jin and Yeon Ho Je
- P139** Extracellular Production of a Chitinase by an Entomopathogenic Fungus, *Paecilomyces lilacinus* Strain HY-4 155
Zhen Ji, Do Young Kim, Han-Young Cho, Yi-Joon Kim, Dong-Ha Shin, Kwang-Hee Son and Ho-Yong Park
- P140** 진딧물 기생봉 목화면충좀벌(*Aphelinus varipes*)의 기주섭식, 기생 등 생물학적 특성에 미치는 기주곤충과 온도의 영향 156
강은진, 변영웅, 김정환, 최만영

| | |
|-------------|--|
| P141 | 시설국화에서 트랩식물의 총채벌레 유인효과 157 강태주, 최용석, 황인수, 김해정, 최광렬 |
| P142 | <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> KB100균주와 tannic acid, 파밤나방 증장액의 상관성 조사 158 곽창순, 진나영, 강동균, 길영종, 김기수, 서미자, 윤영남, 유용만 |
| P143 | Cloning of type-1 acetylcholinesterase and identification of point mutations putatively associated with carbofuran resistance in <i>Nilaparvata lugens</i> 159 Deok Ho Kwon, Deok Jae Cha, Young Ho Kim, Si Woo Lee and Si Hyeock Lee |
| P144 | Monitoring of carbamate and organophosphate resistance levels based on bioassay and quantitative sequencing in <i>Nilaparvata lugens</i> 160 Deok Ho Kwon, Si Woo Lee, Ji Hyeon Park and Si Hyeock Lee |
| P145 | Screening of lethal genes for feeding RNAi by leaf disc-mediated systematic delivery in <i>Tetranychus urticae</i> 161 Deok Ho Kwon, Ji Hyeon Park and Si Hyeock Lee |
| P146 | 헤어리베치에서 톱다리개미허리노린재의 발생양상 및 친환경농자재를 이용한 친환경적 방제 162 권혜리, 박민우, 조신혁, 신호섭, 김세희, 서미자, 유용만, 윤영남 |
| P147 | <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> KB098의 plasmid DNA상의 <i>cry</i> gene 위치 탐색 163 김기수, 길영종, 강동균, 곽창순, 서미자, 윤영남, 유용만 |

좌장 : 윤영남

| | |
|-------------|--|
| P148 | Bistrifluron과 Flubendiamide 혼합 액상수화제(SC)의 담배나방과 파밤나방에 대한 방제효과 164 김시용, 강명기, 엄정국, 정훈성, 김태준 |
|-------------|--|



| | |
|-------------|--|
| P149 | Generating Thermotolerant Colonies by Pairing <i>Beauveria bassiana</i> Isolates 165 Jae Su Kim, Margaret Skinner, Svetlana Gouli, Jae Young Choi, Yeon Ho Je and Bruce L. Parker |
| P150 | Susceptibility of the tobacco whitefly, <i>Bemisia tabaci</i> (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype Q to entomopathogenic fungi 166 Hong Zhu and Jeong Jun Kim |
| P151 | LED 파장에 따른 파밤나방 및 담배거세미나방의 유인효과 167 김주, 이규환, 정성수, 이주희, 김대향 |
| P152 | A model study of imidacloprid resistance mechanism in Gangwha field population of the cotton aphid, <i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera: Aphididae) 168 Ju Il Kim, Min Kwon, Jae dong Shim, Si Young Kim and Si Hyeock Lee |
| P153 | A New Pheromone-Baited trap for <i>Riptortus clavatus</i> 169 Junheon Kim, Min-Ju Lee and Seong-Ho Kang |
| P154 | 사과나무의 사과응애에 대한 응애약 방제효과 차이 170 장일, 김향미, 최경희, 김윤중, 성낙삼, 정삼영, 이순원 |
| P155 | 수수에서 왕담배나방의 발생양상, 수수 피해 및 약제방제효과 171 김현주, 배순도, 윤영남, 박경미, 최병렬, 노재환 |
| P156 | 여름작형 시설오이에서 총채가시응애와 지중해이리응애를 이용한 꽃노랑총채벌레의 방제 172 김형환, 조명래, 전홍용, 강택준, 안승준, 정재아 |
| P157 | 시설재배 수박에서 곤충병원성 선충을 이용한 목화바둑명나방의 방제 173 김형환, 조명래, 강택준, 안승준, 정재아 |

| | |
|-------------|--|
| P158 | Relationship between Initial Population Densities of <i>Meloidogyne incognita</i> and Yield of Hot pepper in a Greenhouse 174 Ryu Younghyun, Hyunro Park, Sangsuk Lee and Donggeun Kim |
| P159 | Nematicidal activity of <i>Phellodendron amurense</i> rhizome-derived materials toward root-knot nematode (<i>Meloidogyne</i> Spp.) 175 Chang-sub Moon, Kyung-whan Yoon, Tae-kyun Hong, Byung-soo Han, Sung chul Moon, Young-ho Kim, Li-Wei and Dong Woon Lee |
| P160 | Etoxazole resistance could find no point mutation in mitochondrial gene of the two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch 176 Sang-Eun Park, Hyun-Na Koo, Changmann Yoon and Gil-Hah Kim |
| P161 | Evaluation and Comparison of Air and Microclimate Temperature Effect on the Population Dynamics of Greenhouse Whitefly (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) in Cherry Tomato Grown in Greenhouses 177 Jung-Joon Park, Eun Woo Park, Kuen Woo Park, Key-Il Shin and Kijong Cho |
| P162 | 다양한 해충에 대한 고삼추출물의 살충효과 구명 178 박정현, 홍석일, 윤여준, 김영권 |
| P163 | Bacteriocins from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>cameroun</i> as A Possible Selection Marker in Bt Conjugation 179 Jong Bin Park, Qin Liu, Jae Young Choi, Jae Su Kim and Yeon Ho Je |
| P164 | 미생물살충제(뷰베리아바시아나)와 농자재와의 혼용 효과 180 박종호, 홍성준, 한은정, 심창기, 이민호, 김용기 |
| P165 | 진딧물 기생봉 진디면충좀벌(<i>Aphelinus asychis</i>)의 기주섭식, 기생 등 생물학적 특성에 미치는 기주곤충과 온도의 영향 181 강은진, 변영웅, 김정환, 최만영 |
| P166 | Sensitivities of Entomopathogenic Fungus <i>Aschersonia aleyrodis</i> to Bordeaux Mixtures and Lime Sulfur 182 Sang Soo Oh, Jeong Heub Song, Soon Yeong Hong, Shin Chan Lee and Seong Keun Kang |



| | |
|-------------|---|
| P167 | Effect of Yeast Extract Added in Artificial Media on Mass Production of <i>Aschersonia aleyrodalis</i> Conidium 183 |
| | Sang Soo Oh, Jeong Heub Song, Soon Yeong Hong, Shin Chan Lee and Seong Keun Kang |

좌장 : 김도익

| | |
|-------------|---|
| P168 | 인삼포에서 인삼줄기버섯파리(<i>Phytosciara procera</i>)의 발생양상과 효과적인 방제제 선발 184 |
| | 신효섭, 곽창순, 조신혁, 신정섭, 조대휘, 서미자, 유용만, 윤영남 |

| | |
|-------------|------------------------------------|
| P169 | 감귤에서 꿀응애의 생태 및 방제에 관한 연구 185 |
| | 오승협, 이평호, 황록연, 현재욱 |

| | |
|-------------|--|
| P170 | Monitoring and determination of Cabarmate resistance in field strain of <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae) 186 |
| | Jung Hun Oh, Deok Ho Kwon, Ju Il Kim, Jae Dong Shim and Si Hyeock Lee |

| | |
|-------------|--|
| P171 | Molecular diagnosis of the pyrethroid resistance conferred by sodium channel mutations in <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae) 187 |
| | Jung Hun Oh, Deok Ho Kwon, Ju Il Kim, Jae Dong Shim and Si Hyeock Lee |

| | |
|-------------|---|
| P172 | Characterization and Cloning of <i>cry</i> Genes from a Novel Serogroup Mosquitocidal Strain, <i>Bacillus thuringiensis</i> Serovar <i>mogi</i> 188 |
| | Qin Liu, Jae Young Choi, Jae Su Kim, Xueying Tao, Jong Bin Park, Joo Hyun Lee and Yeon Ho Je |

| | |
|-------------|---|
| P173 | Effect of electron beam irradiation on development and reproduction of <i>Spodoptera litura</i> 189 |
| | Seung-Hwan Yun, Changmann Yoon, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim |

| | |
|-------------|--|
| P174 | Understanding and Application of Repellent Behaviors of <i>Aedes aegypti</i> 190 |
| | Seung-Jae Beak, June-Sun Yoon, Soon-Il Kim, Sung-Hwa Lee and Hyung Wook Kwon |

| | |
|-------------|--|
| P175 | 배과원 깍지벌레류 생물적 방제를 위한 토착천적 선발 191 |
| | 이영수, 김철학, 함은혜, 이준석, 장미연, 김진영, 이희아 |

| | |
|-------------|---|
| P176 | Selection of Entomopathogenic Fungi to Control green peach aphid, <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) 192 Won Woo Lee, Tae Young Shin, Seung Hyun Ko, Jae Bang Choi, Sung Min Bae and Soo Dong Woo |
|-------------|---|

| | |
|-------------|---|
| P177 | EST Analysis of Small Brown Planthopper, <i>Laodelphax striatellus</i> Carrying Rice Stripe Virus 193 Joo Hyun Lee, Jae Young Choi, Yong Wang, Jae Su Kim and Yeon Ho Je |
|-------------|---|

좌장 : 변영웅

| | |
|-------------|---|
| P178 | Visual Preference of <i>Spodoptera exigua</i> to Various Wavelengths of Light Emitting Diodes 194 Hoi-Seon Lee |
|-------------|---|

| | |
|-------------|--|
| P179 | Behavioral Responses of Small Size Insects to High Power Light Emitting Diodes 195 Hoi-Seon Lee |
|-------------|--|

| | |
|-------------|---|
| P180 | Attractive Responses of High Power Light Emitting Diodes against <i>Plutella xylostella</i> Adult 196 Hoi-Seon Lee |
|-------------|---|

| | |
|-------------|--|
| P181 | 봉지씌우기에 의한 호박과실파리(<i>Bactrocera depressa</i>)의 물리적 방제 197 전성욱, 조명래, 강택준, 김형환, 안승준, 김세진, 황창연 |
|-------------|--|

| | |
|-------------|---|
| P182 | Attractive Responses of Various Wavelength Light Emitting Diodes to <i>Sitophilus oryzae</i> Adults 198 Kyoung-Shik Cho, Min-Gi Kim, Jeong-Moon Kim and Hoi-Seon Lee |
|-------------|---|

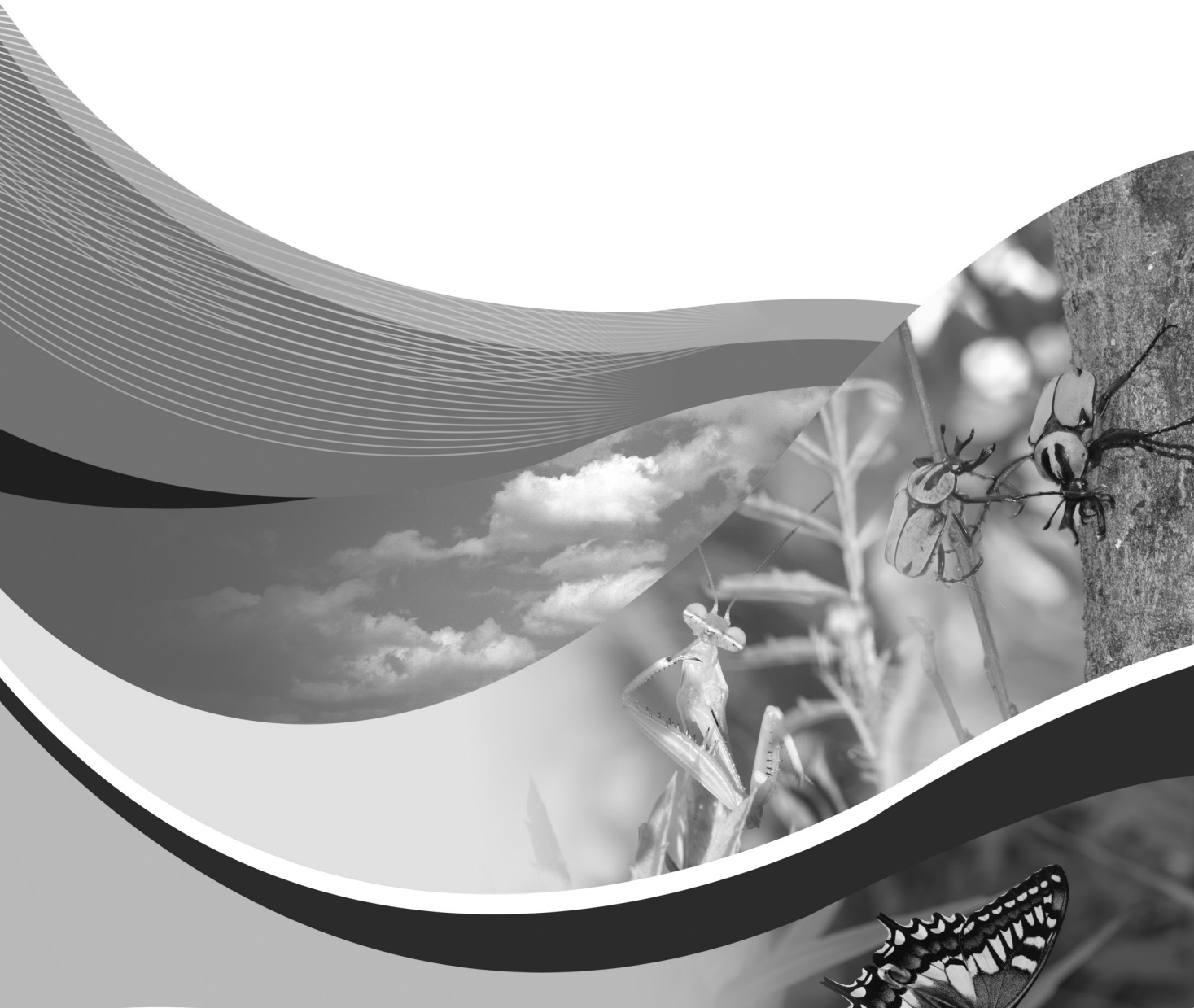
| | |
|-------------|---|
| P183 | Development of Insecticidal Component Isolated from <i>Juglans regia</i> and Its Derivatives against <i>Sitophilus oryzae</i> and <i>S. zeamais</i> 199 Kyoung-Shik Cho, Min-Gi Kim, Jeong-Moon Kim and Hoi-Seon Lee |
|-------------|---|

| | |
|-------------|--|
| P184 | Contact and residual toxicities of several insecticides against the cigarette beetle, <i>Lasioderma serricorne</i> and the maize weevil, <i>Sitophilus zeamais</i> 200 Sun-Ran Cho, Changmann Yoon, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim |
|-------------|--|



| | |
|-------------|---|
| P185 | 꼬마배나무이 월동성충 산란알의 부화시기 및 친환경 자재의 방제효과 201 조영식, 송장훈, 박장현, 최장전, 이한찬 |
| P186 | 오이 봄재배시 천적을 이용한 주요해충 생물학적 방제 202 최용석, 황인수, 강태주, 김해정, 한익수, 최광렬 |
| P187 | Insecticidal Activities of Recombinant Baculviruses Expressing Kunitz-type Toxin Isolated from Insect Venoms 203 Jae Young Choi, Yong Wang, Xue Ying Tao, Jae Su Kim, Jong Yul Roh, Byung Rae Jin and Yeon Ho Je |
| P188 | 학교숲에 발생한 해충 발생현황과 관리방안 204 한경식, 김철응 |

특별 강연



곤충병원균과 Bee-Vectoring 기술을 이용한 작물보호

박홍현¹, 김정준¹, Ghulam Mustafa², Les Shipp²

¹농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과, ²캐나다 농업농식품부 시설작물연구소

곤충, 특히 벌을 이용한 Bee-vectoring 기술은 수정벌이 꽃가루뿐만 아니라 박테리아나 곰팡이 같은 미생물등도 운반하는 점을 병해충 방제에 응용한 기술이다. 캐나다를 비롯한 여러 나라에서 1990년대 초반부터 연구되고 있고, 우리나라도 최근 연구가 활발하게 진행되고 있다. 수정벌이 미생물제제의 매개자로서 식물체의 꽃이나 잎 등에 곤충병원균을 전파함으로써 병해충 방제를 가능케 하는 새로운 방제 전략으로, 곤충병원균을 효율적으로 살포할 수 있는 매개곤충 및 방제제 선발과 미생물 제제가 효과적으로 벌에 부착하는 것을 도와주는 분배장치의 개발이 중요하다. Al-mazar'awi 등(2006, 2007)와 Kapongo 등(2008a, 2008b)은 곤충병원성곰팡이, 뒤영벌, 분배장치를 이용하여 bee-vectoring의 기술을 연구, 개발하였는데, 최적농도에서 뒤영벌에 영향을 최소화하면서 시설내 온실가루이, 총채벌레 뿐만 아니라 식물병의 방제 가능성을 보고하였다. 본 연구진의 연구결과에 따르면 *Bt* 제를 이용한 vectoring 연구 결과, 뒤영벌은 벌, 꽃, 잎에 상당한 양의 미생물 살충제를 살포시키고 이 균들에 의한 해충 방제효과도 확인하였다. 베쿨로 바이러스(ACMNPV)도 식물체내 살포가 확인되었으며 대상해충에 방제효과가 높게 나타났다. 또한 분배장치는 bee-vectoring 연구에서 중요한 부분으로 국내에서 새로이 고안된 분배장치는 기존의 국외 개발 장치와 비교시 벌의 활동량과 제제 운반량을 증진시키는 것으로 확인되었다. 벌이 분배장치를 통과시 부착되어 운반하는 제제의 양은 분배장치의 길이, 폭, 높이 조합과 연관되어 있었다. 친환경 방제를 위해 사용되는 미생물 살충제의 곤충 이용 살포기술은 곤충병원균의 생존에 영향이 없는 생력적 방제 기술로서 많은 연구의 확대가 필요한 분야이다.

검색어: bee-vectoring, 미생물제제, 분배장치, 병해충관리

Ancestral Character States and Correlated Evolution of the Cimicomorpha (Hemiptera: Heteroptera): Two case studies, Miridae and Cimicoidea

Sunghoon Jung

Laboratory of Insect Biosystematics, Division of Entomology, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University. Email: john23@snu.ac.kr

Recently, biological systematic studies have contributed for understanding of evolutionary histories of living organisms. In this talk, I present how evolutionary histories are inferred from the phylogenetic relationships. Two case studies in the Cimicomorpha (Heteroptera) are presented: 1. Inferring ancestral character states of the plant bugs (Heteroptera: Miridae); 2. Revealing evolutionary history of the Cimicoidea based on correlated evolution between habitat selection and morphological characters (Heteroptera: Cimiciformes).

Case I: The first comprehensive cladistic analysis of Miridae, the plant bugs, is presented based on analysis of 3935 base pairs of mitochondrial (16S, COI) and nuclear (18S, 28SD3) DNA for 91 taxa in seven subfamilies. Data were analyzed using maximum likelihood (ML), parsimony, and Bayesian inference (BI) phylogenetic frameworks. Divergence time estimates indicate that the radiation of the Miridae began in the Permian; most genus-level radiations within subfamilies began in the late Cretaceous, probably in response to the angiosperm radiation. Ancestral feeding state reconstructions based on Bayesian and parsimony inference were largely congruent and both reconstructed phytophagy as the ancestral state of the Miridae. Furthermore, the feeding habits of the common ancestors of Mirinae + Deraeocorinae, Bryocorinae + Cylapinae + Isometopinae + Orthotylinae, and the remaining taxa excluding Phylinae, were inferred as phytophagous. Therefore, at least three shifts from phytophagy or polyphagy to predation occurred within the Miridae.

Case II: The diverse habitat types and discrete morphological characters of cimicoid species provide a unique opportunity to study correlated evolution. Phylogenetic relationships within Cimicoidea were determined using Bayesian

analyses of molecular data, allowing the generation of testable hypotheses of correlated evolution. An investigation of the correlation between habitat selection and morphological characters revealed that a dead plant habitat was correlated with the filiform antennal type. Furthermore, molecular dating analysis was used to examine divergence times within the Cimicoidea. Transitions to live plants from dead plants for most cimicoid clades started right after the mid-Cretaceous, coinciding with the radiation of the angiosperms. Using contingency analyses, I determined that evolutionary changes in morphological characters were dependent on habitat selection. Based on these results, I propose evolutionary historical hypotheses for the Cimicoidea.

Key words: Cimicoidea, Miridae, Heteroptera, Cimicomorpha, fossils, correlated evolution, ancestral character states, phylogenetic contingency analysis, correlation

곤충의 온도 내성과 온도 반응에 대한 생태적 연구

정명표

농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과

온도는 곤충의 생활에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나로, 장기적인 관점에서 종 풍부도와 지리적인 분포 등에 영향을 미치며, 단기적으로는 활성과 생존 등에 영향을 미친다. 온도에 대한 곤충의 반응은 개체군 동태의 중요한 원동력이 되며, 기후변화영향 평가를 위한 생물기후모델 혹은 분포 모델에 필수적으로 이용되고 있다. 하지만 대부분의 곤충에게 있어서 기후의 평균적인 변화보다는 극한온도로의 변동이 생존에 더 많은 영향을 미칠 수 있다. 변화한 기후에 대한 개체 혹은 개체군의 반응은 공간적·시간적으로 달라질 수 있지만, 아직 이것에 대해 명확하게 밝혀지진 않았다. 온도 변화에 각 개체군의 반응력은 환경변화 영향을 이해하는데 중요한 요소이다. 곤충의 온도 변화에 대한 반응은 온도환경(thermal environment)과 연관된 기계적·생리적 특성을 통해 이루어지며, 환경의 변화와 예측에 대한 동물의 반응 능력과 연관되어 있다. 이러한 온도환경은 생태적으로 적합한 시간척도(시간, 일, 계절 등)에 의해 정량화 될 수 있다. 곤충이 예기치 못한 온도에 노출되었을 때, 생리적 혹은 행동적 메타니즘을 발현함으로써 변화한 온도에 대처를 하지만, 이와 같은 메카니즘은 잘 알려져 있지 않다. 현재까지 약 30여종의 육상절지동물이 rapid cold hardening(RCH)을 보인다고 알려져 있다. RCH는 저온조건 혹은 예측할 수 없는 환경(Environmental predictability hypothesis)에서 생존이 불가능한 온대지방 생물종에서 일반적이지만, 곤충에서 RCH에 대한 연구는 상대적으로 미흡하다. 따라서 본 발표에서는 곤충의 온도내성과 온도에 대한 행동반응에 생태 연구의 방향 및 경향을 살펴보았다.

검색어: 온도내성, 온도반응, rapid cold hardening

Biodiversity of Korean Bethylidae, an ectoparasitic family against insect pests

Jongok Lim¹ and Seunghwan Lee²

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Bethylidae is the largest family of Chrysidoidea (Hymenoptera: Aculeata) and distributed widely from the tropics to the subarctic regions around the world.

Most members of the family are relatively small, and are generally known as ectoparasitoids of immature stages of Lepidoptera and Coleoptera. Some species have been used and studied as natural enemies of various insect pests in some countries.

Even though the family Bethylidae is important group as natural enemies in the agricultural and forestry fields, fundamental researches on this group such as a faunal study have not carried out and poorly known in Korea.

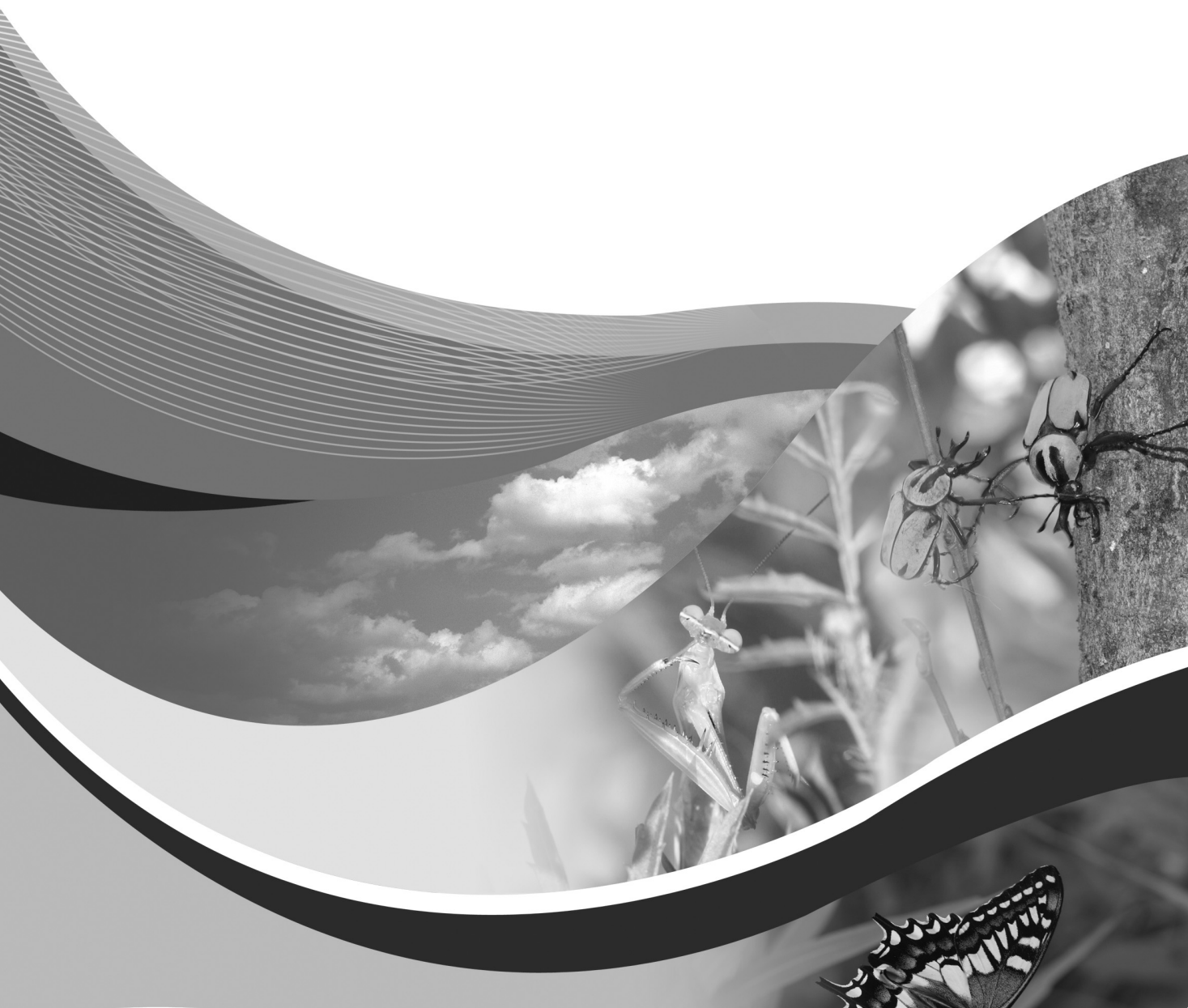
Since 2005, we have carried out the faunal investigation of Korean Bethylidae and more than 1,600 specimens were collected by 2010, with some of their host insects.

As results of present study, fifty two species belongs to sixteen genera of Bethylidae are recognized in Korea, including seven previously recorded species as of 2006.

We will introduce on the biodiversity of Korean Bethylidae and its applied aspects as potential biocontrol agents against various insect pests with cases of their usages.

Key words: Bethylidae, biocontrol agent, biodiversity, ectoparasitoid, Korea

소모임 학술발표



곤충생태연구회 (소연회장1)

1부

| 시간 | 제목 | 발표자 |
|-------------|------------------------------------|--------------|
| 09:00~09:15 | 겨울온도가 꽃매미 발생에 미치는 영향 | 최원일(국립산림과학원) |
| 09:15~09:30 | 꽃매미의 집단유전학연구를 위한 초위성체마커 개발과 유용성 | 김효중(이화여자대학교) |
| 09:30~09:45 | 꽃매미 방제에 관한 연구 | 김길하(충북대학교) |
| 09:45~10:00 | 꽃매미의 저항성수준모니터링을 위한 주요살충제 작용점 유전자분리 | 권덕호(서울대학교) |
| 10:00~10:15 | 꽃매미 월동알의 내한성 및 부화시기 예측모델 | 이준호(서울대학교) |
| 10:15~10:30 | 도입천적을 이용한 꽃매미 생물적방제 | 최만영(국립농업과학원) |
| 10:30~10:45 | Coffee Break | |

2부

| 시간 | 제목 | 발표자 |
|-------------|--|-----------------|
| 10:45~11:00 | A1B 기후변화 시나리오에 따른 개미의 분포와 풍부도의 변화 예측 | 권태성(국립산림과학원) |
| 11:00~11:15 | Phenology of butterfly spring emergence in a climate change perspective | 이강운(홀로세생태보존연구소) |
| 11:15~11:30 | 겨울철 기상과 애넓적말빠진벌레 개체군 동태 : 지구온난화의 영향을 받는가? | 김동순(제주대학교) |
| 11:30~11:45 | 기후변화가 농약효과에 미치는 영향 | 박정준(고려대학교) |
| 11:45~12:00 | Blue pest control | 이시우(국립농업과학원) |

곤충생리연구회 (대연회장)

| 시간 | 제목 | 발표자 |
|-------------|---|--|
| 09:00~09:15 | Functional Genomics of Insect Chitin Metabolism | Yasuyuki Arakane (Chonnam National University) |
| 09:15~09:30 | Functional Study of Yellow-e in Tribolium castaneum | Noh Mi Young (Chonnam National University) |
| 09:30~09:45 | A novel strategy to control the diamondback moth, <i>Plutella xylostella</i>, using RNA interference specific to integrin | Yonggyun Kim (Andong National University) |
| 09:45~10:00 | Deep Sequencing-Based Analysis of Altered Transcriptome of <i>Tribolium castaneum</i> by Transient Expression of a Viral Histone H4 | Rahul P. Hepat (Andong National University) |
| 10:00~10:15 | Expression and Physiological Function of CpBV-BEN Family Genes in <i>Plutella xylostella</i> | Md. Ramjan Ali (Andong National University) |
| 10:15~10:30 | Cellular Immunity in the Red Flour Beetle, <i>Tribolium castaneum</i> | K. Srikanth (Andong National University) |
| 10:30~10:45 | Coffee Break | |
| 10:45~11:00 | Analysis of Chitinase and Granulin Genes Encoded in <i>Pieris rapae</i> Granulovirus Genome | Seung Han Oh (Chonnam National University) |
| 11:00~11:15 | Effects of Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) Acquisition on Endosymbiotic Bacteria in <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) | S. M. Hemayet Jahan (Kyungpook National University) |
| 11:15~11:30 | "Acquisition of Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) Modifies <i>Bemisia tabaci</i> Feeding Behavior" | Joseph Carlo A. Pusag (Kyungpook National University) |
| 11:30~11:45 | Acaricidal activity of ginkgolic acid from the external seed coat of <i>Ginkgo biloba</i> against tetranychid mites (Acari: Tetranychidae) | Tin Moe Khaing (Kyungpook National University) |
| 11:45~12:00 | Monitoring two related species (<i>G. molesta</i> and <i>G. dimorpha</i>) using different pheromone compositions | Chung Ryul Jung (Andong National University) |

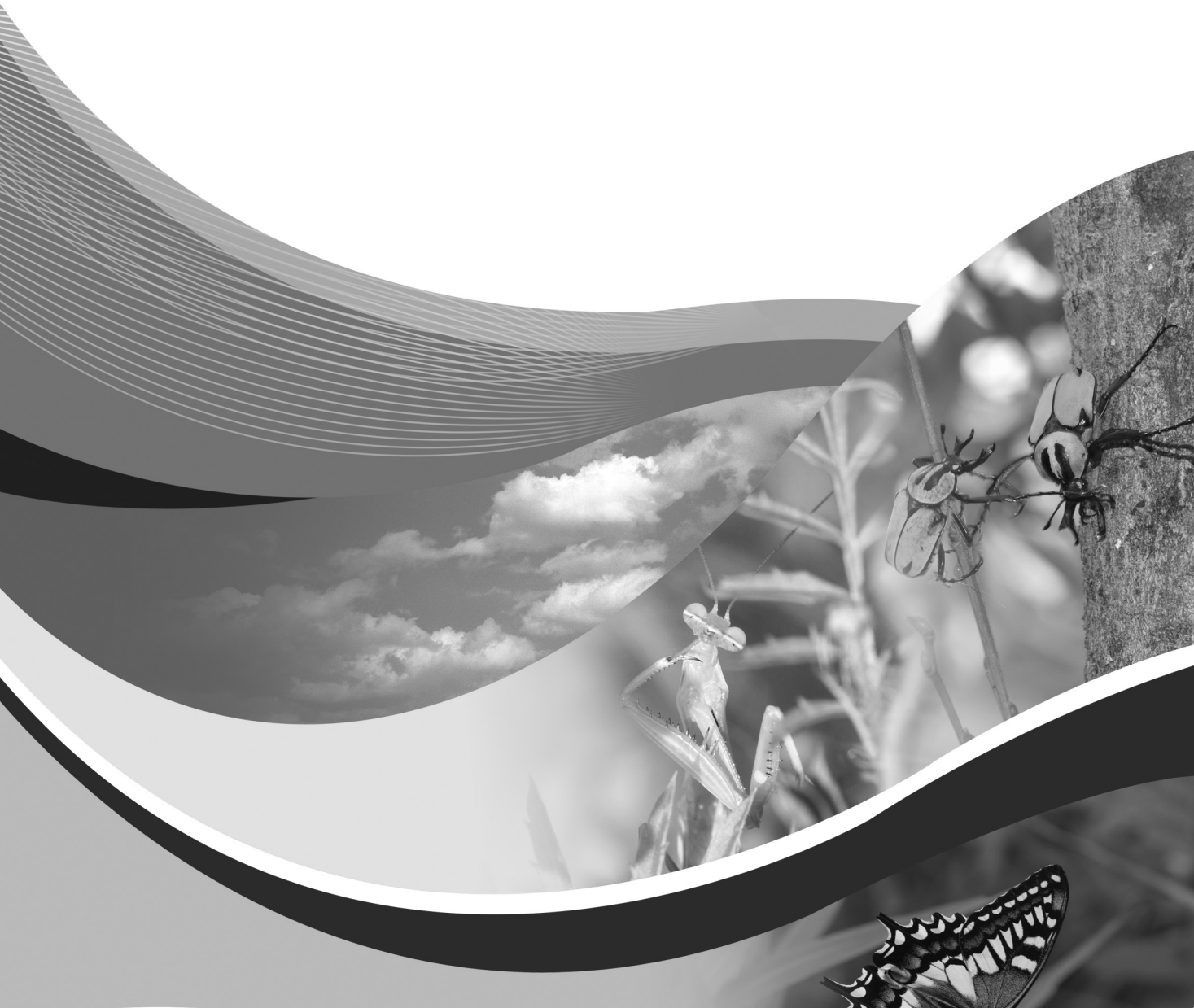
곤충분류, 산업곤충연구회 (소연회장2)

| 시간 | 제목 | 발표자 |
|-------------|---|--------------------------|
| 09:00~09:15 | Population genetic structure of the <i>Spodoptera exigua</i> from Korea and China based on microsatellites. | 김민영(서울대학교) |
| 09:15~09:30 | Taxonomic Review of the Sub-family Phylinae (Heteroptera: Miridae) in the Korean Peninsula. | Ram Keshari Duwal(서울대학교) |
| 09:30~09:45 | Morphological and molecular analyses of Korean pseudaulacaspids (Hemiptera, Diaspididae) on Kiwifruit, <i>Actinidia arguta</i> Planch | 김소라(서울대학교) |
| 09:45~10:00 | <i>Myzus</i> complex group (Hemiptera: Aphididae): Morphological character and identification using the mitochondrial COI sequences. | 최활란(서울대학교) |
| 10:00~10:15 | Coffee Break | |
| 10:15~10:30 | 국내·외 산림곤충의 조사현황 및 자원화 후보종 선발 | 배양섭(인천대학교) |
| 10:30~10:45 | 산림곤충 조사 표준기법 및 최적화 | 변봉규(한남대학교) |
| 10:45~11:00 | 산림곤충조사 후보지역 및 중장기 발전 계획 | 이봉우(국립수목원) |

살충제 연구회 (소연회장3)

| 시간 | 제목 | 발표자 |
|-------------|------------------------|--------------|
| 09:00~09:20 | 날개매미충의 생태와 방제 | 최용석(충남농업기술원) |
| 09:20~09:40 | 미국선녀벌레의 생태와 방제 | 안기수(충북농업기술원) |
| 09:40~10:00 | 살충제 약효·약해의 변경 내용 | 김성우(농업과학기술원) |
| 10:00~10:20 | Coffee Break | |
| 10:20~10:40 | 총채벌레류에 대한 살충제 실내 검정 방법 | 김시용(주동부한농) |
| 10:40~11:00 | 알팔파바구미의 생태와 방제 | 배순도(국립식량과학원) |

포스터 발표



P001

Identification of *Meloidogyne* spp. of Bangladesh through Morphological and PCR assays

M. Asaduzzaman and Kyeong-Yeoll Lee

Department of Agricultural Biology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Root knot nematodes were extracted from five different plants (indian spinach, papaya, sweet gourd, okra and jute) collected from kurigram, gazipur, jessore and patuakhali districts of Bangladesh. Firstly, *Meloidogyne* spp. were identified morphologically mainly based on perineal pattern of adult female. Secondly, female were collected from plant roots and used directly in PCR for amplification of mitochondrial DNA (mtDNA) region between COII and lrRNA genes followed by hinfI digestion and sequencing. The root knot nematodes in indian spinach, jute and sweet gourd were identified as *M. incognita* whereas in okra and papaya were *M. javanica*.

Key words: Bangladesh, Identification, *Meloidogyne* spp, PCR

P002

**Complete mitochondrial genome of the free-living earwig,
Challia fletcheri (Dermaptera: Pygidicranidae): genomic
comparison and phylogenetic position of
Dermaptera within Polyneoptera**

Xinlong Wan¹, Man Il Kim^{1,2}, Min Jee Kim¹ and Iksoo Kim¹

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University

²National Forensic Service Western District Office, Jangseong-gun, Jeonnam

The complete mitogenome (20,456 bp) of *Challia fletcheri* (Dermaptera: Pygidicranidae) as the first dermapteran insect is the longest among sequenced insects. The genome contained typical gene sets, but harbored the largest TRU among Exopterygota and Palaeoptera. The AT- and GC-skewness showed more Ts and Gs encoded on the major strand, whereas more As and Cs on the minor strand, presenting a reversal to the general pattern found in most insect mitogenomes. This pattern was explained in terms of inversion of replication origin. The gene arrangement of *C. fletcheri* genome is unique in insects and differs from the ancestral type found in insects by a series of gene translocations and/or inversions. We hypothesize that the markedly different gene arrangement is probably due to some unique organism-level properties, which allow relaxed selection against mitochondrial gene rearrangement. All phylogenetic analyses consistently placed Orthoptera as the sister to the group composed of a monophyletic Isoptera + Mantodea + Blattodea and a monophyletic Grylloblattodea + Mantophasmatodea + Phasmatodea, and placed Dermaptera as the sister to Plecoptera, leaving them as the most basal lineage of Polyneoptera.

Key words: Mitochondrial genome, *Challia fletcheri*, Dermaptera, Phylogenetic analysis

P003

Phylogenetic relationships of nymphalid subfamilies (Lepidoptera: Papilionoidea) inferred from COI, EF-1 α , and 16S rRNA genes

Xinlong Wan¹, Min Jee Kim¹, Joong Won Park¹, Ah Rha Wang¹,
Jeong Sun Park¹, Heon Cheon Jeong² and Iksoo Kim¹

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University

²Insect Research Institute of Hampyeong, Chonnam

The phylogenetic relationships among the Nymphalidae (Lepidoptera: Papilionoidea) have been controversial in several perspective. The present study sequenced a total of ~ 3,500 bp from cytochrome oxidase subunit I (COI), 16S ribosomal RNA (16S rRNA), and elongation factor-1 alpha (EF-1 α) in 80 nymphalid species belonging to seven subfamilies (Linmenitidinae, Heliconiinae, Nymphalinae, Apaturinae, Libytheinae, Satyrinae, and Danainae), along with those of six lycaenid species as outgroups. Phylogenetic analyses via Bayesian Inference (BI) and Maximum Likelihood (ML) algorithms concordantly supported the subfamilial relationships of (((((Linmenitidinae + Heliconiinae) + (Nymphalinae + Apaturinae)) + Libytheinae) + Satyrinae) + Danainae), with high nodal support for monophyletic subfamilies and tribes. This result is largely consistent with a previous study performed with a substantially large sequence information and morphological characters, except for the position of Libytheinae that has previously been placed as the sister to all reminder of Nymphalidae.

Key words: Nymphalidae, COI, 16S rRNA, EF-1 α , Phylogenetic relationship

P004

식이특성이 다른 두 종 무당벌레의 장내세균 차이 및 기주에 미치는 영향

강동균, 길영중, 김기수, 곽창순, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

곤충은 먹이에 따라 장내세균에 차이를 보이고, 장내세균은 필수 아미노산이나 비타민을 만들어 기주의 발육과 성장, 생식 등 생리 생태에 중요한 역할을 하는 것으로 알려졌다. 본 연구에서는 포식성 무당벌레 (*Harmonia axyridis*)의 령기별, 먹이별로 장내에 존재하고 있는 세균의 분리 및 동정을 통해, 무당벌레 장내미생물의 종류를 알아보고 식식성인 28점박이무당벌레 (*Henosepilachna vigintioctomaculata*)의 장내 미생물과의 비교를 통하여 기주곤충의 생태학적, 생물학적 특성에 영향을 미치는 장내세균의 선발 및 새로운 생물소재로의 가능성을 검토하고자 하였다.

포식성 무당벌레 (*H. axyridis*)는 무테두리진딧물을 먹이로 공급하여 실내에서 누대사육을 통해 확보한 자손세대 무당벌레 유충과 성충의 소화기관을 분리하고 장내세균을 분리 동정한 결과, *Staphylococcus saprophyticus*, *S. sciuri*를 포함한 총 31균주가 분리 동정되었다. 28점박이무당벌레 (*H. vigintioctomaculata*)는 토마토잎을 먹이로 공급하여 누대사육한 유충과 성충의 소화기관을 분리하여 분리 동정한 결과, *Pseudomonas viridiflava*를 포함한 총 6균주가 분리 동정되었다. 예상과는 다르게, 포식성 무당벌레와 식식성 무당벌레의 장내 세균 사이에 공통된 세균은 존재하지 않았으며, 식식성 무당벌레의 장내세균 종이 현저히 적은 것도 확인할 수 있었다. 포식성 무당벌레의 유충 전 령기와 성충에서 존재한 *S. saprophyticus*의 경우 무당벌레의 성장과 생식에 영향을 주었다. 동일하게 *S. sciuri*도 유충과 성충의 전 령기에 존재하였고, *S. saprophyticus*와는 다르게 단백질 분해능력이 있음을 확인하여 실험균주로 선발하여 항생제와 실험균주를 먹이에 처리하여 *S. sciuri*의 존재여부에 따른 기주곤충의 발육특성 및 생식특성에 미치는 영향을 조사하였다.

검색어: 무당벌레, 장내세균, *Staphylococcus sciuri*

P005

mtCOI를 이용한 남한 분포 나비류의 분자분류

강태화¹, 한태만¹, 권오창¹, 김남정¹, 이영보¹, 김성수², 이상현³,
정종철⁴, 손상규⁵, 박해철¹

¹국립농업과학원 곤충산업과, ²동아시아환경생물연구소, ³(주)선유,
⁴서대문자연사박물관, ⁵한국나비학회

특정 분류군의 DNA 바코드 라이브러리가 갖추어진다면, 형태분류와 접목하여 어떤 곤충 종의 어떤 성장단계에서든 신속하고 정확한 종 진단을 할 수 있다. 이러한 추세는 범세계적으로 형태분류가 가장 잘 이루어진 나비류를 대상으로 많은 DNA 바코드 정보가 축적되고 있다. 최근까지 러시아 중부와 루마니아에 분포하는 전종을 대상으로 한 DNA 바코드가 수행되는 등 많은 연구가 이루어지고 있다. 이에 국립농업과학원은 2010년부터 DNA 바코드를 이용한 남한산 나비류 전종(206종)에 대한 분석을 시도해 왔으며, 현재까지 76.2%인 157종(호랑나비과 13종, 흰나비과 12종, 부전나비과 40종, 네발나비과 74종, 팔랑나비과 18종)의 분석을 완료하였다. 이 중 151종(96%)는 중간 염기서열 2% 이상으로 형태적 종 동정 결과와 일치함을 보였다. 이는 DNA 바코드 분석이 나비의 어느 성장단계에서든 국내 종의 동정율을 96%까지 높일 수 있음을 시사한다. 또한 DNA 바코드 상에서 종 진단이 불가능한 6종(4%)에 해당하는 범부전나비와 울릉범부전나비, 오색나비와 황오색나비 및 참산뱀눈나비와 함경산뱀눈나비는 기존 형태분류와는 다르게 각각이 동일종일 가능성도 제시되었다. 아울러, 최근 국내 적용 학명이 변경된 나비종들에 대해서는 분석된 DNA 바코드 정보를 바탕으로 해당 학명적용의 적정성도 검토하였다. 향후, 추가연구를 통해 국내 나비류 전종의 DNA 바코드 분석을 완료하고, 자원곤충으로서 나비류의 종 동정에 DNA 바코드 이용을 촉진할 수 있는 편리한 레퍼런스 라이브러리를 구축하고자 한다.

검색어: 나비자원, 남한 분포종, DNA barcode, 분류

P006

톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*)의 장내 공생세균인 *Burkholderia* spp.의 획득과정 및 역할

길영중, 강동균, 김기수, 곽창순, 서미자, 운영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

곤충의 장내 공생미생물은 소화, 발육, 생존, 번식 및 필수성분의 합성에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 이러한 공생미생물은 모세대로부터 얻어지는 수직적 전달과, 자연환경이나 먹이와 같은 외부적 요인으로부터 얻어지는 수평적 전달을 통해 획득되는 것으로 확인되고 있다. 본 연구에서는 콩과작물에 주요해충인 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*)의 장내 공생자이며, 수평적 전달을 통해서 획득되는 것으로 알려진 *Burkholderia* spp.와 이외의 장내세균이 톱다리개미허리노린재의 생물적·생태학적 특성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

톱다리개미허리노린재 야외개체군과 실내 누대사육 개체군의 성충 소화기관을 채취하고 TSA배지에 배양하여 장내세균을 분리동정한 결과, 야외개체군에서만 *Burkholderia* spp. 균주를 확인 할 수 있었다. 실내사육개체의 누대사육과정에서 실제로 발생하는 발달이나 생식의 저해가 *Burkholderia* spp. 장내세균의 부재로 인한 것인지 확인하는 과정이 필요했다. 톱다리개미허리노린재의 장내세균 억제제를 위한 항생제를 선발하고, 외부로부터 *Burkholderia* spp.가 유입될 가능성이 있는 기주와 토양(상토), 콩종자를 (Yoshitomo *et al.*, 2011) 사용한 방법을 인용하여 모두 멸균 및 소독하여 부재시키고, *Burkholderia* spp. 균주도 같은 방법으로 처리하여 사육하였으며, 처리구별 충체길이를 측정하여 발육정도를 비교하였다. *Burkholderia* spp.를 모두 제거한 개체군과 제거하고 이 균주를 처리하여 획득하게 한 개체군, 정상개체군간의 발육의 정도에 있어 차이를 보이는 것으로 확인되었으며, 추후 약충기간, 성비, 생식정도를 확인하여 공생세균인 *Burkholderia* spp.가 톱다리개미허리노린재에 미치는 영향을 확인해야 할 것으로 판단되며, 그 외의 분리동정된 균주의 장내세균으로서의 가능성 또한 확인할 계획이다.

검색어: 톱다리개미허리노린재, *Burkholderia*

P007

Cloning and Characterization of a Novel β -1,4-Xylanase from an Earthworm-symbiotic Bacterium, *Cellulosimicrobium* sp. Strain HY-13

Do Young Kim¹, Hyo Jeong Kim¹, Han-Young Cho¹, Dong-Ha Shin², Kwang-Hee Son¹ and Ho-Yong Park¹

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

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

The gene (2,304-bp) encoding a novel xylanolytic enzyme (XylD) with a catalytic domain, which is 70% identical to that of *Cellulomonas flavigena* DSM 20109 GH6 β -1,4-cellobiohydrolase, was identified from an earthworm (*Eisenia fetida*)-symbiotic bacterium, *Cellulosimicrobium* sp. strain HY-13. The enzyme consisted of an N-terminal catalytic GH6-like domain, a fibronectin type 3 (Fn3) domain, and a C-terminal carbohydrate-binding module 2 (CBM 2). XylD Δ Fn3-CBM 2 displayed high transferase activity (788.3 IU mg⁻¹) toward *p*-nitrophenyl (PNP) cellobioside, but did not degrade xylobiose, glucose-based materials, or other PNP-sugar derivatives. Birchwood xylan was degraded by XylD Δ Fn3-CBM 2 to xylobiose (59.2%) and xylotriose (40.8%). The transglycosylation activity of the enzyme, which enabled the formation of xylobiose (33.6%) and xylotriose (66.4%) from the hydrolysis of xylotriose, indicates that it is not an inverting enzyme but a retaining enzyme. The endo- β -1,4-xylanase activity of XylD Δ Fn3-CBM 2 increased significantly by approximately 2.0-fold in the presence of 50 mM xylobiose.

Key words: *Cellulosimicrobium* sp. HY-13, earthworm, xylanase, gene cloning

Calling site preference of four cicada species in central Korea

Dong-Youn Kim¹, Jungmoon Ha² and Yikweon Jang³

¹Conservation Genome Resource Bank for Korean Wildlife, College of veterinary Medicine, Seoul National University

²Department of Biology, College of Life Science and Biotechnology, Yonsei University

³Department of Life Sciences and Division of EcoScience, Ewha Womans University

Male cicadas produce species-specific calling songs to attract conspecific receptive females, and they typically occupy tree trunks or branches during calling. We studied calling site preference in the natural environment for four species of cicada: *Cryptotympana dubia*, *Meimuna opalifera*, *Oncotympana fuscata*, and *Meimuna mongolica*. Males of *M. opalifera* tended to sing singly in trees, whereas other species were often observed singing together in one tree. In some cases, two or three individuals of different species sang together in one tree; the only possible pairwise combination not observed was *M. mongolica* with *O. fuscata*. Calling sites of the four species differed significantly in distance to the ground and distance to trunk, and both tree height and tree crown were significant factors for calling site preference in multivariate analysis of variance (MANOVA). Distance from calling site to the ground was highest in *C. dubia*, followed by *M. opalifera*, *M. mongolica*, and *O. fuscata*. The distance from calling site to the trunk was greatest in *M. opalifera* and differed significantly from those of other species, which tended to sing close to tree trunks. Males of *M. opalifera* were mobile when they produced calling songs, whereas males of other species were stationary. That is, males of *M. opalifera* sang only for short periods of time and moved around adjacent trees. Segregation of calling sites suggests that these four cicada species occupy different niches, thereby avoiding competition for calling sites as much as possible.

Key words: Cicadidae, calling site preference, *Cryptotympana dubia*, *Meimuna opalifera*, *Oncotympana fuscata*, *Meimuna mongolica*

P009

강원도 정선 백복령 카르스트지대의 곤충상 소고

김민선, 주영돈, 이희조, Bayarsaikhan Ulziijargal, 배양섭

인천대학교 자연과학대학 생명과학과

백두대간의 일원 백복령은 정상 해발 780m로 강원도 정선군 임계면, 강릉시 옥계면 및 동해시 사이에 있는 고개이며, 일정한 지역에 카르스트 지형이 집중되어 있는 특징을 가진다. 카르스트지형이란 석회암 지역에서 잘 나타나는 것으로, 화학적으로 용해하여 침식되어 나타나는 지형을 통틀어 이른다. 현재 백복령의 카르스트지대는 2004년 4월 9일 천연기념물 제440호로 지정되었으며, 지정면적은 약 543,000m²이다. 다른 카르스트 지대와 달리 경작지로 이용되기 보다는 식생으로 덮여 있어 생태적으로 보존할 가치가 큰 지역이나, 현재까지 정확한 곤충분포상에 대한 조사가 이루어지지 않은 지역 중 하나이다.

본 조사는 백복령의 일부를 4곳으로 나누어 2011년 봄과 초여름에 2차례에 걸쳐 실시하였다. 5월에 실시된 1차 조사에서는 11목 37과 61종 86개체가 확인되었고, 6월에 실시된 2차 조사에서는 10목 55과 125종 258개체가 확인되었다. 나비목 나비류의 경우 출현시기가 여름철에 집중된 만큼 봄철의 1차 조사에서는 3과 5종만이 관찰되었으나, 초여름철의 2차 조사에서는 4과 16종이 관찰되었다. 이 지역은 해발고도가 비교적 높은 카르스트 지형의 특성상 향후 시기별 곤충상에 대한 꾸준한 조사가 필요하며, 야간조사를 더욱 강화하여 산림지역의 우점분류군 중 하나인 나비목 곤충을 중점적으로 조사할 계획이다.

검색어: 카르스트지대, 백복령, 강원도, 정선, 곤충상, 천연기념물

P010

무당벌레 초시의 멜라닌 색소형성과 관련된 Prophenoloxidase 관련 유전자 확인

김세희, 권혜리, 박민우, 조신혁, 신호섭, 서미자, 임현섭, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과

곤충의 동종 내에서의 다양한 색상패턴발현과 연관된 유전자를 탐색하는 일은 다양한 각도에서 이루어질 수 있다. 본 연구에서는 동종내 색상다형현상을 보이는 무당벌레의 초시가 검은색과 적색 또는 황색으로 되어 있는 특징을 이용하여 멜라닌 색소 형성과 관련된 유전자에 의해 색상발현이 조절될 것이라 가정하고, 곤충의 체벽이나 날개의 경화 및 색소침착에 관여하는 phenoloxidase(PO) 유전자의 클로닝과 염기서열 분석을 수행하였다. Phenoloxidase의 다른 기능으로서 멜라닌 생합성과 관련된 두 가지 반응단계를 촉매작용을 한다. 곤충에 있어서는 일반적으로 불활성 상태인 prophenoloxidase로 존재한다고 알려져 있으며, 곤충의 혈구와 곤충류에서는 체액 내에서 발견이 되었다. 야외채집군에서 노란색 바탕에 검은 점이 전혀 없는 *succinea* 2개체와 검은색 바탕에 2개의 붉은 점을 가진 *conspicua* 개체를 사용하여서 실험하였다. primer는 무당벌레와 같은 목에 속하는 *Tribolium castaneum*과 유전적으로 연구가 많이 된 *Drosophila melanogaster*의 prophenoloxidase 관련 유전자 서열을 바탕으로 design한 Forward primer와 oligodT를 reverse primer로 사용하여 PCR을 수행한 결과 발현된 것으로 sequencing한 결과를 비교분석하였다.

검색어: 무당벌레, 초시무늬패턴, 멜라닌, prophenoloxidase

P011

Evolutionary distribution of two different acetylcholinesterases in various insect species

Young Ho Kim¹ and Si Hyeock Lee^{1,2}

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

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Almost all insect species possess two different acetylcholinesterases (AChE1 and AChE2) but it still remains unknown which AChE plays a major role in synaptic transmission. To predict the evolutionary distributions of functional AChE, relative amount and activity of two AChEs were investigated by native-PAGE in conjunction with Western blotting using AChE1- and AChE2-specific antibodies. Among 39 insect species examined, AChE1 was expressed as the main enzyme in 26 insect species across diverse taxa, suggesting that AChE1 likely plays a more crucial role in these insects. In contrast, AChE2 was predominantly expressed in remaining insect species, including paleopteran insects, suggesting that the replacement of AChE1 function with AChE2 is an old event. As expected, only AChE2 was detected in Cyclorrhaphan flies, supporting the notion that AChE2 in Cyclorrhapha has completely replaced the physiological functions of AChE1 during the evolution of Diptera. Taken together, contrary to the common belief that AChE1 is the major enzyme in most insects, many insect species across various taxa employ AChE2 as the main AChE, suggesting that functional transition from AChE1 to AChE2 has occurred rather universally and randomly with multiple independent origins within the class Insecta. This finding should provide valuable insights into which AChE has evolved to undertake the synaptic function and how functional diversification of AChE has occurred.

Key words: acetylcholinesterase, evolution, AChE-specific antibodies, native-PAGE, Western blotting

P012

Genome analysis of an insect pathogenic virus, Hz-2V, which causes physiological changes and sterility of corn earworm, *Helicoverpa zea*

Woojin Kim

WCU Biomodulation, Seoul National University

Hz-2V, which belongs to nudiviridae, is a sexually transmitted insect virus of corn earworm, *Helicoverpa zea*. Hz-2V is transmitted during mating or mating attempt of infected individuals, and specifically replicates in the reproductive tissues to cause abnormal development of testes and ovary in the adult moths of next generations. The malformation of Hz-2V reproductive tissues started during the early pupal stage without clear sign of virus replication. The virus replication started at the late pupal stage to cause sterility of the emerged moths. Interestingly, the infected female moths showed a unique pathology, so called ‘waxy-plug’, which is filled with virus particles, and abnormal mating behavior while they produced 6~7 times more of pheromone than the normal female moths did. To investigate the factors of Hz-2V which control the physiological, and behavioral changes of the infected moths, the whole genome sequence of Hz-2V was determined. Bioinformatics analysis demonstrated that Hz-2V contains 113 putative ORFs including juvenile hormone esterase (JHE) and histone binding protein homologues, and a miRNA candidate which probably controls the expression of viral JHE.

Key words: *Helicoverpa zea*, nudivirus, Hz-2V, insect pathogenic virus, Juvenile hormone esterase, pheromone, mating behavior

P013

Cloning and Molecular Structure of a GH11 β -1,4-Xylanase from *Paenibacillus* sp. Strain KYJ-16

Yi-Joon Kim¹, Do Young Kim², Han-Young Cho², Dong-Ha Shin¹,
Kwang-Hee Son² and Ho-Yong Park²

¹Insect Biotech Co. Ltd., Daejeon 305-811, Republic of Korea

²Industrial Bio-materials Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Daejeon 305-806, Republic of Korea

The extracellular GH11 β -1,4-xylanase (XyIY) gene (633-bp) of *Paenibacillus* sp. strain KYJ-16 was molecularly cloned by repeated DNA walking and nested PCR method. The *xyIY* gene was predicted to encode an extracellular protein consisting of 611 amino acids with a nesuced molecular mass of 23 kDa and a calculated pI of 9.55. Protein blast search revealed that the enzyme consisted of a putative catalytic domain, which is homologous to a catalytic GH11 domain. The highest sequence identity (92%) was obtained as the catalytic GH11 domain of XyIY was compared to that of *Paenibacillus* sp. strain HGF5 (GenBank accession number: EGG35584) that has not yet been characterized. Enzymatic properties of the recombinant His-tagged enzyme (rXyIY) overexpressed in *E. coli* BL21 harboring pET-28a(+)/*xyIY* will be also presented.

Key words: *Paenibacillus* sp. strain KYJ-16, GH11 domain, β -1,4-xylanase, gene cloning

P014

**Symbiotic microorganism screening in the cotton aphid,
Aphis gossypii (Hemiptera: Aphididae)
using 16S rRNA pyrosequencing**

Ju Il Kim, Min Kwon, Jae dong Shim and Si Hyeock Lee¹

Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

¹School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

After pea aphid *Acyrtosiphon pisum* genome project, hologenome concept was applied to pea aphid and symbiont such as *Buchnera aphidicola*. Here we screened symbiotic microorganism in four lab strains (two genetically different insecticide susceptible strains, host plant: cucumber and two different host adopted imidacloprid resistance strains, host plants: cucumber and potato) and four field populations (Jeju, Goryeong, Gimjae and Muju, host plant: potato) of cotton aphid based on GS-FLX pyrosequencing which were conducted with universal primer amplified partial fragments of 16S rRNA from total DNA which was extracted from each strain and population. *B. aphidicola* occupied over 90% of all identified prokaryotic microorganisms which all tested samples. It's interesting that the ratio of *B. aphidicola* occupied over 99% in all of the tested lab strains. However, specific enterobacteriaceae occupied six to seven percents of all field populations which closely related endosymbiont of *Glycaspis brimblecombei*. That means *B. aphidicola* occupied only 91~92% of all identified prokaryotic microorganisms. Furthermore, other actinobacteridae and bacillaceae also were detected in field populations. The results obtained for these ratios suggested that there has some interaction between symbiont and environment NOT in imidacloprid resistance.

Key words: *Aphis gossypii*, *Buchnera aphidicola*, symbiont, insecticide resistance, pyrosequencing

P015

관행과 유기농 사과 과수원의 날개응애류 군집 비교

김지원, 정철의

안동대학교 대학원 생명자원과학과

본 연구는 관행과 유기농 사과원의 날개응애류 종다양성과 군집 구조를 비교하였다. 경북 일원에서 5개의 유기농 과원을 선정하고 각 과원 근처의 관행 과원을 조사대상지로 하였다. 추출된 토양미소절지동물의 평균 개체수는 과원관리 방식에 따른 차이를 보이지 않았다. 조사된 날개응애류는 14과 25종 2977개체로, 관행 과원에서 11과 19종 1969개체, 유기농과원에서 10과 17종 1008개체였다. 평균 개체수는 유기농 과원이 0.04마리/m², 관행 과원이 0.08마리/m²으로, 종수는 각 7.2, 8.8로 관행 과원이 더 많았다. 종다양도는 각 1.36, 1.80으로 나타났다. 우점종은 유기농과원에서 *Hypochothonius luteus*, 관행과원에서 나비응애(*Pergalumna altera*), *Scheloribates corpusculum*, *Punctoribates sphaerius*가 우점하고 있으며, 공통으로 존재하는 우점종은 *Pergalumna duplicata nipponica*와 몽둥이팔자지게응애(*Scheloribates latipes*)로 조사되었다. 유사도를 바탕으로 한 집락분석 결과, 과원 관리방식이나 지역으로 묶이지 않았다. 따라서 토양 서식성 날개응애류 군집은 각 과원 내 토양 환경과 관리방식에 의해 특징적으로 나타나는 것으로 파악된다.

검색어: 유기농, 토양미소절지동물, 날개응애, 유기농, 종다양도, 유사도

The role of dead Korean fir as the snag-dwelling arthropods' habitat in forest ecosystem

Hyun Jung Kim, So Yeon Kim, Jeun Seong and Hoonbok Yi

Department of Biology, Seoul Women's University

This snag-dwelling arthropod community study was conducted for the ecological evaluation of dead woods at Korean fir stand in Mt. Woonak in Pocheon-si, Gyeonggi-do, from April 2010 to August 2011. We put a windows trap and an emergence trap on the trunk of each snag, and we selected the six snags during the study periods. We collected 3930 individuals (5 class, 21 order, 52 families) but we didn't include the number of unidentified larva. We separated those individuals into the three functional groups and we found out the proportion and number of each functional group from the total individuals: herbivores (27.6%, 1083) predators (10.9%, 430), detritivores (61.4%, 2413), etc (0.1%, 4). We found out the proportion and number of each taxon group for herbivores, Armadillidae (0.15%, 6), Acarina (2.57%, 101), Psocoptera (0.25%, 10), Hemiptera (0.46%, 18), Mecoptera (0.05%, 2), Hymenoptera (not ant) (5.14%, 202), Aphididae (3.82%, 150), Cicadellidae (0.4%, 16), Curculionidae (3.61%, 142), Chrysomelidae (0.23%, 9), Elateridae (3.36%, 132), Erotylidae (3.16%, 124), Nitidulidae (2.6%, 102), Pyrochoroidae (0.08%, 3), Scarabaeidae (0.31%, 12), and Cetoniidae (0.13%, 5). Predators were consisted of the following taxa groups: Araneae (2.9%, 114), Chilopoda (0.31%, 12), Formicidae (4.25%, 167), Carabidae (0.08%, 3), Staphylinidae (1.09%, 43), Cleridae (0.05%, 2), Pselaphidae (0.1%, 4), Colydiidae (0.38%, 15), Harpalidae (0.1%, 4), Histeridae (0.36%, 14), and Dermestidae (0.8%, 31). Detritivores were consisted of the following taxa groups: Millipedes (0.92%, 36), Archaeognatha (1.6%, 63), Diptera (7.81%, 307), Collembola (35.47%, 1394), Protura (0.03%, 1), Dermaptera (0.1%, 4), Tettigoniidae (0.08%, 4), Raphiiodophoridae (0.03%, 1), Ipidae (14.12%, 555), Silphidae (0.15%, 6), Cuculidae (0.15%, 6), Cerambycidae (0.38%, 15), Oedeeridae (0.03%, 1), Lucanidae (0.03%, 1), Stenotrachelidae (0.05%, 2), Buprestidae (0.13%, 5), Tenebrionidae (0.23%, 9), and Mordellidae (0.1%, 4), etc. Conclusively, the snag plays an important roll as the diverse arthropods' habitats in the Korean fir forest ecosystem.

Key words: arthropods, dead wood, functional group, Korean fir, snag

P017

응애혹파리의 대량증식 기주선발 및 증식수 조사

김형환, 조명래, 강택준, 안승준

농촌진흥청 원예특작과학원 원예특작환경과

잎응애 토착천적인 응애혹파리의 대량증식을 위한 기주식물을 선별하기 위하여 기주식물별 점박이응애의 증식수를 조사한 결과 처리후 30일째 강낭콩이 873마리, 미니장미가 536마리, 접시꽃이 1,032마리였다. 응애혹파리의 실내 대량증식용 기주식물로는 증식수가 많고, 잎의 노후화도 늦어지는 접시꽃이 선별되었다. 기주식물별 응애혹파리의 증식수를 시험한 결과 응애혹파리를 10마리 처리한 후 90일째 강낭콩, 미니장미, 접시꽃에서의 증식수는 각각 87.2마리, 미니장미 82.4마리, 접시꽃 187.0마리로 접시꽃에서 증식수가 가장 많았다. 또한 기주식물체별 특징은 강낭콩은 증식수가 적고 자주 식물체를 교체해야 하는 번거로움이 있으나, 소자본 및 협소한 곳에서는 어울리는 기주식물체였다. 미니장미는 잎의 크기가 적고 점박이응애의 밀도가 증가하면 잎이 탈색되어 낙엽이 지는 단점이 있어 응애혹파리의 증식용 기주식물로는 적합하지 않았다. 접시꽃은 잎이 크고 점박이응애의 밀도가 높아져도 잎이 노화되거나 낙엽화가 늦어 응애혹파리의 대량증식에 적절한 기주식물이었다.

검색어: 점박이응애, 응애혹파리, 기주식물, 증식수

P018

Estimation of sound frequencies to disturb feeding behavior of the green peach aphid, *Myzus persicae*, using electrical penetration graph

Hyojoong Kim, Yerim Lee, Bitna Lee, Youngkyo Jeon and Yikweon Jang

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

Aphids feed on host plants by penetrating the stems or leaves with stylets. The feeding behavior of aphids consists of probing, penetration, salivation, and sap ingestion. To assess the effects of sound on feeding behavior, we monitored the stylet activity of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), using electrical penetration graph (EPG). The use of EPG was critical for determining the stage, frequency, and duration of feeding in aphids. We played back four acoustic stimuli of sine waves with frequencies of 100, 500, 1000, and 5000 Hz to adult aphids. When the sound was treated, the frequencies of probing, penetration, and salivation increased, whereas the duration of sap ingestion decreased. The 100 Hz and 500 Hz was significantly effective to disturb ingestion of phloem sap. The results of EPG revealed that the acoustic stimuli may restrict aphid feeding by disturbing sap ingestion.

Key words: aphid, *Myzus persicae*, EPG, behavior, sound stress, green peach aphid

P019

Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* from *Allomyrina dichotoma* larva feces

Hyo-Song Nam², Sun-Am Kim², Boung-Jun Oh^{2,*} and Young-Cheol Kim^{1,*}

¹Department of Plant Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

²Jeollanam-do BioControlCenter, Jeonnam 516-944, Korea

A bacterium was isolated from feces of *Allomyrina dichotoma* larva that feeds on well-rotted sawdust of woods. The isolate was identified as a Gram-positive and spore-forming stain. We named the isolate as *Bacillus amyloliquefaciens* on the basis of morphological and biochemical properties as well as 16S rRNA gene sequences. The culture of bacteria beneficially increased root and shoot growth of tomato, pepper and cucumber plants compared to the distilled water control. In addition, the bacterial culture strongly inhibited the mycelial growth of several fungal phytopathogens. The drop collapse assay with this culture showed a surfactant activity that is a major indicator for the selection of biocontrol agent. Also, a bacterium has ability of wastewater treatment. These data demonstrate the potential application of *B. amyloliquefaciens* as a biocontrol agent.

Key words: *Bacillus amyloliquefaciens*, *Allomyrina dichotoma*, surfactant, wastewater treatment, biocontrol agent

List, Key and a New Record of the Genera and Species of the Subfamily Typhlodrominae (Acari: Phytoseiidae) in Korea

Myon Ok Ryu and Hong-Yul Seo¹

Yangdong Middle School, Seoul, Korea

¹National Institute of Biological Resources, Korea

This study treated the list and key to the 8 species of the subfamily Typhlodrominae from Korea including a newly recorded species, *T. coryli* Wu and Lan, 1991. This subfamily comprises four genera: *Kuzinellus* Wainstein, *Paraseiulus* Muma, *Galendromus* Muma, *Typhlodromus* Scheuten. Key characters of the genera in Typhlodrominae have been well known as the number and position of the dorsal setae. Therefore, Typhlodrominae was previously referred to one genus, *Typhlodromus* in Korea. However, the nominal species in the Phytoseiidae has increased in number exponentially more than 2,280 in the world today, so the current classification of the family is taken more genera by other characters, not only dorsal chaetotaxy but also the setation and the nature of the posterior margin of the sternal shield, the shape and setation of the ventrianal shield, setation of legs I-IV and the relative lengths of the setae Z4 and Z5. Thus, Korean Typhlodrominae includes four genera, *Kuzinellus* Wainstein, *Paraseiulus* Muma, *Galendromus* Muma and *Typhlodromus* Scheuten.

Key words: Key, List, Typhlodrominae, Phytoseiidae, New record, Korea

P021

복숭아심식나방 살충 및 발달억제를 위한 최적 감마선 조사량 분석

류지훈¹, 김민규¹, 이승식², 이경열¹

¹경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부

²한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소

복숭아심식나방(*Carposina sasakii*)은 한국, 일본 및 중국 동북부 지방에 분포하며 사과, 배, 복숭아 등 수출관련 과수의 중요한 식물검역해충이다. 방사선 처리에 의한 수출과실의 복숭아심식나방 소독을 위하여 살충 및 발달억제에 필요한 방사선 조사량을 분석하였다. 복숭아심식나방 유충이 심식한 사과를 채집하여 0, 100, 150, 200, 250, 300Gy의 감마선을 처리하였다. 감마선 처리한 과실을 실온에 보관하면서 과실로부터 유충의 탈출율, 용화율, 우화율을 측정하였다. 유충의 탈출율은 무처리를 기준으로 했을 때에 각 조사량별로 100Gy(85.8%), 150Gy(55.4%), 200Gy(27.9%), 250Gy(13.2%), 300Gy(5.2%)로 나타났다. 용화율은 100Gy(48.8%), 150Gy(21.4%), 200Gy(7.7%), 250Gy(1.1%), 300Gy(0%)이고 우화율은 100Gy(5.4%), 150Gy(0%), 200Gy(0%), 250Gy(0%), 300Gy(0%)였다. 즉, 감마선 처리에 의한 복숭아심식나방 유충의 살충율은 300Gy조사했을 때에 95%였으며 우화 억제율은 150Gy 조사했을 때에 100%로 나타났다. 또한, 100Gy 조사했을 때에 일부 성충이 우화하였지만(5.4%) 산란율은 0%였다. 본 연구 결과를 토대로 복숭아심식나방과 같은 심식류 검역해충의 방제를 위하여 방사선 처리가 효과적으로 활용될 수 있다고 판단된다.

검색어: 복숭아심식나방, 감마선 조사, 검역해충 방제

P022

Development of decision tree model and protein profiling of *Heterocypris incongruens* Ramdohr exposed to heavy metals and pesticides using surface enhanced laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry

Hyung-ho Mo¹, Yongun Kim¹, Key-il Shin², Sung-Eun Lee³ and Kijong Cho^{1,*}

¹Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

²Department of Statistics, Hankuk University of Foreign Studies

³Nanotoxtech Inc.

Proteomics may help to detect subtle pollution-related changes, such as responses to mixture pollution at low concentrations, where clear signs of toxicity are absent. Also proteomics provide potential in the discovery of new sensitive biomarkers for environmental pollution. We utilized SELDI-TOF MS (surface enhanced laser desorption / ionization time-of-flight mass spectrometry) to analyze the proteomic profile of *Heterocypris incongruens* exposed to several heavy metals (lead, mercury, copper, cadmium and chromium) and pesticides (emamectin benzoate, endosulfan, cypermethrin, mancozeb and paraquat dichloride). Several highly significant biomarkers were selected to make a model of classification analysis. data sets obtained from *H. incongruens* exposed to pollutants were investigated for differential protein expression by SELDI-TOF MS and decision tree classification. Decision tree model was developed with training set, and then validated with test set from profiling data of *H. incongruens*. Machine learning techniques provide a promising approach to process the information from mass spectrometry data. Even though the identification of protein would be ideal, class discrimination does not need it. In the future, this decision tree model would be validated with various levels of pollutants to apply field samples.

Acknowledgement: This study was funded by the National Research Foundation of Korea (NRF). (No. 2011-0027429)

Key words: protein profiling, ostracoda, data mining

인천 덕적군도 도서지역의 곤충 다양성

박보선, 김용기, 주영돈, Le Xuan Vi, Qi Mu Jie, 배양섭

인천대학교 자연과학대학 생명과학부

덕적군도는 인천시 옹진군 서남쪽 약 82km 지점에 있는 덕적도를 비롯한 소야도, 문갑도, 선갑도, 선미도, 백아도, 굴업도, 울도 등으로 구성되어 있으며, 대체로 해안선의 굴곡이 심하고 곳곳에 소만입이 발달해 있다. 도서 생물 지리학적으로 섬은 육지와 전혀 다른 혹은 독립된 생태적 특징을 가진다. 도서지역에서는 한정된 공간과 먹이자원의 한계가 있는 특성상, 종의 침입에 대한 저항성이 내륙보다 상대적으로 낮기 때문에 안정화 단계의 종군집이 유지되지 않고, 여러 종들이 불안정한 군집을 이루며, 정착과 소멸을 반복하는 등의 변화가 심한 구조를 갖는 과정에서 종 다양성이 높게 나타나는 경향(Webb and Vermaat, 1990)이 있다.

본 연구는 덕적군도 도서지역의 곤충상을 파악하여 덕적군도 주변 섬들의 곤충상 비교를 통해, 도서지역의 곤충 다양성에 대한 기초자료를 제공하고, 덕적군도의 주요도서인 백아도, 굴업도, 지도 및 선갑도의 곤충상을 판단하여 보다 객관적인 자료를 제시하는데 목적이 있다.

조사는 총 4회에 걸쳐 덕적군도 도서를 대상으로 정량조사 및 정성조사를 병행 실시하였다. 조사결과 덕적군도 내의 4개 도서에서 총 11목 71과 272종이 확인되었다. 조사 기간이 여름에만 한해 있던 것을 감안하면 실제 서식종은 더 많을 것으로 판단된다. 법적 보호종은 굴업도에서 멸종위기야생동물II급에 해당하는 애기뿔소뿔구리와 왕은점표범나비 2종이 확인되었으며, 백아도에서 멸종위기 야생동물II급에 해당하는 물장군이 확인되어 총 3종이 확인되었다.

검색어: 곤충다양성, 법적보호종, 덕적군도, 도서지역, 도서생태

P024

Four bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) new to Korean fauna

Sangwook PARK^{1,3}, Seunghwan LEE¹ and Kijeon Hong²

¹School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Pest Risk Analysis Division, National Plant Quarantine Service

³Research Institute of Forest Insects Diversity

Up to days, approximately 150 species of the subfamily scolytinae have been recorded from Korean peninsula. We have examined the collections of the Museum in Seoul National University, Korea Forest Research Institute, Research Institute of Forest Insects Diversity and National Plant Quarantine Service. And we have collected the bark beetles with Malaise traps and Lindgren funnel traps from 2007 to 2011 in the central part of the Korean peninsula.

As a result of this study, we report 4 species, *Hylurgus ligniperda* (Fabricius 1787), *Sueus niisimai* (Eggers 1926), *Scolytogenes expers* (Blandford 1894) and *Xylosandrus compactus* (Eichhoff 1878) to Korean fauna with brief descriptions and illustrations of diagnostic characters.

Key words: Scolytinae, *Hylurgus ligniperda*, *Sueus niisimai*, *Scolytogenes expers*, *Xylosandrus compactus*, Korea.

P025

New records of Histerid Beetles (Coleoptera: Histeridae) from Korea

Hee-a Lee¹, Taeman Han², Young Bo Lee², Hae Chul Park², Il-Kwon Park³,
Sang-Chul Shin³ and Sangwook Park⁴

¹Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Service

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Biology

³Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute

⁴Research Institute of Forest Insects Diversity

Histeridae is a family of beetles commonly known as clown beetles and hister beetles and approximately 3,900 species in 11 subfamily have been described to date. In Korea, up to days, 53 species of 22 genera of 6 subfamily of them have been recorded. They can be easily identified by their shortened elytra that leaves two of the seven tergites exposed, and their elbowed antennae with clubbed ends. Most members of hister beetles are predators and found in most kinds of decaying organic matter, such as droppings, decomposing bodies of animals, compost piles and other decaying plant materials. Some species are also used to control livestock pests that infest dung or to control house flies (Ôhara, 1994).

Recently, we have collected several histerid species with Lindgren funneler trap for the ecological research on the bark beetles. As a result of this study, we added three newly recorded species, *Niponius osorioceps* Lewis, 1885, *Plegaderus (Plegaderus) marseuli* Reitter, 1877 and *Trypeticus fagi* (Lewis, 1884) to Korean fauna. In this presentation, diagnosis and photographs of characters for each species are presented.

Key words: Histeridae, *Niponius osorioceps*, *Plegaderus (Plegaderus) marseuli*, *Trypeticus fagi*, Korea

Description of complete mitochondrial genome of the black-veined white, *Aporia crataegi* (Lepidoptera: Papilionoidea), and comparison to papilionoid species

Jeong Sun Park^{1,†}, Youngho Cho^{2,†}, Min Jee Kim¹, Sang Ho Nam² and Iksoo Kim¹

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University,

²Department of Biology, Daejeon University

The black-veined white, *Aporia crataegi* (Lepidoptera: Papilionoidea), is nearly extinct in South Korea, although substantial numbers of dried specimens are available. One of the common practices for such species is to launch re-introduction program after proper amount of genetic information are analyzed from donor and donee populations. In this study, we sequenced complete mitochondrial genome (mitogenome) of *A. crataegi* to design species-specific primers for subsequent population works and to further understand the mitogenome evolution in lepidopteran Papilionoidea. The 15,140-bp long *A. crataegi* mitogenome that has typical sets of 37 genes is smallest among true butterfly species with overall slightly smaller size in genes and regions throughout the genome. Arrangement of the genome is identical to those of other lepidopteran mitogenomes, in which tRNA cluster located between the A+T-rich region and ND2 gene is translocated into tRNA^{Met}, tRNA^{Ile}, and tRNA^{Gln} from ancestral arrangement, tRNA^{Ile}, and tRNA^{Gln}, tRNA^{Met}. The A/T content of the genome at 81.3% is the highest in Pieridae, but lower than that of lycaenid species (81.7% ~ 82.7%) The high A/T content in the genome is also reflected in codon usage, accounting for 41.69% of A/T-composed codons (TTA, ATT, TTT, and ATA). Unlikely the diversified or modified usage of anticodon for tRNA^{Ser}(AGN) the species of Pieridae including *A. crataegi* all unanimously have GCT that has been hypothesized as ancestral for Lepidoptera. A total of 111 bp of non-coding sequences are dispersed in 13 regions, ranging in size from 1-49 bp. Among them relatively longer ones (≥ 16 bp) all have relatively higher sequence identity to other regions of the genome, suggesting partial duplication of the sequences during *A. crataegi* evolution. As has been reported in some species of Lepidoptera, the *A. crataegi* A+T-region also has typically found conserved sequences (e.g., poly-T stretch, ATAGA motif, ATTTA element, microsatellite-like A/T sequence, and poly-A stretch) and one tRNA-like sequence, and this feature was commonly found in true butterfly species.

Key word: Mitochondrial genome, Lepidoptera, Papilionoidea, Pieridae, Black-veined white, *Aporia crataegi*

†These authors contributed equally to this paper.

Change of Pesticide Application Pattern in consequence of Climate Change Scenario: A Modeling and Simulation Approach using DYMEX

Jung-Joon Park¹, Gyung Min Kim¹, Tae Joong Yoon², Kijong Cho^{1,*},
Yeon Jae Bae^{1,2}, Mi-Gyung Lee³ and Myung Sub Chung⁴

¹College of Life Science and Biotechnology, Korea University

²Korean Entomological Institute, Korea University

³Division of Food Science & Biotechnology, Andong National University

⁴Department of Food Science & Biotechnology, Chung-Ang University

Pesticide application pattern for agricultural insect pest was modeled and simulated by temperature change scenarios using DYMEX simulator. For modeling pesticide application pattern, we evaluated bioassay using two-spotted spider mites (TSSM) *in vitro*. Four separated bioassay was evaluated at four different temperature conditions (20, 25, 30, and 35°C). Selected four commercial pesticides were Acrinathrin-Spiromesifen mixture, Fenpropathrin, Abamectin, and Azocyclotin, respectively. All the pesticide was used its recommended dose, except Abamectin (1/10 of recommended dose). Each mortality of TSSM were counted after 24 and 48 hours.

Based on the bioassay results, increasing temperature made decreasing mortality in Acrinathrin-Spiromesifen mixture and Fenpropathrin, whereas increasing mortality in Abamectin and Azocyclotin, respectively. A TSSM model was developed and simulated under four temperature increasing scenarios (present condition, average 1, 2, and 3°C increased conditions) using DYMEX simulator. The DYMEX results showed that the pesticides application pattern were different among four pesticides under climate change scenario. In conclusion, the pesticide application should be changed for sound management of agricultural insect pest under climate change scenario.

This research was supported by a grant (10162KFDA995) from Korea Food & Drug Administration in 2011.

Key words: Pesticide Application Pattern Change, DYMEX Simulation, Climate Change Scenario

P028

Geographic genetic contour of a leaf beetle, *Chrysolina aurichalcea* (Coleoptera: Chrysomelidae), on the basis of mitochondrial COI gene and nuclear ITS2 sequences

**Joong Won Park¹, Sun Young Park¹, Ah Rha Wang¹, Min Jee Kim¹,
Hae Chul Park² and Iksoo Kim¹**

¹Department of Applied Biology, Chonnam National University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

The leaf beetle, *Chrysolina aurichalcea* (Coleoptera: Chrysomelidae), is a pest damaging plants of Compositae. In order to understand the genetic diversity and geographic variation we sequenced a portion of mitochondrial COI gene (658 bp) and complete nuclear internal transcribed spacer 2 (ITS2) of the species collected from seven Korean localities. A total of 17 haplotypes (CACOI01 ~ CACOI17), with the maximum sequence divergence of 3.04% (20 bp) were obtained from COI gene sequence, whereas 16 sequence types (ITS2CA01 ~ ITS2CA16), with the maximum sequence divergence of 2.013% (9 bp) were obtained from ITS2, indicating substantially larger sequence divergence in COI gene sequence. Phylogenetically, the COI gene provided two haplotype groups with a high nodal support ($\geq 87\%$), whereas ITS2 provided one sequence type group with a high nodal support ($\geq 92\%$). The result of COI gene may suggest the presence of historical biogeographic barriers that bolster genetic subdivision in the species. Different grouping pattern between COI gene and ITS2 sequences were interpreted in terms of recent dispersal, reflected in the ITS2 sequence. Finally, finding of unique haplotypes and sequence types only from Beakryeng-Islet population was interpreted as an intact remnant of ancient polymorphism. As more samples are analyzed using further hyper-variable marker, further fruitful inference on the geographic contour of the species might be available.

Key words: Mitochondrial DNA, COI gene, ITS2, Leaf beetle, *Chrysolina aurichalcea*, Ancestral polymorphism

P029

농업곤충의 DNA 바코드 제작 및 DB 구축의 현황과 전망

박해철¹, 강태화¹, 한태만¹, 권오창¹, 이영보¹, 김남정¹, 김미애¹, 최영철¹,
이관석², 한만종², 심하식³, 김성수⁴, 이상현⁵, 정종철⁶, 조희욱⁷

¹국립농업과학원 곤충산업과, ²국립농업과학원 작물보호과,
³국립식량과학원 두류유지작물과, ⁴동아시아환경생물연구소, ⁵(주)선유,
⁶서대문자연사박물관, ⁷농림수산검역검사본부 인천공항검역검사소

곤충자원 및 작물해충을 포함한 농업곤충의 분류동정은 농업인의 소득과 관련된 주요한 민원 사항으로 신속한 종 동정을 필요로 한다. 이에 비해 국내외 분류학자의 인력은 감소되고 있으며, 주요 핵심 분류군을 제외하고는 문제가 발생하더라도 단기간에 종 동정을 이루어내기 어려운 실정이다. 최근 mtCOI의 전반부(650bp)를 DNA barcode로 이용하여 생물 종을 신속히 동정하려는 적용 연구들이 국내외에서 진행되어 왔다. 이에 따라서 국립농업과학원 농업생물부에서는 2009-2011년까지 국내외 농업곤충 1,000종의 G-DNA stock 및 DNA barcode 구축을 목적으로 연구를 진행하여 왔다. 그 결과, DNA stock의 제작 및 초저온 보존은 총 4목 44과 1,476종 4,958개체에서 완료하였고, DNA 바코드 분석은 총 4목 44과 1,182종 2,968개체에서 진행하여 왔다. 특히, 연구된 주요 분류군으로는 곤충자원에서 남한산 나비류 150종, 무당벌레과 40종, 병대벌레과 33종이 있으며, 농업해충으로는 밤나방과 253종, 자나방과 139종, 풍뎅이과 90종, 방아벌레과 177종, 잎벌레상과 67종 등이었다. DNA 바코드 분석을 통하여 10종의 신종 및 신아종을 발굴하였고, 기존 분류의 결과와 다른 10여 종의 혼동종을 찾아냈으며, 이들의 명확한 종 판정을 위하여 형태분류와 연계된 종합분류(integrative taxonomy)가 수행 중에 있다. 또한, DNA stock 제작 및 DNA 바코드가 분석된 종의 개체 정보를 형태 분류와 유기적으로 연결한 라이브러리를 갖추기 위하여 ‘한국의곤충자원관(<http://www.genebank.go.kr/pb/main.jsp>)’내에 곤충분자분류관을 연차적으로 구축 중에 있다. 최종적으로 2016년까지 농업곤충 2,500종의 DNA 바코드 라이브러리를 구축하고자 계획하고 있으며, 이를 통해 형태분류와 접목하여 주요 농업곤충 종의 어떤 성장단계에서든지 신속하고 정확한 종 진단을 이루어 내고자 한다.

검색어: 농업곤충, G-DNA stock, DNA barcode, 종 동정, 분류

P030

First Report of *Reticulitermes speratus kyushuensis* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Jeju, Korea

Hyeon-Jin Park¹, Hyeon-cheol Park¹ and Chang-Hwan Bae²

¹Department of Lifescience and Environmental Biochemistry, Pusan National University,
Miryang 607-702, Korea

²National Institute of Biological Resources, Incheon 404-708, Korea

Field survey to estimate extent of damage to *Reticulitermes* species were conducted from 2009 through 2011 in the various locations of Korea. We discovered *Reticulitermes* species from three different locations of Jeju island. Partial COII sequences of mt DNA and morphological characters were collected and compared with previous reports. As result of comparative sequence analysis and taxonomic study, it was identified as *Reticulitermes speratus kyushuensis* Morimoto 1968 and this is first report of *Reticulitermes speratus kyushuensis* from Jeju island in Korea which can be used as estimation of population structure and tool of control strategy.

Key words: *Reticulitermes speratus kyushuensis*, COII (Cytochrome oxidase II), Jeju Island

P031

Identification of genes encoding salivary proteins in *Orius laevigatus* (Hemiptera: Anthocoridae)

Ji Hyeong Baek and Si Hyeock Lee*

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

To determine differential gene expression profiles in the salivary gland of a predatory flower bug species, *Orius laevigatus* Fieber, a subtractive cDNA library was constructed by suppression subtractive hybridization. Digestion-related genes, including trypsin, hemolysin, lipase, cathepsin, and peritrophin, occupied 35% of the EST library. The major transcripts encoded trypsin-like serine proteases (223 ESTs, 28.8% of the total ESTs). A hemolysin gene occupied ca. 8% (42 ESTs) of the library. Hemolysin in saliva may be cytotoxic against the prey cells, thereby allowing *O. laevigatus* to facilitate feeding. An anticoagulation factor, lumbrokinase, also appears to act as a feeding-facilitating factor. Carbonic anhydrase, glutation peroxidase, alkaline phosphatase, and glutation S-transferase are expected to function as antioxidants, pH regulation- or homeostasis-related reagents in the saliva. Bactericidal permeability-increasing protein and peritrophin might protect insects from microbial infection. Interestingly, a neuroendocrinein and a huntingtin-interacting protein that could disturb the neuronal system were found in the salivary gland-specific EST library.

Key words: *Orius laevigatus*, salivary gland, EST library

Taxonomic Review of the Genus *Spilonota* (Lepidoptera, Tortricidae, Olethreutinae) from North Korea

Bong-Kyu Byun¹, Bong-Woo Lee² and Seung-Jin Roh¹

¹Department of Biological Sciences, Hannam University

²Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

Genus *Spilonota* is a small group of the family Tortricidae, including over 29 described species worldwide (Brown, 2005). Most larvae of the genus feed on various plant families including Pinaceae, Rosaceae, Leguminosae, Betulaceae, Salicaceae, and Juglandaceae, with economical importance (Park, 1983, Zhang & Li, 2005). Even though this genus has been relatively well investigated in East Asia: five species from South Korea (Byun *et al.*, 2009); ten species from China (Zhang & Li, 2005); eight species from Russian Far East (Kuznetsov, 2001); thirteen species including four unidentified species from Japan (Kawabe, 1982, Oku, 2003), it has been very poorly studied from North Korea with only two recorded species to date (Razowski, 1999, Byun *et al.*, 2009)

The aim of the present study is to clarify the fauna of the genus *Spilonota* from North Korea, including two new records, based on the material deposited in the Hungarian Natural History Museum, Budapest, Hungary (HNHM). In the present study, the author examined all available material from North Korea. In this study, four species of *Spilonota* are recognized. Among them, two species, *Spilonota lechriaspis* Meyrick, 1932 and *Spilonota ocellana* (Denis et Schiffermüller, 1775), are reported for the first time from North Korea. A key to the species is provided. Photos of adults and the genitalia are provided with brief comments on the distribution.

Key words: Lepidoptera, Tortricidae, *Spilonota*, Taxonomy, North Korea

P033

New Record of Blood-Feeding Land Leech in Korea (Hirudiniformes: Haemadipsidae)

Hong-Yul Seo, Ye Eun, Tae-Seo Park and Joon-Seok Chae¹

National Institute of Biological Resources, Incheon, Korea

¹College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

New record of family of arhynchobdellid leeches (Hirudiniformes: Haemadipsidae) from Korea is presented. We have surveyed for land leeches in Korea from July to September in 2011 and found 1 species. This is *Haemadipsa rjukjuana* Oka, 1910, reported for the first time in Korean Peninsula. This species is terrestrial blood-feeding leech which attacks medium or large sized mammals primarily, including human and originally distributed in East and South East Asia, including Indochinese Peninsula, Malay Peninsula, Ryukyu Islands and Taiwan. In Japan, the number and areas of habitats of land leech have been rapidly expanded since 1970s and many leeches attack forest workers, hikers and resident during May to September. As a result of climate change, same situation can be reproduced in Korean Peninsula. We firstly report the occurrence of blood-feeding land leech, the behavior on human being and distributions in Korea. Also, we obtained the sequence of the mitochondrial gene (COI) and additional biology is discussed for this species according to collection data.

Key words: Arhynchobdellida, Haemadipsidae, *Haemadipsa rjukjuana* Oka, New record, Korea

P034

Antibacterial Efficacy of Culture Filtrates from Entomopathogenic Fungi

Tae Young Shin¹, Won Woo Lee¹, Seung Hyun Ko¹, Jae Bang Choi¹,
Sung Min Bae¹ and Soo Dong Woo¹

¹Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University

The entomopathogenic fungi were an important natural pathogenic of insects that has been developed as potential biological control agents for many important agricultural, forest and medical pests. Several these fungi produce a wide range of secondary metabolites with high therapeutic value as antibiotics, cytotoxic substances, insecticides, compounds that promote or inhibit growth, attractor and repellent. Therefore, this study was performed to select the antibacterial activity of liquid culture filtrates of 347 entomopathogenic fungi from Korea soils against two pathogenic bacteria including *Ralstonia solanacearum* and *Escherichia coli* using novel method which represents a quick and easily applicable tool obtaining large number of samples. As results, eight-five strains (24%) and seventy-six strains (22%) of these fungal metabolites produced anti-*R. solanacearum* and anti-*E. coli* compounds, respectively. The preferential antibacterial activity against *R. solanacearum* and *E. coli* gives evidence that these entomopathogenic fungal metabolites might be useful as an agent for bacteria control and the technique was simple to operate and allowed a large number of samples to be handled concurrently.

Key words: entomopathogenic fungi, antibacterial activity, culture filtrate

P035

***Wolbachia* infection polymorphism and wing morphology in
Vollenhovia emeryi chosenuca (Wheeler)**

Haewon Shin¹, Jaeri Yoo¹, Pureum Noh², Jae Chun Choe¹ and Gilsang Jeong¹

¹Division of EcoScience, Ewha Womans University

²Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

Vollenhovia emeryi chosenuca (Wheeler) (Hymenoptera: Myrmicinae) is an ant species frequently found in forests. In nature, two phenotypically distinct forms are found e.g. long winged and short winged. Unlike other hymenopteran insects, the ant is unique in its mode of reproduction. In this species, queens are clonally reproduced from unfertilized eggs. On the other hand, workers develop from fertilized eggs. Strikingly, haploid males are reproduced from fertilized eggs after destroying the maternal half of the genome e.g. maternal genome loss (MGL) consequently only with the paternal half of the genome.

We collected the ant colonies nationwide in 2011. In this study, we demonstrate that the ant is infected with *Wolbachia*, the bacterial reproductive manipulator in various insects. Interestingly, only the long winged morphs seem to be infected. Furthermore, most colonies are multiple-infected except two colonies collected from Chuncheon and Mt. Deogyu. We will discuss potential interactions among the *Wolbachia* infection polymorphism and wing morphology, and evolution of clonal reproduction and MGL.

Key words: *Wolbachia*, wing morphology, clonal reproduction, maternal genome loss

P036

논 재배방법에 따른 무척추동물 다양성 비교

심재경, 권재현, 이인중, 이경열

경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부

논 생태계의 변화에 따른 생물다양성을 진단하기 위하여 세 개 지역의 다양한 벼 재배방법 및 양식별로 수서 무척추동물의 종 다양성을 조사하였다. 영천, 칠곡, 군위 세 개 지역을 선발하여 벼 재배방법별로 2년간('10-'11) 조사를 실시하였다. 실험결과, 수서무척추 동물은 무처리(제조제무처리)의 경우 종다양도 지수가 가장 높게 나왔으며 다른 논에 비해 모이나물벼룩과 꼬마물방개 개체수가 현저히 높았다. 우렁이농법 논에서는 종풍부도가 가장 높았고 채집된 개체수도 가장 많았으며 참물벼룩, 참거머리, 긴깨알소금쟁이 등의 많은 종이 발견되었다. 특히, 참거머리는 무농약 지표생물로서 알려져 있다. 쌀겨재배지에서는 종다양도 지수와 종풍부도가 가장 낮게 나타났는데 조사 횟수가 다른 재배지에 비해 적었기 때문으로 판단된다. 관행 재배지의 경우 종다양도 지수에서는 우렁이농법에 비해 0.06으로 큰 차이가 없었으나 종풍부도 면에서는 종풍부도 지수가 7정도 차이로 현저히 낮게 나타났다. 이것은 우렁이농법의 60% 정도에 해당하는 수치이다.

검색어: 논생태계, 생물다양성, 종풍부도, 종다양도 지수

P037

cDNA Cloning of Heat Shock Proteins and their Expression in the Ussur Brown Katydid, *Paratlanticus ussuriensis*

Jae-Kyoung Shim¹, Hea-Son Bang² and Kyeong-Yeoll Lee¹

¹Department of Agricultural Biology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Environmental Ecology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA,
Suwon, Korea

Diapause duration of *Paratlanticus ussuriensis* is prolonged as an egg that enter both initial and final diapause stages. Environmental conditions, such as temperature, can modify the duration of initial diapause. Eggs enter initial diapause at 20°C, but continued early embryonic development at 30°C. Final diapause at a fully developed embryonic stage is obligatory regardless of temperature conditions. To determine temperature effects on initial diapause mechanism of *P. ussuriensis* eggs, we compared weights, DNA and RNA amounts of eggs incubated at either 20°C or 30°C for 50 days after oviposition. We identified small heat shock protein (*shsp*), heat shock protein 90 (*hsp90*) and three heat shock protein 70 (*hsp70a*, *hsp70b*, *hsp70c*) genes of *P. ussuriensis* and determined those expression levels at different temperature conditions. The levels of *shsp*, *hsp70a*, *hsp70b* and *hsp90* was not detectable until 20 days after oviposition at both temperature conditions, but highly increased at 50 and 60 days when incubated at 30°C. In contrast, *hsp70c* level was rapidly peaked at 20 days after oviposition, which is the time of initial diapause entrance. We analysis of temperature sensitivity of *P. ussuriensis* eggs. *Hsp70a* is expressed after the first cold treatment of mature eggs. *Hsp70b* is highly expressed just before hatching. Both *shsp* and *hsp70c* was highly expressed at the heat shock condition into immature egg stage. Our results suggest that high temperature breakdown initial diapause and one *hsp* gene, such as *hsp70c*, may be involved into the mechanism of initial diapause of *P. ussuriensis* eggs.

Key words: Egg diapause, Heat shock protein, *Paratlanticus ussuriensis*, Ussur brown katydid

P038

멸종위기종 물장군(*Lethocerus deyrollei*)의 인공증식에 관한 연구

양경식, 김동삼, 서인수

(재)제주테크노파크 생물종다양성연구소

노린재목(Hemiptera) 물장군과(Belostomatidae)에 속하는 물장군(*Lethocerus deyrollei*)은 근래에 개체수가 극감하여 환경부에서 멸종위기 II급 보호종으로 지정 관리하고 있다. 그러나 이들 물장군의 증식 및 복원 관련 체계적인 연구가 미흡한 관계로, 본 연구에서는 물장군인공증식 관련 최적의 환경조건 규명하기 위한 체계적인 사육법 개발을 목표로 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 2011년 6월 30일부터 9월 17일까지 생물종다양성연구소 곤충생태관(제주도 서귀포시 남원읍 소재)에서 사육중인 수컷 물장군 3개체와 제주시 구좌읍 덕천리에서 채집된 암컷 3개체들 사이에서 산란된 326개의 알을 대상으로 부화율, 각 령기별 기간, 성충까지의 생존율을 파악하였다. 사육기간 동안 동족포식을 방지하기 위해 각 수조(20cm(D) × 30cm(W) × 18cm(H))에 1개체씩 개체별 사육을 하였고, 무미류(*Anura*)의 유생, 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 금붕어(*Carassius auratus*) 등을 먹이로 공급하였다. 그 결과 물장군의 부화율은 82.5%이었으며, 각 령기별 기간은 1령(4.26일), 2령(4.27일), 3령(5.32일), 4령(7.98일), 5령(14.68일)으로 조사되었다. 그리고 물장군이 성충으로 성장하기까지의 생존률은 34.2%로 조사되어, 기존의 결과(환경부, 2011, 서식지외보전기관 성과보고서)인 부화율(66.3%), 생존률(11.4%)를 상회하는 결과를 얻을 수 있었다.

계속하여 수온, 수심 등 물장군 인공증식에 필요한 환경조건의 최적화가 진행함으로써, 물장군의 부화율 및 생존률 증대가 가능하게 되어, 이들 멸종위기종 물장군의 인공증식 및 복원 기술의 체계화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

검색어: 물장군, 노린재목, 인공증식, 멸종위기종

P039

Construction of the venom gland-specific EST library of Cambodian solitary wasp *Rhynchium brunneum*

Jung Hun Oh, Ji Hyeong Baek and Si Hyeock Lee

Department of Agriculture Biotechnology, Seoul National University

Rhynchium brunneum is a widely distributed wasp species in South Eastern Asia. *R. brunneum* females were collected from rural provinces of Cambodia, and their total RNA and venom were extracted on site. To search for novel substances in venom, a subtracted cDNA library specific to the venom gland and sac was constructed. A total of 1118 expressed sequenced sequence tags (ESTs) were sequenced and assembled into 349 contigs (107 multiple sequences and 242 singletons). In this result, we found the putative neurotoxin (DTX protein precursor), antimicrobial peptides (teratocyte-specific caboxylesterase) together with typical major components of wasp venom (venom hyaluronidase, arginine kinase, phospholipase A2, serine/theonine protein phosphatase). Additional in-depth annotation would be required for further characterization of many unidentified genes found in the EST library.

Key words: *Rhynchium brunneum*, Venom, EST Library, Suppression subtractive hybridization

P040

강원지역 백두대간 내 나방류분포에 관한 연구

원대성¹, 장석준², 김종국¹

¹강원대학교, ²강원도산림개발연구원

2010년 유아등을 이용하여 강원지역 백두대간(태백산, 백병산, 함백산)내에서 서식하는 나방류를 조사 하였다. 채집된 전체 나방류의 종조성은 16과 246종 1,336개체 이었으며, 태백산이 14과 154종 570개체, 함백산이 13과 120종 346개체, 백병산이 13과 107종 420개체이었다. 각 지역 공히 다수의 개체가 채집된 종은 뒷노랑점가지나방(*Arichanna melanaria*), 머루박각시(*Ampelophaga rubiginosa*), 줄점불나방(*Spilarctia seriatopunctata*), 노박덩굴가지나방(*Amraica superans*), 회색물결자나방(*Gandaritis agnes*) 등 이었다. 종다양도지수(H')는 태백산조사구 1.90, 함백산조사구 1.86, 백병산조사구 1.74 이었으며, 균등도 지수(J')는 태백산 0.87, 함백산 0.89, 백병산 0.86 이었다. 유사도지수(QS)는 태백산과 함백산이 0.49, 태백산과 백병산은 0.40 백병산과 함백산은 0.38로 나타났다.

검색어: 백두대간, 나비목, 종다양도, 분포

P041

강원지역 백두대간에 서식하는 딱정벌레상 연구

원대성¹, 장석준², 김종국¹

¹강원대학교, ²강원도산림개발연구원

강원지역 내의 백두대간(진부령, 설악산, 오대산, 태백산, 석빙산, 두타산)에 서식하는 딱정벌레상을 조사하였다. 딱정벌레는 2011년 6월부터 9월까지의 기간 동안에 함정트랩(pitfall trap)을 이용하여 채집하였다. 조사지역 내에 5속 8종(*Eucarabus sternbergi*, *Leptocarabus seishinensis*, *Leptocarabus semiopacus*, *Damaster(Coptolabrus) jankowskii*, *Morphocarabus venustus*, *Tomocarabus fraterculus*, *Damaster smaragdinus*, *Damaster mirabilissimus*)의 딱정벌레가 확인되었다. 지역별로는 향로봉이 5속 8종으로 가장 많은 종이 확인되었고, 태백산이 3속 3종으로 적었다. 향로봉과 오대산지역에서 종풍부도는 표고가 낮은 지역(300m-700m)보다 표고가 높은 지역(1000m-1100m)에서 다양하게 나타났으며, 두지역에 우점하는 종은 *Leptocarabus seishinensis*, *Eucarabus sternbergi* 이었다. 우점하고 있는 2종의 표고별 서식 개체수는 조사지에 따라 서로 다르게 나타나는 것으로 확인되었다. 오대산지역에 서식하는 *Eucarabus sternbergi*는 6월 하순에 가장 많은 개체가 출현하였으며 이후 9월까지 점차 감소하였다.

검색어: 딱정벌레, 분포, 종다양성, 백두대간

P042

Interspecific Hybridization of the Korean Native Bumblebee *Bombus hypocrita sapporoensis* and the Imported Bumblebee *B.terrestris*

Hyung Joo Yoon^{1,*}, InGyunPark¹, KyeongYongLee^{1,2},
MiAeKim¹ and ByungRaeJin^{2,*}

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-100

²College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714

The large bumblebee, *Bombus terrestris*, indigenous to Europe and adjacent area, and used extensively for high-value crop pollination, has been artificially introduced to several parts of the world. Here we show the interspecific hybridization between the bumblebee species, *B. hypocrita sapporoensis* and *B. terrestris*, under laboratory conditions. The mating and oviposition percentages resulting from the interspecific hybridization of a *B. terrestris* queen with a *B. h. sapporoensis* male were higher than those resulting from the intraspecific mating of *B. h. sapporoensis*. Furthermore, a competitive copulation experiment indicated that the mating of *B. h. sapporoensis* males with *B. terrestris* queens was 1.2-fold more frequent than the mating of these males with *B. h. sapporoensis* queens. The interspecific hybridization of a *B. terrestris* queen with a *B. h. sapporoensis* male produced either *B. terrestris* workers or the *B. terrestris* male phenotype, and the hybridization of a *B. h. sapporoensis* queen with a *B. terrestris* male produced *B. h. sapporoensis* males. Our results indicated that interspecific hybridization occurred between *B. h. sapporoensis* and *B. terrestris*. The results suggest that such hybridization will have a negative competitive impact and will cause genetic contamination of native bumblebees.

Key words: *Bombus hypocrita sapporoensis*, *B. terrestris*, Bumblebee, Interspecific hybridization, Pollinator

P043

우리나라에서 미국선녀벌레 [*Metcalfa pruinosa* (Say)]의 분포확대와 차량부착 이동 가능성

이관석¹, 이설매¹, 안기수²

¹국립농업과학원 작물보호과, ²충남농업기술원 친환경연구과

미국선녀벌레 [*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830)]는 2009년 우리나라에서 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 약(성)충의 흡즙과 분비물(밀납)에 의한 직접적인 피해 이외에도 잎, 줄기에 서식하는 약충 집단의 감로 분비에 따른 그을음에 의한 피해가 매우 위협적이다.

다른 많은 외래해충과 마찬가지로 이 해충의 분포확대는 알이나 약, 성충이 부착된 식물의 국가간 수출입 또는 자국내 이동에 따른 것으로 추정되고 있으나, 다른 한편으로 일부 유럽국가(예를 들면, 스위스)에서는 승용차, 버스, 트럭 등 교통수단에 의해 확산되는 것으로 추정하고 있다. 본 연구는 최초 발견 이듬해인 2010년부터 2011년까지 미국선녀벌레의 확산상황을 파악하고 경기, 충북 등 중부지방을 중심으로 주요 발생지점을 집중적으로 조사한 결과로부터 우리나라에서도 이 해충의 분포확산 경로의 하나로서 성충이 고속도로(특히 중부고속도로, 영동고속도로)나 국도 등을 왕래하는 차량에 부착하여 이동했을 가능성이 매우 높다는 점을 제시하고자 한다.

검색어: 미국선녀벌레, 분포, 확산, 교통수단

P044

A Newly Recorded Species of *Anaphothrips* Uzel (Thysanoptera: Thripidae) from Korea

Gwan-Seok Lee

Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

Anaphothrips Uzel, 1895 is a large genus in the family Thripidae with about 80 species in the world. Members of the genus are generally found on plants of the grass families, Poaceae and Cyperaceae. *Anaphothrips* was formerly paraphyletic group until critical review by Bhatti (1978), who elevated six subgenera to generic status. Only one species, *A. obscurus* (Muller, 1776), has been known in Korea. It widely distributes and rarely damages to forage crops.

As a result of this study, *Anaphothrips asahi* Kudo, 1989 is found for the first time in Korea. *A. asahi* easily distinguished from *A. obscurus* by undivided 8th antennal segment and C-shaped glandular areas on abdomen of male. Although not frequent, *A. asahi* also widely distributes in our country. For identification, morphological characters of two species in Korea are described and figured. In addition, biological information about distribution and plant relationship is also presented.

Key words: *Anaphothrips asahi*, Thripidae, Korea

P045

**Description of *Cydia piceicola* sp. nov.
(Lepidoptera, Tortricidae), feeding on *Picea jezoensis*, in Korea**

**Bong-woo Lee¹, Yang-Seop Bae², Ah-Reum Han³, Pil-Sun Park³
and Bong-Kyu Byun⁴**

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Life Sciences, University of Incheon

³Department of Forest Sciences, Seoul National University

⁴Department of Biological Sciences, Hannam University

Cydia Hübner is a large genus in the family Tortricidae, including over 230 described species worldwide (Brown, 2005) and mainly in the Holarctic region. Nine species of the genus reported from Korea.

We found a new species of *Cydia* feeding on the cones of *Picea jezoensis* (Siebold et Zucc.) Carrière in Mt. Deogyu.

The adults and the early stages of *Cydia piceicola* sp. nov. are described and illustrated from Korea. The life history and larval feeding habits are briefly discussed.

Key words: Lepidoptera, Tortricidae, *Cydia*, new species, Korea

P046

Comparison on the pollinating effect and activity relative to the comb numbers in honeybee hive released in the strawberry (Janghui var.) houses

**Sang Beom Lee¹, Nam Gyu Ha², Sang-Cheol Lee³, Won-Tae Kim¹,
Kwan-Ho Park¹ and Young-cheol Choi¹**

¹Depart. of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA,
Suwon 441-100, Korea

²Environment-Friendly Agricultural Research Division, Kyeongsang Nam-Do Agricultural
Research and Extension Service, Jinjoo 660-360, Korea

³Korean Beekeeping association, Seoul 137-070, Korea

The time-zone of pollinating activity relative to numbers released of *Apis mellifera* in the strawberry(Janghui var.) houses was together from 9A.M. to 4P. M., and the peak time of pollinating activity was 1P.M.. The effects on pollinating activity relative to the comb numbers in the honeybee hive released in the strawberry houses were ordered 5bee combs(11,000heads), 3bee combs (6,600heads) and 4bee combs(8,800heads). The rate of workers lost in *A. mellifera* hives with 5bee combs during the strawberry cultivating period were lower than those of 3bee combs and 4bee combs. The rates of fruit set by pollinating activity relative to the comb numbers in the honeybee hive released in the strawberry houses were same level with over 98%. The fruit qualities; number of seeds, sugar content and rate of normal fruit set were same level, but fruit weights was recorded 5bee combs with 40.8g, and 4bee combs and 3bee combs were showed with 37.8g. The marketing income of 5bee combs was 8% higher than that of 4bee combs and of 3bee combs, respectively.

Key word: Strawberry, *Apis mellifera*, Janghui var. bee comb, pollinating activity

P047

Acoustic stimuli as a feeding deterrent in the green peach aphid, *Myzus persicae*: Playback experiments

Yerim Lee, Bitna Lee, Youngkyo Jeon, Hyojoong Kim and Yikweon Jang

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

The green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), is one of the most important insect pests in the world. We have explored the possibility of using sounds as a stressor to control this species. Five sine wave frequencies (100, 500, 1000, 5000, 10000 Hz) with combination of three intensity (66, 78, 90 dB) were used as acoustic stimuli in the playback experiments. For behavioral bioassay, we examined frequencies of honeydew production (HDP) and wagging behavior, and duration of moving behavior. The HDP occurs regularly during each stage of nymphal or mature period, and rate of the HDP indicates a degree of food consumption. Aphids conduct wagging to determine a host plant or to find a feeding site. The moving behavior may be regarded as dispersal. As results, all acoustic stimuli significantly reduced rate of the HDP and increased rate of the moving behavior. There was a significant effect to induce the moving behavior in the test of 5000 Hz. In addition, the acoustic stimuli using 5000 Hz were the most effective to disturb feeding behavior of *M. persicae* at an individual level.

Key words: aphid, green peach aphid, acoustic-stimulus, stressor, honeydew production

P048

Effect of fenoxycarb (juvenile hormone agonist) on biological traits of *Paranura rosea* (Collembola)

Yun-Sik Lee, Jino Son, Yongeun Kim, Myung-seob Kim and Kijong Cho

Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

In this study, the toxic effects of fenoxycarb on biological traits of nontarget arthropod *P. rosea*, Collembola. The tests were assessed in the OECD artificial soil under two different exposure conditions, one was exposed in the bulk soil, and the other was exposed in the compacted soil which unidirectional force was applied to the soil surface. In the bulk system, survived adults and hatched juveniles were counted after 28-day exposures, and in the compact system, survived adults, eggs, hatched juveniles and molts were counted everyday until no more hatching. The toxic effect of fenoxycarb on survival and juvenile production of *P. rosea* in the bulk system was more toxic than that of the compact system. Juveniles and eggs were seriously affected as compared with toxic effect for adults. Particularly, toxic effect on hatching rate (3.75 mg/kg EC₅₀juvenile) were very higher than that on oviposition (200.868 mg/kg EC₅₀egg) or survival rate of adults (>1200 mg/kg LC₅₀). The molting frequency of *P. rosea* was decreased in a concentration dependent manner. These results suggest that the IGRs fenoxycarb exhibit significant impacts on the biological traits of non-target organisms *P. rosea* and its toxic effects are differently assessed depending on the exposure conditions.

Key words: Fenoxycarb, Collembola, *Paranura rosea*, insect growth regulator, exposure condition.

P049

경기북부 DMZ 접경지역의 곤충생태 조사 결과

이진구¹, 이영수², 김희동², 서애경¹, 이봉우³

¹경기도농업기술원 소득자원연구소, ²경기도농업기술원 환경농업연구과
³국립수목원 산림생물조사과

경기북부 DMZ 접경지역의 곤충을 조사하여 지역별 곤충상과 곤충특성을 분석하고, 농가소득원으로 개발할 수 있는 유망한 곤충을 선발하여 곤충산업 발전을 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 2007부터 3년간 조사에서 563종의 곤충이 서식하는 것을 확인하여 산업화 유망곤충으로 대벌레(*Baculum elongatum*) 등 25종을 이미 선발하였고, 2010년의 조사에서는 나비목 52종, 딱정벌레목 23종 등 새로운 곤충자원 95종을 추가로 확인하였다. 지역별로는 연천군 신서면 마전리 군부대 지역과 파주시 군내면 조산리 대성동마을에서 각각 5목 71종, 4목 22종으로 새로운 종이 많이 분포하였다. 접경지 특이곤충으로 멸종위기2급곤충인 애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus*)와 왕은점표범나비(*Fabriciana nerippe*)가 서식하는 확인하였으며, 한국고유종은 줄우단풍뎅이(*Gastroserica herzi*) 등 4종, 국외반출승인 대상종은 고마로브집게벌레(*Timomenus komarovi*) 등 4종, 환경지표종은 이마무늬송장벌레(*Nicrophorus maculifrons*) 등 7종을 채집하였다. 애완용, 학습용 유용 곤충자원으로 외형적 특성과 산업화 가능성을 고려하여 하늘소(*Massicus raddei*), 애기물방개(*Rhantus pulverosus*), 남생이 무당벌레(*Aiolocaria hexaspilota*) 3종을 추가로 선발하였다. 4년간 조사결과 서식이 확인된 658종은 향후 DMZ 생태조사에서 기초자료로 활용할 수 있으며, 산업화 유망곤충으로 선발된 28종중 대벌레 등 5종은 현재 산업화기술이 개발중에 있다.

검색어: DMZ, 접경지, 멸종위기, 대벌레, 곤충

P050

Change of Local Butterfly Species in Response to Global Warming and Reforestation

Tae-Sung Kwon¹, Sung-Su Kim² and Cheol Min Lee¹

¹Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, 57 Hoegi-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 130-712, Republic of Korea

²Research Institute for East Asian Environment and Biology, 4-301 Hyundai Prime Apartment, Gu-ui 3dong, Seoul 143-203, Republic of Korea

It is expected that the successful nationwide reforestation and the increased temperature would greatly change butterfly fauna in South Korea. We compared current data (2002~2007) regarding abundance and presence of butterfly species at two sites in the central portion of the Korean Peninsula to data from late 1950s and early 1970s for the same sites. The expected changes were documented by abundance change of butterflies at two study sites in the previous study. Using the same data, the greatly changed species and the change of species presence were analyzed. Population changes of 99 butterfly species which occurred at both sites were significantly correlated between two sites. The greatly increased species included three Southern (S) species and one Northern (N) species. However, the greatly declined species included five N species and no S species. This change is coincided with the expectation from the northward movements of butterfly species due to global warming. The current status of the greatly changed species was discussed on the review with other studies. The binary data (presence/absence) in present study support the expected changes of butterfly species based on global warming and reforestation. The interactive effect of two environmental changes was also recognized as like the change of abundance in the previous study.

Key words: Climate change, habitat change, insect, community, population, species richness

P051

Morphological characteristics of final instar exuviae for four cicada species occurring in urban areas of central Korea

Hyung-yun Lee, Hyojoong Kim and Yikweon Jang

Division of EcoScience, Ewha Womans University

Final instars of cicada typically emerge from the ground and metamorphose into adults. Exuviae are typically left on tree branches or leaves where metamorphosis takes place. We investigated morphological characteristics of final instar exuviae for the most prevalent species of cicada that occur in urban areas of central Korea: *Cryptotympana dubia*, *Meimuna opalifera*, *Oncotympana fuscata*, and *Graptopsaltria nigrofuscata*. The characters analyzed were body length, body width, distance between compound eyes, proboscis length, antennal segmentation, femoral structure, and body coloration. The results of Principal Component Analysis for body-size related characters, body length, body width, distance between compound eyes, and proboscis length, revealed that only the first component (PCA1) was significant. The distribution of PCA1 showed that there were three non-overlapping groups: *C. dubia*, a complex of *O. fuscata* and *G. nigrofuscata*, and *M. opalifera*. Although *O. fuscata* and *G. nigrofuscata* were not distinguishable based on size-related characters, these two species differed in femoral structure. That is, the angle between the femur and femoral claw were generally 120° in *G. nigrofuscata*, whereas it was usually 90° in the other three species. Exuviae of *M. opalifera* were pale brown and non-polishing, whereas exuviae of three other species were all brown and highly polishing. Therefore, the exuviae of four cicada species can be easily distinguishable based on body size, femoral structure, and body coloration.

인공조명의 파장에 따른 곤충 유인특성

이희조, 김용기, 박보선, 김민선, Le Xuan Vi, 배양섭

인천대학교 자연과학과 생명과학과

인공조명은 인간의 야간활동을 가능하게 해줌과 동시에 생활의 편리함을 주는 역할을 한다. 그러나 과도한 인공조명은 빛공해를 유발시켜 도시·자연생태계 교란과 농작물 수확 감소 등의 생태계 피해가 증가하는 추세이며, 동물의 경우 먹이사슬의 연속성으로 인해 피해가 더 커지고 있다. 특히 생태계에서 1·2차 소비자, 화분 매개체와 해충의 역할을 하는 곤충은 야간 인공조명에 유인이 되는데, 그 결과 인공조명 근처에서 헤어 나오지 못하고 고정효과·장벽효과·진공청소기효과로 인해 천적의 먹이가 되거나 그대로 죽게 된다(Rich & Longcore, 2006). 특히 도로는 생태적 단절을 만드는 대표적인 시설물인데, 도로의 가로등이 설치되면 빛공해로 인한 생태적 단절을 더욱 심화시킨다. 빛공해로 인한 생태계 피해에 대한 체계적인 연구는 몇몇 사례에 지나지 않는다(환경부, 2009).

본 연구는 인공조명으로 인해 생태계에 어떠한 영향이 발생하는지 기초 자료 및 근거자료를 제공하고자 한다. 특히 곤충류가 자외선에 민감하게 반응하며 유인되는 것으로 알려져 있어, 인공조명의 색깔과 파장에 따라 곤충이 어떻게 유인이 되는지에 대한 야외조사를 실시하였다. 조사는 2011년 6~8월에 걸쳐 경기도 광주시 태화산, 인천시 계양산 및 강원도 인제군 점봉산에서 3회에 걸쳐 실시하였고, 동일한 조건에서 빨간색·초록색·파란색·흰색·근자외선 5가지의 조명을 일렬로 배치시켜 light trap법으로 곤충을 유인시키고 채집을 하여 동정 및 개체수를 세어 군집분석을 하였고, 실험에 쓰인 조명의 밝기와 자외선량을 측정하여 분석하였다. 그 결과 인공조명이 곤충을 유인하는 특성 중 조명의 색깔은 큰 영향을 끼치지 않으며, 자외선 영역의 빛이 많이 나오는 조명일수록 곤충을 더 많이 유인하는 것으로 나타났다.

검색어: 빛공해, 인공조명, 생태계, 파장, 유인특성, 군집분석

P053

**Molecular identification and diagnosis of the immature
Callipogon relictus (Semenov) (Coleoptera: Cerambycidae),
a natural monument of Korea**

**Jongok Lim¹, Minyoung Kim², Sunghoon Jung², Il-kwon Kim¹, Jong-su Lim¹,
Shin-young Park¹, Gyeong-mi Kim¹, Cheolhak Kim³, Bong-kyu Byun⁴,
Bong-woo Lee¹ and Seunghwan Lee²**

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³K-INSECT Co., Ltd.

⁴Department of Biological Sciences, Hannam University

Larval stages of *Callipogon relictus* (Semenov) (Coleoptera: Cerambycidae), a gigantic longhorn beetle designated as a natural monument of Korea, has never been studied as it is hardly discovered in nature. The DNA barcoding gene, mt-COI, was used to identify a dead larva found in the Gwangneung forest of the Korea National Arboretum. Based on the result, we provide the morphology of the immature stage, with the illustrations of diagnostic characteristics.

Key words: *Callipogon relictus* (Semenov), Cerambycidae, immature, DNA barcoding, Natural monument, Korea

P054

New record of *Parahabdepyris* Gorbатовskii (Hymenoptera: Bethylidae) from Korea

Jongok Lim¹, Il-kwon Kim¹ and Seunghwan Lee²

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

A bethylid genus, *Pararhabdepyris* Gorbатовskii (Hymenoptera: Bethylidae: Epyrinae) which consists of three species worldwide, is reported for the first time in Korea.

Pararhabdepyris paradoxus Gorbатовskii is redescribed with detail illustrations of morphological diagnostic characteristics. A key to the genus of Epyrinae in Korea is also provided.

Key words: Bethylidae, Epyrinae, Korea, new record, *Pararhabdepyris paradoxus* Gorbатовskii

P055

Two new records of *Phymatodes* Mulsant (Coleoptera: Cerambycidae) from Korea

Jongok Lim¹, Kyeong-mi Kim¹, Young-su Lee², Cheolhak Kim³
and Bong-woo Lee¹

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Division of Environment Agricultural Research, Gyeonggi-do Agricultural Research and
Extension Services

³K-INSECT Co., Ltd.

The genus *Phymatodes* Mulsant (Coleoptera: Cerambycidae) distributes throughout the Holarctic region. Approximately 50 species have been recorded from the world, and four species have been recorded in Korea.

In 2010 and 2011, we collected many grape twigs which were severely damaged by unknown larvae of longhorn beetles from Gyeonggi province. They were reared at indoor condition until their emergences in order to see which species inflicted damage on the grape vines.

Two species of unknown longhorn beetles were collected. They were identified as *Phymatodes jiangi* Wang *et* Zheng and *P. zemlinae* Plavilstshikov *et* Anufriev that are new to Korea.

The diagnosis and illustrations of *P. jiangi* and *P. zemlinae* are provided.

Key words: Cerambycidae, grape, Korea, new record, *Phymatodes* Mulsant

P056

호박꽃과실파리(*Bactrocera scutellata*)의 발육 특성

전성욱, 조명래, 강택준, 김형환, 안승준, 김양표¹, 김소형², 황창연²

국립 원예특작과학원 원예특작환경과
¹국립 농업과학원 작물보호과, ²전북대학교 농생물학과

우리나라 박과류의 주요 해충인 호박꽃과실파리(*Bactrocera scutellata*)의 발육을 7개 온도조건(15, 18, 21, 24, 27, 30, 33°C), 14:10(L:D)h 광조건, 상대 습도 65±5%의 항온항습기에서 알, 유충(1, 2, 3령), 번데기 기간을 구분하여 개체사육하며 발육에 관한 선형발육모형과 비선형발육모형을 추정하였다. 알은 모든 온도에서 부화가 가능하였고 발육기간은 15°C에서 4.2일로 가장 길었으며, 33°C에서 0.9일로 가장 짧아 온도 증가에 따라 발육기간은 짧아졌다. 유충은 온도가 증가함에 따라 발육기간이 짧아졌으나 30°C 이상에서 발육기간이 다시 길어졌다. 번데기는 15°C에서 21.5일로 가장 길었고 33°C에서 7.6일로 온도가 증가할수록 발육기간은 줄어들었다. 전체적으로 알에서 번데기기간까지의 발육은 15°C에서 38.5일이었고 33°C에서 12.0일로 온도가 증가할수록 발육기간은 짧아지는 경향을 보였다. 알, 유충, 번데기의 발육영점온도는 12.5, 10.7, 6.3°C였고, 발육에 필요한 유효적산온도는 33.2, 118.3, 181.2일도였다. 알, 유충, 번데기기간을 직선회귀식에 분석한 결과 발육단계의 결정계수(r^2) 값이 0.93, 0.75, 0.98이었고 비선형회귀에서는 0.99, 0.98, 0.99를 나타내었다.

검색어: 호박꽃과실파리, 발육영점온도, 유효적산온도, 직선회귀, 비선형회귀

P057

Change of Flavonoids in *Oryza sativa* Damaged by Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*

Ju Sung Jeon and Chung Gyoo Park

Division of Applied Life Science (BK21), Gyeong-sang National University

Role of flavonoids in plant against herbivores is well known. Many studies showed that flavonoids are deterrent or have anti-feeding effects to herbivores. In this study phenolic compounds were analyzed as defense materials to brown planthopper (BPH) feeding in four rice varieties using HPLC. Two of them, Chunambyeo and Nackdongbyeo, are BPH-susceptible, and the other two, Chungmo-1006 and Hanambyeo, are BPH-resistant. Changes in flavonoids were investigated by the function of damage period by BPH. Twelve flavonoids were characterized in the four varieties damaged by BPH. Among those flavonoids, apigenin and quercetin were significantly higher in Chungmo-1006 damaged by BPH. Thus, resistance of Chungmo-1006 to BPH may be attributed to the increase of the two flavonoids contents.

Key words: *Oryza sativa*, BPH, *Nilaparvata lugens*, Plant resistance, flavonoids

P058

한국산 곤충병원성 선충의 분포 조사

김형환¹, 정영학², 조명래¹, 손대영², 박정규², 추호렬²

¹국립원예특작과학원 원예특작환경과, ²경상대학교 응용생명과학부(BK21)

2010년 한국의 34개 지역에서 총 68점의 토양을 채집하여 곤충병원성 선충에 대한 분포 조사를 실시하였다. 각 지역에서 토양 샘플을 채집하여 미끼 곤충인 꿀벌부채명나방(*Galleria mellonella*) 유충을 이용하여 곤충병원성 선충 유무를 확인하였다. 34곳의 토양 샘플 중 곤충병원성 선충이 검출된 지역은 5지역으로 *Steinernema*속 4종류와 *Heterorhabditis*속 1종이 발견되었으며 검출율은 14.7% 였다. 곤충병원성 선충의 신속한 분류를 위해 ITS 영역을 이용하여 분자생물학적으로 동정한 결과 *Steinernema*속 4종류는 모두 *S. monticolum*으로, *Heterorhabditis*속 1종은 *H. megidis*로 판명되었다. *S. monticolum*은 인제군 인제읍, 봉화군 소천면, 봉화군 재산면, 태백시 혈동의 산림 지역에서, *H. megidis*는 봉화군 재산면의 산림 지역에서 각각 발견되었다. 곤충병원성 선충이 발견된 지역의 식생을 조사한 결과 대부분 낙엽송 (*Larix kaempferi*)이 서식하는 지역에서 검출되었다.

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

P059

Comparison of Community Structure of Ground Beetle Assemblage (Coleoptera: Carabidae) between Coniferous and Deciduous forests in Rural Landscape along Latitudinal Gradient

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

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

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

This study was conducted to examine the community structure of ground beetles between coniferous and deciduous forest in rural landscapes along latitudinal gradient, such as Miryang-si, Yeongdong-gun, Icheon-si, and Cheolwon-gun from April to October in 2009. A total of 19 species belonging to 15 genera of 9 subfamilies were identified from 6,253 collected ground beetles. Between forest stands, 14 species belonging to 10 genera of 7 subfamilies were identified from 2,874 ground beetles in coniferous forests and 14 species belonging to 11 genera of 7 subfamilies were identified from 3,379 ground beetles in deciduous forests. Dominant species from 4 regions were *Synuchus nitidus* (59.4% of total) and *Synuchus cyloderus* (28.5%) respectively. Analysis of similarity (ANOSIM) showed no difference between forest stands, but it was significantly different among regions. Non-metric multidimensional scaling showed that 8 study sites were divergence to 2 major groups between Miryang-si and the others. Overall, community structure of ground beetles showed no difference between forest stands. In conclusion, rural forests is being discussed about important role in biodiversity conservation such as refuge from human activity, and thus, studies on the community structure of ground beetles in the rural forests will be important to manage the biodiversity in agricultural landscapes, because ground beetles are well known for general predator groups in the ecosystems.

Key words: *agricultural landscapes, biodiversity, forest stands, forest edge*

웨이블릿 변환을 이용한 왕귀뚜라미 노래의 처프 자동 계수

지창우¹, 이시우¹, 김남정², 최훈식³, 송인선³

¹국립농업과학원 작물보호과, ²국립농업과학원 곤충산업과, ³한광여자중학교

곤충의 노래 소리는 구조적으로 프레이즈(phrase)와 처프(chirp), 임펄스(impulse)로 구분한다. 왕귀뚜라미의 노래 소리(*Teleogryllus emma* (Ohmachi et Matsuura))는 프레이즈 당 처프의 횟수로 노래 소리를 유인노래, 구애노래, 경쟁노래 3가지로 구분할 수 있다. 왕귀뚜라미의 소리의 처프 횟수를 자동 계수하기 위해 웨이블릿 변환(Wavelet transformation)을 시도하였다. 웨이블릿 변환은 푸리에 변환(Fourier transformation)과 유사하나 삼각함수 대신 적절한 기저함수(Basis function)를 이용하고 이들의 집합으로 신호를 분해하여 정보를 추출하는 수리적 방법이다. 본 연구에서는 방울벌레의 소리를 Morlet 함수를 기저함수로 사용하여 신호를 분석하였다. 마이크로 녹음된 왕귀뚜라미의 소리를 웨이블릿 변환의 입력 자료로 활용하여 변환을 하였다. 변환된 신호 중 왕귀뚜라미의 처프 주기와 가장 유사하고 변화폭이 뚜렷한 고주파 영역대의 신호를 선택하였다. 선택된 신호는 적절한 과정(smoothing, interpolation)을 거쳐 처프 횟수를 자동계수하게 된다. 40회의 울음소리를 랜덤하게 선택하여 실제 처프 횟수와 계수 횟수를 비교하였다. 두 횟수의 유사성을 나타내는 R^2 값이 0.97로 나타나 자동 계수 값이 실제 처프 횟수를 대변할 수 있는 것으로 나타났다.

검색어: 왕귀뚜라미, 웨이블릿 변환, 처프, 자동 계수

P061

Antifibrinolytic role of a bee venom serine protease inhibitor that acts as a plasmin inhibitor

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

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

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

Bee venom is a rich source of pharmacologically active substances. In this study, we identified a bumblebee (*Bombus ignitus*) venom Kunitz-type serine protease inhibitor (Bi-KTI) that acts as a plasmin inhibitor. Bi-KTI showed no detectable inhibitory effect on factor Xa, thrombin, or tPA. However, it strongly inhibited plasmin, although this inhibitory ability was two-fold weaker than that of aprotinin. The activities of *B. ignitus* venom serine protease (Bi-VSP) and plasmin in the presence of Bi-KTI indicate that Bi-KTI targets plasmin more specifically than Bi-VSP. These findings demonstrate a novel mechanism for bee venom by which Bi-KTI acts as an antifibrinolytic agent, raising interest in Bi-KTI as a potential clinical agent.

P062

Molecular characterization of bee venom serine proteases

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

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

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

We present evidence that the serine protease found in bumblebee (*Bombus terrestris*) venom exhibits fibrin(ogen)olytic activity. Compared to honeybee (*Apis mellifera*) venom, bumblebee venom contains a higher content of serine protease, which is one of its major components. Venom serine proteases from bumblebees did not cross-react with antibodies against the honeybee venom serine protease. We provide functional evidence indicating that *B. terrestris* venom serine protease (Bt-VSP) acts as a fibrin(ogen)olytic enzyme. Bt-VSP activates prothrombin and directly degrades fibrinogen into fibrin degradation products. However, Bt-VSP is not a plasminogen activator, and its fibrinolytic activity is less than that of plasmin. Taken together, our results define roles for Bt-VSP as a prothrombin activator, a thrombin-like protease, and a plasmin-like protease, providing significant support for the potential use of bumblebee venom serine protease as a clinical agent.

P063

**Molecular characterization of a venom serine protease from
bumblebees, *Bombus hypocrita sapporoensis* and
*B. ardens ardens***

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

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

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

We cloned venom serine proteases from two bumblebee species, *Bombus hypocrita sapporoensis* and *B. ardens ardens*. We compared the predicted mature protein sequences of these serine protease genes to those previously reported from other bees. Using *B. h. sapporoensis* venom serine protease (Bs-VSP), we identify that Bs-VSP acts as a fibrin(ogen)olytic enzyme. Bs-VSP activates prothrombin and directly degrades fibrinogen into fibrin degradation products, as demonstrated for *B. ignitus* and *B. terrestris* venom serine proteases. Our results further define roles for bumblebee venom serine proteases as fibrin(ogen)olytic enzyme, providing strong evidence that bumblebee venom serine proteases are hemostatically active proteins that are potentially promising therapeutic agents.

P064

과원내 재배형태에 따른 곤충상 변화

최용석^{*1}, 황인수¹, 강태주¹, 김해정¹, 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 사과와 배 재배지에서 피복작물로서 재배되는 헤어리벳치구와 일반잡초 제초구, 화학제초구에서 5월부터 7월까지 채집된 곤충상을 조사하였다. 곤충상 조사는 주로 천적종류를 대상으로 하였으며 청색과 황색 끈끈이트랩을 월 1회 3일간 설치하여 조사하였고, 황색수반에 포르말린 3%액을 월 1회 3일간 설치하여 유살된 천적종류를 조사하였다.

배의 헤어리벳치구에서는 총 132마리의 천적이 끈끈이트랩에 유살되었으며, 가장 많이 유살된 종은 광불이꽃등으로 62마리, 꼬마꽃등에 43마리였다. 사과의 경우 초생 및 친환경방제구에서 56마리의 천적이 유살되었으며 가장 많이 유살된 종은 고치벌과에 24마리, 좀벌과에 10마리였다. 가장 낮은 천적이 유살된 구는 배 초생 및 화학방제구와 사과 초생 및 화학방제구로 30마리 이하였다. 트랩종류별 유살된 천적의 종류를 비교한 결과, 고치벌과, 좀벌과, 검정알벌과, 맵시벌과, 진디벌과의 벌 종류는 황색에 잘 유인되었으며, 꼬마꽃등에, 광불이꽃등에, 벌넓적꽃 등에는 청색에 잘 유인되었다. 황색수반에 채집된 종수는 전체 조사포장에서 채집된 종수는 53종으로 끈끈이트랩에 유살된 312종보다 훨씬 적어 조사방법으로는 적당치 못하였다.

검색어: 과원, 헤어리벳치, 녹비작물, 곤충상, 천적

P065

Influence of polyhedra morphology on the virulence of *Autographa californica* nucleopolyhedrovirus

**Jae Bang Choi¹, Won Il Heo¹, Tae Young Shin¹, Sung Min Bae¹
B and Soo-Dong Woo¹**

¹Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University

The polyhedrin is responsible to form polyhedra of nucleopolyhedrovirus (NPV) and highly conserved in most completely sequenced in lepidopteran NPVs. Previously, we have reported that the substitution of polyhedrin of *Autographa californica* NPV(AcNPV) with that of *Spodoptera exigua* NPV(SeNPV) or *Bombyx mori* NPV(BmNPV) result the change of polyhedra morphology. In this study, we investigated the influence of changed polyhedra morphology to the virulence of AcNPV. The recombinant AcNPVs were propagated in *Spodoptera frugiperda* clone 9, 21 cells and *S. exigua* larvae. Each collected recombinant polyhedra were used in bioassays using *S. exigua* larvae. The recombinant AcNPVs show that difference virulence according to the polyhedra morphologies. Internal and external morphological features of each recombinant AcNPV were also compared on the electron microscope. Our results suggest that the morphology of polyhedra influence the virulence of NPV and is well worth considering for the development viral insecticide.

Key words: polyhedra, morphology

P066

산채류에 발생한 돌발해충 “긴날개밑들이메뚜기”

최준근¹, 변봉규², 문윤기¹, 김태우³

¹강원도농업기술원 환경농업연구과, ²한남대학교 생명과학과
³국립생물자원관 전시교육과

2011년 5월 강원도 평창군에 위치한 곰취 재배 포장에 메뚜기류의 피해가 심하게 발생하여 이에 대한 분류동정 및 피해상황, 기주범위 등을 조사하였다. 곰취를 가해하고 있는 메뚜기 약충을 채집, 사육하여 우화 후 분류동정한 결과, 긴날개밑들이메뚜기(*Ognevia longipennis* Shiraki)로 확인되었다. 포장에서의 피해상황은 노지재배의 경우 가해엽율이 22.5~50.0%, 비가림 시설재배에서는 3.0~12.5%로 나타났으며, 특히 산림과 인접한 지역에서 피해가 심하였다. 긴날개밑들이메뚜기는 곰취 외에도 참취, 고려엉킥귀, 눈개승마 등의 산채류를 가해하는 것으로 조사되었으며 작물별 피해정도는 곰취>고려엉킥귀>참취>눈개승마 순 이었다. 또한 조사지역 외에도 평창군 봉평면, 양구군 양구읍 등의 산채 재배 포장에서도 발생이 확인되었고, 7월 까지 피해가 지속되는 것으로 조사되었다.

검색어: 돌발해충, 긴날개밑들이메뚜기, 메뚜기과, 곰취

P067

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*) 분변토 침출수의 생태독성 평가

이상범¹, 최영철¹, 박관호¹, 김원태¹, 최한수², 문성경², 최은주², 이용구³

¹농업과학기술원 곤충산업과, ²생태기술연구소 (주)에코이엔지, ³잠실여자고등학교

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)는 대표적인 환경정화곤충으로, 우리나라에는 1990년에 최초로 발견되어 보고(Kim, 1997)되어 외래종으로 취급되고 있는 종이다. 아메리카동애등에는 인공적으로 대량 사육이 가능하여 농가에 보급될 예정이다. 본 연구는 농업과학원 인공 사육 시설에서 발생된 분변토의 성분이 생태계 미치는 영향을 알아보기 위하여 생태독성평가(Acute toxicity test)를 수행하였다. Proteose media로 분변토 성분을 추출하여 인위적으로 침출수를 제조하여 *Chlorella vulgaris*(UTEX-2714, Chlorophyceae)의 Cell number 증가 여부를 72시간 동안 확인 하였다. 100% 농도에서는 *C. vulgaris* 성장을 억제하지만, 50% 이하 수준에서는 유의성 있는 영향은 없는 것으로 나타났다. 따라서 대량 사육시설에서 발생되는 분변토의 경우 사육시설 주변 하천으로 침출수 형태로 유입이 되더라도 큰 영향은 없을 것으로 추측된다.

검색어: 아메리카동애등에, 분변토, 침출수, 생태독성, *Hermetia illucens*, Black Soldier Fly

P068

A New Genus (Coleoptera, Elateridae) from Taiwan

Taeman Han^{1,2}, Young Bo Lee¹, Seunghwan Lee² and Hae Chul Park¹

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

A new genus, belonging to the tribe Hemicrepidini of subfamily Dendrometrinae, from Taiwan is established. The new genus is compared to their related eight genera occurring in Taiwan by cladistic analysis based on diagnostic characters used in generic level.

Key words: Taxonomy, Cladistic analysis, Coleoptera, Elateridae, Dendrometrinae, new genus, Taiwan

P069

Retrieving Authentic DNA Barcoding Sequence from Old Insect Specimens

**Taeman Han, Tae Hwa Kang, Oh Chang Kwon, Young Bo Lee, Mi Ae Kim
and Hae Chul Park**

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

In DNA barcoding, the DNA degradation of old museum specimens has been limited full-length (658bp) sequencing. The challenges associated with the retrieval and authentication of degraded DNA extracts from fossil and old museum specimens were principally limited to analyze the relatively short sequences (<300 bp). Furthermore, almost protocols in other to analyzed the degraded DNA contained the cloning process after PCR causing the time-consuming and the rising costs. To overcome these problematic circumstances, we tried a modified method to analyze full-length of DNA barcoding region in 30~60 year-old butterfly specimens (225 samples in 28 species), using direct sequencing after PCR with species-specific overlapping primer sets per each species. As a result, all of 28 species have been successfully analyzed, although 178 samples (79%) are completely generated barcoding sequences ranged from 640 to 658 bp and 47 samples (21%) are partially sequenced ranged from 100 to 500 bp. Thus, the result showed that the direct PCR sequencing using the overlapping primer sets per species appears to have great potential efficiency for analysis of degraded DNA without incorrect sequences.

Key words: Taxonomy, Museum specimens, DNA barcode, Direct PCR sequencing, Overlapping primer sets, Korea.

P070

꼬리명주나비(*Sericinus montela* Gray)의 실내사육과 온도별 발육 특성

홍성진, 김남정, 김성현

국립농업과학원 곤충산업과

꼬리명주나비(*Sericinus montela* Gray)는 러시아, 중국 및 우리나라에만 분포하는 동아시아 고유종으로 쥐방울덩굴(*Aristolochia contorta*)을 식초로 한다. 봄형과 여름형의 계절형 이외에도 개체간 변이가 매우 큰 종으로 모양이 아름답고 나는 모습이 우아하다. 국점(國蝶) 청원 여론이 있으며, 여러 지자체에서 서식지 복원사업을 추진하는 등 사회적 방향이 큰 나비이다. 이에 꼬리명주나비의 연중 실내대량사육을 통한 산업화 확대 연구의 일환으로 본 연구를 추진하였다. 꼬리명주나비는 자연 또는 인공교배를 통해 채란하여 포장에서 재배한 쥐방울덩굴을 먹이로 누대사육하였다. 15°C에서부터 35°C까지 2.5°C 간격의 온도 수준에서 꼬리명주나비의 알을 보호한 결과 꼬리명주나비의 알은 15°C 및 32.5°C 이상에서는 부화하지 못하고 20~30°C 사이에서만 부화하였다. 난기간은 17.5, 20, 22.5, 25, 27.5, 30°C에서 각각 13.33, 8.43, 6.49, 5.06, 4.38, 4.01일이었다. 부화율은 저온(92~84%)에서, 사망율은 고온(37.5°C 35.4%, 30°C 64.1%)에서 높았다. 유충기간은 15°C 48.75, 20°C 18.98, 25°C 13.32, 30°C 9.96일 이었으나, 35°C에서는 3령 이후 생존이 불가능 하였다. 번데기 기간은 15, 20, 25, 30, 35°C 온도 수준에서 각각 28.67, 11.08, 6.97, 5.64, 7.00일이었으며, 우화율은 각각 55.3, 92.5, 85.4, 66.7, 2.2%였다. 특히 15°C에서는 기형이 많아 정상비율이 15.8%에 불과하였다. 이들 결과를 바탕으로 발육영점온도와 유효적산온도를 산출한 결과 알, 유충, 번데기의 발육영점온도는 각각 10.9, 10.39, 10.34°C였으며, 유효적산온도는 각각 74.5, 197.6, 125.3일도였다.

검색어: 꼬리명주나비, 실내사육, 발육영점온도, 유효적산온도

P071

Effects of host genetic backgrounds and the offspring sex ratio in the *Wolbachia* infected *Trichogramma* wasps

Hwakyung Hwang, Yikweon Jang and Gilsang Jeong

Division of EcoScience, Ewha Womans University

The α -proteobacterium *Wolbachia* is maternally inherited and is known to induce reproductive distortions in a wide range of insect taxa such as cytoplasmic incompatibility, feminization, male killing and parthenogenesis (PI).

When a female is infected with PI-*Wolbachia*, she does not need a male to produce female offspring, because the female can produce female offspring via gamete duplication without the aid of sperm.

However, in the parasitoid wasp *Trichogramma kaykai* species, *Wolbachia* infected parthenogenetic females still produce a fraction of male offspring.

Offspring sex ratio for 10 days are different according to each *T. kaykai* isofemale line that is infected with PI- *Wolbachia*. This may be caused by complex interactions between *Wolbachia* and the host genetic backgrounds on converting sex of infected eggs.

Key words: *Wolbachia*, *Trichogramma kaykai*, host genetic background, sex ratio

P072

Quality assessment of refrigerated eggs of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) stored at different temperature and relative humidity regimens

Bishwo P. Mainali, Youngkeun Yi and Un Taek Lim

Department of Bioresource Sciences, Andong National University

Periodical release of non-viable refrigerated eggs of *Riptortus pedestris* (Fabricius) has been found to enhance field parasitism level in soybean fields. However, optimum refrigeration conditions required for the eggs in order to preserve its quality to ensure effective level of parasitism for a longer period has been rarely reported. We assessed optimum environment condition for refrigeration of the eggs using three different temperatures (2, 6, and 10°C) and relative humidities (RH) (high, medium and low). Eggs of *R. pedestris* were refrigerated at nine combinations of temperature and relative humidity for 30 consecutive days. Those eggs were taken out and after 8 days, mated female *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) were individually exposed to the eggs, and their development, emergence, and sex ratio were examined. Number of eggs parasitized was highest (5.9) on eggs stored at 6°C and high RH. Significantly higher male proportion was recorded in the eggs stored at 10°C. However, RH had no effect on the sex ratio. For both male and female, development time was the least on host eggs stored at 2°C and high RH. Adult emergence was recorded highest from the eggs stored at 2°C followed by 6°C and at high RH. In conclusion, eggs refrigerated below 6°C at high RH condition maintained better quality of *R. pedestris* eggs for the parasitization by *O. nezarae*.

Key words: *Ooencyrtus nezarae*, parasitism, development time, cold storage

P073

Effects of insecticides on apple borers when treated after boring inside the apple

Lalit Prasad Sah, Seon A Jeong and Chuleui Jung

Department of Bioresource Sciences, Andong National University

The study investigated the chemical treatment effects on apple borers (Lepidoptera: Tortricidae, Carposinidae) when the larvae already bored inside the apple fruits. Infested apple fruits were harvested from the insecticide-free orchards in Giran, Andong on 17 July, 2010. Twenty chemical pesticides registered for the apple borers were treated on recommendation dose with dipping methods. Each treatment consisted of 20 infested apples with average 6.2 larva per apple. Mortality was relatively low, mostly 10% and a few with 30~40%. No larva died inside the apple. But dying larva escaped from apple much earlier than live ones. However there was significant sublethal effect.. Escaping time (d) from chemical treatments was longer than that from control where no chemical was treated. After escaping from the apple, it took ap. 2days to become pupae. Pupal periods were ap. 12 days without any difference among treatments. However adult emergence rate was higher in control (10.7%) than in treatments (18.5%). Among survived adults, one third was *Carposina sasakii* and remaining was *Grapholita molesta*. On conclusion, timing of insecticide spray is critical in the apple borer management.

Key words: *Grapholita molesta*, *Carposina sasakii*, insecticide spray timing, escaping, pupal period

P074

Trap cropping for Management of bugs of mungbean, *Vigna radiata* (L.) Wilczek. : Trap crop in Nepal.

Rameswor Maharjan^{1,2} and Chuleui Jung¹

¹Plant medicine major School of Bioresource Sciences, Andong National University

²Scientist, Entomology Division, Nepal Agricultural Research Council (NARC), Nepal.

Mungbean is an important crop in Nepal. Heteropteran bugs, *Nezara viridula*, *Dolycoris baccurum*, and *Melanacanthus scutellaris* are significantly influencing qualitative and quantitative loss in soybean and mungbean. Though pesticide application is common practice for management of these bugs, pesticide avoidance by the bugs stalls proper management. As an alternative, trap cropping with variety mostly preferred by the bugs as trap crops along with the main crop is considered. Selection of most preferred mungbean variety was performed with six (VC 6173 A; VC 6153 B-20G; VC 3960 A-88; Kalyan; Pratikchha; Saptari local) relative to Saptari local variety. Significant difference was recorded in number of bugs occurrence among the six varieties with maximum number of bugs in VC 6173 (3 bugs/plant) which showed lowest yield. For application, three different trap crop designs were employed in the field. There was significant difference between the main crop i.e. variety Pratiksha and the variety VC6173A used as trap crop in two designs. In conclusion VC6173A is a probable trap crop and the two designs can be employed in the field.

Key words: Heteropteran bugs, trap crops, field designs, varieties, Nepal.

P075

공정육묘장에 발생하는 주요 해충 종 및 관리현황

강택준, 조명래, 김형환, 안승준

국립원예특작과학원 원예특작환경과

최근 국내 공정육묘(플러그묘) 보급 확산으로 전용 육묘시설 면적의 급속 증가하고 있어, 기존 자가로 육묘를 생산하던 농가에서는 공정육묘장에서 생산된 플러그묘를 활용하는 비율이 점차 증가하고 있다. 이에 맞추어 육묘산업 보호 육성 및 활성화를 위한 제도적, 관리적 기반 구축이 필연적으로 뒷받침되어야 할 것이다. 또한 종자에서부터 육묘단계까지 병해충 관리체계의 기반 구축을 위한 공정육묘장의 품질평가 기준 설정을 위한 병해충 관리 종합 매뉴얼 개발 필요하다. 이번 조사는 공정육묘장 관리를 위한 병해충 분야 법적체계 기반 조성 및 관련 자료 제공을 위한 기초 조사와 공정육묘 산업 활성을 위한 육묘장의 병해충의 진단 및 방제기술의 개발을 위해서 수행되었다. 2011년 논산, 안성, 평택, 밀양 등에 위치한 주요 공정육묘장을 대상으로 육묘장내 해충 발생 및 피해 현황을 조사하였다. 육묘장내 발생하는 주요 해충으로는 목화진딧물, 총채벌레, 복숭아혹진딧물, 가루이 등으로 육묘장내 재배 작물, 주변 식생 및 관리 형태에 따라 많은 차이를 보이고 있었다.

검색어: 공정육묘장, 공정묘(플러그묘), 해충

P076

주요 약용작물에서 해충 발생생태 및 피해 특징

강택준, 조명래, 김형환, 안승준

국립원예특작과학원 원예특작환경과

최근 약용작물 재배 증가로 병해충 관리비용이 급증하여 병해충 신속·정확한 진단기술 개발이 시급한 실정이다. 또한 국내 약용작물 가공식품 수요가 증가 및 안전 농산물에 대한 요구로 화학농약 사용 절감 및 잔류를 절감할 수 있는 친환경 방제기술 개발이 필요하다. 2010년부터 제천, 음성, 평창 등에서 당귀, 황기, 마, 맥문동, 도라지 등 약용작물에 발생하는 주요 해충들의 발생 및 패해 특징들을 조사하였다. 약용 작물 재배 기간 중 지상부에 발생하여 피해를 유발할 수 있는 해충 중으로는 총채벌레, 응애, 진딧물, 나방, 노린재, 딱정벌레, 잎굴파리 등으로 각 작물의 재배 시기 및 형태별로 다양하게 발생 피해를 유발하고 있었다. 특히 재배 초기(5~7월) 진딧물, 응애, 총채벌레 등은 적절한 관리가 행하여지지 않을 경우 부분적으로 많은 피해(10~30%/주)를 유발하고 있었다. 작물 재배 후기(8~10월)에 발생하여 피해를 주로 유발하는 해충들로는 나방 유충, 노린재, 딱정벌레 류 등으로 주로 지상부 순 끝부분과 열매부위를 가해하여 피해(5~10%/주)를 유발하고 있었다. 재배기간 중 약용작물 근권부를 가해하는 해충으로는 선충 및 파리유충 등 소량 발생하여(2~3%/주) 수확물의 감소를 유발하고 있었다.

검색어: 약용작물, 해충, 황기, 당귀, 도라지

P077

강원 고랭지에 발생하는 6종 나방류 해충의 발생소장

권민, 김주일, 김점순, 이영규

농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터

해발 400미터 이상의 고랭지는 여름철 단경기 고랭지 채소와 씨감자 생산 등을 담당하는 지역으로 전국에 걸쳐 73,000 ha에 이르며, 이 중 절반이 강원도에 위치한다. 본 조사는 해발 500미터 이상의 주요 농작물 재배지역 (횡성, 홍천, 평창, 대관령)을 대상으로 나방류 해충 6종, 배추좀나방 (*Plutella xylostella* L.), 도둑나방(*Mamestra brassicae* L.), 파밤나방(*Spodoptera exigua* Hübner), 담배거세미나방(*Spodoptera litura* F.), 양배추은무늬밤나방 (*Trichoplusia ni* Hübner), 왕담배나방(*Helicoverpa armigera* Hübner)의 발생소장을 성페로몬 트랩으로 실시하였다. 조사 기간 중 성충 발생량이 가장 많은 종은 파밤나방이었고, 담배거세미나방>양배추은무늬밤나방 순이었다. 도둑나방은 연 2회, 양배추은무늬밤나방은 3회, 파밤나방과 담배거세미나방은 6월 하순부터 9월 하순에 걸쳐 3~4회 중복해서 발생하였다. 배추좀나방의 경우 대관령지역에서의 최대 발생기는 성충은 6월 하순~7월 상순, 유충은 8월 상순~중순으로 나타났다. 발생 경향을 지역별로 구분해 보면 파밤나방은 홍천에서, 양배추은무늬밤나방은 횡성에서, 도둑나방은 횡성에서, 담배거세미나방은 평창 지역에서 가장 많이 발생하였다. 그러나 발생 경향을 행정단위 시군별로 일괄적으로 구분하는 것은 정확성이 떨어졌는데, 고랭지 특성상 시군마다 다양한 표고를 가진 지역이 함께 섞여 있기 때문이다. 따라서 고랭지 해충의 발생소장을 구분하기 위해서는 지역별 표고를 기준으로 세분하는 것이 적절한 것으로 생각된다.

검색어: 고랭지, 배추좀나방, 파밤나방, 담배거세미나방, 발생소장, 표고

P078

톱다리개미허리노린재의 발육 및 산란에 미치는 먹이의 영향

권혜리, 박민우, 조신혁, 신효섭, 김세희, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과

두과작물이 주요 기주인 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*)를 대상으로 먹이를 서로 달리 공급하였을 경우, 톱다리개미허리노린재의 발육과 산란의 차이를 확인 할 수 있었다. 약콩(*Rhynchasia nulubilis*), 녹두(*Phaseolus radiatus*), 헤어리베치(*Vicia villasa*) 등 세 종류의 두과작물을 잎과 종자, 그리고 잎과 종자를 같이 제공하여 톱다리개미허리노린재 약충의 령기별 발육기간과 성충수명 및 산란 수를 비교하였다. 세 종류의 식물체 각각을 잎만 먹이로 제공한 경우, 톱다리개미허리노린재는 알에서 부화한 약충이 2령까지밖에 생존하지 못하였다. 약콩과 녹두의 경우 종자를 주거나 식물잎과 종자를 같이 제공하게 되면 성충으로 발육이 진행되었다. 그렇지만, 헤어리베치의 경우 잎과 종자를 같이 제공한 경우에도 5령까지밖에 성장하지 못하고 성충으로 발육이 진행되지 않았다. 약콩 종자만 제공하였을 경우에는 성충 수명은 17.4 ± 10.0 일로 가장 짧았고, 산란수가 가장 적었으며 이들 알들은 우화하지 않았다. 성충 수명은 약콩을 기주로 한 경우보다 녹두를 기주로 할 때 더 길었고, 산란 수는 녹두를 기주로 할 경우 더 많았다. 따라서 약콩과 녹두 중 기주로서는 녹두가 적합한 것으로 사료된다. 헤어리베치는 톱다리개미허리노린재의 완전한 기주로 생활환을 완성하는데는 부적합한 기주로 평가되며, 톱다리개미허리노린재에게 있어서는 헤어리베치 포장은 먹이를 취하기 위한 일시적인 방문 서식처로서의 역할을 할 것이라 추정되며, 추후 야외포장에서의 검증이 수행될 예정이다.

검색어: 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*), 헤어리베치(*Vicia villasa*), 약콩(*Rhynchasia nulubilis*), 녹두(*Phaseolus radiatus*), 발육, 성충수명, 산란

P079

꽃매미(*Lycorma delicatula* White) 발생원 밀도억제를 위한 트랩식물 이용 기술

김광호, 김양표, 박홍현, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

2006년 이후 돌발적으로 밀도가 증가하여 포도원에서 심각한 피해를 발생시키고 있는 꽃매미(*L. delicatula* White)의 경우, 포도원 인근 야산 등지의 발생원에서 지속적으로 유입되어 방제에 심각한 어려움을 겪고 있다. 따라서 본 연구에서는 8월하순이후 포도수확기에 야산에서 포도원으로 이동하는 꽃매미의 밀도를 억제하기 위하여 꽃매미의 이동경로로 추정되는 포도원 인근의 가죽나무를 이용하여 꽃매미를 유인/유살하기 위한 트랩식물을 개발하기 위하여 수행되었다. 트랩식물은 물 1L당 포도당 100g과 꽃매미에 효과적인 약제 10g을 혼합한 액체를 가죽나무에 수간주입하는 방법으로 만들었다. 트랩식물의 효과를 현장에서 확인하기 위하여 경기 안성, 충남 연기, 경북 영천, 경산 등 4개 지역에 지역별로 약 40~100그루 정도의 트랩식물을 설치하였다. 트랩식물의 효과를 조사한 결과, 안성과 연가지역 포도원에서는 꽃매미의 밀도가 낮아 트랩식물의 효과를 판단하기 어려웠지만, 영천과 경산 지역 포도원의 경우, 트랩식물이 설치된 포도원의 경우 미설치구에 비해 70~80% 꽃매미 유입량이 감소 되었다.

검색어: 꽃매미, 포도, 트랩식물, 가죽나무

P080

포도원에서 열점박이별잎벌레(*Oides decempunctatus*)의 발생소장과 발육에 미치는 온도의 영향

김선국, 이기열, 김익환, 김길하¹

충북농업기술원 포도연구소, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

열점박이별잎벌레(*O. decempunctatus*)는 유충과 성충이 모두 포도잎과 열매를 가해하는 식식성 해충으로 최근 포도원에 나타나 피해를 주고 있으며, 포도나무 지재부에서 알로 월동하였다. 유충 발생최성기는 6월 상순 이었고 성충은 8월 하순 ~ 9월 상순으로 포도의 생육시기와 맞물려 발생하였으며, 유충시기 때 발생피해가 컸다.

Campbell early 포도잎을 먹이로 제공하여 열점박이별잎벌레의 부화율, 발육기간 및 성충수명을 조사하였다. 온도는 20°C, 23°C, 25°C, 27°C, 30°C 항온조건과 광주기16L:8D 및 습도50~60%에서 조사한 결과 알에서 우화까지의 발육기간은 20°C에서 81.0일이고, 30°C에서 40.7일이었다. 온도가 높을수록 짧은 발육기간을 보였으며, 알에서 용까지의 생존율은 온도별 각각 45.1%, 63.7%, 68.3%, 32.2%, 5.9%로 나타났고, 부화율은 25°C에서 79.9%로 가장 높았고, 30°C에서 39.8%로 가장 낮았다. 온도별 성충 생존기간도 25°C에서 34.6일로 가장 길었으며 고온에서는 짧은 경향을 나타내었다. 알, 유충, 용, 알에서 우화까지의 발육영점온도는 각각 10.4°C, 11.5°C, 9.1°C, 9.3°C였고, 유효적산 온도는 167.5, 290.9, 404.2, 920.5일도로 조사되었다.

검색어: 포도, 열점박이별잎벌레, 발생소장, 발육기간, 발육영점온도

P081

호리꽃등에(*Episyrphus balteata*)의 실내사육 특성

김성현¹, 홍성진¹, 김남정¹, 황석조¹, 김정환², 변영웅²

¹국립농업과학원 곤충산업과, ²국립농업과학원 작물보호과

호리꽃등에는 유충기간동안 204.1마리의 완두수염진딧물 성충을 섭식하였고, 3령 최대 80마리까지 섭식하여 천적으로 이용가능성이 높다. 이러한 호리꽃등에의 대량 사육을 위해서 완두수염진딧물을 먹이로 실내사육특성을 조사하였다. 호리꽃등에는 먹이인 화분을 충분히 공급하였을 경우 성충기간은 수컷 21.5일, 암컷 43.3일 이었다. 산란은 우화 후 6일째부터 38일간 지속되었으며, 조명이 켜지고 4시간 이내에 93.0%를 산란하였다. 평균 산란수는 478.3개였다. 호리꽃등에는 20, 22.5, 25, 27.5, 30°C에서 알기간은 각각 3.0, 2.0, 2.1, 1.9, 1.9일이었으며, 부화율은 각각 59.2, 72.3, 73.8, 57.3, 56.9% 이었다. 유충기간은 20, 22.5, 25°C에서 각각 8.9, 11.7, 7.6일 이었다. 하지만 27.5°C는 38.1%, 30°C는 60.3%가 2령 유충까지 생육하지 못했고, 나머지도 용화되지 못했다. 용화율은 20, 22.5, 25°C에서 각각 44.9, 28.9, 54.8% 이었으며, 번데기기간은 7.4, 7.8, 6.9일 이었다. 부화유충부터 성충까지의 우화율은 18.4, 10.8, 33.3%였다. 먹이가 없는 경우, 같은 영기에서의 동족포식율은 1령 36.0%, 2령 3.8%, 3령 6.7%였다. 또한 3령충과 1령충을 동시에 사육하였을 경우 동족포식률이 60.0%, 2령충과 1령충은 42.5%였다.

검색어: 토착천적, 호리꽃등에, 실내사육, 동족포식

P082

호박에 발생하는 호박꽃과실파리(*Bactrocera scutellata*) 성충 방제를 위한 약제 선발

김양표¹, 박창규¹, 이상계¹, 전성욱², 황창연³

¹국립농업과학원 작물보호과, ²국립원예특작과학원 원예특작환경과

³전북대학교 농업생명과학대

웰빙음식의 선호도가 증가하면서 박과작물의 재배면적 또한 늘어나고 있다. 박과작물 중 호박에 피해를 주는 호박꽃과실파리는 개화 중에 있는 호박꽃의 화관을 뚫고 내부에 산란하여 꽃을 낙화시켜 호박에 피해를 준다. 이에 본 연구는 호박꽃을 가해하는 해충인 호박꽃과실파리 대한 효과적인 방제약제를 선발하기 위하여 스피노사이드 액상수화제, 클로티아니딘 액상수화제, 에마멕틴벤조에이트 유제, 디노테퓨란 입상수화제, 스피네토람 입상수화제 등에 대하여 약효·약해를 평가하였다. 조사를 위한 호박 재배는 일반농가의 관행재배법에 준하였고 각 약제에 대한 처리는 3반복으로 실시하였다. 조사는 12×16cm의 망사상에 호박꽃과실파리 성충 30개체를 접종한 후 약제 5종을 뿌리고 1일차, 3일차, 5일차에 사충수를 조사하였다. 약해 조사는 육안으로 3일차, 5일차 2회 실시하였다. 약제 처리 후 호박꽃과실파리의 약제 효과를 조사한 결과 스피네토람 입상수화제의 경우는 방제율이(%)가 다소 낮게 나타났으나, 그 이외의 약제의 경우는 대조구에 대비하여 85% 이상으로 약효가 우수한 것으로 나타났다. 그 중 디노테퓨란 입상수화제와 에마멕틴벤조에이트 유제의 방제율이 99.0%로 탁월한 약효를 보였다. 약해는 모든 약제에서 나타나지 않았다.

검색어: 호박꽃과실파리, 호박, 약효, 약해, 방제가

P083

쌀포장지 두께에 따른 화랑곡나방 유충과 어리쌀바구미 성충에 대한 침투조사

김연국¹, 이시우¹, 이상계¹, 최만영¹, 이종진²

¹국립농업과학원 작물보호과, ²전북대학교 식물의학연구소

저곡해충으로부터 쌀 포장의 피해를 줄일 수 있는 포장재질의 개선을 위하여 시중에 유통·판매되는 각각의 쌀포장지의 두께를 측정하여 각 해충의 침투수를 조사하였다. 1.61mm의 구멍을 낸 폴리에틸렌포장지에서 화랑곡나방은 실험 후 6시간 이내에 각각의 두께가 다른 폴리에틸렌포장지 모두에서 유충이 침투하기 시작하여 실험 후 12시간 이내에 총 유충의 40%정도가 침투하였으며, 어리쌀바구미는 실험 후 18시간 이내에 1.61mm의 구멍을 낸 0.2mm 폴리에틸렌포장지에서 침투가 이루어졌다. 특히, 두 해충 모두 폴리에틸렌포장지보다 종이포장지에서 상대적으로 해충의 침투가 빈번하였다. 포장내부의 습도를 조절하기 위한 수단으로 폴리에틸렌포장지에 일부 지름 5mm의 작은 구멍이 있는데 이보다 작은 구멍으로 해충의 유입이 생기는 것으로 보아 구멍의 크기를 개선할 필요가 있을 것으로 생각된다.

검색어: 화랑곡나방, 어리쌀바구미, 저곡해충, 침투실험

P084

톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*) (Hemiptera: Alydidae)의 합성 집합페로몬에 대한 반응

김재근, Bishwo P. Mainali, 임언택

안동대학교 생명자원과학과(BK21)

톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 수컷에 의해 분비되며 같은 종의 성충과 약충을 유인하는 것으로 알려져 있다. 현재 합성된 집합페로몬을 이용한 유인트랩이 널리 이용되고 있다. 본 연구에서는 합성된 집합페르몬에 대한 톱다리개미허리노린재 성충과 약충의 반응을 먹이 섭식 조건을 달리 하여 Y자 후각계(Y-tube olfactometer)를 이용하여 조사하였다. Y자 후각계 끝의 공기와 페로몬이 혼합되는 지점에서 교미경험이 없고 수분만 공급받은 성충의 최초 반응률은 수컷에서 84%, 암컷에서 90%이었다. 그리고 반응한 암컷과 수컷의 69%가 Y자 후각계의 집합페로몬 쪽으로 이동하였다. 제2령 약충에서는 수분과 설탕물을 공급받은 경우 최초 반응률은 각각 60과 56%이었고 그 중 각각 63과 64%가 집합페로몬 쪽을 선택하였다. 다만 콩을 먹이로 충분히 공급받은 제2령 약충은 최초 반응률이 34%로 낮았고 집합페로몬 쪽으로 유인된 비율도 31%로 낮았다. 따라서 톱다리개미허리노린재 약충이 먹이를 섭식한 후에는 집합페로몬에 적게 유인되는 것을 알 수 있다.

검색어: Y자 후각계(Y-tube olfactometer), 집합페로몬 트랩, 콩

P085

과실(사과) 가해성 노린재류의 년도별 기주별 발생양상

김향미, 장일, 최경희¹, 송주희², 서병선², 이순원

(사)한국과수병해충예찰연구센터, ¹사과시험장, ²장수군농업기술센터

장수를 비롯한 사과 주산지에서 최근 노린재류의 과실 피해가 문제되고 있으며 특히 2008년과 2010년에는 피해가 더욱 많았는데, 사과를 가해하는 노린재의 종과 피해증상이 일부 보고 되었을 뿐이다. 2004년부터 경북 군위의 산지에 인접한 3,000m² 면적에 유기합성농약을 살포하지 않고 과수, 채소, 전작물 각각 10여종과 많은 화훼류를 재배하면서, 2008년부터 4-9월에 경시적으로 아주 이른 아침 또는 밤에 과실 가해성 노린재의 종을 대상으로 밀도를 조사하고 채집 하였다. 년도별 우점 노린재별 채집수는 2008년에 톱다리개미허리노린재 6,550, 썩덩나무노린재 145, 알락수염노린재 21, 풀색노린재류 30마리, 2009년은 톱다리개미허리노린재 866, 썩덩나무노린재 384, 알락수염노린재 157, 풀색노린재류 113마리, 2010년은 톱다리개미허리노린재 3,630, 알락수염노린재 120, 풀색노린재류 200마리, 2011년은 톱다리개미허리노린재 1,042, 썩덩나무노린재 110, 알락수염노린재 138, 풀색노린재류 157, 갈색날개노린재 56, 가시허리노린재류 30, 둥글노린재류 11, 네점박이노린재 16마리였다. 톱다리개미허리노린재는 완두, 녹두, 콩, 복숭아, 썩덩나무노린재는 콩, 복숭아, 꽃사과, 단풍나무, 라일락, 알락수염노린재는 광대나물, 완두, 옥수수, 장미, 풀색노린재류는 냉이, 감자, 고추, 오디, 옥수수, 콩, 갈색날개노린재는 꽃사과, 단풍나무, 가시허리노린재류는 감자, 고추, 토마토, 둥글노린재류는 복분자, 복숭아, 콩, 네점박이노린재는 콩에서 많이 채집되었다. 상기 노린재류는 주로 7월과 9월에 약충이 많이 채집 되었다. 꽃사과와 복숭아를 가해하는 것으로 볼 때, 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 갈색날개노린재, 둥글노린재류가 과실을 많이 가해할 것으로 추정되고. 특히 갈색날개노린재는 꽃사과중 특정 품종에 매우 선호도가 높았다.

검색어: 노린재류(톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 알락수염노린재, 풀색노린재, 갈색날개노린재), 발생소장, 피해

P086

복숭아심식나방 유충의 전사체 분석에 의한 중 동정 marker 탐색

박두상¹, 김석원¹, 권용국¹, 최경희³, 오현우²

¹한국생명공학연구원 생명자원센터, ²산업바이오소재연구센터
³농촌진흥청 국립원예특작과학원 사과시험장

복숭아심식나방의 신속한 동정을 위한 간이진단키트용 marker 개발을 위하여 유충의 전사체를 454 NGS를 통하여 분석하였다. 그 결과 총 237,000개의 서열을 확보하였으며, 약 160,000개의 서열이 복숭아심식나방 유충의 전사체 정보를 포함하였다. 이 전사체 정보는 약 3,000개의 contigs를 구성하였으며 singleton의 수는 17,000개로서, 이들을 genome 서열이 밝혀진 *B. mori*의 유전자와 BlastX로서 상동성유전자를 탐색하였을 때 68%, 44%의 서열들이 각각 *B. mori*, *D. melanogaster*의 유전자와 상동성을 나타내었다. 그 중 기능이 알려진 유전자의 수는 총 4500여개로서 중복을 고려하였을 때 약 2000개의 유전자에 대한 annotation이 가능하였다. 서열이 밝혀진 유전자의 64%가 *B. mori*의 유전자와 70% 이상의 상동성을 나타내었으며 60% 이하의 상동성을 나타내는 서열은 약 20%를 차지하였다. 이들 서열로부터 유충의 진단에 사용 가능할 것으로 예상되는 다수의 후보 단백질을 선정하였으며 이들의 서열 상동성을 비교하였다.

검색어: 복숭아심식나방, 전사체, cDNA, 간이진단키트

P087

서로 다른 침투이행성 약제에 대한 꼬마배나무이 [*Cacopsylla pyricola* (Foerster)]의 섭식행동 차이

박민우, 조신혁, 신호섭, 김세희, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

꼬마배나무이(*Cacopsylla pyricola*)는 최근 들어 배과원에 발생량이 증가하면서 그 피해가 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 이에 따라 꼬마배나무이를 방제하기 위한 살충제들이 많이 등록되어 사용되고 있으며, 그 방제 효과 또한 우수한 것으로 평가 되고 있다. 본 실험은 이러한 살충제들의 살포에 따른 꼬마배나무이의 섭식행동을 관찰하고 분석하여 방제의 효율성을 증가시키는데 목적이 있다. 작용기작이 서로 다른 침투이행성 살충제 3종을 선발하여 약효에 대한 생물검정을 실시하였고, 섭식행동을 관찰하기 위하여 EPG기술을 이용하여 수행하였다. 실험에 사용된 배는 신고이며, 살충제는 작용기작이 서로 다른 carbamate계통의 benfuracarb, neonicotinoid계통의 imidacloprid, pyridincarboxamid계통의 flonicamid를 사용하였다. 꼬마배나무이에 대한 약효는 3가지 약제간의 큰 차이가 나타나지 않았다. 5시간 동안 기록된 꼬마배나무이의 EPG 패턴을 분석하여 보면, 탐침 횟수, 첫 체관부 섭식 시간은 무처리구와 3가지 약제간의 유의성이 나타나지 않았다. 총 구침을 빼고 있는 시간(Np), 총 체관부 섭식 시간(PD+PE1+PE2), 체관부 섭식 횟수는 무처리구와 3가지 약제의 유의성은 나타났지만, 3가지 약제간의 유의성은 나타나지 않았다. 총 물관부 섭식 시간(PG)은 무처리구와 3가지 약제의 유의성이 나타났고 3가지 약제간 유의성이 나타났다. 따라서 살충제의 계통이 다르고, 살충기작이 다르다고 하여도 해충이 받아드리는 독성분에 대한 반응은 거의 유사한 경향으로 나타나는 것으로 추정된다.

검색어: 꼬마배나무이(*Cacopsylla pyricola*), EPG, 침투이행성,

P088

클로버씨스트선충(*Heterodera trifolii*)의 검출보고

박병용, 이재국, 조명래¹, 전재용², 김동우

농업과학기술원 작물보호과, ¹국립원예특작과학원 원예특작환경과
²국립농수산물검역검사본부

검역규제 선충인 클로버씨스트선충(*Heterodera trifolii*)이 국내 최초로 강원도 태백시 창죽동, 원동, 하사미동 일원의 배추 포장에서 2011년 7월에 검출되었다. 강원도 태백시 배추포장에서 발견된 클로버씨스트선충의 암컷 선충의 크기는 평균 540 μ m이었으며, 암컷의 외부 형태는 레몬 형태를 가지고 있었다. 젊은 암컷의 몸색깔은 노란색을 띠고 있으며, 노숙 암컷의 몸색깔은 짙은 갈색을 띠고 있었다. 유충의 크기는 길이가 466.9~593.63 μ m이었으며, 꼬리의 길이는 69.0~82.8 μ m이며, 구침의 길이는 26.68~33.35 μ m이다. 클로버씨스트선충에 의한 배추의 피해는 배추뿌리혹병의 병징과 유사한 증상을 보이는데, 클로버씨스트선충에 의해 피해를 받은 배추는 정상적인 배추에 비해 생육이 부진하고, 크기가 작으며, 기온이 높고 토양의 수분이 부족할 경우에는 배추의 겹잎들은 수분부족으로 시들음 증상을 보인다. 클로버씨스트선충에 대한 강원도지역의 분포를 파악하기 위하여 클로버씨스트선충의 최초 발견지를 중심으로 강원도 태백, 평창, 삼척, 정선의 126개 배추포장의 토양과 배추의 뿌리를 채집한 후 fenwick 법으로 클로버씨스트선충의 cyst 감염유무를 조사한 결과 태백시 창죽동, 원동, 하사미동의 일부 배추포장에서만 클로버씨스트선충이 검출되었다.

검색어: 클로버씨스트선충, *Heterodera trifolii*, 배추

제주도 및 제주 부속섬에서 확인된 미기록 나방류 6종에 관한 연구

오세민², 박영미¹, 강병효², 오시현³

¹농림수산검역검사본부 중부검역검사소

²농림수산검역검사본부 제주검역검사소

³농림수산검역검사본부 인천공항검역검사소

제주지역은 연평균 16.5℃로 사계절이 뚜렷한 아열대성 해양기후이다. 제주도는 연평균기온이 지난 100년간 지구평균 상승기온 0.74℃보다 2배 이상 높은 1.6℃상승하여 기후온난화 영향이 뚜렷하게 나타나고 있다. 기후온난화 영향으로 위도가 높은 섬지역서도 아열대성 나방류가 발견되고(박, 2006)있어 제주지역 및 인근 섬 지역에 분포하는 나방류 분포 및 아열대성 나방류 유입 여부등 나방류 분포의 명료화 할 필요가 있게 되었다. 이에 2010년 5월부터 2011년 5월까지 아열대나방류 분포확인을 위해 제주도 및 제주도 인근 부속섬(추자도, 우도, 마라도)의 9개지역 20개지점을 대상으로 55회 유아등 조사를 실시하였다. 그 결과 자나방과 2종(*Heterolocha coccinea* (Inoue), *Mixochlora vittatas* (Moore)), 밤나방과 2종(*Adrapsa subnotigera* Owada, *Adrapsa abluialis* Walker), 독나방과 1종 (*Calliteara taiwana* (Wileman)), 재주나방과 1종(*Quadricalcarifera nachiensis* (Marumo)), 총 4개과 6종이 우리나라 미기록 종으로 확인되어 보고하고자 한다.

검색어: 제주도, 분류, 나비목, 자나방과, 밤나방과, 독나방과, 재주나방과, 미기록종

P090

국내에서 미국선녀벌레 [*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830)] 정착 위험도 분석 및 약충에 효과적인 약제

박창규, 정명표, 유지한, 이시우, 김광호, 박홍현, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

미국선녀벌레 [*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830)]는 북미 원산 해충으로서 2009년 서울, 경기, 경남 등 3개 시군구에서 처음 확인되었으며, 2011년 현재 22개 시군으로 급격히 분포 지역이 확대 되고 있는 침입 해충이다. 본 연구는 미국선녀벌레의 국내 지역별 정착 위험도 분석을 통하여 빠른 확산 가능 지역을 예측하고 약충에 대해 효과적인 약제 선발을 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 수행되었다.

위험도 분석은 상용 프로그램인 CLIMEX[®] (version 3.0) (Sutherst et al., 2007)와 Strauss (2010) 문헌에 수록된 매개변수 값을 이용하여 분석하였다. 분석은 68개 시군을 대상으로 하였으며, 평년(30년) 기상자료를 사용하여 분석하였다. 분석 결과 거제 등 19개 시군은 EI (Ecoclimatic index)값이 9이하로 낮은 정착 가능성을 보였으며, 구미, 포항, 영천, 영덕, 대구는 20이상의 EI 값을 가져 높은 정착 가능성이 있을 것으로 판단되었다. 나머지 시군에서는 10~19 사이의 보통의 정착 위험도를 보였다.

미국선녀벌레 약충에 효과적인 약제를 선별하기 위하여 imidacloprid 등 14개 약제의 기준량 및 배량에서의 사충율을 조사하였다. 시험방법은 콩을 기주로 하였으며, 3~5령의 약충을 10초간 약액에 침지한 후 기주로 옮긴 후 25±3℃ 항온실에 보관하며 2일후, 5일후 사충수를 조사하였다. 조사 결과 기준량에서는 dinotefuran 등 7개 약제에서 5일후 100% 사충율을 보였고 1/4량에서는 dinotefuran 등 4개 약제에서 5일후 100% 사충율을 보였다.

검색어: 미국선녀벌레, CLIMEX, 정착 위험도, 방제 약제

P091

DYMEX[®]를 이용한 월동 후 애멸구(*Laodelphax striatellus* Fallen) 개체군의 발육 예측

박창규, 이시우, 김광호, 정명표, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

애멸구 (*Laodelphax striatellus* Fallen)는 벼의 줄무늬잎마름병 (RSV) 매개충으로 우리나라에서는 주로 3~5령의 약충 형태로 논둑이나 휴반에서 월동한다. 애멸구에 의한 피해는 줄무늬잎마름병 매개로 인한 피해가 대부분이다. 줄무늬잎마름병 감소 대책 마련을 위한 중요한 연구 분야 중의 하나가 월동 애멸구 개체군의 연령 구성 및 증식에 관한 예측 분야로 본 연구는 수리적 모형과 상용 프로그램을 이용하여 보다 정확한 애멸구 개체군의 발육을 예측하기 위하여 시도 되었다.

문헌을 통해 확보한 1974, 1975년 수원 (현 등, 1977), 1978, 1979년 진주 (김 등, 1979), 1991, 1992년 밀양 (배 등, 1995)에서 월동 애멸구의 시기별 발육 조사 결과를 DYMEX로 예측한 결과와 비교하였다. DYMEX[®] (Maywald et. al., 2007)는 호주 CSIRO에서 개발하여 상용화된 개체군 모델링 프로그램이다. 구축된 모델은 Lifecycle 모듈을 포함한 6개의 모듈로 구성되어 있으며, Lifecycle 모듈은 4개의 발육 단계로 구성하였다. 각 영기의 발육을 계산에 사용된 비선형 모형은 변형된 Sharpe 와 DeMichele 함수를 사용하였으며, 발육완료 함수는 2-parameter weibull 함수와 매개변수의 조합을 사용하였다. Daily Temperature cycle 모양은 composite (sine + sine) 설정을 사용하였다.

월동 애멸구 약충들의 생리적 연령을 0으로 가정하고 시뮬레이션 한 결과 성충이 출현하는 형태는 모든 지역, 년도에서 유사하였으나 50% 누적 우화일은 실측치보다 상당히 늦은 것으로 예측 되었다. 반면 월동 애멸구의 생리적 연령을 0.2로 가정 하였을 때 1975년 수원, 1992년 밀양 지역에서는 누적 우화 곡선의 모든 범위에서 높은 예측 정확성을 보였다.

검색어: 애멸구, DYMEX[®], 월동 후 발육, 개체군 발육 예측

P092

톱다리개미허리노린재 [*Riptortus pedestris* (Thunberg)] 집합페로몬의 유인거리 및 기주별 발육, 산란 비교

박창규¹, 정진교², 이시우¹, 박홍현¹, 김광호¹, 이상구¹, 이상계¹

¹국립농업과학원 작물보호과, ²국립식량과학원 작물환경과

톱다리개미허리노린재 [*Riptortus pedestris* (Thunberg)]는 콩과 작물의 주요 해충이었으나, 최근에는 발생량이 증가함에 따라 단감, 사과 등의 과수에서도 돌발적으로 피해를 주는 문제 해충으로 대두되고 있다. 본 연구는 톱다리개미허리노린재 집합페로몬을 예찰, 방제에 효율적으로 이용하기 위하여 유인 가능 거리를 측정하였고, 월동 후 개체군 밀도 증가에 야생 식물의 기주로서의 역할을 이해 하고자 수행되었다. 2010년 8월 국립식량과학원 답작 포장에서 방사지점으로 부터 동서남북으로 20, 40, 80, 160, 200m 떨어진 곳에 상용 집합페로몬 트랩을 설치한 후 표식된 톱다리개미허리노린재 1200마리를 방사하였다. 일자별 재 포획 결과 15일간 총 회수율은 7.8% (93마리)였으며 방사 지점으로 부터 20m에서 57마리로 가장 많이 재 포획 되었다. 방사 지점으로 부터 거리가 멀어짐에 따라 재 포획밀도는 감소하여 200m에서는 1마리만 포획되었다. 트랩 설치 방향에 따른 재 포획 밀도 차이는 없었다. 콩 (*Glycine max* (L.) Merr.), 돌콩 (*Glycine soja* Sieb. & Zucc.), 아까시나무 (*Robinia pseudoacacia* L.) 종자를 이용한 톱다리개미허리노린재 발육 기간을 25°C 항온기에서 조사한 결과 모든 기주에서 성충까지 발육이 가능하였다. 성충까지 발육에 성공한 비율은 콩, 돌콩, 아까시나무에서 각각 70%, 83.3%, 13.3% 였으며 약충 발육기간은 각각 29.3±2.33, 27.4±1.47, 27.0±0.82 였다. 각 기주에서 자란 암컷 성충의 수명은 콩, 돌콩, 아까시나무에서 자란 성충이 각각 46.3±29.14, 34.7±5.51, 20±1.41일 이었으며, 산란수는 38.3±58.77, 31.7±4.73, 0개 였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 돌콩의 경우 개체군의 발육 및 증식면에서 좋은 야생 기주로 판단되며, 지역에 따라 야생콩의 존재와 양이 톱다리개미허리노린재의 밀도 유지 및 증식에 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다.

검색어: 톱다리개미허리노린재, 집합페로몬, 유인거리, 기주식물, 발육, 산란

P093

비타민 A 강화벼와 낙동벼에서 조사된 곤충 및 거미상 비교

박홍현, 김광호, 정명표, 김양표, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

2009년과 2010년 경북 군위군 소재 경북대학교 벼 GMO 격리포장에서 곤충 및 생물상 조사를 하였다. 유전자 조작된 비타민 A 강화벼(황금벼)와 대조벼인 낙동벼에서 동력흡충기와 포충망을 이용하여 2주 간격으로 정기조사를 하였다. 조사 횟수는 2009년에는 6회, 2010년에는 8회 하였다. 채집된 표본들을 실내에서 과 또는 종 수준에서 동정하여 발생밀도와 종 구성 등을 비교하였다. 채집된 생물들은 대부분이 거미강과 곤충강에 속하였다. 2009년에는 낙동벼에서 13목 57과 1,234.2개체, 황금벼에서 12목 52과 1,369.7 개체가 채집되었다. 2010년에는 낙동벼에서 11목 54과 2,358.7개체, 황금벼에서 12목 56과 2,082.0 개체가 채집되었다. 2년간 조사에서 두 포장간의 곤충들의 시기별 출현빈도나 밀도의 변화경향은 유사했다. 채집된 거미류는 늑대거미과를 포함하여 8개과에 속했는데, 2009년에는 낙동벼에서 44.8, 황금벼에서 54.2개체, 2010년에는 낙동벼에서 119.1, 황금벼에서 160.5개체가 채집되었다. 우점하는 종들은 낙동벼와 황금벼 모두에서 2009년, 2010년 유사하였고, 깔따구, 애멸구, 흰등멸구, 노랑굴파리, 진딧물, 실잠자리, 톱토기등이었다. 본 발표는 1, 2년차 연구결과로 앞으로 3년차 연구결과를 추가하여 GM 벼의 영향을 정밀하게 분석할 것 이다.

검색어: 비타민 A 강화벼, 곤충상 비교, 종 다양도, 군집분석

P094

최근 아시아지역 이동성 벼 병해충 발생 현황

박홍현, 최홍수, 이관석, 김정수, 고현관

국립농업과학원 작물보호과

최근 들어서 아시아지역에서는 이동성 벼 병해충(멸구류와 이들이 매개하는 바이러스)에 의한 피해가 매우 위협적이다. 돌발 빈도가 잦고 발생이 많아지고 있다. 자국 및 인접국의 재배환경변화로 주요 병해충 구성도 변화되고 있다. 최근의 관건 벼 병해충은 우리나라, 일본, 중국 동부지방에서는 애멸구와 애멸구가 매개하는 벼줄무늬잎마름바이러스(RSV), 중국남부지방에서는 흰등멸구가 매개하는 바이러스(SRBSDV), 베트남 남부, 말레이시아 지역은 벼멸구와 벼멸구 매개 바이러스(RRSV, RGSV)로 요약될 수 있다. 아시아지역에서는 멸구류와 바이러스 문제를 해결하기 위해 논생태계 생물다양성 제고를 위한 생태공학 프로그램, 멸구류의 약제 저항성 모니터링 및 장거리 이동 시뮬레이션 연구를 진행하고 있다. 농촌진흥청에서는 장기적인 관점에서 이러한 이동성 벼 병해충 문제에 효과적으로 대처하기 위해서는 무엇보다 국가간 공동연구 협력체계를 만들고 발생정보교류 및 네트워크 구축의 필요성을 인식하고, 아시아 농식품 기술협력협의체(AFACI) 권역별 사업으로 2011년부터 10개년 계획으로 “아시아지역 이동성 벼 병해충 관리를 위한 협력네트워크” 구축사업을 추진하고 있다. 본 발표는 아시아지역에서 발생하는 이동성 벼 병해충에 대한 정보를 공유하기 위해 네트워크에 참가하고 있는 회원 및 관련국가의 보고 자료를 요약한 것이다.

검색어: 멸구류, 벼 바이러스, 이동성 병해충, AFACI

P095

벼 이화명나방(*Chilo suppressalis*) 발생 및 피해양상

백채훈, 이진휘, 노태환, 심형권, 이정보

국립식량과학원 간척지농업과

최근 전북지역의 벼 재배지에서 이화명나방(*Chilo suppressalis*)의 발생과 피해증상은 기존에 알려진 증상과는 다르게 나타나고 있다. 따라서 이화명나방의 발생 및 피해양상과 벼 품종별 피해정도를 조사한 결과, 전북지역에서 이화명나방 1화기(7월 중순경)의 경우, 피해경률이 10~20%이었고, 충태도 2-5령 유충으로 다양한 충태를 보였다. 피해양상은 유충이 이동하면서 여러 줄기를 가해하기 때문에 유충 밀도 보다 피해경률이 높았다. 9월 상·중순경에 벼 주요 품종별로 이화명나방의 2화기 피해경률을 조사한 결과, 신동진 11.5%, 동진1호 4.9%, 보람찬 4.4%, 추청 3.7%, 동진찰 2.4% 및 호평 0.7% 순이었고, 유충밀도는 신동진 26.5마리, 동진1호 9.0마리, 보람찬 5.0마리, 추청 5.5마리, 동진찰 2.0마리 및 호평 1.5마리 였으며, 일부 피해가 심한 농가포장은 논 전체가 하얗게 고사되는 피해증상을 보였다. 이화명나방 성페로몬을 이용한 전북 2지역(익산, 군산)과 전남 1지역(곡성)에서 발생소장을 조사한 결과, 이화명나방 1화기 성충은 대부분 5월 중순에서 하순까지 1차 최대발생시기를 보였고, 2화기 성충은 8월 상순경에 2차 최대발생시기를 보였다. 기존의 이화명나방의 1화기 최대발생시기는 6월 상순으로 알려져 있었지만 본 조사에서 1화기 최대발생시기는 5월 중순에서 하순으로 조사되었다.

검색어: 벼, 이화명나방, 벼 품종, 밀도, 발생소장

P096

Female mate choice test of the brown planthopper (BPH) in the male-male competition-free conditions

Bo Yoon Seo and Jin Kyo Jung

National Institute of Crop Science, RDA

In the previous study, the effect of orange-eyed color on mating of BPH was not clearly occurred, and the mating preference and multiple mating of female were cautiously suggested. To understand about the BPH female mate selection in the male-male competition-free conditions and the point of time for multiple mating, we designed four different combinations of the mate choice test with one virgin orange-eyed female (org/org) and two male BPH adults, orange-eyed male (org/org) and homozygous normal-eyed male (+/+). We gave the four different mating chances to female by the order of incubation (the first male and the following second male) and the incubation time (one day and days on end) of the second male. The distribution of the eye-color phenotype in F1 progeny and their hatching-order were observed in each mating combination. In the results, fourteen females out of twenty in four combinations produced progenies in accordance with mating chance priority of the first male, while three females of one combination selected the second male as a gamete. Interestingly, in three females of one combination with the continuous incubation of the second male, after eggs fertilized by the first male were continuously produced and then egg-laying was finished, progenies of the second male were started to be produced. From these results, it was suggested that mating order determines egg-laying order of female and the second mating of female would be occurred when sperm of the first male was almost exhausted in the reproductive organ.

Key words: BPH, orange-eyed mutant, female mate choice, mating order

P097

월동중 조명나방 유충기생 천적의 지역간 발생특성

서보윤¹, 정진교¹, 박기진², 허창석³, 백채훈⁴, 이홍식⁵, 권민⁶, 김현주⁷

¹식량과학원 작물환경과, ²강원도 옥수수시험장, ³경상북도 농업기술원

⁴식량과학원 벼맥류부, ⁵농림수산검역검사본부 식물검역기술개발센터

⁶식량과학원 고령지농업연구센터, ⁷식량과학원 기능성작물부

조명나방 유충의 기생천적 종류와 기생률 및 월동 후 발생시기를 조사하기 위해 2009년부터 수원, 홍천, 김제, 대구, 평창, 괴산, 밀양지역의 옥수수 및 수수 포장에서 월동 중인 조명나방 유충과 기생천적류를 채집하였다. 각 지역에서 채집된 조명나방 유충과 기생천적류를 국립식량과학원 야외사육상(수원)에 옮겨 기생천적의 종류와 기생률 및 발생시기 등을 조사하였다. 전체적으로 *Lydella* sp.(파리목: 기생파리과)와 조명나방고치벌(*Macrocentrus cingulum*)(벌목: 고치벌과)이 가장 우점적으로 발생하였으나, 대구와 밀양 채집 지역에서는 발견되지 않았다. 조명나방살이자루맵시벌(*Eriborus terebrans*)(벌목: 맵시벌과)은 조사 지역 중 홍천 채집 유충에서만 발견되는 특징을 보였다. 김제와 괴산에서는 *Lydella* sp.에 의한 기생률이 각각 약 20%와 약 10%로 다른 기생천적에 비해 조사지역 중 가장 높은 특징을 보였다. 기생천적 발생시기에서는 천적종류와 일부 지역에 따라서 차이가 발견되었다. 조명나방고치벌은 조명나방 성충의 50% 누적발생시기인 6월 초중순에 비슷하게 발생하였으나, 조명나방살이자루맵시벌과 일부지역의 *Lydella* sp.은 한 달 정도 빠른 5월 초중순에 발생하는 차이를 보였다. 김제, 평창, 홍천에서는 *Lydella* sp.의 발생시기가 5월 초에 50% 누적 우화되는 반면, 수원, 괴산에서는 6월 초중순에 50% 누적 우화되는 특징을 보였다. 이러한 조사 결과는 토착천적류를 보호하고 생물적 방제에 이용할 수 있는 기술 개발을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

검색어: 조명나방, 기생천적, 기생률, 발생시기, 월동

P098

Overwintering and Flight Phenology of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Jeju

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

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

Beet armyworm (BAW), *Spodoptera exigua* (Hübner), is a polyphagous lepidopteran pest mainly distributed in tropical and subtropical regions. BAW are known to migrate long distances to find suitable host plants and environmental condition. The possibility of its overwintering in temperate regions has been suspected. This study was conducted for investigating overwintering and phenology of BAW using by sex pheromone trap in Jeju during 2007 to 2011. BAW was able to overwinter at pupae stage regardless of temperature of winter season in Jeju. The times of BAW caught first on traps were different by surveyed years - early March in 2007, middle March in 2008 and 2011 and early April in 2009 and 2010. The times of BAW caught on trap tended to be more dependent on temperature variation during on November and December than on mean temperature of winter season. The peak season of adults of the overwintering generation was early to middle of May. The results of seasonal periodicity of BAW monitored by sex pheromone trap during 2009 and 2010 indicated that five generations were passed in Jeju. The peak season of 1st generation was on middle of April, 2nd generation on middle of July, 3rd generation on early of August, 4th generation on late of August and 5th generation on middle of September. There were similar patterns by different above sea levels except the season of overwintering generation adults occurrence (March to May).

Key words: Beet armyworm, *Spodoptera exigua*, overwintering, phenology, sex pheromone trap

P099

Migration route tracking for *Riptortus pedestris* (Hemiptera:Alydidae) at Mt. Yangseong in 2010 to 2011

**Youn Ho Shin, Seung Hwan Yun, Young-Uk Park, Jeong-Jin An,
Yong-Man Yu¹ and Gil-Hah Kim**

Dept. Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju

¹Dept. Agric. Biol., Chungnam National University, Daejeon

From April 2010 to the present, seasonal occurrence of *Riptortus pedestris* was investigated. Five locations for population density and migration route tracking were the same as last year (two sites of Mt. Yangseong, Jujung-dong, O-Chang, and the campus of Chungbuk National University(CBNU)). In Mt. Yangseong, separated the farmland (80m) and forest (200 and 300m) by altitude, population density in 2010 was showed high density at mid-June, mid-Aug., and late-Oct., but population density in 2011 was showed high density at late-April, late-July and mid-Aug. In O-Chang and Jujung-dong, population density in 2010 was captured the adult from June to Aug. in the farmland, and from Sept. to Nov. in the forest. Total captured number of *R. pedestris* were high in farmland than forest. In campus of CBNU, the adult was captured from mid-Jul. to late-Aug. It showed the difference in the population density by its environmental conditions. Attraction effect of pheromone lure trap with soybeans were good than that of pheromone lure trap only. To track the migration of *R. pedestris*, we painted the fluorescent paint with different color. Being painted 500 *R. pedestris* were released and recaptured 10 and 20 days after release. Among released 500 *R. pedestris* at asl 300m on Yangseong site A and B in 25 Apr. were recaptured one at 300 and 80 m at site A, and site B was recaptured one marked *R. pedestris* adult at 200 m. In 25 May, release at 200 m in site A was recaptured only 80 m with 2 and site B was recaptured 200m with 8 and 80m with 1. Released in 17 Jul. at 80 m, marked *R. pedestris* adults were recaptured only 80 m with 5 and 2, respectively. It means that *R. pedestris* adults seem to migrate from the forest to the farmland in this season, but the data from Aug. to Oct. in 2010 was different.

Key words: *Riptortus pedestris*, Seasonal occurrence, Migration route tracking

Seasonal Occurrence of *Metcalfa pruinosa* (Say) in Chungbuk Province and Establishment of Optimal Control Timing

Ahn Ki-Su, Kyeong-Hee Lee, Myeong-Kyu Song,
Sang-Cheol Lim and Gil-Hah Kim¹

Environment-Friendly Research Division Chungbuk ARES

¹Dept. Plant Medicine, Chungbuk National University

This study was investigated the seasonal occurrence of *Metcalfa pruinosa* (Say) in Chungbuk province and established the optimal control timing. Population densities of nymph and adults were investigated and egg hatching period and oviposition period was examined from three locations (Cheongwon, Jincheon, Eumseong area). Egg hatching period was investigated. The first day of egg hatching observed on May 25, the day of peak egg hatching was on May 29, and the perfect accumulative egg hatching ratio was on Jun. 13. Oviposition period of *M. pruinosa* female was observed the cut branch (cut within 10 cm length, 1 cm dia.) of oak tree, an althea, and an acacia under stereoscope. The first oviposition was observed at Jul. 28 and continually increased until late-Sept. with sharply increased at mid-Aug. Population density of *M. pruinosa* nymph was observed the cut branch (cut within 30 cm length, 1 cm dia.) of oak tree, an althea, an acacia, and pear tree. Population density began decreased showing after highest density with 25.3 (Jul. 1). The adult was first appeared at Jul. 11 and showed highest population density with 13.1 (Aug. 4) and then continuously decreased.

To control *M. pruinosa* at pear orchard, optimal control timing for nymph was judged from Jun. 13 to Jul. 2, because of its small size of body and exuviae, low damaging by honeydew producing, low wax materials produced. Second control timing was judged at early Aug., when the adult invading to the pear orchard from near forest and the period before oviposition. The control agents for *M. pruinosa* were not yet registered, but will be anticipated to register the chemicals such as penitrothion WP, acetamiprid WP, dinotefuran WP, lambda cyhalothrin, thiamethoxam SP in 2012.

Key word: *Metcalfa pruinosa*, Egg hating period, Oviposition period, Population densities, Optimal control timing

The effect of low temperature on *Lycorma delicatula* (Hemiptera:Fulgoridae) egg hatchability

Song Myung-Kyu, Sang-Cheol Lim, Ki-Su Ahn,
Kyeong-Hee Lee and Gil-Hah Kim¹

Environment-Friendly Research Division Chungbuk ARES

¹Dept. Plant Medicine, Chungbuk National University

The occurrence and rapid range expansion of a fulgorid, *Lycorma delicatula*(White), has recently been reported in Korea. It was previously known to occur in China, Japan, Vietnam and India. The first occurrence of *L. delicatula* was reported in 2004 in the Cheonan. It has one generation per year and overwinters as egg masses on the bark of host trees. The number of eggs per egg mass was 32.69 ± 6.49 . The cumulative ratio of hatchability at different temperatures was the highest at 25°C and the lowest at 10, 30°C.

The egg hatchability was investigated in different regions in Chungbuk.

Since *L. delicatula* eggs have been stored in -20±1, 0±1, 5±1°C conditions for 1 ~ 60 days, the cumulative ratio of hatchability was 2% stored in -20±1°C for 3 days, but hatchability was 52, 48% stored in 0±1°C for 3, 14 days and 82, 68% stored in 5±1°C for 3, 14 days. And hatchability was 0% for 60 days.

By straight regression equation (the growth ratio/treatment degree) the growth zero degree of *L. delicatula* was 10.4°C.

The hatchability of *L. delicatula* in Cheongwon-gun, Okcheon-gun, Cheongju-city where's winter lowest temperature was over -19°C was over 79%. But the hatchability of *L. delicatula* in Jincheon-gun where's winter lowest temperature was less than -19°C (continuous two days) was 35%.

Key words: *Lycorma delicatula*, ecology, temperature, growth zero temperature, hatchability

Metabolic detoxification of capsaicin by UDP-glycosyltransferase in three *Helicoverpa* species

Seung-Joon Ahn^{1,5}, Francisco R. Badenes-Pérez¹, Michael Reichelt²,
Aleš Svatoš³, Bernd Schneider⁴, Jonathan Gershenzon² and David G. Heckel¹

¹Department of Entomology, ²Department of Biochemistry, ³Mass Spectrometry Research Group
⁴Biosynthesis/NMR Research Group, Max Planck Institute for Chemical Ecology, Jena, 07745,
Germany

⁵Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal
Science, RDA, Suwon, 441-440, Korea

Capsaicin β -glucoside was isolated from the feces of *Helicoverpa armigera*, *H. assulta* and *H. zea* that fed on capsaicin-supplemented artificial diet. The chemical structure was identified by NMR spectroscopic analysis as well as by enzymatic hydrolysis. The excretion rates of the glucoside were different among the three species; those in the two generalists, *H. armigera* and *H. zea*, were higher than in a specialist, *H. assulta*. UDP-glycosyltransferases (UGT) enzyme activities measured from the whole larval homogenate of the three species with capsaicin and UDP-glucose as substrates were also higher in the two generalists. Compared among five different larval tissues (labial glands, testes from male larvae, midgut, the Malpighian tubules, and fatbody) from the three species, the formation of the capsaicin glucoside by one or more UGT is high in the fat body of all the three species as expected, as well as in *H. assulta* Malpighian tubules. Optimization of the enzyme assay method is also described in detail. Although the lower excretion rate of the unaltered capsaicin in *H. assulta* indicates higher metabolic capacity toward capsaicin than in the other two generalists, the glucosylation per se seems to be insufficient to explain the decrease of capsaicin in the specialist, suggesting *H. assulta* might have another important mechanism to deal with capsaicin more specifically.

Key words: capsaicin, capsaicin glucoside, metabolic detoxification, UDP-glycosyltransferase, *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa assulta*, *Helicoverpa zea*

Forecasting the phenology of important lepidopterous pests, *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha* and *Carposina sasakii*: I. Case study of plum

JeongJoon Ahn, Jiwon Kim, Seon Ah Jeong, Lalit Prasad Sah and Chuleui Jung

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

The study was conducted to investigate the phenological distribution of *G. molesta*, *G. dimorpha* and *C. sasakii* and to estimate the emergence timing of three species in plum orchards. It was known that *G. molesta* and *G. dimorpha* are a multi-voltine insect and *C. sasakii* has one to two generations depending on temperature and geographic location. Three species damage to many economically important fruit tree such as plum, pear, peach and apple. The main emergence time of each species is different depending on host plant and environmental conditions, specially temperature. Therefore, if we have the information of population density and low temperature threshold of a species and air mean temperature of a region in previous year we can predict the phenology of a species in present year. This is one part of consecutive research. Data collection was carried out in seven plum-growing commercial orchards of Uiseong in 2010 and 2011. The commercial pheromone monitoring traps (GreenAgroTech) were used to investigate the flight phenology of three speices. The record of temperature was received from meteorological center close to monitoring orchards. The relationships between degree-day accumulated above the low temperature threshold and cumulative proportion of accumulated moth caught of previous year was used to predict the phenology of three species in present year. The results of *G. molesta* and *G. dimorpha* estimated by bimodal functions were better than those analyzed by nonlinear functions. The phenology of *C. sasakii* was analyzed well by nonlinear function and the equation 3, 6, 8 and 11 were selected based on AICc and BIC. The selected equations were validated in each orchard.

Key words: *Carposina sasakii*, *Grapholita dimorpha*, *Grapholita molesta*, bimodal function, phenology, pheromone trap, plum

P104

Forecasting the phenology of important lepidopterous pests, *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha* and *Carposina sasakii*: II. Case study of apple

JeongJoon Ahn, Jiwon Kim, Seon Ah Jeong, Lalit Prasad Sah and Chuleui Jung

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

Grapholita molesta, *G. dimorpha* and *C. sasakii* as “internal feeders” are important apple pests in Korea. Three species overwinters around and in apple orchards. New young larvae of three species bore into new shoots or fruits and then feed inside apple. When mature larvae escape from fruits they make holes that reduces the commercial value of fruit. Therefore, understanding the phenological distribution of three species is critical to establish the precise management system for reducing three species population. The study was conducted to investigate the adult emergence of *G. molesta*, *G. dimorpha* and *C. sasakii* using pheromone traps and to forecast the cumulative proportion of each population. This study is second part of consecutive experiment. Data collection was carried out on three commercial apple orchards and one experimental orchard of Giran in 2010 and 2011. The experimental process was same in the study of plum. More than 50% of *G. molesta* male was occurred in spring season (within 500 degree-days), 2010 and 2011. The adult emergence of *G. dimorpha* and *C. sasakii* was linear and sigmoidal pattern in each year. The phenology of *C. sasakii* was explained well by nonlinear functions and the equation 3, 6, 8 and 11 were selected based on AICc and BIC. The selected equations were validated by the data of present year (2011) in each region. The performance of *G. molesta* and *G. dimorpha* was analyzed well by bimodal functions. The importance of phenological model is discussed to develop and maintain a more precise system for multiple pest management on apple orchard.

Key words: *Carposina sasakii*, *Grapholita dimorpha*, *Grapholita molesta*, apple, bimodal function, nonlinear function, phenology, pheromone trap

Spatio-temporal distribution of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) within orchard and among orchards.

**JeongJoon Ahn, Yonggyun Kim, Seon Ah Jeong, Lalit Prasad Sah
and Chuleui Jung**

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

Understanding the spatial pattern of *G. molesta* and the temporal variation of their patterns are important to develop and maintain pest management programs in fruit orchards. The overwintering larvae of *G. molesta* pupate early in the spring and new adults begin a flight for several reasons such as mating, seeking resources (food or shelter) and oviposition. It was known that *G. molesta* presented “low movement activity” and male *G. molesta* flight behavior was closely related to the proximity of its host crops. Unmated males remain near the site of emergence in order to find and copulate with unmated females. The fruit-bearing status of orchards are important factors for *G. molesta* movement. To elucidate the spatial distribution and temporal variation of *G. molesta* within and among orchards, pheromone traps targeting male *G. molesta* were used because the trap represent a reliable and economic tool for monitoring adult *G. molesta* populations. The study was conducted in two apple orchards (one is isolated from other fruit orchards and another is surrounded by apple orchards), Andong and in seven plum orchards, Uiseong, 2010. Using spatial analysis by distance indices, the spatial pattern of *G. molesta* in each sampling date was presented. In the study of the spatial pattern within apple orchard, the index of aggregation (I_a) of isolated orchard were presented >1 , indicating an aggregated distribution pattern, from monitoring results. The spatial association between successive monitoring using X (the index of spatial association) was negative during spring season and after then the value was changed to positive. In the experiment of the spatial pattern among orchards, the index of aggregation was >1 in most monitoring date and the index of spatial association was negative during early and late growing season. Factors influencing the spatial-temporal dynamics of *G. molesta* are discussed.

Key words: *Grapholita molesta*, apple, pheromone trap, plum, SADIE, spatial association

Visual orientation of *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) in light and UV conditions

Hyon-Gyong An, Hyojoong Kim and Yikweon Jang

Division of EcoScience, Ewha Womans University

Many insects prefer lights with certain spectral properties, and such preferences may be associated with behavioral contexts such as mating, host-finding or dispersal. *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) is a newly invasive species in Korea and is spreading rapidly. They are diurnal and may rely on visual cues for orientation. We conducted a series of three experiments to determine possible cues of visual orientation in *L. delicatula*: light/dark choice, UV/white light choice, and spectral preference experiments. Nymphs of the third and final stages as well as adults were used for these three experiments. In the light/dark choice experiment where insects had a choice of white light and darkness in a T-maze, *L. delicatula* oriented toward the white light, regardless of stage and sex. In a choice of UV and white light, *L. delicatula* preferred the UV light with 395 to 410 nm in wavelengths, throughout all stages and sex. In the spectral preference experiment where insects had a choice of four monochromatic colors in a circular arena, *L. delicatula* stayed significantly longer in the blue light than in white, yellow and green lights. Overall, nymphs and adults of *L. delicatula* oriented toward lights with shorter wavelengths. It is necessary to investigate the behavioral contexts under which *L. delicatula* prefer the UV and blue lights.

P107

온도 변화에 따른 화랑곡나방(*Plodia interpunctella* H.)의 발육 양상

여상현¹, 천용식², 나자현², 남영우², 류문일³

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

전 세계적으로 광범위한 종류의 식품 및 저장물을 가해하고 저장해충들 중 가장 심각한 문제를 야기하며 우리나라 식품제조 및 가공회사의 곤충관련 클레임 중 60~70%를 차지하는 화랑곡나방 (Indian meal moth)을 대상으로 두 실온조건(실험실, 복도)에서 발육 양상을 비교, 조사하였다. 실험실조건에서 화랑곡나방의 발육일수는 암, 수 각각 44.99 ± 3.26 일, 43.82 ± 3.79 일 이었으며, 복도조건에서는 각각 58.12 ± 7.91 일, 57.67 ± 8.27 일로 조사되었다. 화랑곡나방 유충의 두폭을 토대로 각 령기 별 두폭의 크기를 조사한 결과 실험실조건의 경우 2령, 3령, 4령은 각각 0.412, 0.590, 0.841mm 이었으며, 복도조건에서는 각각 0.427, 0.640, 0.883mm로 조사되었다. 또한, 실험실과 복도조건에서의 유효적산온도와 유충 두폭 크기와의 관계는 실험실조건에서는 5일 간격으로 6번, 복도조건에서는 5일 간격으로 9번째 이후 성충이 우화하여 복도조건에서 발육기간이 실험실 조건보다 더 길게 나타났다. 이러한 관계를 토대로 적산온도의 값을 얻을 수 있다면 그 적산온도에 해당하는 유충 두폭의 크기와 령기를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

검색어: 화랑곡나방, 발육일수, 두폭, 령기, 유효적산온도

P108

간척지 작물별 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*) 발생, 피해 및 Bt균의 살충효과

이건휘, 백채훈, 노태환, 심형권, 이경보

국립식량과학원 간척지농업과

새만금간척지역에서 재배되는 작물별로 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*)의 피해와 발생소장을 조사한 결과, 왕담배나방이 가해하는 작물은 세스바니아, 헤어리벳치, 옥수수, 감자, 유채 등 이었으며, 피해는 옥수수, 감자, 유채, 헤어리벳치에서 피해가 심하였다. 1차 성충은 성페로몬 트랩에 4월 하순부터 발생되어 5월 중순경에 최고발생밀도를 보였고, 5월 하순 이후로 감소하였다. 또한, 2차 성충은 7월 상·중순, 3차 성충은 8월 상순에 최고발생밀도를 보였으나, 발생량은 1차에 비하여 매우 낮은 수준이었다. 유충발생은 5월 상순부터 발생되기 시작하여 6월 상순에 최대발생밀도를 보였고 그 이후로 점점 감소하는 경향이였다. 따라서 간척지 작물에 발생하는 왕담배나방의 방제적기는 5월 중순이였다. 왕담배나방의 친환경적 관리를 위해 나방류 해충에 살충력이 있는 자체개발균주 HARI042 등 몇 가지 균주를 대상으로 왕담배나방의 살충효과를 조사한 결과, HARI042, HARI005 및 HARI006의 왕담배나방의 3일차 살충률은 각각 91.7, 15.0 및 0%로 HARI042의 살충률이 가장 높았다.

검색어: 왕담배나방, 간척지, 작물, 피해, 발생소장, 살충

매미나방(나비목: 독나방과)의 온도별 발육특성

이광수¹, 류동표², 홍창기², 이홍식¹

¹농림수산검역검사본부 동식물위생연구부 식물검역기술개발센터

²상지대학교 산림과학과

매미나방(*Lymantria dispar*(Linne))는 나비목(Lepidoptera) 독나방과(Lymantriidae)에 속하는 해충이다. 유럽계통 매미나방의 유입으로 미국 북동부, 캐나다 남동부에 막대한 피해를 주고 있어 북미에서 유입을 막고자 심혈을 기울이고 있으나 이에 대한 생물학적 특성이나 생활사에 대해 명확히 연구되지 않고 있다. 본 연구에서는 매미나방의 온도별 발육특성을 연구하여 매미나방의 생활사를 이해하고 검역과 방제의 기초 자료로 이용하고자 한다. 매미나방의 난괴는 지난 해 산란된 난괴를 채집하였고, 한국유용곤충연구소에서 제작한 인공사료를 먹이로 하여 항온조건(20, 25, 30°C)에서 부화율과 발육기간을 조사하였다. 상대습도는 70%, 명암14L:10D로 고정하고, 조사는 24시간 간격으로 실시하였다.

매미나방의 알 부화율은 모든 온도에서 95%이상 이었으나, 30°C 일부 지역에서 낮은 부화율을 보였다. 암수 모두 온도가 증가함에 따라 발육기간이 짧아지는 선형 패턴을 보이며, 알과 유충의 발육기간 번데기기간은 온도가 높을수록 발육기간은 단축되었다(암컷 알: 20°C; 12.11±2.43일, 25°C; 9.86±1.40일, 30°C; 8.38±1.14일, 수컷 알: 20°C; 12.27±1.83일, 25°C; 10.36±2.43일, 30°C; 9.68±2.15일, 암컷 유충: 20°C; 24.77±2.15일, 25°C; 20.00±0.84일, 30°C; 15.18±1.41일, 수컷 유충: 20°C; 20.61±1.51일, 25°C; 14.17±0.55일, 30°C; 10.99±0.93일, 암컷 번데기: 20°C; 17.61±1.03일, 25°C; 13.05±0.85일, 30°C; 10.65±0.41일, 수컷 번데기: 20°C; 20.39±0.74일, 25°C; 13.43±0.72일, 30°C; 11.55±0.68일). 알과 유충의 발육 중 폐사율은 30°C에서 가장 높게 나왔다(20°C; 1%, 25°C; 6%, 30°C; 30%).

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

온도에 따른 흰띠명나방의 발육 특성과 발육모형

이상구¹, 김 주², 정성수², 김연국¹, 이상계¹, 황창연³

¹국립농업과학원 작물보호과, ²전라북도농업기술원 기후변화대응과
³전북대학교 농업생명과학대학

전북 익산시 비닐하우스 엽채류 비트에서 발생하는 흰띠명나방을 채집하여 사육실(25±2℃, 16L:8D, RH 65±5%)에서 누대사육하며 흰띠명나방의 발육특성을 조사하였다. 유충의 각 영기별 두폭은 각각 0.204, 0.341, 0.578, 0.890 및 1.363mm이고, 2령에서 5령까지의 성장률은 각각 1.67, 1.69, 1.54 및 1.53이다. 온도발육 실험 결과, 알에서 성충 우화 전까지의 발육기간은 17.5℃에서 51.0일로 가장 길었고, 35℃에서 14.6일로 가장 짧게 조사되었다. 온도와 발육율의 관계를 직선회귀에 의해 분석한 결과, r²값이 0.87 이상으로 나타났다. 알부터 성충 우화 전까지의 발육영점온도와 유효적산온도는 10.4℃와 384.7일도를 나타내었고, 각 태별 발육모형은 r²값이 0.97~0.99였다. 성충수명은 5.4일에서 15.6일로 온도가 높아짐에 따라 짧아졌으며, 암컷의 수명이 수컷의 수명보다 길었다. 총산란수는 25.0℃에서 121.9개로 가장 많았고, 35℃에서 11.4개로 가장 적었다. 순증가율(R₀)은 25.0℃에서 53.5이었고, 내적자연증가율(r_m)과 기간증가율(λ)은 30.0℃에서 각각 0.16과 1.17로 가장 높았으며, 배수기간(Dt)은 30℃에서 4.46으로 가장 짧았으며, 평균세대기간(T₀)은 온도가 올라감에 따라 짧아져 35℃에서 14.8로 가장 짧았다.

검색어: 흰띠명나방(*Spoladea recurvalis*), 비트, 온도발육

포도수출단지의 볼록총채벌레(*Scirotothrips dorsalis*) 발생시기 및 밀도

송진선¹, 이석준¹, 이채민², 임태현³, 이동운²

¹경북대학교 생태과학과, ²경북대학교 생물응용학과, ³(주)삼호유비

과원내의 총채벌레 발생시기 및 밀도를 조사하기 위해 포도 수출단지로 지정된 상주시, 영천시, 영동군의 과원내의 총채벌레 발생시기 및 밀도를 조사하기 위해 각각 6곳의 과원(수출과원 3곳, 일반과원 3곳)을 선정하여 각각의 과원에 Yellow Sticky Trap과 Blue Sticky Trap을 설치하여 월 3회(10일간격) 조사한 결과 총 30439개체의 총채벌레가 채집되었다.

조사지역별로 상주시에서는 7102개체, 영천시에서는 14623개체, 영동군에서는 8714개체가 각각 채집되었다.

수출 여부에 따라서는 수출과원에서 12033개체, 비수출과원에서 18406개체가 채집되었고, 설치한 트랩의 색상에 따라서는 Yellow Sticky Trap에서 5196개체, Blue Sticky Trap에서는 25243개체가 채집되었다.

수출과원과 비수출과원의 여부 및 Yellow Sticky Trap과 Blue Sticky Trap에 따른 결과는 비수출과원의 Yellow Sticky Trap은 3243, 비수출과원의 Blue Sticky Trap은 15163. 수출과원의 Yellow Sticky Trap은 1953, 수출과원의 Blue Sticky Trap은 10080로 나타났다.

검색어: 볼록총채벌레, Yellow Sticky Trap, Blue Sticky Trap, 포도

P112

포도과원에서 발생하는 병해충 조사

이석준¹, 송진선¹, 이채민², 임태현³, 이동운²

¹경북대학교 생태과학과, ²경북대학교 생물응용학과, ³(주)삼호유비

포도과원에서 발생하는 병해충의 발생시기 및 밀도를 알아보기 위해 상주시, 영천시, 남원시의 포도과원에서 5월과 6월에 월 1회씩 지역별 8곳(수출과원 4곳, 비수출과원 4곳)의 과원에서 포도나무 20주를 대상으로 조사를 실시하였다.

1000주(92422엽)의 포도나무에서 발견된 병은 잣빛곰팡이병 4엽(0.005%), 갈반병 4623엽(5%), 해충은 노린재목 1586엽(1.72%), 매매목 10엽(0.01%), 딱정벌레목 324(0.35%), 기타 110엽(0.12%)이었다.

수출과원에서 병은 갈반병 1338엽(2.59%)였고, 해충은 노린재목 682엽(1.32%), 매매목 10엽(0.02%), 딱정벌레목 202엽(0.39%), 기타 82엽(0.16%)이고, 비수출과원에서는 병은 잣빛곰팡이병 4엽(0.01%), 갈반병 3285엽(8.07%),이였고, 해충은 노린재목 904엽(2.22%), 딱정벌레목 121엽(0.30%), 기타 28엽(0.07%)이었다.

검색어: 포도수출단지, 잣빛곰팡이병, 갈반병, 포도

P113

딸기재배지 여름녹비와 태양열 소독처리시 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충의 밀도억제 효과

이재국, 박병용

국립농업과학원 농업생물부 작물보호과

딸기재배지에서 피해를 주는 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충의 피해를 경감하고자 두선충이 복합 감염된 논산 딸기재배지에서 여름철 휴경기에 녹비(Crotalaria)재배, 태양열소독과 녹비재배후 태양열소독 처리에 의한 선충의 밀도 억제 효과를 조사하였다.

녹비작물을 2개월간 키운 다음 잘라서 토양에 넣은후 태양열 소독한 처리구에서 무처리에 비해 뿌리혹선충과 뿌리썩이선충은 각각 99%의 밀도억제 효과를 보였으며, 태양열소독 단독 처리구에 비해 방제효과가 높았다. 그러나, 녹비재배 처리구는 무처리에 비해 선충밀도 억제효과를 보이지 않았다. 녹비재배전 선충밀도는 뿌리혹선충 154마리/토양 100g, 뿌리썩이선충 725마리/토양100g에서 딸기정식 6개월후의 녹비재배+태양열소독 처리구의 토양100당 선충밀도는 뿌리혹선충 1마리(무처리 130마리), 뿌리썩이선충 0마리(무처리 2,889)였으며, 태양열소독 처리구는 뿌리혹선충 6마리, 뿌리썩이선충 59마리로 감소한데 비해, 녹비처리구는 뿌리혹선충 695마리, 뿌리썩이선충 819마리였다. 녹비재배후 태양열 소독 처리구의 딸기 생육은 무처리에 비해 초장은 142%, 건물중은 133% 높았다.

검색어: 딸기, 녹비, Crotalaria, 뿌리혹선충, 뿌리썩이선충

P114

대추나무에 피해를 주는 대추나무잎혹파리(가칭) (*Dasineura* sp.) 발견 보고

이홍식¹, 이상길², 고상현², 나기훈³

¹농림수산검역검사본부 식물검역기술개발센터, ²국립산림과학원 산림병해충 연구과
³보은군 농업기술센터

충북 보은군의 대추나무 재배지에서 잎이 말리는 해충 피해 증세가 보고 되었으며, 산림해충 전문가들이 2011년 6월 20일 현지 조사를 실시한 결과 국내 기록이 없는 혹파리 일종으로 확인되었다. 이 혹파리는 국내 처음 발견된 해충이며, 종 수준의 동정을 실시하고 있지만 관련된 자료가 미약하여 속수준의 동정까지 실시 하였다. 현재까지 조사 결과 중국의 대추나무 재배 단지에서 큰 피해를 주고 있는 *Dasineura datifolia*와 생태 및 피해 양상이 매우 비슷하나, 이 종의 정확한 종기재가 확인되지 않아 종명을 확정하지 못 하였다.

대추나무의 잎을 가해하므로 대추나무잎혹파리(가칭) 국내 해충명을 명명하였으며, 해충의 생태 등의 조사가 진행 중에 있다.

대추나무잎혹파리의 피해 증세는 대추나무의 신초가 자라기 시작하는 6월에 발생하기 시작하여 초기에는 신초부위에 어린 잎이 피해를 받으면 갈색 반점이 생기며, 잎이 자라면서 잎의 앞면으로 가장자리를 따라 말리며, 말린 잎을 펴보면 우유빛의 혹파리 애벌레들이 발견된다. 하나의 잎에 한 마리에서 여러마리까지 발생하며, 혹파리의 피해를 받은 신초는 윗부분이 갈색 또는 흑색으로 변하며 고사하게 된다. 다 자란 혹파리 애벌레는 땅속으로 들어가 고치를 만들고 용화하며, 다시 성충으로 우화하여 계속 피해를 준다. 현재까지 관찰 결과 1년에 3회 이상의 발생을 보이고 있다.

검색어: 대추나무잎혹파리, *Dasineura* sp., 혹파리과, 해충, *Zizyphus jujuba*

P115

전북지역 갈색날개매미충 분포 및 기주범위와 온도발육

임주락, 문형철, 김종철, 이주희, 한민영, 송영주

전라북도농업기술원 원예과

전북지역에서 2010년 7월 순창군 인계면 복분자와 주변 두충나무에서 최초 발견된 갈색날개매미충은 국내 보고된 먹날개매미충과 유사하나 다른 종으로 보고되었고, 외부에서 유입된 외래해충으로 추정하고 있다. 전북지역에서 갈색날개매미충의 분포현황을 알아보기 위해 2011년 순창군 인계면을 중심으로 한 순창군 11개면과 김제시 금구면 주변을 대상으로 조사를 하였으나, 발생이 보고된 지역 외에는 발생을 하지 않았고, 최근 완주군 소양면에서 발생이 보고되었다. 이들 발생지역을 대상으로 2010년에서 2011년까지 갈색날개매미충의 기주범위를 조사한 결과 순창군 인계면에서는 두충나무, 복분자, 감나무, 뽕나무, 느티나무, 은행나무, 두릅나무, 오가피, 서양참나무, 이팝나무, 사철나무, 장미, 골담초, 백일홍, 블루베리 등 16종의 기주에서 발견이 되었으며, 김제시 금구면에서는 산수유, 매실, 밤나무, 단풍나무, 철쭉, 참나무, 붉나무, 싸리나무, 느티나무, 아카시아 등 목본류 11종과 칩, 쑥, 승마, 원추리 등 초본류 4종에서 발견되고, 완주군 소양면에서는 감나무, 블루베리, 느티나무, 두릅나무 등 4종에서 발견되어 총 29종의 기주를 확인하였다. 이 중에서 두충나무, 감나무, 느티나무, 산수유, 매실, 밤나무, 단풍나무, 블루베리 등 8종의 기주를 주로 선호하였다. 갈색날개매미충의 약충을 대상으로 온도발육을 조사한 결과 1령에서 5령까지 4회의 탈피를 하고 성충으로 우화하였으며, 각 약충태별 발육기간은 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 실험실내에서 1령 5.5일, 2령 7.7일, 3령 8.5일, 4령 8.9일, 5령 10.6일 정도이고, 온도가 높을수록 빨라지는 경향이며, 15°C 에서는 우화를 하지 못하고 사망하였다. 우화 후 성충은 약 2개월 정도는 산란을 하지 않았다.

검색어: 갈색날개매미충, 기주, 분포, 온도발육

P116

성페로몬을 이용한 사과와 자두 과수원에서 복숭아순나방붙이의 개체군 발생동태

정선아, 안정준, 정철의

생명자원과학부, 안동대학교

본 연구는 사과와 자두 과수원에서 성페로몬트랩을 이용하여 복숭아순나방붙이 (*Grapholita dimorpha* Komai) 수컷성충의 발생소장을 이해하고 사과와 자두과수원에서 복숭아순나방붙이의 발생동태를 비교하고자 실시하였다. 사과과수원은 경북 안동시 길안면에 소재하고 있는 관행재배과수원 3곳과 무농약재배 과수원 1곳을 지정하였고, 자두과수원은 경북 의성군 봉양면 소재 관행재배 과수원 7곳을 지정하였다. 상용되고 있는 성페로몬을 이용하여 (Z8-12:Ac, E8-12:Ac 85:15) 일주일 간격으로 복숭아순나방붙이의 발생소장을 기록하였다. 사과과수원의 경우 최초 복숭아순나방붙이이 포획된 시기는 2010년에 5월 22일, 2011년에 4월 12일이었는데 이는 3월과 4월의 평균기온이 2011년에 높았기 때문인 것으로 해석되었다. 사과과수원에서 최초 발생피크는 5월 중순이 있었고 8월 초순에 유사한 피크가 나타나는데 현재의 결과로서는 복숭아순나방붙이의 세대를 정확하게 구분하기 어려웠으나 4세대를 갖는 것으로 유추되었다. 사과관행방제과수원보다는 무농약재배 지역에서 많은 수의 복숭아순나방붙이가 포획된 것으로 보아 관행방제지역에서의 복숭아순나방붙이가 무방제구역으로 이동한 것으로 조사되었다. 자두과수원의 경우 최초 복숭아순나방붙이이 포획된 시기는 2010년에 5월 22일, 2011년에 4월 5일이었다. 자두과수원의 경우 재배지역의 지형적 특징(산사면과 평지)에 따라서 복숭아순나방붙이의 발생패턴이 다르게 나타남을 알 수 있었다. 평지에 있는 자두과수원의 경우 2010년과 2011년에 8월 초순에 가장 많은 개체수가 포획된 반면 산사면의 경우 5월 초순과 8월에 가장 많은 개체수가 포획되어 지형에 따라 복숭아순나방붙이의 발생이 다르게 나타남이 조사되었다. 2011년, 안동과 의성 기상센터에서 조사된 평균기온의 차이가 매우 작았음에도 불구하고 복숭아순나방붙이의 최초발생일이 차이가 있었던 것은 자두가 사과보다 먼저 새순을 만들기 때문에 복숭아순나방붙이의 발생이 자두에서 먼저 일어나는 것으로 해석되었다.

검색어: 복숭아순나방붙이, 성페로몬트랩, 기주식물, 개체군 발생동태

P117

멸강나방(*Pseudaletia separata*) 성충 무인예찰트랩 개발에서 성페로몬 조성과 트랩형태 검토와 최근 발생 양상

정진교¹, 서보운, 박창규², 조점래²

¹국립식량과학원, ²국립농업과학원

멸강나방(*Pseudaletia separata*)은 해외에서 비래하는 해충으로 대량 발생할 때 유충 섭식으로 인해 옥수수과 호밀, 밀, 보리, 벼 등의 작물에 심각한 피해를 주는 해충이다. 본 연구에서는 이 해충의 성충 비래 및 발생 시기 예찰에 노동력을 절감하면서 그 시점을 정확하게 파악하고자 무인예찰용 성페로몬 트랩을 개발하는 과정에서, 검토가 되어야 하는 요인들로 성페로몬 조성과 트랩 형태를 검토하였다. 유인용 성페로몬으로는 이미 알려진 (Z)-11-hexadecenal과 (Z)-11-hexadecenyl acetate, (Z)-11-hexadecenol로 구성된 멸강나방 성페로몬과 (Z)-11-hexadecenal과 (Z)-9-hexadecenyl acetate로 구성된 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*) 성페로몬이 비교되었다. 멸강나방트랩에는 멸강나방 이외에 메밀거세미나방(*Trachea atriplicis*), 왕담배나방, 회양목명나방(*Glyphodes perspectalis*)이, 왕담배나방트랩에는 멸강나방, 왕담배나방, 쌍피밤나방(*Mythimna turca*), 회양목명나방이 포획되었는데, 왕담배나방트랩에는 지역에 따라서는 멸강나방트랩에서 보다 더 많은 수의 멸강나방이 포획되었다. 그러나 지역과 시기에 따라 포획된 멸강나방 비율은 멸강나방 트랩에서 0~100%를 보여 왕담배나방트랩에 포획된 멸강나방 비율인 0~12% 보다 더 특이성을 보이는 것으로 나타났고, 무인예찰용으로는 멸강나방 성페로몬 조성을 사용하는 것이 더 효율적으로 판단되었다. 한편, 무인예찰용으로 콘트랩을 변형시킨 고깔형태의 트랩(G가이어)을 장착하였는데, 다시 밑에 큰 갓을 덧댄 형태로 수정한 것에서 더 효율적으로 포획되는 것으로 판단되었다. 깔대기형 트랩은 멸강나방 포획에서 비효율적인 것으로 나타났다. 2010년과 올해 멸강나방 성충은 4월과 5월 처음 발생한 후에 6월중 발생 피크를 보였고, 올해의 경우 2010년 보다 약 10일 정도 빠른 발생피크를 보였다.

검색어: 멸강나방, 성충, 예찰, 성페로몬, 트랩형태, 발생시기

포도의 차면지응애 피해

조명래, 강택준, 김형환, 안승준, 양창렬

국립원예특작과학원 원예특작환경과

포도 재배단지에서 그동안 국내에 보고되지 않았던 차면지응애 (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks))에 의한 피해가 관찰되었다. 2010년 8월과 9월에 천안 및 김천의 포도 시설재배포장 및 안성 비가림재배 포장에서 피해가 관찰되었다. 포도 수확이 끝난 후 새로 발생한 신초에서 생육이 불량하고 잎 뒷면이 코르크화되며 잎이 기형이 되거나 가장자리가 말려 붕괴하게 되는 증상이 나타났다. 이러한 증상이 나타나는 잎과 신초에서 다수의 차면지응애 성충, 약충, 알들을 해부현미경 하에서 확인할 수 있었다. 2011년 6월에는 천안의 시설재배 포도에서 8월에는 안성의 비가림재배 포도에서 차면지응애 피해가 확인되었다. 피해가 나타난 농가에서는 이러한 증상을 제초제 피해나 바이러스 증상으로 오인하여 제대로 방제가 이루어지지 못하고 있었다. 포도의 생육 초기에는 신초가 위쪽으로 빠르게 자라기 때문에 농가에서는 피해 확인이 어려우므로 농작업 시 세심한 관찰이 이루어져야 할 것이다. 지금까지 차면지응애에 의한 심각한 피해 사례는 없으나 방제가 적절히 이루어지지 못할 경우 포도나무의 생육을 저해하는 요인이 될 수 있으므로 포도재배농가 및 관련 연구·지도자들의 관심이 필요하다.

검색어: 차면지응애, 포도, 피해 증상

공주지역 사과원에서 날개매미충의 발생양상과 생활사

조신혁, 박민우, 신효섭, 김세희, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

날개매미충(*Ricania* sp.)은 2009년부터 충남공주, 예산, 전남구례, 전북순창, 경기 고양 등 전국 각지에 발생하고 있는 돌발 해충이다. 날개매미충의 기주식물로는 사과, 감, 밤, 오미자, 블루베리, 복분자 등이 있다. 날개매미충은 흡즙형 구기를 가지고 있는 해충으로 주로 목본식물의 잎이나 가지에서 식물즙액을 흡즙한다. 이로 인해 식물에 피해를 주고, 과실의 경우 상품성을 저하시켜 경제적 피해를 준다. 뿐만 아니라, 성충들은 목피에 산란을 하게 되는데 이로 인하여 물관부를 파괴하여 가지를 고사시킨다. 또한 날개매미충이 배설하는 감로는 식물체 잎에 그을음병을 일으키게 되어 2차적인 피해를 주게 된다. 이러한 피해를 주는 날개매미충의 발생양상을 공주시 신평면 일대의 사과원에서 수행하였으며, 그 결과 평균기온이 상승하는 5월 말부터 월동한 알에서 약충으로 우화되는 것이 확인 되었고, 7월 중하순에 약충의 발생최성기를 보였으며, 8월 초부터 우화한 성충의 수가 급격히 증가하기 시작하여, 9월 초에 성충의 발생최성기를 보였다. 또한 26°C에서 실내사육을 하면서 생활사를 조사한 결과, 각 령기별 발육기간은 평균 9.6일 이고 성충이 되기까지 평균 51일이 소요되었다. 결과적으로 날개매미충을 효과적으로 방제하기 위해서는 성충이 되기 전 약충시기인 5월말에서 8월 초 사이에 약제를 살포하는 것이 효율적이라고 생각된다. 그렇지만, 날개매미충은 작물 이외에도 농경지 주변의 잡초나 임야에서 분포하기 때문에 약제방제활동을 하더라도 주변에서 쉽게 유입되기 때문에 방제 효과가 떨어 지기도 한다. 또한 식물체의 줄기와 가지부분의 목피에 산란된 알은 방제가 잘 이루어지지 않으며, 이동이 많은 성충시기에 방제를 하게 되면 주변 잡목으로의 피신한 후 다시 과원이나 작물로 이동하여 피해를 주기 때문에 방제구역을 농경지 주변 구역으로 확대할 필요성이 있다.

검색어: 날개매미충(*Ricania.sp*), 발생양상, 생활사, 방제적기

수입휴대식물(금지품) 망고, 망고스틴에서 검출된 해충에 관한 연구

지정연¹, 이한진¹, 최영섭¹, 황의용¹, 최득수², 서수정², 박영미³

¹농림수산검역검사본부 인천공항검역검사소, ²농림수산검역검사본부 영남검역검사소
³농림수산검역검사본부 중부검역검사소

인천국제공항을 통해 여행객들에 의해 반입되는 휴대식물(수입금지 생과실 등)에서 금지해충(과실파리류, 나방류 등)의 유입 가능성이 높음에도 불구하고, 금지식물에서 발생하는 해충에 대한 분류학적 정보가 부족한 실정이다. 따라서 금지해충의 신속하고 정확한 종 동정을 위하여 다양한 해충 시료의 확보가 필요하다. 이를 위하여 금지해충 유입 우려가 높은 품목인 망고와 망고스틴에서 검출되는 해충에 관한 연구가 우선적으로 요구되었으며, 2010년부터 2011년 9월 현재까지 휴대로 반입되는 망고와 망고스틴에서 해충조사를 실시하였다. 망고에서는 금지해충인 과실파리과 *Bactrocera dorsalis* sp. complex, *Bactrocera correcta*, 규제해충인 바구미과 *Sternochetus mangiferae*, *Sternochetus olivieri*, *Sternochetus frigidus* 등이 검출되었다. 망고스틴에서는 규제해충인 가루깍지벌레과 *Pseudococcus cryptus*, *Dysmicoccus lepellei*, 총채벌레과 *Heliothrips haemorrhoidalis*, 개미과 *Dolichoderus* sp., 비규제해충인 밀깍지벌레과 *Coccus hesperidum*이 검출되었다. 본 연구를 통하여 두 품목에서 예상보다 높은 해충감염률을 나타냈으며, (특히 망고에서는 외형상으로 규제해충인 망고씨바구미 등의 감염여부를 판단할 수 없기 때문에) 여행객을 통해 휴대로 반입되는 식물류에 대한 엄격한 검역과 수입 금지품에 대한 철저한 반입금지가 요구됨을 확인하였다. 본 연구결과는 휴대 반입식물에 대한 해충감염률 및 종 구성에 대한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

검색어: 수입휴대식물, 수입금지식물, 식물검역, 망고, 망고스틴, 금지해충, 규제해충

P121

제주도지역 아보카도 발생 해충 종류 및 피해

최경산, 김동환, 양진영, 김동순¹

농촌진흥청 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터
¹제주대학교 생명자원과학대학 식물자원환경전공

아보카도(Avocado; *Persea americana*)는 현재 재배되는 다른 열대과수들과 달리 무가온재배 가능하고, 과실의 기능적 특성이 우수하고 국내 소비자 기호 알맞은 작물이다. 2010년 재배면적이 0.2ha였지만, 열대과수 중에서 망고 다음으로 재배가 유망한 작물이다.

2011년에 3곳의 아보카도 재배원에서 해충 조사결과, 아보카도에 발생하여 피해를 주는 종은 총 6종류가 조사되었다. 나방류 해충은 줄고운가이나방(*Ectropis excellens*)과 차잎말이나방(*Homona magnanima*)이 다량 발생하였고, 피해는 잎과 과실에 모두 나타났다. 잎만 가해하는 해충으로는 명주달팽이(*Acusta despecta*), 진딧물, 볼록총채벌레(*Scirtothrips dosalis*), 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)이었다. 달팽이 잎 피해는 과원 전체적으로 연중 발생하였고, 진딧물은 신엽에서만 주로 발생하였다. 볼록총채벌레과 온실가루이 유충은 주로 일부 신엽에서 발견되었다. 이외에 가루깍지벌레 종류가 줄기에서 소량 발생하였으나 피해는 거의 없었다.

검색어: 열대과수, 아보카도, 해충, 피해, 제주도

P122

Attractiveness to major lepidopteran pests in apple orchards using different rice wines and fruit-based fermenting baits

KyungHee Choi, KyeChung Park¹, SunYoung Lee and YunSu Do

Apple Research Station, NHHS, RDA, Gunwi 716-812, of Korea

NationNational Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

¹Plant and Food Research, Lincoln, Canterbury Agricultural and Science centre, Christchurch
Mail Centre 8140, New Zealand

This research is aiming to develop generic attractants for lepidopteran pests that can be used as a control tool for environmentally friendly management against the lepidopteran pests in orchards. During the first year of this research we carried out various trapping experiments in apple orchards in Korea. Field trapping experiments were carried out at two apple orchards in UaiSung-Gun, GyungBuk Province during May – September 2010, using different rice wines and fruit-based fermenting baits. Overall, when six major moth pest species (*Grapholita molesta*, *Carposina sasakii*, *Adoxophyes orana*, *Choristoneura longicellana*, *Archippus breviplicanus*, *Phyllonorycter ringoniella*) in apple orchards were counted, 445 moths were captured in raw material-baited traps and 1,566 moths in sex pheromone-baited traps. There were no clear differences in the attractiveness to the moths between different kinds of rice wines and fruit baits when the attractiveness of fifteen different rice wines and seven fermenting fruit baits were compared in the apple orchards. One rice wine ('Chung-ju' rice wine) and fermenting pineapple showed somewhat higher attractiveness to *G. molesta* than other raw baits, which will be re-examined in 2011 – 2012 periods.

Key words: apple, lepidopetran, rice wine, fermenting bait

P123

전남지역 꽃매미 부화시기 예측모델 개발 및 황토색 끈끈이트랩의 유인효과

최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용, 박종대

전남농업기술원 친환경연구소

전남지역에서는 2010년 6월 장성 축령산 인근 방임 포도과원에서 꽃매미가 처음으로 발생하여 영광, 담양, 광주지역에서 발생 확인된 후 금년에는 나주, 화순, 구례지역에 발생확인 되었으며, 꽃매미 방제효율을 향상시키고 자 온도시험을 통한 알의 부화시기 예측모델 개발과 끈끈이트랩 유인효과를 검정하였다.

꽃매미 알은 길이 2.4mm, 폭 1.5mm, 높이 1.5mm의 갈색 뿔단모양으로 난괴당 36.8개의 알을 줄기 표면에 산란하고 윗면을 회색의 밀납물질로 피복한다. 항온기에서 알의 부화 소요기간은 15, 20, 25°C에서 각각 55.9, 26.8, 21.6일이었으며, 부화율은 61.9, 57.8, 30.4%로 온도가 높을수록 부화 소요기간은 짧아진 반면 부화율은 낮아졌으며, 특히 30°C에서는 전혀 부화하지 않았다. 이를 근거로 산출한 온도와 발육속도와의 관계식은 $Y=0.0028X-0.0228$ ($R^2=0.9561$)이며 알의 발육영점온도는 8.14°C, 유효적산온도는 355.4일도였다. 금년도 4월 30일을 기준으로 2월 1일부터 4월 30일까지는 2011년 기상자료를 이용하고, 5월 1일부터는 2010년 기상자료를 이용하여 부화시기를 예측한 결과 5월 22일(5/19~24)로 계산되었고, 본 시험에 사용한 알을 채취 하였던 지역의 실제 부화시기를 조사한 결과 부화기간이 5월 15~20일로 예측시기와 약간 차이가 있었다.

황토색, 청색, 노랑색 끈끈이트랩 이용 꽃매미 약충과 성충에 대한 유인효과를 조사한 결과 황토색끈끈이트랩에서 약충과 성충 모두에서 높은 유인효과가 있었다.

검색어: 꽃매미, 발육영점온도, 유효적산온도, 친환경자재, 끈끈이트랩

전남지역 날개매미충(가칭, *Ricanula* sp.) 발생생태 및 피해보고

최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용, 이관석¹, 박종대

전남농업기술원 친환경연구소, ¹농과원 작물보호과

2011년 3월 전남 구례군 산동면 일대의 산수유나무 1년생 가지에 산란된 알을 발견하여 농과원 작물보호과에 분류의뢰하였고, 기주식물 조사, 산란 특성, 해충의 발육단계별 방제가능한 친환경 자재선발을 위하여 시험한 결과는 다음과 같다.

구례지역에 발생한 날개매미충은 2010년에 충남 공주와 예산, 전북 순창에 발생한 종과 동일하며 전남지역에서는 산동면 286ha, 순천 서면 1ha가 발생하였고, 매미아목(Auchenorrhyncha) 큰날개매미충과(Ricaniidae)에 속하는 *Ricanula* sp.로 분류되었다. 알 크기는 장경 1.2mm, 단경 0.6mm로 우유색이며 1년생 가지속에 2줄로 난괴당 25.4개를 산란하였다. 산수유, 감나무, 후박나무 등 5종의 주요 산란기주에서 평균 25~31개 정도를 산란하는데 난괴 길이는 15.2~18mm정도이며, 기주식물에 따른 산란수와 난괴길이는 유의차가 인정되지 않았다.

날개매미충 약충은 4회 탈피하는데 1, 2, 3, 4령 약충의 평균 체장은 각각 1.7, 2.5, 3.4, 4.5mm이며, 항문 주변에 밀납물질로 ×자 모양을 형성하는데 몸체보다 긴 경우도 있으며, 3령충 이상이 되면 백색이 황색으로 변하는 경우도 있다.

날개매미충의 기주식물을 조사한 결과, 목본류 32종과 초본류 19종으로 총 51종이었으며, 산란 기주식물은 대부분 목본식물로 감나무, 산수유, 느티나무 등 31종이었다.

월동중인 알 방제에 적합한 친환경자재는 없었으나 클로피리포스수화제 처리에서 부화율이 0.3%로 매우 낮았으며, 부화약충 방제에는 친환경자재 중 홍명이가 92.3%의 살충율을 보였으며, 2~3령 약충은 진압이 94.3%, 성충은 뉴바이오다킬이 82.4%의 살충율을 보였다.

검색어: 날개매미충, 기주식물, 산란특성, 친환경자재, 살충율

P125

산채류에 발생한 돌발해충 “긴날개밑들이메뚜기”

최준근¹, 변봉규², 문윤기¹, 김태우³

¹강원도농업기술원 환경농업연구과, ²한남대학교 생명과학과
³국립생물자원관 전시교육과

2011년 5월 강원도 평창군에 위치한 곰취 재배 포장에 메뚜기류의 피해가 심하게 발생하여 이에 대한 분류동정 및 피해상황, 기주범위 등을 조사하였다. 곰취를 가해하고 있는 메뚜기 약충을 채집, 사육하여 우화 후 분류동정한 결과, 긴날개밑들이메뚜기(*Ognevia longipennis* Shiraki)로 확인되었다. 포장에서의 피해상황은 노지재배의 경우 가해엽율이 22.5~50.0%, 비가림 시설재배에서는 3.0~12.5%로 나타났으며, 특히 산림과 인접한 지역에서 피해가 심하였다. 긴날개밑들이메뚜기는 곰취 외에도 참취, 고려엉킥귀, 눈개승마 등의 산채류를 가해하는 것으로 조사되었으며 작물별 피해정도는 곰취>고려엉킥귀>참취>눈개승마 순 이었다. 또한 조사지역 외에도 평창군 봉평면, 양구군 양구읍 등의 산채 재배 포장에서도 발생이 확인되었고, 7월 까지 피해가 지속되는 것으로 조사되었다.

검색어: 돌발해충, 긴날개밑들이메뚜기, 메뚜기과, 곰취

P126

Comparison of the immune responses in intestinal tissues between body and head lice following *Escherichia coli* challenge

Ju Hyeon Kim and Si Hyeock Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The human body and head louse are ectoparasites of humans for thousands of years. Although both body and head lice belong to a single species, *Pediculus humanus*, only body lice are known to transmit several bacterial diseases. This different vector competence is assumed to be due to their different immune responses. Here, the immune reactions in the alimentary canal were investigated in both two louse subspecies following oral challenge of *Escherichia coli* as a model gram-negative bacteria. In propagation assay, head lice suppressed the proliferation of *E. coli* in their epithelial cells effectively at the early stage of infection, resulting in gradual reduction of *E. coli* number in gut tissues. In contrast, the number of *E. coli* steadily increased in gut tissues of body lice. No apparent alteration of transcription was observed following *E. coli* challenge in three important genes for the humoral immune responses, PGRP as a recognition gene and defensin1 and 2 as effector genes. Nevertheless, the basal transcription levels of these genes were higher in the gut tissues of head lice than body lice. Considering that there is no cellular immune reactions in gut tissues, these findings suggest that the higher constitutive transcription levels of major immune genes in head lice can contribute to their initial defense and immune capacity against intestinal bacterial infection.

Key words: *Pediculus humanus humanus*, *Pediculus humanus capitis*, Human lice, Bacterial challenge, Immune response, Vector competence

PCR을 이용한 모기의 흡혈원 동정법 개발

김현우, 이욱교, 신이현, 박찬

국립보건연구원 질병매개곤충과

모기는 인간의 생명에 직접적인 피해를 주는 여러 질병을 매개한다. 특히 West Nile과 Dengue fever와 같은 질병은 미국과 동남아시아에서 심각한 문제를 일으키고 있으며, 향후 기후 온난화로 인해 국내에서도 전파 가능성이 높은 것으로 여겨지고 있다. 흡혈성 곤충에 의해 전파되는 질병은 매개곤충과 숙주동물간의 상호관계에서 역학적 특성을 규명해야 하기 때문에 매개곤충의 흡혈원 동정이 매우 중요하다. 본 연구에서는 흡혈원 동정을 위해 동물의 혈액을 포유류, 조류, 파충류, 양서류로 구분할 수 있는 primer (group-primer; g-primer)를 개발하였고, 포유류에서는 세부적으로 5종(사람, 소, 돼지, 개, 염소)을 구별하는 primer (species-specific primer; ss-primer)를 이용한 PCR결과로 종을 확인 할 수 있었다. 제작된 primer의 평가는 야외(익산시, 담양군)에서 채집한 흡혈 모기를 이용하였다. 흡혈모기의 혈액 cyt b 유전자의 염기서열 분석을 통해 그 종을 확인하였고, 개발한 g-primer를 이용한 PCR 결과와 비교하였다. 염기서열 분석 결과 모기가 사람, 너구리, 집쥐, 시궁쥐, 황로, 꿩, 박쥐를 흡혈한 것으로 나타났으며, 이것은 g-primer 결과에서 정확하게 포유류와 조류로 동정되었고, 포유류의 ss-primer 결과에서 사람 혈액을 확인할 수 있었다. 또한 시간에 따른 흡혈원 검출능력 실험을 통하여 흡혈 후 최소한 48시간 까지는 흡혈원 분석이 가능함을 확인하였다. 따라서 향후 폭넓은 ss-primer 개발로 신속, 정확한 흡혈원 종 분석이 가능할 것으로 판단된다.

검색어: 흡혈원(blood meal), g-primer, ss-primer, cyt b 유전자, PCR

P128

Evaluation of the larvicidal activities against *Aedes aegypti* of medicinal plant extracts from 23 countries around the world (I)

**Sung-Ho Park¹, Doo-Sang Park¹, Kyung-Seop Ahn²,
Sei-Ryang Oh² and Hyun-Woo Oh¹**

¹Industrial Bio-materials Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

²Immune Modulator Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology

A total of 5,000 ethanolic and methanolic extracts of different plant species from 23 nations including Costa Rica, Vietnam, Philippines, India, South Africa, Pakistan and Peru were evaluated for their larvicidal activities against *Aedes aegypti*, the major vector of dengue, dengue hemorrhagic fever and yellow fever. The larval mortalities were observed 24h after treating the larvae to the extracts. At 500 ppm, 179 extracts showed >80% larval mortality in the 24h exposure. Among the extracts tested, the highest larval mortality was observed in the extracts of *Piper guianense*, *Piper nigrum*, *Piper mocopodum*, *Piper sem-immersum*, *Piper magen* and *Piper pubicatulum*. The LC₅₀ value of extract *P. guianense*, *P. nigrum*, *P. mocopodum*, *P. sem-immersum*, *P. magen* and *P. pubicatulum* were 8.84, 11.48, 8.84, 13.86, 9.48 and 10.12 ppm against *Ae. aegypti*. It is suggested that *P. guianense*, *P. nigrum*, *P. mocopodum*, *P. sem-immersum*, *P. magen* and *P. pubicatulum* can be developed as potent larvicidal agents against *Ae. aegypti*.

Key words: Larvicidal, *Aedes aegypti*, *Piper*, plant extract

P129

Characteristics of Foraging Activities by 2 Species of Pollinator, *A. mellifera* and *B. terrestris* on Apricot Tree

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

Division of Applied Entomology, National Academy of Agricultural Science, RDA

To increase the fruit quality and productivity of the apricot, 2 species of insects, *Apis mellifera*, and *Bombus terrestris* were used for pollination in apricot field in Yeongcheon province. This study was conducted using 3 kinds of methods for pollination effect, natural condition, net-house treatment and control method. Also this experiment carried out in 2 places, vinyl-house and field condition. In case of field treatment of *Apis mellifera*, heating lamp experiment was added in net-house to find out the reason for harmful efficacy of low temperature early in the spring. Species of apricot, Mangum, was used in this experiment. A number of foraging activity of *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* in vinyl-house showed higher than in field condition. But after stopping heating, showed low efficacy after showing peak in 1 PM. In field, *Apis mellifera* showed peak of foraging activity from 1 to 3PM, heating lamp experiment of field condition showed peak in 3 PM and then lowest tendency to evening suddenly. The fruit set rate of *Apis mellifera* and *Bombus terrestris* in vinyl-house showed higher with 92% and 89% respectively than control with 83%. In field, heating lamp treatment of *Apis mellifera* was highest with 28% compared to *Bombus terrestris* with 25% and control with 15%. This results suppose that apricot in field was to be harmed by low temperature and frost in blooming time early in spring

Key words: Apricot, Pollination, *Apis mellifera*, *Bombus terrestris*, Foraging activity

P130

Identification and characterization of three cholinesterases from the common bed bug, *Cimex lectularius*

Keon Mook Seong¹, Young Ho Kim¹, Deok Ho Kwon² and Si Hyeock Lee^{1,2}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

We identified and characterized the full-length cDNA sequences encoding two acetylcholinesterases (CIACHE1 and CIACHE2) and a salivary gland-specific cholinesterase (CISChE) from the common bed bug, *Cimex lectularius*. All three cholinesterase genes (*Clac1*, *Clace2* and *Clsce*) have conserved motifs, including a catalytic triad, a choline binding site and an acyl pocket. Phylogenetic analysis showed that CIACHE1 belongs to the insect AChE1 clade, whereas CIACHE2 belongs to the insect AChE2 clade. CISChE was grouped into the clade containing all AChE1s, suggesting its paralogous relationship to CIACHE1. Transcription levels of *Clace1* were higher than those of *Clace2* in all tissues examined, including the central nervous system (CNS). In contrast, the *Clsce* transcript was not detected in the CNS but specifically found in the salivary gland in much higher levels (>3000 fold) than those of *Clace1* and *Clace2*. Western blot analysis using anti-CIACHE antibodies in conjunction with activity staining revealed that CIACHE1 is more active than CIACHE2 whereas CISChE has little enzyme activity. Three-dimensional structure modeling suggested that CIACHes and CISChE shared structural similarities, but had some differences in the residues forming the acyl pocket and oxyanion hole. The current findings should provide valuable insights into the evolution and functional diversification of insect cholinesterase.

Key words: cholinesterase, acetylcholinesterase, bed bug, *Cimex lectularius*, salivary gland, phylogenetic analysis

P131

The Development of the Very Efficient Mosquito Traps, Mos-hole and DMS

Jae-seung Yu¹, Long-jin Jung¹, Dong-sik Ryu¹ and Hoonbok Yi²

¹ET&D, ²Seoul Women's University, Department of Biology

We developed two kinds of selective mosquito traps. The first selective mosquito trap called Mos-hole was developed with emitting carbon dioxide. The principle was that CO₂ gas was obtained from burning liquid naphtha. The process principle was very unique that some heat and moisture which cannot be obtained by using dry ice could be generated additionally. It is the main cause to bring more mosquitoes. The trap is consisted of the acidic and CO₂-baited suction system. CO₂ was so powerful mosquito attractant gas, and the color and shape of a suction trap was also very important factors for improving the mosquito capturing efficiency. The trap burned naphtha in a rate of 1.3g/hr~3.0g/hr (CO₂:50ml/min-110ml/min) and the efficiency of the trap was higher at the burning rate with the high number of female mosquitoes. The second mosquito trap called DMS (Digital Mosquito Monitoring System) is developed for reporting the number of captured mosquito automatically every day. This automatic reporting device called DMS uses CO₂ gas as a mosquito attractant and it has a IR array sensor for counting mosquito. We established a sensor network with several DMSs and one server. The server collected the data of each DMS through Internet or CDMA RF communication system. This data were analyzed in the GIS pest prevention information system and were sometimes used as a reference for the next pest control activities. The DMS systems emit CO₂ about 300cc/min. CO₂ was very effective for attracting mosquito. DMS systems were very effective to count the number of mosquitoes at the certain areas. By using two kinds of mosquito traps together, we could determine the mosquito population size increase and decrease at certain areas

Key words: Mosquito, Co₂, Digital System, Efficient Mosquito Traps

P132

The Comparison Study of Adult Female Mosquito Collecting Efficiency by the Three Selective Mosquito Traps from Korean Rural Areas

Jae-seung Yu², Hyun Jung Kim¹, So Yeon Kim¹, Jieun Seong¹ and Hoonbok Yi¹

¹Seoul Women's University, Department of Biology, ²ET&D

We used the three kinds of mosquito traps (Black-hole with UV light, CO₂-baited Mos-hole with the newly developed attracting-solvent, CO₂-baited DMS; Digital Mosquito Monitoring System) to know their collecting efficiency for the female mosquitoes in Korean rural areas. The Black-hole mosquito trap caught many kinds of insects including only few female mosquitoes. The Black-hole trap has the UV-light and the light seemed to attract other terrestrial and aquatic insects, such as the common flies, May flies, and the stone flies. Even though the trap was developed to collect mosquitoes, the trap caught only few of female mosquitoes less than 1% of all insects caught. Their selective efficiency to collect the female mosquitoes was relatively lower than other two kinds of traps. The Mos-hole and CO₂-baited DMS traps had the collecting efficiency of over 80% to collect the female mosquitoes. The two traps caught the relatively lower number (less than 3% of total insects) of other insects, such as few Coleoptera and Diptera, and their collecting efficiency for the female mosquitoes was very higher. Generally speaking, mosquitoes disliked the UV light but they relatively preferred CO₂ gas including the attracting-solvent. They had also been attracted the acidic solvent with CO₂ gas. If we could use the efficient and selective mosquito traps with the fully understanding about the mosquito habits, we could assume that we can keep the biodiversity high around the mosquito habitats as well as to save money for the insect pest control.

Key words: collecting efficiency, female mosquito, insect pest, trap

DNA 바코드를 이용한 식품 매개 곤충이물 동정방법 개발 연구

조서영¹, 서경인², 윤태중², 나자현³, 배연재^{1,2}

¹고려대학교 생명과학대학, ²고려대학교 한국곤충연구소, ³Hippos Research & Consulting

최근 식품 안정성에 대한 국민 의식의 고조로 식품 이물에 대한 관심이 급격히 증가하고 있으며, 기후변화로 인한 제조·유통과정에서 곤충이물의 유입빈도가 늘고 있다. 그러나 식품을 매개로 하는 곤충이물의 종합적인 조사 및 방제에 대한 국내 연구는 미비하며, 곤충이물이 훼손된 상태로 발견되는 경우가 많아 신속 정확한 동정 및 발생 원인의 규명이 어려운 실정이다. 따라서 본 연구는 곤충이물의 형태형질 및 유전정보를 연계한 DNA 바코드 적용을 시도하였다. 본 연구에서는 식품에서 이물 발생 가능성이 있는 곤충 중 식품이물로서 클레임이 발생하는 빈도가 높은 18종을 1차적으로 선정하여 미세 형태형질을 실체현미경으로 촬영하였다. 또한 곤충의 유전자 바코드 부위로 많이 사용하는 Mitochondrial Cytochrome Oxidase I (mtCO I) gene의 650bp를 증폭하여 염기서열을 확인하였다. 선정된 18종(바퀴목 4종, 딱정벌레목 9종, 파리목 3종, 벌목 2종)에 대하여 식품이물로서 발견되기 쉬운 부위(머리, 가슴, 배, 다리, 기타 부속지)를 이미지화 하였으며, 각 종의 mtCO I gene의 염기서열을 NCBI Genbank에서 검색하여 종을 재확인하였다. 일부 식품을 매개로 하는 곤충이물을 이용하여 상기 DNA 바코드의 검증 시스템을 적용한 결과 종의 동정이 가능함을 확인하였다. 차후 연구에서는 주요 곤충을 추가하여 형태적·유전적·생태적 정보를 통합한 종합적인 동정 및 경로 추적 시스템을 개발할 계획이다.

검색어: 식품, 곤충이물, DNA 바코드, 위생해충

P134

Molecular and biochemical characterization of three acetylcholinesterases from the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*

Jae Soon Kang¹, Yil Sung Moon¹ and Si Hyeock Lee²

¹Department of Forest Conservation, Korea Forest Research and Institute

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Injection of nematicides such as emamectin benzonate and milbemectin is the most common practice to control the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Korea. These macrocyclic lactone nematicides, however, are expensive, limiting their practicability despite of high efficacy. In an attempt to screen affordable alternative organophosphate (OP) and carbamate (CB) nematicides, we identified and characterized three acetylcholinesterases (ACE, EC 3.1.1.7) from *B. xylophilus* and functionally expressed them using baculovirus system. In inhibition assay using 11 OPs and 3 CBs, all the three ACEs were highly inhibited by paraoxon, DDVP, chlorpyrifos-oxon and mevinphos of OPs and carbofuran and carbaryl of CBs but not inhibited well by the others. Interestingly, inhibition assay revealed that BxACE-3 is less sensitive to all insecticides tested than other two ACEs. In additional bioassay, chlorpyrifos, DDVP and parathion showed a high LC₅₀ but all CBs tested did a very low mortality. The inhibition kinetic data and bioassay data obtained in this study should provide essential information for the development of OP-based nematicidal agents against *B. xylophilus*. Availability of expressed ACE will also facilitate the development of in vitro screening system to develop potential OP nematicides.

Key words: *Bursaphelenchus xylophilus*, acetylcholinesterase, organophosphate, carbamate, inhibition assay, nematicide

Predictive model for the flight period of an ambrosia beetle, *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Platypodinae)

Youngwoo Nam¹, Won IL Choi¹, Dae-Sung Won², Jong-Kuk Kim²,
Sang-Hyun Koh¹, Jung-Su Lee³ and Kyung-Hee Kim¹

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

²Department of Forest Resources Protection, Kangwon National University

³Plant Protection Institute

An ambrosia beetle, *Platypus koryoensis*, is a vector of *Raffaelea quercimongolicae* that is known to cause Korean Oak Wilt (KOW), one of the serious threats to forest healthy in Korea. To manage *P. koryoensis* properly, it is necessary to clarify flight period of the adult. This experiment was conducted to elucidate the relationship between temperature and the flight period based on field observation in three forests consisted of *Quercus mongolica* from 2007 to 2009 except winter season. Date of flight period for 50% (FP₅₀) was estimated by the cumulative Weibull distribution model based on cumulative proportion of the adult density and air temperature. Relationship between site temperature and the date of FP₅₀ of *P. koryoensis* was the most significant when temperatures below 6.5°C were excluded, suggesting lower threshold temperature for the flight period based on the site temperature. The pooling cumulative proportion of flight period against degree days was well described by the degree-day model, which has explanatory power for the 89% of year and site variation in the flight period and predicted accurately the flight pattern in 2011.

Key words: degree-day model, flight period, Korean Oak Wilt (KOW), *Platypus koryoensis*, phenology

P136

미국흰불나방의 섭식특성 및 천적 기생률 조사

김원기¹, 정형욱¹, 최원일², 고상현², 박영규¹

¹농업회사법인(주)한국유용곤충연구소, ²국립산림과학원 산림병해충연구과

미국흰불나방(*Hyphantria cunea* Drury)의 사육먹이별 섭식특성 및 충태별 기생천적을 조사하였다. 먹이조건별 발육 조사결과 인공먹이의 경우 발육 기간 30.7 ± 6.3 일, 용화율 58.0%, 우화율 56.9%, 그리고 용무게는 평균 0.098g이었다. 자연먹이의 경우 발육기간 37.2 ± 7.4 일, 용화율 83.0%, 우화율 41.0%, 그리고 용무게는 평균 0.089g으로 나타났다. 기주별 섭식여부는 주요 조경수인 소나무, 라일락, 향나무, 은행나무, 무궁화, 사철나무, 뱀나무를 급식하였으며, 사철나무와 뱀나무를 제외한 기주에서는 섭식하지 않고 모두 사망하였다. 인공먹이와 뱀나무를 기주로 사육한 결과 산란율은 각각 50.0%, 52.4%이었으며, 산란수는 기주별로 각각 110.4 ± 91.1 개, 236.0 ± 286.6 개로 조사되었다. 자연 상태 2화기 미국흰불나방의 채집난괴당 알수는 598.3 ± 177.9 개이었으며 부화율은 98.1%로 나타났다. 2년간 미국흰불나방이 발생한 경기 안성에서 천적 탐색 결과 알기생천적과 유충 기생천적은 확인되지 않았다. 월동번데기는 맵시벌과 2종 13.24%, 좀벌과 1종(*Chouioia cunea*) 4.32%, 수중다리좀벌과 0.54%, 기생파리류 0.27%로 총 18.38%기생되었고 2화기 번데기는 맵시벌과 5.19%, 수중다리좀벌과 2.60%로 총 7.79%가 기생되었다.

검색어: 미국흰불나방, 기주식물, 발육, 천적, 기생률

P137

소나무재선충병 매개충인 솔수염하늘소와 북방수염하늘소의 우화 특성

정찬식¹, 문일성¹, 김철수¹, 박영석²

¹국립산림과학원 산림병해충연구과, ²경희대학교 생물학과

소나무재선충병의 효율적인 방제법 중의 하나는 매개충을 항공방제 하는 것이다. 이를 위해서는 매개충의 분포와 우화특성을 이해하는 것이 필수적이다. 우리나라에서 솔수염하늘소, 북방수염하늘소가 주요 매개충으로 알려져 있으며, 솔수염하늘소는 남부지역, 북방수염하늘소는 중북부지역에 제한되어 분포한다. 이에 본 연구에서는 서울, 오산, 춘천 지역과 화순, 포항, 진주, 제주 지역에서 각각 북방수염하늘소와 솔수염하늘소의 우화상을 설치하여 우화특성을 조사하였다. 또한 온도가 우화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 우화상에는 온도 data logger를 설치하여 온도를 조사하였다. 북방수염하늘소의 경우 우화초일은 5월 6일, 우화최성기는 5월 25일, 우화종료일은 6월 15일로, 총우화기간은 40일, 암:수 성비는 0.59이었다. 솔수염하늘소의 우화 초일은, 5월 30일, 우화최성기는 6월 23일, 우화종료일은 8월 9일로, 총우화기간은 71일로 암:수 성비는 0.52이었다. 북방수염하늘소는 솔수염하늘소에 비해 단기간에 집중적으로 성충으로 우화하였다. 두 종 모두 성충의 우화시점은 월동 유충의 발육영점온도(북방수염하늘소: 8.3°C, 솔수염하늘소: 13.1°C)를 넘어선 시기인 4월의 기온 분포에 많은 영향을 받았다. 춘기 저온현상이 심했던 2010년의 경우 두 종의 우화초일이 상대적으로 지연되었던 점 역시 동일한 원인으로 추정된다. 또한, 예년에 비해 강수일과 강수량이 많아 기상조건이 양호한 날 우화탈출이 집중되는 경향을 보였다.

검색어: 솔수염하늘소, 북방수염하늘소, 우화양상, 소나무재선충병, 기온

P138

Functional analysis of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus *ac78* and *ac79*

Xue Ying Tao¹, Jae Young Choi¹, Jae Su Kim², Qin Liu¹, Jong Bin Park¹,
Joo Hyun Lee¹, Soo Dong Woo³, Byung Rae Jin⁴ and Yeon Ho Je¹

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

Among 154 putative ORFs of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus (AcMNPV), *ac78* and *ac79* are highly conserved genes in baculovirus, but their functions in the virus life cycle have been unknown so far. To determine their roles in AcMNPV replication, knockout mutants, *ac78KO* and *ac79KO*, were constructed using the plasmid capture system (PCS). Real-Time PCR analysis showed that both of *ac78* and *ac79* transcripts were first detected at 6 hours post-infection, and accumulated to maximum at 24 hours post-infection, suggesting that both of *ac78* and *ac79* are belong to late gene. When the genomic DNA of *ac78KO* was transfected into Sf9 cells, viral replication was restricted to a single cell infection. These results demonstrated that the *ac78* play an important role in BV production, and therefore is essential for AcMNPV to mount a successful infection. Whereas Sf9 cells infected with the *ac79KO* showed normal viral symptoms such as rounding and swelling, OBs were not observed from majority of infected cells. These results suggested that the *ac79* might play an important role in OB production.

Key words: AcMNPV, bAc-MK, *ac78KO*, single cell infection, *ac79KO*, OB production

P139

Extracellular Production of a Chitinase by an Entomopathogenic Fungus, *Paecilomyces lilacinus* Strain HY-4

Zhen Ji¹, Do Young Kim¹, Han-Young Cho¹, Yi-Joon Kim², Dong-Ha Shin²,
Kwang-Hee Son¹ and Ho-Yong Park¹

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

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

An entomopathogenic filamentous fungus, *Paecilomyces lilacinus* strain HY-4, has a great potential as a promising bio-pesticide due to its superior pathogenicity against *Adoretus tenuimaculatus* and *Tetranychus urticae*. When the fungal strain infects host cuticle, it secretes a combination of hydrolytic enzymes including chitinase to solubilize the cuticle. Thus, we investigated effects of different carbon and nitrogen sources on the production of a chitinase from *P. lilacinus* strain HY-4. The organism produced an extracellular chitinase at a relatively high level (45.4 mU/ml) when cultivated for 5 days on a medium supplemented with insect pupa (0.5%) and colloidal chitin (1%), which was prepared by treating chitin from crab shells (Sigma-Aldrich Co. Ltd.) with 12 N HCl solution. However, extracellular secretion of chitinase by strain HY-4 was found to be significantly repressed in the presence of glucose (1%).

Key words: *Paecilomyces lilacinus*, entomopathogenic fungus, chitinase, colloidal chitin, bio-pesticide

P140

진딧물 기생봉 목화면충좀벌(*Aphelinus varipes*)의 기주섭식, 기생 등 생물학적 특성에 미치는 기주곤충과 온도의 영향

강은진, 변영웅, 김정환, 최만영

국립농업과학원 작물보호과

목화면충좀벌은 여러 종의 진딧물을 기주섭식 또는 기생에 의해 치사시키는 진딧물의 단독내부포식기생자이다. 목화면충좀벌의 기주섭식, 기생 능력 등 생물학적 특성에 미치는 기주곤충과 온도의 영향을 구명하기 위하여 목화진딧물, 복숭아혹진딧물을 기주로 하여 15, 20, 25, 30°C의 온도와 광주기 16L:8D 조건에서 진딧물 섭식수, 기생수, 우화율, 발육기간을 조사하였다. 목화진딧물을 기주로 하였을 때 목화면충좀벌의 기주섭식수는 25°C에서 가장 많았고(9.7마리) 20°C에서 가장 적었으며(1.0마리), 기생수는 30°C에서 가장 많았고(21마리) 20°C에서 가장 적었다(9.2마리). 온도 간 우화율은 차이가 없었으며, 산란에서 우화까지 25°C에서 13.9일 소요되었고 산란에서 우화까지의 기간은 온도가 높아질수록 유의하게 짧아졌다($P < 0.05$). 복숭아혹진딧물을 기주로 하였을 때 기주섭식수는 30°C(2.3마리)에서 가장 많았고 20°C(0.9마리)에서 가장 적었으며, 기생수는 25°C(17.1마리)에서 가장 높았고 30°C(7.6마리)에서 가장 적었다. 온도 간 우화율은 차이가 없었으며, 25°C에서 산란에서 우화까지 14.6일이 소요되었으며, 산란에서 우화까지의 기간은 30°C(9.9일)에서 가장 짧았다($P < 0.05$). 목화면충좀벌은 목화진딧물과 복숭아혹진딧물에서 산란에서 우화까지 발육을 성공적으로 완료하여 2종의 진딧물은 목화면충좀벌의 적합한 사육기주로 판단되며, 목화진딧물 방제 시 복숭아혹진딧물 방제 시보다 높은 온도조건(30°C)에서 이용 가능할 것으로 사료된다.

검색어: 목화면충좀벌, 목화진딧물, 복숭아혹진딧물, 기주섭식, 기생, 온도

P141

시설국화에서 트랩식물의 총채벌레 유인효과

강태주^{1,*}, 최용석¹, 황인수¹, 김해정¹, 최광렬²

¹충청남도농업기술원 농업환경연구과, ²충남대학교 농생물학과

국화 시설재배 기간에 발생하는 총채벌레는 꽃봉우리와 어린잎을 가해 흡즙하여 상품성을 떨어뜨리며 세대가 짧아 약제 저항성을 가지기 쉬우며 2차적으로 바이러스까지 매개한다. 본 시험은 충청남도 예산군 응봉면의 황소성, 임흥택 농가에서 수행하였으며 사용된 국화는 봄 재배시기인 4월에 삼목하여 9월까지 생산되는 백선 품종을 대상으로 하였으며, 총채벌레의 트랩식물로 가지를 이용하였다. 시설국화에서 총채벌레의 생물학적 방제 가능성 검토를 위하여 미끌애꽃노린재를 천적으로 활용하였다.

봄재배 시설국화에서 총채벌레는 5월 중순 이후 밀도가 급격히 증가하였고, 잦은 약제의 살포에도 밀도가 증가하는 양상을 보였다. 트랩식물로 활용한 가지식물은 총채벌레를 효과적으로 유인하였으며 유인효과는 가지로부터 3m 이전까지 있었다. 가지식물과 미끌애꽃노린재를 동시에 투입하였을 때 가지식물에서 미끌애꽃노린재가 가장 많이 채집되었고, 3m 지점에서 미끌애꽃노린재가 채집되었으나 30일 이후까지 미끌애꽃노린재가 유지되지 못하였다.

검색어: 시설국화, 미끌애꽃노린재, 트랩식물, 가지, 총채벌레

P142

***Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* KB100균주와 tannic acid, 파밤나방 증장액의 상관성 조사**

곽창순, 진나영, 강동균, 길영종, 김기수, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Tannic acid가 파밤나방의 증장액에 존재하는 단백질분해효소의 활성을 저해함으로써 처리된 *Bacillus thuringiensis*(이하 *B. thuringiensis*) subsp. *kurstaki* KB100균주의 insecticidal crystal proteins(ICPs)의 과분해를 억제하며 살충활성을 상승시키는 효과가 있다는 연구결과를 기초로, tannic acid의 protease inhibition여부 및 tannic acid가 *B. thuringiensis* KB100균주의 parasporal inclusion에 미치는 영향을 조사하였다.

Tannic acid와 파밤나방 증장액을 먼저 혼합하여 반응시킨 후 *B. thuringiensis* KB100의 parasporal inclusion에 처리하여 SDS-PAGE를 통해 단백질밴드를 확인한 결과, 증장액내의 단백질분해효소에 의해 정상적으로 분해되어 60KDa의 살충활성을 나타내는 독소단백질 밴드를 나타냈다. 따라서 tannic acid에 의한 살충활성증대의 정확한 영향을 확인하기 위해, *B. thuringiensis*의 parasporal inclusion과 먼저 혼합하여 반응시킨 후 파밤나방 증장액을 처리하고 단백질 밴드패턴을 확인한 결과 전독소인 130kDa의 단백질이 거의 분해되지 않고 나타났다.

B. thuringiensis KB100의 parasporal inclusion과 tannic acid를 먼저 혼합하여 반응시킨 것을 위상차현미경하에서 확인한 결과, tannic acid의 농도가 높아질수록 parasporal inclusion이 응집하여 있는 것이 확인되어, tannic acid가 파밤나방 증장 내 소화효소에 반응하는 영향보다 *B. thuringiensis* 독소단백질의 응집을 통해 소화효소의 분해저해 원인 가능성을 확인하였다.

검색어: *Bacillus thuringiensis* KB100, 파밤나방, Tannic acid, SDS-PAGE

P143

Cloning of type-1 acetylcholinesterase and identification of point mutations putatively associated with carbofuran resistance in *Nilaparvata lugens*

**Deok Ho Kwon¹, Deok Jae Cha³, Young Ho Kim¹, Si Woo Lee²
and Si Hyeock Lee^{1,3}**

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

²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

A carbofuran-resistant strain (CAS) showed ca. 41.1- and 15.1-fold resistance compared to a susceptible strain (SUS) and a non-selected field strain (FM), respectively. Enhanced activities of carboxylesterase and P450 were found as ca. 3- and 1.6-fold higher in CAS strain, suggesting these enzymes play a minor role in carbofuran resistance. Interestingly, the insensitivity of acetylcholinesterase (AChE) to carbofuran was revealed to be ca. 5.5- and 3.7-fold higher in CAS strain compared to, indicating that AChE insensitivity mechanism is associated with carbofuran resistance. In the western blot analysis, two kinds of AChEs were found and type-1 AChE (Nlace1) was identified as the major AChE in *N. lugens*. The open reading frame of *Nlace1* is composed of 2,106 bp (ca. 78 Kd) and revealed 52.5% and 24.3% identity compared with *Nephotettix cincticeps* and *Drosophila melanogaster*, respectively. In the screening of point mutations, four amino acid substitutions (G119A, F/S330Y, F331I and H332L) were identified in the CAS strain that likely contribute to the AChE insensitivity. The allele frequencies of these mutations increased in the survived populations following the selection by LC₅₀ of carbofuran, confirming that they are in fact associated with reduced sensitivity to carbofuran in *N. lugens*. These point mutation can be useful for the monitoring of resistance levels in conjunction with QS methods.

Key words: Carbofuran, Resistance, *Nilaparvata lugens*, Acetylcholinesterase, Point mutation

P144

Monitoring of carbamate and organophosphate resistance levels based on bioassay and quantitative sequencing in *Nilaparvata lugens*

Deok Ho Kwon¹, Si Woo Lee², Ji Hyeon Park³ and Si Hyeock Lee^{1,3}

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

²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The resistance levels against carbamates (CB) and organophosphates (OP) were determined through bioassay and quantitative sequencing (QS) methods in 16 field populations of *Nilaparvata lugens*. The resistance levels to CB and OP by bioassay were 1.3~47.5-fold and 1.4~14.4-fold higher than a susceptible strain, respectively. The QS protocol was established to determine the allele frequencies of eight point mutations on acetylcholinesterase putatively associated CB and OP resistance. The allele frequencies of four mutations in local populations (G119A, F/S330Y, F331H and I332L) ranged from ca. 0.0~51.7%, 1.0~44.3%, 8.5~57.3% and 7.12~56.6%, respectively. The average prediction limits were $-9.6 \pm 5.1 \sim 7.7 \pm 2.9\%$. The F330Y, F331H and I332L were tightly linked each other, suggesting these mutations may occur simultaneously. In the correlation analysis, G119A was not well correlated with both insecticides ($r^2 =$ less 0.25), whereas F/S330Y, F331H and I332L showed better correlation with the resistance levels of carbamate ($r^2 = 0.590$) than organophosphate ($r^2 = 0.235$). This finding indicates that F/S330Y, F331H and I332L mutation frequencies are suitable for detecting carbamate resistance in *N. lugens*. QS will be applicable for the rapid monitoring of resistance levels to CB insecticides in *N. lugens*.

Key words: Quantitative sequencing, *N. lugens*, Acetylcholinesterase, Point mutations

P145

Screening of lethal genes for feeding RNAi by leaf disc-mediated systematic delivery in *Tetranychus urticae*

Deok Ho Kwon¹, Ji Hyeon Park² and Si Hyeock Lee²

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

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The screening of effective lethal genes was conducted via the systemic delivery of dsRNA for the RNAi-based management of *Tetranychus urticae*. Six candidate genes (COPI coatmer, T_COPI; ESCRT III_Snf7, T_SNF7; Ribosomal protein S4, T_RPS4; v-ATPase A subunit 2, T_V-ATPase; Aminopeptidase N, T_APN3; Acetylcholinesterase, T_AChE) and two reference genes (EGFP and T_AChEintron) were tested for the experiment. The permeated dsRNA to the leaf disc (ca. 30 mm diameter) was detected at 6 h after treatment, indicating that dsRNA could move through veins on the leaf. In the reference gene selection, the T_AChEintron was chosen for its low mortality compared with EGFP gene. In the evaluation of mortality, the T_COPI, T_V-ATPase and T_RPS4 exerted higher toxicities at 24 hour after treatment among six genes tested. Interestingly, T_APN3 showed toxicity after 72 hour. In summary, the dsRNA delivery via leaf disc was effective in screening lethal genes and some genes, such as COPI, V-ATPase and RPS4, can be applicable for establishing a RNAi-based control system against *T. urticae*.

Key words: RNAi, dsRNA, Systemic delivery, *Tetranychus urticae*

P146

헤어리베치에서 톱다리개미허리노린재의 발생양상 및 친환경농자재를 이용한 친환경적 방제

권혜리, 박민우, 조신혁, 신효섭, 김세희, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 농생물학과

헤어리베치와 같은 녹비작물에서 톱다리개미허리노린재의 발생이 증가되고 있는 양상이다. 헤어리베치는 친환경농업을 하는 농가나 유기농업을 하는 농가에서 토양개량방법으로 주로 이용하고 있기 때문에, 톱다리개미허리노린재의 방제를 위해서 살충제의 사용은 최소화 내지 무농약으로 재배하고, 이들 해충을 방제하기 위해서는 친환경적인 방제방법을 사용해야 할 것이다. 본 연구는 헤어리베치 포장에서 톱다리개미허리노린재의 발생양상을 조사하기 위하여 페로몬트랩을 이용하였다. 또한 친환경농업에 알맞은 톱다리개미허리노린재로 인한 피해를 경감시킬 수 있는 방법을 찾기 위하여 고삼과 님 추출물을 사용하여 제조된 친환경농자재를 대상으로 톱다리개미허리노린재의 살충효과를 검정하였다. 검정 결과, 친환경농자재를 충체에 직접 처리하는 경우에 일정 수준 이상의 방제 효과를 보였으며, 직접 맞지 않는 경우에는 살충력이 매우 감소하는 경향을 보였다. 그리고 살충효과는 속효적으로 나타나지 않고, 약액을 처리한지 96시간 이후부터 살충효과가 나타나는 경향을 보였다. 따라서 톱다리개미허리노린재의 발생초기인 4월 말에 사용하였을 때에 효과적일 것이라 사료된다.

검색어: 헤어리베치(Hairy vetch), 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*), 친환경농자재(EFAMs)

P147

Bacillus thuringiensis subsp. *aizawai* KB098의 plasmid DNA상의 *cry* gene 위치 탐색

김기수*, 길영종, 강동균, 곽창순, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Bacillus thuringiensis(*B.t.*)에서 *cry* gene은 plasmid DNA상에 존재하고 대 상 곤충에 살충활성을 나타내는 내독소단백질 형성에 관여하는 주요 유전 자이다.파밤나방(*spodoptera exigua*)에 높은 살충활성을 보이는 *B.t.* subsp. *aizawai* KB098 균주의 *cry* gene이 위치하는 plasmid DNA를 찾기 위해 curing 방법을 사용하였다. KB098균주는 *cryIAa*, *cryIAb*, *cryIC*, *cryID* 4개의 *cry* gene을 가지고 있으며, Plasmid DNA는 7개가 확인되었다. *Cry* gene을 암호 화하는 plasmid DNA를 찾기 위한 curing 방법은 LB배지에 KB098균주를 희 석 후, 27°C 진탕배양기에서 24시간 배양한 뒤 NA배지에 spreading 한 후, 4 2°C 조건으로 48시간 배양하여 단일 colony를 얻었다. 위상차현미경으로 관 찰했을 때 내독소단백질을 형성하지 않는 colony를 NA배지에 streaking하여 27°C 조건으로 4일간 배양하였다. 위상차현미경관찰을 통해 내독소단백질 을 형성하지 않는 colony를 선발하였다. Curing과정이 제대로 수행되었는지 확인하기 위해 SDS-PAGE를 통하여 분자량 130kDa의 내독소단백질 band 가 형성되지 않음을 확인하였으며, PCR증폭을 통해 *acrystalliferous*균주가 KB098 균주가 가지고 있는 4개의 *cry* gene을 가지고 있지 않음을 확인하였 다. *cry* gene을 암호화 하는 plasmid DNA를 찾기 위해 KB098균주와 5개의 *acrystalliferous*균주와의 plasmid DNA pattern을 비교하였다. *acrystalliferous* 균주에서 결실된 plasmid DNA만을 gel elution 한 후에 PCR을 통해 *cry* gene 의 존재를 확인하였다.

검색어: *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, *Acrystalliferous*, Curing

P148

Bistrifluron과 Flubendiamide 혼합 액상수화제(SC)의 담배나방과 파밤나방에 대한 방제효과

김시용, 강명기, 엄정국, 정훈성, 김태준

(주)동부한농 작물보호사업담당 작물보호연구팀

Bistrifluron은 (주)동부한농에서 개발한 IGR계 살충제이며 나비목 해충의 알에 대한 부화억제 및 유충 생육단계에서 chitin 생합성을 저해하여 치사시킨다. Flubendiamide는 diamides계통 살충제이며 곤충의 신경과 근육의 연결 지점에 작용하여 곤충을 마비시킴으로서 살충활성을 나타낸다.

본 연구는 저항성 관리 및 국내원제를 활용하여 원제 수입의존도를 감소하기 위한 목적으로 혼합 살충제를 개발하고자 Bistrifluron+Flubendiamide SC의 방제효과를 담배나방(*Helicoverpa assulta*)과 파밤나방(*Spodoptera exigua*)을 대상으로 포장시험을 통하여 확인하였다. 시험약제 Bistrifluron은 100g(ai/ha)과 Flubendiamide은 100, 130, 150g(ai/ha)을 각각 SC 제품을 제제하여 사용하였으며, 고추와 파에 주요해충으로 알려진 담배나방과 파밤나방에 대하여 발생초기부터 10일 간격으로 3회 경엽살포하였고, 최종약제처리 10일 후 피해과수와 피해엽수를 조사하였다. 고추에 심각한 피해를 주는 담배나방은 무처리구에서 피해과율이 12.3% 발생하였고, Bistrifluron + Flubendiamide SC의 200, 230, 250g 농도에서 각각 85.3, 89.9, 89.9%의 방제효과를 확인하였다. 파 파밤나방은 무처리구에서 피해엽율이 33.1%로 피해가 심각하였고, Bistrifluron+Flubendiamide SC의 담배나방과 동일 농도에서 각각 94.2, 97.3, 98.8%의 높은 방제효과를 확인하였다. Bistrifluron + Flubendiamide SC의 혼합 살충제 농도를 230g으로 선정하였고, 담배나방과 파밤나방의 방제 약제들에 비하여 우수한 살충활성을 확인하여 채소작물의 주요 방제제로 활용될 수 있을 것이다.

검색어: Bistrifluron, Flubendiamide, 담배나방, 파밤나방

Generating Thermotolerant Colonies by Pairing *Beauveria bassiana* Isolates

**Jae Su Kim^{1,3}, Margaret Skinner¹, Svetlana Gouli¹, Jae Young Choi²,
Yeon Ho Je² and Bruce L. Parker¹**

¹Entomology Research Laboratory, University of Vermont, USA

²School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

³Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Low thermotolerance in entomopathogenic fungi is the main impediment to their industrialization. This research, for the first time, describes the generation of a thermotolerant colony by pairing and subculturing two *Beauveria bassiana* isolates without sexual reproduction. A mixture of *B. bassiana* ERL1578 and ERL1576 was inoculated on 1/4SDAY. The paired culture was subcultured three times, followed by a heat treatment as a selection pressure. Two morphologically different colonies (BbHet1 and BbHet2) were isolated from the pairing. BbHet2 had the most rapid mycelial growth and produced sponge-like mycelial masses (the others were flat), and its conidia were darker than the non-paired colonies under a microscope. BbHet2 conidia had 60.7% germination after exposure to 45°C for 60 min (the others had <15%) without significant loss of virulence against western flower thrips, but a slight decrease in conidial yield was found. Sequencing of Bloc locus and 2-D electrophoresis were done to further clarify the phenomenon. The new phenotypes formed suggested that a genetic variation happened as a result of heterokaryosis and/or recombination, more than environmental adaptation, when mixing different conidia. This methodology seems to be very useful for enhancing thermotolerance in fungi.

Key words: thermotolerance, pairing, *Beauveria bassiana*, virulence

Susceptibility of the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype Q to entomopathogenic fungi

Hong Zhu^{1,2} and Jeong Jun Kim^{1,*}

¹Agricultural Microbiology Team, National Academy of Agricultural Science, Suwon, 441-707, Korea,

²Key laboratory of Microbial Control, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China

Recently, the Q biotype of tobacco whitefly has been recognized as the most hazardous strain of worldwide because of increased resistance to some insecticide groups requiring alternative strategies for its control. We studied the susceptibility of this biotype of *B. tabaci* to 21 isolates of *Beauveria bassiana*, 3 isolates of *Isaria spp.*, 1 isolate of *P. cateni*, 3 isolates of *Lecanicillium lecanii*, 1 isolate of *L. attenuatum* and 1 isolate of *Aschersonia aleyrodes*. These isolates were evaluated on pruned egg plant seedlings, at a concentration of 10^8 conidia/ml (deposited at 6000 ± 586 conidia mm^{-2}). The mortality based on mycosis varied from 18 to 97% after 6 days. An *Isaria sp.* isolate, two *B. bassiana* isolates and a *L. lecanii* isolate were found the most effective. Furthermore, five isolates were chosen for concentration-mortality response assays and compared to *B. bassiana* GHA as a standard. The numbers of nymphs infected by fungi were correlated with the spore concentration. A *L. lecanii* isolate and *Isaria sp.* had the short LT_{50} at 6000 ± 586 conidia mm^{-2} . Mortality reduced and LT_{50} s were longer as the concentration of conidia was reduced. The LD_{50} values were differed in isolates from 87 to 269 conidia mm^{-2} . These results indicated that the Q biotype of sweetpotato whitefly was susceptible to the five isolates of entomopathogenic fungi and these isolates have potential to be developed as a microbial pesticide for whitefly control.

Key words: *Bemisia tabaci*, biological control, entomopathogenic fungi, Q biotype

P151

LED 파장에 따른 파밤나방 및 담배거세미나방의 유인효과

김주¹, 이규환², 정성수¹, 이주희¹, 김대향¹

¹전라북도농업기술원 기후변화대응과, ²한국고토펜시(주)

본시험은 LED광원에 따른, 파밤나방 성충유인을 조사하기 위하여 비트를 정식하고 차광망을 설치하여 빛의 상호 투과를 막은 후 LED광원을 365nm, 410nm, 460nm, 510nm, 560nm, 610nm, 630nm, 730nm 등 8파장을 각 처리별로 나누고, 50개의 번데기를 접종, 우화수와 유인수를 조사하였다. 1차 조사에서는 365nm 파장대에서 70%, 403nm에서 62.5%의 높은 유인률을 보였고, 2차 조사에서는 367nm에서 5.1%, 410nm에서는 35.9%의 유인률을 보인 반면, 다른 파장대에서는 유인되지 않아 파밤나방 성충은 자외선 영역의 LED파장에 유인효과가 높았다.

파밤나방과 거세미나방의 유충의 LED광원에 의한 유인효과를 조사하기 위하여 LED광원을 365nm, 460nm, 510nm, 560nm, 610nm, 630nm, 730nm 등 7파장을 이용하여 유충의 유인시험을 수행한 결과 파밤나방 유충은 365nm에서 41.4%, 560nm 17.3%, 610nm 11.0%로 365nm가 유인률이 가장 높았고, 담배거세미나방에서도 365nm 45.3%, 560nm 16.6%, 460nm 14.0%로 365nm가 유인률이 가장 높았다. 이러한 결과는 파밤나방과 담배거세미나방은 성충뿐만이 아니라 유충도 자외선파장에 유인됨을 알 수 있었다.

검색어: 파밤나방, 담배거세미나방, 자외선, 파장

P152

A model study of imidacloprid resistance mechanism in Gangwha field population of the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae)

Ju Il Kim, Min Kwon, Jae dong Shim, Si Young Kim¹ and Si Hyeock Lee²

Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

¹Crop Protection Research Team, Dongbu Hannong Co., Ltd

²School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The cotton aphid, *Aphis gossypii* (Glover), is one of the most serious pest in the cultivation of various vegetables. A highly imidacloprid-resistant field population (CA-L) was collected from cucumber at Gangwha island in 4th August 2011. Even though neonicotinoid insecticides especially imidacloprid were sprayed six times during June and July, aphid density was too high to be counted. IEF and 2DE analyses revealed that general esterase isozyme (pI. 5) in CA-L were dramatically overexpressed and more isozyme spots identified in CA-L compared to susceptible (CA-S) strain. To identify differentially expressed genes in CA-L, comparative transcriptome analyses based on GS-FLX were conducted with total RNA extracted from CA-L, which generated ca. 143 Mb reads. Previously reported, comparative transcriptome analyses performed in imidacloprid resistant (CA-IR) and CA-S. The comparative transcriptome analyses re-investigated after all data sets were combined together. As previously reported, seven ATP-binding cassette (ABC) transporter genes were newly identified in *A. gossypii*, among which only ABCC9 gene was highly expressed in CA-IR and L. These results suggested that ABCC subfamily associated with imidacloprid resistance in *A. gossypii*.

Key words: *Aphis gossypii*, insecticide resistance, next generation sequencing, ATP-binding cassette transporter

A New Pheromone-Baited trap for *Riptortus clavatus*

Junheon Kim, Min-Ju Lee and Seong-Ho Kang

Korea Beneficial Insects Lab. Co. LTD.

Riptortus clavatus is one of the most serious pests affecting the cultivation of sweet persimmon, which is one of the most important export fruits in Korea. A pheromone-baited trap has been used in attempts to control this pest. Although the trap showed relatively good trap efficacy, it was often observed that *R. clavatus* walks around and rests on the surface of the trap rather than entering the trap. In the present study, the development of a more efficient pheromone-baited trap for *R. clavatus* was pursued by investigating 3 different traps: the fish trap, the pyramidal trap, and the symmetry trap. The fish trap captured the lowest number of *R. clavatus*, and the pyramidal trap showed moderate capture efficacy. Significantly greater numbers of *R. clavatus* adults were captured in the symmetry trap. Significantly increased trapping efficacy of the symmetry trap would be useful for mass trapping of *R. clavatus*.

Key words: pheromone, *Riptortus clavatus*, trap

P154

사과나무의 사과응애에 대한 응애약 방제효과 차이

장일, 김향미, 최경희¹, 김윤중², 성낙삼², 정삼영², 이순원

(사)한국과수병해충예찰연구센터, ¹사과시험장, ²거창군농업기술센터

사과원의 문제해충인 사과응애(*Panonychus ulmi*)에 등록된 응애약의 품목별 방제효과 차이를 비교하고 대만 수출 사과원에 사용 가능한 품목을 선발하고자, 2010년에 8품목과 2011년에 11품목을 기준농도로 처리후 경시적(3, 7, 14, 21, 28일) 방제효과를 포장에서 성충을 대상으로 20엽씩 달관조사하고, 알, 유약충, 성충을 대상으로 사과잎을 10엽씩 채취해서 실내 현미경 조사를 각각 3반복으로 하였다. 2011년에는 11품목에 대하여 별도로 기준농도의 2배 고농도와 1/2 저농도로 처리후 경시적 방제효과를 달관조사 하였다. 밀베멕틴 유제는 2년 모두, 사이플루메토펜 액상수화제는 2010년에, 스피로디클로펜 수화제는 2011년에 방제효과도 높고 약효 지속기간도 긴 경향이였다. 반면에, 에톡사졸 액상수화제는 방제효과가 가장 낮았으며, 나머지 품목들은 처리7-14일후까지는 90%정도로 방제효과가 있었으나 처리 21일후는 방제효과가 급격하게 저하하는 경향이였다. 밀베멕틴 유제, 사이에노피라펜 액상수화제, 아세퀴노실 액상수화제는 고농도와 저농도 모두 기준농도보다 높거나 비슷한 방제효과를 나타내었고, 에톡사졸 액상수화제는 고농도와 저농도 모두 방제효과가 저조 하였으며, 나머지 품목들은 고농도에서는 기준농도 보다 방제효과가 높고, 저농도에서는 기준농도 보다 방제효과가 낮거나 비슷하였다. 밀베멕틴 유제, 페나자퀸 액상수화제, 아미트라즈 유제는 대만 수출 사과원에서 사과응애 방제를 위해 사용 가능하다.

검색어: 사과, 사과응애, 응애약, 방제효과,

수수에서 왕담배나방의 발생양상, 수수 피해 및 약제방제효과

김현주, 배순도, 운영남, 박경미, 최병렬¹, 노재환

국립식량과학원 기능성잡곡과, ¹농촌진흥청 평가관리과

왕담배나방은 주로 채소, 화훼 및 과수작물에 큰 피해를 주는 해충으로 알려져 있지만, 최근 수수의 건강기능성이 알려지면서 이의 수요 및 소비증가로 재배면적이 크게 증가하고 있다. 본 연구는 수수의 수량에 큰 영향을 미치는 왕담배나방의 발생시기, 피해증상 및 약제방제효과를 조사하였다. 경남 밀양지역 수수에서 왕담배나방 유충은 6월 상순부터 10월 하순까지 발생되었으며, 발생최성기는 이삭의 등숙전기부터 등숙중기까지 였다. 왕담배나방 유충에 의한 수수의 1차적 피해는 유충이 개화한 이삭의 수술을 가해하여 불임을 유발하거나, 알맹이를 완전 또는 부분적으로 갉아먹어 수량 및 품질을 떨어뜨리는 것이며, 2차적 피해는 유충의 분비물과 피해 받은 알맹이가 강우 및 이슬 등에 의해 곰팡이병에 감염되어 이삭이 부패된다. 경북 봉화지역에서 수수 품종별 왕담배나방의 피해율은 흰찰수수, 목탁수수, 황금수수 순으로 높았으며, 그 피해율은 각각 33.7, 29.3, 13.0% 이었다. 왕담배나방 2~3령 유충의 집중에 의한 황금수수 이삭의 피해면적률은 출수기에 69~89%로 가장 심하였고, 등숙전기에 59~87%, 등숙후기에 28~46%로 발생시기가 빠를수록 피해가 심하였다. 왕담배나방 3령 유충에 대한 친환 경농자재, 무충지대, 다이나, 수호천사의 처리후 3일차 방제효과는 85% 이상 이었다. 화학 약제, Chlorfluazuron EC, Indoxacarb SC, Pyridalyl EO, Chlorfenapyr SC 및 Deltamethrin EC의 처리후 3일차 및 7일차의 방제효과는 90%이상 이었다.

검색어: 수수, 왕담배나방, 발생, 피해, 방제효과

P156

여름작형 시설오이에서 총채가시응애와 지중해이리응애를 이용한 꽃노랑총채벌레의 방제

김형환, 조명래, 전홍용, 강택준, 안승준, 정재아

농촌진흥청 원예특작과학원 원예특작환경과

오이 작형중에서 6월 중순에서 하순에 정식하는 여름작형에 피해가 많은 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)는 잎, 꽃, 과실을 가해한다. 특히 무농약, 유기농 오이 재배지에서 피해가 많아 토양 중 번데기를 포식하는 총채가시응애(*Hypoaspis aculeifer*)와 지상부 약충과 성충을 포식하는 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*)를 이용하여 방제효과를 시험하였다. 총채가시응애는 6월 중순 오이 정식과 함께 m^2 당 15.2마리(15,000마리/300평/10a) 밀도로 방사하였다. 그리고 총채가시응애를 방사한 후 예찰을 통하여 꽃노랑총채벌레가 50엽당 15~20마리 사이에 발생하면 지중해이리응애를 m^2 당 19.9마리(18,760마리/300평/10a) 밀도로 12~14일 사이의 간격을 두고 2회 방사하면 85% 이상의 밀도감소 효과가 있었다. 한편 예찰을 통하여 지중해이리응애의 1차 방사시기를 지나쳐 꽃노랑총채벌레가 50엽당 20~50마리 사이에 발생하였을 때는 총채가시응애를 m^2 당 15.2마리, 지중해이리응애를 m^2 당 19.9마리 밀도로 동시에 토양과 지상부에 각각 1회 방사하고, 이후 7일 간격으로 지중해이리응애를 m^2 당 19.9마리 밀도로 2회 방사하면 80% 이상의 효과를 보였다.

검색어: 오이, 꽃노랑총채벌레, 총채가시응애, 지중해이리응애, 방제효과

P157

시설재배 수박에서 곤충병원성 선충을 이용한 목화바둑명나방의 방제

김형환, 조명래, 강택준, 안승준, 정재아

농촌진흥청 원예특작과학원 원예특작환경과

함안과 양구의 친환경 무농약 시설재배 수박에서 나비목 해충에 방제효과가 우수한 곤충병원성 선충 *Steinernema carpocaspae*를 살포한 후 방제효과를 조사하였다. 함안 수박은 4월 초순에 정식하였으며, 양구는 5월 중순에 정식하였다. 두 지역의 수박 재배지에서 목화바둑명나방의 유충이 발생하는 초기에 곤충병원성 선충을 m^2 당 60,4232마리(59,939,577마리/300평/10a) 밀도를 물과 희석하여 1회 살포하였다. 그리고 예찰을 하면서 50엽당 10~15마리 사이의 밀도가 관찰되면 곤충병원성 선충을 m^2 당 60,4232마리(59,939,577마리/300평/10a) 밀도로 7일 간격으로 2회 살포하였다. 그 결과 무방사구와 비교하여 85% 이상의 목화바둑명나방 유충의 밀도 경감 효과가 있었다. 한편 곤충병원성 선충을 1회 살포한 후 발생밀도의 변화를 예찰하지 못해 50엽당 20마리 이상이 발생하였을 경우 목화바둑명나방 유충이 10~15마리 사이에 발생하였때의 살포농도 보다 2배 농도로 물과 희석하여 7일 간격으로 2회 살포하면 단기간에 목화바둑명나방의 밀도저하는 물론 피해도 줄일 수 있었다.

검색어: 수박, 목화바둑명나방, 곤충병원성 선충, 방제

Relationship between Initial Population Densities of *Meloidogyne incognita* and Yield of Hot pepper in a Greenhouse

Ryu Younghyun, Hyunro Park, Sangsuk Lee and Donggeun Kim

Inst. Natural Product, Gyeongbuk Agr. Res. & Ext. Ser.

To evaluate the influence of *Meloidogyne incognita* on hot pepper, hot pepper seedlings (*Capsicum annuum* cv. Supertankang) were planted in wooden box microplot (30×40×15cm, L×W×H) and growth and fruit yield were measured in a greenhouse condition from June to Nov., 2010. The initial population densities(P_i) of root knot nematode in the microplots were adjusted to 0, 10, 30, 100 and 300 second-stage juveniles (J2) in 100cm³ of soils. The fruit yields were inversely correlated with P_i and the relationship of total fruit yield to P_i could be adequately described by a linear regression equation, $Y=0.18-0.039\times\text{LOG}_{10}(P_i+1)$, $R^2=0.49^{**}$. The P_i of 30 J2/100cm³ root knot nematode before planting caused yield loss exceed the economic threshold of non-fumigant nematicide application compared. Non-fumigant nematicides for *M. incognita* should be applied level around 30 J2/100cm³ soil for proper cultivation.

Key words: *Meloidogyne incognita*, hot pepper, economic threshold level, initial population density

P159

**Nematicidal activity of *Phellodendron amurense*
rhizome-derived materials toward root-knot nematode
(*Meloidogyne* Spp.)**

**Chang-sub Moon¹, Kyung-whan Yoon¹, Tae-kyun Hong¹, Byung-soo Han¹,
Sung chul Moon¹, Young-ho Kim², Li-Wei² and Dong Woon Lee³**

¹Dongbangagro co., LTD, Byeok ryong-ri 199, Buyeo Chungnam, Korea

²College of Pharmacy, Chungnam National University, 220, Gung-dong, Daejeon, Korea

³Department of Applied Biology, Kyongpook National University, Sangju, Kyungpook
742-711, Korea

The nematicidal activity of *Phellodendron amurense* rhizome-derived materials (methanol extract) toward *Meloidogyne* Spp. second-stage juveniles (J2) and these effects on *Cucumis sativus* and *Cucumis melo*. Results were compared with those of fosthiazate. J2 was examined using 24-well plate tests, pot bioassays (*C. sativa* and *C. melo*) and Field trials (*C. melo*). In 24-well plate test with J2, methanol extract of *P. amurense* exhibited 98.7% and 69.8% mortality at 0.25 and 0.125 mg/ml toward J2, respectively, whereas Fosthiazate showed 100% mortality at 1 mg/ml. In pot bioassays with J2, *P. amurense* rhizome methanol extract gave 79.5% and 57.4% mortality at 2 L/m²(1,000x) and 2 L/m²(2,000x)/3kg soil from *C. sativa* and 73.7% and 53.3% mortality at 2 L/m²(1,000x) and 2 L/m²(2,000x)/3kg soil from *C. melo*, respectively. In Field test at *C. melo* in greenhouse showed 55.1% and 26.9% mortality at 2 L/m²(1,000x) and 2 L/m²(2,000x) applied soil.

P. amurense rhizome-derived materials, merit further study as potential root-knot nematode control agents because of their nematicidal activity.

Key words: botanical nematicide, *Meloidogyne*, root-knot nematode, *Phellodendron amurense*

P160

Etoxazole resistance could find no point mutation in mitochondrial gene of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch

Sang-Eun Park, Hyun-Na Koo, Changmann Yoon and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), is one of the most important pest species devastating many horticultural, ornamental crops and fruit trees. Difficulty in managing this mite is largely attributed to its ability to develop resistance to many acaricides. Development of 3,700 folds resistance to etoxazole was found in the population of *T. urticae* collected from rose greenhouses in Buyeo, Chungnam Province in August 2000. This population has been selected for eleven years with etoxazole (over 500 times), and increased over 5,000,000 fold in resistance as compared with susceptible strain (S). Etoxazole-resistant strain was shown to be maternally inherited. The objective of this study was to determine whether resistance of *T. urticae* to etoxazole was linked with point mutations in the mitochondrial gene. DNA sequencing of cytochrome c oxidase subunit I (COX1), COX2, COX3, cytochrome *b* (CYTB), NADH dehydrogenase subunit 1 (ND1), ND2, ND3, ND4, ND5, and ND6 were analyzed by comparing two isogenic etoxazole-susceptible (EtoS) and etoxazole-resistant (EtoR) strains. As a result, all genes revealed no point mutations between the two strains.

Key words: *Tetranychus urticae*, etoxazole, mitochondrial gene, point mutation

Evaluation and Comparison of Air and Microclimate Temperature Effect on the Population Dynamics of Greenhouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in Cherry Tomato Grown in Greenhouses

**Jung-Joon Park¹, Eun Woo Park², Kuen Woo Park¹, Key-Il Shin³
and Kijong Cho^{1,*}**

¹College of Life Science and Biotechnology, Korea University

²Department of Applied Biology and Chemistry, Seoul National University

³Department of Statistics, Hankuk University of Foreign Studies

Population dynamics of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, were modeled and simulated to compare the temperature effects of air and tomato leaf inside greenhouse using DYMEX model simulator. The population phenology model of *T. vaporariorum* was developed and simulated. Leaf temperature on reversed side of cherry tomato leafs was monitored according to three tomato plant positions (top, >1.6m above the ground level; middle, 0.9 - 1.2m; bottom, 0.3 - 0.5m) using an infrared temperature gun. Air temperature was monitored at same three positions using a temperature logger. The leaf temperatures from three plant positions were described as a function of the air temperatures. The number of *T. vaporariorum* immatures was counted by visual inspection in three positions to verify the performance of DYMEX simulation.

A significant positive correlation between the observed and the predicted numbers of immature and adults was found when the leaf temperatures were incorporated into DYMEX simulation, but no significant correlation was observed with air temperatures. This study demonstrated that the population dynamics of *T. vaporariorum* was affected greatly by the leaf temperatures, rather than air temperatures in cherry tomato greenhouses.

This work was supported by Development of field-oriented model for forecasting outbreak of diseases or insect pests based on GIS and IT Program (R1003852) from Rural Development Administration, Republic of Korea.

Key words: Insect Population Phenology Model, DYMEX Simulation, Greenhouse Microclimate Temperature

다양한 해충에 대한 고삼추출물의 살충효과 구명

박정현, 홍석일, 윤여준, 김영권

고려바이오(주) 부설 농업생명과학기술연구소

국내 친환경 유기농자재 목록공시에 등재되어 있는 303 종의 작물충해관리용 자재 중 고삼추출물이 원료로 등록되어 있는 자재는 63 종으로 약 20% 이상을 차지한다. 이 자재들의 대상해충은 어느 한 종에 국한되어 있지 않고, 진딧물류, 응애류, 가루이류, 나방류, 멸구류, 깍지벌레류 등 매우 다양한 양상을 보인다(심지어 선충류도 포함되어 있음). 본 연구에서는 이러한 고삼추출물의 특이적 양상을 연구하기 위하여 각각의 해충에 효과가 있는 시중에 유통 중인 제품 6 종을 톱다리개미허리노린재, 파밤나방, 파총채벌레, 목화진딧물, 점박이응애에 처리하여 살충효과를 검정하였다. 사충률 80%를 기준으로 톱다리개미허리노린재에는 KB-B와 KB-N이 높은 효과를 보였으며, 파밤나방에는 KB-C와 KB-U가 높은 살충력을 나타냈다. 파총채벌레에는 KB-D와 KB-N이 높은 효과를 보였으며, 목화진딧물에는 KB-J와 KB-N이 높은 살충력을 나타내었고, 점박이응애에는 KB-C, KB-N과 KB-U가 높은 살충력을 보였다. 이와 같이 시중에 유통 중인 6 종의 제품은 시험에 사용된 5 종의 해충에 각각 다른 살충효과를 보였으며, 그 중 KB-N은 파밤나방을 제외한 4종의 해충에 높은 살충효과를 나타내었다.

검색어: 고삼추출물, 목록공시, 충해관리용자재

P163

Bacteriocins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *cameroun* as A Possible Selection Marker in Bt Conjugation

Jong Bin Park¹, Qin Liu¹, Jae Young Choi¹, Jae Su Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Bacillus thuringiensis (Bt) is characterized by its ability to synthesize crystal toxins and also able to produce bacteriocins such as thuricin, tochicin, entomocin and bacthuricin. The present work, for the first time, describes the biological activity of bacteriocins from *B. thuringiensis* subsp. *cameroun* (Btc). Supernatant which was produced from a liquid culture of Btc had antimicrobial activity against various Bt subspecies, ending up to making a inhibition zone on an agar medium. A significant reduction in antimicrobial activity was observed when the supernatant was exposed to heat at 47~50°C for 15 min. Proteins were separated from the supernatant by a fast protein liquid chromatography (FPLC) given the thermal instability. A group of FPLC fractions had antimicrobial activity against Bt subsp. *palmanyolensis*, *israelensis*, 1-3, *morrisoni*, *toguchini* and *kurstaki* and a *Bacillus. cereus* ATCC21768, ATCC14579 and NRRLB-569. Interestingly, when the supernatant was individually incorporated into the liquid cultures of Bt subsp. *israelensis* (Bti) and *mogi* (Btm) with mosquitocidal activity, a vegetative cell growth was observed only in the Btm culture 10 h post-incubation. A possible recovery of vegetative Btm cell growth was observed, compared to a control without the supernatant. These results suggest that Btc produced proteinous antimicrobial substances, one of which may be used as a selection marker to separate Btm after possibly conjugating the two mosquitocidal strains.

Key words: Bacteriocin, *Bacillus thuringiensis*, antimicrobial activity, selection marker

P164

미생물살충제(뷰베리아바시아나)와 농자재와의 혼용 효과

박종호, 홍성준, 한은정, 심창기, 이민호, 김용기

국립농업과학원 유기농업과

국내에는 가루이류와 총채벌레에 방제를 위해 곰팡이(뷰베리아바시아나)를 원료로한 미생물살충제가 등록이 되어 있으나 현재 효과적인 활용 기술에 대한 연구가 부족하여 곰팡이성 미생물살충제의 사용이 미미한 상태이다. 뷰베리아바시아나는 인축에 해가 없고 목표해충만 방제하는 장점이 있으나 사용시 적절한 환경을 조성해 주어야 하고 효과가 늦게 나타나는 등의 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 화학농약 또는 친환경농자재와 함께 활용하는 기술이 필요하다. 본 시험에서는 효과적으로 곰팡이성 미생물살충제를 여러 농자재와 함께 사용할 때 필요한 기술을 연구하였다. 뷰베리아바시아나를 순수분리하여 농자재(화학농약, 친환경농자재)를 처리한 뒤 고체배지에 배양하면서 균사의 생장 억제효과를 조사하였다. 화학살균제의 경우 성분별로 뷰베리아바시아나에 영향이 크게 다르게 나타났는데 만디프로파미드 수화제등 일부는 균사 생장을 완전히 억제하였다. 대부분의 살충제는 균사 생장에 거의 영향이 없었고 피리다벤 수화제의 경우 약간의 억제효과가 발견되었다. 친환경자재에서는 유황이 곰팡이 생육을 상당히 억제하였다. 뷰베리아바시아나를 농자재와 혼용하여 온실가루이에 대한 살충력을 검사해 본 결과 살충제를 혼용했을 때 감염률에는 크게 영향 없이 살충효과는 증가했으며 유황과 만디프로파미드와의 혼용에서 가장 낮은 살충력과 감염률을 보여주었다. 온실에서 토마토에 미생물살충제와 살충제를 교호처리한 결과 살충제의 살포횟수가 많아질수록 온실가루이에 대한 방제효과가 높아졌다.

검색어: 뷰베리아바시아나, 온실가루이, 교호처리

P165

진딧물 기생봉 진디면충좀벌(*Aphelinus asychis*)의 기주섭식, 기생 등 생물학적 특성에 미치는 기주곤충과 온도의 영향

강은진, 변영웅, 김정환, 최만영

국립농업과학원 작물보호과

단독내부포식기생자인 진디면충좀벌은 2007년에 토착종으로 알려진 천적으로 여러 속에 속하는 40여 종의 진딧물을 기주섭식 또는 기생에 의해 치사시키는 기생성 천적이다. 진디면충좀벌의 기주섭식, 기생능력 등 생물학적 특성에 미치는 기주곤충과 온도의 영향을 구명하기 위하여 복숭아혹진딧물, 목화진딧물을 기주로 하여 15, 20, 25, 30°C의 온도와 광주기 16L:8D 조건에서 진딧물 섭식수, 기생수, 우화율, 발육기간을 조사하였다. 목화진딧물을 기주로 하였을 때 진디면충좀벌의 기주섭식수는 30°C(5.6마리)에서 가장 많았고 15°C(2.0마리)에서 가장 적었으며, 온도 간 기생수는 차이가 없었다(30°C에서 12.3마리). 우화율은 25°C(92.0%)에서 가장 높았고, 30°C(69.4%)에서 가장 낮았으며 산란에서 우화까지의 발육기간은 25°C와 30°C에서 각각 14.2일과 12.9일이 소요됨을 알 수 있었다($P<0.05$). 복숭아혹진딧물을 기주로 하였을 때 기주섭식수는 온도 간 차이가 없었으며, 기생수는 25°C(10마리)에서 가장 많았고 15°C(2.9마리)에서 가장 적었으며, 온도 간 우화율은 차이가 없었다. 25°C에서 산란에서 우화까지 14.7일이 소요되었으며, 산란에서 우화까지의 기간은 온도가 높아질수록 유의하게 짧아졌다($P<0.05$). 진디면충좀벌은 목화진딧물과 복숭아혹진딧물을 성공적으로 섭식하고 산란에서 우화까지 발육을 완료하였으므로 2종의 진딧물은 진디면충좀벌의 사육에 적합한 기주로 판단되며, 목화진딧물 방제 시 비교적 높은 온도조건(30°C)에서 이용 가능할 것이다.

검색어: 진디면충좀벌, 목화진딧물, 복숭아혹진딧물, 기주섭식, 기생, 온도

P166

Sensitivities of Entomopathogenic Fungus *Aschersonia aleyrodis* to Bordeaux Mixtures and Lime Sulfur

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

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

Aschersonia aleyrodis was well-known to be a biological control agent for citrus whitefly, *Dialeurodes citri*. This entomopathogenic fungus is naturally occurred in organic farming citrus orchards in Jeju. Both lime-sulfur and Bordeaux mixtures are extensively used today to control citrus diseases like citrus melanose and citrus scab, especially in organic farming pest management program. The high concentrated lime-sulfur is also used for pest control such as pink citrus rust mite and scale insects. This study was focused to test the conidial germination and sporulation of *Aschersonia aleyrodis* on potato dextrose agar (PDA) medium containing different concentrations of two fungicides. The conidia of *Aschersonia aleyrodis* grown on PDA mixed with commercial bordeaux mixtures, CM150-505, at dilution rate 1:200 (water : bordeaux mixture) were well-germinated but not sporulated at all. On the other hand, *Aschersonia aleyrodis* did not sporulate and germinate on lime sulfur treated PDA medium even at extremely low dilution rate 1:2,048,000 (water : lime sulfur). However, when the mycelial cells grown at 25° C for at least 7 days at soluble starch-tryptone medium were added to PDA, they were well-sporulated even at high dilution rate 1:100 (water : lime sulfur). This result suggested that the spore mixtures of *Aschersonia aleyrodis* should be applied to field quite long after lime-sulfur spray.

Key words: Entomopathogen, *Aschersonia aleyrodis*, citrus whitefly, *Dialeurodes citri*, lime sulfur, bordeaux mixture

P167

Effect of Yeast Extract Added in Artificial Media on Mass Production of *Aschersonia aleyrodis* Conidium

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

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

Entomopathogenic fungus *Aschersonia aleyrodis* naturally occurred on citrus whitefly, *Dialeurodes citri* nymph was often observed in organic citrus orchards, Jeju. The genus *Aschersonia* is also known to be toxic against scale insects and other pests. However, little is known about artificial media for mass production of spores of *Aschersonia* species. Grains are excellent sources of media for mass conidia production of various entomopathogenic fungi. The yeast extract, which converts carbohydrates to carbon dioxides and alcohols, contains a large amount of vitamin B complexes which facilitate the carbohydrate metabolism. The more yeast extract content the more conidia production on artificial medium made from commercial corn flour and corn gluten feed. The number of conidium produced on oat, millet, sorghum, and unhulled barley medium containing 1% yeast extract were 1.8, 1.8, 1.6, and 2.1×10^{10} /plate (90mm \times 15mm), respectively. However, the greatest yeast effect among four media showed appeared on sorghum medium, which produced 25 times higher spore production than sorghum alone. Furthermore, the conidia from solid sorghum medium could be easily harvested with cell scraper.

Key words: Entomopathogen, *Aschersonia aleyrodis*, citrus whitefly, *Dialeurodes citri*, artificial medium

P168

인삼포에서 인삼줄기버섯파리(*Phytosciara procera*)의 발생양상과 효과적인 방제제 선발

신효섭, 광창순, 조신혁, 신정섭¹, 조대휘¹, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과, ¹(주)한국인삼공사 천연물자원연구소

인삼은 재배기간이 4~6년으로 길어 충해나 병해방제가 매우 까다로운 작물이다. 인삼에 피해를 주는 해충들 가운데 인삼줄기버섯파리는 환경절단부에 성충이 산란하고, 부화한 유충이 줄기 내부로 침입하여 가해하기 때문에 육안으로 관찰하기가 어려워 피해에 대한 사전예찰이나 방제가 까다롭다. 또한, 주로 5-6년 인삼의 수확시기에 발생하기 때문에 친환경인삼 재배지에서는 화학합성 살충제를 이용한 약제방제가 곤란하여, 경제적 피해를 야기한다. 인삼줄기버섯파리가 발생한 강원 횡성의 5년생 인삼포와 그 주변지역을 대상으로 발생을 조사한 결과, 4월말에 고죽 및 인삼에서 월동 유충이 확인되었으며, 5월 하순부터 황색 끈끈이 트랩에 성충이 포획되기 시작하였다. 5월말에서 6월초에 포획 개체수가 높게 나타났다. 또한 7월초와 8월초에 두 번의 성충 발생 최성기를 보였다. 강수에 따른 인삼줄기의 함유율의 증가는 유충의 생존율을 높여 성충의 발생량이 증가하고 있는 것으로 추정된다. 인삼줄기버섯파리의 방제를 위하여 고삼추출물이 함유된 친환경농자재와 인삼에 등록된 화학살충제인 spinetoram, 살균제로 사용되는 copper sulfate basic을 각각의 방법을 달리하여 처리한 후 끈끈이 트랩과 환경절단 방법으로 효과를 조사하였다. 끈끈이 트랩으로 성충의 발생을 확인한 결과로는 살균제로 사용되는 copper sulfate basic을 환경절단 부위에 국소처리한 처리구의 방제효과가 가장 좋았다. 화경을 절단하여 줄기내의 유충을 조사한 결과는 spinetoram을 처리한 처리구의 피해주율이 29.2%로 가장 낮게 나타났다. 실내에서 유충에 대한 살충력을 검정한 결과, 고삼과 님추출물, 파라핀유 등이 함유된 3종의 친환경농자재가 약제 처리 후 48시간 내에 100%의 살충효과를 나타내었다. 그렇지만, 줄기내부의 유충은 방제제에 노출되기 어려워, 살포방법으로 인삼포에 적용하였을 경우에는 높은 살충효과를 기대하기가 어려워, 성충으로 우화된 후 방제하거나 우화된 성충의 산란을 저해할 수 있는 산란기피물질의 탐색이 필요하다.

검색어: 인삼, 인삼줄기버섯파리(*Phytosciara procera*), 방제

P169

감귤에서 귤응애의 생태 및 방제에 관한 연구

오승협, 이평호, 황록연, 현재욱

국립원예특작과학원 감귤시험장

귤응애의 시기별 발생량 조사는 감귤 재배지인 서귀포시 남원읍 의귀리에 소재한 농가의 병해충 무방제 포장에서 2011년의 1년 동안 감귤나무 1주를 선정하여 생육기인 6월부터 10월까지 7일 간격으로 년 17회 조사하였다. 그 결과 6월 상순 1차 조사 시부터 감귤엽에 귤응애의 알, 유충, 약충, 성충이 존재하였으며 점유율은 알>약충, 성충>유충 순으로 조사되었다. 장마기 이후 모든 태의 귤응애가 급격히 감소하였다. 비가림재배 감귤에서 귤응애의 약충과 성충에 대한 약제방제 시험을 실시한 결과 약제처리 10일후, 15일후의 기계유유제 (100배), Paraffinic oil (100배, 200배, 500배), Paraffinic oil (500배)와 HES (1000배) 합제는 살비율이 95%이상으로 높은 방제가를 보였다. 귤응애의 알에 대한 leaf spray 방법을 사용한 약제시험에서 기계유유제 (100배)와 석회유황합제 (100배)는 1% 이하의 부화율을 보였으며 Herb extract (1000배)는 31.2%의 부화율을 보였다. 대조구와 비교하여 약제처리구의 부화유충은 약충으로 성장하지 못하고 죽는 것이 관찰되었다. 한편, 온도 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $60\pm 10\%$, 광주기 16:8 (L:D)에서의 귤응애 암컷성충의 일평균산란수는 4.2개였고 부화율은 77.9%를 보였다.

검색어: 감귤, 귤응애, 생태, 방제

Monitoring and determination of Carbamate resistance in field strain of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)

**Jung Hun Oh¹, Deok Ho Kwon², Ju Il Kim³, Jae Dong Shim³
and Si Hyeock Lee¹**

¹Department of Agriculture Biotechnology, Seoul National University

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

³Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

The green peach aphid (*Myzus persicae*) is a serious pest of agricultural and horticultural crops all over the world. *M. persicae* has rapidly developed resistance to a wide variety of insecticides, including carbamates. The E4/FE4 carboxylesterase is known to be involved in carbamate resistance. To compare the E4/FE4 carboxylesterase gene copy number, as a genetic resistance marker, between seven field strains, quantitative real-time PCR (qPCR) was performed. In addition, quantitative sequencing (QS) was employed to predict the frequencies of acetylcholinesterase (AChE) mutations (A301S and S431F) that are associated with target site insensitivity. All *M. persicae* strains examined possessed the S431F mutation in the heterozygous state except for a susceptible strain, implying the possibility of AChE duplication. In contrast, no A301S mutation was found. Frequency prediction equation was generated from the plots of signal ratios and amplification critical time, which showed a high correlation ($r^2 > 0.996$). QS analysis of *M. persicae* populations revealed that the allele frequency of S431F ranged 4% to 63%. Taken together, the AChE resistance allele frequencies determined by QS and the E4/FE4 gene copy number by qPCR should facilitate the detection and monitoring of carbamate resistance in *M. persicae* in the field.

Key words: *Myzus persicae*, Insecticide resistance, AChE, CbE, Quantitative sequencing, Gene copy number

P171

Molecular diagnosis of the pyrethroid resistance conferred by sodium channel mutations in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)

Jung Hun Oh¹, Deok Ho Kwon², Ju Il Kim³, Jae Dong Shim³
and Si Hyeock Lee¹

¹Department of Agriculture Biotechnology, Seoul National University

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

³Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

The green peach aphid (*Myzus persicae*) is a cosmopolitan pest of agricultural and horticultural crops and causes serious economic damages. *M. persicae* has rapidly developed resistance to a wide variety of insecticides, including pyrethroids. Target site insensitivity mechanism mediated by two mutations (L1014F and M918T) on the *para*-type voltage-sensitive sodium channel (*vssc*) is mainly responsible for pyrethroid resistance. To predict the *vssc* resistance allele frequency, quantitative sequencing (QS) protocol was established. Frequency prediction equations generated from the plots of signal ratios and amplification critical time showed a high correlation coefficient ($r^2 > 0.993$), indicating its high accuracy in prediction. QS results revealed that the *kdr*-type L1014F mutation is only present in Pyeongchang strain. No field strains of *M. persicae* possessed the super-*kdr* type M918T mutation. However, a novel M918L mutation was found by genotyping approach. The allele frequencies of M918L and L1014F were 0% to 53% in populations examined, and the level of M918L mutation frequency was closely related with pyrethroid resistance. Therefore, QS-based detection of M918L mutation frequency should facilitate the monitoring of pyrethroid resistance in the field.

Key words: *Myzus persicae*, Insecticide resistance, *para*-type sodium channel, *kdr*, Super-*kdr*

P172

Characterization and Cloning of *cry* Genes from a Novel Serogroup Mosquitocidal Strain, *Bacillus thuringiensis* Serovar *mogi*

Qin Liu¹, Jae Young Choi¹, Jae Su Kim², Xueying Tao¹, Jong Bin Park¹, Joo Hyun Lee¹ and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Plasmids from *Bacillus thuringiensis* have been implicated in pathogenicity as they carry the genes responsible for different types of diseases that in mammals and insects. A novel serogroup (H3a3b3d), *B. thuringiensis* strain K4 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 strain K4 (designated as serovar *mogi*) had only one large plasmid (>200kb) on which the toxin genes were occasionally located. A 454 pyrosequencing was used for the complete sequencing of the large plasmid. The sequence analysis showed that k4 plasmid had at least seven putative *cry* genes, ending up to showing 84%, 75%, 73%, 58%, 84%, 39% and 75% homology with Cry27Aa, Cry19Ba, Cry20-like, Cry56Aa, Cry39ORF2, Cry8Ba and Cry40ORF2 toxins in amino acids, respectively. This novel 3a3b3d type strain, *B. thuringiensis* serovar *mogi*, can be used as a good resource for studying unknown mosquitocidal *cry* genes. The *E. coli*-*B. thuringiensis* shuttle vector, pHT1K was used to clone these *cry* genes for characterization. In each clone, the level of transcription and production of crystal proteins will be investigated in near the future.

Key words: *B. thuringiensis*, novel serotype, H3a3b3d, large plasmid, mosquitocidal activity

P173

Effect of electron beam irradiation on development and reproduction of *Spodoptera litura*

Seung-Hwan Yun, Changmann Yoon, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

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

Key words: Electron beam, *Spodoptera litura*, Comet assay, DNA damage

Understanding and Application of Repellent Behaviors of *Aedes aegypti*

Seung-Jae Beak¹, June-Sun Yoon¹, Soon-Il Kim¹, Sung-Hwa Lee²
and Hyung Wook Kwon¹

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

²Heating Solution Gr. IEQ team, CTO AC R&D Lab., LG Electronics Inc., Seoul,
Republic of Korea

Six plant essential oils, vanillin, and their mixtures were tested for repellent activities against a dengue virus vector mosquito, *Aedes aegypti*. Their repellency was verified with two conditions: different doses and an addition of vanillin. Among the plant essential oils, lemongrass, lemongrass and xanthoxylum oils were selected as the potential oils for tertiary mixtures. In bioassays using tertiary mixtures with two essential oils with vanillin, the composition of 1:3:1 (v/v/w) consisted of lemongrass oil, xanthoxylum oil and vanillin provided 270 min-CPT. As a practical application into spatial repellent, the mixture of 1:1:1 formulation containing lemongrass oil, xanthoxylum oil, and vanillin (v/v/w) was enclosed into the Viscopearl, porous cellulose beads that provide gradual release of volatile compounds. We composed this Viscopearl into a module and installed into the air conditioner. Apparently, repellent activity was shown that average repellency of 83.5% was observed for an hour through the chamber test. We confirmed via GC-chromatogram that linalool, geraniol, citral and vanillin were the main compounds of our oil mixture. Our study indicates that personal repellents were possibility applicable to spatial repellents.

Key words: *Aedes aegypti*, Plant essential oils, Repellency, Viscopearl, Spatial Repellent, GC-mass

배과원 깍지벌레류 생물적 방제를 위한 토착천적 선발

이영수¹, 김철학², 함은혜², 이준석², 장미연², 김진영¹, 이희아¹

¹경기도농업기술원 환경농업연구과, ²(주)오상킨섹트 생물자원연구소

우리나라 작물에 발생하는 59종의 깍지벌레 중 배나무에는 가루깍지벌레(*P. comstocki*) 등 9종이 보고되어 있다. 대부분 봉지재배를 하는 배의 경우 봉지속 깍지벌레는 약제에 대한 노출기회가 적을 뿐만 아니라 깍지벌레 스스로가 분비하여 덮고 있는 왁스물질로 인해 농약으로는 방제가 어려운 실정이다. 따라서 본 연구는 배과원에 발생하는 난방제 해충인 깍지벌레류의 생물적 방제를 위하여 토착천적을 선발, 산업화하기 위해 수행하였다.

경기지역 배과원에 발생하는 깍지벌레의 포식성 천적으로 어리줄풀잠자리를 선발하였으며, 가루깍지벌레에 대한 발육특성 및 포식력을 검정하였다. 사육실 조건(26±1°C, RH 60~70%, 16L:8D)에서 어리줄풀잠자리의 발육기간은 16.8일이 소요되는 가운데, 령기별로는 알 3, 1령 2, 2령 2, 3령 2.7, 번데기 7.1일이었다. 어리줄풀잠자리 1마리는 일생동안 약 669마리의 가루깍지벌레(2령 기준)를 포식하는 것으로 조사된 가운데, 령기별로는 3령(약 444마리) > 2령(약 126마리) > 1령(약 99마리) 순이었다.

향후 온도별 발육특성 구명, 대체먹이 개발을 통한 대량사육기술 개발은 물론 최적 팩킹기술 개발 등 산업화를 위한 추가연구가 필요할 것으로 사료된다.

검색어: 배, 깍지벌레, 천적, 어리줄풀잠자리, 섭식력

P176

Selection of Entomopathogenic Fungi to Control green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer)

Won Woo Lee¹, Tae Young Shin¹, Seung Hyun Ko¹, Jae Bang Choi¹,
Sung Min Bae¹ and Soo Dong Woo¹

¹Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University

The green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer, is one of the most important pests affecting protected and open-grown crops, because they cause direct damage by feeding on crops and indirect damage as virus vectors. It has recently become a serious problem because of the continuous use of insecticide resulting in resistance among green peach aphid population. Thus, the development of entomopathogenic fungi as aphid biocontrol agents has received increasing interest as part of integrated control strategies. In this study, we report the screening result of pathogenic fungi for the control of green peach aphid. Initial screenings were performed using 347 isolates of putative pathogenic fungi from Korea soils. As results, 20 isolates of entomopathogenic fungi were isolated from cadavers of green peach aphid supporting fungal conidiation. These isolates were identified as three strains of *Lecanicillium attenuatum*, nine strains of *Beauveria bassiana*, one strain of *Metarhizium anisopliae*, one strain of *Metarhizium flavoviride*, five strains of *Paecilomyces lilacinus*, one strain of *Aspergillus* sp. by microscopic examination, genetic sequencing of the ITS region and Universally Primed PCR (UP-PCR). Based on the screening results, twenty isolates were tested for their pathogenicity against adult green peach aphid. All fungal isolates were pathogenic to green peach aphid but mortality varied with isolates. These entomopathogenic fungi may be useful to develop eco-friendly insecticide to control green peach aphid.

Key words: green peach aphid, entomopathogenic fungi, biological control

P177

EST Analysis of Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Carrying Rice Stripe Virus

Joo Hyun Lee¹, Jae Young Choi¹, Yong Wang¹, Jae Su Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Rice stripe virus (RSV), the type member of the genus *Tenuivirus*, causes rice stripe disease and the viral transmission is mediated through the sucking by small brown planthopper, *Laodelphax striatellus*. Considerations have been mainly focused on the protection of rice from RSV and/or the planthopper, rather than the interaction between RSV and the insect. To clarify the interaction, in this work, mRNA was extracted from RSV-viruliferous planthopper with non-viruliferous control, and expressed sequence tag (EST) databases were generated based on 454 GS-FLX pyrosequencing technology for comparative analysis. RSV-viruliferous planthopper had ca. 2500 isotigs, which included genes on biological process (19%), cellular component (13%), molecular function (22%) and no hits (46%) from gene ontology (GO) analysis; this structure was similar to the control. However, in the viruliferous planthopper, 109 isotigs were up-regulated and 660 isotigs were down-regulated, compared to the non-viruliferous control. These RSV-dependently regulated genes may have important function in the behavior of planthopper or the transmission of RSV.

Key words: Rice stripe virus (RSV), Small brown planthopper (*Laodelphax striatellus*), EST

Visual Preference of *Spodoptera exigua* to Various Wavelengths of Light Emitting Diodes

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

Spodoptera exigua is a significant polyphagous pest in the greenhouse and open field. Our aim of this study was to evaluate light emitting diodes (LEDs) as the potential attractants against *Spodoptera exigua* on various wavelengths, light intensity, and light duration. The preference response to *S. exigua* was investigated by the laboratory and field-scale. The wavelengths of LEDs were composed as follows: blue (470 nm), green (520 nm), yellow (590 nm), red (625 nm) and white (450-620 nm). When the optimal light condition was investigated in the laboratory scale, the all light treatments attracted the highest number of *S. exigua* at 40 lux intensity and 60 min duration. Based on the wavelengths under optimal light condition, the white LED exhibited the highest attraction rate (91.1%), followed by green (88.9%), blue (81.1%), yellow (63.3%) and red (56.7%), respectively. In comparison with the selected white LED and yellow sticky traps in the field-scale, the white LED (81.3%) was about 16.26 times more attractive than yellow sticky trap (5.0%). These results clearly show that the white LED had the greatest attraction against *S. exigua*.

Key words: light emitting diodes, light intensity, light duration, *Spodoptera exigua*, specific wavelength

P179

Behavioral Responses of Small Size Insects to High Power Light Emitting Diodes

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

The object of this study is to observe the attraction of specific wavelengths against *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). The attractive effects was examined by the high power light-emitting diodes (HPLEDs) in the dark room at $27\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ and $60\pm 0.5\%$ relative humidity. Evaluated specific wavelengths were blue (470 ± 10 nm), green (520 ± 5 nm), yellow (590 ± 5 nm) and red (625 ± 10 nm) HPLEDs. When a light exposure time was fixed at 60 min and tested with various illuminance intensity at 20, 40, 60, 80, and 100 lux, the attraction rate of the green HPLED at 80 lux was the most effective (94.4%) to *B. tabaci*, followed by yellow HPLED of 20 lux (78.9%), blue HPLED of 60 lux (71.1%), and red HPLED of 20 lux (60.0%), respectively. According to the change of light exposure time (10, 20, 30, 40, 50, and 60 min), green HPLED showed the potential attractive effects under the 40 min and 50 min. These results suggest that it is possible to develop a green HPLED trap for attracting, monitoring, and lighting system against *B. tabaci*.

Key words: *Bemisia tabaci*, high power light-emitting diodes, attraction

Attractive Responses of High Power Light Emitting Diodes against *Plutella xylostella* Adult

Hoi-Seon Lee

Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

To evaluate potential attractive activity of high power light emitting diodes (HPLEDs) against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), the specific wavelengths, illuminance intensities (20, 40, 60, 80, 100 lux), and light exposure times were investigated at 5 minute intervals. The evaluated specific wavelengths were blue (450±10 nm), green (520±5 nm), yellow (590±5 nm), red (660±10 nm), and white (450-630 nm). Based on the highest attraction rate, the HPLEDs treated to 60 lux intensity against *P. xylostella* were significantly more attractive than other illuminance intensities when light exposure time was 10 min. Attraction rate under optimal conditions showed that the green HPLED had the highest attraction rate (98.3%), followed by red HPLED (89.3%), blue HPLED (86.7%), yellow HPLED (76.7%), and white HPLED (70.0%), respectively. These results indicated that phototactic effect of the green HPLED against *P. xylostella* showed the greatest attraction at 60 lux intensity and 10 min light exposure time. Further research needs to be performed to evaluate the phototactic behavioral responses to single and multiple HPLED sources in the field.

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

P181

봉지씌우기에 의한 호박과실파리(*Bactrocera depressa*)의 물리적 방제

전성욱, 조명래, 강택준, 김형환, 안승준, 김세진, 황창연¹

국립 원예특작과학원 원예특작환경과, ¹전북대학교 농생물학과

호박과실파리(*Bactrocera depressa*)는 우리나라, 일본, 대만에 발생하는 해충으로 우리나라의 경우 주로 산간지대(해발 300~399m)에서 피해가 보고되고 있다. 주요 피해로는 교미한 성충 암컷이 박과류의 어린 과육에 산란을 하고 부화한 유충이 박과류의 내부를 가해한다. 아직까지 국·내외 유인물질 및 방제방법에 관한 연구가 이루어지지 않고 있어 피해가 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 본 연구는 2011년 강원도 홍천 단호박(보짱)을 중심으로 호박과실파리의 산란특성 파악과 봉지 씌우기를 이용한 물리적 방제방법을 모색하였다. 무처리구에서 호박과실파리의 피해는 꽃이 진 어린과육에서 평균 2.3개의 산란 흔적이 발견되었고, 과육의 경도가 증가할수록 산란 흔적은 줄어들었다. 4종의 봉지 씌우기를 이용한 물리적 방제에서 황색이중봉지 0%, 백색봉지에서 3%, 피톤치드이중봉지 0%, 무처리 10%의 피해양상을 보였다. 봉지씌우기에 따른 호박과피 색도의 Hue angle값은 피톤치드이중봉지가 239.3°을 보였고 백색봉지가 243.3°를 나타내었다. 당도는 백색봉지가 16.6Brix였고 무처리는 12.3Brix였다. 무게는 황색이중봉지가 365g으로 가장 낮았고 무처리가 400g으로 가장 좋았다.

검색어: 호박과실파리, 봉지 씌우기, 단호박, 물리적 방제, Hue angle

P182

Attractive Responses of Various Wavelength Light Emitting Diodes to *Sitophilus oryzae* Adults

Kyoung-Shik Cho¹, Min-Gi Kim¹, Jeong-Moon Kim² and Hoi-Seon Lee¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

²Department of Landscape Architecture, Chonbuk National University

The rice weevil, *Sitophilus oryzae*, is the most serious storage pests worldwide of grocery shops, flour mills, and warehouses. The phototactic response of the rice weevil, *S. oryzae*, to light emitting diodes (LEDs) at five different wavelengths and various light intensities was tested within an LED-equipped Y-maze chamber, and compared with its response to a luring lamp, which is used in commercial traps. Various wavelengths in this study were UV (365 nm), blue (450 nm), green (520 nm), red (660 nm), and infrared (IR) (730 nm). Based on attraction rate (%), blue (84.3%) was the most attractive to *S. oryzae*, followed by green (74.3%), red (64.3%), UV (63.3%), and IR (48.7%). Moreover, blue and green wavelengths were 1.5 and 1.3 times more attractive than luring lamp (56.7%), whereas the UV wavelength was slightly less attractive to the weevils than luring lamp. These results suggested that blue and green wavelengths could be more useful than those currently used for monitoring and mass trapping of *S. oryzae*.

Key words: light emitting diodes (LEDs), phototactic response, *Sitophilus oryzae*, Y-maze chamber

P183

Development of Insecticidal Component Isolated from *Juglans regia* and Its Derivatives against *Sitophilus oryzae* and *S. zeamais*

Kyoung-Shik Cho¹, Min-Gi Kim¹, Jeong-Moon Kim² and Hoi-Seon Lee¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University

²Department of Landscape Architecture, Chonbuk National University

5-Hydroxy-1,4-naphthoquinone and its derivatives were evaluated for insecticidal effect against *Sitophilus oryzae* and *S. zeamais* adults. This study was examined using fumigant method. Mortality was determined after 72 h of treatment. 5-Hydroxy-1,4-naphthoquinone showed strong (+++) activity at 5 mg and the 1,4-naphthoquinone showed strong (+++) and moderate (++) activity at 5 mg, against *S. oryzae* and *S. zeamais*, respectively. However, 5-hydroxy-2-methyl-1,4-naphthoquinone, 2-methyl-1,4-naphthoquinone, 2-hydroxy-1,4-naphthoquinone, and 2-methoxy-1,4-naphthoquinone had non-activity (-) at 5 mg. Based on the LD₅₀ values, the compound most highly effect to *S. oryzae* was 1,4-naphthoquinone (0.012 mg/cm²), followed by 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone (0.013 mg/cm²). However, against *S. zeamais*, 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone (0.044 mg/cm²) was the most toxic compound, followed by 1,4-naphthoquinone (0.155 mg/cm²). These results suggest that the introduction of various functional group (hydroxy, methyl and methoxy) into the 1,4-naphthoquinone skeleton contributes to insecticidal activity. Accordingly, 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone and 1,4-naphthoquinone could be used highly effective rice weevil control agents.

Key words: 5-hydroxy-1,4-naphthoquinone, functional groups, insecticidal activity, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais*

P184

Contact and residual toxicities of several insecticides against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* and the maize weevil, *Sitophilus zeamais*

Sun-Ran Cho, Changmann Yoon, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

This study was performed to evaluate the contact toxicity and residual toxicity of the 26 commercially registered insecticides against cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* and maize weevil, *Sitophilus zeamais* adult. Among 26 insecticides, seven insecticides (chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion, fenthion, phenthoate, cypermethrin, α -cyhalothrin) against *L. serricorne* adult and five insecticides (chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion, fenthion, phenthoate) against *S. zeamais* adult showed perfect mortality. LC₅₀ (ppm) values of those selected insecticides were appeared lowest value on α -cyhalothrin (1.46 ppm) against *L. serricorne* adult and chlorpyrifos-methyl (0.64 ppm) against *S. zeamais* adult, respectively. However, chlorpyrifos-methyl still remain high toxicity until 90th days after treatment against both *L. serricorne* and *S. zeamais* adults. From above results, it will be useful information to select insecticides effective against *L. serricorne* and *S. zeamais* adults.

Key words: *Lasioderma serricorne*, *Sitophilus zeamais*, contact toxicity, residual effect

꼬마배나무이 월동성충 산란알의 부화시기 및 친환경 자재의 방제효과

조영식, 송장훈, 박장현, 최장전, 이한찬

국립원예특작과학원 배시험장

배 과원 문제해충의 하나인 꼬마배나무이(*Cacopsylla pyricola*)의 월동성충이 낳은 알의 온도별 부화율 변화를 조사한 결과, 23°C와 18°C에서 각각 9, 11일 후 80% 이상 부화하였고, 13°C에서는 18일 후에 80% 이상 부화하였다. 나주에 위치한 배시험장 포장에서 일별 부화율을 조사한 결과, 부화율 50%를 초과일은 '11년 4월 13일이었다. 월동성충 방제적기 모델과 유사하게 2월 1일부터 일일 최고기온 6°C 이상의 온도를 누적한 결과, 424.3일도였으며, '08년과 '09년에 50% 이상 알 부화일은 각각 4월 11일, 4월 6일인데 같은 방법으로 누적적산온도를 계산한 값은 각각 429.7일도, 417.6일도였다. 한편 '11년 부화 비율이 50%와 80%를 초과한 시점에 10종의 친환경 자재를 처리하고 처리 10일 후 잎당 발생밀도를 조사한 결과, 고삼(뿌리) 추출물 제 품이 각각 0, 0.02마리로 가장 낮은 밀도를 보였다.

검색어: 월동성충, 친환경, 누적적산온도, 부화모델, 방제적기

P186

오이 봄재배시 천적을 이용한 주요해충 생물학적 방제

최용석^{1,*}, 황인수¹, 강태주¹, 김해정¹, 한익수², 최광렬³

충청남도농업기술원 농업환경연구과, ¹공주대학교 산업과학대학 원예학과
²충남대학교 농생명학과

오이 봄재배시기인 2월부터 6월까지 발생하는 주요해충에 대하여 천적을 이용한 생물학적 방제효과를 검토하기 위해 본 연구를 수행하였다.

본 연구의 수행을 위하여 해충발생량 조사는 충청남도 공주시와 천안시의 오이재배단지에서 수행하였으며 생물학적 방제효과를 검토하기 위하여는 충남농업기술원 내의 무가온 하우스에서 수행하였다. 천적보호식물 및 유인식물을 투입하고 병해충에 기계적 및 화학적 방어가작 유도를 위한 액상규산 2,000배를 15일 간격으로 관주하면서 천적을 투입한 시험구와 천적만을 방사한 시험구에서 천적에 의한 해충방제효과를 비교하였다.

봄오이 재배기간에 발생하는 주요해충은 목화진딧물, 담배가루이, 총채벌레, 굴파리 였으며, 목화바둑명나방은 7월 이후 발생하는 양상을 보였고, 싸리수염진딧물, 긴털가루응애, 차면지응애는 일부지역에서 피해를 주었다. 천적유인식물에서 조사한 천적의 발생양상을 관찰한 결과, 기장태두리진딧물과 보리두갈래진딧물이 혼서하는 보리에서 콜레마니진디벌, 진딧물기생성 쯤벌류, 미끌애꽃노린재, 굴파리쯤벌, 잎굴파리고치벌의 쉽게 관찰되었으며 자운영과 별꽃에서도 천적들이 관찰되었다. 액상규산의 처리가 해충의 발생에 미치는 영향평가를 위하여 목화진딧물, 총채벌레, 담배가루이의 밀도를 조사한 결과 모든 해충에 대하여 액상규산이 처리된 곳 보다 처리되지 않은 곳에서 유의성 있게 더 많이 유인되었다. 천적보호 및 유인식물(BIPP, Beneficial Insect Protective Plant), 천적(NE, Natural Enemy), 액상규산(Si, Silicate)을 동시 활용한 해충방제효과를 조사한 결과 목화진딧물의 경우 엽당 1마리 이하의 밀도를 유지하였고, 총채벌레의 경우 꽃당 1마리 이하의 밀도를 유지할 수 있었으며, 담배가루이의 경우 신초당 성충 1마리, 굴파리의 경우 주당 20개 굴수 이하로 유지 할 수 있었다. 천적만을 활용한 2010년의 경우는 이보다 높은 밀도를 유지하였다.

검색어: 오이, 생물학적방제, 액상규산, Beneficial insect protective plant

P187

Insecticidal Activities of Recombinant Baculoviruses Expressing Kunitz-type Toxin Isolated from Insect Venoms

Jae Young Choi¹, Yong Wang¹, Xue Ying Tao¹, Jae Su Kim², Jong Yul Roh³,
Byung Rae Jin⁴ and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

³Division of Medical Entomology, Korea National Institute of Health

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

Although baculoviruses have a long history of safe use as specific, environmentally benign insect control agents, their use has been limited by several factors, especially their slow speed of action. In this study, we intended to improve the insecticidal activities of *Autographa californica* nucleopolyhedrovirus (AcMNPV) by expressing Kunitz-type toxin isolated from venoms of *Bombus ignitus* or *Araneus ventricosus*. For this, recombinant AcMNPVs, AcBi-KTT, AcAv-Tox1 and AcAv-Tox2 expressing Bi-KTT, Av-Tox1 and Av-Tox2, respectively, under the control of p10 gene promoter were constructed. While polyhedra produced by these recombinant viruses were identical to those of the wild-type AcMNPV in shape, their sizes were relatively smaller than those of the AcMNPV. Among recombinant viruses, AcBi-KTT and AcAv-Tox2 showed significant reduction in median lethal time (LT₅₀) against *Spodoptera exigua* larvae. Especially, these two viruses showed about 6.2~10-folds higher polyhedra production rate compared to that of the AcMNPV. These results suggested that Kunitz-type toxins from insect venom could be successfully applied to improve insecticidal activity of baculoviruses.

Key words: baculovirus, Kunitz-type toxin, Bi-KTT, Av-Tox1, Av-Tox2, recombinant, insecticidal activity

학교숲에 발생한 해충 발생현황과 관리방안

한경식¹, 김철웅²

¹신구대학교 원예디자인과, ²월송나무병원

학교숲운동을 비롯하여 녹색학교(녹색성장시범·연구학교), 학교공원화 사업, 담장 허물기 사업 등 다양한 단체, 기관, 지자체에서 학교숲을 조성하는 사업이 진행되어 전국적으로 약 3,000개 이상의 학교에서 학교숲을 조성하였다. 본 연구는 전국 6개 시·도에 소재하는 111개 학교숲에 식재되어 있는 수종 및 발생 해충을 조사하고, 지역별 수종의 특성 및 발생 해충에 대한 관리방안을 제시하고자 수행되었다. 조사결과, 전국 6개 시·도의 111개의 학교숲에 가장 많이 식재된 수종은 철쭉류, 단풍나무류, 느티나무, 소나무, 은행나무, 향나무, 회양목, 주목, 목련, 벚나무 순이었으며, 지역적으로 수종 간 차이가 다소 나타났다. 학교숲에 가장 많이 발생하는 해충은 응애류, 진달래방패벌레, 각지벌레류, 진딧물류, 미국흰불나방, 회양목명나방의 순이었다. 학교숲은 학생과 교직원이 이용하고 교육에 활용되는 장소이므로 최소한의 화학적 방제에 의한 관리와 교육의 측면에서 생물학적 방제에 의한 관리가 필요한 곳으로 판단되기에 주요 관리대상 수목의 종류와 해충의 종류를 선별하였으며 해충 연간 관리력에 따른 관리방안을 제안하고자 하였다.

검색어: 학교숲, 수종, 발생현황, 연간 관리력