

세계곤충학회(ICE2012) 1주년 기념 공동 심포지엄 및 2013 추계학술발표회

주제: 신기후변화 시나리오 대응 곤충관리전략 국제심포지엄

2013년 10월 24일(목)~25일(금)

강원도 횡성 웰리힐리파크(강원도 횡성군 둔내면 고원리 451)본관 대연회장

주최 | 한국응용곤충학회 · 한국곤충학회 · 한국잠사학회 · 한국양봉학회
후원 및 주관 | 농촌진흥청, 한국생명공학연구원



한국응용곤충학회
KOREAN SOCIETY OF APPLIED ENTOMOLOGY



한국곤충학회
The Entomological Society of Korea



한국잠사학회
The Korean Society of Sericultural Science



한국양봉학회
The Apicultural Society of Korea



개 회 사

존경하는 한국곤충학회, 한국응용곤충학회, 한국잠사학회, 한국양봉학회 회장단, 이사 그리고 회원 여러분! 아름다운 강원도 횡성에서 대한민국 곤충분야 4개학회가 역사상 처음으로 ICE2012 KOREA 1주년 기념 국제학술대회를 하게 된 것을 진심으로 축하드립니다.


저는 한국곤충학회 박호용 회장님으로부터 4개 학회가 합동으로 ICE2012 KOREA 1주년 기념 국제학술대회를 하니 개회사를 해달라는 부탁을 받고 얼마나 감격스러웠는지 모릅니다. ‘한 송이 국화꽃을 피우기 위해서 봄부터 소쩍새는 그렇게 울었나 보다. 지금은 거울 앞에선 내 누님같이 생긴 꽃이여’란 서정주님의 시가 생각났습니다.

곤충을 위하여 사는 곤충동지 여러분! ‘우리의 만남은 우연이 아니야. 그것은 우리의 바람 이었어’란 대중가요가 생각납니다. 이미 우리의 만남을 예견했나봅니다

저는 우리의 만남의 태두가 된 두 번의 경사스러운 일들을 여러분과 함께 회상하려 합니다.

첫째로 2008년 남아공화국 Durban에서 있었던 ICE2012 bidding에 관한 일입니다. ICE2008에 참가하여 신변에 위협을 느끼는 위험한 상황에서도 열심히 뛰고 또 뛰어서 미국에 8 : 3으로 대승을 거두며 ICE2012를 거머쥐는 순간 너무 기뻐서 저는 눈물을 흘렸습니다. 미국도 놀라고 전 세계가 대한민국 곤충학자들의 저력에 놀랐습니다. 바로 이 Durban, 같은 장소에서 2018동계올림픽이 ‘평창’으로 결정되는 일이 생겼습니다.

두 번째는 ICE2012를 4개학회가 합동으로 성공적으로 치러 ICE 역사에 길이 빛날 한 페이지를 장식했다는 것입니다. 2008년 한국곤충학회가 bidding 하여 개최권을 따 냈지만 이 역사적이고 기념적인 큰 행사를 4개 학회가 공동으로 하는 것이 바람직하다는 의견이 모아져서 4개 학회에 이 사실을 알리고 4개 학회는 이 의견을 받아들이게 되었던 것입니다.



세계곤충학회(ICE2012) 1주년 기념
공동 심포지엄 및 2013 추계학술발표회

제가 조직위원장을 맡고 40여명의 위원들로 구성된 4개학회로 구성된 조직위원회가 탄생했습니다. 자주 만나며 지낸 사이가 아니다 보니까 처음에는 다소 서먹한 분위기도 있었으나 한배를 탔다는 공동운명체의식이 확산되면서 2년 동안 26차례의 모임을 가지면서 뛰고 또 뛰었습니다.

ICE2012 조직위원님들이 몸을 던져 뛰고 또 뛰는 결과 2012년 8월 19일부터 24일까지 열린 ICE2012 KOREA는 참가국 97개국에 2600여명이 참석해서 근래의 ICE행사 중 가장 성공적이라는 결실을 얻게 되었습니다. 학술대회는 말할 것도 없이 계획대로 매끄럽게 진행되었을 뿐만 아니라 개회식에 있었던 sand show에 정신을 놓았고, 폐회식에 혜성처럼 나타난 여자 전자 바이올리니스트의 미모와 연주에 넋을 잃었습니다. 가장 잊지 못하는 것은 강남스타일이 연주되자 어느 참가자가 무대로 올라가자 너도 나도 모두 일어나서 광란의 춤파티가 벌어진 것입니다. 정말 모두 한마음이 되어 일주일간의 피로를 모두 날려 버렸습니다.

그리고 무엇보다 고마운 것은 흑자를 내서 아주 즐겁게 정산을 할 수 있었다는 것입니다. ICE 본부에서는 이 행사에 아주 만족했고 미국곤충학회는 지금 큰 고민을 하면서 ICE2016을 준비 중에 있습니다.

곤충동지 여러분! 이제 우리 이렇게 만났습니다. 이제부터 우리 동지들은 자부심을 가지고 이 학술대회를 더욱더 승화 발전 시켜나갑시다. 어떻게 만든 우리들의 만남입니까?

그리고 미국 올랜도에서 열리는 ICE2016에 대거 참석하여 대한민국 곤충학자들의 세를 과시합시다. 그리고 외쳐 봅시다. 우리 대한민국 곤충학은 이제 Global 곤충학으로 거듭나고 있다고 말입니다. 잘 경청해 주셔서 감사합니다.

2013년 10월 24일
ICE2012 KOREA 조직위원장
원광대 명예교수 **김 병 진**

Program

10월 24일 (목)

시 간	구 분	
12:00~	등 록	
13:00~13:30	4개 학회 만남의 장	
	심포지엄 좌장 : 김동순 교수	
14:00~14:30	박규택 (한국과학기술한림원)	Discovery of 500 New Species, with Taxonomist's Contributions Needed in Facing with the Global Warming
14:30~15:00	Walter S. Sheppard (와싱턴주립대)	Genetic diversity and honey bee health with possible interaction of climate change
15:00~15:30	김광호 (국립농업과학원)	Research Issue and Our Products for Climate Change in RDA
15:30~16:00	박종대 (전남농업기술원)	우리나라 농업해충연구의 발자취와 금후 방향
16:00~16:30	Coffee break	
	좌장 : 조점래 박사	
16:30~17:00	Genaro S. Rillon (PhilRice, Philippines)	Impact of Climate Change on Rice and Insect Pests in the Philippines
17:00~17:30	I-Ching Chen (첸쿵대학교, 대만)	Survive the climate variability?
17:30~18:00	Kenji Fujisaki (교토대학교, 일본)	Effects of climate warming on insects in Japan with special emphasis on the case of the southern green stink bug, <i>Nazara viridula</i>
18:30~	간 친 회	
20:30~	소모임	곤충생리 및 생화학 최근 연구 / 내분비 생리 분야 (대연회장)
		살충제저항성 연구의 현황과 전망 (스카이홀)
		곤충다양성연구와 동물명명규약 (스타홀)
		농작물 돌발 및 주요해충 국가 예찰망 구축 (국실)
		생물다양성 보전의 경제 사회적 영향 (가람홀)

10월 25일 (금)

시 간	구 분			
09:00~09:30	한국응용곤충학회 (총회)	한국곤충학회 (총회)	한국잠사학회 (특별강연)	한국양봉학회 (총회)
	대연회장	스타홀	스카이홀	가람홀
09:30~10:30	포스터 발표			
10:30~12:30	각 학회 심포지엄			
	한국응용곤충 학회 (대연회장)	장이권 교수 (이화여대)	Acoustic competition in the multi-species cicada choruses	
		박창규 박사 (농과원)	공간 분포 정보를 활용한 광역 기반 해충 관리 전략	
		박정준 교수 (경상대)	Predicting the potential geographic distribution of <i>Thrips palmi</i> in Korea, using the CLIMEX model	
		정성훈 교수 (충남대)	Evolution of traumatic insemination, feeding habits and habitat transition in Cimicomorpha (Insecta: Heteroptera): a phylogenetic approach	
	한국곤충학회 (스타홀)	Tatyana Vshivkova	Caddisfly(insecta: Trichoptera) of Russian Far East: History of Investigation, Biodiversity and Origin, New Taxonomical Tasks	
		분야별 구두학술발표		
	한국잠사학회 (스카이홀)	성수일 (주)바이오토피아	(09:00~09:30) 미생물을 이용한 1-Deoxynojirmycin의 생산 및 활용방안에 관한 연구	
		분야별 구두학술발표		
	한국양봉학회 (가람홀)	심교문 (농과원)	한국의 기후변화 현황과 농업부문 적응대책	
Walter S. Sheppard (WSU, USA)		Breeding bees and honey bee health		
분야별 구두학술발표				



Contents

사회 : 배양섭, 이승환, 오현우, 권해용

●●● 심포지엄

24일 (목)

좌장 : 김동순 교수

- 14:00~14:30** Discovery of 500 New Species, with Taxonomist's Contributions Needed in Facing with the Global Warming 3
Kyu-Tek Park
- 14:30~15:00** Overview of the ongoing researches on the invasion of *Vespa velutina* var. *nigrothorax* (hym.: vespidae), the asian hornet, in europe. 4
F. J. Muller, Q. Rome, M. Arca, G. Arnold, M. Barbet-Massin, F. Jiguet, F. Mougel, A. Perrard, J-F. Silvain and C. Villemant
- 15:00~15:30** Research Issue and Our Products for Climate Change in RDA 6
김광호, 박흥현, 이상계, 이관석
- 15:30~16:00** 우리나라 농업해충연구의 발자취와 금후 방향 7
박종대, 최덕수

좌장 : 조점래 박사

- 16:30~17:00** Impact of Climate Change on Rice and Insect Pests in the Philippines 9
Genaro S. Rillon and Alvin J. Gabriel
- 17:00~17:30** Survive the climate variability? 12
I-Ching Chen, Sheng-Feng Shen and Shih-Fan Chan
- 17:30~18:00** Effects of climate warming on insects in Japan with special emphasis on the case of the southern green stink bug *Nezara viridula* 13
Kenji Fujisaki

>> 한국응용곤충학회

25일 (금) 대강연장

좌장 : 조기종 교수

- 10:30~10:55 Acoustic competition in the multi-species cicada choruses 16
Yikweon Jang, Jae Yeon Kang and Nguyen Quynh Hoa
- 10:55~11:20 공간 분포 정보를 활용한 광역 기반 해충 관리 전략 17
박창규, 박용락, 이두형, 서보윤, 이상계, 박홍현, 김광호, 최병렬

좌장 : 김용균 교수

- 11:40~12:05 Predicting the potential geographic distribution of *Thrips palmi* in Korea,
using the CLIMEX model 18
Jung-Joon Park, Gwan-Seok Lee, Joon-Ho Lee and Kijong Cho
- 12:05~12:30 Evolution of traumatic insemination, feeding habits and habitat transition
in Cimicomorpha (Insecta: Heteroptera): a phylogenetic approach 19
Sunghoon Jung

●●● 구두발표

>> 한국곤충학회

25일 (금) 스타홀

좌장 : 배연재 교수

- 10:30~11:00 Caddisfly (Insecta: Trichoptera) of Russian Far East: History of
Investigation, Biodiversity and Origin, New Taxonomical Tasks 23
T. S.Vshivkova
- 11:00~11:12 Monitoring of herbivore's feeding activity in two localities of southern
South Korea 27
Sei-Woong CHOI, Jeong-Seop AN, nang-Hee Kim, Dae-Ju Kim and
Pyae Pyae Thein
- 11:12~11:24 Host plants of Korean Cerambycidae (Coleoptera: Chrysomeloidea) 28
Jongok Lim, Jong-Su Lim, Shin-Young Park, Su-Min Oh, Kuk-Hyang Ko,
Il-Kwon Kim and Bong-Woo Lee



- 11:24~11:36** Development of a high efficient 'Dual Bt-Plus' insecticide using a primary form of an entomopathogenic bacterium, *Xenorhabdus nematophila* 29
Seonghyeon Eom, Youngjin Park, Hyeonghwan Kim and Yonggyun Kim
- 11:36~11:48** 잠입경계(Immersed Boundary, IB)법을 이용한 예쁜꼬마선충의 행동패턴에 관한 수학적 모델링 30
이완호, 강혁, 이상희
- 11:48~12:00** Parasitism of *Cotesia plutellae* shutdown insulin signaling by host nutrient deprivation 31
Rahul P. Hapat and Yonggyun Kim

좌장 : 강창수 교수

- 12:00~12:12** Fine Structure of the Silk Producing Organ in the Caddisworm *Hydatophylax nigrovittatus* 32
Hyo-Jeong Kim, Hee-Seok Kweon and Myung-Jin Moon
- 12:12~12:24** Taxonomic review of the cave-dwelling springtail family Tomoceridae (Collembola) in Korea with descriptions of three new species 33
Gyu Dong Chang, Byung Hoon Lee, Young Gun Choi and Yeon Jae Bae
- 12:24~12:36** Functional genomics of *TcCPR4* belongs to RR-1 CP family in the red flour beetle, *Tribolium castaneum* 34
Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane
- 12:36~12:48** Dispersal Ability of *Aedes albopictus* Estimated by Mark-Release-Recapture Experiment in Korea 35
Sung-Chan Yang, E-Hyun Shin, Kyu-Sik Chang, Jong Yul Roh, Mi-Yeoun Park and Wook-Gyo Lee
- 12:48~13:00** Geographical Distribution of Ixodid Ticks (Acari: Ixodidae) in Korea during 2011-12 36
Bong Gu Song, Jong Yul Roh, Won Il Park, Eun-hee Shin, Sun-Whan Park, Jungsang Ryou, Chan Park, Wook-Gyo LEE, E-hyun Shin and Mi-Yeoun Park
- 13:00~13:12** A novel cPLA2 encoded in *Spodoptera exigua* its recombinant protein using a bacterial expression system and immunological functions 37
Jiyeong Park and Yonggyun Kim

>> 한국잠사학회

25일 (금) 스카이홀

좌장 : 여주홍 박사

- 09:00~09:30** 미생물을 이용한 1-Deoxynojirmycin의 생산 및 활용방안에 관한 연구 38
성수일
- 10:30~10:45** Structural characteristics and properties of silk sericin solution and film prepared using different solvent 40
Yoon Nam Jo, Do Gyu Bae and In Chul Um
- 10:45~11:00** Surface-modified Silk Hydrogel Containing Hydroxyapatite Nanoparticle .. 41
Hyung Hwan Kim, Min Ji Kang, A Reum Park and Young Hwan Park
- 11:00~11:15** The investigation of effect of silkworm variety on the structural characteristics, rheological properties and properties of silk polymers 42
정다운, 이진근, 엄인철
- 11:15~11:30** Effect of degumming method on the structure and properties of solution, film, and electrospun fiber of regenerated silk 43
Hyun Ju Kim and In Chul Um

좌장 : 엄인철 교수

- 11:30~11:45** 백서 두정골 모델에서 실크 차폐막의 골유도 재생 효과에 대한 비교실험 44
하용윤, 김민근, 김성곤, 조유영, 권해용
- 11:45~12:00** Evaluation of silk plus hydroxyapatite coating for the surface treatment of dental implant 45
Sang-Woon Lee, Hyun Seok, Byung-Dong Hahn and Seong-Gon Kim
- 12:00~12:15** Effects of matured silkworm hemolymph on suppressing melanin synthesis and skin flora 46
Ji-Young Mun, Heui-Sam Lee, Kwang-Gill Lee, HaeYong Kweon, You-Young Jo and Joo-Hong Yeo
- 12:15~12:30** 가잠 누에고치 박리 시편의 특성에 대한 연구 47
이정민, 김성욱, 조유영, 여주홍, 이광길, 권해용



12:30~12:45 백강균에 따른 백강잠 추출물들의 생리활성 비교 검정 48
이시내, 우라미, 김동준, 이지수, 신태영, 고승현, 우수동

>> **한국양봉학회**

25일 (금) 가람홀 **좌장 : 정철의 교수**

10:30~10:55 한국의 기후변화 현황과 농업부문 적응대책 49
심교문

10:55~11:20 Genetic Diversity of the Honey Bee and possible interactions with
climate change 50
Walter S. Sheppard

11:20~11:40 환경변화 적응을 위한 꿀벌 육종 연구의 현황과 방향 51
이명렬

11:40~12:00 기후변화에 의한 밀원식물의 개화기 변화와 주요 밀원수종 특성 52
김세현, 한진규, 송정호, 김문섭, 김혜수

좌장 : 이승환 교수

12:00~12:15 기후변화와 꿀벌-꿀벌응애 상호작용의 변화 53
정철의

12:15~12:30 국내 주요 말벌류의 여왕벌과 일벌에 대한 발생 시기 변화 연구 54
김동원, 조형우, 김철영, 장하선, 조은서, 정철의

12:30~12:45 양봉산업의 새로운 모색 : 봉독의 산업화 55
한상미

12:45~13:00 프로폴리스의 연구개발 동향 그리고 과제 56
허용갑, 강지수, 이승완

●●● 포스터 발표

>> 곤충분류

좌장 : 조수원, 이흥식

P001	한국産 <i>Caloptilia</i> 屬(나비목, 가는나방科)에 대한 분류학적 연구 59 신영민, 변봉규
P002	한국産 <i>Zeiraphera</i> 屬(나비목, 잎말이나방科)의 계통분류학적 연구 60 신셋별, 변봉규
P003	강원도 삼척 큰저골 일대 천연갱신 대상지역의 하계곤충상 61 전준형, 노승진, 손재덕, 유태희, 변봉규
P004	Checklist of <i>Culicoides</i> fauna of the Republic of Korea 62 Myung-Soon Kim, Jee Yong Park, Yun Sang Cho, In Soo Cho, Heung-Chul Kim, Terry A. Klein and Glenn Bellis
P005	제주도 및 제주도 인근 부속섬에서 확인된 미기록 나방류 5종에 관한 연구 .. 63 박영미, 현영권, 오시현, 강병효
P006	Introduction of good insect collection sites of Myanmar 64 Nan Zarchi Win, Jinyoung PARK and Jong Kyun PARK
P007	Molecular phylogeny of the <i>Cicindela chinensis</i> DeGeer (Coleoptera: Cicindelidae) from East Asia 65 Yong Kyun OH, Jinyoung PARK and Jong Kyun PARK
P008	Revision of the Subgenus <i>Achlaenius</i> Manl, 1992(Coleoptera: Carabidae: Chlaeniue) from Korea 66 Ik Je CHOI, Jinyoung PARK and Jong Kyun PARK
P009	Taxonomic review of the genus <i>Lymantria</i> Hübner, 1819 (Lymantriinae, Erebidae, Lepidoptera) from Korea 67 Kwang-Su Lee, Tae Hwa Kang, Min Young Kim, Su Bong Ha and Heung-Sik Lee



P010 Three species of the *Bemisia tabaci* complex in Korea; detection by an extensive field survey combined with a phylogenetic analysis 68
Gwan-Seok Lee, Seol-Mae Lee, Chang-Seok Kim, Hong-Soo Choi, Kyeong-Yeoll Lee and Wonhoon Lee

P011 Taxonomic status of the *Bemisia tabaci* complex (Hemiptera: Aleyrodidae) and reassessment of the number of its constituent species 69
Wonhoon Lee, Seunghwan Lee, Shin-ichi Akimoto and Gwan-Seok Lee

P012 Subfamily Oecophyllembiinae Real et Balachowsky (Lepidoptera, Gracillariidae) new to Korea 70
Min-Seon Kim, Neung-Ho Ahn, Sol-Moon Na and Yang-Seop Bae

P013 Lepidopteran Hitchhikers through Vessel of Inanimate Pathways 71
Minyoung Kim, Ik-Hwa Hyun, Ki-Jeong Hong, Heung-Sik Lee, Jong-Ho Lee and Seunghwan Lee

좌장 : 이승환, 박종균

P014 Description of spongilla fly, *Sisyra nikkoana* (Neuroptera: Sisyridae) 72
Seulki Kim and Soowon Cho

P015 Historical review of Yponomeutoidea (Insecta, Lepidoptera), with *Ypsolopha* sp. from Korea 73
Sol-Moon Na and Yang-Seop Bae

P016 일본 대마도(쓰시마섬)의 나방류 다양성Ⅱ 74
박보선, 서종현, 나솔문, 이희조, 배양섭

P017 Morphological and molecular comparison of four *Panonychus* species (Acari: Tetranychidae) in Korea with the report of two new species 75
Tin Moe Khaing, Jong-Ho Lee and Kyeong-Yeoll Lee

P018 Three new species of *Psallus* (Heteroptera: Miridae) from Korea, with a checklist of East Asian species 76
Ram Keshari Duwal and Seunghwan Lee

P019 Two new records of Calaphidinae (Hemiptera: Aphididae) on *Betula* spp. (Fagals: Betulaceae) from Korea 77
Yerim Lee, Hyojoong Kim and Seunghwan Lee

P020	The most archaic family Micropterigidae (Lepidoptera) new to Korea 78 Bong-Woo Lee, Shin-Young Park and Bong-Kyu Byun
P021	The first record on <i>Stomaphis betulidahuricae</i> Zhang and Qio (Hemiptera: Aphididae) in Korea 79 Hong-Yul Seo, Ki-Gyung Kim, Sun-I Kim, Hwalran Choi and Seunghwan Lee
P022	DNA barcoding of the stem borer, <i>Stathmopoda</i> spp. (Lepidoptera: Stathmopodidae) 80 Sora Kim, Wonhoon Lee, Yerim Lee and Seunghwan Lee
P023	Biodiversity changes of black fungus gnats (Diptera: Sciaridae) by clear-cutting of pitch pine forest in Gunpo-si, South Korea 81 Seunggwon Shin, Young-Dae Kwon, Tae-Sung Kwon, Cheol Min Lee and Seunghwan Lee
P024	One new records of willow (Salicaceae) feeding aphid (Hemiptera: Aphididae) in Korea 82 Hwalran Choi, Hongyul Seo, Hyojoong Kim and Seunghwan Lee
P025	DNA-based Identification of Benthic Macroinvertebrates in Gut Contents of Manchurian Trout (<i>Brachymystax lenok</i> , Salmonidae) 83 Geonho Cho and Seunghwan Lee
P026	Identity of the two wing morphs of a Korean <i>Vollenhovia</i> species 84 Pureum Noh, Jaechun Choe and Gilsang Jeong
좌장 : 변봉규, 최득수	
P027	<i>Paraloconota koreana</i> , a new species from Korea and a discussion of systematic position of the genus (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) 85 Seung-Gyu Lee and Kee-Jeong Ahn
P028	A taxonomic review of the Gyrinidae (Coleoptera) in Korea 86 Dae-Hyun Lee and Kee-Jeong Ahn
P029	Species Delimitation in the <i>Aleochara fucicola</i> Sharp Species Complex (Coleoptera: Staphylinidae) 87 Jeong-Hun Song and Kee-Jeong Ahn



P030	A taxonomic review of the coastal genus <i>Bryothinusa</i> Casey (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) in Korea 88 In-Seong Yoo and Kee-Jeong Ahn
P031	A cladistic analysis of the subtribe Homalotina Heer (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) 89 Yoon-Ho Kim and Kee-Jeong Ahn
P032	Development of molecular markers for identification of tsutsugamushi disease vector species 90 Eun Hee Shin, Won Il Park, Bong Gu Song, Kyu-Sik Chang, Wook-Gyo Lee, E-hyun Shin, Mi-Yeoun Park and Jong Yul Roh
P033	A New Species of <i>Xenylla</i> (Collembola: Hypogastruridae) from Korea 91 Kyung-Hwa PARK
P034	Barcoding Old Lepidopteran Specimens Using New Designed Specific Primer Pairs 92 Taeman Han, Wonhoon Lee, Youngbo Lee, Namjung Kim, Shin-ichi Akimoto and Haechul Park
P035	형태적 혼동종, 연노랑풍뎅이와 등얼룩풍뎅이의 분자마커를 이용한 종 진단 재검토 93 이연희, 한태만, 이영보, 김진일, 박해철
P036	Checklist and distribution of tropical Southeast Asian Hydropsychidae (Trichoptera) 94 Christine Jewel C. Uy and Yeon Jae Bae
P037	Review of the Genus <i>Exetastes</i> (Hymenoptera: Ichneumonidae: Banchinae) from South Korea 95 Gyu-Won Kang, Seung-Ho Oh and Jong-Wook Lee
P038	Review of the Genus <i>Epirhyssa</i> Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae: Rhyssinae) from South Korea, with Description of One New Species 96 Ki-Beom Kim and Jong-Wook Lee
P039	First Record of the Family Ceraphronidae (Hymenoptera: Ceraphronoidea) from South Korea 97 Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee

P040	First Record of the Family Ismaridae (Hymenoptera: Diaprioidea) from South Korea 98 Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee
P041	First Record of the Family Proctorenyxidae (Hymenoptera: Proctotrupoidea) from South Korea 99 Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee
P042	<i>Acruliopsis ussuriensis</i> Zerche and <i>Xylodromus daimio</i> (Sharp) (Coleoptera: Staphylinidae: Omaliinae) New to Korea 100 Tae-Kyu Kim and Kee-Jeong Ahn
P043	First Record of the Genus <i>Thomsonina</i> Hellén, 1941 (Hymenoptera: Proctotrupidae) from South Korea 101 Bi-A Park, Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee
P044	Three New Species of the Genus <i>Probles</i> Förster (Hymenoptera: Ichneumonidae: Tersilochinae) from South Korea 102 Ekaterina N. Balueva, Andrey I. Khalaim, Ki-Beom Kim and Jong-Wook Lee
P045	Review of the Genus <i>Litochila</i> (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) from South Korea 103 Seung-Ho Oh and Jong-Wook Lee
P046	Taxonomy of the Genus <i>Aproceros</i> and <i>Yasumatsua</i> (Symphyta: Argidae: Sterictiphorinae) with Descriptions of One New Species from South Korea 104 Su-Bin Lee, Meicai Wei and Jong-Wook Lee
P047	Taxonomy of the Genus <i>Sterictiphora</i> (Hymenoptera: Argidae: Sterictiphorinae) with Descriptions of Five New Species 105 Su-Bin Lee, Meicai Wei and Jong-Wook Lee
P048	A new species of Genus <i>Onychiurus</i> (Collembola, Onychiuridae) from Korea 106 In-Ae LEE and Kyung-Hwa PARK
P049	<i>Sphaeroderma seriatum</i> Baly (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae), New to Korea 107 Jinyoung PARK, Jong Eun Lee and Jong Kyun Park



P050 First report of *Elasmus japonicus* Ashmead (쌍살벌살이좀벌(신칭)) (Hymenoptera: Eulophidae) recovered from nests of three Polistes species (Hymenoptera: Vespidae) in South Korea 108
Moon-Bo Choi and Jong-Wook Lee

P051 Five Newly Recorded Subfamilies of the Family Ichneumonidae with Eight Newly Recorded Species from South Korea 109
Jin-Kyung Choi, Jong-Chul Jeong and Jong-Wook Lee

>> 곤충생리

좌장 : 유용만, 권형욱

P052 Identification and Field Test of Sex Pheromone Components from *Stathmopoda masinissa* 110
Junheon Kim, Seul-Bi Lee and Chung Gyoo Park

P053 Gateway system을 이용한 담배가루이 cDNA Library Construction 111
고나연, 박상은, 류태희, 김정곤, 신호섭, 권혜리, 김정규, 서미자, 임현섭, 유용만, 윤영남

P054 Behavioral regulation of nutrient intake in an omnivorous beetle, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) 112
Myoung Suk Rho, Kwang Pum Lee

P055 Q biotype of *Bemesia tabaci* in the Korean melon 113
Kim, Eunsung and Kim, Yonggun

P056 Cold hardiness of the palm thrips, *Thrips palmi* 114
Youngjin Park, Kwangho Kim and Yonggyun Kim

P057 Fatty acid composition of immune-associated tissues of *Spodoptera exigua* 115
Jiyeong Park and Yonggyun Kim

P058 먹이 조건에 따른 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*, Alydidae, Hemiptera)의 집합페로몬 분비량 차이와 종자별 선호성 116
신호섭, 김정곤, 류태희, 박상은, 고나연, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남

P059	Biochemical and Pathological Characters of Different Bt Cry Toxins 117 Eom, Seonghyeon and Kim, Yonggyun
P060	Detection of Secreted Protein of Teratocytes of <i>Cotesia plutellae</i> via LC-MS-MS 118 Wook Hyun Cha, Jong Bok Seo, Younggyun Kim and Dae-Weon Lee
P061	캐드헤린 반복 서열을 이용한 비티 농약 협력제 개발 119 홍유경, 박영진, 김용균
P062	톱다리개미허리노린재의 콩 꼬투리에서 섭식행동패턴 120 권혜리, 신호섭, 김정곤, 류태희, 박상은, 고나연, 서미자, 유용만, 윤영남
P063	Synergistic effects of both heating and diatomaceous earth treatments for the control of stored-product insect, <i>Plodia interpunctella</i> 121 Hanna Kim, Yeon Su Yu and Kyeong-Yeoll Lee
P064	Nutritional effects on starvation resistance in <i>Drosophila melanogaster</i> ... 122 Taehwan Jang and Kwang Pum Lee
좌장 : 정진교, 제연호	
P065	<i>Drosophila</i> Torsin proteins in regulation of motor-controls and oxidative stress 123 Hyo-min Ahn, Jong Bok Seo and Young Ho Koh
P066	Two distinct acetylcholinesterases possessing almost identical enzymatic activity in the damselfly <i>Vestalis gracilis</i> 124 Young Ho Kim, Deok Ho Kwon and Si Heock Lee
P067	Comparative transcriptome analysis of the venom sac and gland of social wasp <i>Vespa tropica</i> and solitary wasp <i>Rhynchium brunneum</i> 125 Ji Hyeong Baek, Jung Hun Oh, Young Ho Kim and Si Heock Lee
P068	Identification of abamectin responsible genes in <i>Tetranychus urticae</i> ... 126 Deok Ho Kwon, Ji Hyun Park and Si Hyeock Lee



P069	Comparison of <i>Diadegma fenestrale</i> Ichnovirus (DfIV) gene expression patterns in two Lepidopteran hosts 127 Ju Il Kim, Min Kwon, Si Hyeock Lee and Yonggyun Kim
P070	친환경 구기자재배지에서 해충의 계절적 발생소장 및 친환경제제의 방제효과 128 류태희, 박상은, 고나연, 김정곤, 신호섭, 권혜리, 김영국, 이보희, 서미자, 유용만, 윤영남
P071	Insecticidal and repellent effects of <i>Nicotiana benthamiana</i> against the sweetpotato whitefly <i>Bemisia tabaci</i> 129 Sharma Sushant Raj, Jae-Kyeong Shim and Kyeong-Yeoll Lee
P072	발육영점온도에서 파밤나방의 발현유전체 130 김용균, 최봉기
P073	Development of congener-specific sex pheromone lures to males of <i>Grapholita molesta</i> and <i>Grapholita dimorpha</i> 131 Chung Ryul Jung, Seong-Ho Kim, Eun-Sung Kim and Yonggyun Kim
P074	Confirmation of epigenetic control of a viral histone H4 on two target genes determined by SSH analysis 132 Sunil Kumar and Yonggyun Kim
P075	Mutational analysis of epigenetic control efficacy of a viral histone H4 encoded in <i>Cotesia plutellae</i> bracovirus 133 Rahul P. Hepat and Yonggyun Kim
P076	JH nuclear receptor, <i>Met</i> , does not mediate JH action on hemocyte-spreading behavior in <i>Tribolium castaneum</i> 134 Rahul P. Hepat and Yonggyun Kim
P077	Cloning and expression of juvenile hormone esterase of the diamondback moth, <i>Plutella xylostella</i> (Linn.) 135 Xiaojun Gu and Yonggyun Kim
P078	Cadherin as a specific Cry1Ac receptor in the diamondback moth, <i>Plutella xylostella</i> 136 Youngjin Park and Yonggyun Kim

P079	옥수수 포장에서 수집된 조명나방 알기생벌 (<i>Trichogramma</i> sp.)의 ITS2 DNA 염기서열 비교 분석 137 서보윤, 정진교, 최준열, 박기진
-------------	--

좌장 : 한연수, 민경진

P080	Effect of storage mite, <i>Tyrophagus putrescentiae</i> extract on production of pro-inflammatory cytokines from human monocytic THP-1 cells 138 Sang Jin Jeon, Gi Hun Kim, Hyun Joong Kim, Kwang-Kyu Kim, Sang Kyun Koh and Chi-Young Yun
-------------	---

P081	Effect of Ticks, <i>Haemaphysalis longicornis</i> on production of proinflammatory cytokines from human monocytic THP-1 cells 139 Chang Ho Choi, Chang-Woo Kim, Hye-Ji Cha, Na-Eun Lee, Sang Jin Jeon, Kwang-Kyu Kim and Chi-Young Yun
-------------	---

P082	The effects of phytoncides released from <i>Chamaecyparis obtusa</i> on lifespan, healthspan and behavior in <i>Drosophila melanogaster</i> 140 Hyung-Seok Do and Kyung-JinMin
-------------	---

P083	Functional study of <i>N-acetyltransferase 1</i> (TcNAT1) involved in cuticle tanning pathway in the red flour beetle, <i>Tribolium castaneum</i> 141 Bonwoo Koo, Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane
-------------	--

P084	Chitinase 7 (TcCHT7) is required for cuticle lamina organization and chitin deposition in <i>Tribolium</i> 142 Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane
-------------	---

P085	TcCP30, non-RR cuticular protein, is required for rigid adult cuticle formation and development in the red flour beetle, <i>Tribolium castaneum</i> ... 143 Seulgi Mun, Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane
-------------	--

>> 곤충생태

좌장 : 조명래, 서보윤

P086	Foraging Activity of Competing Ants along Altitudinal Gradient in a High Mountain, South Korea 144 Tae-Sung Kwon and Cheol Min Lee
-------------	---



P087	동해안 산불피해지역 개미군집: 산불 후 개미군집의 변화 145 권태성, 이철민
P088	동해안 산불피해지역 개미군집: 복원방법이 개미군집에 미치는 영향 146 권태성, 이철민
P089	개미의 종내 및 종간 경쟁: 기온은 개미의 경쟁에 영향을 주는가? 147 권태성, 이철민
P090	태풍에 의해 형성된 숲틈(forest gap)에서 지표성 딱정벌레(Carabidae) 군집의 변화 148 이철민, 권태성, 천광일
P091	How do animals “see” the colors of insect? Visual modelling of animal vision to study insect coloration 149 Changku Kang, Jongyeol Moon and Piotr G. Jablonski
P092	참땃벌(<i>Vespula koreensis</i>)의 각 포식 재료에 따른 둥지 내 진입 속도 분석 ... 150 김경혜, 김길원
P093	Ontogeny of the locomotive behavior in a subsocial spider 151 Kil Won Kim, Soon Kil Ahn and Kyoung Hye Kim
P094	Ecological preference of <i>Monochamus saltuarius</i> against various species of trees 152 Hyun Kyung Kim, Ju-Hwan Han, Il-Kwon Park and Gil-Hah Kim
P095	Mosquito Fauna of Habitats for Migratory Birds in Korea 153 Hyunwoo Kim, Sung Chan Yang, Hyung Woo Lim, Chan Hee Park, Wook-Gyo Lee, Jong Yul Roh, Mi Yeoun Park and E-Hyun Shin
P096	Development and characterization of 12 microsatellite loci from blueberry gall midge <i>Dasineura oxycoccana</i> (Diptera: Cecidomyiidae) ... 154 Hyujoong Kim, Sangwook Park, Taek-Jun Kang, Sejin Kim and Heung-Sik Lee
P097	Preliminary population genetics study of blueberry gall midge <i>Dasineura oxycoccana</i> (Diptera: Cecidomyiidae) from Korea and USA 155 Hyujoong Kim, Sangwook Park, Taek-Jun Kang, Sejin Kim and Heung-Sik Lee

P098	Which sensory organ is used to find more cryptic positions and body orientations in moths? 156 Jongyeol Moon, Changku Kang and Piotr G. Jablonski
P099	GM벼와 일반 재배종 벼에서 곤충상 비교 157 윤준호, 김현후, 강주완, 최원석, 김정균, 안수정, 박정준
P100	참땃벌(<i>Vespula koreensis</i>) 일꾼의 먹이자원 이용도에 따른 포식행동 분석 ... 158 백지현, 김경혜, 오석민, 이동욱, 김태훈, 이지민, 이희원, 최민석, 김길원
좌장 : 박정준, 임언택	
P101	Occurrence and Ecology of Woolly Apple Aphid in Apple Orchards 159 Sun-Young Lee, Kyung-Hee Choi, Yun-Su Do, Changmann Yoon, Kyeong-Ho Chung and Gil-Hah Kim
P102	Dispersal and flight behaviour of <i>Platypus koryoensis</i> (Coleoptera: Curculionidae) estimated by mark-release-recapture 160 Cha Young Lee, Youngwoo Nam, Won Il Choi and Sang-Hyun Koh
P103	Study on macrolepidoptera diversity using light trap catches in Korea, 2012 161 Sung-Jae Jeon, Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh and Won il Choi
P104	봉군에서 들고나는 꿀벌(<i>Apis mellifera</i>)의 일주기 행동패턴 분석 162 최민석, 김배성, 김경혜, 백지현, 김길원
P105	매실 씨방을 가해하는 복숭아씨살이좀벌 (<i>Eurytoma maslovskii</i>)의 발생 보고 163 홍기정
P106	Seasonal changes of macroinvertebrate communities in a reference stream in Mt. Gariwang 164 Mi-Jung Bae, Hyun-Duk Cho, Nalil Chung, Tae-Sung Kwon, Byung Bae Park and Young-Seuk Park
P107	Changes of functional guilds in benthic macroinvertebrates in a undisturbed headwater stream 165 Mi-Jung Bae, Yong-Su Kwon, Tae-Sung Kwon and Young-Seuk Park



P108	열대/아열대채소 오코라, 쓴오이, 인디언시금치에서 발생하는 해충 정보 166 송명규, 김시동, 이기열, 김길하
P109	골프장 주요해충 발생양상 및 방제적기 167 정태성, 이재홍, 문윤기, 권순배, 황미란, 김재록
P110	Comparison of the effect of temperature on survivorship and fecundity of two planthoppers, <i>Laodelphax striatellus</i> and <i>Sogatella furcifera</i> 168 Jeong Joon Ahn, Changu-Gyu Park, Hong-Hyun Park, Kwang-Ho Kim, Sang-Gye Lee and Hyun-Gwan Ko
P111	2012 Occurrence of major moths in corn on southern region 169 Hwi-Jong Lee, Man-Young Choi, Hyeong-Kwon Shim, Tae-Hwan Noh and Chae-Hoon Paik
P112	애멸구의 벼 품종별 선호도와 피해정도 170 이휘중, 최만영, 심형권, 노태환, 백채훈, 송민호
P113	<i>Wolbachia</i> infection according to geographical location in <i>Aedes</i> <i>albopictus</i> (Diptera: Culicidae) in Korea 171 Chan Hee Park, HyungWoo Lim, HyunWoo Kim, Mi Yeoun Park, Wook-Kyo Lee, Jong Yul Roh, Kyu Sik Chang and E-Hyun Shin
P114	보리나방의 먹이별 저장중 개체수 증가량 172 최만영, 이휘중, 심형권, 노태환
P115	Biology of <i>Anatatus orientalis</i> (Hymenoptera: Eupelmidae), a parasitoid of lantern-fly <i>Lycorma delicatula</i> White (Hemiptera: Fulgoridae) in China .. 173 Man-Young Choi and Yang Zhong-qi

좌장 : 권태성, 김길원

P116	Visual Preferences of Pentatomids and an Alydid: Color and LED Tests .. 174 Soon Do Bae, Bishwo P. Mainali, Hyun Ju Kim, Young Nam Yoon and In Seok Oh
P117	Biological Attributes of <i>Riptortus pedestris</i> Reared on Different Leguminous Seeds 175 Bishwo P. Mainali, Soon Do Bae, Hyun Ju Kim, Young Nam Yoon and In Seok Oh

P118	목화면충좀벌과 목화검정진디벌의 싸리수염진딧물에 대한 기능반응 176 강은진, 김정환, 변영웅, 고현관
P119	목화검정진디벌의 싸리수염진딧물에 대한 생물학적 특성 비교 177 강은진, 김정환, 변영웅, 고현관
P120	진딧물 방제를 위한 갯끈동부에서 아카시아진딧물의 벅커플랜트로 이용 가능성 .. 178 조점래, 김용현, 김정환
P121	꽃매미벼룩좀벌(가칭)(<i>Anastatus</i> sp.)의 생물적 특성 179 조점래, 김정환, 김정란, 최만영, 변영웅, 고현관
P122	갈색날개매미충(<i>Ricania</i> sp.)의 온도발육과 부화시기 예찰 180 강택준, 김세진, 김동환, 조명래
P123	당귀, 황기 등 주요 약용작물 발생 해충 종류 및 특징 181 강택준, 김동환, 안승준, 김형환, 양창열
P124	굴참나무잎에 발생한 흑의 원인 보고 182 김동목, 임언택
P125	Interspecific competition reduces adult reproduction and longevity of <i>Frankliniella occidentalis</i> greater than <i>Frankliniella intonsa</i> 183 Mohammad M.H. Bhuyain and Un Taek Lim
P126	Reproduction potential of <i>Riptortus pedestris</i> collected in aggregation pheromone trap and evaluation of their eggs as host resources of egg parasitoids 184 Eunmok Kim, June-Yeol Choi and Un Taek Lim
P127	심비디움에서의 해충 발생 및 방제 현황 185 김동환, 조명래, 전성욱, 강택준, 김형환, 안승준, 양창열
P128	시설포도원에 발생하는 응애 및 총채벌레의 종류와 발생소장 186 안승준, 박철홍, 강택준, 김형환, 양창열, 김동환
P129	복숭아와 자두에 발생하는 복숭아순나방붙이와 복숭아순나방의 피해양상 비교 187 양창열, 안승준, 최경희, 강택준, 김형환, 김동환, 조명래



P130	Study on Emergence Pattern and Prediction of Insect(Lepidoptera: Papilionidae) in a Perspective of Climate Change 188 Kang Woon Lee, Dong Jae Lee, Hong Yul Seo and Neung Ho Ahn
-------------	---

좌장 : 박해철, 장이권

P131	Biology and temperature effects on development on overwintering <i>Langia zenzeroides</i> Moore (Lepidoptera: Sphingidae) pupa 189 Kang Woon Lee and Oh Hyun Kwon
-------------	--

P132	Species Diversity of Caterpillars Feeding on the foliage Oak Trees (<i>Quercus</i> spp.) in the Korean Peninsula 190 Kang Woon Lee, Dong Jae Lee, Hong Yul Seo and Neung Ho Ahn
-------------	---

P133	Control of Invasive Alien Species (IAS) by Endangered species <i>Lethocerus deyrollei</i> Vuillefroy (Hemiptera: Belostomatida) 191 Dong Jae Lee, Rajala Dangol and Kang Woon Lee
-------------	--

P134	Community structure of hemipterans in reclaimed lands from western coast, Korea 192 Sue-Yeon Lee, Seung-Tae Kim, Jong-Kook Jung, Youngho Cho, Youngjin Kim, Sang-Ho Nam and Joon-Ho Lee
-------------	--

P135	Spider Community of River basin from Korea 193 Sue Yeon Lee, Jong Kook Jung, Jung Sun Yoo, Joon Ho Lee and Seung Tae
-------------	---

P136	Differences of soil invertebrate communities between larch planted forest and natural deciduous forest in Mt. Gariwang 194 Seung-Jae Jung, Tae-Sung Kwon, Byung Bae Park and Young-Seuk Park
-------------	---

P137	Edge effects on ground beetle assemblages along forest-crop gradients in rural forests 195 Jong-Kook Jung, Seung-Tae Kim, Sue-Yeon Lee, Sun Kyeong Lee and Joon-Ho Lee
-------------	---

P138	Emergence, mating and oviposition behaviors in <i>Ostrinia scapularis</i> (Lepidoptera: Crambidae) in a constant environmental condition 196 Jin Kyo Jung and Bo Yoon Seo
-------------	--

P139	2013년도 보은지역 복숭아유리나방(<i>Synanthedon bicingulata</i>) 발생 현황 197 한종우, 김익환, 이경자, 김기식, 강보구
P140	2013년도 보은지역 사과유리나방(<i>Synanthedon haitangvora</i>) 발생 현황 .. 198 한종우, 김익환, 이경자, 김기식, 강보구
P141	유기농 초생재배 감귤원의 초종별 해충발생 양상 199 황록연, 현재욱
P142	충북 음성지역 아카시나무의 미국선녀벌레 산란 특성 200 황세구, 이경희, 송인규
P143	Review of mites of Mesostigmata in Korea 201 Eunsun Keum and Chuleui Jung
P144	한경-안덕 꽃자왈의 함정덫(Pit-fall Trap)에 유인된 지표성 딱정벌레목 (Coleoptera) 분포 202 민동원, 양경식, 강성혁, 김은미, 김동순
P145	진사회성 말벌의 포식 전략 연구: 포식 비용 균등화 조건에서 참땃벌 (<i>Vespula koreensis</i>)의 나이에 따른 행동다형현상 203 김경혜, 백지현, 최민석, 김길원
좌장 : 양창열, 임주락	
P146	Efficacy of insecticides on <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) under greenhouse and laboratory condition 204 Rameswor Maharjan and Chuleui Jung
P147	방사간격과 방사량에 따른 조명알벌의 조명나방 기생률 변동 205 최준열, 최낙중, 정진교
P148	호두나무잎벌레(<i>Gastrolina depressa</i>) (Coleoptera: Chrysomelidae)의 형태적 및 생태학적 특성 206 박일권, 장석준, 전윤미, 김성웅, 염화정, 이효림
P149	COI 마커를 이용하여 국내 및 국외의 흰등멸구(<i>Sogatella furcifera</i>) (Hemiptera: Delphacidae) 유전적 변이 비교 207 남화연, 민수정, 이준호



P150	Microsatellite marker를 이용한 국내 서해안 지역 월동 애벌레(<i>Laodelphax striatellus</i> Fallen) (Hemiptera: Delphacidae) 개체군의 유전적 다양성 208 손병인, 박마라나, 정종국, 임재성, 이선경, 이효석, 남화연, 민수정, 이준호
P151	기후변화에 따른 먹노린재(<i>Scotinophara lurida</i> Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae)의 중만생종 벼 본답 내 정착 가능성 예측 209 이효석, 강위수, 안문일, 이준호
P152	Description of advertisement songs in three cicada species of Korea 210 Nguyen Quynh Hoa and Yikweon Jang
P153	한라산 중산간 목장의 소똥구리과(Scarabaeidae) 분포 211 양경식, 강성혁, 민동원, 김동순, 고미희, 정용환
P154	복숭아씨살이좀벌(<i>Eurytoma maslovskii</i>)에 의한 전남지역 매실의 피해실태 212 최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용
P155	느티나무를 가해하는 앞털몽뚝나무좀 (<i>Scolytus frontalis</i> Blandford: Scolytidae)생태 213 권건형, 지은미, 박근호, 권영대
P156	Movement behavior of <i>Reticulitermes speratus kyushuensis</i> (Isoptera: Rhinotermitidae) in tunnels with different slopes 214 Sang-Bin Lee, Bo-Moon Kim, Hungsoo Kim, Sang-Hee Lee and Tae-Soo Chon
P157	A checklist of host plants of the genus <i>Anoplophora</i> Hope (Coleoptera: Cerambycidae) with a new host record in Korea 215 Jongok Lim, Jong-Su Lim, Shin-Young Park, Su-Min Oh, Kuk-Hyang Ko, Il-Kwon and Bong-Woo Lee
P158	백록담의 딱정벌레목 곤충의 분포 216 이영돈, 김경범, 신창훈, 김동순
P159	Population structure of the invasive black soldier fly, <i>Hermetia illucens</i> (Diptera: Stratiomyidae) in Korea 217 Gilsang Jeong, Eunjoo Choi, Yonggu Lee, Young-cheol Choi, Sang-beom and Hansu Choi
P160	끈끈이카드를 이용한 벼 멸구류 및 거미류 조사결과 218 박홍현, 최홍수, 고현관, 이관석, 송유한

P161	기후인자를 활용한 한국산 박각시과 (Lepidoptera: Sphingidae)의 종 분포에 관한 연구 219 한용구, 조영호, 김영진, 최민주, 남상호
P162	Considerations of Biodiversity on Macroinvertebrates in Organic farming and Conventional farming, Korea 220 Myoungchul Kim, Seungphil Chun, Johnkook Lee and Minhoo Lee
P163	Surveillance of chigger mites using new chigger mite collecting traps in autumn, 2012 221 Won Il Park, Jong Yul Roh, Eun Hee Shin, Bong Gu Song, Wook-Gyo Lee, E-hyun and Mi-Yeoun Park
P164	Development of the Smart Mosquito Counter & Its Capability: Can We Measure the Mosquito Population? 222 Hoonbok Yi, Jae seung Yu, Kyeongoh Park3 , Sangae Kim, E-hyun Shin, Wookgyo Lee and Mihyun Park
P165	The Study of Environmental Risk Assessment in Living Modified Silkworm (<i>Bombyx mori</i>) 223 Kim Hyunjung, Jongwoo Nam, Chuleui Jung, Tae Won Goo and Hoonbok Yi
P166	온대림에 서식하는 나방 애벌레의 먹이식물 다양성 연구 224 김남희, 최세웅
P167	국내 주요 말라리아 위험지역에서의 매개모기 밀도와 환자발생 양상 (2009~2012) 225 김성윤, 유대현, 노종열, 장규식, 이육교, 신이현, 박미연
P168	나주 배 수출단지내 꼬마배나무이 발생양상 분석 226 박정선, 이상현, 양광렬, 김월수, 김익수
P169	Distribution of Mosquitoes Collected Using BG-sentinel Trap around Cheongju International Airport and Pyeongtaek Port, Korea 227 Sung-Chan Yang, E-Hyun Shin, Kyu-Sik Chang, Jong Yul Roh, Mi-Yeoun Park and Wook-Gyo Lee



P170 제주도 내 운문산반딧불이의 분포, 출현 및 개체크기 조사 228
김태수, 권관익, 김슬옹, 이제민, 장갑수, 최문보

P171 First report of interspecific facultative social parasitism of *Polistes djakonovi* by *Polistes mandarinus* (Hymenoptera: Vespidae) in South Korea 229
Moon-Bo Choi

P172 Rearing the swallowtail butterfly, *Papilio xuthus*, on a pellet-type artificial diet 230
Seonghyun Kim, Namjung Kim, Seongjin Hong, Haechul Park, Youngbo Lee, Kwanho Park and Wonho Choi

P173 호랑나비(*Papilio xuthus*)의 생육특성에 관한 연구 231
이상현, 김세권, 김남이, 배경신, 최영철

>> 해충방제

좌장 : 정영진, 우수동

P174 성페로몬을 활용한 배 가루깍지벌레 예찰과 방제 232
조영식, 송장훈, 임경호, 최진호, 이한찬

P175 수확 후 관리시설의 해충방제를 위한 열-훈증-대기조성 3중 복합처리 시스템 개발 233
이재설, 조봉균, 박재범, 이경열, 김한나, 유연수

P176 Efficacy and Quality Evaluation of Phosphine Fumigation as potential Alternative to Methyl Bromide in Applying Imported Pineapples 234
J.O. Yang, D.H. Cho, M.S. Kim, Y.M. Moon, B.S. Kim and B.H. Lee

P177 Commercial Scale Fumigation of Ethyl Formate for Promising Export Paprika and Tomato in Korea 235
B.S. Kim, S.A. Jung, H.J. Park, E.J. Myung, M.G. Park and B.H. Lee

P178 포도원에서 이마점애매미충(*Arboridia maculifrons*)의 피해정도가 광합성에 미치는 영향 및 LED 유인 반응 236
김선국, 이석호, 이윤상, 이재웅, 홍의연, 김길하

P179	뽕나무이 방제를 위한 친환경자재 선발 237 김주, 김주희, 정성수
P180	Comparative development and reproduction of <i>Tetranychus urticae</i> by electron beam and X-ray irradiation 238 Hyunah Kim, Seung-Hwan Yun, Seon-Woo Lee, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
P181	Electron beam sensitivity and DNA damage in imidacloprid-resistant and -susceptible strains of <i>Aphis gossypii</i> 239 Seung-Hwan Yun, Sang-Eun Park, Soon-Kyu Lee, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim
P182	Insecticidal effect of aggregation pheromone fish net trap using residual effect of insecticides against bean bug, <i>Riptortus pedestris</i> (Hemiptera: Alydidae) 240 Seon-Woo Lee, Seung-Hwan Yun, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo, Young-Nam Youn and Gil-Hah Kim
P183	열대 관상수 2종에 발생한 가루깍지벌레(<i>Pseudococcus comstocki</i> (Kuwana))와 점박이응애(<i>Tetranychus urticae</i> Koch)의 천적 적용 가능성 ... 241 이준석, 함은혜, 최영철, 이봉우, 안태현
P184	Essential oil을 이용한 호박과실파리 산란 기피물질 탐색 242 전성욱, 강택준, 김동환, 양창열, 김형환, 안승준, 조명래, 권선정, 박해웅
P185	전자빔 조사가 왕담배나방(<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner))의 발육과 생식에 미치는 영향 243 정순오, 김준현, 장신애, 박정규
P186	Controlled atmosphere and temperature treatment system for a quarantine tool of <i>Grapholita molesta</i> in apples 244 Chung Ryul Jung, Ki-Myeon Kwon and Yonggyun Kim
P187	양송이버섯에서 LED 광원이 버섯파리, <i>Lycoriella ingenua</i> 의 유인 및 포살에 미치는 영향 245 김형환, 김동환, 조명래, 양창열, 강택준, 안승준, 권선정, 전성욱, 송진선, 이찬중, 정종천

P188	Oxygenated phosphine fumigation for control of Japanese termite <i>Reticulitermes speratus</i> Kolbe (Isoptera: Rhinotermitidae) 246 Kwang-Soon Choi, Jun-Won Park, Bong-Su Kim, Byung-Ho Lee, Hyun Kyung Kim and Gil-Hah Kim
P189	Fumigant activity of ethyl formate and phosphine to <i>Phthorimaea operculella</i> (Lepidoptera: Gelechiidae) 247 Kwang-Soon Choi, Min-Jun Kim, Hyun Kyung Kim and Gil-Hah Kim
P190	Fumigant activity of phosphine against wood boring insects 248 Kwang-Soon Choi, Jun-Won, Park, Hyun Kyung Kim and Gil-Hah Kim
P191	Toxicity of basil oil constituents and related compounds and efficacy of spray formulations containing the oil to <i>Dermatophagoides farinae</i> ... 249 Haribalan Perumalsamy, Jun-Ran kim, JaeYeonKim, Kum Na Ra Hwang and Young-JoonAhn
P192	Control of <i>Nilaparvata lugens</i> by Entomopathogenic <i>Beauveria bassiana</i> ERL isolates 250 Sang Sick Lee, Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Hee Won Yang and Jae Su Kim
P193	A Novel Approach: <i>Beauveria bassiana</i> Granules Applied to Nursery Soil for Management of Rice Water Weevils in Paddy 251 Se Jin Lee, Chae Hoon Im, Jeong Seon Yu, Teak Soo Shin and Jae Su Kim
P194	Control effects of <i>Frankliniella occidentalis</i> by trap plant and natural enemy(<i>Orius laevigatus</i>) in Chrysanthemum Polyvinyl Houses 252 Yong Seok Choi, In Su Hwang, Jun Seok Lee, Eun Hye Ham and Deog Kee Park
P195	파밤나방에 활성있는 <i>Bacillus thuringiensis</i> 균주와 tannic acid와의 혼합처리에 따른 균주특이성 및 소화효소 연구 253 진나영, 이유경, 전미진, 오산나, 서미자, 윤영남, 유용만
P196	황색 LED 펄스광을 이용한 왕담배나방의 방제효과 254 윤정범, 노무라 마사시, 이시쿠라 사토시, 이공인, 김동억, 허정욱

P197	Possibility of multiple greenhouse pests control with culture fluid of aphid pathogenic fungi <i>Beauveria bassiana</i> isolate 255 Jeong Jun Kim, Gayoung Jeong, Ji Hee Han and Sang Yeob Lee
P198	강원 고랭지 옥수수 왕담배나방(<i>Helicoverpa armigera</i>) 발생 패턴 및 방제제 선발 256 김주일, 권민, 김점순, 이영규, 지삼녀, 심재동, 정진교, 박기진, 장은하
P199	Selection and Application of bioactivity compound from Entomopathogenic fungi 257 Tae Young Shin, Seung Hyun Ko, Jae Bang Choi, Sung Min Bae and Soo Dong Woo
P200	콩풍뎅이(<i>Popillia mutans</i>)의 장내세균인 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 의 식물병원성 곰팡이에 대한 항균활성 258 오산나, 진나영, 이유경, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만
P201	넝(Neem)과 고삼 기반의 식물성살충제가 굴굴나방 및 기생봉 천적의 발생에 미치는 영향 259 현승용, 김동순
P202	알래스카 토양에서 나방류 해충에 살충활성을 나타내는 <i>Bacillus thuringiensis</i> 균주 탐색 260 이유경, 진나영, 오산나, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만
좌장 : 홍기정, 김도익	
P203	RNA interference of chitinase gene in <i>Spodoptera litura</i> 261 Mijin Jeon, Nayoung Jin, Sanna Oh, Youkyoung Lee, Mija Seo, Youngnam Youn, Yongman Yu
P204	배과원에서 천적 풀잠자리, <i>Chrysoperla nipponensis</i> 를 이용한 배 가루깍지벌레 방제효과 262 이영수, 이현주, 장명준, 정구현, 함은혜
P205	경기지역 청경채 주요 해충 및 천적곤충의 발생양상 263 이영수, 이현주, 장명준, 정구현, 이진구
P206	단감원에서 동보기생파리에 대한 선택독성 264 정부근, 임유진, 이홍수, 최시림, 이상대



P207	Isolation and virulence assay of three entomopathogenic fungus for the microbial control of <i>Spodoptera exigua</i> 265 Ji Hee Han, Hyeong Gyeong Kim, Hun Tae Lim, Jeong Jun Kim and SangYeob Lee
P208	감귤원에 발생하는 응애류의 효율적인 방제법 연구 266 황록연, 현재욱
P209	사탕무씨스트선충 방제효과 검정 방법 267 이나리, 김동우, 전재용
P210	솔수염하늘소 성충에 대한 방제약제의 연막살포 효과 268 김동수, 김준범, 정영진
P211	곤충병원성곰팡이와 식물추출물의 혼합농도에 따른 해충별 살충효과 규명 .. 269 박제경, 홍석일, 이재준, 김영권
P212	실내에서 봉산 먹이 미끼가 애넓적밀빠진벌레의 살충률에 미치는 영향 270 장용석, 김용근, 권순화, 오성오, 김상희, 현진아, 김동순
P213	Larvicidal activity of medicinal plant extracts and lignan identified in <i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i> roots against house fly (<i>Musca domestica</i> L.) 271 Il-Kwon Park, Seon-Mi Seo, Yoon-Mi Jeon, Sung-Woong Kim, Hwa-Jeong Yeom and Hyo-Rim Lee
P214	Development of Eco- Friendly Agent by Actinomycetes and Plant Extracts controlling in Plant Root-Knot Nematodes (<i>Meloidogyne</i> sp.) .. 272 Sangdong Bae, HeeSoo Jang and Jongsang Chung
P215	Toxicity of Plant Essential Oils and Spray Formulation against Citrus Flatid Planthopper <i>Metcalfa pruinosa</i> Say (Hemiptera: Flatidae) 273 Jun-Ran Kim, Chang Woo Ji, Bo Yoon Seo, Chang Gyu Park, Kwan-Seok Lee and Sang-Guei Lee
P216	Acaricidal activity of identified constituents from <i>Pimenta racemosa</i> and <i>Cymbopogon martini</i> essential oils toward <i>Dermatophagoides farinae</i> .. 274 Jun-Ran Kim, Haribalan Perumalsamy, Sang-Guei Lee and Young-Joon Ahn

P217	Bee-vectoring 기술에서 이용가능 미생물제제 선발 및 <i>Bacillus subtilis</i> Y1336 농가실증 275 박홍현, 김정준, 김광호, 이상계
P218	<i>Paenibacillus elgii</i> 의 시판농자재와 혼합에 따른 배추좀나방 (<i>Plutella xylostella</i> L.)의 방제 효과 검정 276 왕아라, 신태영, 이용성, 우수동, 정우진, 한연수, 김길용, 김익수

>> 곤충산업·환경

좌장 : 김길하, 윤형주

P219	방충 기피물질 처리 다층필름 포장소재에 대한 화랑곡나방(<i>Plodia interpunctella</i>)의 기피효과 277 나자현, 여상현, 류문일, 천용식
P220	Functional characterization of cellulase gene endo- β -4-glucanase from the lower termite <i>Coptotermes gestroi</i> 278 Kyungjae Andrew Yoon, Young Ho Kim and Si Hyeock Lee
P221	화랑곡나방(<i>Plodia interpunctella</i>)과 어리쌀바구미 (<i>Sitophilus zeamais</i>)에 대한 한약재 추출물의 방충 기피효과 279 천용식, 여상현, 류문일, 나자현
P222	벼메뚜기 연중생산을 위한 난의 저장 기간 및 온도 조건 280 강성주, 김정은, 김현진, 김선곤, 최향철
P223	DNA barcoding of the Korean <i>Lymantria</i> Hübner, 1819 (Lepidoptera: Erebidae: Lymantriinae) for quarantine inspection 281 Tae Hwa Kang, Kwang-Su Lee, Min Young Kim, Su Bong Ha and Heung-Sik Lee
P224	Antimicrobial Activity of a Honeybee (<i>Apis cerana</i>) Venom Kazal-Type Serine Protease Inhibitor 282 Bo Yeon Kim, Kwang Sik Lee, Feng Ming Zou, Hu Wan, Yong Soo Choi, Hyung Joo Yoon, Hyung Wook Kwon, Yeon Ho Je and Byung Rae Jin
P225	폐버섯 배지를 먹이로 이용한 갈색거저리의 생육 특성 283 김선곤, 구희연, 오형근, 강성주, 김정은, 한지영, 최향철



P226	갈색거저리의 건조방법별 항균활성과 항산화 효과 284 김현진, 김선곤, 김정은, 최향철
P227	벼메뚜기의 추출용매별 항산화활성 및 아질산염소거능 285 김현진, 강성주, 최향철, 정재희, 김수환, 김용두
P228	땅강아지, <i>Gryllotalpa orientalis</i> (Orthoptera: Gryllotalpidae)의 실내누대사육 연구 286 박영규, 정일순, 한옥순, 이영보, 최영철
좌장 : 진병래, 박정규	
P229	쌍별귀뚜라미, <i>Gryllus bimaculatus</i> (Orthoptera: Gryllidae)의 사육밀도에 따른 섭식량, 성충사망률 및 부화 약충수 287 박영규, 이형근, 강승호, 정일순, 최영철
P230	보현산 다목적 댐 건설에 의한 곤충상 변화 288 임자량, 박진영, 최익제, 오용균, 박종균
P231	Detection of Black Queen Cell Virus via Quantitative Real-Time PCR ... 289 Na Rae Choi, Chuleui Jung and Dae-Weon Lee
P232	Detection of <i>Nosema ceranae</i> from <i>Bombus terrestris</i> via Quantitative Real-Time PCR 290 Na Rae Choi, Yun Jeong Hwang, Young Bin Jeon, Yu Ni Seo, Chuleui Chung and Dae-Weon Lee
P233	A Bumblebee (<i>Bombus ignitus</i>) Venom Serine Protease Inhibitor that Acts as a Microbial Serine Protease Inhibitor 291 Hu Wan, Bo Yeon Kim, Kwang Sik Lee, Hyung Joo Yoon, Kyung Yong Lee and Byung Rae Jin
P234	애완 곤충에 대한 일반인들의 이해도 및 인지도 분석 292 배성민, 최재방, 신태영, 고승현, 김희정, 이승희, 곽원석, 안용오, 김은진, 우수동
P235	Comparative analysis of nutritional and harmful components in the Korean and Chinese mealworms (<i>Tenebrio molitor</i>) 293 Eun-Young Yun, Jae-Sam Hwang, Tae-Won Goo, Young-Il Yoon, Mi Yeon Chung and Mi-Ra Yoo

P236	갈색거저리 에탄올 추출물의 멜라닌 생성 저해 효과 294 김현애, 최영철, 박관호, 곽규원, 남성희
P237	봉독의 제 2형 콜라겐 조절을 통한 연골분해 억제 효능 탐색 295 정윤정, 조현지, 장영채
P238	갈색거저리 채란용 채반 보급 296 최영철, 박영규, 이준석, 이상현, 남성희, 박관호
P239	Digestive protease activity and antibacterial activity against spoilage-relate bacteria of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) · 297 Park Kwanho, Nam Sunghee, Choi Youngcheol, Kim Hyunae, Ma Yeongju, Kim Seonghyun, Kang Minuk and Nho Sikab

>> 산업곤충

좌장 : 김재수, 이기열

P240	벼메뚜기 연중생산을 위한 부화기술 개발 298 강성주, 김정은, 김현진, 김선곤, 최향철
P241	새로운 학습애완용 곤충 대벌레의 인공먹이 개발 299 이진구, 김진영, 한정아, 서애경, 이운권, 박화용, 강창성
P242	국립농업과학원에서 인공사육중인 아메리카동애등에(<i>Hermetia illucens</i>)의 유전적 다양성 300 최영철, 박관호, 최한수, 문성경, 정길상
P243	Expression of <i>Bombyx mori</i> Cecropin A in <i>Beauveria bassiana</i> ERL1170 to Enhance Mycotized Mealworms for Use as Animal Feed Additives ··· 301 Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Hee Won Yang, Yeon Ho Je and Jae Su Kim
P244	Antifungal effect and pore-forming action of lactoferricin B like peptide derived from centipede <i>Scolopendra subspinipes mutilans</i> 302 Jae Sam Hwang, Hye min Choi, In Woo Kim, Joon Ha Lee, Sang Hee Kim, Eun Young Yun, Sung Hee Nam, Mi Young Ahn and Dong Gun Lee



P245 Biological activities of the synthetic peptide scolopendrasin I from the centipede, *Scolopendra subspinipes mutilans* 303
 Joon Ha Lee, In-Woo Kim, Sang-Hee Kim, Eun-Young Yun, Sung-Hee Nam, Mi-Young Ahn and Jae Sam Hwang

P246 Inhibition of melanin synthesis from organic solvent extracts composition of *Scolopendra subspinipes mutilans* 304
 In Woo Kim, Joon Ha Lee, Sang Hee Kim, Eun Young Yun, Sung Hee Nam, Mi Young Ahn and Jae Sam Hwang

좌장 : 안승준, 이대원

P247 Antimicrobial and antioxidative effects of the synthetic peptide CP112 in the *Scolopendra subspinipes mutilans* 305
 Sang-hee Kim, Joon Ha Lee, In-Woo Kim, Eun-Young Yun, Sung-Hee Nam, Mi-Young Ahn and Jae Sam Hwang

P248 Identification of Characterization and DNA sequence for *Nosema bombi* in Bumble bees from Gangwon Province, Korea 306
 Kyuwon Kwak and Sunghee Nam

P249 키위에서 화분분배장치(Pollen dispenser)를 이용한 서양뒤영벌의 방화활동 특성 307
 박인균, 김미애, 윤형주, 이경용, 박홍현, 강필돈

P250 국내 사슴벌레붙이(*Leptaulax koreanus*)의 종 정보와 향후의 연구 방향 308
 배한준, 한태만, 이영보, 김남정, 박해철

P251 Pollination effects by pollinator in the korean raspberry and the blueberry field 309
 Mi-Ae Kim, In Gyun Park, Hyung Joo Yoon and Kyeong Yong Lee

P252 멸종위기종, 상제나비(나비목 흰나비과)의 보전을 위한 DNA 바코드 특성 분석 310
 박해철, 한태만, 강태화, 이대암, 김성수, 정종철, 이영보

P253 도입된 상업용 거저리(*Zophobas atratus*)의 분류 및 형태유사종 갈색거저리와 대왕거저리와의 DNA 바코드 특성 분석 311
 박해철, 정부희, 한태만, 이영보, 김성현, 김남정

P254	Anti-inflammatory effect of Glycosaminoglycan from <i>G. bimaculatus</i> on adjuvant treated chronic arthritis rat model 312 Mi Young Ahn, Jae Sam Hwang and Eun Young Yun
P255	The Mitochondrial Genome of the Black Dwarf Honey Bee, <i>Apis andreniformis</i> (Hymenoptera: Apidae) 313 Ah Rha Wang, Min Jee KIM, Joo Young Lee, Yong Soo Choi, Ratna Thapa and Iksoo Kim
P256	Optimal Cold Temperature for the Artificial Hibernation of Bumblebee, <i>Bombus ignitus</i> Queens 314 Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee, Mi Ae Kim, Mi Young Ahn and In Gyun Park

>> 양봉

좌장 : 최용수, 김광호

P257	Ovarioles of Queens and Laying Workers of <i>Apis cerana</i> 315 Yong-Soo Choi, Man-Young Lee, In-Pyo Hong, Sun-ok Woo, Ha-Sik Sim, Gyu-Ho Byuon, Ratna Thapa and Myeong-Lyeol Lee
P258	Observations of oviposition behavior of egg-laying workers in queenless colonies of <i>Apis cerana</i> in Korea 316 Yong-Soo Choi, Man-Young Lee, In-Pyo Hong, Sun-ok Woo, Ha-Sik Sim, Gyu-Ho Byuon, Ratna Thapa and Myeong-Lyeol Lee
P259	Endoparasitic Wasp, <i>Apanteles galleriae</i> Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) of Lesser Wax Moth, <i>Achroia grisella</i> F. (Lepidoptera: Pyralidae): The First Korean Record 317 Yong-Soo Choi, Man-Young Lee, In-Pyo Hong, Sun-ok Woo, Ha-Sik Sim, Gyu-Ho Byuon, Ratna Thapa and Myeong-Lyeol Lee
P260	Compare with Differential hive about Occurring Honeybee Disease from <i>Apis cerana</i> in Chung-buk province 318 Yong-Soo Choi, Man-Young Lee, In-Pyo Hong, Sun-ok Woo, Ha-Sik Sim, Gyu-Ho Byuon, Dae-Hong Min and Myeong-Lyeol Lee



P261	Seasonal(The wet season) Detection of Disease from <i>Apis cerana</i> in Jeon-man province 319 Jung Eun Kim, Seon Gon Kim, Hyang Choul Choi, Sung Ju Kang, Kyeong Yong Lee, In Gyun Park, Mi Ae Kim, Yun Mi Kim and Yong Soo Choi
P262	격리육종장으로서 도서지역 이용 가능성 고찰 320 이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수, 이명렬, 한상미, 변규호, 김정민, 조미란
P263	아까시나무 개화기 꿀벌 수밀력을 이용한 우수 계통 선발 321 이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수, 이명렬, 한상미, 변규호, 김정민, 조미란
P264	여왕벌 농가이동 및 유입기술 개발 322 권천락, 김인석, 이수진, 최경
P265	여왕벌의 농가보급 전 벌통 종류에 따른 여왕벌 유지기술 323 이수진, 최경, 권천락, 김인석
P266	Comparison of polyproteins RNA dependent RNA polymerase (RdRp) and Peptidase-C3G of Deformed Wing Virus 324 Joo-Seong Lee and Byoung-Su Yoon
P267	Clarification of the Korean Sacbrood Virus based on Nucleotide sequence analysis and a study on the usefulness of RNA dependent RNA Polymerase of viral genome 325 Joong-Goo Lee and Byoung-Su Yoon
P268	Rapid and Sensitive detection of Deformed Wing Virus (DWV) by Ultra-Rapid Real-Time PCR(UR-RT PCR) 326 Hee-Young Lim and Byoung-Su Yoon
P269	Expression of RNA dependent RNA polymerase gene from BQCV in honey bee for application of monoclonal antibody generation 327 Giang Huong Thi Luong and Byoungsu Yoon
P270	Derivation of Cell Adapted Sacbrood Virus from Korean Native Honeybee 328 Mi-Sun Yoo, Chang-Hee Kweon, Young-Ha Kim, Nam-Hee Kim, Ha-Na Jung, Kondreddy Eswar Reddy, Suk-Chan Jung and Seung-Won Kang

P271	Rapid Detection Methods of Korean Sacbrood Virus 329 Mi-Sun Yoo, Young-Ha Kim, Nam-Hee Kim, Ha-Na Jung, Kondreddy Eswar Reddy, Suk-Chan Jung and Seung-Won Kang
P272	High-performance PCR for detection of Korean Sacbrood Virus(KSBV) in the honey bee, <i>Apis cerena</i> 330 Nam-Hee Kim, Mi-sun Yoo, Young-Ha Kim, Kondreddy Eswar Reddy, Ha-Na Jung, Suk-Chan Jung and Seung-won Kang
좌장 : 최만영, 김남정	
P273	Rapid diagnosis Development of viral honeybee disease using Multiplex PCR 331 Ha-Na Jung, Mi-Sun Yoo, Young-Ha Kim, Jin-Hyeong Noh, Nam-Hee Kim, Kondreddy Eswar Reddy, Suk-Chan Jung and Seung-Won Kang
P274	Prevalence of Honeybee Black Queen Cell Virus on Flowering Periods of <i>Robinia pseudoacacia</i> in 2013 332 In-Pyo Hong, Man-Young Lee, Soon-Ok Woo, Ha-Sik Sim, Yong-Soo Choi, Sang-Mi Han, Hye-Kyung Kim, Sang-Hoon Han, Kyu-Ho Byeon and Myeong-Lyeol Lee
P275	Chemical Composition of Oak Pollen after Mechanical Treatment 333 In-Pyo Hong, Man-Young Lee, Soon-Ok Woo, Ha-Sik Sim, Yong-Soo Choi, Sang-Mi Han, Hye-Kyung Kim, Sang-Hoon Han, Kyu-Ho Byeon and Myeong-Lyeol Lee
P276	Organic Compounds, Minerals and Vitamin C of Jujube (<i>Zizy jujube</i> var. <i>inermis</i>) Honey Produced in Korea 334 Weon Ki Paik, Ae Kyung Kwak, Myeong Lyeol Lee and Ha Sik Sim
P277	Organic Compounds, Minerals and Vitamin C of Hairy vetch (<i>Vicia villosa</i>) Honey Produced in Korea 335 Ae Kyung Kwak, Weon Ki Paik, Myeong Lyeol Lee and Ha Sik Sim
P278	Secretion characteristics of amount nectar <i>Zizy jujube</i> var. <i>inermis</i> in Korea 336 Ha sik-Sim, Man-young Lee, In-pyo Hong, Soon-ok Woo, Yong-soo Choi, Gyu-ho Byuon, Weon-ki Baiek, Young-ju Oh and Myeong-lyeol Lee



P279	Secretion amount of nectar a few medical herb plants in Korea 337 Ha sik-Sim, Man-young Lee, In-pyo Hong, Soon-ok Woo, Yong-soo Choi, Gyu-ho Byuon, Weon-ki Baiek, Young-ju Oh and Myeong-lyeol Lee
P280	Water soluble royal jelly enhances migration and proliferation of human dermal fibroblasts in vitro wound healing model 338 Sangmi Han, JungMin Kim, Miran Cho, Myeonglyeol Lee, Manyoung Lee, Inpyo Hong, Soonok Woo, Hasik Sim, Yongsu Choi and Younhee Jo
P281	PH에 따라 처리한 봉독의 성분 및 생리활성 변화 339 한상미, 조미란, 김정민, 이명렬, 이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수
P282	Anti-melanogenic effect of Water Soluble Royal Jelly on Melanin Biosynthesis 340 Sangmi Han, Jungmin Kim, Miran Jo, Myeonglyeol Lee, Manyoung Lee, Inpyo Hong, Soonok Woo, Hasik Sim and Yongsu Choi
P283	Radical Scavenging Effects of Propolis collected in Korea 341 Soon-ok Woo, In-pyo Hong, Sang-mi Han, Yong-su Choi, Ha-sik Sim, man-young Lee and Myoung-lyeol Lee
P284	프로폴리스 처리에 따른 딸기의 품질 변화 342 심하식, 이만영, 홍인표, 우순옥, 최용수, 변규호, 이명렬, 남명현
P285	양파 채종용 소형망실에 적합한 수분곤충 및 양파품종별 화분매개 효과 343 이경용, 이을태, 황보인식, 박인균, 김미애, 강필돈, 윤형주
P286	Effect of Insect Pollinators for Welsh Onion (<i>Allium fistulosum</i> L.) Seed Production at Small Net Screen house 344 Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee, In Gyun Park, Mi Ae Kim, Yun Mi Kim and Pil Don Kang
P287	Characteristics on Pollinating Activity of <i>Osmia cornifrons</i> and <i>Bombus terrestris</i> under Different Weather Conditions at Apple Orchard 345 Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee, Mi Ae Kim, In Gyun Park and Pil Don Kang
P288	The Pollination Method Using Bumblebee, <i>Bombus terrestris</i> in Apple Orchard 346 Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee, Sang Jin Yang, Jung Ae Lee and Pil Don Kang

P289	Pollination activities of 3 species of pollinators in the korean raspberry ··· 347 Mi-Ae Kim, In Gyun Park, Hyung Joo Yoon and Kyeong Yong Lee
P290	Stability of Purified Bee Venom on the Treatment Temperature ······· 348 Sangmi Han, Miran Cho, JoungMin Kim, Myeonglyeol Lee, Manyoung Lee, Inpyo Hong, Soonok Woo, Hasik Sim and Yongsu Choi
P291	멜리틴이 류마티스 관절염 환자의 활막세포 이동에 미치는 영향에 대한 연구 ··· 349 박기연, 이만영, 한상미, 김주현, 김성규, 최정윤
P292	외래 등검은말벌의 양봉장 출현 지역 조사 ······························· 350 이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수, 이명렬, 한상미, 변규호, 김정민, 조미란

>> 잠사과학

좌장 : 노시갑, 성규병

P293	아주까리누에의 이화학적 특성 ··· 351 김현진, 구희연, 박장현, 최향철, 정재희, 김용두
P294	The Dual Role of the Prophenoloxidase-Activating System in Cuticular Melanization and Innate Immunity in the Silkworm, <i>Bombyx mori</i> ······· 352 Kwang Sik Lee, Feng Ming Zou, Bo Yeon Kim, Hu Wan, Hyung Joo Yoon, Hong Ja Kim, Sook Jae Seo, Yeon Ho Je, Soo Dong Woo and Byung Rae Jin
P295	Development in Conservation Technology for <i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae) Genetic Resource ··························· 353 Hyojung Jin, Namjung Kim, Seong Hyun Kim, Won Ho Choi and Jong Bin Park
P296	Developmental characteristic of <i>Tenebrio molitor</i> larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in different larval instars ······························· 354 Jongbin Park, Namjung Kim, Wonho Choi, Seonghyun Kim and Hyojung Jin
P297	Characteristic Analysis of Multipurposal Sericinjam under Rearing ······· 355 Kee-young Kim, Gyoo-byung Sung, Hae-yong Kweon, Mi-ja Kim, Sang-duk Ji, Nam-suk Kim and Pil-don Kang



P298 누에 유전자원의 교배조합에 따른 1-deoxynojirimycin 함량 변화 356
 김용순, 임희진, 주완택, 김현복, 김기영, 김남숙, 김미자, 지상덕,
 류강선, 성규병

P299 뽕나무이 방제 적용 가능 약제가 5령 3일 누에에 미치는 영향 분석 357
 문형철, 김영옥, 조흥기, 최동철, 성규병

P300 오디 생산용 뽕나무 품종 ‘대심’의 육성 경위 및 특성 358
 성규병, 김현복, 김기영, 구희연, 서상덕, 이진근, 강필돈

P301 오디 수확 노력절감 및 낙과수집 장치 개발 359
 성규병, 김현복, 김기영, 김용순, 지상덕, 강필돈

P302 뽕나무 계통(품종)별 뽕잎의 rutin 함량 변이 (I) 360
 김현복, 김선림, 임희진, 주완택, 김용순, 성규병

P303 뽕나무 계통별 오디의 rutin 함량 및 품종변이 361
 김현복, 서상덕, 구희연, 석영식

P304 Production of the α -glycosidase inhibitor 1-deoxynojirimycin from a
 various strains 362
 Wan-Taek Ju, Hee-Jin Lim, Kee-Young Kim, Hyun-Bok Kim, Mi-Ja Kim,
 Kang-Sun Ryu, Gyoo-Byung Sung and Yong-Soon Kim

P305 잠분추출물의 추출 방법에 따른 생리활성 검정 363
 임희진, 주완택, 김현복, 김기영, 김남숙, 김미자, 지상덕, 류강선,
 성규병, 김용순

P306 Synnema formation of *Paecilomyces tenuipes* using blue LED lamp 364
 Joo-Hong Yeo, Sang-Hoon Han, Kwang-Gill Lee, HaeYong Kweon,
 You-Young Jo, Ji-Young Mun and Heui-Sam Lee

좌장 : 신봉섭, 박관규

P307 실크 차폐막을 이용한 약물 전달 365
 김성곤, 석현, 권해용, 조유영

P308 Application of Silk 3-D Scaffold in Regeneration of Long Bone Defects .. 366
 조희연, 곽윤해, 이수호, 권해용, 박영환, 박찬흠, 강동철

P309	견사단백질 다량함유 익힌누에의 조성분 및 아미노산·지방산 조성 367 지상덕, 김남숙, 김기영, 성규병, 권해용, 김용순, 최종오, 김미자
P310	연골재생을 위한 실크단백질의 이용 368 조유영, 권해용, 이광길, 여주홍, 이재희
P311	실크단백질이 파골세포 증식에 미치는 영향 369 권해용, 조유영, 여주홍, 이광길, 이정민, 김성국, 전정우, 박유경
P312	실크 단백질 스케폴드의 특성 370 권해용, 조유영, 여주홍, 이광길, 이정민
P313	Utilization of the <i>B. mori</i> Heat Shock Protein 70 Promoter for Screening Transgenic Silkworms 371 Seong Wan Kim, Hye Lim Yeo, Seon Young Kim, Eun Young Yun, Kwang-Ho Choi, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Seung Won Park and Tae Won Goo
P314	Transgenic Expression of BmRelish1t Increases Expression Levels of Antimicrobial Peptides in Transgenic Silkworms 372 Seong Wan Kim, Seon Young Kim, Hye Lim Yeo, Eun Young Yun, Kwang-Ho Choi, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Seung Won Park and Tae Won Goo
P315	오디와 누에 섭취가 rats의 저항성 운동에 따른 NCOA4와 UCP-3 mRNA의 발현에 미치는 영향 373 양성준, 이조병, 강성선, 성규병
P316	Investigation of Lifespan Related Genes of the Silkworm, <i>Bombyx mori</i> L. .. 374 Kwang-Ho Choi, Tae-Won Goo, Seong-Ryul Kim, Sung-Wan Kim, Seok-Woo Kang and Pil-Don Kang
P317	Production of BmCecB1 antimicrobial peptide in the transgenic silkworm .. 375 Hye Lim Yeo, Seong Wan Kim, Seon Young Kim, Eun Young Yun, Kwang-Ho Choi, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Seung Won Park and Tae Won Goo
P318	Expression of the blue fluorescent protein (AmCyan) in the cocoon of transgenic silkworms 376 Seon Young Kim, Seong Wan Kim, Hye Lim Yeo, Eun Young Yun, Kwang-Ho Choi, Seong Ryul Kim, Seok Woo Kang, Seung Won Park and Tae Won Goo
P319	Expression of antimicrobial peptide PAJE in <i>Escherichia coli</i> 377 Yu-Sil Hong, Sung Wan Kim, Kwang Ho Choi, Tae Won Goo and Seong Ryul Kim



P320 Anti-inflammatory Effect of Bee Venom against *Propionibacterium acnes*-induced Human Keratinocytes and Monocytes 378
Jung-Yeon Kim, Kyung-Hyun Kim, Woo-Ram Lee, Hyun-Jin An, Sun-Jae Lee and Kwan-Kyu Park

P321 Anti-inflammatory effects of bee venom on animal model of *Propionibacterium acnes*-induced inflammatory skin 379
Hyun-Jin An, Kyung-Hyun Kim, Woo-Ram Lee, Jung-Yeon Kim, Sang-Mi Han, Kwan-Kyu Park and Hyun Chung

>> 기타

좌장 : 정철의, 이동운

P322 Improved Insecticidal Activities of Novel *Bacillus thuringiensis cry1*-type proteins 380
Song Eun Kim, Jae Young Choi, Qin Liu, Saes Byeol An, Seok Hee Lee, Woo Jin Kim and Yeon Ho Je

P323 Genome size estimation of the chigger mite, *Leptotrombidium pallidum*, based on quantitative real time PCR 381
Ju Hyeon Kim, Jong Yul Roh, E-hyun Shin, Mi-Yeoun Park and Si Hyeock Lee

P324 De novo assembly and gene expression analysis of transcriptome from the Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Carrying Rice Stripe Virus .. 382
Saes Byeol An, Jae Young Choi, Qin Liu, Song Eun Kim, Seok Hee Lee, Woo Jin Kim and Yeon Ho Je

P325 Molecular Biological Characterization of the Mosquitocidal *Bacillus thuringiensis* Strain, *serovar mogi* 383
Qin Liu, Jae Young Choi, Seok Hee Lee, Saes Byeol An, Song Eun Kim, Woo Jin Kim and Yeon Ho Je

P326 복숭아심식나방 유충과 유사 해충을 판별할 수 있는 간이진단키트 개발을 위한 종 특이적 단일클론항체 개발 384
윤찬석, 김지은, 전민욱, 박두상, 오현우, 정철의, 홍기정

P327	Transcriptome Analysis of the Sacbrood Virus-infected Asian Honeybee, <i>Apis cerana</i> 385 Seok Hee Lee, Sang Woon Shin, Qin Liu, Song Eun Kim, Saes Byeol An, Fang Ying, Jae Young Choi, Woo Jin Kim and Yeon Ho Je
P328	국가농작물병해충 관리시스템(NCPMS) 고도화 사업 : 웹GIS를 기반으로 한 농작물 해충과 병의 예찰, 진단, 예측시스템 확대 구축 386 변영웅, 이용환, 이병연, 이혜림, 박홍현, 송유한
P329	The origin and evolutionary history of two insect acetylcholinesterases ... 387 Deok Jea Cha and Si Hyeock Lee
P330	Structural conservation and differentiation of two insect acetylcholinesterases during evolution 388 Deok Jea Cha and Si Hyeock Lee
P331	점박이응애 당전이효소 유전자군의 세균 기원 389 안승준, 강택준, 김형환, 양창열, 김동환
P332	<i>Beauveria bassiana</i> 균주에 따른 백강잠의 생리활성 평가 390 이시내, 우라미, 김동준, 이지수, 신태영, 고승현, 우수동
P333	고삼추출물을 이용한 식물기생선충의 방제 및 난낭형성 억제효과 391 박상은, 고나연, 류태희, 김정곤, 신호섭, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남
좌장 : 이시혁, 김효중	
P334	Considerations for insect quarantine facilities to assess the risk of industrial insects 392 Seungphil Chun, Taeho Ro, Haechul Park and Myoungchul Kim
P335	Lethal temperature for Pine wood nematode, <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> , in infested wood using microwave energy 393 Sang Jae Suh, Jiseo Kim and Yong Jung Kwon
P336	영암, 익산에서 채집한 털진드기의 쯤쯤가무시증 병원체 (<i>Orientia tsutsugamushi</i>)의 감염률 조사 및 계통 분석 394 성정환, 김수곤, 서기원, 박기범, 김동현, 이육교, 신이현, 박미연, 이용석, 한연수



P337	Fly-Maggot Extract Has a Hypocholesterolemic Effect in Rats Fed a High-Cholesterol Diet 395 Byung-Sung Park and Sang-Oh Park
P338	동애등에 번데기의 영양소 및 브로일러에 대한 소화율 396 박병성, 박상오, 최영철, 박관호
P339	동애등에 번데기가 산란성적 및 계란 품질에 미치는 영향 397 박병성, 박상오, 최영철, 박관호
P340	Characterization of a Modular β -4-Xylanase from a Mole Cricket-symbiotic Bacterium, <i>Streptomyces</i> sp. Strain DY-7 398 Do Young Kim, Han-Young Cho, Dong-Ha Shin, Kwang-Hee Son and Ho-Yong Park
P341	Cloning and Sequence Analysis of a GH10 β -4-Xylanase Gene of <i>Cellulosimicrobium cellulans</i> DY-8 Isolated from the Gut of <i>Moechotypa diphysis</i> 399 Do Young Kim, Han-Young Cho, Dong-Ha Shin, Kwang-Hee Son and Ho-Yong Park
P342	Ultrastructural Aspects on the Deferent Ducts of Orb Web Spider, <i>Araneus ventricosus</i> 400 Hoon Kim, Hee-Seok Kweon and Myung-Jin Moon
P343	Fine Structural Analysis on the Structural Coloration of Iridescent Butterflies 401 Hyo-Jeong Kim, Yoon-Jun Cho, So-Ra Jeong and Myung-Jin Moon
P344	Fine Structure of the Antennal Sensory Organs in the Bark Beetle <i>Ips acuminatus</i> (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) 402 Myung-Jin Moon, Hoon Kim, Hyo-Jeong Kim, Yong-Ki Park, Jong-Gu Park and Won-Il Choi
P345	Biomimetic Analysis on the Sound Producing Structure of the Oriental Garden Cricket (<i>Teleogryllus emma</i>) 403 Yong-ki Park, Hoon Kim, Gwang-Hyung Kim, Ji-Won Chung and Myung-Jin Moon

P346	Identification and expression analysis of a novel R-type lectin from the coleopteran beetle, <i>Tenebrio molitor</i> 404 Dong Hyun Kim, Bharat Bhusan Patnaik, Gi Won Seo, Seong Min Kang, Yong Seok Lee, Bok Luel Lee, In Seok Bang and Yeon Soo Han
P347	Genomic organization, sequence characterization and expression analysis of <i>Tenebrio molitor</i> apolipoprotein-III in response to an intracellular pathogen, <i>Listeria monocytogenes</i> 405 Ju Young Noh, Bharat Bhusan Patnaik, Hamisi Tindwa, Gi Won Seo, Dong Hyun Kim, Hongray Howrelia Patnaik, Yong Hun Jo, Yong Seok Lee, Bok Ruel Lee, Nam Jung Kim, In Seok Bang and Yeon Soo Han
P348	Molecular cloning, sequence characterization and expression analysis of a CD63 homologue from the coleopteran beetle, <i>Tenebrio molitor</i> 406 Bharat Bhusan Patnaik, Seong Min Kang, Gi Won Seo, Hyo Jeong Lee, Hongray Howrelia Patnaik, Yong Hun Jo, Hamisi Tindwa, Yong Seok Lee, Bok Luel Lee, Nam Jung Kim, In Seok Bang and Yeon Soo Han
P349	Description of Nearly Completed Mitochondrial Genome Sequences of the Garden Chafer <i>Polyphylla laticollis manchurica</i> , Endangered in Korea (Insecta: Coleoptera) 407 Min Jee Kim, Ki-Gyoung Kim and Iksoo Kim
P350	Acholeplasma lysate를 처리한 <i>Tenebrio molitor</i> larva 에서 동정된 serine protease 유전자에 관한 연구 408 정지은, 황희주, 조용훈, 한연수, 방인석, 이용석
P351	Acholeplasma lysate를 처리한 갈색거저리 유충에서 발현이 증가한 t1/st2 receptor binding protein 유전자에 관한 연구 409 정지은, 황희주, 조용훈, 한연수, 방인석, 이용석
P352	Acholeplasma lysate를 처리한 <i>Tenebrio molitor</i> larva 에서 동정된 serpin 유전자에 관한 연구 410 정지은, 황희주, 조용훈, 한연수, 방인석, 이용석



P353	Analysis of the genome of a Korean isolate of the <i>Pieris rapae</i> granulovirus enabled by its separation from total host genomic DNA by pulse-field gel electrophoresis 411 Yong Hun Jo, Bharat Bhusan Patnaik, Se Won Kang, Seunghan Oh, Dong Hyun Kim, Mi Young Noh, Gi Won Seo, Heon Cheon Jeong, Ju Young Noh, Hee Ju Hwang, Ji-Eun Jeong, Yeon Soo Han and Yong Seok Lee
P354	Complete Mitochondrial Genome of the Grass Moth <i>Glyphodes quadrimaculalis</i> (Lepidoptera: Crambidae) 412 Jeong Sun Park, Min Jee Kim and Iksoo Kim
P355	Cloning, characterization and effect of TmPGRP-LE gene silencing on survival of <i>Tenebrio molitor</i> against <i>Listeria monocytogenes</i> infection .. 413 Hamisi Tindwa, Bharat Bhusan Patnaik, Dong Hyun Kim, Seulgi Mun, Yong Hun Jo, Bok Ruel Lee, Yong Seok Lee, Nam Jung Kim, In Seok Bang and Yeon Soo Han
P356	Description of New Mitochondrial Genomes (<i>Spodoptera litura</i> , Noctuoidea and <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> , Pyraloidea): Individual Gene Divergence and Phylogeny in Lepidoptera with the Comment on Optimization Schemes 414 Min Jee Kim, Xinlong Wan and Iksoo Kim
P357	Complete Mitochondrial Genome of the Burmese giant Earthworm, <i>Tonoscolex birmanicus</i> (Clitellata: Megascolecidae) 415 Ah Rha Wang, Yong Hong, Tin Moe Win and Iksoo Kim
P358	Expression and function of recombinant anti-colorectal cancer mAb CO17-1A in SfSWT4 insect cells 416 Se-Ra Park, Kyung Jin Lee, Jeong-Hwan Lee, David Hedin, Thera Mulvania, Seung Ho Lee and Kisung Ko
P359	Function and optimization of colorectal cancer vaccine candidate spGA733-FcK and spGA733-Fc expressed in baculovirus-insect cell system 418 Lu Qiao, Kyung-Jin Lee, Kisung Ko

●●● 소모임

>> 곤충생리 및 생화학 최근 연구

24일 (목) 내분비 생리분야 대강연장

좌장 : 이대원 교수

Formation and ultrastructure of rigid adult cuticle of the red flour beetle,
Tribolium castaneum 423
Yasuyuki Arakane and Mi Young Noh

Neuromodulation of olfactory sensitivity in the peripheral olfactory organs of the
American cockroach, *Periplaneta Americana* 425
Hyung Wook Kwon and Je Won Jung

24일 (목) 면역 생리분야

좌장 : 한연수 교수

Insights into lophotrochozoa regeneration and innate immunity 426
Sung-Jin Cho

Endocrine Mediation of Insect Immunity 427
Yonggyun Kim

24일 (목) 스트레스 생리분야

좌장 : 이경열 교수

Temperature effects on plant virus transmission of vector insect *Bemisia tabaci* 429
Kyeong-Yeoll Lee, Gwan-Seok Lee, Chang-Seok Kim and Sukchan Lee

Functional determination of a RCH (rapid cold hardiness) - associated glycerol
kinase of two lepidopteran insects 430
Youngjin Park and Younggyun Kim

>> 살충제저항성 연구의 현황 전망

24일 (목) 스카이홀

좌장 : 이시혁 교수

Insecticide resistance monitoring on major vector mosquitoes in the Republic of Korea ... 431
Kyu-Sik Chang



Effective acaricide selection based on residual contact vial bioassay against the two-spotted spider mite 433
Deok Ho Kwon, Taek Jun Kang and Si Hyeock Lee

Regional susceptibilities to 12 insecticides of melon and cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and a point mutation associated with imidacloprid resistance 434
Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Insect Resistance Management (IRM) Strategy in Highland Agriculture 435
Ju Il Kim, Min Kwon, Si Hyeock Lee and Gil-Hah Kim

국내 살충제 나방류의 저항성관리 436
박 옹, 장익환, 강종수

배과원에서 가루깍지벌레류의 살충활성과 적용대상 곤충종의 문제점 437
김길하, 박준원, 이선우, 최장전

>> 농작물 돌발 및 주요 해충 국가 예찰망 구축

24일 (목) 국실	좌장 : 박홍현 박사
2013년도 버벌구 발생 동향 및 억제방제효과 조사 결과 438 이상계, 김준란, 지창우, 김양표, 최낙중, 최병렬, 박홍현, 김광호, 박창규, 서보운	
배 돌발해충 국가예찰망 구축 연구 439 조영식, 송장훈, 임경호, 최진호, 이한찬	
경기지역 주요 해충의 발생양상과 효율적인 예찰방안 440 이영수, 이현주, 장명준, 정구현	
강원지역 돌발 및 주요해충 발생예찰 441 정태성, 최준근, 박홍현, 권순배, 이재홍, 문윤기, 황미란, 김재록	
충남지역에 과수 돌발해충과 발생양상 442 최용석, 황인수, 김규상, 원중희, 박덕기	
전남지역 돌발 및 주요해충 발생현황과 친환경 방제 443 최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용	

좌장 : 이상계 박사

LED파장을 이용한 곤충의 유인 및 파밤나방 방제효과	444
김주, 정성수, 권영립, 김주희	
최근 경북지역의 돌발해충 발생양상	445
박석희, 우진하, 김승한, 최성용	
오이에서 목화진딧물의 표본 조사법 개발	446
정부근, 이홍수, 최시립, 이상대	
제주지역 시설토마토에서 돌발 및 주요 해충의 발생과 예찰	447
송정흡, 이광주, 양영택, 이신찬	
장미에서 점박이응애의 발생모니터링 및 표본조사법 개발	448
김형환, 김동환, 조명래, 양창열, 강택준, 안승준, 권선정, 전성욱, 송진선	
함초 해충 통통마디뿔나방 생태 및 방제	449
최만영, 이휘중, 노태환, 심형권, 백채훈, 최덕수	

>> 생물다양성 보전의 경제 사회적 영향

24일 (목) 가람홀

좌장 : 이강욱 박사

생물다양성 보전을 위한 국내 포유류 복원사업의 성과	450
이배근, 정동혁, 정우진, 김정진, 김선두, 정대호, 장경희	
한국산 양서·파충류 감소원인 및 생물다양성 증가를 위한 대책	451
심재한	
Ecology and Restoration of Endangered species, <i>Lethocerus deyrollei</i> (Vuillefroy) (Hemiptera: Belostomatida)	453
Dong Jae Lee and Kang Woon Lee	
장수하늘소 증식·복원 연구	454
박선재, 이대암, 서홍렬, 김기경, 안능호	
생물다양성 보전의 생태적 관점	455
정철의	



>> 곤충다양성연구와 동물명명규약

24일 (목) 스타홀

좌장 : 배양섭, 박종균 교수

학명의이해와명명법

백종철

사단법인곤충다양성연구회총회

배양섭

세계곤충학회(ICE2012)
1주년 기념 공동 심포지엄 및
2013 추계학술발표회



심포지엄



S1-1

Discovery of 500 New Species, with Taxonomist's Contributions Needed in Facing with the Global Warming

Kyu-Tek Park

The Korean Academy of Sciences and Technology, Seongnam Gyeonggi Prov., Korea

Since Linneaus (1758) named 4,162 species of living organism, 1.75 million species have been described and named. It is less than 20% of the commonly accepted estimates of 10 million species on the planet earth. An average of 7,000 species per year was described during last 250 years, and, at this rate of species description, it will take another 1400 years to complete documentation of them. Who will do it? The real facing problem is the number of trained and practising taxonomists is declining worldwide at a time when demands for taxonomic science are increasing. A recent estimate suggests that the number of professional taxonomists worldwide is only 4,000-6,000 (Haas and Hauser, 2006). How about the situation is in Korea? In addition, the change of weather and the global warming accelerates more frequent invasion of harmful subtropical species, and taxonomist's activity is needed more than ever. In shortly speaking, we are facing with a taxonomic "crisis" with erosion of taxonomy during last decades. The major reason is maybe that systematics has made little impact on the science with a narrow intellectual perspective, and most taxonomists have become accustomed to working on their speciality taxon without concern for relating their work to other broader environmental and societal issues in the facing with the global warming; e.g., invasive species, quarantine, use of bioresources, and ecosystem services. There is no question that taxonomy is the fundamental disciplines of biology, however, first of all, taxonomists should realize that how their research is related to other related sciences and how they make collaborative works. Especially, the basic taxonomic knowledge and skills generated by taxonomists is more needed to cope with the change of weather, due to the global warming which make critical change of the ecological structure in nature.

In the presentation, the strategy for innovation of the living organism on our planet, with a crisis of taxonomy, will be discussed, and emphasized how taxonomists serve and contribute to other related topics. In addition, author will introduce his activity for innovation works on Lepidoptera, representing more than 500 new species and 23 new genera of moths described worldwide during last 40 years of his taxonomic research. The total number of new species described in Korea by him is 104 species, including 57 species of Gelechiidae, and more than 400 species and 22 new genera in the subtropical region, including Thailand, Vietnam, and New Guinea. Will it be possible to exceed 500 insect species described worldwide by a taxonomist in future?

Key words: taxonomy, new species, global warming, biodiversity

Overview of the ongoing researches on the invasion of *Vespa velutina* var. *nigrithorax* (hym.: vespidae), the asian hornet, in europe.

**F. J. Muller^{1*}, Q. Rome¹, M. Arca^{2,3}, G. Arnold², M. Barbet-Massin⁴,
F. Jiguet⁴, F. Mougel², A. Perrard¹, J-F. Silvain³ and C. Villemant¹**

¹UMR 7205 CNRS-MNHN, Muséum National d'Histoire Naturelle, 45 rue Buffon, CP 50, 75005 Paris

²Laboratoire Evolution, Génomes, Spéciation, CNRS UPR9034, Gif-sur-Yvette, France.

³IRD, UR 072, Laboratoire Evolution, Génétique et Spéciation, UPR 9034, CNRS 91198 Gif-sur-Yvette Cedex, and Université Paris-Sud 11, 91405 Orsay Cedex, France.

⁴UMR 7204 CNRS-MNHN, Muséum National d'Histoire Naturelle CRBPO, CP 51, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France

The high abundance and impact on honeybees of the Asian hornet *Vespa velutina* var. *nigrithorax* have caused great concern among European public authorities and beekeepers. The species was reported for the first time in France in 2005 and spread out across 66 European districts (ca. 360 000 km²) within 7 years (INPN, 2012; Rome et al., 2013). Its arrival was reported in 2010 in Northern Spain, in 2011 in Portugal and Belgium and in 2013 in Italy. Its wider expansion in Europe is soon to be expected.

We discuss here the advances of the collaborative research project initiated in 2008 in France.

1. The potential invasion risk of the species was assessed using modeling tools of climatic suitability (Villemant et al., 2011, Barbet-Massin et al., 2013). Interestingly, the potential distribution of *V. v. nigrithorax* matches the current distribution of another invasive social wasp, the German yellow jacket, *Vespula germanica* (Beggs et al., 2011).
2. Apart from reported damages on hives, little is known on the biology of *V. velutina* throughout its native Asian range. In the invaded range, the impact of *V. v. nigrithorax* on the diversity and biomass of the invertebrate fauna is under study. Preliminary results reported a diversified diet varying among seasons and habitat types.
3. The genetic variability between individuals of *V. v. nigrithorax* from France and Asia was assessed in order to describe the history of its invasion. The analysis

has evidenced a low variability among the invasive population, which indicates a single introduction of one or more queens. The sampling of specimens in France and in the area of origin has been extended to confirm this hypothesis and the most probable area of origin (Arca, 2012).

Given the potential economic and biological impact of *V. v. nigrithorax*, a better understanding of its invasion dynamics is necessary to predict regions at risk, hence to help with planning dedicated control measures, a prerequisite for replacing the reactive nature of current solutions with a proactive, predictive approach.

References

- Arca M. (2011) Caractérisation génétique et étude comportementale d'une espèce envahissante en France : *Vespa velutina* Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae). Université Pierre et Marie Curie, pp.
- Beggs J.R., Brockerhoff E.G., Corley J.C., Kenis M., Masciocchi M., Muller F., Rome Q., Villemant C. (2011) Ecological effects and management of invasive alien Vespidae. *BioControl* 56: 505-526.
- Barbet-Massin, M., Rome, Q., Muller, F., Perrard, A., Villemant, C., & Jiguet, F. (2013). Climate change increases the risk of invasion by the Yellow-legged hornet. *Biological Conservation*, 157, 4-10.
- Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2013. *Inventaire national du Patrimoine naturel, site Web : <http://inpn.mnhn.fr>*.
- Rome, Q., Dambrine, L., Onate, C., Muller, F., Villemant, C., A. L. García Pérez, M. Maia, P. Carvalho Esteves,
- Bruneau, E. (2013). Spread of the invasive hornet *Vespa velutina* Lepeletier, 1836, in Europe in 2012 (Hym., Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 118(1), 21-22.
- Villemant C., Barbet-Massin M., Perrard A., Muller F., Gargominy O., Jiguet F., Rome Q. (2011) Predicting the invasion risk by the alien bee-hawking yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* across Europe and other continents with niche models. *Biological Conservation* 144: 2142-2150

*Corresponding Author: fmuller@mnhn.fr

Research Issue and Our Products for Climate Change in RDA

김광호, 박홍현, 이상계, 이관석

국립농업과학원 작물보호과

최근 기후변화와 농업환경변화로 돌발 병해충잡초의 발생량이 증가하여 55종에 이르며 기압골형성, 기류변화 등으로 애멸구 등 새로운 이동성 해충의 출현이 증가하고 있는 실정이다. 평균기온 상승으로 아열대성 병해충의 발생량도 증가하고 있으며 산림의 식생이 변화하여 산림해충이 과수원 등으로 이동하여 작물을 가해하는 빈도가 증가하고 있다. 한편으로는 경제 규모가 커짐에 따라 우리나라도 국가간 농산물 교역이 활발해짐에 따라 외래 병해충 잡초의 유입량이 증가하고 있어 2013년도까지 322종의 병해충 잡초가 해외에서 국내로 유입된 실정이다. 농산물 검역건수를 살펴볼 때, 2000년대 30만건 정도였던 농산물 검역건수가 2012년도에는 약 420만건으로 증가하였고 이에 따라 수입농산물에서 발견되는 병해충수도 2000년도에 6,233건에서 2012년도에는 9,824건으로 가파르게 증가하고 있는 실정이다. 한편 현재까지 발견된 약제저항성 병해충잡초 종수는 70여건에 이르고 있다. 이에 농촌진흥청에서는 기후변화와 사회경제적 변화에 맞추어 새로운 병해충 관리 전략을 수립하게 되었고 그 대표적인 것이 국가농작물병해충 관리시스템(NCPMS; <http://ncpms.rda.go.kr>)과 동북아국가간이동병해충예찰기구(ARMIVS; <http://www.amivs.org/amivs/>)이다. 이들 두 개의 기구를 통해 국내적으로는 돌발 병해충이나 국가관리병해충에 조기대응하는 시스템을 상시가동하고 있으며, 동아시아적으로는 국가간의 이동성병해충 발발 상황을 수시로 모니터링하여 국내 병해충 관리에 응용하고 있는 실정이다.

검색어: 기후변화, 이동성 해충, 외래해충, 돌발해충, NCPMS, AMIVS

우리나라 농업해충연구의 발자취와 금후 방향

박종대, 최덕수

전남농업기술원

우리나라 농작물의 해충 연구는 1906년 설립된 권업모범장에서 이화명충, 멸구 및 매미충류 등 벼의 해충을 중심으로 한 방제 연구로부터 시작 되었다. 그러나 해방과 6.26동란을 거치면서 농업 연구는 식량문제를 해결하는것이 급선무 였기 때문에 농산물의 질보다는 양에 중점을 두어 비교적 수량에 직접적인 영향이 적었던 병해충에 관한 연구는 명맥만 유지하였다.

1960년대에는 화학적 방제를 중심으로한 살충제의 효과와 검정에 관한 연구가 수도 해충을 중심으로 활발이 이루어졌다.

1970년대에는 식량증산과 쌀의 자급달성을 위해 농업해충 관련 연구도 거의 벼 해충 방제에 집중되었으며 특히 통일계 품종을 육성 보급하면서 비배관리와 병해충의 집중방제등 급격한 재배 양식의 변화로 해충에서는 비래해충인 멸구류, 흑명나방 등과 저온성해충인 굴파리류, 벼잎벌레 등 저온성 해충의 발생이 지역적으로 증가 되었다. 결과적으로 통일계 품종의 확대보급은 벼 해충상에 큰 변화를 가져와 벼멸구, 흰등멸구, 흑명나방, 벼줄기굴파리의 발생이 크게 증가하였고 벼애나방, 애멸구, 끝동매미충의 발생이 감소하였다.그외 콩에 발생하는 콩나방, 팔나방류 그리고 옥수수에 발생하는 조명나방, 감자나방, 거세미나방류 등에 관한 연구와 감귤원에서 발생하는 해충, 채소에서 담배나방 등 해충연구의 범위가 식량작물 위주에서 원예작물로 다양화 되어 저변이 점차 확대되었다.

1980년대 후반에 들어서면서 주곡인 쌀의 자급달성과 국민 생활 수준 향상으로 과실류나 채소류의 수요가 급증하여 농업해충의 연구방향도 수도는 물론 전작물, 원예작물, 특용작물 및 사료작물 등에 발생하는 해충의 생태와 생력방제, 그리고 농산물의 품질향상을 위한 기초연구에 치중하였다.

해충연구에 있어서 벼품종과 재배양식의 변화로 해충의 발생상도 크게 변하여 애멸구, 이화명충, 끝동매미충 등의 발생은 크게 줄어 들었고 벼멸구 흰등멸구, 흑명나방 등 비래해충과 벼 굴파리류, 벼잎벌레등 저온성 해충 들이 주요해충으로 등장 하였다.

80년대 후반 농산물의 수입개방화에 따라 국제교역이 증가 되면서 외국의 경제 해충이 국내에 들어오기 시작하였는데 1988년 벼물바구미가 국내에 침입하여 경남 하동과 전남 광양에서 최초 피해가 발견되어 집중적인 연구가 이루어졌다. 따라

서 1980년대는 주곡인 쌀의 자급달성을 계기로 새로운 소득작물 해충연구 중심으로 전환하는 중요한 시기로 특히 채소재배 양식이 노지에서 시설재배로 단지화되고 주년 생산 체계가 이루어지면서 채소 해충의 발생 양상이 크게 변화하였다. 이시기에 복숭아혹진딧물, 배추좀나방, 달팽이 등 새로운 종들이 주요 해충으로 등장하였다. 또한 소득작물 해충 중 발생이 많고 피해가 심한 파밤나방, 담배거세미나방, 차면지응애, 열매꼭지나방, 호박과실파리,, 천궁길쭉바구미등에 관한 연구가 활발하였다.

1990년대는 작물보호 연구의 일대 변혁기로 벼 해충 중심이 연구에서 시설재배 작물을 중심으로 한 원예작물과 새로운 소득작물의 개발,수출 유망작물에 발생하는 해충 및 외래 유입 해충에 대한 연구가 집중적으로 이루어 졌다. 꽃노랑총채벌레가 1993년 제주 파리고추에서 발견되고, 오이총채벌레 역시 같은해에 발견되어 감자에 극심한 피해를 주었으며, 1994년 광주광역시 광산구 평동에서 시설재배하던 거베라에서 발견된 아메리카잎굴파리는 기주범위가 넓어 지금은 시설내 주요 해충으로 정착했다. 이들은 열대 및 아열대성 해충으로 시설등 재배환경의 변화와 이상기후에 따른 지구 온난화와 무관하지 않은 것으로 판단된다. 또한 최근에 노린재류 등 과거에 잠재해충으로 관리가 수월했던 해충 들의 밀도가 높아져 피해를 주고 있다.

2000년대 기후변화 및 농업 환경 변화에 따라 작물 재배 중에 발생하는 돌발해충 중 과수와 일반 농작물에 큰 피해를 주고 있는 잡식성인 갈색여치, 2004년 최초발생이 추정되어 현재 경기, 충청,강원, 경북지역을 거쳐 전남지방까지 피해를 주고 있는 꽃매미, 2010년에 충남과 전북 일원에 발생되어 2011년에는 전남 경기지방까지 피해를 주고 있는 갈색날개매미충, 그리고 신부날개매미충 역시 전남 참다래, 차 등과 경기도 인삼에 발생하여 피해를 주고 있다. 유럽, 북남미 등에서 과수의 주요해충인 미국선녀벌레의 피해도 국내에서 점차 확산 되고 있어 이런 새로운 해충 들에 대한 지속적인 연구 뿐만 아니라 완두콩바구미, 채소바구미 같은 이미 국내에 정착한 외래 해충과 기후변화에 따른 열대 도입과수들의 재배 확대에 따른 새로운 해충 그리고 잠재해충이던 산림해충의 농업해충화에 대해서도 깊은 연구 및 관리 체계가 확립되어야 할것이다.

S1-5

Impact of Climate Change on Rice and Insect Pests in the Philippines

Genaro S. Rillon and Alvin J. Gabriel

Crop Protection Division, Philippine Rice Research Institute, Maligaya, Science City of Muñoz, 3119 Nueva Ecija, Philippines. E-mail: gsrillon@email.philrice.gov.ph, gsrillon@yahoo.com

Impacts of climate change

IPCC report (2007) predicts that by the end of 21st century there will be an expected climate change. Evidences include increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice, and rising global mean sea level, and that most of the observed increase in globally averaged temperatures since the mid-20th century is very likely due to the observed increase in greenhouse gas conditions. Other global manifestations of climate change are the natural hazards that are becoming more frequent and more intense such as more floods, more droughts, more intense storms, typhoons and more heatwaves. Since the 1970's, more intense and longer drought have been observed over wider areas, particularly in the tropics. Frequency of heavy rains has also increased over most land areas.

In the Philippines, analysis of the observed climatic data showed that there has been an increased in annual mean temperature by 0.57°C. In terms of maximum and minimum temperatures, the increases have been 0.35 and 0.94°C. Results of analysis of trends of tropical cyclone occurrence showed that an average of 20 tropical cyclones per year, that there still no indication of increase in the frequency, but with slight increase in the number of tropical cyclones with maximum sustained winds of greater than 150kph. The analysis of trends of extreme daily temperatures and extreme daily rainfall indicate significant increase in number of hot days but decrease of cool nights, and those of rainfall (extreme rainfall intensity and frequency) are not clear, both in magnitude and direction.

The findings on the analysis of future climates showed that all areas of the Philippines will get warmer especially in the summer months. Annual mean temperatures (average of maximum and minimum temperatures) in all areas in the country are expected to rise by 0.9°C in 2020 by 1.8 to 2.2°C in 2050. In terms of

seasonal rainfall change, generally, there is a substantial spatial difference in the projected changes in rainfall in 2020 and 2050 in most parts of the Philippines, with reduction in rainfall in most provinces during the summer season making the usually dry season drier. During the southwest monsoon season, larger increases in rainfall is expected in provinces in Luzon (0.9% to 63%) and Visayas (2% to 22%) but generally decreasing trends in most of the provinces in Mindanao in 2050. However, projections for extreme events in 2020 and 2050 showed that hot temperatures (indicated by the number of days with maximum temperature exceeding 35°C) will continue to become more frequent, number of dry days will increase in all parts of the country and heavy daily rainfall events will also continue to increase in number in Luzon and Visayas.

Climate change effects on rice

Increase in temperature may lead to yield reduction as caused by heat stress, decreased sink formation, shortened growing period, and increase maintenance respiration. Given the 10% yield reduction for every 1°C increase in temperature, an estimated 1.5 M M/t of rice harvest will be lost. Since the Philippines is considered to be vulnerable to extreme meteorological events like typhoons, floods and droughts, it was estimated that approximately 84% of the about 2.32 M hectares of rice land will be affected by climate change.

Climate change effect on insect pests and natural enemies

Temperature is very important factor influencing insect behavior, distribution, development, survival and reproduction (Bale *et. al.*, 2002). In Japan, it has been estimated that with a 2°C temperature increase insects might experience one to five additional life cycles per season (Yamamura and Kiritani 1998). Moreover, climate change may affect the population dynamics of arthropods that will lead to change in the species composition of ecosystem, pests' migration and change in the geographic distribution of pests. Naturally occurring biological control is expected to become a more important control tactic in the future although, warming might also have a negative effect on some natural enemies such as hymenopterans and small predators. Furthermore, there are attempts to correlate relative humidity with insect development and survival. A study showed that the population of *Nilaparvata lugens* reached high levels when plants of the Peta variety were transplanted close together, probably because of the high relative humidity created in the insect's habitat (IRRI, 1973). A more detailed study was conducted in the IRRI phytotron and results showed that that *N. lugens* had high survival in 50-60% relative

humidity as compared to 80% relative humidity (IRRI, 1976).

Work in the Philippines showed that more insect pests were observed in wet season as compared to dry season (Calora and Ferino, 1968; Hsieh, 1972; Ferino, 1968; Alam, 1971). Hence, if there will be more frequent and severe climate extremes like more rainfall and flooding, some pests may become more serious. On the other hand, a long drought followed by rainfall may cause outbreak of locust, armyworms, and leaffolders.

Adaptation to adverse impacts of climate change

In the Philippines, rice varieties for adverse environments are available such as submergence and drought-tolerant varieties. The use of aerobic rice production system maybe useful in the future especially if there will be limited water supply since in this technology, the water use is only half of that of lowland rice systems.

In rice insect pest management, understanding the impact of climate change to rice plant, insects pests and their natural enemies is very important in preparing for and adapting management strategies against pests that may become established due to changes in the environment. It is also necessary to assess pest problems in vulnerable areas affected by climate change. The applications of agro-meteorological information using modern information communication tools may provide timely provision of weather and climate information for farmers use.

Survive the climate variability?

I-Ching Chen¹, Sheng-Feng Shen² and Shih-Fan Chan²

¹Department of Life Sciences, National Cheng Kung University, No.1, University Road, Tainan, 701, Taiwan chenic@mail.ncku.edu.tw

²Biodiversity Research Center, Academia Sinica, 128 Academia Road Sec. 2, Nankang Taipei, 115, Taiwan

Climate and its variability characterize abiotic environment for species on the earth. Increased seasonality in higher latitude and/or pronounced diurnal temperature range in higher ground as well as decreasing mean temperature are major climate gradients to which organisms must adapt through physiological and behavioral plasticity. IPCC AR5 pointed out that climate variability and its regional behavior remain top concerns, which may well pose great challenges to climate change biology. We use *Nicrophorus nepalensis* (Coleoptera: Silphidae) a wide-distributed burying beetle in low latitude Asia as model species to investigate possible impacts of climate variability on species performance. *N. nepalensis* is a scavenging species exploring carcasses for feeding and reproduction. To consider their breeding performance, we baited *N. nepalensis* by small mouse carcasses and measured the rate at which they successfully buried the carcasses into soil. We look at climate variability along elevational gradients of intact forest and open habitats exposure to agricultural activities. The probability of successful breeding is higher in intact forest than that in open habitat with unimodal fashion of peak at 1800m. We found that local climate variability, more specifically, the diurnal temperature range (DTR), impedes successful breeding of *N. nepalensis*. Despite variable environmental conditions associated with habitat opening, such as increased soil density, reduced leaf litter amount and relative humidity, enlarged DTR seems to be the principal cause of failure. The negative effects of greater DTR on breeding success were confirmed by laboratory experiments. DTR remains stable in primary forests, in contrast to its increase in more disrupted habitats along the same transect. Reducing vegetation cover exposes mountains to radiant heating, a trend with significant elevational effect, resulting in large DTR in high lands. Although *N. nepalensis* is widely distributed in the mountain areas, non-forest patches support only part of their life cycle, different function groups to support decomposition process at open habitats are expected. Climate change and habitat degradation are among the major drivers of biodiversity loss. Our study highlights land-use and land-cover change (LULCC) in altering local temperature variability and reinforces the concern of its interplay with climate change.

Effects of climate warming on insects in Japan with special emphasis on the case of the southern green stink bug *Nezara viridula*

Kenji Fujisaki

Emeritus Professor of Entomology, Kyoto University, Kyoto, 606-8502, Japan

The mean global surface temperatures have increased since the late 19th century by approximately 0.3-0.6°C (IPCC, 2007). The linear warming trend over the last 50 years is nearly double that of the last 100 years. The impact of climate warming on insects was studied using the southern green stink bug *Nezara viridula* as a model insect. This bug is known as a cosmopolitan agricultural pest that damages diverse crop plants worldwide. Effects of climate warming on insects include distribution, abundance, phenology, voltinism, physiology, behaviour, and community structure. It should be noted here that climate warming affects insects not only directly but also indirectly through interaction of species in ecosystem.

1. Northward range expansion of *N. viridula* in Japan.

Past and current limits of the distribution range of *N. viridula* were compared (Tougou et al., 2009). It was found that the climate warming promoted northward range expansion of *N. viridula* by providing favourable overwintering conditions close to the species' range limit. The past and the current limits of the distribution range of *N. viridula* in central Japan were investigated. In the early 1960s, the northern limit of the species' range was in Wakayama Prefecture and was limited by a +5°C isothermal line for the mean January temperature. Forty five years later (2006-2007), a new survey in Wakayama and five neighbouring prefectures demonstrated that this northern limit shifted northward by 85km, at a rate of 19.0km/decade. The shift northward was likely promoted by milder winter conditions. The mean January-February temperature in the region was 1.03-1.91°C higher in 1998-2007 than in 1960-1969. In the 1960s, the mean January temperature exceeded +5 °C only in Wakayama city, but by now it has surpassed +5 °C in Osaka and Tsu cities, located further north (52 and 59 km respectively), which corresponds to the current distribution of *N. viridula*. The number of cold days (with mean temperature below +5°C) also significantly decreased, while the annual lowest temperature significantly increased. *N. viridula* was found mostly at or close to those locations where (1) the mean January temperature exceeded +5°C, (2) the mean number of cold days did not exceed 26 during January-February, and

(3) where the mean annual lowest temperature did not drop below -3.0 °C. The general linear model shows that the mean January temperature and number of cold days are the most important factors controlling the northern limit of distribution of *N. viridula*.

All the climatic data suggest that over the last 45 years environmental conditions have become more favourable for overwintering of *N. viridula* at many locations in central Japan. This has likely promoted the northward spread of the species, representing the direct response of the species to climate warming. A sympatrically distributed congeneric *N. antennata* is responding to the warming by retreat from the ocean coast towards cooler elevated habitats, which might be a complex response to elevated temperature and interspecific mating with *N. viridula*. This range expansion of *N. viridula* is now accelerating the extinction of *N. antennata* by the infertile interspecific copulation.

2. Ecophysiological responses of *N. viridula* to simulated warming.

The effect of simulated climate change on *N. viridula* was studied close to the species' northern range limit in Japan (Musolin et al., 2010). Insects from the same egg masses were reared for 15 months in 10 consecutive series under quasi-natural (i.e. outdoor) conditions and in a transparent incubator, in which climate warming was simulated by adding 2.5 °C to the outdoor temperature. The warming strongly affected all life-history and phenological parameters. In the spring, the simulated warming advanced the timing of body colour changes and post-diapause reproduction. In the early summer, it increased egg production and accelerated nymphal development. In the late summer (the hottest season), the effect of the simulated warming was strongly deleterious: nymphs developed slowly, suffered higher mortality and had difficulties during final moulting; the emerged females were smaller, some exhibited abnormal cuticle, produced fewer eggs and had a decreased life span.

Our current studies are going to clarify that such an adverse effect of high temperature is caused by the decrease in bacterial symbiont which is harboured in the midgut of stink bugs. As in many phytophagous heteropteran species, *N. viridula* possesses a number of sac-like outgrowths, called crypts, in a posterior section of the midgut, wherein a specific bacterial symbiont is harbored. In previous studies on *N. viridula* from Hawaiian populations, experimental elimination of the symbiont caused little fitness defects in the host insect (Prado, et.al., 2006, Prado et al., 2009). *N. viridula* from Japanese populations consistently harbor the same gammaproteobacterial gut symbiont. However, in this case, contrary to the previous works, experimental sterilization of the symbiont resulted in severe nymphal mortality, indicating an obligate host-symbiont relationship (Tada et al., 2011). Considering the worldwide host-symbiont association and

those experimental data, *N. viridula* is considered to be generally and obligatorily associated with the gut symbiont, while the symbiont effect on the host performance may be different among geographic populations.

In the autumn, the warming accelerated nymphal development, resulted in larger female size, affected the timing of the diapause-associated adult body colour change from green to russet and enhanced preparation for overwintering. Larger females had higher winter survival rate than smaller females. The warming strongly increased survival rate in both size classes and allowed smaller females to reach the same winter survival rate as larger females had under the quasi-natural conditions. The winter survival also differed between the green and dark-coloured females under the quasi-natural, but not under the warming conditions. However, under the warming conditions, green females survived the winter even better than dark-coloured females did under the quasi-natural conditions. Moreover, the warming shortened the life span of females from the summer generations and prolonged it in those from the autumn generation.

It is concluded that even a moderate temperature increase (+2.5 °C) in the future is likely to have a complex influence upon insects, strongly affecting many of their life-history and phenological parameters.

References

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 18 pp. [<http://www.ipcc.ch/index.htm>]
- Musolin, D. L. , D. Tougou and K. Fujisaki (2010) Too hot to handle? Phenological and life-history responses to simulated climate change of the southern green stink bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). *Global Change Biology* 16:73-87.
- Prado S. S., D. Rubinoff, and R. P. P. Almeida (2006) Vertical transmission of a pentatomid caeca-associated symbiont. *Annual Entomological Society of America* 99: 577-585.
- Prado S. S., M. Golden, P. A. Follett, M. P. Daugherty and R. P. P. Almeida (2009) Demography of gut symbiotic and aposymbiotic *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae) . *Environmental Entomology* 38: 103-109.
- Tada, A., Y. Kikuchi, T. Hosokawa, D. L. Musolin, K. Fujisaki and T. Fukatsu (2011) Obligate association with gut bacterial symbiont in Japanese populations of the southern green stink bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). *Applied Entomology and Zoology* 46: 483-488.
- Tougou D., D. L. Musolin and K. Fujisaki (2009) Some like it hot: Rapid climate change promotes changes in distribution ranges of *Nezara viridula* and *Nezara antennata* in Japan. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 130: 249-258.

*Corresponding Author: kefujisaki@gmail.com

Acoustic competition in the multi-species cicada choruses

Yikweon Jang, Jae Yeon Kang and Nguyen Quynh Hoa

Division of Ecoscience, Ewha Womans University

Five species of the subfamily Cicadinae are typically found in urban areas of central Korea, including *Cryptotympana atrata*, *Graptopsaltria nigrofuscata*, *Hyalessa fuscata*, *Meimuna mongolica*, and *Meimuna opalifera*. These species form multi-species choruses. We hypothesized that there is a negative relationship between dominance of choruses among cicada species. We tested this hypothesis by conducting the 24-h recording experiments in four localities: Gawcheon, Jamsil, Ewha University, and Yangpyeong. Based on the enumeration surveys of exuviae, the results of 24-h recordings showed that choruses of *C. atrata* and *H. fuscata* were negatively correlated with other in Jamsil and Ewha University, but were positively correlated with other in Gawcheon and Yangpyeong. Thus, it seemed unclear cicada species competed with each other negatively over. Males of *C. atrata* produced calling songs usually during the day at temperatures typically higher than 28 C°. However, males of *H. fuscata* produced calling songs throughout the day at a wide range of temperatures. As a result, the chorus of *C. atrata* dominated during the day, but that of *H. fuscata* in urban areas where the densities of *C. atrata* were sufficiently high.

Key words: Acoustic competition, *Cryptotympana atrata*, *Graptopsaltria nigrofuscata*, *Hyalessa fuscata*, *Meimuna mongolica*, and *Meimuna opalifera*.

공간 분포 정보를 활용한 광역 기반 해충 관리 전략

박창규, 박용락¹, 이두형², 서보운, 이상계, 박홍현, 김광호, 최병렬

국립농업과학원 작물보호과

¹Division of Plant and Soil Science, West Virginia University ²Appalachian Fruit Research Station, USDA-ARS

과거의 전통적인 곤충생태학 연구에서는 가설 검정에 적합하게 정의된 특정 시간 및 공간에서 조사된 정성적 또는 정량적 정보에 기반을 두고 분석하였다. 또한 작물 재배 지역을 포함한 다양한 주변 경관을 가진 넓은 지역을 대상으로 한 해충 관리 전략을 수립한다는 것이 기술적으로 어려웠다. 2000년 이후 생태학적 접근 방법들은 생물학, 화학, 물리학, 수학 및 공학과 같은 학문들과 직접 또는 간접적으로 융합되는 경향을 보이고 있으며, 이러한 학문들의 비약적인 발전이 과거에는 넓은 지역에서 수집하기 어렵거나 불가능했던 정보(식생정보, 작물정보, 저항성 정보, 개체군 집단유전학 정보 등과 같은 생물적 정보와 토양정보, 기상정보 등과 같은 무생물적 정보) 취득을 가능하게 하였다. 최근에는 지리정보시스템과 (GIS; Geographic Information System), 공간분포분석기법 (geospatial analysis), 공간통계학 (geostatistics) 등을 활용하여 획득된 정보를 재수집, 분리, 결합, 분석한 후 이들과 특정 해충 개체군과의 상호 관계를 규명함으로써 다양하고 복잡한 미래 환경 변화에 따른 특정 해충 개체군 밀도 및 분포 변화 예측이 가능하게 되었다. 위와 같은 접근 방법을 사용한다면 보다 효과적이고 합리적인 광역 지역 기반 해충 관리 전략을 수립할 수 있을 것으로 예측되며, 본 발표에서는 이들을 구현하기 위한 집단유전학적 정보 구축, harmonic radar, 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle), GIS 등의 활용 예들을 살펴보고 이들을 활용한 해충 관리 전략 수립의 가능성을 제시해 보고자 하였다.

검색어: 공간분포, 해충관리, 집단유전학, GIS, Harmonic radar

Predicting the potential geographic distribution of *Thrips palmi* in Korea, using the CLIMEX model

Jung-Joon Park¹, Gwan-Seok Lee², Joon-Ho Lee³ and Kijong Cho⁴

¹Dept. Appl. Biol., Inst. Agric. Life Sci., Gyeongsang National University

²Div. Plant Protect., NIAST, RDA

³Entomol. Prog., Dept. Agric. Biotech., Seoul National University

⁴Div. Environ. Sci. Ecol. Eng., Korea University

Thrips palmi Karny was introduced and first recorded in 1993 in Korea. This species has become a serious pest of vegetable and ornamental crops. CLIMEX simulation was applied to *T. palmi* to predict the potential geographic distribution in Korea under the Representative Concentration Pathway (RCP) 8.5 climate change scenario. In the CLIMEX simulation, ecoclimatic index (EI) was calculated, and compared in each simulated year and each simulated location. The map comparisons showed a good agreement between simulated and present distributions of *T. palmi*, indicating that the CLIMEX model was well explained and appropriate for prediction of future distributions of this species in Korea. In near future, until a year of 2020, all the western and eastern parts of Korea showed favorable to marginal suitability for *T. palmi* populations in fields. After the year of 2040, the potential distributions are shifted from no persistent to favorable for establishment and persistence from coastal to interior of the Korean peninsula except a north-eastern interior region which is the northernmost part of high mountains (Baekdu-Daegan) area in South Korea. Based on simulation results, *T. palmi* would overcome its weather restriction in near future under a severe climate change scenario, thus, pest management measures and strategies should be re-constructed in Korea, with further studies including interspecific competition and understanding ecosystem change due to climate change.

*This study was supported by NRF(NRF-2012R1A1A2007061) and RDA (PJ009394032013)

Key words: Melon thrips, RCP8.5 climate change scenario, Risk assessment

S2-4

Evolution of traumatic insemination, feeding habits and habitat transition in Cimicomorpha (Insecta: Heteroptera): a phylogenetic approach

Sunghoon Jung

Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Cimicomorpha is one of the most diverse groups in true bugs comprising more than 20,000 species, which attract a great attention for a variety of life-history strategies as well as for agricultural and medical aspects as followed: traumatic insemination in the bed bugs and their relatives (Cimicoidea), diverse feeding-habits in the plant bugs (Miridae), parasitism and blood-feeding in the bed bugs and their relatives (Cimicidae and Polytectenidae), agricultural pests in the lace bugs and the plant bugs (Tingidae and Miridae), biological control agents in the minute pirate bugs and the plant bugs (e.g., the genus *Orius*), disease transmission in the Triatominae (Reduviidae), and micro-habitat transitions in the assassin bugs and the flower bugs (Reduviidae and Anthocoridae). In this talk, I conducted the phylogenetic analyses of the Cimicomorpha based on the molecular data. Additionally, through the phylogenetic comparative analyses, I also present the evolutionary history of the specialized biological traits of the Cimicomorpha.

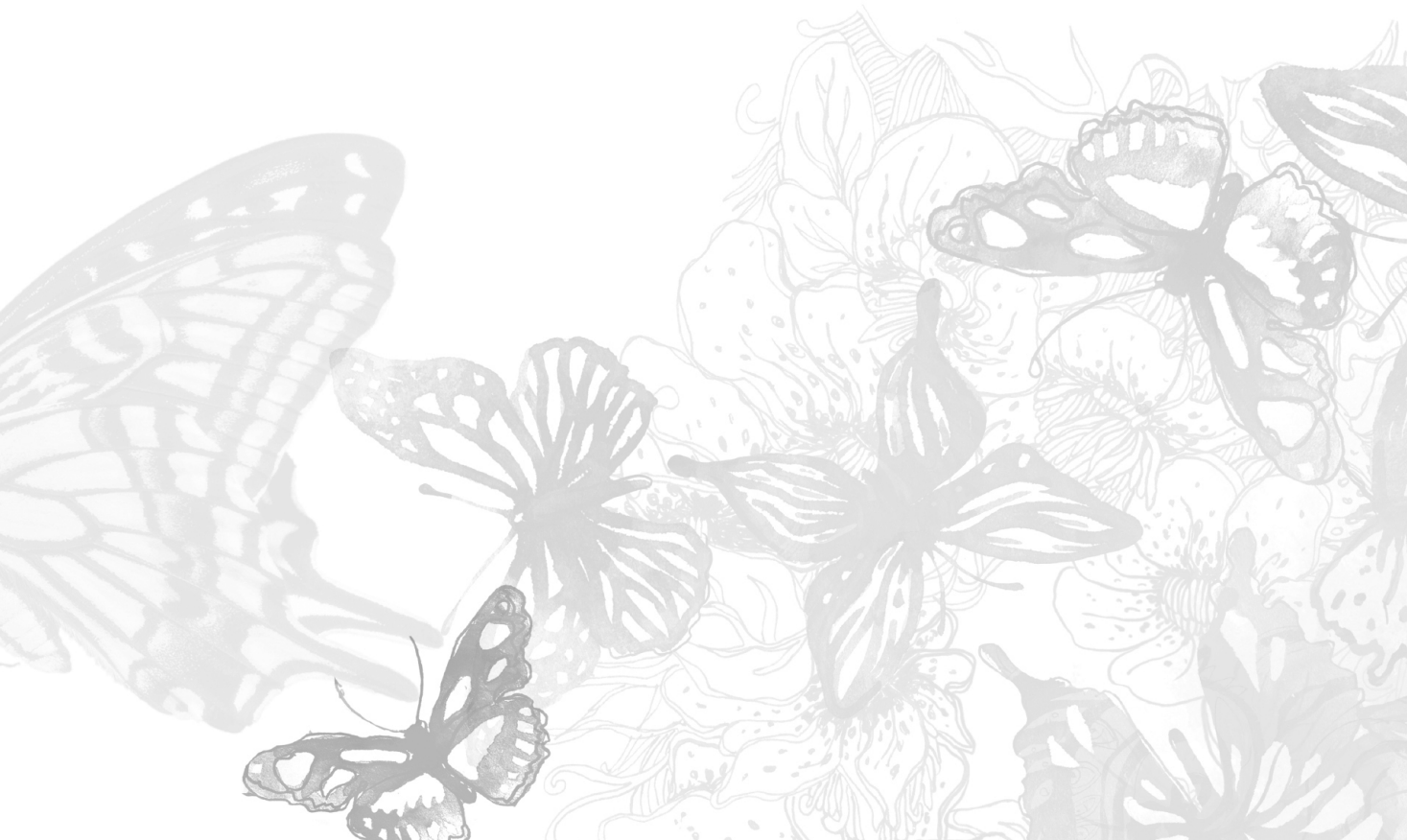
*Corresponding Author: jung@cnu.ac.kr

Key words: Cimicomorpha, phylogeny, evolution, comparative analyses, traumatic insemination, feeding habits.

세계곤충학회(ICE2012)
1주년 기념 공동 심포지엄 및
2013 추계학술발표회



구두 발표



01-S1

Caddisfly (Insecta: Trichoptera) of Russian Far East: History of Investigation, Biodiversity and Origin, New Taxonomical Tasks

T. S.Vshivkova

Laboratory of Freshwater Hydrobiology, Institute of Biology and Soil Sciences, Vladivostok
690022, RUSSIA, vshivkova@biosoil.ru

The early investigations of Russian Far East Trichoptera is connected with A.V. Martynov (1879-1938) who is recognized as a “Father of Russian Trichopterists”. About hundred species described by Martynov were reported from Russian Far East (RFE). Then, I.M. Levanidova (1914-2005) devoted her life to study caddisflies of Pacific Russia and demonstrated the high biodiversity of Trichoptera fauna for the region. If the list of Russian Trichoptera includes 641 species in 148 genera of 28 families of caddisflies (Ivanov, 2010), the Far East of Russia consists of 435 species of caddis belonging to 103 genera of 26 families, it is about 67,8% of Trichoptera fauna of all Russia (Table). Nevertheless, specialists estimate that the real quantity of species should be much more as the majority of the territory still isn't investigated rather well.

The core of RFE Trichoptera fauna the is represented by species of Palaearhearctic subregion of Palaearctic Region and species distributed in Eastern Palaearctic. Transpalaearctic and Holarctic species are presented in much less number. Connection of North Pacific Russia with North America through the ancient Bering Bridge is traced based on caddisfly fauna. The fauna of Kamchatka is comparatively poor in comparison with continental. The fauna of Sakhalin and the Kuril Islands reflects, on the one hand, communication with eastern Asian continent, with another ? connection with the territory of the Japanese Archipelago and coastal territories of South-East Asia.

Taxonomic difficulties of East Russia Trichoptera fauna studying is planning to resolve owing to complex investigation of morphology, distribution, genetic characteristics of caddisflies in cooperation with the international teams of trichopterists of USA and countries of East and North East Asia.

Taxonomic list of the families and genera of Trichoptera in Russian Far East
(Pacific Russia and Yakutia)

Family	Genera	Number of Species
Apataniidae	<i>Allomyia</i>	4
	<i>Apatania</i>	12
	<i>Apataniana</i>	1
	<i>Proradema</i>	1
Arctopsychidae	<i>Arctopsyche</i>	3
	<i>Parapsyche</i>	1
Brachycentridae	<i>Brachycentrus</i>	3
	<i>Dolichocentrus</i>	1
	<i>Micrasema</i>	5
Calamoceratidae	<i>Anisocentropus</i>	1
	<i>Ganonema</i>	1
Dipseudopsidae	<i>Hyalopsyche</i>	1
	<i>Pseudoneureclipsis</i>	2
Ecnomidae	<i>Ecnomus</i>	3
Glossosomatidae	<i>Agapetus</i>	5
	<i>Electragapetus</i>	2
	<i>Glossosoma</i>	8
	<i>Padunia</i>	4
Goeridae	<i>Archithremma</i>	1
	<i>Goera</i>	9
Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i>	1
Hydropsychidae	<i>Aethaloptera</i>	1
	<i>Amphipsyche</i>	1
	<i>Cheumatopsyche</i>	4
	<i>Hydromanicus</i>	1
	<i>Hydropsyche</i>	11
	<i>Macrostemum</i>	1
	<i>Potamyia</i>	2
Hydroptilidae	<i>Agraylea</i>	2
	<i>Hydroptila</i>	11
	<i>Hydroptilina</i>	1
	<i>Ithytrichia</i>	1
	<i>Orthotrichia</i>	2
	<i>Oxyethira</i>	5
	<i>Stactobia</i>	2
<i>Stactobiella</i>	4	

	<i>Tricholeiochiton</i>	1
Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma</i>	13
Leptoceridae	<i>Adicella</i>	1
	<i>Athripsodes</i>	1
	<i>Ceraclea</i>	27
	<i>Leptocerus</i>	5
	<i>Mystacides</i>	8
	<i>Oecetis</i>	16
	<i>Parasetodes</i>	3
	<i>Setodes</i>	7
	<i>Triaenodes</i>	8
	<i>Trichosetodes</i>	1
Limnephilidae	<i>Anabolia</i>	5
	<i>Annitella</i>	1
	<i>Arctopora</i>	1
	<i>Asynarchus</i>	5
	<i>Brachypsyche</i>	3
	<i>Chilostigma</i>	1
	<i>Chilostigmodes</i>	1
	<i>Dicosmoecus</i>	3
	<i>Ecclisocosmoecus</i>	1
	<i>Ecclisomyia</i>	1
	<i>Halesus</i>	2
	<i>Hydatophylax</i>	8
	<i>Grammotaulius</i>	4
	<i>Grensia</i>	1
	<i>Lenarchus</i>	4
	<i>Limnephilus</i>	43
	<i>Nemotaulius</i>	4
	<i>Nothopsyche</i>	2
	<i>Onocosmoecus</i>	1
	<i>Philarctus</i>	2
	<i>Potamophylax</i>	1
	<i>Pseudostenophylax</i>	4
	<i>Thermophylax</i>	1
Molannidae	<i>Molanna</i>	5
	<i>Molannodes</i>	2
Odontoceridae	<i>Psilotreta</i>	1
Philopotamidae	<i>Dolophilodes</i>	7
	<i>Kisaura</i>	6

	<i>Wormaldia</i>	2
Phryganeidae	<i>Agrypnia</i>	9
	<i>Eubasilissa</i>	1
	<i>Hagenella</i>	3
	<i>Oligotricha</i>	2
	<i>Phryganea</i>	4
	<i>Semblis</i>	3
Phryganopsychidae	<i>Phryganopsyche</i>	1
Polycentropodidae	<i>Cyrnus</i>	2
	<i>Holocentropus</i>	2
	<i>Neucentropus</i>	1
	<i>Neureclipsis</i>	1
	<i>Nyctiophylax</i>	3
	<i>Plectrocnemia</i>	6
	<i>Polycentropus</i>	1
	<i>Polyplectropus</i>	1
	<i>Pseudoneureclipsis</i>	2
	Psychomyiidae	<i>Lype</i>
<i>Metalype</i>		1
<i>Paduniella</i>		2
<i>Psychomyia</i>		7
<i>Psychomyiella</i>		2
Ptilocolepidae	<i>Palaeagapetus</i>	2
Rhyacophilidae	<i>Rhyacopila</i>	35
Sericostomatidae	<i>Gumaga</i>	1
Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i>	5
Uenoidae	<i>Neophylax</i>	3

Key words: Trichoptera, caddisflies, fauna, Russian Far East, Pacific Russia, biogeography

Monitoring of herbivore's feeding activity in two localities of southern South Korea

Sei-Woong CHOI*, Jeong-Seop AN, nang-Hee Kim,
Dae-Ju Kim and Pyae Pyae Thein

Department of Environmental Education, Mokpo National University, Muan 534-729,
South Korea

The purpose of the present study is to monitor diverse herbivore's feeding activity in two localities, Mt. Jirisan National Park, a Korea LTER site and Mt. Seungdalsan, Muan, Jeonnam. We selected 11 tree species at two localities by differing elevations (> 200, 300, 600, 900, 1200m). We measured the herbivore's feeding activity by an indirect method that calculates feeding area per leaf by diverse but unknown herbivores (ankertrass area) every two weeks from April to July. We found that the peak and duration differ along the elevation and locality: at a low elevation site (>300m), pattern of ankertrass area increased continuously from 16th Julian week to 21st week; at middle elevation site (600m), pattern of ankertrass area increased continuously from 20th Julian week to 23rd week; and at high elevation site (>600m), pattern of ankertrass area sharply increased from 22nd Julian week to 25th week. This showed that the timing of peak of herbivore activity exhibited a time-lag by elevations. We expected that the peak or duration of herbivore activity can be changed followed by environmental change and this can be monitored in a long term ecological monitoring.

Key words: Herbivore, feeding, elevation, habitat, species diversity, LTER

Host plants of Korean Cerambycidae (Coleoptera: Chrysomeloidea)

**Jongok Lim, Jong-Su Lim, Shin-Young Park, Su-Min Oh, Kuk-Hyang Ko,
Il-Kwon Kim and Bong-Woo Lee**

Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

The Cerambycidae is a very diverse family in Chrysomeloidea (Insecta: Coleoptera), and the members are commonly called as longhorn beetles, long-horned beetles or longicorn beetles.

The family is comprised of approximately 25,000 described species in nine subfamilies worldwide, and 311 species are known from Korean insect fauna.

Most species are associated with woods and shrubs or live on herbaceous vegetation in open areas. Cerambycid larvae are primarily borers in deadwood. Some species develop in living trees and cause damage on host plants by boring heart wood and making galleries.

As the results of four year field surveys (from 2010 to 2013) and literature review, host plants of 181 species of Korean Cerambycidae are revised, including thirteen new cerambycid-host associations, and more than 179 host plants species of 107 genera in 44 families are compiled. Among them, most common host plants are belonged to mainly four families: Ulmaceae, Pinaceae, Fagaceae and Betulaceae. Additionally, *Acer tegmentosum* Maxim. (Aceraceae) is newly recognized as a host plant of the Asian longhorned beetle, *Anoplophora grabipennis* (Motchulsky) in South Korea.

Key words: Cerambycidae, Asian longhorned beetle, host plant, Korea, literature review

Development of a high efficient ‘Dual Bt-Plus’ insecticide using a primary form of an entomopathogenic bacterium, *Xenorhabdus nematophila*

Seonghyeon Eom¹, Youngjin Park¹, Hyeonghwan Kim² and Yonggyun Kim^{1*}

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

²National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

A phase variation has been reported in an entomopathogenic bacterium, *Xenorhabdus nematophila*. Compared to a wild type primary form, a secondary form usually lose several physiological and biochemical characters. This study showed that the phase variation of *X. nematophila* caused a significant alteration in its immunosuppressive activity and subsequent entomopathogenicity. A secondary form of *X. nematophila* was detected in laboratory colonies and exhibited significant differences in dye absorption and entomopathogenicity. In addition, the secondary form was different in production of eicosanoid-biosynthesis inhibitors (EBIs) compared to the primary form of *X. nematophila*. Production of oxindole and *p*-hydroxypropionic acid was significantly reduced in the culture broth of the secondary form of *X. nematophila*. The reduced EBI production resulted in significant suppression in the inhibitory effects on a cellular nodule formation and phenoloxidase activity. Culture broth of the primary form of *X. nematophila* significantly more enhanced the pathogenicity of *Bacillus thuringiensis* (Bt) than the culture broth of the secondary form. Furthermore, this study developed a high efficient ‘Dual Bt-Plus’ to control both lepidopteran insect pests of *Plutella xylostella* and *Spodoptera exigua* by mixing two effective Bt strains along with the addition of potent bacterial metabolites or 100-fold concentrated *X. nematophila* culture broth.

Key words: *Xenorhabdus nematophila*, Dual Bt-Plus, *Plutella xylostella*, *Spodoptera exigua*

잠입경계(Immersed Boundary, IB)법을 이용한 예쁜꼬마선충의 행동패턴에 관한 수학적 모델링

이완호, 강혁, 이상희

국가수리과학연구소 수리모델연구부

예쁜꼬마선충은 흙속에서 살아가는 선충류로서, 성충의 크기는 약 1mm이고 비교적 단순한 형태를 지닌 다세포생물로 주변 환경에 따라 기어가는 행동과 유영하는 행동을 보인다. 본 연구에서는 예쁜꼬마선충의 유영하는 행동패턴을 구현하기 위하여 잠입경계(IB)법을 이용하여 비압축성 나비에-스톡스 방정식에 기반한 이차원 모델을 수립하였다. IB방법은 1972년 C. S. Peskin(뉴욕대학교)이 심장 안의 혈류에 대한 모델링과 시뮬레이션을 하면서 처음 개발한 것으로, 근래에 점성이 있는 비압축성 유체가 경계구조와의 상호작용에 의해 생기는 문제들을 다루기 위해서 공학, 생리학, 의학 등의 여러 학문에서 많이 쓰이고 있는 방법이다. IB 방법의 장점은 주어진 구조에서 생기는 경계조건을 이용하여 움직이는 경계 구조 문제를 해결하던 방법들과는 달리 이산화 된 디락-델타 함수를 사용하여 구조의 경계조건 없이 움직이는 경계 구조 문제를 다룰 수 있다는 장점이 있다. 예쁜꼬마선충의 이차원 모델은 등(dorsal)/배(ventral)를 나타내는 얇은 곡선 형태로 구현되었고 각각의 곡선을 이루고 있는 점들 사이를 후의 법칙에 기인한 스프링 형태로 연결하여 경계에 탄성력을 부과하였다. 또한 각각의 스프링을 수동적인 성분과 능동적인 성분의 두 가지 형태로 구분하였고, 능동적인 성분의 길이변화에 의해 등/배 근육의 수축성을 부과하였다. 본 연구를 통해 위와 같이 구성된 모델에 어떠한 패턴의 근육 수축을 주어야 선충모델이 전진, 후진, 그리고 코일링 형태의 유영하는 행동패턴이 구현되는지 알아본다.

검색어: 예쁜꼬마선충, 수학적 모델링, 잠입경계법, 진행파, 행동패턴

01-5

Parasitism of *Cotesia plutellae* shutdown insulin signaling by host nutrient deprivation

Rahul P. Hepat and Yonggyun Kim

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

A polydnavirus, *Cotesia plutellae* bracovirus (CpBV), is symbiotic to an endoparasitoid wasp, *C. plutellae*, which specifically parasitizes young larvae of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. Parasitization by an endoparasitoid wasp, *Cotesia plutellae*, delays the larval development and metamorphosis in *Plutella xylostella*. Nutritional deprivation by the wasp may induce these developmental alterations in growing host. This study focussed on the change of insulin signaling of the parasitized host. The parasitized larvae exhibit a significant suppression in insulin-like peptide (ILP) expression, which was induced only by the injection of the CpBV. Reduced ILP expression significantly increased the blood sugar level (trehalose) level in the parasitized host, which was mimicked by starvation. Foxo was expressed in the parasitized larvae, but localized mostly in the nucleus. Overexpression of ILP gene in the parasitized larvae induced translation of Foxo to cytoplasm and significantly decreased trehalose level in the plasma. Interestingly, the overexpression of ILP gene significantly prevented the successful parasitization and allowed the host metamorphosis.

Key words: ILP, *Cotesia plutellae* bracovirus, Foxo, *Plutella xylostella*

Fine Structure of the Silk Producing Organ in the Caddisworm *Hydatophylax nigrovittatusu*

Hyo-Jeong Kim¹, Hee-Seok Kweon² and Myung-Jin Moon¹

¹Department of Life Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

²Korea Basic Science Institute, Deajeon 169-148, Korea

The caddisfly is an aquatic insect that resembles a small moth. Silk is produced by the larvae through a pair of labial silk glands. The larvae, caddisworms, use silk not only to produce 'capture nets' to collect food particles from the water environment but also to construct 'silken cases' for their shelters in running water. Physically, two different processes of silk-producing systems are reported among the different species of arthropod animals: terrestrial and aquatic silk productions. Although both types of silks can be produced along its sophisticated process through a sequential pathway from silk gland, most of our recent knowledges of silk producing system are dependent on those revealed from the terrestrial animals including silkworms or spiders. Therefore, this experiment was initiated to reveal the fine structural aspects of the silk producing system of larval stage of the caddisfly *Hydatophylax nigrovittatusu* with light and electron microscopes

Key words: Caddisfly, Fine structure, Silk, *Hydatophylax nigrovittatusu*.

Taxonomic review of the cave-dwelling springtail family Tomoceridae (Collembola) in Korea with descriptions of three new species

Gyu Dong Chang¹, Byung Hoon Lee², Young Gun Choi³ and Yeon Jae Bae^{1*}

¹College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul, Korea

²The Korea Academy of Science and Technology, Gyeonggi-do, Korea

³The Institute for Conservation of Wild Species, Daejeon, Korea

Cave-dwelling springtail studies in Korea initiated during 1960s by the Japanese Collembola researcher, R. Yosii, and comprehensive taxonomic studies on Korean Collembola were conducted by B. H. Lee during 1970-1990s wherein the new family Gulgastruridae was established using the type species *Gulgastrura reticulosa* from the Gossidonggul cave in Gangwon-do, South Korea. Eight families of cave-dwelling Collembola are known in Korea, and the family Tomoceridae is the most abundant and diverse group of cave-dwelling Collembola with 11 known species belonging to 4 genera in Korea. In this study, 12 species of Korean Tomoceridae are reviewed, and 1 new species from the genus *Plutomurus* and 2 new species from the genus *Tomocerus* are described.

Key words: cave-dwelling springtails, Collembola, Tomoceridae, *Plutomurus*, *Tomocerus*

Functional genomics of *TcCPR4* belongs to RR-1 CP family in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*

Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane

Department of Applied Biology, Chonnam National University

Insects have a protective exoskeleton consisted with cuticle to adapt various environments and pathogens. Insect cuticle mainly composed of the polysaccharide chitin and numerous of cuticular proteins (CPs). CPs are important for insect cuticle formation, development, and growth because it produces proper combination of mechanical and physical properties of cuticle depend on the regions of an exoskeleton. The largest family of CPs contains a 28-residue motif known as the Rebers-Riddiford (R&R) consensus sequence. When sequences containing the R&R consensus are aligned, they fall into three groups based on sequence similarity, and these groups tend to correlate with the type of cuticle (soft or hard) from which the proteins are derived. Proteins with the RR-1 motif have been found primarily in soft cuticle, whereas many proteins from rigid cuticle have an extended region of similarity called RR-2.

We recently reported that two major CPs, *TcCPR18* and *TcCPR27* belong to RR-2, are essential for formation of highly sclerotized modified-forewings (elytra) of a beetle. In this study, we performed functional genomics of *TcCPR4*, which encodes RR-1 motif. The transcript levels of *TcCPR4* drastically increased in 3 d-old pupae at when adult cuticle synthesis appears to be begun. Immunohistochemical studies revealed that *TcCPR4* protein was detected in the rigid cuticle of elytron and ventral abdomen but not in the flexible cuticle of hindwing and dorsal abdomen of *T. castaneum* adult. Furthermore, *TcCPR4* protein was specifically present at basal side of the procuticle (near the epidermal cells) and vertical canals, whereas *TcCPR27* protein was found entire procuticle. Injection of double-stranded RNA of *TcCPR4* (*dsTcCPR4*) into late instar larvae had no effect on development and any types of molting such as larval-larval, larval-pupal or pupal-adult. Interestingly, depletion of both *TcCPR4* and *TcCPR27* transcripts could rescue the elytral cuticle defect and mortality produced by injection of *dsTcCPR27* alone. Transmission electron microscopy analysis revealed that depletion of *TcCPR4* had abnormal vertical canals in rigid adult cuticle while *dsTcCPR27* injection showed less electron-dense-horizontal laminae and vertical canals. Surprisingly, co-injection of dsRNA for *TcCPR4* and *TcCPR27* exhibited more severe cuticle defect with thinner elytral cuticle and abnormal vertical canals and chitin laminae compared to those from insects treated with dsRNA for each gene. These results suggest that *TcCPR4* as a RR-1 is essential structural component in the rigid cuticle of *T. castaneum* adult.

This work was supported by NRF (NRF-2012R1A2A1A01006467).

Key words: *Tribolium castaneum*, cuticle protein (CP), cuticle/exoskeleton, elytron, RNA

Dispersal Ability of *Aedes albopictus* Estimated by Mark-Release-Recapture Experiment in Korea

**Sung-Chan Yang, E-Hyun Shin, Kyu-Sik Chang, Jong Yul Roh,
Mi-Yeoun Park and Wook-Gyo Lee***

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

We conducted a investigation for dispersal ability of *Aedes albopictus*, a dengue vector mosquito, using mark-release-recapture method in Korea. A certain number of fluorescence marked *Ae. albopictus* was released in four different habitats – urban (Cheonan), suburban (Jochiwon), port (Pyeongtaek), and airport (Cheongju), and sticky traps and BG-traps were used to recapture the mosquito in designated time period. In case of urban and suburban areas, 100 sticky traps were used in 3-week period for both regions, and 19 BG-traps and 15 BG-traps were used in 36-hour period for urban and suburban areas respectively. Using sticky trap, 21 from 1,300 released mosquitoes (1.62%) were recaptured in urban area; while in suburban area, only 2 individuals (0.1%) were recaptured. Most of them were recaptured within 100m from releasing point and about 40% were within 20m distance. When BG-traps were used, 35 from 900 released mosquitoes (3.8%) were recaptured in urban area; while 26 mosquitoes (2.8%) were recaptured in suburban area. The maximum distance of dispersal was 200m in urban and 100m in suburban area, while most of them were recaptured in 50 ~ 80m range. In case of port and airport area, 15 and 10 BG-traps were used respectively to recapture 1,000 released mosquitoes in 5-day period. In port area, 23 mosquitoes (2.3%) were recaptured; while 166 mosquitoes (16.6%) were recaptured in airport area. The maximum distance of dispersal was 130m in both areas; while most of them were recaptured in 50m range. In conclusion, *Ae. albopictus* has a narrow dispersal range compared to other mosquitoes, a typical characteristic of genus *Aedes*, and their dispersal ability is greatly affected by various environmental factors. These results can provide basic information for effective prevention of *Ae. albopictus* and overseas inflow of dengue fever.

Key words: *Aedes albopictus*, Mark-release-recapture, Dispersal ability, Dengue virus

Geographical Distribution of Ixodid Ticks (Acari: Ixodidae) in Korea during 2011-12

**Bong Gu Song¹, Jong Yul Roh¹, Won Il Park¹, Eun-hee Shin¹, Sun-Whan Park²,
Jungsang Ryou², Chan Park², Wook-Gyo LEE¹,
E-hyun Shin¹ and Mi-Yeoun Park¹**

¹Division of Medical Entomology, Center for Immunology and Pathology, Korea National
Institute of Health

²Division of Arboviruses, Center for Immunology and Pathology, Korea National Institute of Health

We investigated the prevalence of severe fever with thrombocytopenia- syndrome virus (SFTSV) and geographical distribution of ixodid ticks from 25 regions of the Korea during 2011-2012. We collected 25,940 ixodid ticks with 3 genera and 7 species using dry ice bait trap and flagging. Among them, Genus *Haemaphysalis*, *Ixodes* and *Amblyomma* counted 25,821 (99.5%), 118 (0.5%) and 1 (<0.0%). Genus *Haemaphysalis* consisted of 4 species, *H. longicornis* (90.4%), *H. flava* (9.2%), *H. formosensis* and *H. hystriasis* (<0.1%). Genus *Ixodes* consisted of 2 species, *I. nipponensis* (0.4%) and *I. persulcatus* (0.1%). Only one *Amblyomma testudinarium* was collected. The highly infested sites were grassland (50.1%) and mixed stand forest (20.3%). Minimum infection rate (MIR) of SFTSV in *H. longicornis* was 0.5% in Korea and this rate was similar to that in China (0.46%). Our results showed that *H. longicornis* is a major vector of SFTSV and its surveillance will be needed at high risk area.

Key words: Ixodid ticks, distribution, dry ice bait trap, SFTSV

01-11

A novel cPLA₂ encoded in *Spodoptera exigua* its recombinant protein using a bacterial expression system and imunological functions

Jiyeong Park and Yonggyun Kim

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

Phospholipase A₂ (PLA₂) catalyze the committed step for eicosanoid biosynthesis and releases arachidonic acid (AA), which is oxygenated into eicosanoids that mediate immune responses in insects. Thus, any inhibition of PLA₂ activity would lead to a significant immuno suppression due to lack of eicosanoids. Among more than 15 families of PLA₂s, group IV cytosolic PLA₂ (cPLA₂) has been mainly associated with the production of eicosanoids associated with immune responses. However, no cPLA₂ has been reported in all invertebrates including insects. AcPLA₂ candidate gene (SecPLA₂) has been identified from a hemocyte transcriptome of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*. RNA interference of SecPLA₂ expression significantly reduced cellular immune responses of hemocytes. When the SecPLA₂ was expressed and purified, the recombinant SecPLA₂ catalyzed a substrate, phosphoatidyl choline, atsn-2 position. Its catalytic activity was sensitive to pH, temperature, and calciumlevel. Furthermore, there combinant SecPLA₂ was specifically sensitive to a cPLA₂-specificinhibitor, methyl arachidonyl fluorophosphonate.

Key words: insect immunity, cytosolic Phospholipase A₂, *Spodoptera exigua*, eicosanoid, enzyme activity

미생물을 이용한 1-Deoxynojirmycin의 생산 및 활용방안에 관한 연구

성수일^{1,2}

¹(주)바이오토피아, ²수원대학교 생명과학과

1-Deoxynojirmycin(DNJ)은 alkaloids의 한 성분으로 혈당강하, 항바이러스 등의 효과가 알려져 있다. 즉 DNJ는 α -glucosidase의 저해기능을 통해 소장에서의 이당류의 분해·흡수를 억제함으로써 식 후 혈당의 조절이 가능하고 또한 바이러스 복제에 필요한 단백질의 합성을 차단함으로써 바이러스 증식을 억제하는 항바이러스 효과를 보이고 있다. 이러한 DNJ의 기능에 기초하여 현재 당뇨병환자 및 바이러스성 가축 질병에 대한 산업적 이용이 이루어지고 있다.

그러나 DNJ는 매우 고가품으로서 이 물질의 경제적 생산방법의 개발이 요구되고 있다. DNJ 생산에는 뽕잎이나 누에로부터의 추출법, 화학적 합성법 및 미생물 배양법 등이 알려져 있으나 이 가운데 미생물 배양에 의한 DNJ 생산이 경제성이나 물질의 안정성 및 분리정제의 간편성 등 여러 면에서 유용한 것으로 확인되고 있다. 본 발표에서는 DNJ 생산균주의 분리와 동정, DNJ의 정제와 유전자 확인 및 산업적 활용 방안 등 DNJ에 관한 일련의 연구결과를 소개하고자 한다.

미생물 중에서는 바실러스균, 방선균 등이 DNJ를 생산하는 것으로 알려지고 있는데 본 연구진은 전통식품인 청국장에서 수백 종의 바실러스균을 분리하고 그 중에서 α -glucosidase에 대한 저해능이 우수한 몇 개의 균주를 선발하였다. 이들 균주 가운데 효소 저해능이 가장 우수한 하나의 균주를 최종 선발하고 이 균에 대한 생화학적 및 분자생물학적 동정을 한 결과 이 균주는 *Bacillus subtilis*와 99%의 유전적 상동성을 보였으며 선발된 이 균주를 *B. subtilis* MORI로 명명하였다. 본 균주에 의해 생산된 α -glucosidase 저해물질의 화학적 동정을 위해 이온교환수지 크로마토그래피법 등 일련의 분리정제를 시행하여 순도 98%이상의 DNJ를 얻고 이어서 HPLC, GC-MS, NMR 등의 기기분석을 통해 이 물질이 DNJ와 동일한 물질임을 확인하였다.

그러나 이와 같은 단순한 미생물 배양법은 DNJ 생산량이 1g/L 정도로 수율이 낮아 보다 높은 수율의 DNJ 생산을 위한 유전공학적인 생산 전략을 구상하였다. 이 목적을 위해 먼저 MORI균으로부터 DNJ 생합성 유전자를 탐색하였다. 우선 MORI균주에서 분리한 게놈을 *Bam*H I 으로 partial digestion하여 BAC library를 제작하고 이 library로부터 α -glucosidase 저해능을 갖는 대장균 클론 C36-4를 선발하였다. 다음 이 클론이 생성하는 α -glucosidase 저해물질을 HPLC와 GC-MS 기기분석

한 결과 DNJ와 동일한 물질임이 확인되었다. 클론 C36-4가 보유하고 있는 삽입 유전자의 염기서열을 분석한 결과 10 kb 크기의 DNA 안에 *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 균주와 유전적 상동성이 높은 *gabT1*, *yktc1*, *gutB1* 등 3종의 유전자가 존재함을 확인하였고 대장균을 이용한 이들 유전자의 발현을 조사한 결과 대장균에서 실제 DNJ가 생합성 되고 있음을 확인하였다. 현재 대장균 또는 바실러스균 등의 발현용 미생물에 이들 유전자를 도입하여 DNJ의 대량생산을 위한 연구가 진행 중에 있다.

DNJ의 산업적 활용으로는 MORI 균주의 대두발효추출물(BTD-1)에서 제1형 및 제2형 당뇨동물의 혈당강하 효과를 확인하여 현재 의료기관에서 혈당조절관련 인체적용시험이 진행 중에 있으며 한편 축산농가에서는 이 발효추출물을 가축의 바이러스성 질병 예방 및 발육개선을 위한 사료 첨가제로 사용하고 있다. 이밖에 지방세포 유래의 사이토카인 성분의 하나인 *adiponectin*의 발현, 분비, 증대 등에 미치는 DNJ의 작용을 통해 심혈관계 질환 개선, 당뇨합병증 개선, 비만 개선 등 DNJ의 활용 확대방안 모색을 위한 연구가 수행 중에 있다.

Structural characteristics and properties of silk sericin solution and film prepared using different solvent

Yoon Nam Jo, Do Gyu Bae and In Chul Um*

Department of Bio-fibers and materials Science, Kyungpook National University

In this study, silk sericin solutions and films were prepared with different solvents: formic acid and water. Also, silk sericin film from aqueous solution was prepared at different casting temperature. Regardless of solvent type, silk sericin solutions showed a shear thinning implying highly molecular entangled state of silk sericin. Silk sericin aqueous solution showed a higher turbidity than that of formic acid solution. Silk sericin aqueous solution showed shorter gelation time than formic acid. FTIR results showed β -sheet crystallization of silk sericin was affected by casting solvent and temperature. Silk sericin film from aqueous solution showed more β -sheet conformation as the casting temperature was decreased. Silk sericin film from formic acid showed higher crystallinity index than silk sericin films cast from aqueous solution. XRD diffraction measurement showed similar results to those of FTIR. In case of mechanical properties, tensile strength of sericin film from formic acid was higher than sericin films from aqueous solution.

Surface-modified Silk Hydrogel Containing Hydroxyapatite Nanoparticle

Hyung Hwan Kim, Min Ji Kang, A Reum Park and Young Hwan Park

Department of Biosystems and Biomaterials Science and Engineering, Seoul National University

We define hydrogel as a polymer network containing a large amount of water or biological fluid in a 3-D structure. Because of the physical or chemical chains present in a hydrogel, it is stable in aqueous environment. Therefore, it has been used in diverse medical fields. In addition, by controlling the gelation degree of polymer solution (the state prior to hydrogel) hydrogels can be easily applied to damaged tissue area. This unique structure and properties of hydrogel shares a similarity with ECM (Extracellular matrix) in that it has a potential to be applied in tissue engineering field. Especially, the injectable property and ECM like structure can be applied to bone regeneration. Out of several polymers can be form hydrogels, silk fibroin (SF) has an excellent biocompatibility, biodegradability and it can be used to create bone regeneration scaffold in the form of hydrogel.

In this study, we fabricated a SF hydrogel containing hydroxyapatite nanoparticle (HAp). To improve the dispersibility of HAp in the SF aqueous solution, we chemically modified the surface of HAp particles using hyaluronic acid (HA) – dopamine (DA) conjugate. Since SF aqueous solution has a long term gelation time, we utilized ultra-sonication method to induce a rapid gelation. Stability of HAp in SF aqueous solution was measured by ELS and TGA. Finally, FT-IR and WAXD were used to evaluate the changes of secondary structure of silk hydrogel according to concentrations of hydroxyapatite nanoparticle concentration.

Key words: Silk fibroin, Hydrogel, Hydroxyapatite, Dispersion

The investigation of effect of silkworm variety on the structural characteristics, rheological properties and properties of silk polymers

정다운¹, 이진근², 엄인철^{1*}

¹경북대학교 바이오섬유소재학과, ²경상북도 잠사곤충사업장 잠사팀

Silk fibroin (SF) and silk sericin (SS) have been studied as a biomaterial due their useful properties including good blood compatibility and good cell activities. However, previous studies, silkworm variety has not been considered although it can affect structure and properties of silk fibroin and sericin. Therefore, in the present study, structure and properties of silk fibroins and sericins obtained from different silkworm variety were examined. Most of regenerated SF solutions from different silkworm varieties displayed Newtonian fluid behaviors and their viscosities were different depending on the silkworm variety. N74 showed the highest viscosity among the SF samples. Molecular weight (MW) distribution and mechanical properties of regenerated SF showed similar result to viscosity result. SS did not show significant difference in MW distribution and viscosity result depending on the silkworm variety.

Effect of degumming method on the structure and properties of solution, film, and electrospun fiber of regenerated silk

Hyun Ju Kim and In Chul Um*

Department of Bio-fibers and materials Science, Kyungpook National University,

Silk fibroin can be damaged or degraded during degumming process. Therefore, it is expected that different structure and properties of silk fibroin can be obtained by different degumming method. However, effect of degumming method on the structure and properties of regenerated silk has not been considered, yet. In this study, Effect of degumming method on the structure and properties of solution, film, and electrospun fiber of regenerated silk was examined. Order of viscosity of regenerated silk solution as follows : Urea method > Acid method, HTHP method > Soap/soda method, Soda method. This viscosity difference among the degumming method strongly influenced the electro-spinning performance of regenerated silk prepared from different degumming method. Also, solution turbidity, crystallinity index (from FTIR), mechanical properties of silk were remarkably affected by degumming method.

백서 두정골 모델에서 실크 차폐막의 골유도 재생 효과에 대한 비교실험

하용윤¹, 김민근¹, 김성곤¹, 조유영², 권해용²

¹국립 강릉원주대학교 치의학과, ²국립농업과학원 잠사양봉소재과

골유도재생술은 골결손부의 부피를 회복하기 위해 차폐막을 이용하는 치과수술이다. 이 차폐막에는 동물유래의 콜라겐과 합성재료로서 polytetrafluoroethylene (PTFE)를 이용한 것이 개발되어 있다. 본 연구에서는 백서두정골에 인위적 결손부를 형성하고 실크 차폐막의 골유도재생효과를 평가해보았다. 이를 위해 총 30마리의 Sprague-Dawley 백서가 사용되었는데, 실크차폐막을 실험군으로, 콜라겐 차폐막(Rapi-gide®)과 PTFE(cytoplast®)을 대조군으로하여 각각 10마리씩 적용하였다. 백서 두정골에 하나의 골 결손부를 형성한 후, 차폐막을 덮고 4주, 8주에 희생시켜서 방사선학적 방법(μ -CT)으로 골생성정도를 비교해보았다. 결과, 수술 4주 후에는 실크(13.58mm^3)와 콜라겐(7.06mm^3), PTFE(1.86mm^3)대조군사이에 큰 차이가 있었다($p < 0.05$). 수술 8주 후에는 각 군 사이에 큰 차이는 없었다($p > 0.05$). 하지만 실크 차폐막 적용군에서는 다른 대조군들과는 달리 이물질 반응이 거의 없는 조직학적 소견이 관찰 되었다. 결론적으로, 이 실험에서, 실크차폐막이 골유도재생술을 위한 재료로서 유효함을 알 수 있었다.

검색어: 실크; 치과재료; 조직유도재생술

02-6

Evaluation of silk plus hydroxyapatite coating for the surface treatment of dental implant

Sang-Woon Lee¹, Hyun Seok¹, Byung-Dong Hahn² and Seong-Gon Kim¹

¹Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Gangneung-Wonju National University,

²Functional Materials Division, Korea Institute of Materials Science,

The objective of this study was to compare peri-implant bone formation among uncoated (UC), hydroxyapatite (HA), collagen plus hydroxyapatite (CH), and silk plus hydroxyapatite (SH) implant groups. Surface coating was applied using the aerosol deposition method. The morphology of MG63 cells on the implant surfaces were examined by scanning electron microscopy (SEM) after 8 h cultures on the each of implant groups. After 48 h cultures, MTT assay was performed to compare cell viabilities of each group. Subsequently, a total of 20 implants from each group were installed in the tibia of the rabbits. The animals were sacrificed at 6 weeks after the implant installation. The peri-implant bone formation was evaluated from the histological sections. In the SEM images, SH coating implant showed better attachment of MG63 cells to the implant surface than the other groups. It also showed adequate cell viabilities and peri-implant bone formations compared with other implant groups. From these *in vitro* and *vivo* experiments, SH coating can be a possible candidate for the surface treatment of dental implant.

This study was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen21 Program (Center for Nutraceutical & Pharmaceutical Materials no. PJ009013)

검색어: silk, dental implant, coating

Effects of matured silkworm hemolymph on suppressing melanin synthesis and skin flora

**Ji-Young Mun, Heui-Sam Lee, Kwang-Gill Lee, HaeYong Kweon,
You-Young Jo and Joo-Hong Yeo***

Sericultural & Apicultural Materials Division, National Academy of Agricultural Science

In this study, matured silkworm hemolymph was studied for inhibitory effect on melanocyte formation, tyrosinase activities and antibacterial effect. A matured silkworm hemolymph mass purification method was developed and some of suppressing melanin formation effects were investigated, too. Antibacterial effects were tested by *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* and *Candida albicans*. As a result, the advanced purification method was higher in yield rate than existing one by 53%. A free radical scavenging activity of hemolymph was higher than sericin on the market(IC_{50} , 202.9 ± 33.1) and lower than vitamin C(0.57 ± 0.02) by $6.4 \pm 0.3 \mu\text{g/ml}$. An inhibitory effect on melanin synthesis was higher in hemolymph compared to morus bark and arbutin by 9.15% and 11.56%, respectively. The antibacterial effects on *Escherichia*, *Staphylococcus* were detected at 2% hemolymph concentration, which was relatively good. Thus, these results suggest that hemolymph of matured silkworm may have beneficial properties as a material for cosmetics.

Key words: Matured silkworm hemolymph, Antioxidant, Antibacterial effect, Skin flora

가잠 누에고치 박리 시편의 특성에 대한 연구

이정민, 김성욱, 조유영, 여주홍, 이광길, 권해용

국립농업과학원 잠사양봉소재과

가잠(*Bombyx mori*) 누에고치는 피브로인과 세리신으로 이루어져 있는 섬유가 웹 구조를 형성하며 이러한 구조 층이 13-16겹 정도의 층을 이루고 있다. 고치의 내부와 외부는 질감, 육안상 섬유질의 광택, 웹 구조 등에 차이가 있지만, 이러한 특성에 대해서 아직까지 보고된 바가 없다. 본 연구에서는 누에고치 내부와 외부특성의 차이점을 알아보기 위하여 고치를 박리하여 시편을 제작하고 비교 분석 실험을 하였다. 박리된 시편은 물리적 특성을 알아보기 위해 만능재료시험기를 사용하여 인장강도, 연신율을 측정하였다. 또한 박리 시편의 실크 피브로인과 세리신의 조성비를 확인하기 위하여 정련과정을 통해 연감율을 측정하였으며, 적외선 감쇠전반사 분광분석기(ART-IR)를 사용하여 시편을 측정하여 구조 분석을 하였다. 측정 결과가잠 누에고치의 부위별 박리 시편들은 물리적 특성과 구성 성분비등에서 차이를 보였다. 이와 같은 결과를 이용하여 누에고치를 다양한 신소재로 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

검색어: 누에고치, 박리, 실크피브로인

백강균에 따른 백강잠 추출물들의 생리활성 비교 검토

이시내, 우라미, 김동준, 이지수, 신태영, 고승현, 우수동

충북대학교 식물외학과

국내에 등록된 3가지 식용곤충자원중 하나인 백강잠(*Bombycis corpus*)은 백강균(*Beauveria bassiana*)에 감염되어 죽은 누에(*Bombyx mori*)를 말하는 것으로 동양의학에서는 증풍, 풍사, 경련진정, 결핵, 부인병, 소아병, 기미제거 및 종기치료 등 매우 다양한 효능이 있는 것으로 기록되어 있다. 최근 연구에서는 항경련작용, 항균작용, 항암작용, 수면촉진작용, 미백작용, 부신피질자극작용 및 당뇨병 등에 효과가 있는 것으로 보고 되고있다. 백강잠의원인균인 백강균은 곤충병원성 곰팡이의 일종으로, 비록 같은 속(genus) 및 같은 종(species)에 속하는 것들이라도 분리된 곰팡이마다 살충활성을 비롯하여 서로 다른 생물학적 특성을 지니고 있어 이용 목적에 따라 최적의 곰팡이 균주의 분리 및 선택이 매우 중요한 것으로 알려져 있다. 백강잠의 생산에 이용될 수 있는 백강균의 경우, 현재까지 약 500여종이상이 보고되어 있으며, 이들의 생산하는 물질들의 종류, 생물학적 특성은 각 균주가 개별적인 특징을 지니고 있다. 하지만 현재까지 백강균의 종류에 따라 생성되는 백강잠의 다양성을 비롯하여 효능 평가에 대한 연구가 이루어지지 못하고 있어 백강잠의 생성의 다양성 및 효능 평가에 대한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 국내에서 분리 확보한 다양한 종류의 백강균을 이용하여 백강잠을 제작하고, 주요 생리활성인 항세균, 항산화, 항암작용을 평가하였다. 본 연구결과를 통하여 목적에 따라 적절한 백강균을 이용하여 백강잠의 생산이 필요함으로 제시함으로써 백강잠의 보다 효율적인 활용이 가능할 것으로 기대된다.

검색어: 백강균, 백강잠, 누에, 생리활성, 항세균, 항산화, 항암활성

한국의 기후변화 현황과 농업부문 적응대책

심교문

국립농업과학원

기상청(2009년)의 발표에 따르면, 지난 100년간(1912~2008년) 한반도의 기온 상승률은 1.7°C로 전지구 기온 상승률(0.74±0.03°C)에 비해 2배 이상 높았으며, 1960대 이후로 기온 상승률이 급격히 증가하였다. 사계절 중 겨울철에 가장 크게 증가한 반면에 여름철 평균기온 상승 경향은 뚜렷하지 않았다. 연 강수량은 공간적 및 시간적 변동성이 매우 크지만, 1970년 이후로 증가하는 추세이다. 계절적으로는 여름철에, 공간적으로는 태백산맥 주변지역에서 집중호우의 강도 증가에 의해서 강수량이 뚜렷하게 증가하였지만, 겨울철 강수량은 다소 감소하는 경향을 나타냈다. 지난 100년간 온난야, 여름일수 등 고온과 관련된 기후지수의 발생빈도는 증가하고, 한랭야, 한파일, 서리일 등 저온과 관련된 극한 기후 현상의 발생빈도는 감소하고 있다. 특히 여름철의 경우에는 평균기온은 크게 변화가 없었지만, 극한 고온일수와 극한 강수량이 증가하여 점차 집중호우와 고온현상이 반복되는 양상을 보였다. 지난 50년간(1963~2012년) 한반도의 일조시간은 매년 평균 2.2시간씩 줄어들어, 과거 10년(1963~1972년) 대비 최근 10년(2003~2012년)의 연 일조시간은 5% 감소하였는데, 계절적으로 여름철의 감소가 뚜렷하였다. RCP8.5시나리오에 따른 현재(1981~2005년) 대비 미래(2076~2100년)의 한반도 연 평균기온은 4.9°C 상승하고, 과거의 관측결과와는 달리 여름철에도 기온 상승이 뚜렷하여 현재대비 5.1°C 증가할 것으로 전망하고 있다. 또한, RCP8.5시나리오에 따른 현재대비 미래 한반도의 연 강수량은 15.0% 증가되며, 과거의 관측결과와는 달리 겨울철의 강수량 증가가 아주 클 것으로(30.8% 증가) 전망하고 있다. 이와 같은 지구온난화에 따른 기후변화는 기상이변을 동반하고, 기상재해로 이어져서 농작물 및 농업시설의 피해, 농업생태계 교란, 농업생산성 저하 등 농업분야에 막대한 피해를 가져온다. 따라서 농업분야에 미치는 기후변화의 직접적인 피해를 줄이고, 예측되는 농업시스템의 변화를 긍정적인 방향으로 유도하는 적극적인 전략이 필요하다. 농업부문의 기후변화 영향대책을 분야별로 살펴보면, 식량작물 분야는 이상기상과 병충해에 강한 내재해성 품종육성을, 원예작물 분야는 기상변동을 고려한 과종별 재배적지의 재설정을, 병해충과 잡초 분야는 국가 예찰망 구축 및 대발생 원인 구명을, 농업환경 분야는 농업인프라 확보 및 농업기상재해 발생 조기경보시스템 구축을, 농업정책 분야는 농산물 수급안정 등을 중심으로 기후변화 적응역량을 강화시켜 나가야 할 것이다.

*Corresponding Author: kmshim@korea.kr

검색어: 기후변화, RCP시나리오, 농업부문, 적응대책

Genetic Diversity of the Honey Bee and possible interactions with climate change

Walter S. Sheppard

Washington State University

With over 7 billion people on the planet, agriculture faces immense pressure to meet global demands for food. One third of consumed food relies on insect pollination with by far, the predominate pollinator being the honey bee, *Apis mellifera*. Although future challenges facing agriculture will come from multiple domains, one of the immediate challenges is honey bee decline. Stress associated with transportation, pesticide exposure nutritional limitations, various diseases and pests have all been recognized as potential factors in honey bee decline. With the prospect of future global changes in climate, honey bees will also face changes in forage availability and overwintering potential.

At the level of the individual colony, research has shown that honey bee health is directly correlated to genetic diversity. Increased colony diversity is associated with lower disease intensity, increased disease resistance, greater workforce productivity and thermoregulation stability. Genetic diversity at the population level serves as the raw material for selective breeding in agriculturally important plants and animals, including the honey bee. Honey bees are not native to Korea, however, and importation and founder events associated with the establishment of honey bees represent a series of genetic bottlenecks that limits the diversity of introduced honey bee populations. Fortunately, *Apis mellifera* consists of around 28 recognized subspecies within its native range, each with specific adaptations to climatic selective pressures endemic to its own location.

Climate change is expected to be bring a high degree of uncertainty in the future to climate expression in various locations. Fortunately, the honey bee has a wide breadth of diversity contained within various subspecies and careful importation and evaluation of specific stocks may be highly useful as we enter climate uncertainty in the future. With the recognition that agro-ecosystems are highly interconnected and multifaceted, one of the greatest challenges facing agriculture is preserving and improving honey bee health.

환경변화 적응을 위한 꿀벌 육종 연구의 현황과 방향

이명렬

농촌진흥청 국립농업과학원 잠사양봉소재과

서양종 꿀벌(*Apis mellifera*)이 1900년대 초 국내에 들어오면서 시작된 양봉(養蜂; beekeeping)은 최근 꿀벌 사육 환경이 변화하면서 많은 위기를 맞고 있다. 그동안 꿀벌 계통별 우수 특성이 보존되지 못하고, 여왕벌의 무작위 공중교미에 의해 대부분 사육계통이 생산성이 낮고, 질병에 취약하다. 따라서 환경변화에 따른 새로운 사육관리, 질병에 대한 효과적 대응, 생산성 등 대외 경쟁력을 높이기 위해서는 체계적인 육종이 필요하다. 꿀벌은 산웅단위생식(Arrenotoky)에 의한 성결정, 성대립인자(sex determining allele)의 동형접합(heterozygous)에 의한 배수체 수별(diploid male) 생산으로 생존율이 감소되는 근친교배 영향(inbreeding defect)이 매우 크다. 여러 수벌과의 다중교미에서 유충의 생존율은 집단 성 대립인자의 수(N)에 따른 생존율 $S\% = 100\{(N-1)/N\}$ 로 산출되는데, 꿀벌 육종 프로그램에서 다수의 성 대립유전자를 확보하는 것이 매우 중요하다. 벌꿀 생산성은 양적형질에 관여하는 유전자들의 누적효과로 나타나며, F₁에서 양친의 평균치로 생산성을 보이지만 F₂ 세대에서는 표현형의 극단적 분리가 일어나고 이후 우수 형질을 선발하는 것이 중요하다. 꿀벌은 또한 유전자형이 이형상태일 때 잡종강세를 보이는 경우가 많은데, 이들 선발과 교배를 통한 외국의 꿀벌 육종 사례를 소개하고자 한다. 최근 국립농업과학원과 예천곤충연구소의 공동연구를 통해 삼원교배 잡종강세를 이용하여 꿀 생산성을 31~73%을 향상시킨 연구과정을 발표하고 앞으로의 우리나라의 꿀벌 육종방향, 여왕벌 보급체계에 관하여 논의하고자 한다.

검색어: 꿀벌, *Apis mellifera*, 육종, 잡종강세

기후변화에 의한 밀원식물의 개화기 변화와 주요 밀원수종 특성

김세현, 한진규, 송정호, 김문섭, 김혜수

국립산림과학원

식물의 개화는 생물계절현상 중에서도 가장 두드러진 변화이다. 온대지방에서 개화에 영향을 주는 환경요인은 기후, 일장, 토양수분, 식물체내의 수분포텐셜 등이며, 그중에서 생육초기의 기온은 가장 유효한 인자이다(Brown, 1953, Lindsey *et al.*, 1956). 그러나 식물의 개화에 미치는 환경 요인으로 대기후뿐만 아니라 미기후도 중요하며, 동일 종, 동일 위도라도 지역, 고도, 사면, 개체 또는 가지의 위치에 따라 그 시기가 다르다고 할 수 있다.

홍릉수목원 148종 식물의 개화시기를 분석한 결과 1999~2009년에는 전체수종 평균 개화시기가 4월 26일로 40년 전(1968~1975년)보다 평균 8일 이상 빨라졌으며, 특히 3~4월에 개화하는 수종의 개화시기 변화가 컸다. 그러나 최근 2년(2010~2011년)의 경우, 봄철 이상저온으로 인하여 1999~2009년보다 개화시기가 평균 10일 이상 늦춰지는 변화를 보였으며, 3월말 생강나무, 산수유, 개나리, 진달래, 벚꽃 등이 한꺼번에 피어있는 진풍경을 연출하였다(성주한 등, 2012).

벌꿀생산의 안정성과 생산량을 증대시키고 주년생산을 통해 아까시나무에 대한 의존도를 줄이기 위해 4월부터 9월까지 개화하는 주요 밀원수종들을 대상으로 개화기간 및 화밀분비 특성을 조사한 결과 2009년도 아까시나무의 평균 화밀분비량 $2.20 \pm 1.18 \mu\text{l}$ 와 비교하여 쪽동백나무, 때죽나무, 헛개나무, 피나무, 찰피나무, 섬피나무, 쉬나무, 가시오갈피나무, 오갈피나무가 더 많은 화밀분비량을 나타냈으며, 아까시나무의 개화 기간인 5월 19일부터 5월 27일과 중첩되지 않게 개화 기간이 분포되어 있어 벌꿀의 주년생산과 함께 아까시나무 밀원에 대한 의존도를 줄일 수 있는 밀원수종으로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

기후변화와 꿀벌-꿀벌응애 상호작용의 변화

정철의

안동대학교 식물외과

기후변화는 장기적인 지구 조절 시스템변화로 인한 이상기상현상의 빈도 증가는 물론 기온과 강우의 일정한 패턴을 가진 변화로 나타나고 있다. 연평균 기온의 상승, 강우량과 안개일수의 증가 경향은 뚜렷하다. 비록 미래기후에 대한 다양한 견해가 존재하지만 기후변화에 따른 생물의 대응은 적합도를 증가시키는 방향으로 전개될 것이라고 예측하고 있으나 각종별 반응양식은 객관화하기에는 아직 자료의 축적도 및 충실도가 미약하며 기후변화의 시간적 규모의 연구를 요구하기도 한다. 반면 절지동물은 외온성이며 환경의 변화에 빠르게 대응하기 때문에 환경변화지표로 활용하기 용이하다. 본 연구는 꿀벌과 그 외부기생성인 꿀벌응애의 기생관계에 미치는 기후변화의 영향을 결정론적 시뮬레이션 모델을 이용하여 탐구하였다. 시뮬레이션은 현재의 꿀벌과 꿀벌응애 상호작용 유형을 기반으로 하여 50년 이전과 이후를 비교함으로써 향후 양봉관리체계변화의 방향을 추정하였다.

검색어: 기후변화, 꿀벌응애, 시뮬레이션 모델, 상호작용

국내 주요 말벌류의 여왕벌과 일벌에 대한 발생 시기 변화 연구

김동원, 조형우, 김철영, 장하선, 조은서, 정철의

국립안동대학교 식물외과

양봉산업에서 말벌류에 의한 양봉농가의 피해보고가 증가 하고 있다. 또한 외래 침입종인 등검은말벌로 인해 양봉산업에서 말벌류의 관리는 더욱 어려워지고 있는 실정이다. 양봉장을 방문하는 말벌류는 사회적 집단을 형성하며, 꿀벌을 집단적으로 공격하는 성향을 띤다. 국내 말벌속(Genus: *Vespa*)은 10종으로 보고되었다. 이들 말벌류에 대한 지역별 출현 시기, 종 분포 등에 미치는 영향에 대한 생태학적으로 파악하는 것은 말벌류 관리에 있어 매우 중요하다. 말벌류는 봄철에는 여왕벌이 먹이 수집활동을 통해 봉군을 형성시키며 이후 일벌을 통해 먹이 수집활동을 이어간다. 따라서 본 연구는 경북 안동대학교 양봉장 주변 야산에서 발생하는 말벌류에 대한 연중 발생 동태를 파악하였으며, 여왕벌과 일벌의 발생을 시기를 조사하였다. 채집된 총 개체수는 1145개체였다. 채집된 말벌류는 말벌, 좀말벌, 장수말벌, 털보말벌, 꼬마장수말벌, 등검은말벌, 검은말벌, 큰흙눈말벌으로 8종으로 이루어져 있었다. 조사된 말벌 개체수 분포는 좀말벌:말벌:털보말벌:꼬마장수말벌:장수말벌:검정말벌:등검은말벌이 각 36:25:12:10:10:5:2이었으며, 봄철에는 43:16:18:6:7:8:3 이었고 여름철은 28:39:1:17:14:0:2 비율로 나타났으며, 봄철과 여름철 발생 개체수 비율이 다르게 나타났다. 여왕벌이 월동 이후 최초 채집은 5월 1일부터 이었고 1차 발생피크는 5월 15일~22일, 2차 발생피크는 6월 19일~26일 이었다. 채집 개체 크기 조사를 통해 1차 피크는 여왕벌이, 2차 피크는 일벌의 발생에 의한 것으로 판단되었다. 외부 환경적 요인에 의한 이들 발생동태 변화 추이 및 군집구조를 평가하였다.

검색어: 말벌류, 등검은말벌, 발생동태, 군집분석

양봉산업의 새로운 모색 : 봉독의 산업화

한상미

국립농업과학원 잠사양봉소재과

봉독은 살아있는 벌을 이용하여 오래 전부터 민간과 한방에서 질병의 치료에 사용되고 있었다. 본 연구에서는 봉독만을 채취할 수 있는 봉독채집장치를 개발하여 봉독에 대한 다양한 약리기전을 규명하고자 하였다. 서양종꿀벌(*Apis mellifera* L.)의 일벌에서 채집한 봉독의 항균, 항염 및 피부세포 증식효과를 확인하였다. 여드름 유발 원인균인 *P. acnes*와 내성균인 *P. acnes*, 피부 상재균인 *S. aureus*, *S. epidermidis* 및 *S. pyogenes* 균에 대한 성장 억제 효과를 조사하였다. well diffusion 법에 의한 성장억제 효과 *P. acnes*의 경우 2.5mg의 봉독 양으로도 억제환이 관찰되었으며, 내성균인 *P. acnes*, 피부 상재균인 *S. aureus*, *S. epidermidis* 및 *S. pyogenes* 균에서도 각각 5mg의 봉독으로도 세균 증식 억제 환을 볼 수 있었다. 봉독 투여 후 시간별로 *P. acnes*와 *S. aureus*에 대한 항균작용이 어떻게 변하는지 측정하기 위하여 time-kill curve에서도 짧은 시간 내에도 항균효과를 보이며, 처리시간이 증가함에 따라 억제 효과가 증가하였다. 봉독의 여드름 균 억제 기전을 전자현미경을 통해 관찰하였다. 또한, 봉독에 대한 피부세포 증식효과를 확인하기 위하여 keratinocyte 및 epidermal cell을 이용하였다. 그 결과 봉독은 keratinocyte와 epidermal cell의 증식을 유도하는 것으로 확인되었다. 또한 *P. acnes*에 의해 유발된 염증유발 인자인 TNF- α 및 IL-8에 억제효과를 확인하였다. 또한 여드름 유발 동물모델 및 인체적용 시험을 통해 봉독의 여드름 억제 효과를 확인하였다. 따라서, 상처난 피부의 증식 유도 및 여드름 치료제의 개발 가능성이 높은 것으로 생각된다.

검색어: 봉독, 피부세포, 여드름, 항염, 항균

프로폴리스의 연구개발 동향 그리고 과제

허용갑¹, 강지수², 이승완³

¹유니크바이오텍(주), ²비즈니스전략연구소(주), ³서울프로폴리스(주)

프로폴리스는 기원전 300년부터 약용목적으로 활용되어 온 물질이다.

그럼에도 불구하고 국내외에서 프로폴리스 연구개발 전반에 대한 체계적인 분석이 이루어지지 않고 있다. NCBI를 활용하여 2008년부터 2010년 사이 해외에서 양봉과 관련하여 발표된 논문은 총 1,282건으로 이중 프로폴리스 관련 논문은 20.9%인 268건이었다. 이중 대부분인 240건이 효능과 관련한 것이며 효능 중에는 항암과 관련한 내용이 가장 많은 41건이었다.

특히 1991년부터 2010년 사이에 750여건이 출원되었으며 중국이 384건으로 특히 출원이 가장 활발하였으며 한국, 미국, 일본, 유럽 등의 순으로 출원되었다. 특히, 중국은 2000년대 이후부터 특히 출원이 집중적으로 이루어져 최근까지도 이어지고 있다.

기술 생명주기(life cycle)는 일본의 경우 성숙기로 접어든 것으로 나타났으며 현재 가장 큰 시장을 형성하고 있는 중국은 발전기에 접어들었고 미국은 발전기 초기, 한국은 발전기 후기에 근접해있다고 분석된다.

사업매력도 평가(BMO)에서 식품분야에선 차와 음료 그리고 건강기능식품이 화장품분야에선 피부노화억제와 여드름, 아토피 억제제가 의약품분야에서는 동맥경화용제 등 5개 분야가 가장 매력도가 큰 것으로 분석되었다.

프로폴리스는 각 기후대별로, 국가별로 산재해 있는 식물 특히, 수종에 크게 영향을 받으므로 원료에 대한 국제적 표준화가 매우 어렵다. 따라서 누군가 국제적인 표준화방안을 찾아내고 기술적으로 선점 할 수 있다면 산업을 크게 일으키면서 앞서 나갈 수 있게 될 것이다.

검색어: 프로폴리스, 프로폴리스논문, 프로폴리스특허, 기술생명주기, 표준화

세계곤충학회(ICE2012)
1주년 기념 공동 심포지엄 및
2013 추계학술발표회



포스터 발표



P001

한국産 *Caloptilia*屬(나비目, 가는나방科)에 대한 분류학적 연구

신영민, 변봉규

한남대학교 생명시스템학과

본 연구는 한국産 *Caloptilia*屬(가는나방科)에 대한 분류학적 연구를 통해 우리나라에서의 분포를 밝히고, 이들의 계통학적 체계를 수립함과 동시에 생활사 및 생태 특성 등 관련 응용분야에 활용할 기초자료를 수립코자 수행되었다. 이를 위해 전국적인 채집조사를 실시하였으며 종별 분류학적 특성의 조사와 생태특성에 대한 분석을 실시하였다. 금번 연구 수행과정에서 한국産 *Caloptilia*屬은 총 15종으로 정리되며 각 종들에 대한 검색표, 기재문 및 도해도 등이 작성되었다.

검색어: 나비目, 가는나방科, *Caloptilia*, 분류, 한국

P002

한국産 *Zeiraphera*屬(나비目, 잎말이나방科)의 계통분류학적 연구

신셋별, 변봉규

한남대학교 생명시스템학과

*Zeiraphera*屬은 잎말이나방科 Eucomini族에 속하며 전 세계에 약 1,600여 종이 분포하고 있다. 현재까지 우리나라에서는 총 5종이 보고(Byun et al, 2009)되어 있고, Byun(2011)이 북한産인 *Zeiraphera lariciana* Kawabe, 1980를 기록한 바 있다. 본 연구를 수행하기 위해 국내에 주요지역을 중심으로 채집조사를 실시함과 동시에 국내의 주요 표본소장기관을 방문하여 연구표본을 검정하였다. 이외에도 북한 지역 분포 종은 헝가리자연사박물관의 표본을 참고하였다.

본 연구를 통해 우리나라에 분포하는 종들의 조사 및 새롭게 기재되는 1신종 (*Zeiraphera paravirinea* sp. nov.)을 포함하여 총 7종의 분류학적 정리가 이루어졌으며 이들의 생물학적 정보가 종합되어 관련분야에 활용될 정보로 제공코자 한다.

Genus *Zeiraphera* Treitschke, 1829

1. *Zeiraphera demutana* (Walsingham, 1900)
2. *Zeiraphera fulvomixtana* Kawabe, 1974
3. *Zeiraphera griseana* (Hubner), 1799
4. *Zeiraphera rufimitrana* (Herrich-Schaffer, 1847)
5. *Zeiraphera virinea* Falkovitsh, 1965
6. *Zeiraphera lariciana* Kawabe, 1980
7. *Zeiraphera paravirinea* sp. nov.

검색어: 나비目, 잎말이나방科, 꽃날개애기잎말이나방族, *Zeiraphera*, 한국

P003

강원도 삼척 큰저골 일대 천연갱신 대상지역의 하계곤충상

전준형, 노승진, 손재덕, 유태희, 변봉규

한남대학교 생명시스템과학과

본 연구는 강원도 삼척시 일대 천연갱신 시업 임지의 곤충상을 사전에 조사한 후 향후 시업처리를 실시한 후 일정 기간별 곤충상변화 연구에 대한 기초자료의 수집을 위해 수행되었다.

본 연구를 위해 강원도 삼척 큰저골 일대의 산림지역 중 간벌강도별로 시업처리 예정지를 대상으로 2012년 8월에 곤충상을 조사하였다. 채집조사방법은 Bucket trap, Light trap, 및 Pitfall trap을 이용하여 곤충류를 채집하였다. 채집된 곤충은 건조표본으로 제작하여 동정한 후 분포종목록을 작성하였다. 이들 연구결과는 향후 임업시업별로 곤충다양성의 변화를 탐색하는데 활용될 계획이다. 채집조사결과 Bucket trap, Light trap의 경우 53종 543개체가 조사되었고 Pitfall trap 8종 92개체가 조사되었다. 또한 Funnel trap의 경우 8월에 설치하여 10월에 수거하는 방법을 통해 총 9종 17개체의 곤충상이 조사되었다.

검색어: 곤충상, 천연갱신, 군상모수, 대상개별, 군상개별

Checklist of *Culicoides* fauna of the Republic of Korea

**Myung-Soon Kim¹, Jee Yong Park¹, Yun Sang Cho¹, In Soo Cho¹,
Heung-Chul Kim², Terry A. Klein³ and Glenn Bellis⁴**

¹Foreign Animal Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency

²5th Medical Detachment, 168th Multifunctional Medical Battalion, 65th Medical Brigade, Unit 15247

³Public Health Command Region-Pacific, Camp Zama

⁴Department of Agriculture, Fisheries and Forestry

Biting midges of the genus *Culicoides* Latreille are important pests of humans and livestock and many species act as vectors of important medical and veterinary pathogens. *Culicoides* and other biting flies were collected using black light traps set near nine cowsheds, as described by Kim et al., and New Jersey light traps set at 10 US army installations and one military training site from May to October, 2010–2011 as part of the Animal and Plant Quarantine Agency and 65th Medical Brigade (Eighth US Army, Korea) arthropod-borne disease surveillance program. *Culicoides* spp. were separated and identified to species using the keys and descriptions of Arnaud, Wada and Yu et al. and checklist of Cho and Chong. Kim et al. provided a brief summary of the history of research into the *Culicoides* fauna of the ROK noting the presence of several species of medical and veterinary importance. There are currently 28 species of *Culicoides* reported from the ROK and the presence of additional species has been reported by Cho & Chong, Kang & Yu and Lee, suggesting that the fauna has not yet been fully documented. Additionally, recent uses of DNA barcoding, by Bellis et al. have clarified the status of several species of *Culicoides* elsewhere and if applied more fully to Korean material, will likely reveal more records and perhaps new species. Surveys of adult biting midges from the ROK resulted in the discovery of three species previously not known from the ROK. So a total of 31 species of *Culicoides* are now known from the ROK. This study reports the presence of *C. nasuensis* Kitaoka, *C. pallidulus* Yu and *C. jacobsoni* Macfie from the ROK and an updated checklist of the *Culicoides* fauna of the ROK.

Key words: DNA barcodes, New record, *Culicoides pallidulus*, *Culicoides nasuensis*, *Culicoides jacobsoni*, Korea

P005

제주도 및 제주도 인근 부속섬에서 확인된 미기록 나방류 5종에 관한 연구

박영미¹, 현영권², 오시현², 강병효³

¹농림축산검역본부 중부지역본부

²농림축산검역본부 제주지역본부

³농림축산검역본부 제주공항사무소

제주지역은 연평균 16.5°C로 사계절이 뚜렷한 아열대성 해양기후이다. 제주도는 연평균기온이 지난 100년간 지구평균 상승기온 0.74°C보다 2배이상 높은 1.6°C 상승하여 기후온난화 영향이 뚜렷하게 나타나는 지역이다. 이에 2012년 3월부터 동년 10월까지 아열대나방류 분포확인을 위해 제주도 및 제주도 인근 부속섬(추자도, 우도, 마라도)의 13개지역 22개지점을 대상으로 118회 유아등 조사를 실시하였다. 그 결과 자나방과 1종(*Chloroclystis excisa* (Butler)), 밤나방과 2종(*Hypena perspicua* Leech, *Phlogophora albovittata* (Moore)), 포충나방과 2종 (*Analthes insignis* (Butler), *Syngamia falsidicalis* Walker), 총 3개과 5종이 우리나라 미기록종으로 확인되었다. 추가적으로, 본 조사에서 확인된 종에 대해서는 국내정착 여부를 위한 지속적인 조사가 필요하다.

검색어: 제주도, 분류, 나비목, 자나방과, 밤나방과, 포충나방과, 미기록종

P006

Introduction of good insect collection sites of Myanmar

Nan Zarchi Win, Jinyoung PARK and Jong Kyun PARK

Department of Ecological Science, Kyungpook National University

Being a country with diverse geophysical features and climate, Myanmar scores as one of the richest biological reservoirs in Asia. Myanmar has a rich diversity of flora and fauna, about 68 swallow tail butterflies represent 12% of the world total making it the fifth richest country in the world. Myanmar has a lot of protected areas such as national parks, wildlife sanctuaries and botanical gardens. Among them best to be observed for insects collection are Alaungdaw Kathapa National Park in Sagaing region, Popa Mountain National Park in Mandalay, Mount Victoria National Park and Nat Ma Taung in Chin state. Forest and vegetation types, wildlife, location and access to these parks were presented.

Key words: Myanmar, insect collection sites.

P007

Molecular phylogeny of the *Cicindela chinensis* DeGeer (Coleoptera: Cicindelidae) from East Asia

Yong Kyun OH, Jinyoung PARK and Jong Kyun PARK

Department of Ecological Science, Kyungpook National University

Cicindela chinensis (Coleoptera : Cicindelidae) is usually distributed from Asian countries; Korea, Vietnam, China and Japan. In larval stage, they make hole on ground and eat small insects that pass over the hole, adult also predator on other small insects and they can move fast.

They have regional morphological variation, usually variations were showed in elytral pattern and body colors. There are four subspecies, *Cicindela chinensis chinensis*, *Cicindela chinensis flammifera*, *Cicindela chinensis japonica* and *Cicindela chinensis okinawana* in *Cicindela chinensis* all of the world.

Because of a lot of variation in elytra pattern and body color, identification of *Cicindela chinensis* is difficult. Therefore to know the distinct differences, comparison analysis by DNA sequence in COI gene was examined.

In this paper COI comparison analysis of *Cicindela chinensis* from different location was examined. Also COI comparison analysis of species with different elytra pattern and body color collected in same location was done.

Although they have different color pattern is same region, the result of COI sequence was same. Otherwise, although they have same color pattern in other regions, the result of COI sequence was different.

Key words: *Cicindela chinensis*, molecular phylogeny, COI, regional variation

P008

Revision of the Subgenus *Achlaenius* Manndl, 1992 (Coleoptera: Carabidae: Chlaeniini) from Korea

Ik Je CHOI, Jinyoung PARK and Jong Kyun PARK

Department of Ecological Science, Kyungpook National University

Subgenus *Achlaenius* Manndl, 1992 belonging to the genus *Chlaenius* Bonelli (1810) of the carabid tribe Chlaeniini. This subgenus was characterized by strong densely pubescent of pronotum and elytra.

This subgenus was recorded five species in Korea and Palearctic region : *Chlaenius micans* Fabricius, 1792, *C. ocreatus* Bates, 1873, *C. sericimicans* Chaudior, 1876, *C. variicornis* Morawitz, 1863 and *C. kurosawai* Kasahara, 1986. However, subgenus *Achlaenius* was rarely studied in Korea until now because of similar morphological patterns and difficult identification with allied species.

As the results, totally four species of this subgenus from Korea were reviewed photos of adult and genitalia in male, key to the species of subgenus *Achlaenius* from Korea

Key words: Coleoptera, Carabidae, *Chlaenius*, *Achlaenius*, Korea

P009

Taxonomic review of the genus *Lymantria* Hübner, 1819 (Lymantriinae, Erebidae, Lepidoptera) from Korea

Kwang-Su Lee¹, Tae Hwa Kang¹, Min Young Kim¹,
Su Bong Ha¹ and Heung-Sik Lee²

¹Plant Quarantine Technology Center, Animal and Plant Quarantine Agency

²Animal and Plant Quarantine Agency, Yeongnam regional office

A taxonomic review on the Korean *Lymantria* Hübner, 1819 was conducted. In a result, a total of nine species under four subgenera including two new recorded species were detected as followings: *L. dispar asiatica* Vnukovskij, 1926, *L. xyлина* Swinhoe, 1903, *L. monacha* (Linnaeus, 1758), *L. minomonis* Matsumura, 1933, *L. sugii* Kishida, 1986, *L. lucescens* (Butler, 1881), *L. mathura* Moore, 1865, *L. fumida* Butler, 1877, and *L. bantaizana* Matsumura, 1933. Of the two unrecorded species, *L. minomonis* was found only in Is. Bogildo of Jeollanam-do, the southern part of Korea, and the other one, *L. sugii* was collected in the middle part of Korea. On the two species, *L. xyлина* and *L. fumida*, the Korean specimens could not be examined through this study. Therefore, we considered that the two species might be excluded from the Korean *Lymantria* fauna. Each species was identified on the basis of wing pattern and genitalia of male/female adult. We provided diagnosis, male/female adult habitus photos, male genitalia photos, and female ovipositor photos.

Key words: *Lymantria*, Lymantriinae, Erebidae, Lepidoptera, Taxonomy, Korea

P010

Three species of the *Bemisia tabaci* complex in Korea; detection by an extensive field survey combined with a phylogenetic analysis

Gwan-Seok Lee¹, Seol-Mae Lee¹, Chang-Seok Kim¹, Hong-Soo Choi¹,
Kyeong-Yeoll Lee² and Wonhoon Lee^{1*}

¹Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

²School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Field surveys for the *B. tabaci* species complex were conducted from 2009 to 2013 in Korea, and the results were compared with published data of the *B. tabaci* complex. Three species, *Mediterranean*, *Middle East-Asia Minor 1*, and *JpL*, were determined from several regions based on mitochondrial *COI* sequences. The *Mediterranean* was mainly collected in greenhouses, displacing the earlier invasive species, *Middle East-Asia Minor*, and the *JpL* was collected in the field. The *JpL* is newly confirmed as a unique species of *B. tabaci* complex in Korea and Japan.

Key words: Korea, *Bemisia tabaci*, *Mediterranean*, *Middle East-Asia Minor 1*, *JpL*

P011

Taxonomic status of the *Bemisia tabaci* complex (Hemiptera: Aleyrodidae) and reassessment of the number of its constituent species

Wonhoon Lee¹, Seunghwan Lee², Shin-ichi Akimoto³ and Gwan-Seok Lee^{1*}

¹Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA,
Suwon 441-707, Korea

²Insect Biosystematics Laboratory, Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Seoul
National University, Seoul 151-921, Korea

³Laboratory of Systematic Entomology, Department of Ecology and Systematics, Graduate
School of Agriculture, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo 060-8589, Japan

Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) is one of the most important insect pests in the world. In the present study, the taxonomic status of *B. tabaci* and the number of species consisting of the *B. tabaci* complex were determined based on 1059 *COI* sequences of *B. tabaci* and 509 *COI* sequences of 153 hemipteran species. The genetic divergence within *B. tabaci* was conspicuously higher (on average, 11.1%) than interspecific genetic divergence within the respective genera of the 153 hemipteran species (on average, 6.5%). This result indicates that *B. tabaci* is composed of multiple biological species that may belong to different genera or subfamilies. The phylogenetic tree constructed based on 212 *COI* sequences without duplications revealed that the *B. tabaci* complex is composed of a total of 31 putative species, including a new species, *JpL*. However, genetic divergences within five species, *Asia III*, *Asia II 7*, *Mediterranean*, *New world*, and *Sub Saharan Africa 1*, were higher than 3.5%, which has previously been used as a threshold of genetic boundary in distinguishing species of the *B. tabaci* complex. These results suggest the necessity to redefine the threshold for species boundaries to best distinguish the constituent species in the *B. tabaci* complex.

Key words: *Bemisia tabaci* complex, new species *JpL*, 3.5% genetic boundary

Subfamily Oecophyllembiinae Real et Balachowsky (Lepidoptera, Gracillariidae) new to Korea

Min-Seon Kim¹, Neung-Ho Ahn², Sol-Moon Na¹ and Yang-Seop Bae¹

¹Division of Life Science, Incheon National University

²National Institute of Biological Resources

Oecophyllembiinae moths are small leaf mining gracillariid subfamily which is consisting of 34 species in 6 genera on the world, and their wing expanse about only 5-10mm. Since Kumata (1998) redefined subfamily Oecophyllembiinae, and Vari et al. (2002) treated Oecophyllembiinae as a synonym of Phyllocnistinae. Kawahara et al. (2011) analyzed, however, the grouping Oecophyllembiinae together with Phyllocnistinae is supported weakly or not at all, but a sister-group relationship could not be rejected. Also, because of their character distinctions on hind wing venation and the larval thoracic spiracles, we would like to follow Kumata (1998) distinguished Oecophyllembiinae from Phyllocnistinae.

In this study, *Eumetriochroa hederæ* Kumata, 1998 feeding on *Hedera rhombea* SIEB. et ZUCC. (Araliaceae), is reported for the first time from Goheung, Korea. The host plant *Hedera rhombea* is a species of ivy which is native to coast of East Asia and some islands of East Asia include China, Taiwan, Japan and Korea.

Larva makes irregular linear mine on upper side of leaf throughout its whole stage. The mature larva makes an oval pupal chamber within the end of the mine. The figures of the male and female genitalia, mine, pupae in immature stages are provided.

The subfamily Oecophyllembiinae Real et Balachowsky (Lepidoptera: Gracillariidae) is newly recorded from Korea for the first time.

Key words: Oecophyllembiinae, *Eumetriochroa hederæ*, leaf miner, Gracillariidae, *Hedera rhombea*, unrecorded species, Korea

P013

Lepidopteran Hitchhikers through Vessel of Inanimate Pathways

Minyoung Kim^{1,2}, Ik-Hwa Hyun¹, Ki-Jeong Hong³, Heung-Sik Lee¹,
Jong-Ho Lee¹ and Seunghwan Lee²

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

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

³Department of Plant Medicine, Suncheon National University, Korea

Lepidopteran hitchhikers were investigated in vessel at five major ports of Korea in 2013. These moths were collected by International Plant-Quarantine Accreditation Board (IPAB) during inspection on vessels for Asian Gypsy Moth (AGM). The results typically include the taxonomic identification, their origin localities, and information related to commodities and ship's route. A total of 1,026 individuals were detected in vessels and identified with 236 species belonging to 21 families. Although most of the species are already known to the Korean fauna, the following three species are unknown: *Lymantria xyлина* Swinhoe (Lymantriidae), *Glyphodes actorionalis* Walker (Crambidae), and *Histia flabellicornis nigrinus* Jordan (Zygaenidae). Interestingly, *H. flabellicornis nigrinus* Jordan was detected for two consecutive years. Although this species is not an important pest, it will be need to necessarily continual monitoring. *L. xyлина* Swinhoe which is a great potential forest pest, was detected four times (16 specimens) at Busan port of entry. Therefore, it is necessary to provide comprehensive border surveillance monitoring and a valuable historical record of the array of lepidopteran hitchhikers transported to the Korea through inanimate pathway, in order to counter further potential importance of hitchhikers on international vessels at Korea.

Key words: Lepidoptera, Hitchhiker, Inanimate pathway, Korea

P014

Description of spongilla fly, *Sisyra nikkoana* (Neuroptera: Sisyridae)

Seulki Kim and Soowon Cho

Department of Plantmedicine, Chungbuk National University

The family Sisyridae is very unique in that their larvae are aquatic and feed on sponges. The family has not been described in Korea until one species, *Sisyra nikkoana* (Navas), of Sisyridae was reported in the Illustrated Book of Aquatic Invertebrates in Agricultural Ecosystem (Rural Development Administration, 2008). However, this short description includes a misidentified adult image, and here we provide its full description in morphology with its wing pattern and male genitalia, as well as its COI barcoding information. We suggest its Korean name, 해면폴잠자리(해면폴잠자리과) as they feed on sponges.

Key words: *Sisyra*, Sisyridae, Spongilla fly, Neuroptera

P015

Historical review of Yponomeutoidea (Insecta, Lepidoptera), with *Ypsolopha* sp. from Korea

Sol-Moon Na¹ and Yang-Seop Bae¹

¹Department of Life Sciences, Incheon National University

Yponomeutoidea are one of the largest superfamily of microlepidoptera, comprising over 1,800 species worldwide. The composition of the superfamily was clarified by Kyrki (1984), who suggested that the monophyly of the group (based on *Yponomeuta*) was supported by presence of pleural robes on abdominal segment of A8 of the male.

First record of Yponomeutoidea from Korea has performed by K.T. Park in 1983, and then more than 50 species have been recorded up to date.

In the present study, we reviewed of the species of Yponomeutoidea from Korea, with *Ypsolopha* sp.

Key words: Yponomeutoidea, historical review, *Ypsolopha*

P016

일본 대마도(쓰시마섬)의 나방류 다양성 II

박보선, 서종현, 나솔문, 이희조, 배양섭

인천대학교 생명과학기술대학 생명과학과

대마도는 지리적으로 한국과 일본 사이에 위치한 섬으로, 일본령에 속한다. 대마도는 크게 북섬(Kami Jima)과 남섬(Shimo Jima)으로 이루어진 섬이다. 한국과 일본 사이에 위치하기 때문에, 한국과 일본의 나방분포와 유사성을 연구함에 있어서 중요한 섬이다. 본 연구는 대마도를 크게 북부지역과 남부지역 그리고 중부지역으로 나누어 조사를 실시하여, 대마도에 서식하는 나방류의 다양성에 대하여 조사를 하였다. 조사는 2012년 6월에 이어, 2013년 7월 12일-7월 15일까지 3박 4일간 실시하였다. 조사방법으로는 수은등과 자외선등을 이용한 스크린법을 사용하였다. 북부지역은 메보로댐, 중부지역은 신화의 마을, 남부지역은 아유모도시 국립공원으로 대표로 지정하여 조사를 실시하였다. 조사 결과, 2012년에는 총 15과, 127속, 136종의 나방류가 관찰되었으며, 2013년에는 총 17과, 126속, 153종의 나방류가 관찰되었다. 북부지역과 중부지역 그리고 남부지역 간의 종구성은 서로 차이가 있었다. 이는 산림 구성 또는 기온의 차이, 채집당시의 날씨의 영향의 영향으로 판단된다.

검색어: 일본, 대마도, 나방류, 아유모도시, 메보로댐

P017

Morphological and molecular comparison of four *Panonychus* species (Acari: Tetranychidae) in Korea with the report of two new species

Tin Moe Khaing¹, Jong-Ho Lee² and Kyeong-Yeoll Lee¹

¹School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea

²Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Anyang, Republic of Korea

The genus *Panonychus* has been reported only two species, *P. ulmi* and *P. citri*, in Korea. Two new species, *P. mori* Yokoyama, 1929 and *P. caglei* Mellot, 1968 were firstly identified from jujube orchards in Gyeongsan and kudzu vine in Byunsan peninsula in Korea. Morphological differences among four species have been described especially in aedeagus shape. Comparison of nucleotide sequences of both the internal transcribed spacer 2 (ITS2) region of nuclear ribosomal RNA gene and the mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (COI) gene were compared between four species. Phylogenetic analysis of ITS2 and COI sequences using neighbor-joining method showed that *P. mori* and *P. caglei* were most similar to each other and more closely related to *P. ulmi* than *P. citri*. In addition, species-specific primer sets of each species were designed based on ITS2 sequences and can be used to diagnose species in this genus.

Key words: Acari, COI, ITS2, Tetranychidae,

P018

Three new species of *Psallus* (Heteroptera: Miridae) from Korea, with a checklist of East Asian species

Ram Keshari Duwal and Seunghwan Lee

Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Seoul National University

The genus *Psallus* Fieber, 1858 (Phylini) is the largest group, with twenty six described species in Korea (Duwal et al., 2012). Due to recent collection in 2013, three new species are recognized from Korea. All these species are described, with images of dorsal habitus and genital structures. A checklist of the East Asian species and geographic distribution of *Psallus* is revised.

Key words: plant bug, Phylini, *Psallus*, new taxon, Korea

P019

Two new records of Calaphidinae (Hemiptera: Aphididae) on *Betula* spp. (Fagals: Betulaceae) from Korea

Yerim Lee¹, Hyojoong Kim² and Seunghwan Lee¹

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

²Department of Biology, Kunsan National University

On Birches (*Betula* spp.), more than seventy species of aphids in eighteen genera are recorded worldwide, mostly (> 60%) belonging to ten genera of the subfamily Calaphidinae (Hemiptera: Aphididae). In Korea, only seven Birch feeding aphids are recorded. Recently, we recognized two calaphinid species, *Calaphis betulaecolens* (Fitch, 1851) and *Euceraphis betulae* (Koch, 1855) as new to the Korean peninsula.

Key words: *Betula*, Calaphidinae, *Euceraphis*, *Calaphis*

The most archaic family Micropterigidae (Lepidoptera) new to Korea

Bong-Woo Lee¹, Shin-Young Park¹ and Bong-Kyu Byun²

¹Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

²Department of Biological sciences and Biotechnology, Hannam University

Family Micropterigidae is a most archaic family of Lepidoptera and purely known through the world. The family previously had been placed in a proper ordinal rank as Zeugloptera (Chapman, 1917, Hinton, 1946, 1958), but this family is a member of the Lepidoptera (Kristensen, 1984).

Adults has typical shaped antenna with ‘ascoïd’ sensilla (branched basiconic sensilla). They are usually diurnal, but nocturnal activity is reported for some species. They mostly pollen eaters (Kristensen, 1999).

The family consist of about 120 described species in 10 genera, but about half as many are recognized and still unnamed (Kristensen, 1999). The genus *Micropterix* known 67 species from the Palaearctic region and mainly from the Mediterranean sub-region. In Asia, seventeen species belonging to five genera of the family were reported from Japan, but it has not been known from Korea.

Recently, we caught a specimen of genus *Micropterix* of the family Micropterigidae from Mt. Gariwang-san, Prov. Gangwon. The purpose of this study is to introduce about the family Micropterigidae new to Korea.

Key words: Archaic, *Micropterix*, Micropterigidae, Lepidoptera, Korea

P021

The first record on *Stomaphis betulidahuricae* Zhang and Qio (Hemiptera: Aphididae) in Korea

Hong-Yul Seo¹, Ki-Gyung Kim¹, Sun-I Kim¹,
Hwalran Choi² and Seunghwan Lee²

¹National Institute of Biological Institute

²School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The genus of *Stomaphis* (Aphididae: Lachninae) is stem or root feeding aphid on trees and can be easily distinguished in having the very long rostrum which extends beyond the length of body. Most of species are monoecious holocyclic without host alternation and attended by ants. Based on body appearance and COI gene sequence, we report a *Stomaphis betulidahuricae* Zhang and Qio, 1999 (Aphididae: Lachninae) for the first time in Korea, on *Carpinus cordata* Bl., *C. laxiflora* Bl., and *Acer palmatum* Thunb.

Key words: Korea, new record, *Stomaphis betulidahuricae*, COI.

DNA barcoding of the stem borer, *Stathmopoda* spp. (Lepidoptera: Stathmopodidae)

Sora Kim^{1,3}, Wonhoon Lee², Yerim Lee³ and Seunghwan Lee³

¹Jungbu regional office, Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

²Crop Protection Division, [Dept. of Agricultural Biology,] National Academy of Agricultural Science, RDA, Korea

³Department of Agricultural Bio-Technology, Seoul National University, Korea

The mitochondrial *COI* gene has proven successful for identifying the lepidopteran species. In addition, this gene has been applied to recognize cryptic species and confirm a polyphagous species as one species. However, it has been also reported misidentification in the *COI* gene. As a result, some researchers have suggested the use of additional genes in species identification, especially, nuclear genes.

In this study, we observed that a nuclear *EF1a* gene is better than the mitochondrial *COI* gene in recognizing *Stathmopoda* species. For example, among the all species, 47 individuals of nine species, a large intraspecific pairwise difference were detected, up to 15.0% in universal barcoding regions of the *COI* gene, 22.0% in other part of the *COI* gene; however, 2.0% in *EF1a*. In contrast, *Stathmopoda* sp2 and *S. commoda* were separated into several clusters in each different *COI* regions, and some individuals of *S. auriferella* and *S. commoda*, were closer to each other separating from the cluster of the same species. But, we get clear results from the *EF1a*, *Stathmopoda* species well clustered and could be distinguished.

Key words: *Stathmopoda*, barcoding regions, *COI*, *EF1a*

P023

Biodiversity changes of black fungus gnats (Diptera: Sciaridae) by clear-cutting of pitch pine forest in Gunpo-si, South Korea

Seungwan Shin¹, Young-Dae Kwon², Tae-Sung Kwon³,
Cheol Min Lee³ and Seunghwan Lee¹

¹Insect Biosystematics Laboratory, Seoul National University, Korea

²Gyeonggi-do Forestry Environment Research Center, Republic of Korea

³Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute, Republic of Korea

Black fungus gnats play an important role as the decomposers in the forest ecosystem. Their larvae live on various organic matters, and the subfamily Sciarinae, in particular, have restricted habitats that feed on dead woods in the deep forest. We compared the biodiversity of family Sciaridae from two different habitats, the clear-cutting area (CA) and the pitch pine forest (PF) by the emergence traps (ET) and the pitfall traps (PT) from May to October, 2010. A total of 12 species were reliably identified to the species among 19 unique taxa belonging to 9 genera 4 subfamilies from 716 collected black fungus gnats. Taxonomic studies show that *Corynoptera bicuspidata* (Lengersdorf, 1926) (200 individuals, 27.9 % of total) and *Cory. sinedens* Hippa, Vilkamaa & Heller, 2010 (74 individuals, 10.3 % of total) dominate in the PF and the CA, respectively. Species richness and abundance of CA is lower than those of PF. Any species of subfamily Sciarinae were not collected in the CA. These findings indicate that the biodiversity of Sciaridae was influenced by forest management such as clear cutting, which leads to the changes of canopy cover, dead woods and leaf litter layer.

Key words: black fungus gnats, Sciaridae, biodiversity, pitch pine forest, clear-cutting, environmental changes

P024

One new records of willow (Salicaceae) feeding aphid (Hemiptera: Aphididae) in Korea

Hwalran Choi¹, Hongyul Seo², Hyojoong Kim³ and Seunghwan Lee¹

¹Department of Agricultural Biology, Seoul National University

²National Institute of Biological Resources

³Department of Biology, Kunsan National University

The genus of *Stomaphis* (Aphididae: Lachninae) is stem or root feeding aphid on trees and can easily be distinguished in having the very long rostrum which extends beyond the length of body. Most of species are monoecious holocyclic without host alternation and attended by ants. *Stomaphis sinisalicis* Zhang & Zhong, 1982 (Aphididae: Lachninae) is recognized for the first time in Korea, on *Salix babylonica* L., *S. koreensis* Anderss. and *S. hulteni* Floderus (Salicaceae).

Key words: Korea, new record, *Stomaphis*.

P025

DNA-based Identification of Benthic Macroinvertebrates in Gut Contents of Manchurian Trout (*Brachymystax lenok*, Salmonidae)

Geonho Cho¹ and Seunghwan Lee¹

¹School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

To investigate the trophic relationship between the fresh water fishes and aquatic invertebrates, the research of their prey is important. However, the morphological identification of the prey in the fish intestine is very difficult due to the process of digestion. Thus, we conducted the DNA barcoding methods for aquatic insect samples from the gut of fresh water fishes for identifying hardly recognizable species.

All benthic macroinvertebrates and manchurian trouts were collected from the upper streams of Inje-gun, Korea, in spring and summer, 2013. A total of 27 unique taxa were recognized, among which 23 species were identified by morphology, and 4 unrecognizable individuals were identified based on mitochondrial cytochrome C oxidase I (Mt-COI). As the results of this study, *Ephemerella* sp., *Neophylax* sp., *Neophylax* sp., and *Pteronarcys* sp. are verified to the genus level by DNA barcoding.

Key words: aquatic invertebrates, trout, gut contents, DNA barcoding

P026

Identity of the two wing morphs of a Korean *Vollenhovia* species

Pureum Noh, Jaechun Choe and Gilsang Jeong

Division of EcoScience, Ewha Womans University

The little sized ant species, *Vollenhovia emeryi* Wheeler (Hymenoptera: Myrmicinae) is the only species belonging to genus *Vollenhovia* in South Korea, and it is endemic in East Asia encompassing Korea, Japan, China, Taiwan and has recently invaded into North America. In this species, the queen caste shows polymorphism in its wing form, the queen with normal wings called the long-winged (L) queen and short-winged (S) queen with aberrant small wings, and the two morphs are thought not to coexist in nature, however the morphology of workers and males of the two wing morphs are indistinguishable. We obtained a L gyne from a S colony that had been maintained in the laboratory. In addition, we compared the genome size of entire castes of the two wing morphs using flowcytometry. Our results confirm that the two wing morphs are obviously the same species, and moreover, the wing morph may be determined by the epigenetical process.

Key words: *Vollenhovia emeryi*, wing morphology, genome size, flowcytometry, myrmicinae

***Paraloconota koreana*, a new species from Korea and a discussion of systematic position of the genus (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae)**

Seung-Gyu Lee and Kee-Jeong Ahn

Department of Biology, Chungnam National University

The genus *Paraloconota* was described as a subgenus of the genus *Atheta* by Cameron (1939) including seven species and he noted that it is similar to *Aloconota* Thomson, but can be distinguished by transverse impression of abdominal tergite IV and absence of tubercle of male tergite VII. Since then, Coiffait (1982) first treated it as a genus and described a new species. Pace (1993) proposed it as a subgenus of the genus *Liogluta* Thomson, 1858. Later, however, he (1998) treated it as a different genus related *Liogluta*. Smetana (2004) followed Coiffait (1982) and Pace (1998), and listed a subgenus *Paraliogluta* Pace of *Liogluta* as a synonym of *Paraloconota*. Members of the *Paraloconota* can be distinguished from other aleocharine genera by combination of the following characters: infraorbital carina incomplete or absent; labium with ligula divided in 2 lobes at base, lateral pseudopores absent on prementum; mesoventral process reaching to half length of mesocoxae, pointed at apex; metaventrite not produced between metacoxae narrowly separated; pubescence relatively long; legs long; empodial seta distinctly longer than claw; male tergite VII without tubercle; median lobe of aedeagus narrow apically in ventral aspect. (Cameron 1939, Pace 1991)

The genus *Paraloconota* contains 26 species with a limited distribution in the East Palaearctic and Oriental regions (Smetana 2004) and they are usually found in the long moss attached to boulders in swiftly running mountain streams (Cameron 1939).

While studying on Korean Athetini, the genus *Paraloconota* and a new species, *P. koreana* sp. n., are identified for the first time in Korea. Also we found that they are in agreement with the diagnostic characters of the tribe Geostibini Seevers, 1978 presented by Elven et al. (2012). In this study we transfer from Athetini to Geostibini and provide a habitus photograph and illustrations of the diagnostic characters of *Paraloconota koreana* sp. n..

Key words: Staphylinidae, Aleocharinae, Geostibini, *Paraloconota*, new species, Korea

P028

A taxonomic review of the Gyrinidae (Coleoptera) in Korea

Dae-Hyun Lee and Kee-Jeong Ahn

Department of Biology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

The Gyrinidae are water beetles with very unique lifestyle - adult rapidly gyrate and whirl on surface of water hunting for prey. They are found in stagnant or slowly running water and prefer clean oxygen-rich habitats. Members of the family are characterized by the following characters: compound eyes divided completely with one pair on the dorsal surface of the head (above the water line) and another on the ventral surface of the head (below the water line); antenna short with a broad, cup-shaped scape, subtriangular pedicel and elongate but compact flagellum; meso- and metathoracic legs broadly expanded and fringed with setae for swimming.

In this paper, a taxonomic review of the Korean Gyrinidae Latreille is presented. Seven species in three genera are recognized, one of which (*Gyrinus pullatus* Zaitzev) is reported for the first time in South Korea. We also discovered that *G. curtus* Motschulsky previously recorded in Korea was misidentification of *G. japonicus* Sharp. Habitus photographs, keys, redescrptions, and diagnostic characters with illustrations of the species are provided. The specimens used in this study are deposited in Chungnam National University Insect Collection (CNUIC), Daejeon, Korea.

Key words: taxonomy, Gyrinidae, Korea

P029

Species Delimitation in the *Aleochara fucicola* Sharp Species Complex (Coleoptera: Staphylinidae)

Jeong-Hun Song and Kee-Jeong Ahn

Department of Biology, Chungnam National University

The coastal *Aleochara fucicola* Sharp species complex include *A. fucicola* Sharp, *A. hayamai* Yamamoto and Maruyama, *A. puetzi* (Assing), and *A. segregata* Yamamoto and Maruyama. To clarify the delineation and phylogenetic relationships of the *A. fucicola* species complex, we conducted phylogenetic analyses based on molecular characters and detailed morphological characters by using scanning electron microscopy (SEM) images. The dataset comprised two mitochondrial (cytochrome *c* oxidase I and COII) and three nuclear protein coding genes (CAD, EF1-a, and Wingless) for 34 populations of four species of *A. fucicola* species complex. We found strong disagreement between mitochondrial and nuclear gene trees. Two species, *A. puetzi* and *A. segregata*, were not distinguished by mitochondrial DNA data, but distinguished by nuclear DNA data and SEM characters. A multilocus phylogeny and SEM images revealed four well-supported species lineages. Based on a multicolus phylogeny and SEM images, we conclude the following the taxonomic status of the *Aleochara fucicola* species complex with four species (*A. fucicola*, *A. hayamai*, *A. puetzi*, and *A. segregata*).

Key words: *Aleochara fucicola* species complex, multilocus phylogeny, mitochondrial DNA, nuclear DNA, SEM, species delimitation

P030

A taxonomic review of the coastal genus *Bryothinusa* Casey (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) in Korea

In-Seong Yoo and Kee-Jeong Ahn

Department of Biology, Chungnam National University

Coastal *Bryothinusa* Casey, the most species rich genus among all the coastal aleocharine genera, contains 30 species worldwide. Members of *Bryothinusa* occur along the coasts of the Pacific and Indian Oceans including their neighboring seas. In Korea, four species were recorded from the western and southern coasts of the Korean Peninsula by Ahn and Jeon and most species are found mainly under stones, seaweeds, and debris on mud flats and sandy beaches. While studying the Korean coastal Staphylinidae, we have accumulated sufficient specimens of *Bryothinusa* species that look different with the known species previously. After examining the specimens thoroughly, we identified them as two new species including one species new to the Korean fauna. They correspond well to the diagnostic characters of *Bryothinusa*: body parallel-sided; labrum as long as wide; mandible elongate; lacinia with setae interdigitating with spinose scales; lacinia and galea remarkably elongate; ligula short, not divided; anterior angles of mentum prolonged into spinose processes, two long medial setae present on mentum; mesocoxal cavities very closed, not margined posteriorly; mesoventral process sharply pointed; tarsal formula 4-4-5; apical lobe of paramere long. A total of seven species including two new species and one species newly recorded in Korea are recognized. Here, we describe two new species (*B. brevipennis* and *B. littoralis*) with illustrations of diagnostic characters, compare the new species with related species, and report *B. algarum* Sawada for the first time in Korea.

Key words: Coleoptera, Staphylinidae, *Bryothinusa*, new species, Korea, taxonomy

A cladistic analysis of the subtribe Homalotina Heer (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae)

Yoon-Ho Kim and Kee-Jeong Ahn

Department of Biology, Chungnam National University

A cladistic analysis of the subtribe Homalotina Heer is presented. They are hypothesized to be a monophyletic group consisting of nine genera (*Anomognathus* Solier, *Cephaloxynum* Bernhauer, *Holisomimus* Cameron, *Homalota* Mannerheim, *Neomalota* Cameron, *Stenomastax* Cameron, *Thecturota* Casey, Homalotina gen. 1 new genus, Homalotina gen. 2 new genus), based on two synapomorphies: complete postoccipital sutures on head and macrosetae present on postero-lateral margin of metacoxa. The data set for phylogenetic analysis comprised 83 characters representing 248 character states derived from adult morphology. These data were analysed using equal weighting (EW) and implied weighting (IW) ($k=1-6$) and supported the monophyly of the subtribe based on two unique characters (complete postoccipital sutures on head and macrosetae present on postero-lateral margin of metacoxa) and two homoplastic characters (head as wide as pronotum and antennal insertion on head slightly anterior to a line drawn between anterior margin of eyes). The topology of the IW trees with $k=2-4$ was the same and differed with the EW trees. The clade (Homalotina sp. 3 (Homalotina sp. 1, Homalotina sp. 2) was supported in all analyses and the clade ((*Neomalota* (*Homalota flavomaculata* (*Stenomastax nigrescens*, *Stenomastax* sp. 1))) was supported in all analyses except for the IW ($k=2-4$). The monophyly of genus *Homalota* was not supported at all and genus *Stenomastax* formed a monophyletic group only for the IW ($k=2-4$) resulting in a new combination [*S. flavomaculata* (Bernhauer) comb. nov.]. Also, we present two new genera resulting in two clades (*Homalota intrusa*, *Homalota* sp. 1) and (Homalotina sp. 1, Homalotina sp. 2)

Key words: Clade, equal weighting, Homalotina, implied weighting, monophyletic group, new combination, new genera, phylogenetic analysis

P032

Development of molecular markers for identification of tsutsugamushi disease vector species

Eun Hee Shin, Won Il Park, Bong Gu Song, Kyu-Sik Chang, Wook-Gyo Lee, E-hyun Shin, Mi-Yeoun Park and Jong Yul Roh

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

Trombiculid mites are known to be the vector of tsutsugamushi disease by transmitting *Orientia tsutsugamushi* to human. Although the classification of trombiculid mites is necessary for vector surveillance, their classification by morphological observation is only possible at the larval stage and not easy because of similar shapes as well as tiny body sizes. Further the classification need the specimen production process, it takes much time and the accuracy of classification is changed according to the technology of the researcher. The internal transcribed spacers (ITS) regions of 8 trombiculid mite species were analyzed by amplification using tick common ITS primer sets. We designed molecular marker sets for the identification of five *Leptotrombidium* species, the lengths of marker *L. orientale* (1078 bp), *L. pallidum* (820 bp), *L. palpale* (1202 bp), *L. scutellare* (447 bp) and for *L. zetum* (621 bp) and three *Neotrombicula* species, the lengths of marker *N. gardellai* (264 bp), *N. japonica* (460 bp) and *N. kwangneungensis* (309 bp) based on alignment of ITS sequences. The markers will be helpful for exact classification of trombiculid mites. This study is the first report on molecular marker of ITS regions of trombiculid mites.

Key words: trombiculid mite, internal transcribed spacers (ITS), tsutsugamushi disease, *Leptotrombidium*, *Neotrombicula*

P033

A New Species of *Xenylla* (Collembola: Hypogastruridae) from Korea

Kyung-Hwa PARK

Department of Biology Education, Chonbuk National University

The genus *Xenylla* Tullberg in the family Hypogastruridae is cosmopolitan, containing about 131 species at present in the world. However, the genus *Xenylla* of Asia has been very poorly investigated; in Japan, four species, *X. acauda* Gisin, *X. arenosa* Uchida & Tamura, *X. brevispina* Kinoshita, and *X. longicauda* Folsom, were recorded, only three species, *X. boernerii* Axelson, *X. changlingensis* Wu and Yin, and *X. changchunensis* Wu and Yin, was known to occur in China. In Korea, the first recognizable species of the genus *Xenylla* was only one listed by Lee in 1973: *Xenylla brevispina* Kinoshita, 1916. Later Park et al (2005) added four new species, *X. convexopyga*, *X. dotata*, *X. longistriata*, and *X. marina*, which collected from litter of coniferous and broad-leaved trees, soil layer of a deciduous forest and dry accumulated organic matter on the margins of saline water. One new species of the genus *Xenylla* that were found from Korea is found. The new species characterized by labral setae arrangement and tiny anal spines. The present species resembles *X. dotata* in the arrangement of dorsal and ventral setae. But it is easily distinguished from *X. dotata* by the length ratio of furca, morphology of mandible, the shape of dorsal setae upon fourth antennal segment, and the length of anal spine. As result of this study, Korean faunal list of *Xenylla* adds up to 6 species.

Key words: new species, *Xenylla*, Hypogastruridae, Korea

P034

Barcoding Old Lepidopteran Specimens Using New Designed Specific Primer Pairs

Taeman Han¹, Wonhoon Lee², Youngbo Lee¹, Namjung Kim¹, Shin-ichi Akimoto³ and Haechul Park¹

¹Applied Entomology Division, Department of Agricultural Biology,
National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea

²Animal and Plant Quarantine Agency, Busan, Korea

³Lap of Systematic Entomology, graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Japan

Using eight universal primers and new designed 315 species-specific primers, we tried to retrieve *COI* sequences from 45 dried specimens of 36 butterfly species collected from 1959 to 1980. The eight universal primers were entirely failed in PCR amplification and sequencing of all specimens. In the other hand, the 315 primers, targeting fragments of 71-417 bp, generated various lengths of *COI* sequences ranged from 444 bp to 658 bp from all specimens. Among 284 primer pairs, 26 primer pairs designed for *Limenitis camilla*, *Argynnis niobe*, and *Brenthis daphne* were success to produce *COI* sequences of congeneric speices, *Limenitis doerriesi*, *Argynnis nerippe*, and *Brenthis ino*. It suggests that the species-specific primers can be applied for analyzing *COI* sequences of closely related species. Our study reveals that newly designed species-specific primers will be effective to retrieval of *COI* sequences of old butterfly specimens.

Key words: DNA barcode, *COI* sequences, old butterfly specimens, Korea.

P035

형태적 혼동종, 연노랑풍뎡이와 등얼룩풍뎡이의 분자마커를 이용한 종 진단 재검토

이연희¹, 한태만¹, 이영보¹, 김진일², 박해철¹

¹국립농업과학원 농업생물부 곤충산업과

²성신여자대학교 생물학과

연노랑풍뎡이(*Blitopertha pallidipennis*)와 등얼룩풍뎡이는(*B. orientalis*)는 외부 형태는 딱지날개의 얼룩무늬의 유무, 앞가슴등판의 점각의 모양, 수컷외부생식기의 모양으로 구별이 가능하다. 하지만, 많은 개체에서 상기의 진단형질에 변이성이 높아 정확한 종 동정이 어려운 분류군으로 알려져 왔다.

이에 대하여 본 연구에서는 두 종의 국내·외 표본들을 수집하여 mtCOI과 Histone H3(H3), EF1- α 유전자 마커를 이용하여 분자분석을 수행하였다. 결과적으로, 연노랑풍뎡이와 등얼룩풍뎡이 사이의 중간 염기서열 분화율은 COI에서는 4.3~7.8%, H3에서는 0.4~2.5%, EF1- α 에서는 2.2~5.4%로 마커별 염기치환율은 상이하나 NJ 분석에서 각종은 뚜렷한 단계통군을 형성하여 국내에서는 동소적으로 존재함을 재확인 할 수 있었다. 하지만, 종내 변이 수준은 등얼룩풍뎡이는 COI에서 0~4.6%, H3에서는 0~1.2%, EF1- α 에서는 0~1.5%이며, 연노랑풍뎡이는 COI에서 0~1.5%, H3에서는 0~1.2%, EF1- α 에서는 0~1.5%로 등얼룩풍뎡이의 COI에서 4개의 서로 다른 종내 그룹을 확인할 수 있었다. 특히, 한국산 그룹들과 일본산 그룹은 2.0~3.8%의 분화율을 나타내어 각 지역집단은 아종 또는 종 수준에서 종분화기작을 겪은 것으로 추정되었다.

검색어: 연노랑풍뎡이, 등얼룩풍뎡이, 통합분류, DNA 바코드, 형태적 난분류군

P036

Checklist and distribution of tropical Southeast Asian Hydropsychidae (Trichoptera)

Christine Jewel C. Uy and Yeon Jae Bae

Department of Life Sciences, Korea University, Seoul

The caddisfly family Hydropsychidae, containing about 1,500 described species is the 3rd largest family in Trichoptera. They are among the important components of biomonitoring programs because of their abundance and wide range of pollution tolerance values among species. In tropical Southeast Asia, 12 genera were currently recognized belonging to three subfamilies: Dipletroninae, Macronematinae, and Hydropsychinae. Herein, updated checklist and distribution of tropical Southeast Asian Hydropsychidae species were provided based on the review of published literatures and the trichoptera world website.

As a result, a total of 356 species of tropical Southeast Asian Hydropsychidae have been described wherein the four most abundant genera were *Hydropsyche* (116 species), *Cheumatopsyche* (91 species), *Dipletrona* (42 species), and *Hydromanicus* (35 species).

Tropical Southeast Asian Trichoptera studies were mostly done in Vietnam, Thailand, Indonesia, and in the Philippines making some other tropical Southeast Asian countries unexplored.

Key words: Trichoptera, Hydropsychidae, tropical, Southeast Asia

P037

Review of the Genus *Exetastes* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Banchinae) from South Korea

Gyu-Won Kang, Seung-Ho Oh and Jong-Wook Lee

Department of Life sciences, Yeungnam University

Tribe Banchini is a cosmopolitan tribe comprising 228 species within 11 genera whereas only three genera (*Banchus*, *Exetastes* and *Rynchobanchus*) have been recorded from Korea. The species of this tribe is koinobiont endoparasitoid that parasitize exposed large caterpillars, especially those pupating in the ground. For this reason, tribe Banchini has very short ovipositor when compared with that of other tribe. It is easily distinguished from two other tribes by the nervellus which is intercepted far from the middle and by having large areolet and very short ovipositor.

Genus *Exetastes* belonging to Banchini is a largest group with 150 worldwide species. The Eastern Palearctic region is represented by 48 species, but only five species, *E. albiger* Kriechbaumer, *E. fornicator* (Fabricius), *E. ichneumoniformis* (Gravenhorst), *E. ishikawensis* (Uchida) and *E. komarovi* Kokujev have been reported from Korea. *Exetastes* is distinguished from two other genera by the presence of prepectal carina and by having pointed upper tooth of mandible. The objectives of this work is to review the genus *Exetastes* and to report two unrecorded species (*E. longipes* Uchida and *E. saponensis* Uchida) from Korea. Here we provide the diagnoses and photographs of Korean *Exetastes* species.

Key words: taxonomy, *Ichneumon fornicator*, Noctuidae, Sphingidae

P038

Review of the Genus *Epirhyssa* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae: Rhyssinae) from South Korea, with Description of One New Species

Ki-Beom Kim and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

Rhyssinae Morley, 1913 is a relatively small group belonging to the family Ichneumonidae and recorded 286 species in eight genera from the world. Most rhyssines are Idiobiont ectoparasitoid of wood boring Symphyta and Coleoptera.

South Korean Rhyssinae were poorly known. In the recent study of the Rhyssinae of South Korea, only four species belonging to the genera *Megarhyssa* and *Rhyssa*, have been reported: *M. gloriosa* (Matsumura), *M. jezoensis* (Matsumura), *M. praecellens* (Tosquinet) and *R. persuasoria* (Linnaeus).

Five genera of the subfamily Rhyssinae (*Epirhyssa*, *Megarhyssa*, *Rhyssa*, *Rhyssella* and *Triancyra*) are recognized in South Korea. Two genera, *Megarhyssa* and *Rhyssa*, were previously recorded from South Korea, whereas the other three genera are recorded for the first time in Korea. A key to the five genera of Rhyssinae occurring in South Korea is provided. Genus *Epirhyssa* is reviewed here, and a key to the four species (*E. latimandibularis* (Hu & Wang), *E. moiwana* Matsumura, *E. sapporensis* Uchida and *E. nigrithorax* sp. nov.) is provided.

Key words: Palearctic, parasitoid, new species, taxonomy

P039

First Record of the Family Ceraphronidae (Hymenoptera: Ceraphronoidea) from South Korea

Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

Earlier, Ceraphronoids group has been belong to the superfamily Proctotrupoidea *sensu lato*, as polyphyletic group. But, Masner and Dessart (1967) proposed this group as a separate superfamily, Ceraphronoidea to include Ceraphronidae and Megaspilidae. At present Ceraphronoidea comprised of two families with 27 genera and 603 species described worldwide (except fossil family Stigmaphronidae), though a great many species are still undescribed.

This group is morphologically distinguished from other Hymenoptera superfamilies by the following combination of characteristics: two protibial spurs present; forewing C+Sc fused, Rs vein upcurved; metasomal segment II large; metasomal spiracles absent.

Ceraphronoids are small group of Parasitic Apocrita of Hymenoptera. They majority are endoparasitoids of a wide range of insects under Diptera, Homoptera (superfamily Coccoidea), Hymenoptera, Lepidoptera, Neuroptera and Thysanoptera. However, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Orthoptera, Heteroptera, spider eggs, and ticks are also attacked. And some species are hyperparasitoids of aphidiinae braconids.

Ceraphronoidea has been studied in South Korea mainly by Paik (1994). He recognized the presence of only four species in Megaspilidae as follows: *Dendrocerus carpenteri* (Curtis, 1826), *D. longispinus* (Yasumatus & Moritsu, 1947), *D. pupparum* (De geer, 1776) and *D. remicornis* (Boheman, 1832).

As a result of this study, 2 families and 2 genera of Ceraphronoidea, *Ceraphron* in Ceraphronidae, *Conostigmus* in Megaspilidae are recognized in South Korea. Also, above one family Ceraphronidae and all genera are newly recorded for the first time. We provide comparison of important diagnostic characters with two families and color photographs.

Key words: *Ceraphron*, Ceraphronidae, Ceraphronoidea, *Conostigmus*, endoparasitoids, hyperparasitoids, Megaspilidae, new records, South Korea

First Record of the Family Ismaridae (Hymenoptera: Diaprioidea) from South Korea

Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

Subfamily Ismarinae traditionally has been belong to the superfamily Proctotrupeoidea, family Diapriidae. But recently, Sharkey (2007) has been placed family diapriidae in a separate superfamily of the infraorder Proctropomorpha, the Diaprioidea, together with the New Zealand endemic Maamingidae and the cosmopolitan and speciose Diapriidae. After, subfamily Ismarinae is raised to family status Ismaridae stat. nov., also included the family Ismaridae within Diaprioidea (Sharkey *et al.* 2011).

The superfamily Diaprioidea Haliday, 1833 is a moderate large group of parasitoid wasps. Diaprioidea comprise five families (four extant family: Diapriidae Haliday 1833, Ismaridae Thomson 1858, Maamingidae Early, Masner, Naumann & Austin 2001 and Monomachidae Ashmead 1902; one fossile family Spathiopterygidae Engel & Ortega-Blanco 2013) of generally fairly small wasps, with a total of 2,109 species in the world.

Family Ismaridae is a small family contains a single genus and 32 described species in the world and previously unrecorded in Korea. Ismaridae is morphologically distinguished from other families of Diaprioidea by the following combination of characteristics: antennae inserted close to the clypeus; position of toruli that are opening forward (not upward); notauli absent, with mesocutum broadly arched in lateral view; antennal formula 15-14. Also, the biology of this family is very poorly studied, only a few species known as hyperparasitoids of Auchenorrhyncha (Hemiptera) through dryinids (Hymenoptera).

In this study, A new species, *Ismarus* sp. nov. and one unrecorded species, *Ismarus halidayi* Foerster 1850, are reported from South Korea. Photographs of diagnostic characters are provided herein.

Key words: Diaprioidea, hyperparasitoids, Ismaridae, *Ismarus*, *Ismarus halidayi*, new species, South Korea

First Record of the Family Proctorenyxidae (Hymenoptera: Proctotrupoidea) from South Korea

Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

The superfamily Proctotrupoidea is cosmopolitan and diverse group comprising 11 extant families: Austroniidae, Diapriidae, Heloridae, Maamingidae, Monomachidae, Pelecinidae, Peradeniidae, Proctorenyxidae, Proctotrupidae, Roproniidae, Vanhorniidae. But, Recently a separate superfamily Diaprioidea was recognized to include Diapriidae, Monomachidae and Maamingidae (Sharkey, 2007; Sharkey et al., 2012). Among them, three families are found in South Korea: Heloridae (Choi *et al.*, 2012), Diapriidae (Notton, 1994), Proctotrupidae (Choi *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 1988; Lee *et al.*, 2008).

Proctorenyxidae Lelej & Kozlov, a very small family of Proctotrupoidea, contains only 2 genera with 2 species in the world: *Hsiufuropronia chaoi* Yang, 1997 from China; *Proctorenyxa incredibilis* (Kozlov) from Russian Far East. These are morphologically distinguished from other families of Proctotrupoidea families by the following combination of characteristics: antennal scape very short; vein Rs of fore wing not bifurcated apically; fore wing with pterostigma; gaster with narrow petiole; tergite 8 with two spiracles. And, the biology of this family is completely unknown.

Here we report one unrecorded species, *Proctorenyxa incredibilis* (Kozlov, 1994), for the first time in Korea and provide photographs for the diagnostic characters.

Key words: new record, *Proctorenyxa*, *Proctorenyxa incredibilis*, Proctorenyxidae, Proctotrupoidea, South Korea

P042

***Acruliopsis ussuriensis* Zerche and *Xylodromus daimio* (Sharp)
(Coleoptera: Staphylinidae: Omaliinae) New to Korea**

Tae-Kyu Kim and Kee-Jeong Ahn

Department of Biology, Chungnam National University

The genera *Acruliopsis* Zerche and genus *Xylodromus* Heer contain four species and 13 species worldwide, respectively. In East Asia, all species of *Acruliopsis* are distributed and two of *Xylodromus* are described, which are new to the Korean Peninsula.

Little is known about the habitat of *Acruliopsis* species, but our specimens were collected under bark of log or by flight intercept trap. The *Xylodromus* species is found in leaf litter of forest, in nests of the mammals or birds, or sometimes in granary.

In this paper, we report *Acruliopsis ussuriensis* Zerche and *Xylodromus daimio* (Sharp) for the first time in the Korean fauna. We provide the habitus photographs, illustrations of diagnostic features and a key to the genera of the tribe Omaliini MacLeay in Korea.

Key words: Staphylinidae, Omaliinae, *Acruliopsis ussuriensis*, *Xylodromus daimio*

First Record of the Genus *Thomsonina* Hellén, 1941 (Hymenoptera: Proctotrupidae) from South Korea

Bi-A Park, Chang-Jun Kim and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

The genus *Thomsonina* is a small group of Proctotrupidae, with two described species in Palaearctic region: *T. boops* from Europe; *T. scymni* from Japan. These species are parasitoids of *Scymnus* (Coleoptera: Coccinellidae).

Genus *Nothoserphus* was erected on the single species *N. mirabilis* Brues (1940) from Taiwan (Oriental). Since then two genera, *Thomsonina* Hellén (1941) from Europe (Western-Palaearctic) and *Watanabeia* Masner (1958) from Japan (Eastern-Palaearctic), proposed and the taxonomy was revised by Townes (1981) who synonymized *Thomsonina* and *Watanabeia*, including three species groups (*boops*- group, *afissae*-group and *mirabilis*-group). At present one genus classification *Nothoserphus*, is universally accepted. But, Masner (1958) suggested that *Thomsonina* and *Watanabeia* should be separated in two distinct genera from the *Nothoserphus*. This is supported by the different characters and biological data.

In this study, the Authors are also agree to the Masner's proposal and first report the genus *Thomsonina* from South Korea based on *T. scymni*. Also, we provide comparison of main different characters and host data for three genera.

Key words: *Nothoserphus*, Proctotrupidae, South Korea, *Thomsonina*, *Thomsonina scymni*, *Watanabeia*

Three New Species of the Genus *Probles* Förster (Hymenoptera: Ichneumonidae: Tersilochinae) from South Korea

Ekaterina N. Balueva¹, Andrey I. Khalaim², Ki-Beom Kim¹ and Jong-Wook Lee¹

¹Department of Life Sciences, Yeungnam University, Republic of Korea

²Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, Russia.

Probles is a predominantly Holarctic genus with about 44 species in the Palearctic region (Yu et al. 2012). Palearctic fauna of *Probles* is rather irregularly studied: West European species were revised by Horstmann (1971, 1981; Horstmann and Kolarov 1988), and Palearctic species of five small subgenera, *Microdiaparsis* Horstmann, *Probles* s. str., *Rhynchoprobes* Horstmann, and *Rugodiaparsis* Horstmann, were reviewed by Khalaim (2003), whereas the most species rich subgenus, *Euporizon* Horstmann, is virtually unknown outside Europe. Only two species of *Euporizon*, *P. (E.) sibirica* Khalaim, 2007 from Mongolia and Russian Siberia and *P. (E.) vulnifica* Khalaim & Sheng, 2009 from the Palearctic part of China, are known to occur in the East Palearctic region, and one Oriental species, *P. (E.) vietnamica* Khalaim, 2011, was recently described from Vietnam (Khalaim, 2011; Khalaim and Sheng 2009). Some species of *Probles* were recorded as parasitoids of the beetle families Ciidae, Curculionidae, Endomycidae, and Melandryidae in Europe (Horstmann 1971, 1981).

In this paper, we describe three closely related new species of *Euporizon* belonging to one species-group. Three closely related species of the genus *Probles* Förster, *P. fulgida* sp. n., *P. korusa* sp. n., and *P. rukora* sp. n. differ from other Palearctic species of the genus based on a combination of long and weakly sinuate apically ovipositor and short temple. A portion of the key for identification of this species-group is provided here.

Key words: *Euporizon*, *Probles*, Tersilochinae, Palearctic region, South Korea

P045

Review of the Genus *Litochila* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) from South Korea

Seung-Ho Oh and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

Genus *Litochila* Momoi belonging to the tribe Hemigasterini is represented by eight species from Korea, China, Japan, Taiwan and India. Modern taxonomic revision of this genus was carried out by Kaur (1988). He and Chen (1996) enlarged the genus by adding one species, *L. guizhouensis* He & Chen from the oriental part of China. They provided a key to Chinese species and descriptions without including *L. sinensis* Kaur which was previously reported from Fujian, China by Kaur (1988). As a part of a large revisionary work of the subfamily Cryptinae, four species, *L. nohirai* (Uchida), *L. carbonaria* (Smith), *L. jezonica* (Uchida) and *L. sinensis*, are recognized from Korea. *L. carbonaria*, *L. sinensis* and *L. jezonica* are reported from Korea for the first time. The species *L. guizhouensis* is synonymized with *L. sinensis*. The distinction of females of two closely resembling species, *L. carbonaria* and *L. jezonica*, is possible by the number of flagellar segments, the shape of mesopleurum and second tergite, but males are difficult to identify. Momoi and Okamoto (1965) relied on the number of tyloids to identify them, and Kaur (1988) used the shape of postpetiole except for such character. However, our observations revealed these characters are not useful in relating these males, because many variations were found in these characters. Therefore, further DNA studies will be required to resolve this controversy.

Key words: Echthrini, *Plectocryptus*, *Latoia consocia*, ectoparasitoid, solitary

P046

Taxonomy of the Genus *Aproceros* and *Yasumatsua* (Symphyta: Argidae: Sterictiphorinae) with Descriptions of One New Species from South Korea

Su-Bin Lee¹, Meicai Wei² and Jong-Wook Lee¹

¹Department of Life sciences, Yeungnam University

²College of Life Science and Technology, Central South University

The genera *Aproceros* and *Yasumatsua* have not been recorded in Korea previously. Genus *Aproceros* is small genus among genera of subfamily Sterictiphorinae with 10 described species. Almost species of this genus recorded in Eastern Palaearctic region except *A. scutellis* Wei & Nie, 1998 from Oriental region. Also, genus *Yasumatsua* has been reported only two species: *Y. albitibia* Togashi, 1990 and *Y. nigra* Togashi, 1970 in the world.

Key characters of the genera *Aproceros* and *Yasumatsua* as following: (1) *Aproceros*: anal cell of hind wing absent; head narrowed behind eyes; basal anal cell of fore wing open, (2) *Yasumatsua*: anal cell of Hind wing closed; claw with a basal lobe; face between antennal sockets narrow with sharp median carina (Meicai, 1997). Biology and ecology of these two genera are poorly studied.

In this study we record one unrecorded species of genus *Aproceros* and described one new species of genus *Yasumatsua* from Korea. Also, key to Korean genera of subfamily Sterictiphorinae, diagnoses of *Aproceros* and *Yasumatsua* and photos of morphological characters are provided.

Key words: *Aproceros*, *Yasumatsua*, Sterictiphorinae, Symphyta

P047

Taxonomy of the Genus *Sterictiphora* (Hymenoptera: Argidae: Sterictiphorinae) with Descriptions of Five New Species

Su-Bin Lee¹, Meicai Wei² and Jong-Wook Lee¹

¹Department of Life sciences, Yeungnam University

²College of Life Science and Technology, Central South University

The subfamily Sterictiphorinae which include 324 species from 26 genera is widespread group of sawfly. Most recorded species of Sterictiphorinae distributed in the Palearctic, Nearctic, Oriental and Afrotropic regions. Among them, only 20 species have been reported from the Eastern Palearctic region. Unfortunately, this group is very poorly studied in Korea. In the Korean fauna were reported only one species, *Sterictiphora tanoi* Togashi 1997(Togashi, 1997).

The larvae of genus *Sterictiphora* feed on cherry and serviceberry (Smith, 1979). The adults of genus *Sterictiphora* are easily distinguished from the other genera of Sterictiphorinae by following characters: convex anterior margin of the head in dorsal view, hind wing with very long anal cell.

As a result of this study, we report five new species, *Sterictiphora rugosa* sp. nov., *S. gapjangensis* sp. nov., *S. flavicollis* sp. nov., *S. koreana* sp. nov. and *S. daeguensis* sp. nov. and provide a key to Korean species and diagnosis with photos of five new species.

Key words: *Sterictiphora*, Sterictiphorinae, Symphyta, New species, Korea

P048

A new species of Genus *Onychiurus* (Collembola, Onychiuridae) from Korea

In-Ae LEE and Kyung-Hwa PARK*

Department of Biology Education, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756,
Republic of Korea

A new species of the genus *Onychiurus* is described from Korea (Jeoksang Mountain in Muju). The genus *Onychiurus* was elected by Gervais in 1841 with type species *Podura ambulans* Linneus, 1758. 49 species of *Onychiurus* have been reported worldwide, of which only one species, *O. polychaetosus*, have been recorded from Korea. This genus is characterized by postantennal organ with compound vesicles, antennal III sense organ with 2 sensory clubs, furca reduced to a small area of fine granulation with 2+2 posterior setulae arranged in a row, seta d0 on a head and anal spines present. *Onychiurus* sp.1 is characterized by the peculiar distribution of dorsal (32/0,2-3,2-3/33333) and ventral (1/000/0101) pseudocelli that allow to distinguish it from the other congeneric species. Antennal segment III with four guard setae, two sensory rods, two bent and granulated sensory clubs and five papillae irregular in shape. Postantennal organ consists of 10-12 finely granulated vesicles and tibiotarsi with distal whorl composed of nine setae.

*Corresponding Author: pkhsyst@jbnu.ac.kr

Key words: Collembola, Onychiuridae, *Onychiurus*

P049

***Sphaeroderma seriatum* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae:
Alticinae), New to Korea**

Jinyoung PARK¹, Jong Eun Lee² and Jong Kyun Park¹

¹Department of Applied Biology, Kyungpook National University

²Department of Biological Science, Andong National University

The genus *Sphaeroderma* Baly, comprising over 165 species, is distributed mainly in Palaeotropical superregion and a few species are also known from Neotropical region. Seventy-four species in Palearctic region. In Korea a total of 5 species were known by Lee & An (2001), An (2011).

In this paper, we report *Sphaeroderma seriatum* Baly for the first time in the Korean fauna. We provide the habitus photographs, illustrations of diagnostic features and a key to the genus in Korea. Up to now 6 species of *Sphaeroderma* have been recorded from the Korea, including the present species.

Key words: Chrysomelidae, Alticinae, *Sphaeroderma seriatum*

P050

**First report of *Elasmus japonicus* Ashmead
(쌍살벌살이좀벌(신칭)) (Hymenoptera: Eulophidae) recovered
from nests of three *Polistes* species (Hymenoptera: Vespidae) in
South Korea**

Moon-Bo Choi and Jong-Wook Lee

Department of Life Sciences, Yeungnam University

It was first recorded that *Elasmus japonicus* Ashmead had occurred from three *Polistes* nests in Busan city, Wanju-gun, and Pyeongchang-gun of South Korea. The 2 females and 14 males were collected from the nest of *Polistes rothneyi koreanus* in Busan city (N35°17'57.71" E129°06'33.24"), 12 females and 2 males from *P. djakonovi* in Wanju-gun (N35°47'35.05" E127°15'30.48"), 18 females and 3 males from *P. snelleni* in Pyeongchang-gun (N37°39'7.84" E128°35'15.81"). *P. rothneyi koreanus* and *P. djakonovi* were first recorded as new hosts.

To date, two *Elasmus* species, *E. nephantidis* and *E. viridiceps*, have been reported from South Korea. In this study, we provide diagnosis, description, and photos of female and photos of male of *E. japonicus*.

Key words: *Elasmus japonicus*, Eulophidae, *Polistes*

P051

Five Newly Recorded Subfamilies of the Family Ichneumonidae with Eight Newly Recorded Species from South Korea

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

¹Department of Life Sciences, Yeungnam University

²Natinal Park Research Institute, Korea National Park

Five newly recorded subfamilies, Diacritinae, Microleptinae, Orthocentrinae, Orthopelmatinae, and Phrudinae, were the small and rare subfamilies of the family Ichneumonidae except Orthocentrinae. The first subfamily Orthocentrinae have been reported 31 genera with 481 species worldwide but we have a very poor knowledge of this subfamily in Korea. This subfamily is known for larval koinobiont endoparasitoids of Diptera (Humala, 2008). The second subfamily Diacritinae have been reported six species in the world and distributed four species in the Eastern Palaearctic (Yu et al., 2012). The third subfamily Microleptinae have been recorded only one genus with 13 species in the world. Among them 10 species are distributed in the Eastern Palaearctic. The fourth subfamily Orthopelmatinae have been reported nine species of one genus in the world, five species in the Eastern Palaearctic. The final subfamily Phrudinae have been reported 29 species in the world, five species in the Eastern Palaearctic. The subfamily Eucerotinae have been recorded 50 species in the world and four species from Korea. This subfamily is known for hyperparasitoids of Ichneumonoidea (Wahl & Sharkey, 1993).

In this paper we report not only five newly recorded subfamilies new to Korean fauna but also eight newly recorded species included two species of Eucerotinae for the first time from Korea.

Key words: Eucerotinae, Diacritinae, Microleptinae, Orthocentrinae, Orthopelmatinae, Phrudinae, Taxonomy

P052

Identification and Field Test of Sex Pheromone Components from *Stathmopoda masinissa*

Junheon Kim¹, Seul-Bi Lee² and Chung Gyoo Park¹

¹Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University

²Department of Applied Biology, Gyeongsang National University

The sex pheromone of *Stathmopoda masinissa* (Lepidoptera: Stathmopodidae) [감꼭지나방], an important pest of persimmon in Korea, was studied. Two pheromone components which known from Japanese population were detected in the gland extracts of females by mass spectral analysis of the gland extracts and comparisons of retention time with authentic compounds. Those were (*E4,Z6*)-4,6-hexadecadienyl acetate (*E4,Z6*-16Ac) and (*E4,Z6*)-4,6-hexadecadien-1-ol (*E4,Z6*-16OH) in the ratio of 10:90. In a persimmon orchard, a single compound of *E4,Z6*-16Ac and *E4,Z6*-16OH was attractive to *S. masinissa*. However, the mixture of *E4,Z6*-16Ac and *E4,Z6*-16OH (1:1) caught significantly more males than each single component. In addition, the traps baited with *E4,Z6*-16Ac attracted significantly more *Oedematopoda ignipicta* (Lepidoptera: Stathmopodidae) [붉은꼬마꼭지나방] than control. These results suggest that both of the *E4,Z6*-16Ac and *E4,Z6*-16OH are needed to attract *S. masinissa* male and *O. ignipicta* utilizes *E4,Z6*-16Ac as pheromone component.

Key words: *Stathmopoda masinissa*, *Oedematopoda ignipicta*, Sex pheromone, (*E4,Z6*)-4,6-hexadecadienyl acetate, (*E4,Z6*)-4,6-hexadecadien-1-ol, Persimmon

P053

Gateway system을 이용한 담배가루이 cDNA Library Construction

고나연, 박상은, 류태희, 김정곤, 신호섭, 권혜리, 김정규, 서미자,
임현섭, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 외래해충으로 바이러스벡터로 작용하여, 토마토에 토마토황하잎말림병바이러스(TYLCV)를 비롯한 약 100여종의 바이러스를 매개하는 중요한 해충이다. 담배가루이는 화학합성 작물보호제에 대한 저항성 발현이 빨라서 이들의 방제에 어려움을 겪고 있다. 이러한 저항성 문제를 조금이라도 해결하기 위한 방편의 일환으로 최근에 RNA interference(RNAi)를 이용한 해충방제가 시도되고 있다. 뿐만 아니라, RNAi를 이용하면 target 유전자를 연구하는데 도움이 될 수 있다. 본 연구에서는 RNAi 를 이용하여 담배가루이 방제를 위한 target 유전자들을 선별하기 위해 gateway system을 이용한 담배가루이 cDNA library 제작을 시도하였다. 첫 번째 방법으로 oligo d(T) primer를 사용하였을 때, 약 1.10kb, 1.28kb의 insert size와 1.4×10^4 colony/ml의 titer를 확인하였다. 그러나 insert size가 너무 커서 적절하지 않았다. 두 번째 방법으로 attB-N25 random primer를 이용하고, sonication을 6초 실시하여 다시 진행하였다. 그러나 몇몇은 insert size가 다소 컸고, 몇몇은 insert가 vector에 삽입되지 않았다. 세 번째 방법으로는 attB-N6 random primer를 이용하였고, sonication을 2초 실시하여 더 작은 size의 cDNA insert를 가지는 library 제작을 진행 하였다. 그 결과 몇몇을 제외하고는 300bp~500bp size의 insert가 확인 되었으나, titer가 낮아 세 번째 방법을 이용하여 titer를 높이는 방향으로 연구를 수행 중에 있다.

검색어: 담배가루이, *Bemisia tabaci*, RNA interference, cDNA

P054

Behavioral regulation of nutrient intake in an omnivorous beetle, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)

Myoung Suk Rho, Kwang Pum Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921,
Republic of Korea

Many insects adjust feeding behavior to meet their optimal requirement for multiple nutrients. In the present study, we investigated the behavioral regulatory responses of male and female adults of an omnivorous beetle, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), using choice and no-choice feeding experimental designs. In the choice experiment, newly eclosed adults of both sexes received one of four food-pairing treatments and so were allowed to self-compose their preferred nutrient intake by selecting between two nutritionally-complementary diets (protein-rich vs. carbohydrate-rich diet; 35:7 vs. 7:35, 35:7 vs. 5.6:28, 28:5.6 vs. 7:35, or 28:5.6 vs. 5.6:28, P%:C% by dry mass). Our data showed that both sexes independently regulated their intake of protein and carbohydrate to a 1:1 ratio, indicating that they are capable of adjusting their feeding behavior to optimize their nutrient preference. In the no-choice experiment, adults were forced to eat one of seven single diets that varied in P:C ratio (0:42, 7:35, 14:28, 21:21, 28:14, 35:7, or 42:0). Results showed that both sexes ingested similar amounts of nutrients when the dietary P:C ratio was moderately balanced (14:28, 21:21 and 28:14), but males ingested significantly more than females on those diets that were extremely imbalanced with respect to their P:C ratio (0:42, 7:35, 35:7 and 42:0). This indicates that there exists a sex-specific difference in nutrient intake when the nutritional balance of diets deviates away from the optimal level under restricted feeding condition.

Key words: carbohydrate, nutrient regulation, protein, *Tenebrio molitor*

P055

Q biotype of *Bemesia tabaci* in the Korean melon

Kim, Eunsung¹ and Kim, Yonggun²

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

The tobacco whiteflies, *Bemesia tabaci*, infest the Oriental melon and give significant economic damage along with its virus-vectoring activity. Various biotypes of *B. tabaci* have been well known and are classified depending on the severity of crop damage and insecticide susceptibility. *B. tabaci* adults were collected in the melon fields and diagnosed with PCR molecular markers. In all 11 sampling sites, *B. tabaci* adults were diagnosed to be Q biotype. In contrast, B biotype was found in one sampling site. These results indicated that most *B. tabaci* occurring the Oriental melon fields in Andong is Q biotype.

Key words: Oriental melon, tobacco whitefly, Biotype, Molecular diagnosis

Cold hardiness of the palm thrips, *Thrips palmi*

Youngjin Park¹, Kwangho Kim² and Yonggyun Kim¹

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

²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration,
Suwon 441-707, Korea

Cold tolerance of the palm thrips, *Thrips palmi* Karny, was investigated to predict its survival in field during winter. Supercooling temperatures of *T. palmi* ranged from -26.4 to -18.4°C. However, exposure to subzero temperatures (from -5°C to -15°C) gave significant mortality to all developmental stages of *T. palmi*. Thus, *T. palmi* was determined to be a freeze-susceptible and suffered with cold injury. A brief pre-exposure to a low temperature (4°C) for 7 h significantly increase the cold tolerance of all stages of *T. palmi* with respect to survival at -10°C and supercooling capacity. A pre-exposure of *T. palmi* at 4°C significantly increased the survival rate on all developmental stages at -10°C. The rapid cold hardiness (RCH) was dependent on the duration of the pre-exposure period at 4°C in adult stage. Cryoprotectant analysis using an HPLC showed that the pre-exposure treatment increased the adult to synthesize glycerol, trehalose, mannitol, and mannose, at which trehalose represented the highest content. This study suggests that all stages of *T. palmi* are able to become cold-hardy by RCH, in which several polyols may play crucial roles as cryoprotectant.

Key words: rapid cold hardiness, supercooling point, cryoprotectant, cold hardening,
Thrips palmi

P057

Fatty acid composition of immune-associated tissues of *Spodoptera exigua*

Jiyeong Park and Yonggyun Kim*

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

Immune mediators play crucial roles in amplifying the emergency signals with massive amounts of *de novo* synthesized mediators and relaying the specific recognition signals to the immune-associated target tissues. Eicosanoids are the representative immune mediators and synthesized from a polyunsaturated fatty acid (PUFA), arachidonic acid. Compared to mammalian systems, insects have relatively low levels of arachidonic acid in the biological membranes. This has raised a fundamental issue that eicosanoids may be not significant in insect system. Our previous chemical analysis suggests that the hemocytes of *Spodoptera exigua* have less than 5% arachidonic acid. We postulated that *S. exigua* may store arachidonic acid in other tissues, such as fat body. This analysed fatty acid compositions of two immune-associated tissues using a gas chromatography (GC) equipped with FID detector or GC-MS. Our analysis of PUFA in the immune tissues suggests that insects maintain a low level of PUFA including arachidonic acid due to its evolutionary origin from the paleozoic era at which the oxygen level was 35%, compared to the present era 21%.

Key words: Polyunsaturated fatty acid, arachidonic acid, immune, eicosanoid,
Spodoptera exigua

P058

먹이 조건에 따른 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*, Alydidae, Hemiptera)의 집합페로몬 분비량 차이와 종자별 선호성

신효섭, 김정곤, 류태희, 박상은, 고나연, 권혜리, 서미자, 유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

톱다리개미허리노린재 수컷 성충은 집합 페로몬을 분비하여 동종의 암, 수컷 성충, 약충을 유인하여 더 큰 피해를 입히고 집합 페로몬의 분비량은 주변 환경과 계절, 곤충의 생리 및 영양상태에 따라 영향을 받는다. 본 연구에서는 먹이의 조건에 따른 톱다리개미허리노린재의 집합 페로몬 분비량의 차이를 알아보기 위해 실내에서 사육 시 콩 종자별 분비량의 차이와 먹이조건 별 분비량의 차이, 야외개체군을 포장 별로 채집하여 분비량의 차이를 비교하였다. 그리고 분비량과 선호성과의 관계를 알아보기 위해 추가적으로 하루 중 실험케이지 안에서의 위치선택, 기주 선호성을 조사하였다. 그 결과 콩 종자 별 분비량의 차이에서는 서리태가 가장 많이 분비되었고, 생활환을 완성하진 못하지만 실험에 사용된 헤어리베치의 경우 분비량이 다른 종자들 보다 적었다. 먹이조건을 달리한 실험에서는 식물과 종자를 각각 공급한 개체들 보다 식물과 종자를 함께 공급한 개체에서 집합페로몬이 더 많이 분비되었고, 콩 포장과 헤어리베치 포장, 야외노지에서 스위핑 채집한 개체를 분석한 결과, 콩 포장에서 잡힌 개체가 가장 많이 분비되었다. 하루 중 실험케이지 안에서 위치를 보았을 때는 대부분의 개체는 케이지의 벽면에 존재 하였고, 절반 정도만 종자와 식물에 붙어 섭식을 하였다. 기주 선호성을 조사한 결과에서는 서리태에 가장 많이 모여들었고, 여두(약콩), 백태(메주콩), 덩굴강낭콩(울타리콩) 순으로 선호하였다.

검색어: 톱다리개미허리노린재, *Riptortus pedestris*, 집합페로몬, 선호성

P059

Biochemical and Pathological Characters of Different Bt Cry Toxins

Eom, Seonghyeon and Kim, Yonggyun*

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

An entomopathogenic bacterium, *Bacillus thuringiensis* (Bt), is Gram-positive and undergoes sporulation along with the production of the insecticidal crystal toxins in a paraspore form. This study investigated the biochemical and insecticidal activities of Cry toxins of various Bt strains of *Bt aizawai*, *Bt kurstaki*, *Bt tenebrionis*, and *Bt israelensis*. *Bt aizawai* for a Cry1C (135 kDa), *Bt kurstaki* for a Cry1A (133 kDa), *Bt tenebrionis* for a Cry3 (73 kDa), *Bt israelensis* for a Cry4A (134 kDa) and Cry4B (128 kDa). To look for insect pest spectra of these four Cry toxins against four different insects, Cry1A was the most potent to *Plutella xylostella*, Cry1C to *Spodoptera exigua*, Cry3 to *Tribolium castaneum*, and Cry4A to *Drosophila melanogaster*. To further analyze the differential insecticidal activities of Cry toxins, two Cry toxin genes were expressed using baculovirus expression system. Both Cry1Ac and Cry1Ca toxins significantly enhanced the baculoviral pathogenicity against *P. xylostella* and *S. exigua*. However, the synergistic effects were different depending on the type of Cry toxins. These results suggest that the different insecticidal spectra of different Bts are explained by the different Cry toxins produced by the bacteria.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, Cry toxin, insecticidal activity, spectrum

P060

Detection of Secreted Protein of Teratocytes of *Cotesia plutellae* via LC-MS-MS

Wook Hyun Cha¹, Jong Bok Seo², Younggyun Kim³ and Dae-Weon Lee¹

¹Department of Biology, Kyungsung University

²Metabolomics team, Korea Basic Science Institute

³Department of Plant Medicine, Andong National University

Cotesia plutellae has been known as a natural enemy against the Diamondback moth, *Plutella xylostella* via laying eggs into a larva. When the larva hatches from the egg, teratocytes also are released and expected to work as immune suppressor via secreting immune suppressive factors such as venom proteins, teratocytes and polydnavirus. In order to identify immune suppressive factors from teratocytes, we collected the supernatant from serum-free culture media of teratocytes. Concentration of secreted proteins from teratocytes was successfully performed with using centricons among tested methods such proteins precipitation and electrophoresed in sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel. The gel slices were directly digested with trypsin using in-gel digestion method and analyzed via LC-MS-MS. Molecular weight of peptide fragments were compared with protein database predicted by full-genome sequences of *C. plutellae*. We identified two immune responsive proteins, which are calreticulin, host cellular response-related gene and neprilysin 2, immune regulator. This result suggests that host immune response is suppressed or regulated by the immune suppressive factors of teratocytes.

Key words: *Cotesia plutellae*, teratocyte, immunosuppression, calreticulin, neprilysin 2

P061

캐드헤린 반복 서열을 이용한 비티 농약 협력제 개발

홍유경, 박영진, 김용균

안동대학교 자연과학대학 생명자원과학과

파밤나방(*Spodoptera exigua*)의 전사체 연구를 통하여 비티 독소단백질의 수용체인 캐드헤린(cadherin) 유전자의 염기서열이 밝혀졌다. 파밤나방의 캐드헤린 유전자는 11개의 캐드헤린 반복부위(cadherin repeat: CR)과 1개의 막통과영역(transmembrane domain: TM)으로 구성되어 있으며, NCBI GenBank no. KC907716.1로 등록이 되어있다. 확보된 파밤나방의 캐드헤린 유전자를 대상으로 비티 독소단백질과의 살충력 상승효과를 조사하기 위해 캐드헤린 유전자의 각 영역별 재조합 단백질의 발현을 시도하였다. 캐드헤린 유전자의 영역은 각각 CR1-5, CR6-11, TM-C terminal로 구성되어 있었으며, 살충력 상승효과는 조사하기 위해 파밤나방 유충 1령과 3령에 대한 LC20 농도의 Cry1Ac와 Cry1Ca 독소 단백질을 대상으로 각 캐드헤린 재조합 단백질을 질량비율(1:0, 1:1, 1:10, 1:20)로 인공사료에 침지하여 파밤나방 1령과 3령에 섭식시킨 후 5일 뒤에 살충율을 조사하였다. 본 연구 결과는 캐드헤린이 비티 독소단백질의 수용체이며, 이러한 수용체의 증가가 비티 살충력을 높일 수 있다는 근거를 제시하여 주고 있다.

검색어: 비티 농약, 독소단백질, 캐드헤린, 파밤나방

P062

톱다리개미허리노린재의 콩 꼬투리에서 섭식행동패턴

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

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

톱다리개미허리노린재는 대표적인 흡즙형 곤충으로 콩의 잎, 줄기, 꼬투리, 종실을 가해하여 콩 생산량 감소에 가장 큰 영향을 주는 해충으로 알려져 있다. 특히, 톱다리개미허리노린재는 콩 꼬투리 안쪽의 종자에 구침을 찔러 넣은 후 종자 내의 영양분을 흡즙함으로써 콩 착엽기에 주로 피해를 입히므로 인해서 종자가 제대로 발달하지 못하거나 기형이 된다. 이때에 콩 꼬투리 표면에 뚜렷한 섭식흔이 남는다. 따라서 이들 톱다리개미허리노린재의 콩 꼬투리 섭식행동을 EPG를 이용하여 관찰하고 특성을 파악하고자 한다. 콩 꼬투리에서의 톱다리개미허리노린재의 EPG 파형은 크게 7가지로 분류할 수 있었다. 톱다리개미허리노린재가 섭식하지 않고 있을 때 아무런 전압의 변화를 보이지 않는 경우에 waveform NP, 섭식할 장소를 물색하기 위하여 잎 위를 배회하는 경우에는 불규칙한 전압변화 패턴을 보이는데 이는 waveform Z, 톱다리개미허리노린재가 흡즙을 하기 위하여 콩 꼬투리의 콩 깍지에 구침을 삽입할 때 나타나며 파형의 진폭이 큰 waveform PA, 구침을 삽입하면서 feeding sheath를 형성하기 위한 타액을 분비하는 waveform PB, 유관속관다발조직에 구침을 꽂고 섭식하는 waveform PC, 구침이 콩 꼬투리를 통과하여 종실부분을 침투할 때 나타나는 것으로 추정되는 waveform PS(Penetrating Seed), 콩 꼬투리 안의 미성숙 종실로부터 흡즙할 때에 나타나는 것으로 추정되는 waveform SS(Sucking Seed) 등의 EPG 패턴을 확인하였다.

검색어: 톱다리개미허리노린재, *Riptortus pedestris*, 콩 꼬투리, 섭식행동, EPG

P063

Synergistic effects of both heating and diatomaceous earth treatments for the control of stored-product insect, *Plodia interpunctella*

Hanna Kim¹, Yeon Su Yu² and Kyeong-Yeoll Lee¹

¹School of Applied Biosciences, Kyungpook National university, Daegu, Republic of Korea

²Research Institute, Catchers Co. Ltd., Gimhae, Republic of Korea

Plodia interpunctella, Indianmeal moth, is world-widely distributed pest in stored and manufactured agricultural products. Practically, this species seriously damaged by the infestation of most stored and manufactured agricultural products. It is necessary to find useful techniques for the control of stored-product pests insects including *P. interpunctella*. Recently, heating at 55°C for 48 h can be practically used to disinfest stored-product insects in the filed of manufactures. To improve efficiency of this technique we conducted combination treatments with heat and diatomaceous earth. At room temperature, wandering larvae, which is most tolerant developmental stage to heat, were not dead regardless of diatomaceous earth (4 mg/L) treatment within 24 h. However, incubation at 40°C, all the larvae were dead with diatomaceous earth treatment while its mortality was 28% without diatomaceous earth treatment. Thus, heating effects was significantly improved by the combined treatments of diatomaceous earth. This effect was increased when temperature was higher and the exposed time is longer. Our results clearly showed that the combined treatments of both heat and diatomaceous earth showed synergistic effects for the control of *P. interpunctella*.

Key words: Diatomaceous earth; Heat treatment, Store product pest, Indianmeal moth, Natural pestisides

P064

Nutritional effects on starvation resistance in *Drosophila melanogaster*

Taehwan Jang and Kwang Pum Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

Food limitation is the most common environmental challenge faced by animals and the capacity of animals to survive prolonged periods of starvation is linked to their diet and nutritional status. The objective of this study is to investigate the effects of nutrition on starvation resistance in *Drosophila melanogaster*. Experimental flies were given *ad libitum* access to artificial diets differing in concentrations and ratios of protein and carbohydrate for 5 days before they were assayed for starvation time, body composition and life-history parameters. Starvation resistance in *Drosophila* was greatly influenced by the dietary protein:carbohydrate (P:C) ratio, but neither by the caloric content of the diet nor by dietary carbohydrate alone. Starvation resistance was strongest at the lowest P:C ratio and declined with rising P:C ratio. While starving, *Drosophila* underwent a dramatic transition in the utilization of physiological fuels, switching from the early phase characterized by preferential consumption of non-lipid substrates to the next phase in which they began to mobilize lipids as fuels for enduring starvation. Our results highlight the importance of nutrition as a key factor determining starvation responses of *Drosophila*.

Key words: Carbohydrate, energy storage, fruit fly, Geometric Framework, life-history, longevity, nutrition, protein, starvation, trade-offs

P065

Drosophila Torsin proteins in regulation of motor-controls and oxidative stress

Hyo-min Ahn¹, Jong Bok Seo² and Young Ho Koh¹

¹Ilsong Institute of Life Science, Hallym University

²Seoul Center, Korean Basic Science Institute

Early onset torsion dystonia is caused by mutations in DYT1 gene in humans. The molecular and cellular etiology underlying this disorder is not still understood yet. Because vertebrates have more than 4 homologs in their genomes, it is very hard to elucidate the exact *in vivo* functions of Torsin1A. Instead, *Drosophila* has only one homolog named Torsin. To investigate the *in vivo* functions of Torsin, we generated and characterized transgenic flies expressing coding regions of Drosophial Torsin (DTor) cDNA or double stranded inhibitory DNA constructs (RNAi). The transgenic expression of DTor cDNA or RNAi in all tissue induced significant changes in DTor proteins levels as well as ability of motor controls. In addition, DTor over-expressing flies showed increased resistance to H₂O₂ or paraquat. In the future study, we will found how those phenotypes were accomplished by performing various experiments.

Key words: Early onset torsion dystonia, *Drosophila*, Torsin, motor-activity

P066

Two distinct acetylcholinesterases possessing almost identical enzymatic activity in the damselfly *Vestalis gracilis*

Young Ho Kim¹, Deok Ho Kwon¹ and Si Heock Lee^{1,2}

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

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Most insects possess two different acetylcholinesterases (AChEs) (i.e., AChE1 and AChE2). It has been recently reported that both AChEs are equally active in a damselfly species, providing a unique example of the incomplete specialization of one AChE function after duplication (Kim and Lee, 2013). In this study, we investigated the tissue distribution patterns and the molecular and inhibitory properties of two AChEs (i.e., VgAChE1 and VgAChE2) from the *Vestalis gracilis* damselfly. VgAChEs exhibited almost identical catalytic activity and were expressed in the central nervous system (CNS). The most predominant molecular form of both VgAChEs was a disulfide-bridged dimer, which is associated with the cell membrane via a glycosylphosphatidylinositol anchor. In an inhibition assay, however, VgAChE1 and VgAChE2 exhibited different sensitivities to organophosphate and carbamate insecticides depending on the structure of the inhibitors. These findings suggest that both VgAChEs have neuronal functions. In addition, soluble monomeric and cleaved molecular forms were detected in both the CNS and peripheral nervous system tissues by an AChE2-specific antibody, implying that VgAChE2 probably shares both neuronal and non-neuronal physiological functions in *V. gracilis*. Our results support the notion that both VgAChEs, paralogous of each other, are involved in synaptic transmission, with VgAChE2 being in the early stage of acquiring non-neuronal functions.

Key words: *Vestalis gracilis*, acetylcholinesterase, evolution, neuronal function, catalytic activity, non-neuronal function

P067

Comparative transcriptome analysis of the venom sac and gland of social wasp *Vespa tropica* and solitary wasp *Rhynchium brunneum*

Ji Hyeong Baek¹, Jung Hun Oh², Young Ho Kim² and Si Heock Lee^{1,2}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

To investigate genes differentially expressed in the venom of social and solitary wasps, a comparative transcriptome analysis was conducted. Subtractive expressed sequence tag (EST) libraries specific to the venom gland and sac (gland/sac) of a social wasp species, *Vespa tropica* and a solitary hunting wasp species, *Rhynchium brunneum*, was constructed by suppression subtractive hybridization. In BLASTx analysis, 41% and 56% of the total ESTs showed statistically best-matched hits ($E \leq 10^{-4}$) in the libraries of *V. tropica* and *R. brunneum*, respectively. Although the functional category analysis did not show remarkable differences in the distribution of functional categories between the two venom gland/sac cDNA libraries, perhaps due to the lack of functional information on many of the venom components, there were groups of genes that are specific to either *V. tropica* or *R. brunneum*. Venom allergen 5 and serine protease were found to be social wasp-specific venom transcripts. In contrast, venom peptides, metalloendopeptidases, arginine kinase and dendrotoxin were observed in solitary wasp at much higher frequencies.

Key words: social wasp, solitary wasp, venom, expressed sequence tag

P068

Identification of abamectin responsible genes in *Tetranychus urticae*

Deok Ho Kwon¹, Ji Hyun Park² and Si Hyeock Lee^{1,2}

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

²Department of Agricultural of Biotechnology, Seoul National University

Abamectin, soil-born bacterial acaricides, has been intensively used to control *Tetranychus urticae*. Target site insensitivity and enhanced activity of detoxification enzymes have been considered as major resistance mechanisms. Here, we identified the differentially expressed genes after feeding sublethal dose of abamectin for 36 h by RNA-seq analysis. About 4.9 million reads ($\pm 2,630,543$ reads) were assembled into *T. urticae*. Among a total of 75 genes showing differential transcription, 18 and 14 genes were up- and down-regulated over two fold ratio, respectively. In the validation analysis, the calculated fold change of each genes between RNA-seq and qPCR were moderately correlated ($r^2 = 0.661$). A cuticular protein was shown as the highest up-regulated gene (192.3-fold) and a chitinase was revealed to be the highest down-regulated (-16.4-fold). Further study would be necessary to validate their roles in *T. urticae* adaptation to acaricides.

Key words: *Tetranychus urticae*, Abamectin, Resistance, RNA-seq

Comparison of *Diadegma fenestrata* Ichnovirus (DfIV) gene expression patterns in two Lepidopteran hosts

Ju Il Kim, Min Kwon, Si Hyeock Lee¹ and Yonggyun Kim²

Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Department of Bioresource Sciences, Andong National University

The genus *Diadegma* is a well known parasitoid group and some are known to have symbiotic virus, PDV. A novel IV was discovered from the calyx of *D. fenestrata* female. *D. fenestrata* has more than two hosts, including PTM and DBM. The oviposition and survival rate results showed that *D. fenestrata* preferred PTM to DBM as hosts. Nevertheless, the developmental period and morphology of *D. fenestrata* were not significantly different between PTM and DBM. To identify these phenomena, DfIV genome expression patterns were compared between PTM and DBM under various conditions. DfIV genes were more widely expressed in PTM than in DBM after parasitized by *D. fenestrata*, particularly at the initial point. In addition, large numbers of DfIV genes were expressed only in PTM and they showed differential expression patterns between two lepidopteran hosts. This DfIV genome expression plasticity showed a dependency on the lepidopteran host species and parasitization time, suggesting that it may contribute to the parasitoid survival rate increase. This may be one of the key elements that determine the symbiotic relationship between PDV and parasitoid.

Key words: *Diadegma fenestrata*, ichnovirus, DfIV, *Phthorimaea operculella*, *Plutella xylostella*, host preference, expression plasticity

P070

친환경 구기자재배지에서 해충의 계절적 발생소장 및 친환경제제의 방제효과

류태희, 박상은, 고나연, 김정곤, 신호섭, 권혜리, 김영국¹, 이보희², 서미자,
유용만, 윤영남

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

¹국립원예특작과학원 인삼특작부

²충남농업기술원 청양구기자시험장

화학살충제, 화학비료를 사용하지 않는 농가에서 다양한 해충에 의한 피해가 증가하여 구기자의 친환경 농법에 어려움을 주고 있다. 본 연구는 충청남도 청양군 일원의 친환경 구기자 재배지 4 농가를 선정하여 2012년 5월부터 2013 9월 하순까지 2년간 해충의 발생상을 조사하였으며, 친환경재배를 위한 구기자의 작기에 따라 발생하는 주요 해충의 생태조사를 통하여 방제 방법을 마련하고 주요해충에 대하여 5가지 친환경제제를 선발하여 방제효과를 확인하였다. 그 결과 구기자나무의 초엽기인 5월 하순과 6월 초순에는 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)이 피해가 심하며, 6월 중순부터는 열점박이잎벌레(*Lema decempunctata*)의 피해가 심하고, 구기자혹응애(*Eriophys macrodonis*), 큰이십팔점박이무당벌레(*Henosepilachna vigintioctomaculata*), 빨나방류 (*Hedma* spp.)의 피해는 연중 계속되었다. 열매가 열리는 7월 하순부터는 갈색날개노린재(*Plautia stali*)와 썩덩나무노린재(*Halyomorpha balys*) 등 노린재류의 피해가 점차 증가하게 된다. 구기자의 주요 해충인 복숭아혹진딧물, 열점박이잎벌레, 구기자혹응애에 대한 친환경제제의 효과에서는 복숭아혹진딧물 과 열점박이잎벌레의 경우 고삼과 멀구슬이 혼합된 제제에서 각각 97.6%, 46.8%의 방제가를 보여주며 다른 제제에 비해 효과가 우수하였으며 혹응애의 경우 고삼과 멀구슬나무, 양명아주 식물추출물이 혼합된 제제에서 낮은 혹형성률을 보였다.

검색어: 구기자, 발생소장, 친환경제제, 방제효과

P071

Insecticidal and repellent effects of *Nicotiana benthamiana* against the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci*

Sharma Sushant Raj, Jae-Kyeong Shim and Kyeong-Yeoll Lee

School of Applied Biosciences, College of Agriculture and Life Sciences,
Kyungpook National University

Bemisia tabaci is a serious pest in various horticultural crops in the world. The management of *B. tabaci* has been typically carried out by chemical pesticides. Due to the development of pesticide resistance and environmental contamination, however, it is necessary to develop alternative biopesticides using natural products from plants and natural enemies. *Nicotiana benthamiana* is a variety of wild tobacco plants and produce acyl sugars from glandular trichomes in the leaves. Acyl sugars are known to be highly toxic to various plant sapping insects such as whiteflies, aphids and thrips. Here, we extracted acyl sugars in two different ways from the leaves. At first, collected leaves were simply washed with water. Otherwise, collected leaves firstly dried and homogenized into the powder, then extracted with ethanol. Spray of 10% water-extracted solution into adult whiteflies showed 80% mortality. Otherwise, spray of 10% ethanol-extracted solutions showed complete mortality at 48 h after treatment and also strong repellency of adult whiteflies into the treated tomato plants. Our results suggest *N. benthamiana* is a useful for the control of whiteflies and can be used as an alternative natural pesticide for the whitefly management.

Key words: Acyl sugars, Natural pesticides, Trichomes, Vector control

발육영점온도에서 파밤나방의 발현유전체

김용균, 최봉기

안동대학교 생명자원과학과

기후변화는 해충의 발생량 및 발생 시기에 변동을 유발시키고 있다. 변온동물인 곤충은 온도 변화에 따라 발육 및 행동에 변화를 보이면서, 이를 기반으로 이론 추정치인 발육영점온도를 통해 알로부터 성충에 이르기까지 발육에 유효한 적산온도 산출로 특정 해충의 연중 세대수 및 발생 최성기를 추정하게 된다. 그러나 이 발육영점온도에 대한 생리 및 생화학적 특징에 대해서는 아직 알려지지 않고 있다. 본 연구는 발육영점온도의 생리적 본체를 찾는 데 궁극적 목표를 두고 수행되었다. 이를 위해 파밤나방 5령충의 발육영점온도(15°C)를 기반으로 온도 증가(20, 25, 30°C)에 따라 유전자 발현 양상을 비교하였다. 동일한 집단을 25°C에서 사육시키고 얻은 것 탈피한 4령충을 상기의 4 가지 서로 다른 온도로 처리하였다. 이후 발육하여 5령으로 탈피한 유충을 동일 개체수로 임의 선발하여 전체 RNA를 추출하고, 다시 각 온도별로 상이한 염기서열 표지를 말단에 연결하였다. 이후 전체 처리 RNA를 혼합한 시료를 대상으로 Illumina-HiSeq2000으로 염기서열 분석을 실시하였다. 이후 각 말단 표지를 바탕으로 처리 별 전사체를 구분하고 비교 발현 유전체 연구를 실시하였다. 총 분석된 전사체의 염기서열은 각 처리가 유사한 전사체량(9.7 - 11.8 Gb)으로 구성되면서 전체 약 40 Gb의 양으로 분석되었다. 이들을 *de novo* assembly 한 결과 전체적으로 82,642 개의 contig를 얻을 수 있었다. 이 가운데 4 처리 모두에서 발현된 contig는 27,700 개이며, 시료에 따라 RNA 추출량에 대한 보정을 하여 상호 발현 양상을 분석하였다. FPKM (fragments per kilobase of exon per million fragments mapped)으로 유전자 발현량을 표준화하고, 이를 기반으로 유전자별 전체 발현패턴을 군집분석한 결과, 15°C에서 성장된 파밤나방은 다른 발육 온도에서 성장된 파밤나방과 유전체 발현 양상에서 현격하게 구분되었다. 흥미로운 현상은 발육영점온도인 15°C에 비해 성장 온도에서 오히려 발현량이 줄어드는 전사체 종류가 증가하는 전사체 수와 유사하다는 것이다. 이를 기반으로 4 배 이상의 유전자 발현량을 주는 대표적 유전자들을 선발하였다. 발육영점온도에 비해 증가하는 전사체는 라이보솜 관련 단백질이 포함된 반면, 감소하는 전사체는 휴면 특이적 펩타이드와 유충표피층단백질을 포함하였다. 이상의 결과는 발육영점온도는 성장유기온도에 비해 파밤나방 5령충의 성장 관련 유전체 발현을 억제하는 특이적 발현유전체 양상을 나타내는 것으로 판명되었다.

검색어: 파밤나방, 발현유전체, 발육영점온도, NGS

P073

Development of congener-specific sex pheromone lures to males of *Grapholita molesta* and *Grapholita dimorpha*

Chung Ryul Jung¹, Seong-Ho Kim², Eun-Sung Kim¹ and Yonggyun Kim¹

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

²Pasuggun Farming Association Corporation, Yeongju 750-804, Korea

The oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) and the plum fruit moth (*G. dimorpha*) share the same major sex pheromone components, Z8-dodecenyl acetate (Z8-12Ac) and E8-dodecenyl acetate (E8-12Ac) with different ratio. However, these two congener male species were cross-attracted to the counter sex pheromone traps. For development of the specific monitoring lures, the minor sex pheromone components were added to the major components. *G. molesta* females emit two minor components of Z8-12OH and 12OH and *G. dimorpha* females emit four minor of 12Ac, 14Ac, Z8-14Ac, and E8-14Ac. For a specific monitoring lure of *G. molesta*, only Z8-12Ac major component attracted only *G. molesta* males, but did not any *G. dimorpha*. For a specific monitoring lure of *G. dimorpha*, the addition of Z8-14Ac to the major component (Z8-12Ac:E8-12Ac = 85:15) attracted *G. dimorpha* males with less than 5% *G. molesta* males. Other with components (12Ac, 14Ac, and E8-14Ac) was not effective in both trapping efficiency and selectivity.

Key words: *Grapholita*, congener, sex pheromone lure, Z8-dodecenol, Z8-tetradecenyl acetate

P074

Confirmation of epigenetic control of a viral histone H4 on two target genes determined by SSH analysis

Sunil Kumar and Yonggyun Kim

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

A viral histone H4 (=CpBV-H4) is encoded in a polydnavirus, *Cotesia plutellae* bracovirus, and symbiotically associated with an endoparasitoid wasp, *C. plutellae*. It has an extended N-terminal tail consisting of 38 amino acid residues, compared to the host H4 and this extended N-terminal tail has been postulated to play a crucial role in an epigenetic control of gene expression. The (SSH) suppression subtractive hybridization analysis was analyzed in transcriptome by short-read sequencing technology. The SSH analysis provided several target and nontarget genes of a viral histone H4. In this study, we analyzed the effect CpBV-H4 on the expression of two target genes serpins and histone lysine N-methyl transferase. Transient expression of CpBV-H4 by microinjecting recombinant expression vector to non parasitized larvae of *Plutella xylostella* showed that it was expressed up to 70 h. Under this transient expression condition, we analyzed the effect of CpBV-H4 on the expression of target genes by RT-PCR at different time points. Interestingly, the CpBV-H4 significantly inhibited the expression of target genes after 44 h, while the truncated CpBV-H4 deleting the N-terminal tail did not show the inhibitory activity.

Key words: *Cotesia plutellae* bracovirus, histone H4, *Plutella xylostella*, SSH

P075

Mutational analysis of epigenetic control efficacy of a viral histone H4 encoded in *Cotesia plutellae* bracovirus

Rahul P. Hepat and Yonggyun Kim

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

A viral histone H4 is encoded in a polydnavirus called *Cotesia plutellae* bracovirus (CpBV), which is symbiotic to an endoparasitoid wasp, *C. plutellae*. Compared to general histone H4, the viral H4 possesses an extra N-terminal tail containing 38 amino acid residues, which has been presumed to control host gene expression in an epigenetic mode. This study addressed the mutational analysis of extra N-terminal amino acid residues of a viral histone H4 and their epigenetic control efficacy. Mutational analysis was performed by serially deleting each of the nine amino acid residues from N-terminal tail of a viral histone H4. Transient expression of each truncated mutants (K1M-K19) in diamondback moth, *Plutella xylostella*, was performed by microinjection of a recombinant expression vector and confirmed by RT-PCR. Under transient expression, we analysed the effect of these mutations on target gene, transferin. Interestingly, we found that truncated mutants (K1M-K15) did not inhibit the expression of target gene but mutations thereafter (K6M-K9M) significantly alter its expression. As expected these truncated mutants (K1M-K5M) also inhibit hemocyte nodule formation and development of *Plutella xylostella*. This suggest that lysine residue (K6) in the N-terminal tail is very crucial for the epigenetic control efficacy of viral histone H4.

Key words: Histone H4, polydnavirus, *Plutella xylostella*

P076

JH nuclear receptor, *Met*, does not mediate JH action on hemocyte-spreading behavior in *Tribolium castaneum*

Rahul P. Hepat* and Yonggyun Kim

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

A nuclear receptor, *Met*, mediates juvenile hormone (JH) action to control gene expressions associated with metamorphosis in many insects. In this study, we showed that RNA interference (RNAi) of the *Met* or Kruffel homolog 1 (*Kr-h1*) induced the precocious metamorphosis of *Tribolium castaneum* larvae. JH significantly inhibited cellular immune response of *T. castaneum* hemocyte by suppressing hemocyte-spreading behaviour and nodule formation in response to bacterial injection. However, either RNAi of *Met* or *Kr-h1* expression did not prevent the JH-inhibitory effect on hemocyte behaviors. However, several inhibitors specific to JH membrane action significantly inhibit the JH action hemocytes. These results suggest that JH responsiveness of hemocyte is not mediated by the nuclear receptor.

Key words: Juvenile hormone, hemocyte, RNA interference, *Tribolium castaneum*

P077

Cloning and expression of juvenile hormone esterase of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linn.)

Xiaojun Gu^{1,2} and Yonggyun Kim²

¹College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 35000s, People's Republic of China

²Department of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Juvenile hormone is the most important hormone inside the insect, but its circulating titer should be under tight control. Then enzymes involved in JH metabolism, especially juvenile hormone esterases (JHEs) play critical roles in insect metamorphosis and reproduction. Within a set of 11 JHEs predicted in the diamondback moth (DBM) genome, *Plutella xylostella* (Linn.) we identified one gene that contained the main functional motifs of insect JHEs. Its expression and transcript levels during egg, different instar of larvae, prepupae, pupae and adult stages were measured. Also, its expression in the epidermis, midgut and fatbody of the 4th instar larvae was compared. The changes in enzyme activity in the 4th instar larvae were determined.

Key words: Juvenile hormone esterase, diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linn.), qRT-PCR, Western- blotting, RNAi

P078

Cadherin as a specific Cry1Ac receptor in the diamondback moth, *Plutella xylostella*

Youngjin Park and Yonggyun Kim

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

Putative cadherin genes, which are a receptor of the *Bacillus thuringiensis* toxins, were predicted from a whole genome sequencing data from the diamondback moth, *Plutella xylostella*. After the sequence and expression analysis, a Bt receptor cadherin gene was selected. The *P. xylostella* cadherin gene (*PxCad1*, GenBank Accession no. GU901158.1) encodes 11 cadherin repeats and a transmembrane domain. The *PxCad1* gene was expressed in all developmental stage specifically in gut tissue by RT-PCR analysis. Expression of *PxCad1* gene was suppressed by feeding of its specific dsRNA PxCad1 in 4th instar larval stage. The suppression of PxCad1 expression did not significantly feeding of its specific dsRNA PxCad1 in 4th instar larval stage. The suppression of PxCad1 expression did not significantly influence on pupal and adult development of *P. xylostella*. However, the larval treated with dsRNA^{*PxCad1*} (150 ng/larva) significantly reduced susceptibility to *B. thuringiensis* Cry1Ac (4.83 µg/ml). By contrast, the dsRNA^{*PxCad1*}-treated larvae did not show any change in susceptibility to *B. thuringiensis* Cry1Ca (0.24 µg/ml). These results suggest that *PxCad1* is a specific receptor of Cry1Ac toxin from *B. thuringiensis* in *P. xylostella*.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, cadherin, receptor, RNA interference, *Plutella xylostella*

P079

옥수수 포장에서 수집된 조명나방 알기생벌 (*Trichogramma* sp.)의 ITS2 DNA 염기서열 비교 분석

서보윤¹, 정진교², 최준열², 박기진³

¹국립농업과학원 작물보호과

²국립식량과학원 작물환경과

³강원도 옥수수시험장

옥수수 포장에서 발생하는 *Trichogramma* 속(genus) 조명나방 알기생벌의 종(species) 분포를 조사하기 위해 홍천 외 7개 지역에서 6~8월에 수집된 알기생벌로부터 핵내 리보솜 RNA 유전자의 ITS2(internal transcribed spacer 2) DNA 염기서열 정보를 213 개 해독하였다. 종 구별을 위한 참고정보로서 GenBank 데이터베이스에 등록되어 있고 종이 명확하게 확인된 *Trichogramma* 속 ITS2 염기서열 정보를 58 종 총 404 개 확보하여 MEGA 5를 이용하여 국내에서 조사된 결과와 비교 분석하였다. ITS2 DNA 염기서열 정보를 이용한 phylogenetic tree 결과들을 통해서 GenBank에 등록되어 있는 같은 종들이 여러 가지(branch)의 그룹에 흩어져 있어 일부 종들을 제외하고 명확한 구별이 어려웠다. 국내의 결과는 3 개의 가지(branch) 그룹으로 나뉘었으며 조명나방 알기생벌로 *Trichogramma dendrolimi* Matsumura를 포함하여 최소한 3 개의 종이 있을 것으로 추정되었다. 앞으로 조명나방 알기생 천적을 이용한 생물적 방제 방법을 개발을 위해서는 명확한 종 동정이 되어야하며 그러기 위해서 수컷의 생식기에 관한 형태적 분석들이 필요할 것으로 보인다.

검색어: 조명나방, 옥수수, *Trichogramma* sp., ITS2, phylogenetic tree

Effect of storage mite, *Tyrophagus putrescentiae* extract on production of pro-inflammatory cytokines from human monocytic THP-1 cells

**Sang Jin Jeon¹, Gi Hun Kim¹, Hyun Joong Kim¹, Kwang-Kyu Kim¹,
Sang Kyun Koh² and Chi-Young Yun¹**

¹Department of Biology

²Department of Microbiology and Biotechnology, Daejeon University

Tyrophagus putrescentiae (Tp) as a storage mite inhabits in stored grains, hay, and straw at agricultural areas. *T. putrescentiae* stimulates an immune response and triggers inflammatory cytokines release, and thus it is a source of allergen that sensitize and induce allergic reactions. Also, *T. putrescentiae* has been reported to cause asthma and atopic disease by cross-reactivity with *Dermatophagoides pteronyssinus* (Dp). The study on *T. putrescentiae* in human monocytic THP-1 cells is not enough to understand cytokine expression and pathological mechanisms. The aim of this study is to investigate the effect of *T. putrescentiae* extract (TpE) on production of inflammatory cytokines and expression of mRNA level in THP-1 cells. THP-1 cells are treated with TpE and supernatants were analyzed for the production of cytokines using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). mRNA level in the culture cells was measured by a reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR). As a result of this study, TpE significantly induced secretion of interleukin-6, interleukin-8, and monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) in THP-1 cells in time- and dose-dependent manner. These results suggest that TpE may play a role in contributing to inflammatory disease through stimulation of immune cell. Further research of *T. putrescentiae* is needed to understand the elucidation of the pathogenic mechanism.

Key words: *Tyrophagus putrescentiae*, Mite, Proinflammatory cytokine, Inflammatory disease, ELISA, RT-PCR

P081

Effect of Ticks, *Haemaphysalis longicornis* on production of proinflammatory cytokines from human monocytic THP-1 cells

**Chang Ho Choi, Chang-Woo Kim, Hye-Ji Cha, Na-Eun Lee, Sang Jin Jeon,
Kwang-Kyu Kim and Chi-Young Yun**

Department of Biology, Daejeon University

Haemaphysalis longicornis (Hl) as members of the ixodid tick inhabits lots of grass thicket of field and mountain. Ticks are blood-feeding ectoparasites that can mediate a variety of diseases to human and animals, causing Lyme disease, Rocky Mountain spotted fever, and human monocytic ehrlichiosis. Particularly, ticks can trigger an inflammatory response representing symptoms about swelling and itching in human. The aim of this study is to investigate the effect of *H. longicornis* extract (HIE) on production of inflammatory cytokines and their mRNA in human monocytic THP-1 cells. In a time- and dose-dependent manner, human monocytic THP-1 cells was treated with HIE. Supernatants were analyzed for the production of cytokines using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). mRNA level in the culture cells was measured by a reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR). As a result of this study, HIE significantly induced secretion of IL-6, IL-8, and MCP-1 in THP-1 cells. These results suggest that HIE increase the release of proteins and mRNAs level of inflammatory cytokines in THP-1 cells. HIE may play a role in contributing to inflammatory diseases through stimulation of immune cells. Further research of *H. longicornis* is needed to better understand the elucidation of the pathogenic mechanism.

Key words: *Haemaphysalis longicornis*, Ixodid, Tick, Proinflammatory cytokine, Inflammatory disease, ELISA, RT-PCR

P082

**The effects of phytoncides released from *Chamaecyparis obtusa*
on lifespan, healthspan and behavior in
*Drosophila melanogaster***

Hyung-Seok Do and Kyung-JinMin

Department of Biological Sciences, Inha University, Incheon Korea 402-751

Phytoncides are volatile substances diffused largely from trees to protect themselves against harmful factors. Many people are attracted to forest bathing and the effects of forest bathing involve the effect of protecting human dermal cell against reactive oxygen species (ROS), the activation of immune function and the reduction of stress hormones. Since phytoncides are released to prevent plants from rotting or being eaten by animals, we expect that phytoncides have negative effects on insects. However, there is almost no study to show the effects of phytoncides of *Chamaecyparis obtusa* on insects so far. Therefore, we examined the effects of phytoncides on insects using fruit fly, *Drosophila melanogaster*. Our results showed that the exposure to phytoncides scents reduced the lifespan of *Drosophila* in a dose-dependent manner. Moreover, development rate, locomotion and fecundity of fruit flies were also decreased with phytoncides exposure. In food preference test, fruit flies and house flies showed strong avoidance behavior to the food containing phytoncides in a dose dependent manner. Overall, these results suggest the possibility of phytoncides as human-friendly insect repellent.

Key words: *Drosophila melanogaster*, Phytoncides, *Chamaecyparis obtusa*, Lifespan

Functional study of *N-acetyltransferase 1* (TcNAT1) involved in cuticle tanning pathway in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*

Bonwoo Koo, Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane

Department of Applied Biology, Chonnam National University

Insect cuticle/exoskeleton is a first physical barrier to protect their body from multifarious environments such as desiccation, natural enemies and entomopathogenic microorganisms. Cuticle tanning (sclerotization and pigmentation) is a vital procedure for generating suitable cuticle depending on body region by sclerotization and pigmentation in insects.

Insect cuticle tanning is a complex process involves hydroxylation of tyrosine to 3,4-dihydroxyphenylalanine (DOPA), decarboxylation of DOPA to dopamine, N-acylation of dopamine to N-acetyldopamine (NADA) or N- β -alanyldopamine (NBAD), oxidation of NADA and NBAD to their corresponding quinones, and reactions between the quinones or quinone derivatives with cuticle protein (CP) side chains resulting in protein cross-linking. One type of pigmentation (quinone tanning) is associated with the covalent linkage of CPs to the ring component of NBAD. In contrast, linkage of CPs to the side chain of NADA (b-sclerotization) is correlated with colorless cuticle. *N-acetyltransferase* (NAT) catalyzes the conversion of dopamine to *N-acetyl* dopamine (NADA) in cuticle tanning pathway. In this study, we studied function of *TcNAT1* on adult cuticle tanning by double stranded-RNA (dsRNA) mediated gene silencing. Injection of ds*TcNAT1* had no affect on animal development, growth and molting such as larva to larva, larva to pupa and pupa to adult. However, some of the resulting adults (~70%) showed split elytra that could not cover their abdomen, resulting in improper folding of their hindwings. Interestingly, body color of the mature adults (older than 3 days) was darker than that of control ds*TcVer* treated adults because probably due to the buildup of abnormally high levels of dopamine, which is used for dopamine eumelanin pigment synthesis (black pigment) and dopamine quinone-mediated protein cross-linking. On elytra and hindwings of these adults, darker pigments were observed around the sensory bristles that are located in the intervein regions, suggesting that NADA mediated b-sclerotization is occurred at these regions. Similarly, darker pigment was evident at veins of the hindwings of the ds*TcNAT1*-mature adults. These results suggest that TcNAT1 have important roles in sclerotization and pigmentation of adult body and wings (elytron and hindwing).

This work was supported by NRF (NRF-2012R1A2A1A01006467).

Key words: *Tribolium castaneum*, *N-acetyltransferase* (NAT), cuticle, *N-acetyldopamine* (NADA), b-sclerotization, RNA interference (RNAi), tanning (sclerotization and pigmentation)

P084

Chitinase 7 (TcCHT7) is required for cuticle lamina organization and chitin deposition in *Tribolium*

Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane

Department of Applied Biology, Chonnam National University

Insect chitinases (CHTs), which belong to family 18 glycosylhydrolases (GH-18), have been detected in molting fluid and gut tissues and are predicted to mediate the digestion of chitin present in the exoskeleton and peritrophic matrix (PM) in the gut. Based on amino acid sequence similarity and phylogenetic analysis, insect CHT family proteins have been classified into eight groups (group I to VIII). The CHTs belonging to different groups have distinctly different developmental patterns of expression and tissue specificity, suggestive of distinct biological functions.

CHT7s belong to Group III chitinase contain two catalytic domains and one chitin binding domain (CBD). The catalytic domain 1 of this group of chitinases exhibits greater sequence similarity to one another than to the catalytic domain 2 in the same protein(s), suggesting distinct functions and/or evolutionary origins for each of these two catalytic domains. This group of chitinases, unlike most insect CHTs, possesses a predicted transmembrane segment at the N-terminal region. The recombinant *T. castaneum* CHT7 that was expressed in Hi-5 insect cells was bound to the cell membrane. Apparently, the catalytic domains of this CHT face the extracellular space as revealed by its ability to hydrolyze an artificial chitin substrate added to the medium.

DsRNA-based functional studies (RNAi) for several *CHT* genes in *Tribolium castaneum* indicated that CHTs belong to groups I (TcCHT5) and II (TcCHT10) are critical for molting and turnover of chitin in the old cuticle. In other hand, RNAi for *TcCHT7* did not affect any types of molting such as larval-larval, larval-pupal and pupal-adult. The resulting pupae or adults, however, failed to wing-expansion and abdominal contraction. Immunohistochemical analysis revealed that TcCHT7 protein is localized in newly synthesized procuticle, suggesting that TcCHT7 could be released from the plasma membrane of epidermal cells by proteolysis. Chitin seems to accumulate within the assembly zone of the elytral and body wall cuticle in ds*TcCHT7*-treated animals. Transmission electron microscopy revealed that down-regulation of *TcCHT7* transcripts resulted in disorganization of chitin lamina and vertical canals in the procuticle. These results suggest that TcCHT7 may have critical roles in the lamina assembly and synthesis and/or deposition of cuticular chitin.

This work was supported by NRF (NRF-2012R1A2A1A01006467).

Key words: *Tribolium castaneum*, Chitinase, Chitin, RNAi, cuticle/exoskeleton

P085

TcCP30, non-RR cuticular protein, is required for rigid adult cuticle formation and development in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*

Seulgi Mun, Mi Young Noh and Yasuyuki Arakane

Department of Applied Biology, Chonnam National University

Cuticular proteins (CPs) and the polysaccharide chitin are the major components of the exo- and endocuticular layers or procuticle. CPs contain a conserved sequence known as the Rebers & Riddiford (R&R) motif, which may function as a chitin-binding domain that helps to coordinate the interaction between chitin fibers and the protein network. We identified two highly abundant RR-2 CPs, TcCPR18 and TcCPR27, in protein samples extracted from elytra (rigid cuticle) of *Tribolium castaneum* adults and determined that these two CPs are required for rigid cuticle morphology. In this study, we identified the third most abundant protein (TcCP30) extracted from the elytra, and cloned a full-length cDNA. It encodes a very unusual 171 amino acid residue protein of which 36% of the residues of the mature protein are Glu, 21% are His, 19% are Arg, and 16% are Gly, organized in a regular pattern but not R&R consensus motif. *TcCPR18* and *TcCPR27* genes are expressed at 4 d-old pupae, while *TcCP30* is highly expressed at 5 d-old pupae (last pupal stage) and 0 d-old adults. Immunohistochemical studies revealed the presence of TcCP30 in rigid adult cuticle (e.g. elytron, pronotum and ventral abdomen) but not soft cuticle (e.g. hindwing and dorsal abdomen). Injection of dsRNA for *TcCP30* into late instar larvae had no effect on larval and pupal growth and development. The subsequent pupal-adult molt, however, more than 50% adults were unable to shed their exuvium and died. In addition, the resulting adults exhibited wrinkled, warped and split elytra. TcCP30-deficient adults could not fold their hindwings properly. These results indicate that TcCP30 may play critical roles in rigid adult cuticle formation, development and insect growth and survival. This work was supported by NRF (NRF-2012R1A2A1A01006467).

Key words: *Tribolium castaneum*, cuticle protein, R&R motif, RNA interference (RNAi)

P086

Foraging Activity of Competing Ants along Altitudinal Gradient in a High Mountain, South Korea

Tae-Sung Kwon and Cheol Min Lee

Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

In South Korea, ants are predicted to shift their distributions northwards and upwards. It was predicted that ant fauna will be changed dramatically in highlands due to the range shifts. The *Myrmica* ants which are most abundant in high altitudinal areas in South Korea will be nearly disappeared there in 2050s, and replaced by *Aphaenogaster japonica* which is abundant in lowlands. It was recently found that *A. japonica* shifted upwards in Mt. Hanla in Jeju island, South Korea. Interestingly, *A. japonica* is similar in shape and size with the *Myrmica* species, which indicate niche overlap and resulting intensive competition. To find elevational change of competitions between two species, we investigated ants during two ant foraging periods (2010 and 2011) in a high mountain (Mt. Gaebang) using pitfall traps and bait traps along elevational gradients. Ten ant species were collected from a.s.l. 800 m to a.s.l. 1577 m. *Myrmica* sp. 1 was most abundant (35% of total ants) and collected at all elevations. *Myrmica* sp. 2 (19.7%) occurred from 1000 m to 1577 m. Meanwhile, *A. japonica* occurred up to 1200 m. Fights between ants were observed 22 times; fights between these two species were most frequently found. Although, competitive hierarchy was not recognized due to a low frequency of interspecific encounters, *A. japonica* is likely to be superior over *Myrmica* species in food competition when considering the slower and more timid behavior of *Myrmica* species compared with *A. japonica*. Therefore, it is likely that *A. japonica* would replace easily *Myrmica* species in Korean highlands when thermal barrier (i.e., cold climate in high elevations) will be removed due to climate warming.

Key words: ants, competition, climate warming, *Myrmica*, *Aphaenogaster japonica*

P087

동해안 산불피해지역 개미군집: 산불 후 개미군집의 변화

권태성, 이철민

국립산림과학원 산림생태연구과

산불 후 산림이 복원됨에 따라 산불지의 개미군집은 점차 산림의 그것과 비슷하게 변해 갈 것이 예상된다. 이러한 예측을 검증하기 위해 동해안 산불피해지역 12개 조사지(인공복원지 4개소, 자연복원지 4개소, 소나무숲 4개소)에서 2005년부터 8년간 조사한 결과를 분석하였다. 지표종 분석법(Indicator Species Analysis)을 이용하여 복원방법별(인공복원, 자연복원, 대조구)로 종별 해당 복원방법의 지표값을 산정하였다. 이를 토대로 각 조사지에서 채집된 개미들의 지표값의 평균을 구하였고 이를 조사지 개미군집의 숲 지표 값으로 가정하였다. 산불지에서는 개미군집의 숲 지표 값은 식생이 자람에 따라 점차 증가하여 정상적인 숲의 개미군집의 값과 비슷하게 수렴할 것이 예상되어, 각 조사지별로 개미군집의 숲 지표 값의 변화를 검토한 결과 2개 조사지(고성의 인공복원지, 울진의 자연복원지)에서 증가추세가 유의한($p < 0.05$) 것으로 나타났다. 숲 지표값은 복원방법 간에 유의한 차이가 나타났는데 인공복원지가 가장 낮았고, 소나무숲이 가장 높았으며, 자연복원지가 중간이었다. 개미군집의 숲 지표 값은 산림교란을 판정하는 지수로서의 가능성이 있는 것으로 판단된다.

검색어: 개미, 산불, 교란, 지표종 분석, 숲 지표 값

P088

동해안 산불피해지역 개미군집: 복원방법이 개미군집에 미치는 영향

권태성, 이철민

국립산림과학원 산림생태연구과

우리나라에서 산불은 산림생태계에 가장 큰 영향을 주는 산림교란이다. 최근 식생변화와 기후변화의 영향으로 1990년 중반이후 대형 산불이 자주 발생하고 있다. 이러한 대형 산불들은 대부분 동해안의 소나무림에서 발생하는데 산불지에서 산림의 복원은 대부분 벌채 후 조림하는 인공복원법에 의해 이루어지고 있다. 그러나 지형과 식생조건에 따라서는 인공복원을 하지 않아도 저절로 산림의 복원이 이루어지기도 한다. 이런 곳은 구태여 조림을 하기 보다는 자연에 맡겨두는 것이 보다 친환경적이며 경제적인 복원일 것이다. 본 연구는 복원방법에 따라 개미군집이 달라지는지를 밝히기 위해 수행되었다. 조사지는 대형산불이 발생한 고성, 삼척, 강릉, 울진의 4개 피해지역에서 인공복원지, 자연복원지, 대조구(소나무림)의 3개의 조사지를 선정하여 2005년부터 2012년까지 8년간 조사를 하였다. 개미의 조사는 함정트랩법으로 하였고, 조사는 5월말부터 6월초순에 실시하였다. 조사시 토양을 수집하여 이화학적 분석을 실시하였다. 다차원척도법(NMDS)과 다수응답순열절차(MRPP)를 이용하여 분석한 결과 복원방법에 따라 개미군집은 달라지는 것으로 나타났다. 인공복원지의 개미군집은 자연복원지의 개미군집 보다 대조구의 개미군집과 더욱 차이가 많아, 인공복원시 개미군집은 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 그리고 장소 및 연도도 개미군집에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다.

검색어: 개미, 산불, 복원방법, 군집분석

P089

개미의 종내 및 종간 경쟁: 기온은 개미의 경쟁에 영향을 주는가?

권태성, 이철민

국립산림과학원 산림생태연구과

먹이를 매개로 한 생물 간의 상호작용은 먹이관계(포식 또는 피식) 또는 경쟁관계로 크게 나눌 수 있다. 그러므로 경쟁은 생태학의 가장 오래되고 연구가 많이 된 정통적인 연구테마이다. 개미의 경우 먹이경쟁의 연구가 매우 쉽기 때문에 많은 연구들이 이루어졌다. 야외에서 개미들의 먹이경쟁은 종간 또는 종내 경쟁이 동시에 이루어지지만 거의 모든 연구들이 이 두 가지 경쟁을 별개로 취급하였고 동시에 다룬 예는 거의 없다. 우리나라와 같이 남북간의 기온차가 큰 지역에서는 개미들 간의 경쟁은 기온에 따라 차이가 날 것이 예상된다. 즉 기온이 높은 곳에서는 개미들이 많아지기 때문에 먹이 경쟁이 심하나 기온이 낮은 곳에서는 개미들이 줄어들기 때문에 경쟁은 감소할 것이다. 이러한 가설들을 검증하기 위해 기온에 따라 6개 숲을 조사지로 선정하여 유인트랩을 이용하여 개미들의 종내 및 종간 경쟁을 조사하였다. 개미의 경쟁은 중간 기온의 조사지에서 가장 높은 종형의 패턴을 보였고, 전체 경쟁 중에서 종내경쟁이 약 30%를 점하였다. 사망률을 조사한 결과 종내 경쟁시 사망률이 종간 경쟁 때 보다 높았다. 개미들은 종간에 서열이 있는 것이 확인되었고, 서열이 낮은 종일수록 먹이를 찾는 속도가 빨랐다.

검색어: 개미, 기온, 종내경쟁, 종간경쟁

P090

태풍에 의해 형성된 숲틈(forest gap)에서 지표성 딱정벌레(Carabidae)군집의 변화

이철민, 권태성, 천광일

국립산림과학원 산림생태연구과

기후변화에 의한 태풍의 영향이 증가하고 있다. 한국의 경우 1990년대 이후 대형태풍이 증가하고 있으며, 2002년에 루사, 2003년에 매미, 2010년에는 곤파스가 많은 피해를 주었다. 2010년도 발생한 곤파스는 광릉숲에 많은 나무를 쓰러트리어 숲틈(forest gap)을 만들었다. 본 연구는 태풍이 산림에 미치는 영향을 평가하기 위해 광릉숲에서 딱정벌레군집을 조사하면서 식생과 낙엽층, 유기물층, 토양성분의 분석을 통하여 산림내의 환경변화가 딱정벌레에게 어떤 영향을 주는지에 관하여 연구했다. 딱정벌레는 2011년 4월부터 10월까지 월 2회 함정트랩법을 이용하여 채집되었다. 조사결과, 총 32종 1,035개체의 딱정벌레가 채집되었다. 종수와 개체수는 숲틈(29종 618개체)이 비피해지(13종 417개체)보다 모두 많았다. 그러나, 종수와 개체수는 숲틈과 비피해지 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다($P < 0.05$). 다차원척도법(NMDS)와 다수응답순열절차(MRPP)를 이용한 분석에서도 유의한 차이를 보이지 않았다. 딱정벌레군집이 숲틈과 비피해지 간에 차이가 보이지 않는 것은 숲틈이 형성된 이후에 주변의 미피해지에서 딱정벌레가 활발히 이입되었기 때문이라고 생각된다.

검색어: 딱정벌레, 태풍, 기후변화, 숲틈

P091

How do animals “see” the colors of insect? Visual modelling of animal vision to study insect coloration

Changku Kang, Jongyeol Moon and Piotr G. Jablonski

Laboratory of Behavioral Ecology and Evolution, School of Biological Sciences,
Seoul National University

The diverse color pattern of insects are products of natural/sexual selection and affect their survival and reproductive success. Therefore understanding the function of the color patterns is critical to understand their life-history traits such as defensive/territorial behavior or mating strategies. However how we (humans) see and perceive their colors does not reflect the true nature of the insect colors because the insect colors have evolved to work best for the appropriate receiver. For example, defensive coloration have evolved to deceive predators' eyes, and sexual traits of males have evolved to attract the eyes of the conspecific females. The visual system (therefore the perception of color, too) substantially differ between species and it is important to consider the appropriate receiver's point of view (visual system) to properly understand the functional aspect of insect color pattern. Here I introduce the concepts of visual modelling of animals' point of view to study insect coloration and present a case study research on camouflage of moths.

Key words: insect coloration, visual modelling, animal vision, moth camouflage

P092

참땡벌(*Vespula koreensis*)의 각 포식 재료에 따른 둥지 내 진입 속도 분석

김경혜, 김길원

인천대학교 생명과학부 행동생태연구실

본 연구는 진사회성(eusocial) 곤충이며 우리나라 고유종인 참땡벌(Korean yellowjacket, *Vespula koreensis*)의 둥지(nest) 입구 유리관 내로 진입 속도와 나오는 속도에 대한 측정치를 제시한다. 각 포식 재료(foraging material)인 nectar(에너지원), prey(유충먹이), pulp(둥지 재료)에 속하는 3가지의 포식 재료를 가져 오는 forager의 유리관 속 행동을 영상을 곤충 행동 관찰 장치(Noldus, EthoVision XT 8)를 사용하여 각 포식 재료를 들고 나는 속도를 측정 하였다. 측정은 각 포식 재료 별로 44개체씩 측정하였으며, nectar forager의 속도 평균($4.655 \pm 0.556 \text{ cm/s}$), prey forager ($5.238 \pm 0.601 \text{ cm/s}$), pulp forager($5.200 \pm 0.631 \text{ cm/s}$)이며, 전체 속도 평균($5.028 \pm 0.595 \text{ cm/s}$)로 측정 되었다. 속도는 prey forager가 가장 빠른 속도를 보이며, nectar forager가 가장 느린 속도를 보였다. 이 외에 개체의 나오는 속도와 개체의 무게와 길이 나이 등이 비교분석 되었다. 이 자료를 바탕으로 각 개체들의 속도의 차이와 개체의 나이의 변수, 각 포식 재료의 비용들을 추정하고 비교 토의 하였다.

검색어: 참땡벌(*Vespula koreensis*), 포식 재료, 둥지, 속도

Ontogeny of the locomotive behavior in a subsocial spider

Kil Won Kim, Soon Kil Ahn and Kyoung Hye Kim

Division of Life Sciences, Incheon National University

Post-maternal social organisation of *Amaurobius ferox* (Araneae, Amaurobiidae) provides an opportunity to investigate the mechanisms of social behaviour in spiderlings while controlling for potential effects of maternal presence. Development and characteristics of locomotory behaviours in young individuals of the subsocial *Amaurobius ferox* were examined. Young collectively show a very rapid and linear locomotion in a short distance in response to an intruder in the natal nest. Such a locomotory behaviour of the spiderlings resembles the successive synchronised stepping towards prey of the permanently social spider, *Anelosimus eximius*. We observed the development of different types of locomotion relative to the age of young, collective tendency (i.e., proportion of individuals within the clutch engaging in the behaviour), and directional properties of the locomotion. Locomotory behaviours of spiderlings fell into two categories: ‘abrupt locomotion’ (AL), involving fast and linear movement over a short distance; and ‘ordinary locomotion’ (OL), involving slower movement over longer distances and times. The frequency of AL (abrupt locomotion) did not vary much throughout the days post-matriphagy, occurring for a limited period of time. On the other hand, the frequency of OL (ordinary locomotion) varied over the days post-matriphagy and increased during the maternal social period.

Key words: subsocial spider, ontogeny, locomotion, collective behavior, spiderlings

Ecological preference of *Monochamus saltuarius* against various species of trees

Hyun Kyung Kim¹, Ju-Hwan Han², Il-Kwon Park³ and Gil-Hah Kim¹

¹Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

²Chungcheongbuk-do Institute of Forest Environment Research

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

Monochamus saltuarius, which mediates *Bursaphelenchus xylophilus* is one of the important vector of pine wilt disease recently. *M. saltuarius* showed difference with weight, growth, and oviposition according to species of trees. The most feeding amount and feeding area were determined in *P. koraiensis*. However, *M. saltuarius* almost did not feed and longevity was observed very short time only for 10 day in *Sciadopitys verticillata*. Weight, length and head width were measured the highest growth of *M. saltuarius* in *P. koraiensis*. Female of *M. saltuarius* was determined more growing than male of *M. saltuarius* in all species of trees. Tree preference for oviposition of *M. saltuarius* was the highest choice in *P. densiflora*. However, lots of scar for oviposition have observed but *M. saltuarius* laid less eggs in *P. rigida*. This result is related to bark thickness of trees. Ovipositional frequency has been consistently maintained to *P. densiflora* and *P. koraiensis* at 20 day intervals.

In this study, physiological and ecological characteristic of *M. saltuarius* to preference of trees were researched could be helpful for managing of *M. saltuarius*.

Key words: *Monochamus saltuarius*, feeding, growth, oviposition, preference

P095

Mosquito Fauna of Habitats for Migratory Birds in Korea

Hyunwoo Kim, Sung Chan Yang, Hyung Woo Lim, Chan Hee Park, Wook-Gyo Lee, Jong Yul Roh, Mi Yeoun Park and E-Hyun Shin

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

Habitats for migratory birds provide good blood source for blood sucking insects including mosquitoes, which may lead to high population mosquito species. This study was intended to know mosquito fauna in habitats for migratory birds that have preference for bird's blood. We selected 7 locations for migratory birds (Ansan: a great reedy marsh in lake of Shihwa; Cheonan, Gyeongju, and Pyeongtaek: pine forest; Seosan: a reclaimed land near bay of Cheonsu ; Ulsan: great bamboo forest around Teahwa river) and subdivided each location with four habitats (forest, swamp, cow shed and downtown area) as mosquito collecting site. We used two types of trap for mosquito collection such as CDC black light trap and BG Sentinel trap. Additionally, we use black light and dry ice as an attractive source, respectively. A total of 27,615 mosquitoes representing 9 genera and 18 species were collected. In Ansan, 9 genera and 17 species were collected and in the other locations only 11 to 12 species. Representing by habitats shows this; in forest 9 genera and 17 species, in swamp 8 genera and 16 species, in cow shed 6 genera and 12 species, in downtown 8 genera and 17 species. The dominant species was *Culex pipiens* (60%) followed by *Aedes vexans* (11%), *Anopheles* spp. (8%), *Aedes albopictus* (7%), and *Armigeres subalbatus* (5%).

Key words: Mosquito Fauna, habitats for migratory birds, habitats, dominant species

P096

Development and characterization of 12 microsatellite loci from blueberry gall midge *Dasineura oxycoccana* (Diptera: Cecidomyiidae)

Hyojoong Kim¹, Sangwook Park², Taek-Jun Kang³,
Sejin Kim³ and Heung-Sik Lee⁴

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

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

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

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

The blueberry gall midge, *Dasineura oxycoccana* (Johnson), which has been recently introduced into Korea, is a notorious pest on blueberries. This invasive insect has rapidly spread throughout Korea including Jeju island. So far, we have no epidemic information, such as invasion routes and subsequent dispersal rates in Korea. To understand population genetics of *D. oxycoccana*, we have developed 12 novel microsatellite loci. To obtain its sequence data, the next generation sequencing was performed using mixed individuals collected from Korea and USA. The developed loci were polymorphic, with 6 to 16 alleles in 35 individuals from a single population of Hwaseong. The analyses revealed that all 35 individuals had different multilocus genotypes with heterozygosity ranging from 0.568 to 0.790. These markers will facilitate population genetic studies of *D. oxycoccana*.

Key words: blueberry pest, invasive species, polymorphic microsatellite, population genetics

P097

**Preliminary population genetics study of blueberry gall midge
Dasineura oxycoccana (Diptera: Cecidomyiidae) from
Korea and USA**

Hyojoong Kim¹, Sangwook Park², Taek-Jun Kang³, Sejin Kim³ and Heung-Sik Lee⁴

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

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

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

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

To compare genetic characteristic and differentiation between *Dasineura oxycoccana* populations, we collected 20 local samples from Korea and USA between 2012 and 2013. We established population genetics from Principal component analysis (PCA) and STRUCTURE using newly developed 12 microsatellites for 362 individuals. PCA results showed that Korean populations were divided into three genetically different groups. Correspondingly, STRUCTURE results indicated that Korean populations had at least three different genetic origins, which was totally different from USA populations. Among them, two populations occurring in Heongseong and Cheonan seemed to have species-level difference when matching with previous DNA barcoding result.

Key words: blueberry pest, invasive species, polymorphic microsatellite, population genetics

P098

Which sensory organ is used to find more cryptic positions and body orientations in moths?

Jongyeol Moon, Changku Kang and Piotr G. Jablonski

School of Biological Sciences, Seoul National University

Geometrid moths are well known for their camouflage. Their wing color patterns resemble tree bark which is their preferential resting place. After landing on tree bark, many of them show the re-positioning behavior which makes the moths more cryptic effectively. Previous study revealed that moths perceive structural cues from tree bark to position their bodies. However, to date, it is not clear which sensory organ is used during re-positioning behavior. We performed a series of experiments to find out how (i.e. by using which sensory organs) moths seek out an appropriate position and body orientation. We used a geometrid moth, *Jankowskia fuscaria*, to test our hypothesis. We hypothesized that one of four sensory organs (eyes, antennae, front legs, and wings) may be responsible for their ability to find more cryptic position and body orientation. We amputated one of these organs and observed whether they are still able to find a cryptic position. The results indicates that visual cue is essential for their cryptic-positioning searching behavior, but antennae or front legs are not. Tactile cues from their wings seem to have a role in their behavior, but the evidence is flimsy. Therefore we cautiously conclude that moths mainly rely on visual cues (most likely through eyes) to orient their bodies on resting place, but additional tactile cues from their wings seem to play an additional role.

Key words: moth, *Jankowskia fuscaria*, background selection, camouflage

P099

GM벼와 일반 재배종 벼에서 곤충상 비교

윤준호, 김현후, 강주완, 최원석, 김정균, 안수정, 박정준*

국립경상대학교 응용생물학과, 농업생명과학연구원

GMO(Genetically Modified Organism)의 개발 및 이용확대와 관련하여, GMO 대량 생산을 위한 재배 과정에서 GM작물이 환경(농업 환경)으로 방출되는 단계가 필수적으로 동반된다. 특히 GM작물과 종자의 낮은 수준 혼입(Low Level Presence, LLP)은 장기적으로 대상 농생태계를 서서히 변화시키는 바, 대단히 큰 위협이 되고 있다. 그러므로 환경 방출과정에서 일어나는 위해성을 생태적 측면에서 평가하고 이에 대한 대책을 마련하여야 한다. 본 연구에서는 Hygoromycin 저항성 유전자(제초제 저항성) GM벼와 비변형 일반 재배벼의 곤충상 변동 양상을 비교하였다. 본 연구는 2013년 7월부터 2013년 9월 현재까지 진행 중이며 Sweeping Net, Light trap, Sticky trap을 이용하여 곤충상을 각각의 대상포장(경상대 GM벼 격리포장, 일반벼 포장 4곳)에서 조사하였다. 현재까지 Light trap에서 채집한 곤충종의 분류와 개체 수 조사를 완료하였고 나머지 자료는 분류 중이다. Light trap 조사결과, GM벼 격리포장에서 채집된 곤충은 7월 총 28종 1114개체, 8월 총 13종 3757개체, 사천시 두량 포장 1에서 채집된 곤충은 7월 총 24종 5427개체, 8월 총 13종 2530개체, 사천시 두량 포장 2에서 채집된 곤충은 7월 총 10종 1867개체, 8월 총 12종 2100개체 그리고 진주시 대곡 포장에서 채집된 곤충은 7월 총 19종 2935개체, 8월 총 20종 1211개체로 나타났다. 현재까지 Light trap에서 채집된 곤충개체수는 GM벼와 비변형 재배벼와 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 현재 지속적으로 이루어지는 다른 채집방법 결과를 이용한 분류 작업 후 군집분석을 통한 비교에 사용될 것이다.

*본 연구는 농진청 LMO환경위해성 평가기관 운영비 지원을 받았음.

검색어: LLP, GM벼, 비변형 재배종벼, 곤충상 비교, Light trap

P100

참땡벌(*Vespula koreensis*) 일꾼의 먹이자원 이용도에 따른 포식행동 분석

백지현, 김경혜, 오석민, 이동욱, 김태훈, 이지민, 이희원, 최민석, 김길원

인천대학교 생명과학부 행동생태연구실

본 연구는 진사회성(eusocial)곤충으로 말벌과에 속하며 우리나라 고유종인 참땡벌(Korean yellowjacket, *Vespula koreensis*)의 먹이자원의 이용도에 따른 포식행동을 분석하였다. 동지를 떠난 땅벌 일꾼은 제한된 정보를 바탕으로 스스로 의사결정을 내려야 하고 집단에 속해있는 구성원으로서 집단의 필요를 충족시켜야 할 것이다. 이 연구는 참땡벌 일꾼들이 주어진 상황에서 어떻게 의사결정을 내리며 기존의 분업을 이어가는지, 또는 기존의 확인되어진 포식재료 쪽으로 분업의 패턴을 바뀌어 나가는지를 분석하는 것이다. 포식 재료로 nectar(에너지원), pulp(둥지 재료), prey(유충 먹이)를 공급하고, 에너지원인 nectar의 공급이 갑자기 끊어졌을 경우 nectar forager의 분업 형태가 어떤 식으로 변화하는지를 보았다. 모든 포식재료를 충분히 공급하였을 때의 각 forager 비율은 nectar forager가 15.0%, pulp forager가 1.0%, prey forager가 84.0%로 나타났으며, nectar의 공급을 중단 후 전체 nectar forager의 8.3%는 pulp forager로, 66.7%는 prey forager로, 기타 25%로 분업 패턴을 변화시킨 것으로 나타났다. 분업의 패턴을 바꾼 nectar forager들의 나이 개체변인(크기, 몸무게 등)에 따른 분업의 패턴 변화를 추정해보고 비교 토의 하였다.

검색어: 참땡벌(*Vespula koreensis*), 먹이자원, 포식행동, 의사결정, 분업, 포식재료, 개체변인

P101

Occurrence and Ecology of Woolly Apple Aphid in Apple Orchards

Sun-Young Lee¹, Kyung-Hee Choi¹, Yun-Su Do¹, Changmann Yoon¹,
Kyeong-Ho Chung¹ and Gil-Hah Kim²

¹Apple Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
Gunwi 716-812, Korea

²Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 360-712, Korea

Woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*, one of the pests occurring in apple do damages on the branch and bastard slip nearby ground roots by sucking sap. Recently, seasonal population of this pest steadily increased but has scarcity the basic data relating to its ecology. This study was conducted to investigate the infested orchard ratio, environmental analysis of occurred orchard, seasonal population and parasite rate by *Aphelinus mali*, a natural enemy for woolly apple aphid, from 30 to 34 apple orchards, at 11 to 13 major apple producing areas in Gyeongsang-namdo and Gyeongsang-bukdo, Geolla-bukdo, and Chungchung-bukdo, during 2012 to 2013. It showed infested orchard ratio as about 35% and population density started to increase from mid-May, with its optimal density in late-June and increased again in late-September. This pest found in various rootstocks where infested orchards and could not found any significant pattern. The damage appeared in 9 to 35 year-old trees, severed rather old trees than younger trees. Also, orchards that did not eliminate bastard slip were showed high occurrence pattern. Parasite rates of *Aphelinus mali* showed the difference among investigated orchards but the rates showed generally increased pattern since early- July.

Key words: Woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum*, *Aphelinus mali*, Seasonal occurrence, Parasite rate

Dispersal and flight behaviour of *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Curculionidae) estimated by mark-release-recapture

Cha Young Lee, Youngwoo Nam, Won Il Choi and Sang-Hyun Koh

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

The dispersal distance and the flight behaviour of adult *Platypus koryoensis* were examined using mark-release-recapture experiment in central Korea in 2013. Sticky traps were attached to the trunks of oak trees toward release point and opposite direction up to 48.8m from the release point. For each direction, two traps were attached on upper (1.5m from ground) and lower (0.5m from ground) trunk. *Platypus koryoensis* which emerged within 24 hours were marked with fluorescent powder and released at 11:00 a.m. The number of recaptured beetles was counted after 30 and 90 minutes after release. The experiment was replicated three times on 20, 21, and 26 June. The numbers of beetles released were 299, 810, and 208, respectively. Recapture rates at 90 minutes after release on 20, 21, and 26 June were 0.09, 0.06, and 0.03, respectively. More than 85 percent of recaptured beetles were caught in 30m. The numbers of beetles caught by sticky traps in upper and lower trunk were not significantly different, indicating that *P. koryoensis* do not hover but just land and move to explore suitable for living site in trunk when they attack oak tree. The valley breeze which drive upward the valleys and mountain slopes in the daytime blew during experiment periods and maximum flight distance of *P. koryoensis* was 43m, even though the beetles flew against the wind.

Key words: *Platypus koryoensis*, ambrosia beetle, mark-release-recapture, dispersal distance, flight behaviour

Study on macrolepidoptera diversity using light trap catches in Korea, 2012

Sung-Jae Jeon, Youngwoo Nam, Sang-Hyun Koh and Won il Choi

Department of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute

The species diversity of macrolepidoptera (larger species of moths) was surveyed using light traps at forests near the Forest Environmental Research Institute located in 9 provinces (Gyeonggi, Gangwon, Chungbuk, Chungnam, Jeonbuk, Jeonnam, Gyeongbuk, Gyeongnam, Jeju) in 2012. Sampling was conducted weekly or biweekly from April to October. Using light traps in 8 forests, 2,961 individuals belong to 530 species from 20 families were collected. The species richness between study sites ranged from 4 (Gyeongnam) to 258 (Chungbuk). Similarly, abundance was the highest at Gyeonggi (1,235 individuals) and lowest at Gyeongnam (11 individuals). Species diversity (H') was the highest at Chungbuk (5.14) and lowest at Gyeongnam (1.29). Composition of macrolepidopteran species also changed seasonally, showing regional variations. Dominant species in 9 study sites were *Lamoria glaucalis* in Gyeonggi, *Ivela auripes* in Gangwon, *Idiotephria amelia* in Chungbuk, *agrotis tokionis* in Chungnam, *Acosmeryx naga* in Jeonbuk, *Glyphodes perspectalis* in Jeonnam, *Spodoptera depravata* in Gyeongbuk, *Xestia dilatata* in Gyeongnam and *Lithosia quadra* Jeju. Among the species, *Ivela auripes*, *Lamoria glaucalis*, and *Glyphodes perspectalis* were known to be sporadic forest insect pests. Therefore, continuous monitoring can be needed to prevent the potential outbreaks of such insect pests.

Key words: Light trap, macrolepidoptera, species diversity, evenness, dominance species

봉군에서 들고나는 꿀벌(*Apis mellifera*)의 일주기 행동패턴 분석

최민석, 김배성, 김경혜, 백지현, 김길원

인천대학교 생명과학부 행동생태연구실

꿀벌(*Apis mellifera*)은 낮에 비상 활동을 하는 주행성(diurnal activity) 곤충에 해당한다. 꿀벌의 일주활동은 여러 환경요인에 영향을 받는 것으로 보인다. 환경요인은 장소, 시간, 온도, 습도, 날씨 등의 기초적인 조건을 포함하며 더불어 오염원 상황, 천적의 유무, 꽃꿀의 량, 패치의 분포 등이 포함될 수 있으며 이들 요인들은 꿀벌 일꾼들의 외부활동에 영향을 미치는 것으로 보인다. 꿀벌이 꽃꿀 채집활동이 하루 동안 어떻게 일어나는지 양상을 파악하는 일은 그들의 행동에 특정 환경요인이 개체의 의사결정 메카니즘이 어떻게 변하는지를 파악하는데 기초 자료로 이용될 수 있으며, 그 자체의 데이터로써도 가치를 가진다. 본 연구는 이른 아침부터 저녁까지 하루 동안 각 시간에 일벌들이 봉군에서 들고나는 행동의 패턴을 알기 위한 것이다. 꿀벌의 활동을 파악하기 위해 온실에 봉군을 설치하고, 영상녹화 장치를 통해 행동을 녹화 하였다. 매일 죽는 개체의 수를 파악해 사망률을 측정하였고, 촬영시간은 일출과 일몰 시간을 포함한 am06:00부터 pm08:00까지 찍었으며, 온/습도계는 온실과 벌통 내부에 설치하여 10분 간격으로 측정하였고, 조도는 1시간 간격으로 온실 내부 조도를 측정하였다. 특정 환경요인을 조작한 상황에서 본 실험을 통해서 조사된 정형행동 패턴을 파악하기 위한 예비실험으로 실시하였다.

검색어: 꿀벌, 행동양상, 일주기, 정형화

매실 씨방을 가해하는 복숭아씨살이좀벌 (*Eurytoma maslovskii*)의 발생 보고

홍기정

국립순천대학교 식물외과

벌목(Hymenoptera) 씨살이좀벌과(Eurytomidae)에 속하는 복숭아씨살이좀벌(*Eurytoma maslovskii*)은 일본에서 복숭아 대목으로 키우기 위해 한국에서 수입된 복숭아 핵의 수입검사 과정에서 검출되어 국내에 분포한다는 사실이 처음으로 확인되었다(Tachikawa, 1979). 그 후 지금까지 국내에서는 어떠한 피해보고가 없었지만, 2012년 전북 순창의 매실 과수원에서 처음 피해가 확인되었고, 2013년 6월에서는 전남 순천의 매실 과수원에 심각한 피해로 잇슈화 되었다.

현재까지 피해 농가에서의 채집 및 청취 조사 결과, 발생지역 및 기주식물로는 전남 순천, 광양, 고흥 및 전북 순창, 경기 수원, 하남 등지의 매실 및 살구에서 피해가 확인되었다. 또한 이 해충의 개략적인 발생소장은 6월 이후 매실 핵 속의 씨방을 다 먹어 치우고 노숙한 뒤 그대로 겨울을 보내며, 이듬해 3월경에 번데기가 된 후 어린 과실이 착과하는 4월경에 성충으로 우화하여 핵의 껍질에 구멍을 뚫고 나와 교미하고 산란하는 것으로 보인다.

남부지방에서 농가소득의 효자작목으로 급수상한 매실에 심각한 낙과 피해를 유발하는 복숭아씨살이좀벌에 대한 시급한 방제대책 및 유기농재배에 적합한 합리적인 관리방안의 마련이 시급하다.

검색어: 복숭아씨살이좀벌, *Eurytoma maslovskii*, 매실, *Prunus mume*.

Seasonal changes of macroinvertebrate communities in a reference stream in Mt. Gariwang

Mi-Jung Bae¹, Hyun-Duk Cho¹, Nalil Chung¹, Tae-Sung Kwon²,
Byung Bae Park² and Young-Seuk Park¹

¹Department of Biology, Kyung Hee University

²Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

This study was conducted to evaluate the seasonal changes of benthic macroinvertebrate communities in a reference stream as well as the effects of physicochemical environmental factors on benthic macroinvertebrate communities in a study stream. Benthic macroinvertebrates were sampled seasonally at five different sampling sites with five replicates at Changjeon stream in Mountain Gariwang from spring to winter in 2011. Physicochemical environmental factors (e.g., discharge, width, substrate, conductivity, dissolved oxygen, pH and water temperature) were measured at each sampling sites. Water quality factors such as conductivity, dissolved oxygen and pH were similar among the sampling sites, whereas hydrological factors including discharge and width tended to be higher from upstream to downstream. In substrate composition, the relative ratio of large substrate such as cobbles was higher in summer season. In macroinvertebrate samples, 79 species with 2 phylum, 5 order and 9 family were identified during the sampling periods. *Gammarus* sp. was higher in upstream (sites 1 and 2), whereas Chironomidae spp. tended to be higher in downstream. In functional feeding groups, shredder was higher in upstream, whereas predator and collector-gatherer were higher in downstream. The ratios of *Gammarus* sp. and Plecopetera were higher in summer. Nonmetric multidimensional scaling was applied to figure out the differences of macroinvertebrate communities during the survey periods, representing the seasonal changes as well as hydrological gradients.

Key words: Reference stream, Macroinvertebrates, Functional feeding groups, Nonmetric Multidimensional Scaling

Changes of functional guilds in benthic macroinvertebrates in a undisturbed headwater stream

Mi-Jung Bae¹, Yong-Su Kwon¹, Tae-Sung Kwon² and Young-Seuk Park¹

¹Department of Biology, Kyung Hee University

²Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

This study was carried out to investigate the changes of guilds in benthic macroinvertebrate community in a undisturbed headwater stream. Samples were collected seasonally with a Surber sampler (30×30cm) at three different sampling sites (five replicates in each sampling sites) at Bongsunsa stream in Korean National Arboretum in Gyeonggi-do for 7 years from 2006 to 2012. Physicochemical environmental factors including discharge, water width, substrate composition, dissolved oxygen, pH and conductivity were also measured at each sampling sites. Changes of community indices and functional guilds such as functional feeding groups and trophic groups were evaluated in each sampling sites during study periods. In the samples, 84 species (9 order, 36 family) were identified, and *Gammarus sobuegensis*, Chironomidae spp, *Ephemera strigata* and *Ecdyonurus kibunensis* were dominant taxa. Considering the changes of functional feeding groups, shredder tended to decrease from upstream to downstream, whereas collector-gatherer and collector-filterer became higher. In addition, shredder was higher during autumn seasons. Self-Organizing Map was also applied to find out the temporal changes of benthic macroinvertebrate community composition, displaying the effects of seasonal variations in reference stream ecosystems.

Key words: Macroinvertebrates, Habitat structure, Functional feeding group, Trophic groups, Self-Organizing Map

열대/아열대채소 오크라, 쓴오이, 인디언시금치에서 발생하는 해충 정보

송명규, 김시동, 이기열, 김길하¹

충북농업기술원 원예연구과, ¹충북대학교

기후변화대응 연구 및 미래 신소득작목 개발을 위해 열대 및 아열대작물의 도입·개발 연구가 진행되고 있다. 열대 및 아열대작물 중에 오크라, 쓴오이, 인디언시금치를 5월 하순에 비닐하우스와 노지에 정식을 하고 해충발생밀도를 조사하였다.

하우스재배에서 오크라는 재배초기 진딧물 발생이 많았고, 가루이류와 총채벌레류가 일부 발생하였다. 8월 이후에는 온실가루이 밀도가 급격히 증가하여 9월 하순 잎당 37.7마리의 밀도를 보였으며, 흰점줄들명나방이 8월 상순부터 보이기 시작해 9월 중순에는 많은 피해를 주었다. 쓴오이는 대만총채벌레, 꽃노랑총채벌레의 밀도가 7월 상순 5.6마리/꽃에서 보였으며, 목화바둑명나방이 잎당 0.3마리 보였고, 온실가루이 밀도가 9월 하순 잎당 10.3마리를 기록했다. 인디언시금치는 잎이 두꺼워 진딧물이 눈에 띄지 않았다.

노지재배에서 오크라는 초기 진딧물이 많았고, 온실가루이는 9월 하순 잎당 5마리의 밀도를 보였으며, 흰점줄들명나방 및 파밤나방이 발생하여 과실과 잎에 피해를 줬다. 쓴오이는 대만총채벌레, 꽃노랑총채벌레의 밀도가 7월 상순 20마리/꽃에서 보였으며, 온실가루이 밀도가 9월 하순 잎당 3.7마리의 밀도를 보였다. 인디언시금치는 하우스와 같이 초기에는 해충발생이 없다가 7월 이후 노린재류의 피해를 입어 생산량이 감소하였다.

검색어: 열대채소, 해충발생밀도, 오크라, 쓴오이, 인디언시금치

골프장 주요해충 발생양상 및 방제적기

정태성, 이재홍, 문윤기, 권순배, 황미란, 김재록

강원도농업기술원 환경농업연구과

골프장의 잔디를 가해하는 주요 해충들에 대한 발생양상과 방제적기의 구명을 위해 춘천과 원주지역에서 각각 골프장 한곳을 선정 2012년 4월부터 10월까지 페로몬 트랩을 이용하여 등얼룩풍뎠이, 애풍뎠이, 녹색콩풍뎠이, 검거세미나방 및 잔디포충나방을 대상으로 시기별 채집량을 조사하였다.

트랩에서 채집된 곤충을 분류한 결과 춘천지역 골프장에서는 등얼룩풍뎠이 등 7종의 해충이 발생되었으며, 우점 해충은 등얼룩풍뎠이>애풍뎠이>잔디포충나방>검거세미나방 순이었고 대상해충 이외에도 참콩풍뎠이 등 3종의 해충이 추가적으로 조사되었다. 원주지역 골프장의 경우 애풍뎠이 등 10종의 잔디해충 발생되었으며, 우점해충은 등얼룩풍뎠이>애풍뎠이>잔디포충나방>녹색콩풍뎠이>검거세미나방 순이었고, 특히 등얼룩풍뎠이의 발생밀도가 높았으며 대상해충 이외에 참콩풍뎠이 등 5종의 해충이 추가적으로 조사되었다. 채집된 종과 발생양상은 춘천과 원주 두 지역 모두 유사한 형태를 보였으며 이들 해충의 방제시기는 풍뎠이류의 방제적기가 1~2령기인 것을 감안하여 등얼룩풍뎠이는 7월하순, 애풍뎠이는 8월상순과 9월상순이었고 나방류는 잔디포충나방은 7월상순, 8월하순, 10월상순으로 예측되었다.

검색어: 골프장, 잔디 해충, 페로몬트랩

P110

Comparison of the effect of temperature on survivorship and fecundity of two planthoppers, *Laodelphax striatellus* and *Sogatella furcifera*

Jeong Joon Ahn, Changu-Gyu Park, Hong-Hyun Park, Kwang-Ho Kim,
Sang-Gye Lee and Hyun-Gwan Ko

Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

The small brown planthopper, *Laodelphax striatellus*, and the white backed planthopper, *Sogatella furcifera*, are important agricultural pests. *L. striatellus* could overwinter in Korean peninsula as nymph stage but *S. furcifera* could not. We investigated the survivorship and fecundity of two species for comparing population growth. The longevity and fecundity of two species were investigated at temperatures of 12.5, 15.0, 17.5, 20.0, 22.5, 25.0, 27.5, 30.0, 32.5, and 35.0°C. Adult longevity and fecundity of two species were significantly influenced by temperature. Longevities of *L. striatellus* were longer than those of *S. furcifera* at different temperatures. Specially, oviposition period of *L. striatellus* was twice as long as that of *S. furcifera*. Total fecundity per female of *L. striatellus* were also more than those of *S. furcifera*. The oviposition model of each species was consisted of three components - age specific survival rate, age specific oviposition rate and total fecundity per female. The relationship between adult developmental rate and temperatures was described by exponential function. The age specific survival rate and the age specific cumulative oviposition rate were explained by two parameter inversed-Weibull function and Weibull function. Temperature dependent fecundity was estimated using three parameter Gaussian function. Daily egg production of two species in relation to adult age and temperature was estimated.

Key words: fecundity, *Laodelphax striatellus*, oviposition model, *Sogatella furcifera*, survivorship, temperature

2012 Occurrence of major moths in corn on southern region

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

National Institute of Crop Science (NICS), RDA

Lepidopterous pests can be a problem in corn cultivation in the southern region. This study investigated the occurrence of *Ostrinia furnacalis*, *Helicoverpa armigera* and *Pseudaletia separata* in corn field of southern region. *O. furnacalis* has investigated aspects occur in Iksan, Buan and Gochang. *H. armigera* and *P. separata* has investigated the aspects occur in Buan and Gochang. Occur from early May in sex pheromone trap, showing the highest density occurs in late May, the 1st occurrence of *O. furnacalis* adult was reduced since the beginning of June. the 2nd occurrence of *O. furnacalis* adult occurs in late August and showed the highest density occurred in early September. Occurrence time showed aspects similar to the three regions of the *O. furnacalis* adult. 1st adult occurs in early May from Buan, *H. armigera* showed the highest density occurs in early August and showed the highest density occurs in early July from Gochang. The 1st adult *P. separata* occurs in late April, showed the highest density occurs in late June from Gochang. However, the incidence density was lower in Buan.

Key words: Corn, Occurrence, southern region, *Ostrinia furnacalis*, *Helicoverpa armigera*, *Pseudaletia separata*

P112

애멸구의 벼 품종별 선호도와 피해정도

이휘중, 최만영, 심형권, 노태환, 백채훈, 송민호

국립식량과학원 간척지농업과

벼 14개 품종의 애멸구, *Laodelphax striatellus* 선호도와 벼 4개 품종에서 피해정도를 조사하였다. 애멸구는 보독충과 비보독충으로, 벼는 건전주와 RSV 감염주로 구분해 4개의 조합으로 구성하여 지름 1m의 원형 고무용기에 14개 품종의 벼를 원형으로 랜덤 배치하고 중앙에 애멸구 100마리를 방사한 후 애멸구가 이동한 개체수를 품종별로 3일간 조사하였다. 보독충-감염벼, 보독충-건전벼, 비보독-감염벼 조합에서는 차이가 없었고 비보독-건전벼 조합에서 1일차에 희망찬 품종에 12.3마리 애멸구가 가장 많이 이동한 반면 보람찬, 익산559, 익산550 품종에는 각 2.0, 2.0, 1.3마리가 이동해 0.5% 수준에서 유의한 결과를 얻었다. 벼 품종별 피해정도는 시험관에 벼 4개 품종을 한주씩 심고 애멸구를 각 1, 2, 3마리 접종 후 고사 시간을 조사하였다. 일품은 3마리 접종시 12일차에, 호품은 20일차에, 추청은 27일차에, 남평은 22일차에 모두 고사한 반면 1마리 접종시 일품은 22일차에 모두 고사하였고 50일차까지 호품은 33%, 추청은 66%, 남평은 모두 고사하지 않았다.

검색어: 애멸구, *Laodelphax striatellus*, 품종, 선호도

***Wolbachia* infection according to geographical location in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Korea**

**Chan Hee Park, HyungWoo Lim, HyunWoo Kim, Mi Yeoun Park, Wook-Kyo
Lee, Jong Yul Roh, Kyu Sik Chang and E-Hyun Shin***

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

The intracellular endosymbiont bacterium *Wolbachia* is currently considered the most abundant in arthropods. Many *Wolbachia* manipulate host reproductive systems, it lead to male-killing, cytoplasmic incompatibility, parthenogenesis and feminization of genetic males with large impact on host ecology and evolution in arthropods. In this study, we investigated the distribution of *Wolbachia* infection in *Ae. albopictus* according to geographical distribution. We selected 9 areas and collected *Ae. albopictus*, these areas were distinguished with mountain chain and waterway. Whole genomic DNA were extracted from collected specimens and PCR analysis were accomplished in each specimen using *Wolbachia* specific primers such as 16S and WSP genes. As a results, we collected 730 *Ae. albopictus* at least 30 specimens in each area. *Wolbachia* infection rate showed different patterns between geographical region. Cheonbook, Cheonnam and Yeongdong showed 100% infection rate followed by Jeju (97%), Chungchung (88%), and Gyungnam (85%) with two *Wolbachia* marker genes. Our results indicated that *Ae. albopictus* are commonly infected with *Wolbachia*, it is possible that *Wolbachia* may act as endosymbiont in *Ae. albopictus* regardless of geographical region. Although, low infection rate of *Wolbachia*, we need continuous survey for the evaluation of *Wolbachia* strain within *Ae. albopictus* as a vector of dengue fever.

Key words: *Aedes albopictus*, *Wolbachia*, Dengue virus, PCR, Vector

P114

보리나방의 먹이별 저장중 개체수 증가량

최만영, 이휘종, 심형권, 노태환

국립식량과학원 간척지농업과

보리나방, *Sitotroga cerealella* (Oliver)를 밀(금강밀, 조경밀), 벼(동진1호) 각각 200g에 성충 5쌍씩 넣고 증식되는 개체수와 성충에서 성충까지 발육기간을 조사한 결과, 발육기간은 금강밀에서 41.7일, 조경밀에서 43.0일, 동진1호에서 36.2일로 나타나 동진1호에서 가장 세대기간이 가장 짧았다. 증식되는 개체수는 조경밀에서 14.9배, 금강밀에서 9.7배, 동진1호에서 21.1배로 나타나 동진1호에서 가장 증식이 잘 되었다. 부화 직후의 유충 100마리를 이용하였을 경우 발육기간이 조경밀에서 28.9일, 금강밀에서 28.7일이었고, 증식량은 조경밀에서 0.543배, 금강밀에서 0.433배로 나타났다.

검색어: 보리나방, *Sitotroga cerealella* (Oliver), 먹이별 발육

P115

Biology of *Anatatus orientalis* (Hymenoptera: Eupelmidae), a parasitoid of lantern-fly *Lycorma delicatula* White (Hemiptera: Fulgoridae) in China

Man-Young Choi¹ and Yang Zhong-qi²

¹National Institute of Crop Science (NICS), Rural Development Administration (RDA),
Republic of Korea

²Key Laboratory of Forest Protection SFA; Research Institute of Forest Ecology, Environment
and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China

Anatatus orientalis (Hymenoptera: Eupelmidae) is a parasitic natural enemy of the lantern-fly *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) in China. It can complete 6 generations from April to December in a year under laboratory conditions. It takes 18-28 d for development of one generation at about 25°C. Under the room temperatures of 23-25°C, the developmental duration of eggs is 1-2 days, 10 days for larvae, 4 days for prepupae and 7 days for pupa stage. *A. orientalis* is a mono-parasitic wasp in the eggs of *L. delicatula* and its female can oviposit 9.18 eggs on average. The oviposition period is 5-20d. The adults can survive 4-7d on average without supplying any nutrition. While feeding with 20% honey solution, the female adult longevity can reach 25 days on average.

Key words: *Biology of Anatatus orientalis, Lycorma delicatula*

Visual Preferences of Pentatomids and an Alydid: Color and LED Tests

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

Department of Functional Crop, National Inst. of Crop Science, RDA, Korea

Several pentatomids and an alydid are reported inflicting losses in several host plants ranging from leguminous crops to fruit orchards in Korea. Understanding their visual preference would help develop mass trapping or efficient monitoring device. Visual preference of the major pentatomids and an alydid bugs to different colors and light emitting diodes (LED) of different wavelengths were observed. Adults of pentatomid such as *Halyomorpha halys* Stål, *Plautia Stali* Scott, and *Nezara sp.*, and an alydid *Riptortus pedestris* (F.) were exposed to seven different colors (black, yellow, green, blue, white, cream, orange) in a multiple choice tests. Also, adult and second instar nymphs of the bugs were released inside a hexagonal LED boxes consisting of LED lamps of six different wavelengths (375 to 630 nm). Most of the pentatomids showed highest preference to blue color followed by yellow and 530 nm LED. However, *R. pedestris* showed higher preference to the yellow color followed by blue and black. Second instar nymphs of all the tested species also showed higher preference to 530 nm. Their color and LED lamp preference would help in development of mass trapping device.

Key words: *Halyomorpha halys*, *Plautia stali*, *Nezara sp*, *Riptortus pedestris*, host range, color, LED

P117

Biological Attributes of *Riptortus pedestris* Reared on Different Leguminous Seeds

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

Department of Functional Crop, National Inst. of Crop Science, RDA, Korea

This study was conducted to determine the effect of six different leguminous seeds a) cowpea, b) white kidney bean c) soybean (Cheongja) d) soybean (Daepung) e) mung bean and f) azuki bean on the nymphal development, mortality, adult longevity, fecundity and hatchability of *Riptortus pedestris* (F.) (Hemiptera: Alydidae). Total developmental time ranged from 18 to 25 days; *R. pedestris* fed on white kidney bean took the longest time. There was no difference in mortality among the bugs fed on the legumes except those fed on white kidney bean which had the highest mortality (94%). Also, adult bugs fed on white kidney bean showed the shortest longevity. Total number of eggs laid by adult female and the hatchability of the eggs were highest from the bugs fed on cowpea. Higher reproductive success of *R. pedestris* fed on cowpea suggests that cowpea could be very suitable legume for the bug and it can be used as a trap crop against the bean bug.

Key words: *Riptortus pedestris*, developmental time, longevity, fecundity, hatchability

P118

목화면충좀벌과 목화검정진디벌의 싸리수염진딧물에 대한 기능반응

강은진¹, 김정환¹, 변영웅², 고현관¹

¹국립농업과학원 작물보호과

²농촌진흥청 지식정보화담당관실

진딧물 기생봉인 목화면충좀벌과 목화검정진디벌의 싸리수염진딧물에 대한 기능반응을 조사하였다. 산자 후 24시간 이내의 싸리수염진딧물 1령 약충을 각각 1, 3, 6, 12, 24, 48, 72개체씩 콩에 접종한 후 곤충사육용기(직경×높이=10×4cm, SPL Life Science)에 넣고 교미시킨 목화면충좀벌과 목화검정진디벌의 암컷 성충 1마리씩을 접종하였다. 24시간 후 암컷 성충을 제거하고 진딧물 접종밀도별 기생수를 조사하였다. 목화면충좀벌의 처리시간(Th)과 탐색율(a)은 각각 0.0902, 0.0171로 나타났으며 목화검정진디벌의 처리시간과 탐색율은 각각 0.0311, 2.3533으로 나타나 목화면충좀벌보다 목화검정진디벌의 처리시간이 짧고 탐색율이 높은 것을 알 수 있었다. 또한 목화면충좀벌은 제 III형에 가까운 기능반응을 보였으며 목화검정진디벌은 제 II형과 일치하는 경향을 보였다. 향후 2종 천적의 내적자연증가율, 산란력, 포장에서의 진딧물 밀도억제시험 등을 통하여 진딧물 방제용 천적으로서의 잠재성을 종합적으로 평가해야 할 것이다.

검색어: 목화면충좀벌, 목화검정진디벌, 싸리수염진딧물, 기능반응

목화검정진디벌의 싸리수염진딧물에 대한 생물학적 특성 비교

강은진¹, 김정환¹, 변영웅², 고현관¹

¹국립농업과학원 작물보호과

²농촌진흥청 지식정보화담당관실

진딧물 기생봉인 목화검정진디벌은 별목 고치벌과 진디고치벌아과에 속하며 주로 아시아, 유럽 미국 등에 분포하는 것으로 알려져 있다. 목화검정진디벌의 기주곤충으로 복숭아혹진딧물, 목화진딧물, 보리수염진딧물 등 다양한 진딧물이 보고된 바 있으며, 본 연구에서는 목화검정진디벌의 싸리수염진딧물에 대한 기생능력 등 생물학적 특성을 구명하기 위한 조사를 실시하였다. 15, 20, 25, 30°C의 온도와 광주기 16L:8D조건에서 우화 후 1일, 2일 이 경과한 목화검정진디벌의 산란수, 우화율, 발육기간을 조사한 결과, 우화 후 1일된 목화검정진디벌의 산란수는 15, 20, 25°C에서 각각 31.5, 38.3, 11.3마리로 우화 후 2일된 목화검정진디벌의 산란수(88.2, 35.5, 23.7마리)가 대체로 많음을 알 수 있었다. 우화 후 1일, 2일된 목화검정진디벌이 산란한 알의 발육기간은 25°C에서 우화까지 각각 14.1일, 15.1일이 소요되어 큰 차이가 없었으며, 두 조건에서 모두 사육온도가 높아질수록 발육기간이 짧아짐을 알 수 있었다. 목화검정진디벌이 싸리수염진딧물에서 발육이 완료됨에 따라 수염진딧물류의 천적으로서의 이용가능성을 확인할 수 있었으며, 저온에서의 이용이 유리할 것으로 판단된다.

검색어: 목화검정진디벌, 싸리수염진딧물, 기생, 사육온도

진딧물 방제를 위한 갯끈동부에서 아카시아진딧물의 뱅커플랜트로 이용 가능성

조점래, 김용현, 김정환

국립농업과학원 작물보호과

진딧물 방제를 위하여 갯끈동부를 아카시아진딧물의 뱅커플랜트로 이용할 수 있는 가능성을 검토하였다. 아카시아진딧물은 주요 시설채소작물인 고추, 가지, 수박, 오이, 수박, 토마토, 시금치, 및 상추 등에서 살지 못하였다. 콩, 잠두, 완두콩, 및 갯끈동부에 접종한 후 밀도를 조사한 결과, 20마리씩 접종한 4일 후 콩은 11마리, 강낭콩 24마리, 완두콩 19마리, 갯끈동부 69마리로 증식되었고, 접종 7일 후에는 갯끈동부는 120마리로 증식하였으나 나머지 콩과식물은 증식이 잘 되지 않았다. 갯끈동부를 토양에 30일간 재배한 후 아카시아진딧물을 200마리 접종한 결과, 10~15일(9월 16일~26일, 9월 16일~28일, 9월 26일~10월 1일)만에 9,000마리까지 증식하였고, 자연 발생지점에서 밀도 조사한 결과 9월 25일 18마리에서 9일이 경과한 10월 4일 530마리로 증식되었다. 한편 포트재배 보리에서 3월 12일 기장테두리진딧물 100마리를 접종한 결과 경당 밀도는 4월 9일 3.7마리, 4월 30일 50.1마리, 5월 13일 232.1마리로 증식되었다. 보리에서 기장테두리진딧물의 이용과 비교하면 보리에서 기장테두리진딧물의 증식 소요기간은 약 2개월이 소요되나 갯끈동부에서 아카시아진딧물의 증식 소요기간은 10~15일이었다. 갯끈동부에서 아카시아진딧물은 시설채소작물을 가해하지 않으면서 유난히 잘 증식되어 갯끈동부에서 아카시아진딧물을 뱅커플랜트로 이용 가능성이 높은 것으로 판단되었다.

검색어: 아카시아진딧물, 진딧물, banker plant, 생물적 방제, 천적

꽃매미벼룩좀벌(가칭)(*Anastatus* sp.)의 생물적 특성

조점래¹, 김정환¹, 김정란¹, 최만영², 변영웅³, 고현관¹

¹국립농업과학원 작물보호과

²국립식량과학원 간척지농업과

³농촌진흥청 지식정보화담당관실

포도밭에서 문제가 되고 있는 꽃매미(*Lycorma delicatula*)를 천적으로 제어하기 위해 중국으로부터 천적인 꽃매미벼룩좀벌(*Anastatus* sp.)을 도입하여 사육실에서 이들의 생물적 특성을 검토하였다. 꽃매미벼룩좀벌 각 태별 발육기간은 사육온도가 높을수록 짧았으며, 25℃에서 알은 2.1, 유충 7.2, 전용 11.3 및 용 7.3일이었다. 30, 25, 20 및 15℃에서 성충의 평균수명은 각각 25.8, 39.2, 41.3 및 34.4일이었으며, 일생동안 각각 24, 93, 111 및 32개의 알을 낳았다. 성충은 낮 기간 동안에 산란하였으며, 밤 기간에는 산란하지 않았다. 기생율은 20℃에서 가장 높았으나 20~30℃사이에서는 유의성이 없었다. 암수 성비는 15℃에서 수컷의 비율이 암컷보다 낮았으며, 온도가 높을수록 수컷의 비율이 높은 경향을 보였고 25℃에서 수컷의 비율이 가장 높았다. 꽃매미벼룩좀벌이 꽃매미 알을 100% 기생하는데 소요되는 기간은 접종밀도가 높을수록 짧았으며, 1: 10, 15, 30 및 45에서 각각 4.2, 5.0, 7.6 및 9.6일 소요되었다. 꽃매미 알이 발육함에 따라 꽃매미벼룩좀벌의 기생율은 낮아졌지만 꽃매미가 부화하기 전까지도 기생(11.8%)이 가능하였고, 꽃매미벼룩좀벌로도 우화(33.3%)할 수 있었다. 꽃매미벼룩좀벌의 내한성은 알 > 유충 > 용의 순서로 높았으며, -17℃에서 5시간 지속되더라도 꽃매미벼룩좀벌 알의 40%까지 생존하여 겨울철 기온을 감안하면 우리나라에서도 월동이 가능할 것으로 추정된다.

검색어: 꽃매미, 꽃매미벼룩좀벌, *Anastatus* sp., 발육기간, 기생율, 내한성

갈색날개매미충(*Ricania* sp.)의 온도발육과 부화시기 예측

강택준¹, 김세진^{1,2}, 김동환¹, 조명래¹

¹국립원예특작과학원

²서울대학교 농생명공학부

최근 사과, 배, 감, 블루베리 등 과수의 1년생 가지에 난괴를 산란하여 가지를 고사시켜 피해를 주고 있는 갈색날개매미충 (*Ricania* sp.)에 대한 알에서 1령충 부화까지의 온도발육실험과 기존 발표된 온도발육 결과에 대한 재분석 및 부화시기를 예측하였다.

‘13년 2월에 충남 예산의 블루베리 농가에서 난괴를 채집하여 보름간 4°C에 저온처리 후 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34°C (14:10 LD) 조건하에서 매일 부화하는 약충수를 조사하였다. 또한 기존 발표된 온도발육 결과를 비선형회귀모델(Briere-1) 또는 직선회귀에서 다소 벗어나는 30°C의 자료를 제외하고 재분석하였다. 그 결과 발육영점온도는 모델에 따라 8.27~9.45°C 이었다. 평균 부화율은 0.64에서 30.80으로 온도에 따른 부화율의 차이를 보였으며 (F=3.65, p=0.0064) 10°C에서는 실험이 종료될 때까지 부화하지 않았다.

‘12년 4월부터 7월까지 동일한 농가 갈색날개매미충 난괴에서 부화한 약충들이 끈끈이트랩에 포획되도록 Leaf clip cage를 변형시켜 설치하였고 3~4일 간격으로 포획된 약충수를 조사하였다. 약충은 5월 19~22일 사이에 처음 발견되었으며 부화율은 평균 19.56%이었고 40개의 난괴 중 15개의 난괴에서 약충이 전혀 부화하지 않았다.

검색어 : 갈색날개매미충, 온도발육, 발육영점온도, leaf clip cage

당귀, 황기 등 주요 약용작물 발생 해충 종류 및 특징

강택준, 김동환, 안승준, 김형환, 양창열

국립원예특작과학원 원예특작환경과

최근 약용작물 재배 종류와 면적 증가로 병해충 발생 종도 늘어나고 관리비용이 증가하고 있지만 약용작물에서 병해충 안전관리를 위해 등록된 약제는 매우 부족한 실정이다. 2010년부터 2014년 상반기까지 제천, 음성, 평창 등 약용작물 재배지 내 감초, 당귀, 황기, 도라지, 방풍, 삽주 등에 발생하는 해충 종류, 피해 증상 및 특징들을 조사하였다. 감초에서는 알락수염노린재, 아카시아진딧물 담배거세미나방, 차응애 등, 황기에서는 아카시아진딧물, 싸리수염진딧물, 왕담배나방, 노린재류 등, 방풍에서는 당귀장님노린재, 어수리아기잎말이나방, 차응애 등, 당귀에서는 꼬부랑진딧물, 어수리아기잎말이나방, 당귀장님노린재 등, 도라지에서는 도라지수염진딧물, 점박이용애 등, 삽주에서는 우염수염진딧물, 조팝나무진딧물 등 다양한 종류의 해충들이 발생하고 있었다. 특히 대부분 약용작물 재배 초기인 5~6월에는 신초를 중심으로 진딧물, 응애, 총채벌레 류 등의 발생이 확인되었다. 작물 재배 후기인 8~10월에는 왕담배나방, 파밤나방, 알락수염노린재, 톱다리개미허리노린재 및 딱정벌레 류 등이 주요 발생 해충으로 주로 신초와 열매 부위에 발생하여 피해를 유발하고 있었다.

검색어 : 약용작물, 해충, 황기, 당귀, 도라지, 감초, 삽주

굴참나무잎에 발생한 흑의 원인 보고

김동목, 임연택

안동대학교 자연과학대학 식물외학과

경상북도 안동시 송천동 소재 안동대학교에 인접한 야산과 안동시 도산면 동부리 소재의 야산의 굴참나무 잎에서 현재까지 알려지지 않은 충영을 발견하였다. 다른 지역에서의 발생 여부를 문헌을 통해 확인 한 결과 같은 모양의 충영이 대전 월평동, 일본 규슈지방에서도 발견되었다. 충영이 나타난 잎을 가지와 함께 채집해 실험실에 두면서 곤충의 우화여부를 관찰하였다. 충영에서는 흑벌류와 함께 기생벌류도 우화하였다. 더듬이, 시맥, 흉부 등의 형태적 특징을 중심으로 비교 동정한 결과 굴참나무잎에 충영을 만든 흑벌은 Figitidae과에 속하는 것으로 판명되었다. 현재 종 수준에서의 동정을 진행하고 있다.

검색어 : 굴참나무, 흑벌, 기생벌

Interspecific competition reduces adult reproduction and longevity of *Frankliniella occidentalis* greater than *Frankliniella intonsa*

Mohammad M.H. Bhuyain and Un Taek Lim

School of Bioresource Sciences, Andong National University, Andong 760-749,
Republic of Korea

Frankliniella occidentalis (Pergande) and *Frankliniella intonsa* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) are sympatric thrips species infesting crops including strawberry and pepper. Recently, *F. intonsa* was found as a dominant species locally even though *F. occidentalis* has been considered as a major species in Korea. We suggested interspecific competition as a underlying mechanism for the asymmetrical abundance. Effect of the competition on adult reproduction and longevity of the two thrips species was assessed in leaf cage and microtube arena, respectively. The number of reproduced progeny was reduced by 79% for *F. occidentalis* and only 43% for *F. intonsa* in competition condition. The mean longevity was also reduced greater in *F. occidentalis* (by 41%) than in *F. intonsa* (23%). Based on these results, it is probable that interference competition exists between the two species, and *F. intonsa* is better competitor than *F. occidentalis*. Therefore, interspecific competition might affect field occurrence pattern of the two thrips species.

Key words: Thripidae, anthophilous thrips, seasonal occurrence, clip cage design

P126

Reproduction potential of *Riptortus pedestris* collected in aggregation pheromone trap and evaluation of their eggs as host resources of egg parasitoids

Eunmok Kim¹, June-Yeol Choi² and Un Taek Lim¹

¹Department of Bioresource Sciences (BK21), Andong National University

²Division of Crop Environment, National Institute of Crop Science

Riptortus pedestris (Hemiptera: Alydidae) is known to occur in barley field during spring. But, it is unlikely that *R. pedestris* can find host resource to reproduce in the spring season. To test this hypothesis, we assessed the reproduction of *R. pedestris* population collected from field from March to September. *Riptortus pedestris* were collected at intervals of three days from 15th of each month. Females of *R. pedestris* collected from trap were provided with just water in a breeding dish, and eggs laid were collected daily. Quality of *R. pedestris* eggs at each month was also evaluated by providing them as host resource to two egg parasitoids. The collected eggs were divided into three groups and tested for hatchability and parasitism by two egg parasitoids, respectively. As a result, *R. pedestris* population collected in March and April did not reproduce, and fecundity and proportion of reproduced females were the highest in August. But, neither hatchability nor parasitism rate of *R. pedestris* eggs show significant difference among the sampling months. In conclusion, *R. pedestris* starts to reproduce from May, and fecundity reaches highest on August. No change in egg quality was found among the study periods.

Key words: *Riptortus pedestris*, *Gryon japonicum*, *Ooencyrtus nezarae*, host resource, hatchability, seasonal occurrence

P127

심비디움에서의 해충 발생 및 방제 현황

김동환, 조명래, 전성욱, 강택준, 김형환, 안승준, 양창열

국립원예특작과학원 원예특작환경과

수출용 심비디움에 발생하는 해충의 종류와 해충관리 현황을 알아보하고자 2년간 (2011~2012) 국내 주요 재배단지 10개 지역 45농가를 대상으로 조사를 실시하였다. 채집된 해충은 육안, 실체현미경, 유전자분석을 통해 동정하였으며, 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch), 대만총채벌레(*Frankliniella intonsa* Trybom), 아까시총채벌레(*Thrips flavus* Schrank), 파총채벌레(*Thrips tabaci* Lindeman), 난초핀 깍지벌레(*Pinnaspis aspidistrae* Signoret), 민달팽이(*Incilaria confusa* Cockarel), 씩덩나무노린재(*Halyomorpha brevis* Walker), 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae* Sulzer), 목화진딧물(*Aphis gossypii* Glover), 무화과깍지벌레(*Coccus hesperidum* Linnaeus)와 달팽이류(소형) 1종 등 총 11종이 발견되었다. 총채벌레류와 진딧물류는 주로 개화기에 발생하여 꽃을 가해하였으며, 응애류와 깍지벌레류는 잎을 주로 가해한 반면 민팽이는 꽃, 잎, 줄기를 모두 가해하는 것으로 나타났다. 조사농가 설문을 통해 해충에 대한 방제 현황을 조사한 결과, 방제 중요도는 응애류 > 달팽이류 > 총채벌레류 > 깍지벌레류 순이었고, 최대 관심해충은 점박이응애였다. 점박이응애 방제에는 11종의 농약이 사용되고 있었으며, 이 중 abamectin 유제가 가장 많이 사용되었고, 깍지벌레 방제약제로는 methidathion 유제가 가장 선호도가 좋은 것으로 나타났다.

검색어: 심비디움, 해충, 종류, 방제, 농약

P128

시설포도원에 발생하는 응애 및 총채벌레의 종류와 발생소장

안승준, 박철홍, 강택준, 김형환, 양창열, 김동환

국립원예특작학원 원예특작환경과

국내 포도 재배 전체 면적은 점차 감소하는데 비해, 시설포도 재배 면적은 꾸준히 증가하고 있다. 시설에서 재배되는 포도는 노지와는 다른 환경요인에 노출되며, 발생하는 해충의 종류와 피해도 다르고, 그에 따라 해충 관리 체계도 알맞게 구축될 필요가 있다. 본 연구는 2013년 한해 동안 영동, 상주, 김천의 시설포도 재배지에 주로 발생하는 응애와 총채벌레의 종류와 이들의 발생소장을 조사하였다. 미소해충인 응애와 총채벌레의 종 동정을 위해 몇 가지 특징적인 분류키를 이용하였으며, 기존에 알려진 PCR-RFLP법을 병행하여 분자동정을 실시하였다. 시설포도원에 주로 발생하는 응애는 지역에 상관없이 점박이응애가 주종을 이루었으며 차응애가 그 뒤를 이었다. 시설포도원에 주로 발생하는 총채벌레는 꽃노랑총채벌레와 대만총채벌레였으며, 생육초기에는 꽃노랑총채벌레가 많았으며, 생육후기로 갈수록 대만총채벌레의 비율이 증가하였다. 본 연구는 그동안 볼록총채벌레가 포도원에 우점하는 것으로 알려진 것과는 다른 결과를 보여주었다.

검색어: 시설포도, 응애, 총채벌레, 발생소장

복숭아와 자두에 발생하는 복숭아순나방붙이와 복숭아순나방의 피해양상 비교

양창열, 안승준, 최경희, 강택준, 김형환, 김동환, 조명래

농촌진흥청 국립원예특작과학원

복숭아순나방붙이(*Grapholita dimorpha* Komai)가 국내 사과에 피해를 준다는 것이 2009년에 보고되면서, 과수의 주요 해충 가운데 하나로 주목을 받기 시작하였다. 최근 배과원과 자두과원에서 복숭아순나방붙이의 발생이 보고되기는 하였으나, 모두 성페로몬 트랩을 이용한 성충의 포획에 관한 자료라서 유충이 이들 과수에 직접적인 피해를 유발하는지는 아직 명확하지 않은 실정이다. 본 연구는 핵과류인 복숭아와 자두를 대상으로 복숭아순나방류의 피해로 보이는 피해순과 피해과실을 채집하여, 복숭아순나방붙이와 그 유사종인 복숭아순나방(*Grapholita molesta* Busck)의 피해 정도를 비교하였다. 두 유사종의 구별을 위해 종 특이적 프라이머를 이용한 분자동정법을 개발하여, 복숭아와 자두에서 순과 과실을 가해하는 종을 각각 확인한 결과, 복숭아와 자두의 순을 가해하는 것은 모두 복숭아순나방이었으며, 복숭아 과실은 대부분 복숭아순나방이, 자두 과실은 대부분 복숭아순나방붙이가 가해하는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 복숭아순나방붙이가 복숭아 보다는 주로 자두 과실에 피해를 준다는 것을 확인하였으며, 특히 자두나무에서 두 유사종의 가해부위가 다르다는 사실은 앞으로 두 종과 기주식물과의 상호작용에 관한 연구의 중요한 단서가 될 것으로 보인다.

검색어: 복숭아순나방붙이, 복숭아순나방, 복숭아, 자두, 기주식물

Study on Emergence Pattern and Prediction of Insect(Lepidoptera: Papilionidae) in a Perspective of Climate Change

Kang Woon Lee¹, Dong Jae Lee¹, Hong Yul Seo² and Neung Ho Ahn²

¹Holoce Ecosystem Conservation Research Institution (HECRI)

²National Institute of Biological Resources, Korea (NIBR)

Temperature is one of important factors to determine insect phenology. Based on the bioclimatic law, the relationship between climate change and ecosystem change was studied from 2008 to 2013 in HECRI by monitoring the spring emergence patterns of three Papilionidae species (*Papilio xuthus*, *P. machaon*, and *Sericinus montela*). The overwintering pupae were set on the wood plate and adult emergence were monitored and recorded in every morning. The first spring emergence of *P. xuthus*, *P. machaon* and *S. montela* in 2013 were Apr 19th, May 1st and Apr 22th, respectively. And peak time of three species were May 7th, May 11th and May 9th, respectively. Study on temperature-dependent development was conducted to investigate the temperature effect on adult emergence of overwintering *S. montela* pupae at four different constant temperatures (15, 20, 25 and 30°C) with photoperiod 10:14(L:D). The low temperature threshold of female, male and both sexes combined were 12.39, 12.16, and 12.37°C, respectively. Developmental period of overwintering pupae to adults decreased with increasing temperature from 15 to 30°C. Thermal constant of female, male and both sexes combined were 220.26, 192.31, and 200.18DD, respectively. The relationship between thermal constant and cumulative adult emergence was predicted by temperature-dependent development. Estimate through 7 times on the highest temperature was equal and results were distinctively divided into two pattern(2008~2010 and 2011~2013). The relationship between observed and estimated values was presented by linear regression ($r^2=0.97$)

Key words: phenology, climate change, HECRI, Papilionidae, *Papilio xuthus*, *Papilio machaon*, *Sericinus montela*, emergence, overwintering, temperature-dependent development, low temperature threshold, thermal constant.

Biology and temperature effects on development on overwintering *Langia zenzeroides* Moore (Lepidoptera: Sphingidae) pupa

Kang Woon Lee and Oh Hyun Kwon

Holocene Ecosystem Conservation Research Institution(HECRI)

The Zena hawk moth(*Langia zenzeroides*) is one of the most dangerous insect pest feeding on Rosaceae fruits(*Prunus persica* Batsch, *Prunus salicina* Linnaeus) in Korea because of gregarious diet. The study was conducted to investigate biology and the temperature effect on adult emergence of overwintering *L. zenzeroides* pupae at five different constant temperatures (15, 20, 25, 27.5 and 30°C) with photoperiod 10:14(L:D) and relative humidity 60%. The lower developmental thresholds of *L. zenzeroides* were 9.7°C. Developmental period of overwintering pupae to adults decreased with increasing temperature from 15 to 30°C. Mortality of five different constant temperatures (15, 20, 25, 27.5 and 30°C) was 4, 8, 20, 8 and 48%. Especially mortality of constant temperature 30°C was higher than other conditions and survival rate of 15°C was the highest. Thermal constants of *L. zenzeroides* were 109.5DD. The relationship between the developmental rate and temperature was fitted by linear and one nonlinear developmental rate models (Lactin 1). The development variation of overwintering pupae was described by the two-parameter Weibull distribution model. We investigated development period in the study site by using 70 eggs. From egg to pupa period was 84.9±0.4.

Key words: *Langia zenzerodes*, Lepidoptera, Sphingidae, HECRI, Zena hawk moth, Weibull distribution, Lower developmental thresholds, Thermal constants.

Species Diversity of Caterpillars Feeding on the foliage Oak Trees (*Quercus* spp.) in the Korean Peninsula

Kang Woon Lee¹, Dong Jae Lee¹, Hong Yul Seo² and Neung Ho Ahn²

¹Holocene Ecosystem Conservation Research Institution (HECRI)

²National Institute of Biological Resources, Korea (NIBR)

Caterpillars, the larvae of butterflies and moths (Lepidoptera), are enormously important in terrestrial food webs. They are not only the preferred grub for insects, birds, fishes, reptile and amphibian but also engineers of nutrient cycling processes and are the largest natural consumers of vegetation. Even though their major role in the ecosystem, details of biology are poorly known for most species. HECRI (Holocene Ecosystem Conservation Research Institution) has been carried out to identify larvae and to acquire useful biological information of primary endemic insect larvae through rearing from 1997 to 2013. Of these this study is the result about special caterpillars feeding on the foliage Oak Trees (*Quercus* spp.) which composed 60-70% of broad-leaved forest thereby important component for forest in the Korean Peninsula. Total 297 species belonging to 23 families were collected and identified 101 species belonging to 21 families. Among them Oak Trees-dependent monophagous caterpillars are 247 species belonging to 20 families and polyphagous caterpillars are 50 species belonging to 11 families. The dominant family is Noctuidae (83 species), second is Geometridae (67 species) and followed by Notodontidae (33 species).

Key words: HECRI, Lepidoptera, Caterpillar, Larva, *Quercus*, nutrient cycling, Noctuidae, endemic, monophagous, polyphagous, Geometridae, Notodontidae

P133

Control of Invasive Alien Species (IAS) by Endangered species *Lethocerus deyrollei* Vuillefroy (Hemiptera: Belostomatida)

Dong Jae Lee, Rajala Dangol and Kang Woon Lee

Holoco Ecosystem Conservation Research Institution (HECRI)

This study was carried out to investigate whether giant water bug, designated as an endangered species by the Ministry of Environment of Korea since 1997, can control American bull frog tadpole which has been designated as an Invasive Alien Species(IAS) by the Ministry of Environment of Korea since 1998. The experiment was conducted through food preference between fish (Crucian carp, *Carassius auratus*) and American bull frog tadpole(*Rana catesbeiana*) in laboratory condition ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$) in HECRI. Potential food such as fish(weight: 8.2 ± 0.6 , length: $87.4\pm 1.6\text{mm}$) and American bull frog tadpole(weight: $6.8\pm 0.4\text{g}$, length: $92.3\pm 1.6\text{mm}$) were inserted 5 individuals respectively in the nineteen acrylate cages with one pair of *L. deyrollei* simultaneously. Twice(10:00, 18:00) per a day was monitored. Once we confirmed prey was consumed by *L. deyrollei*, removed and replaced with same species to maintain same number immediately. Preference for American bull frog tadpole was significantly higher(93.6%) than fish(6.4%) ($F=30.65$, $df=1$, 18, $P<0.0001$).

Key words: *Lethocerus deyrollei*, Giant water bug, Endangered species, Invasive Alien Species, IAS, American bull frog, HECRI.

Community structure of hemipterans in reclaimed lands from western coast, Korea

**Sue-Yeon Lee², Seung-Tae Kim², Jong-Kook Jung¹, Youngho Cho³,
Youngjin Kim³, Sang-Ho Nam³ and Joon-Ho Lee^{1,2}**

¹Department of Agricultural and Biotechnology, Seoul National University

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

³Department of Biology, Daejeon University

Environmental changes such as land-use change including reclamation cause effects on the ecosystem seriously. Present study investigated community structure of hemipterans in several reclaimed lands from western coast of South Korea in 2010, because among arthropods, hemipterans are more influenced by land-use change which caused the change of dominant plants. Six reclaimed lands were selected for our study based on the ages of reclaimed land (0, 5, 12, 16, 20, and 31 years). Dominant plant species of reclaimed lands were belonging to Poaceae, *Phragmites communis* and *Oryza sativa* in Yeongsangan II, Sabkyocheon, Geumgan I and Gyehwado, *Secale cereale* in Seokmun, and *Imperata cylindrica* and *Calamagrostis epigeios* in Sihwa. A total of 31 species in 10 families were identified from 4475 collected hemipterans. In Sihwa, Shannon's diversity was very low compared to other 5 reclaimed lands due to dominance of *Paromius exiguus*. Because *I. cylindrica* and *C. epigeios* were 1st and 2nd host plants of *P. exiguus* (2824 individuals only collected from Sihwa). In multivariate analysis, 6 reclaimed lands grouped into 2 major groups showing 49.8% in Bray-Curtis similarity between 2 groups. From these results, land-use change such as reclamation project may cause the outbreak of insect pests by destruction of ecosystem functions and simplification of plant community, although community structure of hemipterans may be stable over age of land reclamation.

Key words: Biodiversity, Reclamation, Environmental change, Hemiptera

Spider Community of River basin from Korea

Sue Yeon Lee¹, Jong Kook Jung², Jung Sun Yoo³,
Joon Ho Lee² and Seung Tae Kim¹

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

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

³Department of Invertebrates, National Institute of Biological Resources

Spider community was surveyed at Nakdonggang River which is the longest river (525 km and 23,384 km²) located East-south part of Korea. Nakdonggang river is developing for water management and environmental conservation including restoration of river ecosystem under “The Four-River Restoration Project”. Sampling was made 3 occasions from June to August in 2009. Eight survey sites were selected from both sides of river in Andong, Sangju, Gumi and Seongju prefectures. Spiders were collected with sweep net for on the plants above ground and pitfall traps for on the ground. A total of 94 species of 71 genera in 24 families were identified from 805 collected spiders. Species richness was high in Salticidae (18 species, 19.1%), Araneidae (12 species, 12.8%), Lycosidae (9 species, 9.6%) in order. Wandering spiders (55 species occupied 58.5%, 493 individuals occupied 61.2%) were higher than webbing spiders (39 species occupied 41.5%, 493 individuals occupied 61.2%) in species richness and abundance. Dominant species were *Tetragnatha praedonia* (Tetragnathidae) and *Neoscona adianta* (Araneidae) in webbing spiders, and *Anahita fauna* (Ctenidae), *Pirata procurvus* (Lycosidae) and *Gnaphosa kompirensis* (Gnaphosidae) in wandering spiders with abundance. Collectively, most spiders collected from this study were water preferring spiders and showed different community structure compared to other reports from terrestrial spider fauna. Present result will bevaluable to compare the effect of development on the arthropod fauna after completion of the project.

Key words: spider, community, river basin, Korea

P136

Differences of soil invertebrate communities between larch planted forest and natural deciduous forest in Mt. Gariwang

Seung-Jae Jung¹, Tae-Sung Kwon², Byung Bae Park² and Young-Seuk Park¹

¹Department of Biology, Kyung Hee University

²Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

Forest resource development including plantation and thinning has severely influenced on the forest ecosystems. In this study, we compared differences of soil invertebrate communities between a larch planted forest and a natural deciduous forest. Soil invertebrates were collected at 6 sampling sites in the natural deciduous forest and at 9 sampling sites in the larch planted forest in June and September, 2013. Each study site was set in 1 ha and soil samples were collected using a soil core (5.5 cm diameter and 4.5 cm height). After sampling soil invertebrates, the invertebrates were extracted using Tullgren extractor for 72 hours. In total, 1,194 individuals and 22 taxa of soil invertebrates were identified in this study. Among them, Collembola was the most dominant taxa (41% of abundance). Abundance of the larch planted forest was higher two times than that of the natural deciduous forest. The results of this study provide fundamental information on soil invertebrate fauna before the forest managements. In the further study, we will examine the effects of various types of forest management on the community of soil invertebrates.

Key words: forest management, plantation, soil invertebrate

Edge effects on ground beetle assemblages along forest-crop gradients in rural forests

**Jong-Kook Jung¹, Seung-Tae Kim², Sue-Yeon Lee²,
Sun Kyeong Lee¹ and Joon-Ho Lee^{1,2}**

¹Department of Agricultural and Biotechnology, Seoul National University

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

In recent, habitat fragmentation is one of the major factors to threat to biodiversity loss, because habitat fragmentation caused by urbanization and land-use change affect reducing of habitat amount and changing of environmental condition. In particular, increasing of forest edges by habitat fragmentation cause changing of microclimate and distribution of organisms in forest. This study was conducted to examine the distributional patterns of ground beetle assemblages along forest-edge-crop gradients in Hoengseong-gun, Gangwon-do. We selected 8 study sites as line gradients from forest interior to crop (+80m, +40m, +20m, 0m, -20m, -40m, -80m). Ground beetles were collected by pitfall traps from May to October in 2012. A total of 61 species were identified from 3,739 collected beetles. Species richness was the highest at forest edge (GLM with Tukey's test, $F_{6, 49}=2.56$, $P=0.031$). Although abundance was higher at both forest interior and edge, but not showed statistical significance ($F_{6, 49}=2.06$, $P=0.076$). Species composition of forest interiors were significantly different from forest exteriors (crops) by non-metric multidimensional scaling (NMDS) and cluster analysis with similarity profile test (SIMPROF), while forest edges showed intermediate characteristics. Although our study sites may not represent the overall Korean forest, we confirmed that forest edges are important habitats for generalists and open-habitat species as well as forest specialists. In conclusion, management of both forest edge and its surroundings are needed to conserve biodiversity in forest,

Key words: Forest edge, Biodiversity, Carabids, Habitat management

Emergence, mating and oviposition behaviors in *Ostrinia scapularis* (Lepidoptera: Crambidae) in a constant environmental condition

Jin Kyo Jung¹ and Bo Yoon Seo²

¹Crop Environment Research Division, National Institute of Crop Science, RDA

²Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

The adzuki bean borer, *Ostrinia scapularis* (Lepidoptera: Crambidae), is one of serious insect pests against the red bean, *Vigna angularis*. Adult emergence, mating and oviposition behaviors of the insect were investigated in a constant condition of $25\pm 1^\circ\text{C}$, 15L:9D (light: dark) photoperiod, and $60\pm 10\%$ relative humidity, for the purpose of collecting fundamental data for elucidation of adult biology and female sex pheromone. The circadian rhythmic behaviors were observed at 30-min interval during the experiments, and the data was analyzed at one-hour interval. Adult emergence was observed for 15 hours from 2 hours before lights-off to 4 hours after lights-on in a row, and ca. 90% emerged in scotophase. Adults did not mate within the emerged scotophase and the following photophase. Mating was observed only in the scotophase, and ca. 95% of mating occurred for 5 hours from 2 hours after lights-off to 2 hours before lights-on. The result was different from the main mating time in the previous reports. Mean mating rate at 0- to 4-day-old pairs was ca. 50%. It took almost one day from mating to oviposition, but oviposition 2 days after mating was observed in 0-day-old adult pairs. Adult pairs older than 7-day-old could not mate.

Key words: *Ostrinia scapularis*, emergence, mating, circadian rhythm, pre-oviposition period after mating

2013년도 보은지역 복숭아유리나방 (*Synanthedon bicingulata*) 발생 현황

한종우, 김익환, 이경자, 김기식, 강보구

충북농업기술원 대추연구소

2012년도 보은지역 대추과원의 복숭아유리나방 발생을 확인 한 후 최초성충 발생일과 정확한 발생밀도를 알아보기 위해 2013년도에는 조사지점을 기존 3개면 3지점에서 10개면 30지점으로 확대하였으며 페로몬트랩 설치 시기를 3월 하순경으로 하여 9월 초순까지 15 ~ 20일 간격으로 조사하였다.

조사결과 보은지역 대추과원의 복숭아유리나방 성충 최초 발생시기는 5월 중순경으로 확인되었으며 이 시점으로부터 6월 초순까지 계속해서 증가하다 6월 중순경부터 7월 하순까지 감소 하였고 그 이후 9월 초순까지 다시 증가하여 최다 발생시기는 평균 21.3마리로 9월 초순경이었다.

2013년도 보은지역 대추과원의 복숭아유리나방 발생 조사 결과를 볼 때 2012년도 조사 결과와 거의 같은 발생 양상이었으며 조사한 대추농가 전부에서 복숭아유리나방이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

또한 2012년도와 2013년도 조사 결과로부터 대추과원에서 복숭아유리나방 발생 양상을 분석해 보면 똑같이 밀도가 증가하는 시기가 2번 있는 것으로 볼 때 현재 까지 알려진 복숭아유리나방 연 발생 횟수가 1회가 아닌 2회로 추정이 된다.

이 부분을 명확히 하기 위해서는 앞으로 대추과원에서 복숭아유리나방 생태 및 생활사에 대한 연구가 더 이뤄져야 한다고 생각한다.

검색어: 대추, 복숭아유리나방, 페로몬트랩

2013년도 보은지역 사과유리나방(*Synanthedon haitangvora*) 발생 현황

한중우, 김익환, 이경자, 김기식, 강보구

충북농업기술원 대추연구소

2012년도 보은지역 대추과원의 유리나방 발생 조사 결과 복숭아유리나방과 사과유리나방이 대추나무에 피해를 주며 이 중 발생밀도를 봤을 때 주를 이루는 것은 복숭아유리나방으로 확인되었다. 대추과원에서 사과유리나방의 발생이 복숭아유리나방에 비해 상대적으로 훨씬 적지만 앞으로의 기상 및 생태조건에 따라 발생 및 밀도의 변화를 누구나 예측할 수 없기 때문에 사과유리나방에 대한 발생현황 조사를 2013년도에 수행하였다.

2013년도 보은지역 대추과원의 사과유리나방 발생조사도 복숭아유리나방 발생조사와 마찬가지로 성충 최초 발생일과 정확한 발생밀도를 알아보기 위해 10개 면 30지점으로 조사지점을 확대하였고 페로몬트랩 설치 시기도 3월 하순경으로 앞당겨 15~20일 간격으로 조사하였다.

조사결과 보은지역 대추과원의 사과유리나방 성충 최초 발생시기는 복숭아유리나방 발생시기와 같은 5월 중순경이었으며 이 시점을 시작으로 6월 초순까지 계속해서 증가하다 6월 중순에는 감소하고 다시 7월 초순까지 증가하였으며 그 이후 9월 초순까지 감소하였다. 최다 발생시기는 평균 1.2마리로 6월 초순과 7월 초순경이었다.

2013년도 사과유리나방 발생 조사 결과는 2012년도와 다른 양상을 보여주었는데 그 이유는 조사시기와 조사지점의 수에 따른 차이로 생각된다. 또한 사과유리나방 발생은 조사한 대추농가 전부에서 발생된 복숭아유리나방과는 다르게 발생이 되지 않은 농가들이 있는 것으로 확인되었다.

현재까지 조사결과로부터 아직까지 사과유리나방 발생 및 발생밀도가 보은지역 전체에 영향을 미치지 않지만 향후 발생이 확대될 수 있는 가능성이 크기 때문에 지속적인 발생조사와 생태 및 생활사에 대한 연구가 이뤄져야 한다고 생각한다.

검색어: 대추, 사과유리나방, 페로몬트랩

P141

유기농 초생재배 감귤원의 초종별 해충발생 양상

황록연, 현재욱

농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장

제주도 유기농 과원의 경우 생력화 하기위해 청경재배 대신 초생재배를 하는 실정이다. 하지만 초생재배를 실시할 경우 어떠한 해충이 얼마나 발생하는가에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 2012년 유기농재배 농가에 녹비보리, 크림슨클로버, 헤어리베치, 호밀을 봄에 파종하여 해충의 발생량을 황색 끈끈이트랩을 이용하여 조사하였다. 조사시기는 6월 7일부터 10월 25일까지 실시하였으며 조사해충은 총채벌레, 매미충, 방화해충을 조사하였고 천적으로 깨알반날개와 녹색폴잡자리를 조사하였다. 그 결과 총채벌레는 녹비보리의 경우 트랩 당 188마리가 포획되었으며, 크림슨클로버와 헤어리베치, 호밀의 경우 600, 434, 452마리가 포획되었다. 이중 특히 문제가 되는 볼록총채벌레의 경우 59, 23, 16, 25마리가 포획되었다. 매미충의 경우 각 초종별로 4, 10, 41, 3마리가 포획되었다. 하지만 방화해충이나 천적으로 알려진 깨알반날개, 녹색폴잡자리의 발생량은 한두마리에 지나지 않았다. 2013년 봄에 감귤시험장 관내의 노지과원과 신레리 유기농과원에서 녹비보리와 크림슨클로버를 파종 후 트랩을 상, 하로 설치 후 가장 많이 발생하였던 총채벌레 발생밀도를 관찰하였다. 감귤시험장 관내의 녹비보리의 경우 트랩 당 210마리, 크림슨클로버의 경우 108마리, 그리고 관행구의 경우 25마리가 포획되었다. 이 중 볼록총채는 176, 72, 13마리가 포획되었다. 높이에 따른 총채벌레 발생량은 발생량은 상의 경우 530마리, 하의 경우 156마리가 포획되었다. 신레리의 경우 녹비보리 186마리, 크림슨클로버의 경우 219마리 관행구의 경우 114마리가 포획되었으며 높이에 따른 포획량은 상 667, 하 372로 나타났다.

검색어: 감귤, 유기농, 초생재배, 총채벌레

충북 음성지역 아카시나무의 미국선녀벌레 산란 특성

황세구, 이경희, 송인규

충북농업기술원 친환경연구과

충북 음성지역 도로변 상습발생지역의 미국선녀벌레의 산란특성을 조사하여 방제자료로 활용하기 위하여 아카시나무 직경 4~6cm 성목을 지표면에서 1m단위로 4m까지의 4등분하여 동, 서, 남, 북의 방향으로 나누어 방향별 각각 3반복 조사하였고, 조사표본은 가로×세로를 3×3cm으로 하였으며, 조사시기는 8월 24일과 9월 15일 2회에 걸쳐 조사한 결과는 다음과 같다. 먼저 높이별로 조사한 결과는 대체로 2~3m 사이에 평균 50개 내외로 많았고, 아래 1m와 끝부분인 4m의 경우는 2m와 3m에 비교하여 25개 정도가 적어서 지표면 가까이와 산란할 틈이 상대적으로 적은 위쪽보다는 안전한 부분에 산란하는 것으로 판단되었으며, 방향은 동쪽과 서쪽 방향이 남쪽과 북쪽 방향에 비하여 다소 많은 것으로 조사되었는데, 남쪽과 북쪽은 자동차와 사람의 왕래가 잦아서 산란하는데 영향을 준 것으로 판단되었으며, 미국선녀벌레가 산란하는 장소는 주간의 잔가지 겨드랑이 주변의 갈라진 틈에 대부분의 알을 낳는 것으로 조사되었다. 그리고, 음성지역의 2011년과 2013년의 기상을 분석해 본 결과, 전체 평균은 2011년이 0.5도 높았고, 8월은 2013년이 0.8도 높았으나, 9월은 2011년이 0.2도 높은 것으로 분석되었고, 습도는 7월은 2013년이 높았고, 9월은 2011년이 높았던 것으로 분석되었다.

이상의 결과에서 상습발생지역의 미국선녀벌레의 산란수 조사는 지표면에서 2~3m 위치의 가지 겨드랑이 부근의 갈라진 틈에서 표본을 채취하여 조사하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

검색어: 미국선녀벌레, 아카시, 산란특성, 분포

P143

Review of mites of Mesostigmata in Korea

Eunsun Keum and Chuleui Jung

School of Bioresource Science, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Mesostigmata is an important predaceous mite groups in various ecosystems and considered as an Order of Subclass Acari, Superorder Parasitiformes. Among the Suborders, Sejida, Trigynaspida, Monogynaspida, Heterozetconina and Gamasina, we list 35 families and 309 species from Korea. Some of the species were newly added to the Korean fauna. It includes mites from soil, litter, compost, snake, birds and some animal habitats, but the majority is from soil. Some of them are widely used biocontrol agents of spider mites, insects and nematodes.

Key words: Mesostigmata, Korea, biocontrol, gamasina, biodiversity

P144

한경-안덕 꽃자왈의 함정덫(Pit-fall Trap)에 유인된 지표성 딱정벌레목(Coleoptera) 분포

민동원¹, 양경식², 강성혁², 김은미³, 김동순¹

¹제주대학교 생명자원과학대학 식물자원환경전공

²(재)제주테크노파크 생물종다양성연구소

³제주대학교 자연과학대학 생물학과

제주도에서 꽃자왈이라 부르는 지대는 암괴상 아아 용암류의 특징을 잘 보여주는 “꽃자왈 용암(gotjawal lava)”이 놓여 있어 강수가 곧바로 지하수로 유입되는 투수성과 식생다양도가 매우 높은 지역이다. 현재 한경-안덕 꽃자왈 주변에는 대규모 건설이 끊이지 않고 있어 서식의 훼손이 불가피한 만큼 한경-안덕꽃자왈 내에 분포하는 지표성 딱정벌레목(Coleoptera)의 종풍부도, 종다양도를 파악하여 기초적인 자료를 제공하고자 실시하였다. 본 조사는 2013년 4월부터 9월까지 도너리 꽃자왈 지대 6곳(G1, G2, G3, G4, G5, G9), 병악 꽃자왈지대 3곳(G6, G7, G8)을 대상으로 월 3회 실시하였으며, 각 지역마다 함정덫(Pit-fall Trap)을 5m 간격으로 5개씩 설치하여 닭내장으로 유인하였다. 조사결과 1목 17과 61종이 채집되었으며 바가지촉각풍뎅이(*Phaeochrous emarginatus*) 2011개체, 폭탄먼지벌레(*Pheropsophus jessoensis*) 456개체, 왕딱정벌레(*Carabus fiduciarius kirinicus*) 412개체, 모가슴소똥풍뎅이(*Onthophagus fodiens*) 228개체, 렌지소똥풍뎅이(*O. lenzii*) 135개체, 멸종위기 II 급 보호종인 애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus*) 97개체 등 총 4,060개체가 조사되었다. 종풍부도(Richness Index, RI)에서 다수종(Abundant)은 바가지촉각풍뎅이, 왕딱정벌레, 폭탄먼지벌레였고, 검정명주딱정벌레(*Calosoma maximowiczi*), 팔점박이먼지벌레(*Lebidia octoguttata*), 남방폭탄먼지벌레(*Pheropsophus javanus*) 등 51종은 희소종(Rare)으로 나타났다. 각 지역별 종다양도(H')는 G5(2.11), G9(2.04), G3(1.94), G1(1.92), G8(1.56)순이며 월별 종다양도는 7월(2.42), 5월(2.32), 9월(2.29), 6월(2.19), 4월(1.5) 순으로 나타내었다.

검색어: 딱정벌레과, 꽃자왈, 애기뿔소똥구리, 종풍부도, 종다양도

P145

진사회성 말벌의 포식 전략 연구: 포식 비용 균등화 조건에서 참땅벌(*Vespula koreensis*)의 나이에 따른 행동다형현상

김경혜, 백지현, 최민석, 김길원

인천대학교 생명과학부 행동생태연구실

진사회성 곤충이며 고유종인 참땅벌(*Vespula koreensis*)의 포식행동에 포함된 나이에 따른 행동다형현상(age ployethism)을 관찰하였다. 본 연구의 가설은 포식 재료에 따라 개체가 지불해야 하는 비용이 거의 동일하게 통제된 상황에서 참땅벌 일꾼의 포식 전략은 선행 연구의 결과와는 다를 것이라는 것이다. 참땅벌 또한 일꾼(암컷)의 잠재적 생식 능력은 부화 후 나이가 들어감에 따라 감소할 것이고, 개체는 자신의 직접 번식 가능성이 점점 줄어드는 상황에서 포괄적응도(inclusive fitness)를 높이는 방향의 전략을 선택할 것이라는 것이다. 따라서 어릴 때는 상대적으로 업무 수행비용이 적은 pulp foraging 또는 nectar foraging에 배치되고 나이가 들어감에 따라 에너지 비용과 위험 비용이 많은 먹이 사냥인 prey foraging으로 업무를 바꿀 것이다. 하지만 본 연구에서는 발달 단계에 있는 참땅벌 야생 군집을 온실 내에서 인공 둥지(artificial nest)에 장착한 후 둥지로부터 동일한 거리에 모든 재료를 배치하고 먹이 사냥에 드는 추가 비용 또한 제거하였다. 둥지를 처음 나오는 각 개체는 고유번호로 표지되어 식별되었으며, 개체 정보가 기록되었으며, 각 개체의 포식행동을 영상녹화 하였다. 연구 결과 어린 땅벌 일꾼 개체들은 prey를 선호하는 경향을 보였고, 나이가 들어감에 따라 nectar를 선호하는 경향으로 바뀌었다. pulp는 나이와는 관계없는 경향을 나타냈다. 상대적으로 나이가 많은 개체에 의해 수행되는 nectar foraging에 걸리는 포식 시간은 나이 어린 개체가 소모한 포식 시간 보다 적게 나타났다.

검색어: 진사회성, 참땅벌(*Vespula koreensis*), 포식행동, 행동다형현상, 수행비용

P146

Efficacy of insecticides on *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) under greenhouse and laboratory condition

Rameswor Maharjan and Chuleui Jung

Department of Bioresources Science, Graduate School,
Andong National University, 760-749, Korea

Liriomyza species are the major pests of greenhouse and field crops. It was as minor pests in past, but the pest population increased rapidly such as *L. trifolii*, *L. huidobresnsis* and *L. sativae* during recent years is attributed to application of ineffective insecticides and developed insecticide resistance. This study was carried out to determine the efficacy of insecticides groups, Anthranilic diamide, Biopesticide, Carbamate, Neonicotinoid, Organophosphate, Pyrethroid and Oxadiazine, recommended for the control of leafminer species in Korea. Bioassay tests were done on first, third larval stages and adults under glasshouse and laboratory conditions respectively. The result showed significant differences in toxicity among the tested insecticides. The mortality of abamectin and lepimectin and spinosad were higher (>50%) in larvae stages. Etofenprox insecticide was not effective on larvae stage. The toxicity of Cartap hydrochlorid (Neonicotinoid) was higher (100%) in adult insects, followed by thiamethoxam, etofenprox and indoxacarb. Abamectin and lepimectin showed the decreasing toxicity level as insect stage developed. Abamectin showed least toxicity (26.67%) in adult stage. Spinetoram and emamectin benzoate showed higher toxicity (>50%) in all the insect stages tested. It could be suggested that abmectin and lepimectin have high efficiencies on control of larvae. However, spinosad and emamectin benzoate has higher potential on the control of both larvae and adult insects.

Key words: *Liriomyza huidobrensis*, toxicity, insect stages, insecticide groups

P147

방사간격과 방사량에 따른 조명알벌의 조명나방 기생률 변동

최준열, 최낙중, 정진교

국립식량과학원 작물환경과

옥수수 재배에 문제 되는 관건해충인 조명나방의 친환경 종합관리에 필요한 기초자료로서 알기생천적을 인위적으로 방사하였을 때의 기생률 변동을 알아보고자 조명알벌(*Trichogramma ostriniae*)을 구입하여 수원 서둔동 포장에서 6월 중순부터 2달간 방사간격과 방사량을 달리 하여 방사하면서 조명나방 난괴를 1주 간격으로 설치하였다가 1일, 2일 경과 후 재수거하여 보관하면서 기생여부를 조사하는 방식으로 실험하였다.

조명알벌의 추천 방사용량(1카드/22m²)을 1, 2, 4주 간격으로 방사했을 때 각각의 기생률은 20.8%(0~66.7%), 18.8%(0~83.3%), 22.1%(0~66.7%)로 나타났으며, 추천 방사용량의 0.5배, 2배 용량을 2주 간격으로 방사한 결과는 각각 17.3%(0~62.5%), 21.4%(0~83.3%)로 조사되었다.

조명나방에 대한 조명알벌의 시기별 기생률 변동을 살펴본 결과, 방사간격과 방사량별 처리 둘 다에서 6월 하순과 8월 초·중순에 피크를 볼 수 있었으며, 이를 1일 후와 2일 후로 나누어 살펴보면 이 경향은 더 뚜렷하게 나타났다. 조명알벌 방사 후 시간에 따른 조명나방 알 기생률을 보면, 2일 후의 기생률이 24.8%로 1일 후의 기생률 15.4%에 비해 약 10%p 높게 나타났다.

검색어: 조명알벌, 기생률, 조명나방, 옥수수

호두나무잎벌레(*Gastrolina depressa*) (Coleoptera: Chrysomelidae)의 형태적 및 생태학적 특성

박일권, 장석준¹, 전윤미, 김성웅, 염화정, 이효립

국립산림과학원 산림병해충연구과

¹강원도 산림개발연구원

호두나무(*Juglans sinensis*)는 중국 원산으로 우리나라 중부 이남에서 수고 20m 까지 자라며 씨는 식용 및 약용으로 쓰인다. 가래나무(*Juglans mandshurica*)는 소백산, 속리산 이북의 고도 100~1500m 정도의 산림지대 및 계곡 등에 자생하나 고도 500m 정도에서 잘 자라는 낙엽활엽수로서 수고 20m, 직경 80cm까지 자라며 중국, 시베리아에 걸쳐 분포한다. 그러나, 최근 호두나무잎벌레(*Gastrolina depressa*)가 발생하여 호두나무와 가래나무에 큰 피해를 주고 있다. 그러나, 호두나무잎벌레에 대한 국내 연구 자료는 생태에 대한 간략한 자료가 있으나, 정확한 형태적 특성 및 생태에 대한 연구는 보고된 바가 없다. 본 연구에서는 호두나무잎벌레에 대한 형태 및 발육단계별 생태적 특성을 조사하였다. 호두나무잎벌레(*Gastrolina depressa*)의 알은 타원형이며 진한 오렌지색을 띠었다. 유충은 총 3령기를 거치며, 몸 전체에 걸쳐 회색을 띠었다. 유충기간은 약 8.14일이 소요되었다. 성충은 암수 모두 남색이었으며, 암컷이 수컷에 비해 크기가 컸다. 월동한 성충은 4월말에 처음 발생하여, 기주식물의 어린잎에 난괴로 산란하였다. 다자란 3령 유충은 짧은 전용기를 거친 후 번데기가 되었다. 새로운 성충은 5월 중순부터 우화한 후, 바로 휴면에 들어갔다.

검색어: 호두나무잎벌레, 우화, 생태적 특성, 생활사

COI 마커를 이용하여 국내 및 국외의 흰등멸구(*Sogatella furcifera*)(Hemiptera: Delphacidae) 유전적 변이 비교

남화연¹, 민수정², 이준호¹

¹서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

²국립농업과학원 작물보호과

흰등멸구(*Sogatella furcifera*)는 아시아 지역의 벼 재배지에서 문제되고 있는 해충 중 하나이다. 흰등멸구는 우리나라에서 월동을 하지 않고 매년 여름 해외에서 비래해오고 있으며, 비래원에 대해서는 아직 정확히 구명되어 있지 않다. 본 연구에서는 국내 및 국외 지역에서 채집된 흰등멸구 개체군의 유전적 변이를 비교하기 위해 COI_03과 COI_04 마커를 이용하여, 2012년에 채집된 국내(신안군)와 국외(네팔, 라오스, 방글라데시, 베트남 및 태국) 지역의 표본을 사용하였다. 계통발생분석 결과, COI_03 마커에 의해 크게 네팔·신안·라오스와 방글라데시·베트남·태국의 두 그룹으로 나뉘어졌고, 세부적으로도 나뉘었다. COI_04 마커에 의해서는 태국과 베트남, 방글라데시와 네팔, 그리고 라오스와 신안 세 그룹으로 나뉘어졌다. 단상형을 비교했을 때, 두 마커에서 총 12개의 단상형이 나타났다. COI_03에서는 라오스·신안 1개, 베트남·태국 1개, 방글라데시 1개, 네팔 2개, 그리고 신안에서 라오스와 동일한 단상형 외에도 추가적으로 4개가 나타났다(총 9개). COI_04에서는 라오스·신안, 베트남·태국과 방글라데시·네팔에서 동일한 단상형이 각각 1개씩 나타났다(총 3개). 따라서 COI_03 마커는 COI_04 마커보다 단상형의 다양성이 더 높아, COI 마커를 이용한 유전적 다양성 연구를 위해서는 COI_03 마커가 COI_04 마커보다 유용하다고 생각된다.

검색어: 흰등멸구, 계통발생분석, 단상형, COI 마커, 집단유전학

P150

**Microsatellite marker를 이용한 국내 서해안 지역
월동 애멸구(*Laodelphax striatellus* Fallen)
(Hemiptera: Delphacidae) 개체군의 유전적 다양성**

**손병인¹, 박마라나¹, 정종국¹, 임재성¹, 이선경¹, 이효석¹, 남화연¹,
민수정², 이준호¹**

¹서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

²국립농업과학원 작물보호과

애멸구는 국내에서 월동을 하는 토착해충으로 벼줄무늬잎마름병(Rice stripe virus, RSV)을 매개하는 중요한 벼 해충이다. 이 해충은 근래에는 중국에서 국내 서해안 지역에 대량 비래하기도 하여 문제가 더 커지고 있다. 본 연구에서는 서해안 지역인 태안, 부안, 신안에서 2013년 4월 중순 경 채집한 월동 애멸구의 microsatellite 단편분석을 통해 지역 간의 유전적 다양성을 비교하였다. 애멸구의 종 특이적 microsatellite marker는 기 개발된 9개의 marker(Sun et al., 2012)를 사용하였다. 분석에서 태안 28개체, 부안 33개체, 신안 35개체가 이용되었다. 세 지역에서 나타난 평균 allele의 수는 4~16.667의 범위를 보였고, 평균 H_o 0.168~0.655였으며, H_E 0.493~0.897로 나타났다. 지역별 유전적 다양성의 경우, H_E 는 태안 0.717, 부안 0.808, 신안 0.774 이며, H_o 는 태안 0.391, 부안 0.455, 신안 0.344이었다. 세 지역 간 유전적 구조는, F_{ST} 값이 0.0261~0.067로 이들 세 지역 개체군간 유전적 구조의 차이는 없었다. 본 연구를 통해 기 개발된 애멸구 microsatellite marker가 국내 애멸구 개체군들의 유전적 구조 분석에 적용될 수 있음을 확인하였으며, 추후 아시아 지역의 애멸구 개체군들과 국내 지역 개체군들 간의 유전적 유연관계 분석을 통해 이들의 비래경로 및 국내 개체군들의 유전적 특성을 밝힐 수 있을 것으로 생각된다.

검색어: 월동 애멸구, Microsatellite, 집단유전학

P151

기후변화에 따른 먹노린재(*Scotinophara lurida* Burmeister) (Hemiptera: Pentatomidae)의 중만생종 벼 본답 내 정착 가능성 예측

이효석¹, 강위수², 안문일², 이준호¹

¹서울대학교 농생명공학부 곤충학전공

²(주)에피넛

먹노린재(*Scotinophara lurida*)는 1997년 서해안 일부 지역에서 발생하여 문제되기 시작하였으며 2000년대부터는 전국적으로 발생이 확산되고 있다. 먹노린재는 1년에 1세대 발생하고 본답 근처 야산 등지에서 성충으로 월동하며, 이듬해 봄에 본답으로 이동한 후 벼를 흡즙하여 반점미, 백수현상 등을 일으킨다. 먹노린재는 기후변화로 인해 발육속도 및 휴면 타파시기에 영향을 받아 발생시기의 변화가 예상되고, 벼는 고온에서의 불임 등의 피해를 막기 위한 재배시기의 변경이 예상된다. 따라서 본 연구에서는 2001~2010년 동안 기상청에서 관측한 평균온도 자료와 RCP 8.5를 토대로 생성된 2051~2060년, 2091~2100년의 각 10년간 평균온도 자료를 활용하여 국내에서 재배되는 중만생종 벼 품종(일품)에 대한 벼 이앙시기 및 먹노린재 월동성충의 본답 유입시기를 추정한 후 본답 정착 가능성을 분석하였다. 분석결과 기온 상승으로 먹노린재 월동성충의 본답 유입시기는 각 시기별 평균 13~16일 정도 앞당겨지고, 벼 이앙시기는 각 시기별 평균 20~35일 늦춰질 것으로 추정되었다. 따라서 중만생종 벼 품종을 재배할 경우, 먹노린재 월동성충의 유입시기와 벼 이앙시기간의 불일치로 2050년대에는 일부 남부 해안지역에서, 2090년대에는 산간지방을 제외한 대부분의 지역에서 먹노린재의 본답 내 정착이 어려울 것으로 추정되고, 향후 먹노린재의 벼 해충으로서의 지위 변화가 예상된다.

검색어: RCP 8.5, 먹노린재, 벼 이앙시기, 정착 가능성

Description of advertisement songs in three cicada species of Korea

Nguyen Quynh Hoa and Yikweon Jang

Division of Ecoscience, Ewha Womans University

Advertisement songs play an important role on species recognition and mate choice in cicadas. Males generate complex species-specific calling songs to attract conspecific females. In central Korea, *Cryptotympana atrata*, *Meimuna mongolica* and *Hyalessa fuscata* are widely distributed, yet their songs have not been described. We analyzed acoustic characteristics of these cicadas' advertisement songs in temporal and spectral domains. In sum, *C. atrata*'s songs followed the pulse-echeme pattern, in which each echeme consisted of groups of pulses with the peak frequency of 6423 ± 589 Hz. In *M. mongolica*, the calling song had the pulse-echeme-combined echeme-phrase structure. A group of three echemes formed one combined echeme, and one full phrase comprised hundreds of combined echemes. Lastly, the calling song of *H. fuscata* was constructed of the pulse-echeme-phrase structure, in which one full phrase included a train of low and high-frequency echemes and the ending echeme at the end of the phrase. The carrier frequency of low frequency echeme was 4576 ± 151 Hz and that of high frequency one was 14089 ± 628 Hz.

Key words: Advertisement song, *Cryptotympana atrata*, *Hyalessa fuscata*, *Meimuna mongolica*, *Hyalessa fuscata*

한라산 중산간 목장의 소똥구리과(Scarabaeidae) 분포

양경식¹, 강성혁¹, 민동원², 김동순², 고미희¹, 정용환¹

¹(재)제주테크노파크 생물종다양성연구소

²제주대학교 생명자원과학대학 식물자원환경전공

한라산 중산간 지역은 최근 인위적 간섭으로 인해 소똥구리과(Scarabaeidae)의 서식지가 소멸되는 있어, 소똥구리과를 구성하는 종들의 상대수도, 종풍부도, 종다양도를 파악하여 소똥구리과 분포에 관한 기초자료를 제공하고자 실시하였다. 본 조사는 2013년 5월부터 9월까지 한라산 제2 산록도로(1115지방도)변 중산간 목장 지역 6곳(남원읍 신례리, 서귀포시 동홍동, 대천동, 하원동, 색달동, 한림읍 금악리)을 대상으로 월 3회 실시하였으며, 각 지역마다 함정덫(Pit-fall Trap)을 5m 간격으로 6개씩 설치하여 답내장으로 유인하였다. 조사결과 렌지소똥풍뎅이(*Onthophagus lenzii*) 806개체, 제주도소똥풍뎅이(*O. ohbayashii*) 455개체, 모가슴소똥풍뎅이(*O. fodiens*) 246개체, 멸종위기 II급 보호종인 애기뿔소똥구리(*Copris tripartitus*)가 94개체 및 흑가슴검정소똥풍뎅이(*O. atripennis*) 12개체 등 총 1,613개체가 조사되었다. 종풍부도(Richness Index, RI)에서 다수종(Abundant)은 렌지소똥풍뎅이와 제주도소똥풍뎅이였고, 애기뿔소똥구리 등 3종은 희소종(Rare)으로 나타내었다. 각 지역별 종다양도(H')는 하원동(1.25), 대천동(1.22), 색달동(1.22), 동홍동(0.96), 금악리(0.51), 신례리(0.45) 순이며, 월별 종다양도는 8월(1.29), 5월(1.14), 6월(1.09), 9월(1.05), 7월(0.80)순으로 나타내었다. 특히, 본 조사 결과 멸종위기 II급 보호종 애기뿔소똥구리는 금악리를 제외한 중산간 목장 지역 전체가 서식지로 파악되어 한라산 중산간 목장 지역에 대한 체계적인 보전대책 마련이 시급하다고 사료된다.

검색어: 소똥구리과, 제2 산록도로, 애기뿔소똥구리, 종풍부도, 종다양도

P154

복숭아씨살이좀벌(*Eurytoma maslovskii*)에 의한 전남지역 매실의 피해실태

최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용

전남농업기술원 친환경연구소

수확기에 인접한 매실이 갈색으로 변하며 낙과하는 피해가 발생하여 피해원인 구명결과 복숭아씨살이좀벌에 의한 피해를 확인하였으며, 전남지역 매실 주산지인 순천, 광양, 보성을 비롯하여 11개 시군 34포장을 임의로 선정하여 낙과율과 복숭아씨살이좀벌 피해과율을 조사하였다.

복숭아씨살이좀벌은 유충이 매실 핵 속에 한 마리씩 기생하며 배유를 갉아먹어 매실의 외부가 부분적으로 갈색으로 변하며 주글주글 해지며 심할 경우 낙과하게 된다. 전남지역 11개 시군의 34포장을 조사한 결과 낙과율은 43.8%였고 낙과한 과일의 69.8%는 복숭아씨살이좀벌 유충피해에 의한 것이었다. 복숭아씨살이좀벌 피해는 인접한 지역에서도 포장에 따라 현저하게 피해율 차이가 있으며, 전반적으로 피해가 적은 지역은 고흥과 광양지역이었다.

유충의 체색은 우유빛이며 머리부분은 연한 갈색이다. 형태는 머리와 꼬리부분은 얇으며 몸통 중앙부분이 가장 넓어 초승달 모양을 하고 있으며, 두정은 가로 911.2 μ m, 세로 342.6 μ m이며 유충의 길이는 8.3mm, 폭 2.1mm이다.

한달 간격으로 유충무게를 측정결과 6, 7, 8, 9월에 각각 0.323g/10마리, 0.336, 0.254, 0.256으로 다소 체중이 줄어들었으며, 매실 핵속의 유충 생존율이 100%, 95, 35%, 30%로 8월에 생존율이 급격하게 낮아졌다.

검색어: 복숭아씨살이좀벌, 매실, 피해실태, 생존율

느티나무를 가해하는 앞털몽뚝나무좀 (*Scolytus frontalis* Blandford: Scolytidae) 생태

권건형, 지은미, 박근호, 권영대

경기도산림환경연구소 나무연구팀

최근 서울과 경기도 일대에서 느티나무(*Zelkova serrata*) 이식목을 가해하는 앞털몽뚝나무좀에 대한 피해가 자주 보고되고 있다. 본 종은 1983년 국내 수입재 해충으로 처음 기록되었으며(Choo and Woo, 1983), 2010년 국내에 서식하는 것으로 확인되어 보고되었다(Park et al., 2010).

앞털몽뚝나무좀은 느티나무의 인피부와 목질부를 섭식하며, 수고 12m 이상의 수간 상부와 직경 8mm 내외의 작은 가지까지도 침입하며 피해목 대부분을 고사시킨다.

성충의 체장은 4-5mm, 긴 원통형으로 흑갈색이며, 머리 부분에 연갈색 털들이나 있고, 배마디는 사선으로 절단된 듯한 형태적 특징을 갖는다. 모갱은 지면과 직각 방향으로 길이 37-50mm, 폭 2mm 내외이다. 유충갱은 모갱의 양쪽에 방사형으로 나 있으며 90개 내외이다. 번데기는 유충갱의 끝 부분에 5mm-25mm의 용실을 만들고 용화한다. 탈출공은 직경 18-22mm이며, 성충은 연 1회 발생으로 6-7월경 피해목에서 우화하는 것으로 추정된다.

느티나무가 국내에서 조경수로서 선호도가 높아 많이 식재된다는 점을 고려하면 본 종에 대한 피해 확대가 우려되고 있다. 따라서 앞으로 앞털 몽뚝나무좀에 대한 가해습성과 생태조사를 기반으로 적절하고 신속한 방제방법을 모색하기 위한 추후 연구가 더욱 필요하겠다.

검색어: 앞털몽뚝나무좀, 나무좀과, 딱정벌레목, 느티나무

Movement behavior of *Reticulitermes speratus kyushuensis* (Isoptera: Rhinotermitidae) in tunnels with different slopes

Sang-Bin Lee¹, Bo-Moon Kim¹, Hungsoo Kim²,
Sang-Hee Lee³ and Tae-Soo Chon¹

¹Department of Biological Sciences, Pusan National University

²National Robotics Research Center, Pusan National University

³Division of Fusion Convergence of Mathematical Sciences, National Institute for Mathematical Sciences

Subterranean termites bring enormous damages on wooden buildings and cultural properties (e.g., ancient temple, historical documents). Due to temperature increase in climate, there is a strong potential for termites to disperse in temperate zone widely. Since subterranean termites construct complex nests, diverging vertically from the horizontal network, we measured “movement efficiency” to address how fast termites pass through the tunnels in different slopes. Artificial tunnels were constructed on observation arena (curvature of 3cm) across different slopes (20°, 40° and 60° between the plate and ground). The passing time of the tunnel by single individual was subsequently measured. When the angle was 20°, there was no significant difference in movement efficiency ($7.37 \pm 1.07\text{sec}$) compared with the case without slope ($7.84 \pm 1.35\text{sec}$). As the angle was further increased, however, passing time increased. The mean time was approximately $8.79 \pm 2.45\text{sec}$ and $14.83 \pm 2.479\text{sec}$ at angles 40° and 60° respectively. It was also noteworthy that the termites showed the tendency to avoid entering into the tunnel. Optimization in nesting was further discussed between cost (i.e., energy requirement) and benefit (i.e., foraging efficiency) in tunnel construction.

Key words: Termites, Foraging behavior, Movement efficiency, Artificial tunnel

P157

A checklist of host plants of the genus *Anoplophora* Hope (Coleoptera: Cerambycidae) with a new host record in Korea

Jongok Lim, Jong-Su Lim, Shin-Young Park, Su-Min Oh, Kuk-Hyang Ko, Il-Kwon Kim and Bong-Woo Lee

Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

Anoplophora is a moderate-sized genus with 36 species of woodboring cerambycid beetles that occur throughout Asia, with the highest diversity in the tropical and subtropical region.

Two species, *A. chinensis* (Forster) and *A. glabripennis* (Motschulsky) are known in the Korean peninsula. The latter is an infamous invasive species, commonly called the Asian longhorned beetle, in the U.S. causing economic damage on hard woods.

For the present study, we carried out field surveys from 2010 to 2013 and literature review on the host plants of Korean *Anoplophora* species.

A. chinensis is associated with 14 host plant species in 4 families and *A. glabripennis* 17 species of 11 families. Most importantly, the Manchurian striped maple, *Acer tegmentosum* Maxim. (Aceraceae), is newly recognized as a host of the Asian longhorned beetle.

In the present study, a revised host plant checklist of Korean *Anoplophora* species is provided, with correction of scientific and Korean names of the host plants.

Key words: Cerambycidae, *Acer tegmentosum* Maxim., Asian longhorned beetle, host plant, Korea

백록담의 딱정벌레목 곤충의 분포

이영돈¹, 김정범¹, 신창훈¹, 김동순²

¹제주특별자치도 한라산연구소

²제주대학교생명자원과학대학 식물자원환경전공

일반적으로 한라산과 같은 산지는 저지대에 비해 식생 등 자연환경이 고도와 경사에 따라 급격하게 변화하기 때문에 특정환경에 적응한 동물들이 나타나는 특징이 있으며, 다양한 곤충류가 서식할 것으로 추정된다. 본 연구는 한라산 백록담 내에 서식하는 딱정벌레목 곤충의 분포특성을 알아보기 위하여 2012년 5월부터 10월까지 함정덫(Pit-fall Trap)을 이용하여 조사구별 분포조사를 실시하였다.

조사 결과 총 10과 27종 2,170개체가 채집되었다. 채집된 과별 종과 개체수는 딱정벌레과(Carabidae) 6종 1,503개체, 먼지벌레과(Harpalidae) 6종 354개체, 송장벌레과(Silphidae) 4종 240개체, 방아벌레과(Elateridae) 1종 30개체, 잎벌레과(Chrysomelidae) 3종 14개체, 거저리과(Tenebrionidae) 1종 10개체, 소똥구리과(Scarabaeidae) 1종 6개체, 무당벌레과(Coccinellidae) 1종 6개체, 반날개과(Staphylinidae) 2종 5개체, 검정풍뎅이과(Melolonthidae) 2종 2개체였다. 조사결과 다수종은 우리딱정벌레(*Carabus sternbergi sternbergi*), 애딱정벌레(*Hemicarabus tuberculosus*), 넓적송장벌레(*Silpha perforata perforata*), 한라큰두꺼비딱정벌레(*Scambocarabus kruberi hallasanensis*) 등 6종이었다. 월별로 분석한 결과 7월에 가장 많은 12종 590개체가 채집되었으며, 6월에 가장 적은 10종 137개체가 채집되었다. 임상별로는 정상초지대가 가장 많은 843개체가 채집되었으며, 정상습지는 가장 적은 663개체가 채집되었다. 월별 종다양도는 7월이 0.35로 가장 높았으며 9월에 0.33, 8월에 0.32순으로 나타났으며, 6월에 0.17로 가장 낮았다. 임상별 종다양도는 고산초지대에서 0.37로 높았으며, 관목림과 고산습지에서 각각 0.36이었다. 고산지역이라는 특수성과 분화구라는 협소한 면적때문에 종다양도는 높지 않았지만, 본 조사를 기초로 향후 지속적인 정밀 모니터링과 환경요인 분석이 필요하다고 판단된다.

검색어: 백록담, 딱정벌레과, 한라큰두꺼비딱정벌레, 종다양도

Population structure of the invasive black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) in Korea

Gilsang Jeong¹, Eunjoo Choi², Yonggu Lee³, Young-cheol Choi⁴, Sang-beom Lee⁴ and Hansu Choi^{2*}

¹Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

²Institute of Ecological Engineering, Seoul, Republic of Korea

³Jamsil Girl's High School, Seoul, Republic of Korea

⁴Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Suwon, Republic of Korea

The invasive black soldier fly, *Hermetia illucens*, has been paid much attention as an excellent organic matter decomposer. We conducted the nationwide survey and the population genetic study using a mitochondrial cytochrome C oxidase 1 gene to understand its genetic diversity and distribution pattern in Korea. The results show that it has successfully settled down in South Korea and there are only 10 haplotypes and the populations of the insect are highly differentiated. The results indicate that only few maternal lineages were introduced and their dispersal was restrained due to their short distance flying tendency since their introduction.

Key words: *Hermetia illucens*, CO1 haplotype, genetic structure, invasive species

끈끈이카드를 이용한 벼 멸구류 및 거미류 조사결과

박홍현, 최홍수¹, 고현관, 이관석, 송유한²

국립농업과학원 작물보호과
¹국립농업과학원 화학물질안전과
²경상대학교 농생대

벼 멸구류는 그 발생과 분포가 지역적으로 한정되지 있지 않은 이동성 해충으로 최근 들어 이들 해충뿐만 아니라 매개하는 바이러스의 발생에 의해서 벼에 피해가 보고되고 있다. 우리나라를 포함하여 아시아지역 9개국에서는 농촌진흥청 아시아 농식품기술협력협의체(AFACI) 프로그램의 지원으로 “아시아지역 이동성 병해충 국제협력네트워크 구축” 프로젝트를 수행하고 있다. 본 연구에서는 아시아 지역 각국의 멸구류 포장 발생실태를 파악하기 위해 개발한 끈끈이카드를 이용한 벼 멸구류 및 거미류 조사방법을 이용하여 2012, 2013년 7월초부터 9월말까지 충남 홍성과 경기 화성지역의 무농약 논포장에서 발생동태를 조사하였다. 2012년 충남 홍성에서 가장 높게 나타난 멸구류는 흰등멸구였고, 벼멸구는 거의 발견되지 않았다. 애멸구의 발생은 다소 있었고, 천적인 거미류의 발생이 후반기로 갈수록 많아지는 경향이 있었다. 2013년 경기 화성에서는 애멸구 밀도가 높았고, 벼멸구는 8월 중순이 후에 밀도가 높아졌다. 거미류는 홍성 포장과 유사한 밀도 증가 패턴을 가졌다. 벼 멸구류는 개체크기가 매우 작아 포장에서 육안으로 종 동정과 발육단계를 식별하기가 어렵다. 끈끈이카드를 이용할 경우에는 포장에서 수거한 카드를 실험실내 현미경하에서 주요 발육단계별로 정확하게 동정할 수 있는 잇점이 있고, 유아등과 달리 실제 포장밀도를 반영할 수 있다는 점에서 이 방법의 활용가능성이 크다고 할 수 있다.

검색어: AFACI 프로그램, 끈끈이카드, 멸구류, 거미류

P161

기후인자를 활용한 한국산 박각시과 (Lepidoptera: Sphingidae)의 종 분포에 관한 연구

한용구, 조영호, 김영진, 최민주, 남상호

대전대학교 생명과학과

현재 전국의 기관 및 대학에 소장되어 있는 박각시류의 표본 데이터와 최근 30년 간의 기상청 통계를 통해 제공된 기상항목들을 종합하여, 생물종의 출현여부의 관계를 예측하기 위해 기계학습기법의 대표적인 방법인 최대 엔트로피 알고리즘을 적용한 프로그램인 Maxent 종분포예측 모델을 이용하였다. 또한 각 종들의 모델정확도값(AUC)을 산출하여 기후인자에 의한 종분포 예측의 정확도를 설명하고자 하였다. 분석결과, 분포 예측에 있어 기후인자에 가장 영향을 많이 받는 종은 노랑줄박각시(*Theretra nesus*) (AUC: 0.966)와 큰줄박각시(*Theretra clotho*) (AUC: 0.954) 등으로 확인되었으며, 줄녹색박각시(*Cephonodes hylas*), 산포도박각시(*Acosmeryx castanea*), 제주등줄박각시(*Marumba spectabilis*), 큰황나꼬리박각시(*Hemaris staucingeri ottonis*), 애벌꼬리박각시(*Neogurelca himachala sangaica*), 멧쟁이박각시(*Hyles gallii*), 북방황나꼬리박각시(*Hemaris fuciformis*), 세줄박각시(*Theretra oldenlandiae*), 벌꼬리박각시(*Macroglossum pyrrhoticum*), 쥐박각시(*Meganoton scribae*), 황나꼬리박각시(*Hemaris radians*), 갈색박각시(*Sphingulus mus*), 점박각시(*Kentochrysalis sieversi*) 등도 예측된 분포지가 기후의 영향을 비교적 높게 받는 것으로 확인되었다.

검색어: Maxent 종분포모델, 모델정확도값(AUC), 기후요소, 분포예측

P162

Considerations of Biodiversity on Macroinvertebrates in Organic farming and Conventional farming, Korea

Myoungchul Kim^{1*}, Seungphil Chun¹, Johnkook Lee¹ and Minho Lee²

¹SOKN Institute of Ecology and Conservation, Seoul, Korea.

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea

Macroinvertebrates were examined to elucidate community structures of a total of 5 rice paddy types, Korea. A total of 67 species were found in the study sites. Generally, macroinvertebrates were dominated by *Pomacea canaliculata*, *Limnodrilus gotoi*, Ephydriidae sp. in organic rice field. Also, aquatic insects were dominated by Diptera, which constituted 25% (17 species) of the total number of species collected. The diversity of macroinvertebrate in several organic rice paddies was higher than that of conventional rice field. The organic rice paddy and non-pesticide agricultural area were also diverse. Samplings were used to detect the influence of farming activities on macroinvertebrate community variation. The study indicated that studied sites showed difference in their macroinvertebrate composition, and these differences are strongly related to differences in habitat quality and microhabitats.

*This study was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ906999)”, Rural Development Administration, Republic of Korea.

Key words: Biodiversity, Macroinvertebrates, Organic farming

P163

Surveillance of chigger mites using new chigger mite collecting traps in autumn, 2012

**Won Il Park, Jong Yul Roh, Eun Hee Shin, Bong Gu Song, Wook-Gyo Lee,
E-hyun Shin and Mi-Yeoun Park**

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

A surveillance of chigger mites was conducted to clarify the incidence of scrub typhus vectors by new chigger mite collecting traps instead of trapping wild rodents for surveillance from each 4 collection points of 5 regions from September to November 2012 in Korea. During the surveillance period, 2,829 chiggers were collected and 10 species of 4 genera were identified. The first appearance of chigger mite and patients was 39 week (9.19~9.25) and the density of chigger mites had the peak in 43 week (10.17~10.23) and the density of patients had the peak in 44 week (10.24~10.30), respectively. In Goryeong-gun, a total of 1,797 mites representing 4 genera and 6 species were collected and the predominant species were *Leptotrombidium scutellare* (86.0%), *L. pallidum* (6.5%) and *L. palpale* (4.7%) whereas, In Gurye-gun, a total of 89 mites representing 2 genera and 3 species were collected and the predominant species were *L. scutellare* (46.5%) and *L. palpale* (36.2%) in similar to the natural environment. The high collecting rates were recorded at rice field (71.8%) and waterway (11.6%). This result shows that the surveillance of scrub typhus vectors by new chigger mite collecting trap is useful as an eco-friendly method.

Key words: scrub typhus, chigger mite collecting trap, *Leptotrombidium scutellare*, *L. pallidum*, *L. palpale*, eco-friendly method

P164

Development of the Smart Mosquito Counter & Its Capability: Can We Measure the Mosquito Population?

Hoonbok Yi¹, Jae seung Yu², Kyeongoh Park³, Sangae Kim³, E-hyun Shin⁴,
Wookgyo Lee⁴ and Mihyun Park³

¹Department of Bio & Environmental Technology, Seoul Women's University

²E-TND, Environmental Technology % Development, Kwangju

³Yeongdeungpo-gu, Health Center, Seoul

⁴Korea Centers for Diseases Control & Prevention

We are currently developing the smart mosquito counter device (height 1080mm × width 560mm × diameter 320mm, 220V 60Hz 30W), which can attract the blood sucking female mosquitoes by emitting CO₂ gas (300ml/min), can count the number of the captured mosquitoes by an infra-red beam area sensor, and can send the captured mosquitoes' number through the CDMA module at real time. We operated the 8 - 16 devices with mosquito sensor networks and a server at the Youngdeungpo-gu areas in Seoul city of south Korea for three years (2011-2013) and we could efficiently control mosquitoes at the high mosquito density area based on the mosquito sensor's data. We found that the accuracy of the device was about over 93% compared the real mosquito data and transmitted data by CDMA. We also found the water reservoir areas to control floods in Seoul metro city had relatively higher mosquito density than other normal areas, because those flat water areas were preferred by mosquitoes. Because our pest control office knew the mosquito occurrence peak times and areas from mosquito data transmitted by the mosquito sensor devices, we efficiently controlled mosquito larva and adults at the right time. We could accomplish very systematic mosquito control policy and we had the high credibility with the results. Based on the mosquito occurrence data, we selectively and scientifically controlled mosquitoes. Therefore, we reduced pesticide usage and saved annually pesticide expenses up to 2/3. Conclusively, if there is no mosquito, we don't have to control mosquitoes.

Key words: Mosquito counter device, Systematic mosquito control.

The Study of Environmental Risk Assessment in Living Modified Silkworm (*Bombyx mori*)

Kim Hyunjung¹, Jongwoo Nam¹, Chuleui Jung², Tae Won Goo³ and Hoonbok Yi¹

¹Department of Biology, Seoul Women's University

²Department of Bioresource Science, Andong National University

³Sericultural & Apicultural Materials Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

It is true that the proper environmental risk assessments for many GM insects almost have not been executed in Korean research situation. Therefore, we tested the environmental risk assessment of GM silkworms if there is any difference between GM and non-GM silkworms by three. First, we measured their mobility in the breeding environment conditions with food and without food. Secondly, we measured their viability at the Korean artificial extreme environmental conditions (temperature, humidity, food) after escaping from their breeding environments. We observed the egg productivity and the hatchability between non-GM silkworm and transgenic silkworms with four different pair experiments. The mobility of non-GM silkworms and GM silkworms statistically did not differ and the egg production and hatchability was not also different. The hatchability by couple of GM female silkworm and non-GM male silkworm was lower than by non-GM male and female couple. We observed their viability (High Temp., wet and with food: $p=0.0434$; High Temp., wet and without food $p=0.0430$; High Temp., dry and with food: $p=0.0005$; High Temp., dry, without food: $p=0.0479$) between the GM silkworm and non-GM silkworm, and there was statistically different. Relatively, the viability of GM silkworm was lower than non-GM silkworms. We could not exactly test for viability of silkworm in low temperature conditions because of their hibernating. Although there was any difference in viability and hatchability between GM silkworm and non-GM silkworm, the all ability of GM silkworm was lower than non-GM silkworm. Conclusively, risk of GM silkworm was lower than non-GM silkworm.

Key words: Environmental risk assessment, transgenic silkworm, temperature, Viability, hatchability.

온대림에 서식하는 나방 애벌레의 먹이식물 다양성 연구

김남희, 최세웅

목포대학교 환경교육과

식물의 잎을 섭식하는 초식 곤충은 곤충 전체 다양성의 약 26%를 차지하고 있으며 곤충과 식물사이에는 다양한 상호작용을 통한 진화적 기작이 발달하여 왔다. 그 결과 초식곤충의 다양성은 식물의 다양성과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다. 본 연구는 상록 및 낙엽활엽수가 생육하고 계절변화가 뚜렷해 온대지역의 특성을 지닌 숲을 대상으로 식물의 다양성과 그곳에 서식하는 나방 애벌레 다양성을 조사하였다. 조사지역은 지리산 국립공원으로 0.1 ha(33m×33m) 방형구 안에서 기주식물과 초식성 애벌레를 채집하고 조사하였다. 기주식물은 성숙도를 고려해 DBH(흉고 직경) ≥5cm인 목본을 대상으로 선정하였고, 애벌레 조사는 육안조사법(Searching)을 이용하여 기주식물과 함께 실험실로 옮겨와 사육하였다. 채집된 애벌레 중 우화한 개체를 제외한 나머지는 형태종(Morphospecies)으로 분류하여 종을 구분하였다. 연구 결과 0.1ha의 방형구 안의 애벌레 먹이가 되는 기주식물은 총 16과 16종 141개체가 조사 되었으며, 이들 기주식물 중에서는 서어나무(*Carpinus laxiflora*), 졸참나무(*Quercus serrata*)가 우점하였다. 나비목 애벌레는 총 73종, 154개체가 채집되었으며 이 중 잎말이나방과(Tortricidae)의 애벌레들이 28개체로 가장 많이 채집되었다. 이번 연구에서 채집된 나비목 애벌레는 졸참나무, 서어나무, 산딸나무에서 주로 채집되어 이 지역 애벌레의 선호 기주식물로 나타났다. 이 연구를 기초로 초식곤충과 식물사이의 상호작용을 알고 나아가 온대지역의 나비목 애벌레의 종 풍부도를 추정할 수 있을 것이다.

검색어: 식물-곤충 상호작용, 나비목, 애벌레, 종 다양성

P167

국내 주요 말라리아 위험지역에서의 매개모기 밀도와 환자발생 양상(2009~2012)

김성윤, 유대현, 노종열, 장규식, 이옥교, 신이현, 박미연

국립보건연구원 질병매개곤충과

말라리아 감염이 확인된 1993년 이래 DMZ 인근 지역을 중심으로 발생하였던 환자가 1997년 이후 강원 동-서부와 경기 남부에 이르기까지 점차 확대되었다. 현재까지 강원, 경기, 인천 지역을 중심으로 매년 국내 말라리아환자 발생의 65% 이상이 보고되고 있다. 얼룩날개모기에 의해 발생하는 말라리아는 국내의 경우 장기잠복기(5~13개월)와 일부 단기잠복기(1~2개월)의 혼합된 특성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 국내 주요 말라리아 위험지역인 강원도, 경기북부, 인천광역시 내 16개 시·군, 총 34개 지점에서 2009년부터 2012년 동안 주별 채집된 얼룩날개모기의 밀도와 말라리아 환자의 발생 양상을 비교 분석하였다.

2009년 말라리아 위험지역에서 발생한 환자는 6월에 가장 높게 보고되어 8월에 최성기를 맞이한 매개모기와 차이를 나타냈다. 또한 2010년과 2011년에도 당해 연도 매개모기의 최성기인 8월보다 시기적으로 앞선 6월에 환자발생이 최고조에 다다랐다. 이는 매개모기의 밀도가 최성기에 이룬 후, 약 10개월이 지나 말라리아환자의 보고가 정점을 보이는 장기잠복기의 특성을 나타냈다. 더불어 2011년 매개모기의 최성기가 9월 중순에 나타나 그 다음해인 7월에 높은 환자 발생이 보고되었던 2012년에도 이러한 시기적 특성을 띄는 것으로 확인되었다. 향후 기후요소와 매개모기 밀도 그리고 양성율과의 상관관계를 통해 환자발생 양상에 대한 보다 면밀한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

검색어: 말라리아 위험지역, 얼룩날개모기, 발생밀도, 환자, 장기잠복기

나주 배 수출단지내 꼬마배나무이 발생양상 분석

박정선¹, 이상현², 양광렬¹, 김월수², 김익수^{1*}

¹전남대학교 농업생명과학대학

²전남대학교 배수출연구사업단

배 수출의 저해요소 중 병해충은 가장 큰 장애요인 중 하나로, 농가소득의 감소와 방제를 위한 농약의 남용으로 이어진다. 그 중 배에서 가장 심각한 해충으로 알려진 꼬마배나무이의 월동처는 거친 나무껍질 속으로, 약재의 효능이 낮으며 제한된 살충제로 인해 농약 저항성이 쉽게 발달하여 화학적 방제가 매우 어려운 실정이다. 그러므로 월동성충의 수상이동시기와 산란 시기에 기계유유제를 살포하는 것이 중요한 방제전략 중 하나로 실행되고 있다. 수상이동시기 및 산란시기의 예측은 기상정보와 꼬마배나무이의 생태정보를 바탕으로 그 모형이 제시된바 있다. 그러나 기 개발된 모형은 중부지방을 대상으로 조사된 결과로 날씨가 온난한 남부지방에서의 실측자료가 필요한 실정이었다. 이에 본 연구는 지난 수년간 나주지역 배 수출단지에서 꼬마배나무이 발생현황에 대해 조사하였으며 아울러 무인기상장치를 이용한 기상정보도 수집하였다. 그 결과, 나주지역이 꼬마배나무이의 수상이동시기 및 산란시기는 기존 발생 예측 모델과 다소 차이가 있는 가운데 수상이동은 기존 예측모델과 비교하여 최대 14일 차이가 발생하였고 산란일의 경우 최대 7일 정도의 차이가 발생하는 경우가 확인되었다. 이에 따라 남부지방을 대상으로 한 발생 예측 모델연구 및 이에 따른 방제전략 수정에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

검색어: 꼬마배나무이, 배해충, 수상이동, 온도, 무인기상장치

P169

Distribution of Mosquitoes Collected Using BG-sentinel Trap around Cheongju International Airport and Pyeongtaek Port, Korea

**Sung-Chan Yang, E-Hyun Shin, Kyu-Sik Chang, Jong Yul Roh,
Mi-Yeoun Park and Wook-Gyo Lee***

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

As a part of disease vector and possible overseas inflow caused by global warming monitoring around airport and port area, the distribution of domestic mosquitoes was investigated using BG-sentinel trap. Mosquitoes were collected during 5-days per each area in early September, using 10 traps in Cheongju (airport) and 15 traps in Pyeongtaek (port). The numbers of mosquitoes collected in Cheongju and Pyeongtaek area were 1,762 including 10 species and 1,042 including 11 species respectively. In Cheongju, *Aedes albopictus* (657 individuals, 37.3%) and *Culex pipiens* complex (415 individuals, 23.6%) were dominant species; while in Pyeongtaek, *Cx. pipiens* complex (806 individuals, 77.4%) was dominant followed by *Anopheles* spp. (90 individuals, 8.6%) and *Ochlerotatus koreicus* (79 individuals, 7.6%). Similar species were collected in both Cheongju and Pyeongtaek area. Although most species collected in both Cheongju and Pyeongtaek area were the same, *Cx. inatomii* was only collected in Pyeongtaek. In case of the Genus *Aedes*, more number of *Ae. albopictus* was collected compared to *Oc. koreicus* in Cheongju; while *Oc. koreicus* was more in Pyeongtaek. In case of the genus *Culex*, the individuals belonging to the vishinui group were collected such as *Cx. bitaeniorhynchus*, *Cx. tritaeniorhynchus* and *Cx. orientalis*. This study may provide basic information for efficient prevention of vector mosquito and potential overseas inflow of diseases, also we would try to expand different area in Korea.

Key words: Port, Airport, Distribution, BG-sentinel trap

제주도 내 운문산반딧불이의 분포, 출현 및 개체크기 조사

김태수, 권관익, 김슬옹, 이제민, 장갑수, 최문보

영남대학교 생명과학과

제주도 내에서 서식하는 운문산반딧불이(*Luciola unmunnsana*)의 분포현황, 출현 시기 그리고 개체 크기에 대한 분석을 위해 2013년 6월부터 7월 초까지 총 12개 지점을 중심으로 조사를 실시하였다. 조사지역 중 한라산 지역은 한라산을 관통하는 일부 국도를 중심으로 내부 산림지역을 조사하였으며 그 외 주요 오름(곶자왈)은 내부 지역 전체를 조사하였다. 조사방법은 선조사법과 정점조사법을 병행하였으며, 일부 개체는 채집하여 액침 보관하였다. 총 12개 지점 모두에서 운문산반딧불이가 채집되었는데, 그 중 제주시 한경면 청수리, 제주시 조천읍 선흘리, 서귀포시 남원읍 신례리 등지에서 오후 21시, 100m를 기준으로 각각 393, 141, 250마리를 나타냄에 따라 가장 높은 출현빈도로 기록되었다. 이는 국내 내륙지역의 주요 반딧불이 출현 지역과 비교하여 보았을 때 국내 최대 반딧불이 서식지로 판단되며 이에 대한 보전대책이 필요할 것으로 보인다. 이들의 출현 기간은 6월 중순부터 시작하여 6월 말경(6월 20~30일 사이)에 최고점을 나타내었으며 최종적으로 7월 중하순까지 출현하는 것으로 나타나 내륙지역의 출현 시기보다 2-3주가량 늦게 출현하는 것으로 나타났다.

한편, 본 연구에서 채집된 제주도 개체들은 전 개체가 운문산형으로 나타났으며, 앞날개길이(Elytral Length, EL)를 측정한 결과 5.16~6.91(5.91 ± 0.48 , $n=48$)mm로 측정되었다. 내륙의 개체들과 비교를 위해 3개 지역의 개체를 비교하였는데 부산 6.54~8.53(7.59 ± 0.54 , $n=30$)mm, 충북 옥천 6.52~8.40(7.47 ± 0.52 , $n=30$)mm 등으로 나타나 제주도의 개체들이 내륙의 개체에 비해 현저히 작은 것으로 나타났으며 인천에서 채집된 파파리형 6.27~7.77(7.09 ± 0.46 , $n=7$)mm 보다도 작게 나타남에 따라 추후 분류학적 검토가 필요할 것으로 보인다.

검색어: 운문산반딧불이, 제주도

**First report of interspecific facultative social parasitism of
Polistes djakonovi by *Polistes mandarinus*
(Hymenoptera: Vespidae) in South Korea**

Moon-Bo Choi

Department of Life Sciences, Yeungnam University

Social parasitism was occasionally found some *Polistes* species as well as *Vespa* species like *Vespa dybowskii*. In this summer, we newly discovered interspecific facultative parasitic relationship between two closely *Polistes* species, *Polistes djakonovi* and *Polistes mandarinus*, in a rural area of Machi-ri (N35°47'35.05" E127°15'30.48"), Wanju-gun of Jeonbuk, South Korea.

Individuals of *P. djakonovi* closely resemble individuals of *P. mandarinus* in their color pattern. Accordingly, the morphological similarity between two species should motivate the parasitism for the invader species.

We obviously recognized case of typical social parasitism as follows. 1) *P. mandarinus* dwelling together in a nest of *P. djakonovi*, 2) A discovered yellow cocoon cap of *P. mandarinus* in the nest (cf. color of cocoon cap of *P. djakonovi* is white).

We collected 2 females of *P. mandarinus* among all 30 individuals (14 females and 16 males) in the nest. However, we could not comprehend their ecological characteristics because this phenomenon was discovered after removing of this nest.

Key words: social parasitism, *P. djakonovi*, *P. mandarinus*

P172

Rearing the swallowtail butterfly, *Papilio xuthus*, on a pellet-type artificial diet

Seonghyun Kim*, Namjung Kim, Seongjin Hong, Haechul Park, Youngbo Lee, Kwanho Park and Wonho Choi

Department of Agricultural Biology, NAAS, RDA

The effect of an artificial diet on the developmental rate, a life history parameter, was examined for the swallowtail butterfly, *Papilio xuthus*. Artificial insect diets are an essential component of many insect rearing systems that produce insects for research purposes. Complex agar-gelled diets are generally prepared in large batches and used shortly after preparation because the degradation of perishable diet ingredients, such as vitamins and fatty acids, can adversely affect insect quality (Brewer F D 1984). However, the timing of diet preparation may be inconvenient and large batches wasteful if the unused, excess diet is discarded. This study showed that if the artificial diet was fed during the larval stage, the larval and pupal developmental periods, the percentage of pupation, and the pupal weight generally did not differ significantly among the five artificial diets evaluated. The percentage of pupation varied considerably, with no significant differences among diets except for diet C. A maximum pupation percentage of 83% was observed on diet C. Pellet-type diets were investigated with the aim of developing a more easily prepared diet. The extrusion of the artificial diet under high temperature and pressure may induce desirable chemical and physical changes in the extruded product. The purpose of the present study was to develop an artificial diet for rearing *P. xuthus*.

Key words: *Papilio xuthus*, artificial diet, development

호랑나비(*Papilio xuthus*)의 생육특성에 관한 연구

이상현^{1*}, 김세권¹, 김남이¹, 배경신¹, 최영철²

¹(주)선유

²국립농업과학원 곤충산업과

본 연구는 호랑나비의 사육을 위한 기초적인 생육특성을 구명하고자 수행되었으며, 월동형 번데기의 저장기간에 따른 우화율과 산란실의 크기에 따른 산란특성에 대한 연구와 호랑나비 애벌레의 일반적인 생육특성에 대한 조사를 실시하였다. 조사결과 월동형 번데기의 저장기간에 따른 우화율은 $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 저온저장고에서 약 10개월 저장후에도 85%의 우화율을 보였으며, 저장기간중 주기별 우화실험결과 평균우화율이 89.6%였고, 기간별 우화율에 차이가 없는 것으로 나타났다. 산란실의 크기에 따른 짝짓기 성공률을 조사한 결과 대형 산란실($6,000\times 6,000\times 3,500\text{mm}$)에서는 $86.7\pm 5.8\%$ 로 소형 산란실($2,500\times 3,000\times 2,000\text{mm}$)의 $63.3\pm 15.3\%$ 비해 짝짓기가 더 잘 이루어지는 것으로 보였다. 반면에 산란실의 크기에 따른 산란수량은 대형 산란실이 137.0 ± 16.5 개, 소형 산란실이 141.7 ± 20.4 개로 큰 차이가 없었다. 먹이 식물에 대한 산란선호도는 황벽나무가 141.7 ± 27.8 개로 67.7 ± 20.6 개를 산란한 산초나무나 77 ± 21.8 개를 산란한 꿀나무에 비해 산란선호도가 우수한 것으로 나타났다. 호랑나비 애벌레의 부화율은 92.2%로 나타났으며, 알기간은 4.4 ± 0.8 일로 나타났다. 애벌레기간은 총 19.9 ± 2.1 일로 나타났으며, 5령기간이 가장 길어 6.9 ± 1.8 일이였다. 호랑나비 애벌레의 령별 두폭은 1령 애벌레가 $0.72\text{mm}\pm 0.02$ 였으며, 2령 $1.19\pm 0.02\text{mm}$, 3령 $1.65\pm 0.05\text{mm}$, 4령 $2.43\pm 0.07\text{mm}$, 5령 $3.21\pm 0.12\text{mm}$ 로 각각 나타났다. 용화율은 92%로 나타났으며, 번데기기간은 8.8 ± 0.9 일이었고, 우화율은 92.8%였다.

검색어: 호랑나비, 생육특성, 월동형번데기, 우화율, 두폭

P174

성페로몬을 활용한 배 가루깍지벌레 예찰과 방제

조영식, 송장훈, 임경호, 최진호, 이한찬

국립원예특작과학원 배시험장

배에 발생하는 주요해충의 하나인 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki* (Kuwana))의 성페로몬(2,6-Dimethyl-1,5-heptadien-3-yl acetate) 3mg을 침착시킨 고무격막과 25×25cm 끈끈이 판(백색, 황색)을 이용하여 발생소장을 조사하고, twing type으로 제작한 교미(교신)교란제를 45, 90, 135mg/10a를 설치하여 교미교란 효과를 조사하였다. 2012년에는 예찰용 트랩 설치가 늦었지만 6월 하순경 뚜렷한 수컷 발생 최성기를 보였고, 2013년에는 6월 중순과 9월 하순에 발생 peak를 보였다. 예찰용 끈끈이 판의 색을 흰색과 황색에 의한 차이는 없었다, 2013년 5월~9월까지 교미교란제를 설치한 시험구와 설치하지 않은 시험구의 총포획수로 비교한 교미(교신)교란 저해율은 45mg/10a 처리구에서 트랩색별로 44.2~75.5%, 90mg/10a 처리구에서 흰색과 황색트랩에서 각각 77.3, 78.1%, 135mg/10a에서 각각 58.6, 85.5%를 보였다. 이 결과를 보아 가루깍지벌레를 방제하기 위한 교미(교신)교란제는 주당 90mg/10a 이상 사용하여야 할 것으로 생각되며, 135mg/10a 처리시 저해율의 차이가 컸는데 이는 특정 끈끈이 랩에 많은 수가 포획되었고, 여름철 고온으로 성페로몬 성분의 방출량이 많았을 것으로 보이는데, 교미교란제의 처리시기와 방법을 고려하여야 할 것으로 생각된다. 한편 배 수확기에 가루깍지벌레 발생과를 조사하여 교미교란제 처리에 의한 방제가를 비교한 결과 교미교란제 처리구에서 35~55.9%의 방제가를 보였다.

검색어: 배, 가루깍지벌레, 예찰 교미(교신)교란, 방제

수확 후 관리시설의 해충방제를 위한 열-훈증-대기조성 3중 복합처리 시스템 개발

이재설¹, 조봉균¹, 박재범¹, 이경열², 김한나², 유연수¹

¹(주)캐처스 기업부설연구소

²경북대학교 농업생명과학대학 응용생명과학부

소비자의 먹거리에 대한 의식수준이 최근 지속적으로 높아짐에 따라서 무독성, 비잔류성의 친환경 해충방제시스템의 개발이 시급한 실정이다. 저장곡물의 해충 방제로는 주로 훈증제를 많이 사용하지만 안정성, 환경파괴, 잔류농약, 중복사용으로 인한 해충의 내성문제 등이 발생되고 있다. 따라서 최근 소비자에게 보다 안전하고 환경 친화적인 저장곡물 해충방제 열처리시스템이 개발되어 국내 제분회사 등에 사용되고 있다. 열처리시스템은 실내 온도를 50°C 이상 일정시간(약 24~48hr) 유지하여 해충, 세균, 설치류 등 유해 생물을 방제하는 것으로 이미 선진국에서는 널리 활용되는 친환경적 차세대 해충방제법이다. 본 연구소는 저곡해충 중 대표적인 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*), 어리쌀바구미(*Sitophilus zeamais*), 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*), 이질바퀴(*Periplaneta americana*)를 사용하여 열처리시스템에 훈증(Phosphine), 대기조성(CO₂), 규조토를 복합처리하여 방제 시간을 단축하거나 방제 온도를 낮추고자 연구를 진행하였다.

4종 해충 각각에 대해서 상온(25°C) 및 45°C 조건으로 Phosphine, CO₂, 규조토를 각각 처리한 경우 처리농도가 높아짐에 따라서 사멸시간이 단축됨을 확인하였다. 이 경우 상대적 Phosphine과 규조토의 해충 사멸 상승효과가 CO₂보다 큰 것으로 나타났다. 또한 거릿쌀도둑거저리에 대해서 열(40, 45°C), Phosphine(20, 50ppm), CO₂(2, 5, 10%), 규조토(0.2, 0.5, 1mg/L)를 각각 복합처리시 40°C 조건에서는 사멸 시간이 72시간(40°C 단독처리)에서 3~6시간(40°C+Phosphine+CO₂+규조토 복합처리)으로, 45°C 조건에서는 24시간(45°C 단독처리)에서 1~3시간(45°C+Phosphine+CO₂+규조토 복합처리)으로 단축되었다.

*본 연구는 농림수산식품부의 지원에 의하여 수행되었다.

검색어: 열처리, Phosphine, CO₂, 규조토, Stored product insect

P176

Efficacy and Quality Evaluation of Phosphine Fumigation as potential Alternative to Methyl Bromide in Applying Imported Pineapples

J.O. Yang¹, D.H. Cho¹, M.S. Kim¹, Y.M. Moon¹, B.S. Kim² and B.H. Lee²

¹Animal and Plant Quarantine Agency

²Dongbu Farm Hannong Co. Ltd.

Since Montreal protocol in 1989 designated MB(methyl bromide) as ozone depleting chemicals, IPPC(International Plant Protection Convention) has adopted replacing the MB with alternative chemical and reducing the rate of MB use in plant quarantine in 2008. Pineapples are one of the most frequently fumigated imported fruit with MB in Korea. However, there was no technically available replacement. Therefore, we evaluated phosphine(PH₃) fumigation as alternative to MB in applying pineapples.

In the preliminary test, PH₃ gas in 12L desicators to calculate ranged to 0.1 from 2g/m³ was tested at 2 and 24hr exposure to target pest, citrus mealy bug(CMB, *Planococcus citri*). All different of stage of CMB was shown 100% mortality when 2g/m³ of PH₃ applied for 24hrs at 8°C. To confirm studies designed in 0.5m³ fumigation chamber, all egg, nymph and adult stages of CMB was killed completely and there wasn't any phytotoxic and quality damages on pineapples for 2 weeks post-fumigation periods at 8°C. In terms of commercial use, further commercial research will need to be carry out in cooperation with importers and fumigators.

Key words: Citrus mealy bug(*Planococcus citri*), Fumigant, Phosphine, Methyl bromide alternative

P177

Commercial Scale Fumigation of Ethyl Formate for Promising Export Paprika and Tomato in Korea

B.S. Kim¹, S.A. Jung¹, H.J. Park¹, E.J. Myung¹, M.G. Park² and B.H. Lee^{1*}

¹Dongbu Farm Hannong Co. Ltd.

²Animal and Plant Quarantine Agency

With the increasing trend of global trades and protection of agro-ecosystem in importing and exporting countries against quarantine pest, quarantine and pre-shipment(QPS) fumigation in perishable commodities is now more important to maintain postharvest quality until delivering to end user not just eradication of quarantine pest. However, there are limited use of MB fumigation on export fruits and vegetables due to phytotoxic damages of fumigated one.

VapormateTM, alternative to methyl bromide(MB), a gas formulation of ethyl formate(EF) with carbon dioxide, is commercially in use for imported fruits fumigation such as bananas and lemon. Herein, based on previous preliminary studies, scale-up and commercial scale fumigation of ethyl formate is presented for promising export paprika and tomato. Efficacy of ethyl formate was described in terms of concentration × time (CT) products to *Myzus persicae* for paprika and *Bemisia tabaci* for tomato.

Key words: Methyl bromide alternatives, Ethyl formate, Fumigation, Export, Tomato, Paprika

포도원에서 이마점에매미충(*Arboridia maculifrons*)의 피해정도가 광합성에 미치는 영향 및 LED 유인 반응

김선국¹, 이석호¹, 이윤상¹, 이재웅¹, 홍의연¹, 김길하²

¹충청북도농업기술원 포도연구소
²충북대학교 식물외과학

이마점에매미충(*Arboridia maculifrons*)은 포도잎을 가해하는 노린재목 흡즙성 해충으로 약충과 성충 모두 엽록소를 파괴하기 때문에 광합성효율을 떨어뜨리고, 당·산도 함량 및 착색 등에 영향을 미쳐 포도원에서 문제가 되고 있는 대표적 미소해충 중의 하나이다. 이마점에매미충의 피해가 광합성함량에 미치는 영향을 조사하기 위해 종령약충 100, 50, 25마리를 잎에 접종 후 3, 5, 7, 14일차에 광합성량을 조사한 결과 무처리에서 $10.5 \pm 0.46 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 를 보였던 광합성량이 100마리 처리구에서 각각 6.1 ± 1.98 , 4.0 ± 1.10 , 2.6 ± 1.18 , $0.4 \pm 0.36 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 7일차 이후 광합성량이 거의 없었다. 50마리 처리구에서는 7일차에 $4.4 \pm 1.18 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 함량을 보였고, 25마리 처리구는 14일차에 $5.0 \pm 1.60 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 무처리 대비 50% 이하로 광합성량이 떨어져 애매미충류의 발생밀도에 따른 방제시기 설정이 필요하다고 판단된다.

Light emitting diode(LED) 5종 색상에 대한 이마점에매미충의 유인 및 기피반응을 실험실과 야외 포장에서 실시하였다. 실내에서 모니터링 상자를 이용한 LED 반응은 white>green>blue>yellow>red 순으로 유인 반응을 보였으며, 포장시험은 19~22시, 22~1시, 1~4시, 4~7시까지 4단계로 나누어 야간 시간대별 LED 유인효과를 분석해 본 결과 1단계에서 white와 green은 다른 색상에 비해 유의한 차가 인정 되었지만 나머지는 유의성이 없어 실내실험과 비슷한 경향을 보였다. 2~4단계에서는 처리 간 채집 밀도가 점차 낮아졌으며, 그 원인으로 이마점에매미충의 생활리듬에 따른 행동패턴에 변화가 있었기 때문으로 생각된다.

검색어: 이마점에매미충, 포도, 피해, 광합성, LED

뽕나무이 방제를 위한 친환경자재 선발

김주, 김주희, 정성수

전라북도농업기술원

뽕나무에 가장 큰 피해를 주는 해충은 뽕나무이(*Anomoneura mori* Schwarz)이며, 뽕나무이 성충과 유충은 뽕나무 잎과 어린 줄기를 흡즙하여 직접적인 피해를 주기도 하지만 유충이 분비하는 분비물은 뽕잎의 광합성을 저해하고, 분비물이 비산하여 열매에 부착하게 되어 상품성을 크게 떨어뜨려 간접적 피해가 크다. 따라서 오디뽕재배에 문제가 되는 뽕나무이 친환경방제 기술을 개발하여 농가에 애로기술을 해결하고자 친환경자재의 방제효과를 조사하였다.

실험실에서 친환경자재 처리에 의한 뽕나무이 약충 살충효과를 조사한 결과 대조구인 펜토에이트유제(화학농약) 1000배 처리 3일후 사충률이 100%, 무처리는 15.3% 일 때, 친환경자재는 고삼제와 데리스제 250배 처리에서 사충률이 100%였고, 님제 60.7%, 은행잎제 38.7%, 니코틴제 50.7%를 나타내었다. 또한 포장에서 친환경자재를 3회 살포하고 뽕나무이에 의한 피해엽률 감소효과를 살펴 본 결과, 대조구인 무처리의 경우 처리전에 비해 처리후 피해엽률이 26.5% 증가, 펜토에이트유제는 83.6%가 감소할 때, 데리스제는 58.2%, 고삼제는 46.3%가 감소하였다. 시판자재에서도 데리스제와 고삼제를 원료로 제조한 자재가 각각 73.7%, 52%로 처리전후 뽕나무이 피해엽률이 감소하였다. 이러한 결과는 친환경자재를 이용하여 뽕나무이 살충효과는 충분하였고, 농가현장에 사용 가능성이 확인 되었다.

검색어: 뽕나무이, 친환경자재, 사충률, 피해엽률

P180

Comparative development and reproduction of *Tetranychus urticae* by electron beam and X-ray irradiation

Hyunah Kim, Seung-Hwan Yun, Seon-Woo Lee, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

A major concern in exporting agricultural commodities is the introduction or spread of exotic quarantine pests to the new area. To prevent spread of insect pests, various phytosanitary measures are used. In this study, we compared the effect of electron beam and X-ray irradiation on development and reproduction of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. Eggs, nymphs, and adults were irradiated at target doses of 50, 70, 100, 150, 200, 250, and 300 Gy with electron beam and 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, and 200 with X-ray irradiation. When eggs were irradiated, egg hatching was completely inhibited at 150 Gy of electron beam and 50 Gy of X-ray irradiation. When irradiated to the nymphs, emergence was not affected at all target dose in both electron beam and X-ray irradiation. Hatchability of F_1 generation was significantly decreased at 100 Gy of electron beam and 70 Gy of X-ray irradiation. When irradiated to the adults, longevity did not show any differences at all target dose in both electron beam and X-ray irradiation. These results suggest that the effect of X-ray irradiation was more potential than electron beam irradiation.

Key words: Electron beam, X-ray, *Tetranychus urticae*, Development, Reproduction

P181

Electron beam sensitivity and DNA damage in imidacloprid-resistant and -susceptible strains of *Aphis gossypii*

Seung-Hwan Yun, Sang-Eun Park, Soon-Kyu Lee, Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The effect of electron beam irradiation on development and reproduction of imidacloprid-resistant (R strain) and -susceptible (S strain) *Aphis gossypii* were compared. Nymphs and adults of R and S strain were irradiated at target doses of 50, 100, 150, and 200 Gy. When nymphs were irradiated, emergence was not affected at all target dose, but number of F_1 nymph was perfectly inhibited at 150 Gy in both strains. When irradiated to the adults, longevity slightly decrease at 150 Gy and above. Fecundity was strongly decreased at 100 Gy, but was not completely inhibited even at 200 Gy. Emergence of F_1 nymph was decreased at 100 Gy and completely inhibited at 200 Gy. However, there were no significant differences on development and reproduction of R and S strain. We also conducted the comet assay immediately after irradiation and over the following 10 day period. Severe DNA fragmentation in *A. gossypii* cells was observed just after irradiation and the damage was repaired during the post-irradiation period in a time-dependent manner. These results suggest that electron beam irradiation induced abnormal development, reproduction, and DNA damage in *A. gossypii*, but there were no significant differences between R and S strain.

Key words: Electron beam, *Aphis gossypii*, Imidacloprid-resistance, Susceptible strain

P182

Insecticidal effect of aggregation pheromone fish net trap using residual effect of insecticides against bean bug, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae)

Seon-Woo Lee, Seung-Hwan Yun, Hyun Kyung Kim, Hyun-Na Koo, Young-Nam Youn¹ and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University
¹Department of Applied Biology, Chungnam National University

This study was examined for activity of aggregation pheromone trap with residual effect of insecticides against *Riptortus pedestris*. Time of escape was from aggregation pheromone trap researched 49.74 min (ET₉₉) and 65.01 min (ET₉₉) with 1st and 2nd instar nymph respectively. Six insecticides for the stink bugs were treated to 3 different materials (wood, metal, and plastic). Bifenthrin and fenitrothion were showed 100% insecticidal activity at 48 h to all developmental stage of *R. pedestris*. Residual effect of bifenthrin and fenitrothion on plastic material were showed 100% insecticidal activity over 15 day after treatment with 1st, 3rd instar nymphs, and adults except 5th instars nymph. In field test using plastic material trap with two pesticides, 1st instar nymphs and adults were showed 100% mortality until 10 day after treatment. These results indicate that *R. pedestris* might be managed using aggregation pheromone trap with insecticides.

Key words: *Riptortus pedestris*, aggregation pheromone trap, residual effect

P183

열대 관상수 2종에 발생한 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki* (Kuwana))와 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)의 천적 적용 가능성

이준석¹, 함은혜¹, 최영철², 이봉우³, 안태현³

¹(주)오상킨섹트 생물자원연구소

²국립농업과학원 산업곤충과

³국립수목원

국립수목원 열대식물자원연구센터내 유리온실에서 관리중인 열대 관상수 2종 (*Phyllanthus acidus*, *Erythrina caffra*)에 발생한 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki*)과 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 천적 적용 가능성을 실험하였다. *Phyllanthus acidus*에 발생한 가루깍지벌레의 방제를 위해서 *Chrysoperla nipponensis*를 사용하였으며 *Erythrina caffra*에 발생한 점박이응애의 방제를 위해서 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)를 사용하였다. *Phyllanthus acidus*에 발생한 가루깍지벌레의 방제를 위해서 *Chrysoperla nipponensis* 유충 30개체를 방사했으며, *Erythrina caffra*에 발생한 점박이응애의 방제를 위해서 칠레이리응애 약 200개체를 방사하였다. 방사 후 24주 동안 2주일 간격으로 엽당 해충의 밀도를 조사하였다. 조사결과 가루깍지벌레는 방사 직후부터 급격히 밀도가 줄기 시작하여 4주차 경과시 최초 밀도대비 22% 수준으로, 점박이응애는 2주차 이후 급격히 밀도가 줄기 시작하여 4주차에는 최초밀도 대비 10%수준으로 밀도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

검색어: *Phyllanthus acidus*, *Erythrina caffra*, *Pseudococcus comstocki*, *Tetranychus urticae*, Natural enemy

Essential oil을 이용한 호박과실파리 산란 기피물질 탐색

전성욱¹, 강택준¹, 김동환¹, 양창열¹, 김형환¹, 안승준¹, 조명래¹,
권선정¹, 박해웅²

¹국립원예특작과학원 원예환경과

²세계김치연구소

강원도 홍천을 비롯한 중북부지역의 단호박 재배지를 중심으로 호박과실파리 [*Bactrocera depressa* (Shiraki)]의 피해가 매년 증가하고 있는 추세다. 호박과실파리의 피해 방지를 위해 Essential oil을 이용한 산란 기피물질을 탐색하였다. 3일간의 실내 기피 시험에서 유칼립투스과 피톤치드는 각 1.0회 산란을 보였고 카놀라유와 피톤볼에서는 조사 기간 동안 산란 피해가 발견되지 않았다. 야외 포장시험에서 essential oil에 대한 호박과실파리 암컷의 산란율은 피톤치드 16.7%, 유칼립투스 10.0%, 카놀라유 13.3%이었고 피톤볼은 0.0%이었다.

검색어: 호박과실파리, Essential oil, 단호박, 기피물질

전자빔 조사가 왕담배나방(*Helicoverpa armigera* (Hübner))의 발육과 생식에 미치는 영향

정순오¹, 김준현², 장신애², 박정규^{1,3}

¹경상대학교 응용생물학과

²경상대학교 농업생명과학연구원

³경상대학교 생명과학연구원

왕담배나방은 파프리카 및 고추에 문제시 되는 해충이다. 농산물 수출입 검역 시 주로 메틸브로마이드를 훈증제로 사용하고 있으나, 메틸브로마이드의 사용이 규제됨에 따라 대체요법이 시급한 실정이다. 국외에서는 방사선조사를 포함한 전자빔 조사가 의료, 반도체 산업, 식품 제조업 뿐 만 아니라 농산물 검역에 널리 사용되고 있다. 따라서 본 연구는 전자빔 선량(100, 500, 1,000, 2,000, 3,000 Gy)에 따른 왕담배나방의 발육과 산란에 미치는 영향을 조사하여, 추후 전자빔 사용에 대한 가이드 라인을 제시하고자 하였다. 왕담배나방의 알에 전자빔 조사를 했을 경우, 전자빔 선량이 높아질수록 부화가 억제되었다. 부화율은 100 Gy 조사 시 60.6%, 500 Gy 조사 시 2.3%였으며, 1,000 Gy 이상에서는 완전히 억제되었다. 100 Gy 조사 시 48.8%가 용화되었고, 이중 19.0%가 우화되었으나 모두 기형이었다. 왕담배나방의 2령 유충과 5령 유충에 전자빔 조사를 했을 경우, 전자빔 선량이 높아질수록 사충율이 증가하였고, 용화율 및 우화율이 감소되었다. 2령 유충의 경우, 100 Gy 조사 시 57.9%가 용화되었고, 그 중 45.5%가 우화되었다. 5령 유충의 경우, 100 Gy 조사 시 40.0%가 용화, 그 중 62.5%가 우화되었다. 500 Gy 이상 조사 시 2령 및 5령 유충 모두 용화되지 못하였다. 왕담배나방의 번데기에 전자빔 조사를 했을 경우, 전자빔 선량이 높아질수록 우화가 억제되고 우화 성충의 기형율이 올라갔으며 산란수는 감소되었다. 산란된 알의 부화는 100 및 500 Gy 조사 시 완전히 억제되었다. 2,000 Gy 이상에서 우화가 완전히 억제되었다. 왕담배나방의 성충에 전자빔 조사를 했을 경우, 전자빔 선량이 높아질수록 성충 암컷의 산란수가 감소했다.

검색어: 왕담배나방, 전자빔, 식물검역, 불임

Controlled atmosphere and temperature treatment system for a quarantine tool of *Grapholita molesta* in apples

Chung Ryul Jung¹, Ki-Myeon Kwon² and Yonggyun Kim¹

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

²Biology Utility Laboratory, Gyeongbuk Institute of Bio industry, Andong 760-830, Republic of Korea

Postharvest insect pest control is highly demanding in agricultural industry including domestic consumer markets and exporting products for a quarantine purpose. Especially, the organic or environmentally friendly agricultural products do not fit to the traditional chemical postharvest treatments using methyl bromide (MeBr) or phosphine (PH₃). As an alternative, a physical treatment called CATTS (controlled atmosphere and temperature treatment) has been developed to control various insect and mite pests on ornamental products. The oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, infects the apple or pear fruits and is limited in importing and exporting the infected products. To apply CATTS on this insect pests, the most heat-tolerant stage was determined. Among the immature stages locating on the fruits, the fifth instar larvae were the most tolerant to 44°C for 20 min. A ramping step of CATTS is to increase chamber temperature from 25°C to 46°C under 15% CO₂ and less than 1% O₂. The ramping rate was positively correlated with the CATTS efficiency. After the ramping step, the duration of CATTS was positively correlated with CATTS efficiency. However, fruit damage by CATTS was negatively correlated with the ramping rate was positively correlated with the CATTS duration. in addition, the CATTS efficiency was highly dependent on the fruit internal temperature at 44°C. From all these parameters, we developed a standard protocol yielding 100% control efficiency of CATTS.

Key words: *Grapholita molesta*, CATTS, carbon dioxide, oxygen, apple

P187

양송이버섯에서 LED 광원이 버섯파리, *Lycoriella ingenua*의 유인 및 포살에 미치는 영향

김형환¹, 김동환¹, 조명래¹, 양창열¹, 강택준¹, 안승준¹, 권선정¹, 전성욱¹, 송진선¹, 이찬중², 정종천²

¹국립원예특작과학원 원예특작환경과

²국립원예특작과학원 버섯과

양송이버섯을 재배하고 있던 용인과 부여의 각각 1개 농가에서 LED 광원이 버섯파리, *Lycoriella ingenua*의 유인 및 포살에 미치는 영향을 조사하였다. 실험에는 청색(450~474nm), 녹색(519~537nm), 황색(585~595nm), 적색(618~636nm), 백색(혼합 파장) 등 LED 광원을 이용하였다. LED의 설치시기 및 점등시간은 용인에서 1주기 수확기부터 21일간 19시~07시까지, 부여에서는 복토 후부터 21일간 매일 24시간 동안 처리되었다. 버섯파리 성충의 유인수를 조사하기 위하여 LED 광원 아래에 황색 끈끈이트랩(15×25cm)을 5개씩 설치하였으며 무처리는 황색 끈끈이트랩만 설치하였다. LED 광원 설치 후 7일 간격으로 3회 조사한 자료를 평균한 결과 용인에서는 끈끈이트랩 당 백색에서 132.9마리, 녹색에서 120.3마리, 적색에서 105.5마리, 청색에서 88.3마리, 황색에서 46.7마리, 무처리에서 38.6마리였다. 백색이 유인 및 포살 효과가 우수하였으나, 백색, 녹색, 적색간에는 유의적인 차이가 없었다. 부여에서는 백색에서 1374.8마리, 녹색에서 1268.2마리, 청색에서 972.5마리, 황색에서 542.4마리, 적색에서 309.2마리, 무처리에서 204.6마리로 용인과 유사한 결과를 나타내었다.

검색어: 양송이버섯, 버섯파리, LED 광원, 끈끈이트랩, 유인수

P188

Oxygenated phosphine fumigation for control of Japanese termite *Reticulitermes speratus* Kolbe (Isoptera: Rhinotermitidae)

Kwang-Soon Choi, Jun-Won Park, Bong-Su Kim¹, Byung-Ho Lee¹, Hyun Kyung Kim and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University
¹Dongbu Hannong Co. Ltd.

The Japanese termite, *Reticulitermes speratus* Kolbe, is distributed in Korea widely. Although, termites are not currently a great problem in Korea, it might be increased commercial losses from imported timber. Phosphine (PH₃) is very effective fumigant and is widely used to control pests. Oxygen treatment was found to enhance phosphine toxicity and reduce fumigation time against various life stage of insects. In this study, we determined efficacy of oxygenated phosphine fumigation for controlling *R. speratus*. Fumigation to adults of *R. speratus* was carried in a desiccator system at 20.9% (normal), 50% and 80% of oxygen concentration for 24 h. Fumigations under higher oxygen levels greatly increased phosphine toxicity to *R. speratus*. Mortality of termite was increased 15.0% and 16.2% in the 50.0% and 80.0% oxygen concentration with 0.25 mg L⁻¹ phosphine at 5°C, respectively. 100% mortality was determined in 80.0% oxygen concentration with 0.5 mg L⁻¹ phosphine at 5°C. Oxygenated phosphine fumigations have marked potential to improve insecticidal efficacy against *R. speratus*. These results merit further study as potential fumigant for control of wood destroying pests.

Key words: Phosphine, Oxygen, *Reticulitermes speratus*

Fumigant activity of ethyl formate and phosphine to *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae)

Kwang-Soon Choi, Min-Jun Kim, Hyun Kyung Kim and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), is considered one of the main causes of potato losses during harvesting and storage. The pest occur throughout the year and its larvae damage the leaves, twigs and tubers. In this study, we have investigated the effects of ethyl formate (EF) and phosphine (PH₃) against *P. operculella*. Fumigation to all stage of *P. operculella* was carried in a desiccator system at 5°C and 20°C for 24 h. As a result, LC₉₉ of PH₃ to all stage of *P. operculella* was showed 1.953 mg L⁻¹ (eggs), 0.100 mg L⁻¹ (larvae), 4.884 mg L⁻¹ (pupae) and 0.240 mg L⁻¹ (adults) at 20°C, respectively. LC₉₉ of EF to all stage of *P. operculella* was observed 19.808 mg L⁻¹ (eggs), 6.783 mg L⁻¹ (larvae), 141.476 mg L⁻¹ (pupae) and 3.223 mg L⁻¹ (adults), at 20°C respectively. Larvae and adults showed the highest susceptibility to PH₃ and EF at 20°C. LC₉₉ of PH₃ to all stage of *P. operculella* was showed > 1.5 mg L⁻¹ (eggs), 0.187 mg L⁻¹ (larvae), > 1.5 mg L⁻¹ (pupae) and 0.386 mg L⁻¹ (adults) at 5°C, respectively. LC₉₉ of EF to all stage of *P. operculella* was showed 27.479 mg L⁻¹ (eggs), 9.580 mg L⁻¹ (larvae), 55.759 mg L⁻¹ (pupae) and 3.084 mg L⁻¹ (adults) at 5°C, respectively. These results indicated that the fumigant efficiency of PH₃ and EF is more effective with treated in room temperatures against termites.

Key words: Phosphine, Ethyl formate, *Phthorimaea operculella*

P190

Fumigant activity of phosphine against wood boring insects

Kwang-Soon Choi, Jun-Won, Park, Hyun Kyung Kim and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

Wood boring insects are the major problem of many industries, such as hardwood brokers, importers, merchants, and manufacturers of furniture. Phosphine (PH_3) is highly toxic to insects and is known to penetrate treated material. In this study, effectiveness of PH_3 which is altered methyl bromide, was examined with *Monochamus saltuarius*, *Platypus koryoensis*, *Cryphalus fulvus*, and *Xyleborus mutilatus*. Fumigation to *M. saltuarius*, *P. koryoensis*, *C. fulvus*, and *X. mutilatus* was carried in a desiccator (12L) at 20°C for 24 h. As a result, LC_{99} of PH_3 to *M. saltuarius*, *P. koryoensis*, *C. fulvus*, and *X. mutilatus* was showed 0.455 mg L^{-1} , 0.804 mg L^{-1} , 0.243 mg L^{-1} and 0.046 mg L^{-1} in a desiccator(12L) at 20°C , respectively. *M. saltuarius*, *P. koryoensis*, *C. fulvus*, and *X. mutilatus* 100 % mortality was showed in a fumigation chamber (10 m^3 and 100 m^3) at normal temperature. In these results indicates that PH_3 described could be useful for fumigant agent of 4 species wood pests.

Key words: Phosphine, *Monochamus saltuarius*, *Platypus koryoensis*, *Cryphalus fulvus*, *Xyleborus mutilatus*

P191

Toxicity of basil oil constituents and related compounds and efficacy of spray formulations containing the oil to *Dermatophagoides farinae*

Haribalan Perumalsamy^{1,2}, Jun-Ran kim^{1,2}, JaeYeonKim¹,
Kum Na Ra Hwang¹ and Young-JoonAhn²

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

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

An assessment was made of the toxicity of basil, *Ocimum basilicum*, essential oil, 11 basil oil constituents, seven structurally related compounds and another 22 previously known basil oil constituents and the control efficacy of four experimental spray formulations containing the oil (1, 2, 3 and 4% sprays) to adult American house dust mites, *Dermatophagoides farinae*. Results were compared with those of two conventional acaricides benzyl benzoate and N,N-diethyl-3-methylbenzamide (deet). The active principles were determined to be citral, α -terpineol and linalool. Citral (24 h LC₅₀, 1.13 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) and menthol (1.69 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) were the most toxic compounds, followed by methyl eugenol (5.78 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). The toxicity of these compounds was more toxic than that of benzylbenzoate(LC₅₀, 8.41 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) and deet (37.67 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). These compounds were consistently more toxic in closed versus open containers, indicating that their mode of delivery was largely a result of vapour action. Basil applied as 3 and 4% experimental sprays provided 97 and 100% mortality against the mites respectively, whereas permethrin (cis:trans, 25:75) 2.5 g/l spray treatment resulted in 17% mortality. Reasonable mite control in indoor environments can be achieved by spray formulations containing the basil oil (3 and 4% sprays) as potential contact-action fumigants.

Key words: *Dermatophagoides farinae*, *Ocimum basilicum*, Botanical acaricide, Natural fumigant, Spray formulation, Mode of delivery

Control of *Nilaparvata lugens* by Entomopathogenic *Beauveria bassiana* ERL isolates

Sang Sick Lee, Se Jin Lee, Jeong Seon Yu, Hee Won Yang and Jae Su Kim*

Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* is giving enormous damage to rice production. In this work, virulence of four *Beauveria bassiana* isolates against brown planthoppers was investigated by applying fungal granules on the water of pots, and we further examined the growth of hypha on the rice plants from the water surcae to explain the insecticidal mode of action. We used *Beauveria bassiana* (*Bb*) ERL 836, 1170, 1575 and 1578 isolates, which produced $\sim 2 \times 10^8$ conidia/g of millet grain in a solid culture. Rice seeding was grown in breeding boxes at $28 \pm 2^\circ\text{C}$ for 5 days. Mycotized millet grains were treated on the water in a box at 1 g/box and the rice seeding was infested with 18~25 brown planthopper adults per box. A chemical pesticide and water treatment served as controls. Among the treatments, *Bb* ERL 836-treated plants had the lowest damage, rather than the other fungal treatments in laboratory assays. Hyphal growth on the stem of rice plants was observed in Petridish conditions under a fluorescent microscopy. This work suggests a possible control of brown planthoppers using entomopathogenic fungi.

Key words: Brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, *Beauveria bassiana*, Entomopathogenic fungi

A Novel Approach: *Beauveria bassiana* Granules Applied to Nursery Soil for Management of Rice Water Weevils in Paddy

Se Jin Lee¹, Chae Hoon Im¹, Jeong Seon Yu¹, Teak Soo Shin² and Jae Su Kim^{1*}

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

²AgroLife Research Institute, Dongbu Farm Hannong

Entomopathogenic fungi formulated as wettable powders and suspension concentrates have been sprayed to crop pests for pest management. However, the use of fungal granules to control paddy field pests has not been fully explored. Herein, several *Beauveria bassiana* isolates (ERL 1170, 1578 and 836) were produced as granules using a millet-based solid culture. The granules were applied to the rice nursery 3 days before transplanting and their control efficacy against rice water weevils was determined in paddy fields. The solid cultures produced $\sim 1 \times 10^8$ conidia g^{-1} of millet grains 10 days after the inoculation. The granules were applied to the soil in the rice nursery 3 days before the rice seedlings were transplanted in the paddy fields. Rice in plots with granules of ERL1578 had 17.3% leaf damage (74% control efficacy) 14 days post application, whereas rice plants in the non-treated control had 66.5% damage. Rice plants treated in the nursery with ERL1170 and ERL836 had 52~54% damage. In the rice plots previously treated with ERL1578 the smallest numbers of larvae and adults were observed 38 days post application. In laboratory conditions, ERL1578-treated larvae were turned pink and covered with mycelial mass. Applications of millet-based *B. bassiana* granules on rice nursery soil can be an effective and efficient biological control strategy for the management of rice water weevils. This method is relatively inexpensive and requires less labor compared to practices involving the spraying of fungi directly on rice in paddy fields.

Key words: Entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, millet, rice water weevil

Control effects of *Frankliniella occidentalis* by trap plant and natural enemy(*Orius laevigatus*) in Chrysanthemum Polyvinyl Houses

Yong Seok Choi¹, In Su Hwang¹, Jun Seok Lee²,
Eun Hye Ham² and Deog Kee Park¹

¹Bioenvironment Research Division, Chungnam Agricultural Research & Extension Services, Yesan 340-861, Chungnam Province, Republic of Korea

²Osang K-insect Co. Ltd., 91-4 Dong-Myun Sunam-Ri, Cheonan, Chungnam, Republic of Korea

F. occidentalis causes to decrease the yield of chrysanthemum flower economically because it is the major crop pest injuring the flower directly at flowering period in chrysanthemum artificial houses. The control of it with chemicals is very difficult because the resistance of it to chemicals is so high. *F. occidentalis* began to occur at early-May and increased rapidly mid-May after in standard chrysanthemum artificial houses, Yesan, Chungcheongnam-do. In case of a farm, the density of it increased continuously in spite of chemical control. The times of chemical control to depress the density of it was 6 or 7th for cultivation period of chrysanthemum. We put the flowering yellow pot-mum already (trap plant attracting *F. occidentalis*) in standard chrysanthemum PVC-houses and set the yellow sticky cards up at an interval of 5m from trap plant(TP). The more yellow sticky trap near to trap plant, the more *F. occidentalis* was attracted to yellow sticky trap. TP was more attractive to adult *F. occidentalis* up to distances of 10m. The numbers of it attracted to yellow sticky traps at different distance from TP was not different significantly when standard chrysanthemum bloomed. We put the TP in standard chrysanthemum PVC-house at an distance of 20m and released the natural enemies (*Orius laevigatus*) on TP at 3 times, an interval of 7 days. And then we set yellow sticky traps up at an distance of 5m from TP and compared the plot with TP+natural enemy(NE) to the plot without them. The density of *F. occidentalis* was rather lower at TP+NE plot than the plot without at the formative period of flower bud of standard chrysanthemum. Therefore, The yellow flowering chrysanthemum possesses great value of TP attracting *F. occidentalis* in chrysanthemum PVC-house up to flowering period of cultivating chrysanthemum, and if it is used with natural enemy and chemicals simultaneously, farmers can minimize the quantity of chemicals used.

Key words: *Frankliniella occidentalis*, *Orius laevigatus*, Trap plant, Chrysanthemum

P195

파밤나방에 활성있는 *Bacillus thuringiensis* 균주와 tannic acid와의 혼합처리에 따른 균주특이성 및 소화효소 연구

진나영, 이유경, 전미진, 오산나, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

나비목 유충의 소화효소 중 Serine protease인 trypsin은 단백질 가수분해과정에서 주요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으나 protease의 지속적인 가수분해결과 독소 단백질의 불화성화를 초래하여 살충활성을 낮춘다고 보고되어 있다. 이 전 연구에서 *Bacillus thuringiensis*(이하 *B. thuringiensis*) subsp. *kurstaki* KB100균주는 protease inhibitor인 tannic acid와 혼합처리 함으로써 파밤나방의 살충활성에 상승효과를 나타냈다. 이에 대한 원인을 구명하고자 나비목 유충 증장속 소화액의 다양한 Protease와 균주특이성에 초점을 두고 실험을 수행하였다.

균주의 특이성을 알아보기 위해서 실험실 보관 균주 6종과 기준균주인 *B. thuringiensis* susp. *kurstaki* HD-1을 선발하여 총 7종의 균주에 각각 tannic acid를 농도별로 처리하여 생물검정을 실시하였다. *B. thuringiensis* KB100균주는 40mM tannic acid농도로 혼합처리 했을 때 상승효과를 나타낸 반면 다른 균주는 영향을 끼치지 않았다. 생물검정 결과를 토대로 나비목 유충의 소화효소 중 Serine protease의 활성을 알아보기 위해 protease 특이적 기질을 사용하여 tannic acid가 어떤 종류의 protease activity를 낮추는지 실험을 수행 하였다.

검색어: 점박이응애, 저항성, 분포, 판별분석, 균집분석, 근친

황색 LED 펄스광을 이용한 왕담배나방의 방제효과

윤정범¹, 노무라 마사시², 이시쿠라 사토시³, 이공인¹, 김동역¹, 허정욱¹

¹국립농업과학원 생산자동화기계과

²치바대학교 응용곤충학과

³히로시마현립 종합기술연구소 농업기술센터

일본의 야간조명을 이용한 야행성 해충 방제 연구는 이미 실용화되어 보급되고 있다. 특히, 황색 형광등을 이용한 밤나방 방제 기술은 여러 작물에 적용되고 있다. 하지만 단일식물인 가을 국화는 밤나방 방제를 위해 야간조사하면 화아분화에 영향을 미쳐 개화가 지연된다.

본 연구에서는 황색 LED를 이용하여 가을 국화의 개화지연 없이 국화의 꽃봉오리를 식해하는 왕담배나방 *Helicoverpa armigera* (Hübner)을 방제하기 위한 황색 LED의 효과적인 점멸조건을 검토하였다.

적외선 센서를 이용한 actograph 상부에 20 mW/m²의 571nm-LED를 설치하여 왕담배나방의 비상을 억제시키는 점멸패턴을 조사한 결과, 명기 20 ms : 암기 80 ms의 점멸조건에서 유의하게 낮은 비상활성이 관찰되었다. 이것은 20 ms : 80 ms 점멸광이 왕담배나방 복안의 명적응을 촉진시켜 비상행동이 억제된 것으로 추정된다.

야외에서 점착트랩+성페로몬제 lure (Z)-11-hexadecenal : (Z)-9-hexadecenal = 95 : 5, 0.03mg/RS를 이용하여 무처리구, 연속광, 20 ms : 80 ms 점멸광을 야간 조사하여 왕담배나방 ♂성충의 유인수를 비교한 결과, 20 ms : 80 ms 점멸광에서 가장 낮은 유인수가 관찰되었다. 성페로몬제의 강한 유인에도 불구하고 낮은 유인수가 관찰된 것으로부터 왕담배나방은 20 ms : 80 ms 점멸광을 기피하는 것으로 추정된다.

본 연구는 가을 국화의 개화지연에 영향을 주지 않으면서 왕담배나방 방제의 가능성을 시사했다.

검색어: LED, IPM, 왕담배나방 방제, 비상억제, 기피, 국화, 성페로몬

P197

Possibility of multiple greenhouse pests control with culture fluid of aphid pathogenic fungi *Beauveria bassiana* isolate

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

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

Use of conidia or spores of entomopathogenic fungi are influenced by environmental conditions such as temperature and relative humidity and caused slow and fluctuation of mortality. In addition, although the fungi have the advantage of a restricted host range, this specificity is one of the limiting factors for their use. These factors are preventing wider application and use of these biocontrol agents. To mitigate such problems we selected an *Beauveria bassiana* Bb08 which kill green peach aphid with its liquid culture filtrate. In this study we conducted bioassay with the fungal culture filtrate and culture fluid to greenhouse pests such as cotton aphid, whitefly and thrips. Culture fluid showed high mortality against green peach aphid, as well as cotton aphid, sweet potato whitefly, and western flower thrips. However, control effect of culture filtrate varied with pests. Culture filtrate showed high mortality to cotton aphid. Mortality of western flower thrips with culture filtrate was slower than culture fluid including spores and sweet potato whitefly was much lower. These results indicated that the culture fluid of *Beauveria bassiana* Bb08 has potential to simultaneously control various greenhouse pests.

Key words: Aphid control, culture filtrate, *Beauveria bassiana*, entomopathogenic fungi, greenhouse pests control

P198

강원 고랭지 옥수수 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*) 발생 패턴 및 방제제 선발

김주일, 권민, 김점순, 이영규, 지삼녀, 심재동, 정진교¹, 박기진², 장은하²

농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터

¹농촌진흥청 국립식량과학원 작물환경과

²강원도농업기술원 옥수수연구소

왕담배나방은 옥수수, 콩, 토마토, 담배 등 매우 넓은 범위의 작물을 가해하는 전 세계적 해충으로 최근 평창 등 고랭지 지역에서의 피해가 점차 늘어나고 있는 실정이다. 특히 옥수수에서 큰 피해를 주고 있는데, 이삭의 윗부분을 주로 가해한다. 현재까지 고랭지의 왕담배나방에 대한 연구가 거의 없는 실정이라 종합적인 방제 체계를 구축하고자 페로몬 트랩과 육안 조사를 통해 발생 패턴을 조사하였으며, 방제제를 선발하였다. 평창군 대관령면(해발 800m), 대화면(700m), 홍천군 내면(600m), 두촌면(300m)에서 조사한 결과 연 2~3회 발생하며, 초발생은 5월 중순경으로 옥수수 가해 시기는 주로 7~8월 경 이삭이 여물기 시작하는 시점이었다. 즉, 다른 기주에서 살다가 이삭이 여물기 시작하기 전 산란하여 가해하는 양상을 보였다. 추천 농도에서 95% 이상 방제가를 보인 약제는 indoxacarb, spinosad, emamectin benzoate 등이었다. 이러한 결과는 종합적인 왕담배나방 방제 체계 구축에 반드시 필요 할 것으로 사료된다.

검색어: 왕담배나방, 옥수수, 발생 패턴, 우수 약제

Selection and Application of bioactivity compound from Entomopathogenic fungi

Tae Young Shin, Seung Hyun Ko, Jae Bang Choi,
Sung Min Bae and Soo Dong Woo

Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University

Entomopathogenic fungi are natural pathogens of insects and contribute to the regulation of host insect populations in the environment. Several these fungi produce a wide range of secreted enzymes, secreted protein toxins and secondary metabolites to overcome host defenses and ultimately kill the host, and to defend host resources against competing pathogens and saprophytes. Therefore, this study was performed to select the antimicrobial activity of entomopathogenic fungi from Korea soils against plant pathogenic bacteria *Ralstonia solanacearum* and plant pathogenic fungi *Botrytis cinerea* using dual culture technique on SDYA. In addition, we also performed to screening of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radicals scavenging activity compounds from liquid culture filtrates of entomopathogenic fungi and investigate to it's anticancer activity. As results, 12 isolates, 6 isolates and 25 isolates showing of these fungal metabolites produced antibacterial, antifungal and radicals scavenging activity compounds, respectively. The preferential antimicrobial and radical scavenging activities give evidence that these entomopathogenic fungal metabolites might be useful as a source for plant pathogen control and pharmaceutical interests.

Key words: entomopathogenic fungi, bioactivity, dual culture, fungal metabolites

P200

콩풍뎡이(*Popillia mutans*)의 장내세균인 *Pseudomonas aeruginosa*의 식물병원성 곰팡이에 대한 항균활성

오산나, 진나영, 이유경, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

곤충의 장내세균은 곤충 내에서 곤충의 소화, 발육, 번식, 생존 등 여러가지 역할을 하는 것으로 밝혀져 있다. 특히, 여러 물질을 분해하는 물질을 분비하거나 항생물질을 분비하기도 한다. 콩풍뎡이(*Popillia mutans*)에서 *Pseudomonas aeruginosa* 외에 4종의 균주가 확인되었으며 이 균주들을 *Alternaria solani*, *Botrytis cinera*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* 6종의 병원균과 함께 PDA배지에서 대치배양하여 항균활성을 본 결과, *Ps. aeruginosa* 균주가 *A. solani*, *B. cinera*, *C. gloeosporioides*, *F. oxysporum*, *P. capsici* 5종의 병원균 모두에 항균활성을 갖는 것으로 나타났다. 특히, *B. cinera* 와 *P. capsici*에 대해 비교적 높은 항균활성을 갖는 것을 볼 수 있었다.

검색어: 콩풍뎡이(*Popillia mutans*), 장내세균, *Pseudomonas aeruginosa*, 항균활성

P201

넝(Neem)과 고삼 기반의 식물성살충제가 굴굴나방 및 기생봉 천적의 발생에 미치는 영향

현승용, 김동순*

제주대학교 생명자원과학대학 곤충생태학실험실

주로 잎에 굴을 만들어 피해를 주는 굴굴나방 *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Phyllocnistidae)은 노지 감귤인 경우 7월 하순이후 여름순과 가을순에 피해를 주고, 피해 부위로 감귤 궤양병 병원균이 침입하여 과원에 궤양병의 발생을 촉진하므로 농가에 방제비용의 부담을 주고 있다. 본 실험은 친환경 농가에 굴굴나방 방제방안을 제시하고자 기계유제 150배 처리, 고삼(상표명: 경농 보검) 및 넝(상표명: 동방아그로 푸른꿈) 기반의 제형화된 약제를 감귤포장에서 처리하였다. 넝과 고삼약제는 1000배에 기계유 150배를 혼용 처리하였으며, 모든 처리는 7일 간격으로 3번 살포하고, 5개 신초를 채취하여 피해 잎 수와 기생봉의 기생여부를 조사 하였다. 처리결과 기계유제 단용처리는 굴굴나방에 대한 효과가 없었고, 넝 또는 고삼 약제를 기계유유제와 혼용하여 처리하였을 때는 효과가 높게 나타났다. 그리고 무처리구와 기계유제 단용 처리구에서 굴굴나방 천적 기생봉들이 발생되었으며, 시간이 지남에 따라 굴굴나방 발생을 억제하고 있음을 볼 수 있었다.

*교신저자: dongsoonkim@jejunu.ac.kr

검색어: 굴굴나방, 기생봉, 넝, 고삼, 기계유유제, 감귤

P202

알래스카 토양에서 나방류 해충에 살충활성을 나타내는 *Bacillus thuringiensis* 균주 탐색

이유정, 진나영, 오산나, 전미진, 서미자, 윤영남, 유용만

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

미국 알래스카주 Anchorage 지진공원과 Denali cantwell 토양에서 분리된 *Bacillus thuringiensis*(이하 *B.t*) 균주에서 나방류 해충에 살충활성을 나타내는 새로운 균주를 선발하였다. *B.t*는 친환경농업에서 주요 작물보호 농자재로 사용되는 생물농약으로 곤충병원성세균이다. δ -내독소는 곤충이 섭식할 때에 중장세포막에 결합하여 이를 파괴하여 영양분의 흡수를 제한하여 치사에 이르게 한다. 선발한 균주의 내독소 단백질을 위상차현미경으로 관찰한 결과 spore와 crystal 형태를 확인하였다. 난방제 해충인 담배거세미나방(*Spodoptera litura*), 파밤나방(*Spodoptera exigua*), 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대해 다른 균주와 비교 검토하였다. 단백질 패턴 분석과 담배거세미나방(*S. litura*), 파밤나방(*S. exigua*) 중장액을 처리하였을 때 분해억제정도를 보기위한 SDS-PAGE를 수행하였다. SDS-PAGE의 단백질 패턴 분석 결과로 plasmid DNA 전기영동을 하여 패턴의 차이를 분석하였다. 또한, 균주에서 *CryI* 내독소 유전자가 존재하는 것을 확인하기 위하여 PCR을 수행하였다.

검색어: *Bacillus thuringiensis*, 담배거세미나방, 파밤나방

RNA interference of chitinase gene in *Spodoptera litura*

**Mijin Jeon, Nayoung Jin, Sanna Oh, Youkyoung Lee, Mija Seo,
Youngnam Youn, Yongman Yu**

Applied biology, College of Agriculture Life Science, Chungnam National University

RNA interference(RNAi) is the method which controls phenotypes of gene in live cells. Chitinase is the enzyme helping digestion and absorption of old cuticles during the ecdysis of insects. In order to investigate molting-inhibition effect with the chitinase related gene in *Spodoptera litura*, RNA was extracted from the 5th instars. cDNA was synthesized and then we obtained about 645bp size chitinase. After PCR products were cloned into a pGEM T-easy vector, colonies were picked. DNA was extracted from the colony cultures. *EcoR I* enzyme was used to check whether PCR products were inserted or not. To synthesize the dsRNA, each DNA was cut with *Spe I* and *Nco I* enzymes. After synthesis, of dsRNA, approximately 5 μ l dsRNA was injected into the 3rd abdominal segment of *S. litura* 4th larvae. We confirmed insects that were phenotypically abnormal - for instance molting inhibition, change of integument color, malformation.

Key words: RNA interference, *Spodoptera litura*, Chitinase, abnormal phenotype

배과원에서 천적 풀잠자리, *Chrysoperla nipponensis*를 이용한 배 가루깍지벌레 방제효과

이영수¹, 이현주, 장명준, 정구현, 함은혜²

경기도농업기술원, ¹환경농업연구과, ²(주)오상킨섹트

배 깍지벌레는 년 2~3회 발생하며 수세를 떨어뜨리고 기형과를 유발하여 피해가 심할 경우 15~20% 피해를 초래할 수 있다. 국내 토착종인 천적 풀잠자리 *Chrysoperla nipponensis*는 깍지벌레를 포함해 진딧물, 가루이류 등을 포식하는 광식성 곤충이다. *C. nipponensis*의 깍지벌레 포식력 검정 및 연중사육기술에 관한 선행기술을 바탕으로 본 연구는 경기도 안성시 배과원(친환경)에 심각한 피해를 주고 있는 가루깍지벌레를 *C. nipponensis*를 이용해 생물학적 방제효과를 검정하고자 수행하였다.

5월 상순부터 7월 상순까지 3회 접종하는 방식으로 처리간 접종시기를 달리하였다. 처리전 가루깍지벌레 발생밀도는 처리당 10~12마리 수준이었고, *C. nipponensis*는 한그루를 1반복으로 반복당 30마리씩 총 3반복 처리하였다. 깍지벌레 발생밀도는 지상으로부터 2m 이내의 가지까지 조사하였으며, 봉지씌우기 이후에는 무작위로 반복당 30개 과실을 조사하였다.

*C. nipponensis*를 총 2차 접종 후 가루깍지벌레 방제효과는 처리간 43.0~64.5% 수준이었으며, 3차 접종 후 방제효과가 증가하여 9월 중순에는 82.8~89.0%로 높은 방제효과를 보였다. 깍지벌레 산란기~부화기 집중 투입하여 방제효과를 향상시킬 수 있을 것으로 사료되며, 향후 적산온도 등을 이용한 천적의 투입시기를 결정, 친환경 배 재배시 이용 농자재의 *C. nipponensis*에 대한 영향평가 등도 연구되어야 할 것이다.

검색어: 배, *C. nipponensis*, 천적, 가루깍지벌레, 생물적 방제

경기지역 청경채 주요 해충 및 천적곤충의 발생양상

이영수¹, 이현주, 장명준, 정구현, 이진구²

¹경기도농업기술원 환경농업연구과, ²경기도농업기술원 소득자원연구소

청경채(*Brassica campestris* L. ssp. *chinsensis*)는 중국이 원산지로서 영양학적으로도 우수하며 재배가 용이하여 우리나라는 1980년대부터 재배되어 현재는 경기 용인지역을 중심으로 생산되고 있는 대표적인 소면적 쌈채소 중의 하나이다. 청경채의 2012년 가락시장 거래량과 거래물량은 각각 15,180백만원, 9,619톤에 달하며 이중 경기지역 출하량은 99.2%에 달하고 있다. 반면 병해충에 연구는 미미하여 피해발생시 조기대책 수립의 걸림돌이 될 수밖에 없다. 따라서 본 연구는 청경채 주산지인 용인, 화성지역에서 해충 및 천적곤충의 종류 및 발생에 대한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

조사결과, 경기지역 청경채 주요 해충으로는 나비목 9종, 노린재목 2종, 벌목 1종, 딱정벌레목 1종, 파리목 1종, 메뚜기목 1종 등 총 15종이 조사되었다. 또한 천적 동물로는 곤충 2종(벌목 1, 풀잠자리목 1), 거미류 1종, 양서류 1종이 조사되었다. 잎을 주로 이용하는 점을 고려할 때 가장 큰 피해를 주는 해충으로는 나비목, 벌목, 파리목 등이었으며, 향후 생물적 방제를 위해 파리목과 풀잠자리목 등 천적곤충의 이용도 고려해 보아야 할 것으로 사료된다.

검색어: 청경채, 해충, 천적

P206

단감원에서 풍보기생파리에 대한 선택독성

정부근, 임유진, 이홍수, 최시림, 이상대

경남농업기술원 친환경연구과

단감원에서 노린재류의 천적인 풍보기생파리의 보호를 목적으로 노린재류에 등록된 약제를 중심으로 선택성 시험을 수행하였다. 풍보기생파리는 2013년 경남 진주시 문산읍과 금산읍에 소재한 단감원 3곳에서 끈끈이트랩(황색, 35 x 25 cm, 그린아그로텍)에 갈색날개노린재 페로몬(*EEZ-2,4,6-decatrienoate* 40mg)을 부착하여 채집한 후 실험실로 가져와 약제 처리를 하였다. 풍보기생파리의 암수 성충에 대한 4종 약제의 살충 검정은 소형분무기(40mL)를 이용해 처리하였다. 소형분무기에 각 약제별 추천농도로 물에 희석하여 끈끈이트랩에 부착된 풍보기생파리 한 마리씩 1회 분무하였다. 무처리는 처리구와 같은 방법으로 물만 분무하였다. 분무 후 3, 24시간 후의 보정사충율을 구하였으며 붓으로 살짝 건드려서 움직임이 없는 것은 사충으로 간주하였다. 썩덩나무노린재는 Black light trap을 이용하여 야간에 채집한 후 1세대를 실내에서 증식한 후 실험에 사용하였다. 시험방법은 감나무의 작은 가지에 추천농도로 약제처리 한 후 공시충이 탈출하지 않도록 공간과 감 먹이를 제공한 후 방사하였다. 방사후 24, 48, 72시간 후에 생사충을 조사하였다. 조사 결과 비펜스린수화제가 비교적 높은 선택성을 나타내었다.

검색어: 단감, 풍보기생파리, 썩덩나무노린재, 살충제, 방제

P207

Isolation and virulence assay of three entomopathogenic fungus for the microbial control of *Spodoptera exigua*.

**Ji Hee Han, Hyeong Gyeong Kim, Hun Tae Lim,
Jeong Jun Kim and SangYeob Lee**

Agricultural Microbiology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon,
441-707, Republic of Korea.

Beet armyworm, *Spodoptera exigua* are difficult to control using chemical insecticides because of the development of insecticide resistance. For eco-friendly beetle armyworm managements, various control agents are required. Entomopathogenic fungus is one of promise control agents as an alternative to chemical control agent. We isolated entomopathogenic fungi from soil samples of suwon by insect-bait method using *Galleria mellonella* and conducted bioassay to larva of beetle armyworm. As a result of bioassay isolate FG274, FG340, FG344 had high virulence as 100% against second instar larva of *S. exigua*. To identify the fungus isolates, their's morphological characteristic was observed and ITS of 18srRNA was sequenced. ITS sequence of FT274, 340, 344 were highly matched (100%) to that of *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*. To investigate the optimal concentration, three isolates were sprayed at three different concentration(1×10^6 , 10^7 and 10^8 conidia/ml) in laboratory conditions.

Key words: entomopathogenic fungus, beetle army worm

감귤원에 발생하는 응애류의 효율적인 방제법 연구

황록연, 현재욱

농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장

제주도 감귤원에 발생하는 응애류에 대한 저항성을 유발하지 않는 방제법에 대해 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 응애류의 피해가 예전에 비해 많이 줄었지만 여전히 감귤에 발생하는 주요해충이며 특히 녹응애는 2011년부터 그 발생 지역이 늘어나고 있는 실정이다. 감귤에서 관행적으로 검은점무늬병을 방제하기 위해 살포하는 만코지수화제의 경우 녹응애에 대해 3일차 방제가 79.2%, 7일차 방제가 100%를 나타냈으며 석회유황의 경우 3일차 91.2%, 7일차 90.4%의 방제가를 나타내었다. 기계유 200배의 경우 81.1%, 98.8%를 나타내 대조로 사용된 파라포핀스 54.8%, 100%와 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 굴응애의 경우 저항성이 생기지 않는 유기농자재인 기계유유제를 이용해 방제하는데 굴응애 알에는 직접적인 영향을 주지 못하는지에 대한 실험을 실시하였다. 그 결과 기계유유제 750배 농도에서는 7일차 생충률이 7%로 나타났으며 기계유유제 1000배와는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 750배 이상의 농도에서는 굴응애 알에 직접적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

검색어: 감귤, 녹응애, 굴응애, 기계유유제

사탕무씨스트선충 방제효과 검정 방법

이나리, 김동우, 전재용*

농림축산식품부 동식물연구부 식물검역기술개발센터

사탕무씨스트선충 박멸프로그램 시범사업 포장(태백시 원동)에 활용할 방제효과 확인용 씨스트선충을 투입하기 위해 태백시, 삼척시, 정선시에 사탕무씨스트선충이 감염된 배추포장에서 토양을 채집하여 씨스트선충을 분리하였다. 분리한 씨스트선충을 바이알병에 넣고, 모래를 채운 후 솜으로 입구를 막았다. 씨스트선충이 들어있는 바이알병을 방제구 깊이에 맞춘 씨스트선충 투입용 파이프에 모래를 채우며 10cm간격으로 넣었다. 이 파이프는 바이알병 및 모래가 유출되지 않도록 천을 이용하여 밀봉조치후 방제구내에 투입하였다. 투입된 씨스트선충 방제효과 검정은 배추 포트 재배 하여 씨스트선충 부착 여부를 확인하는 방법인 점밀검정과 씨스트선충을 염색하여 알의 활력을 확인하는 방법인 씨스트선충활력검정(생물활성검정)이 있다. 생물활성검정은 점밀검정보다 효율적이며, 시간이 단축되고, 비교적 간단한 방법이다. 방제효과를 검정하기 위해 예비실험으로 살아있는 씨스트선충과 열처리한 씨스트선충을 생물활성검정을 통해 비교하고자 하였다.

검색어: 사탕무씨스트선충, *Heterodera schachtii*, 생물활성검정

솔수염하늘소 성충에 대한 방제약제의 연막살포 효과

김동수¹, 김준범², 정영진³

¹국립산림과학원 남부산림자원연구소

²난대아열대산림연구소

³산림병해충연구과

소나무재선충병 피해예방을 위하여 매개충인 솔수염하늘소 성충에 대해 연무 연막기를 이용한 방제효과를 알아보았다. 실험에 사용된 약제는 소나무재선충병 매개충 방제약제 3종과 방역용으로 사용되고 있는 약제 2종을 사용하였다.

매개충에 대해 직접 및 간접처리하여 치사율을 조사한 결과 처리 24시간 경과 후 메프치온 유제(50%), 티아메톡삼 분산성액제(15%)의 경우 50배 희석액에서도 각각 0~33.3%의 치사율을 보였지만 티아클로프리드 액상수화제(10%) 100배 희석액 직접, 간접처리구 모두 88.9%의 살충율을 보였다. 티아클로프리드 액상수화제(10%)를 소나무재선충병 피해지에 살포한 후 소나무 고사목 발생 모니터링을 실시한 결과 1ha 처리구에서는 7월에 12본(23.5±9.7cm), 10월에 12본(22.8±5.4cm)의 고사목이 나타났으며, 2ha 처리구에서는 7월에 12본(21.1±5.6cm), 9월에는 33본이(22.1±8.0cm)의 고사목이 발생하였다. 이들 살포지역에서 연막살포 3~6일 경과 후 소나무의 하부 가지를 채취하여 매개충에 대한 살충효과를 본 결과 16.0~19.0%였다.

방역용 약제 비펜스린 2종에 대하여 매개충에 대한 연막살포효과를 조사한 결과 직접살포시 100배 희석액에서는 24시간, 48시간 경과 후 각각 33.3, 88.9%의 살충효과를 보였지만 500배 희석액에서는 24, 48시간 경과후 22.2, 44.4%의 살충효과를 보였다. 간접살포시에는 100배 희석액의 경우 24시간, 48시간 경과 후 22.2%, 55.6%의 살충율을 보였고, 500배 희석액에서도 11.1%, 77.8%의 살충효과를 보였다. 이들 약제에 대해 살포거리 및 혼용효과에 따른 매개충 방제효과를 알아 본 결과 비펜스린 약제를 10m, 30m 거리에서 살포(100배 희석액)한 결과 10m 거리에서는 24시간 이내에 100% 살충율을 보였지만 30m 거리에서는 75.0%의 살충효과를 보였다. 비펜스린과 티아클로프리드 약제를 혼용(200배 희석)하여 살포한 결과 10m 거리에서는 24시간 경과 후 80.0%, 30m 거리에서도 24시간 경과 후 80.0%의 살충효과를 보였다.

P211

곤충병원성곰팡이와 식물추출물의 혼합농도에 따른 해충별 살충효과 규명

박제경, 홍석일, 이재준, 김영권

고려바이오(주) 부설 농업생명과학기술연구소

곤충병원성곰팡이를 이용한 해충방제는 환경 친화적인 방제수단으로 농생태계에 지속적으로 해충밀도 억제효과를 발휘할 수 있으며, 외국에서는 범국가적 차원에서 많은 연구가 수행 중에 있다.

국내 친환경 유기농자재 목록공시에 등재되어 있는 244 종의 작물충해관리용 자재 중 미생물로 등록되어 있는 자재는 51종으로 약 21%, 식물성 추출물이 원료로 등록되어 있는 자재는 141종으로 약 57% 이상을 차지하고 있다.

본 연구에서는 미생물과 식물추출물이 가지는 각각의 효과를 상호 보완하여 곤충병원성곰팡이와 식물추출물 합제의 제형화 연구와 더불어 혼합농도 구배에 따른 살충 효과를 검정한 결과, 산업화 적용 시 경제성을 검토하였을 경우 곤충병원성곰팡이 1×10^7 cfu/ml, 고삼추출물 1,000 ppm의 혼합농도에서 각각의 단독 처리구보다 높은 살충률을 보였으며 경시변화에 따른 약효 저하현상 없이 지속됨을 알 수 있었다.

곤충병원성곰팡이와 식물추출물 합제의 제형화는 장기간 미생물 밀도 안정성이 낮은 것으로 판단되어, 이를 보완하기 위해 식물추출물에 곤충병원성 곰팡이가 생산하는 2차 대사산물을 합제하는 제형화 연구를 진행 중에 있다.

검색어: 곤충병원성 곰팡이, 식물추출물, 고삼추출물, 혼합농도, 제형화

P212

실내에서 봉산 먹이 미끼가 애넓적밀빠진벌레의 살충률에 미치는 영향

장용석, 김용근, 권순화, 오성오, 김상희, 현진아, 김동순

제주대학교 식물자원환경전공 곤충생태학실험실

애넓적밀빠진벌레(*Epuraea domina* Reitter)는 딱정벌레목(Coleoptera) 밀빠진벌레과(Nitidulidae)에 속하는 작은 곤충으로 감귤에는 방화해충으로 알려져 있다. 성충의 크기는 약 2~3 mm 정도로 황갈색을 띠며, 감귤 꽃 개화기에 성충이 꽃에 발생하여 자방을 갉아먹거나 발톱으로 상처를 내어 과실의 표면 콜크화 상처 피해를 유발하므로 초기 방제가 필요한 해충이다. 본 연구는 독 미끼를 이용한 애넓적밀빠진벌레의 효과적인 방제전략을 수립하는데 기초자료로 활용하고자 감귤 부산물에 봉산을 농도별로 혼합하여 살충효과를 평가하였다. 봉산용액은 0.5%, 1%, 2% 농도로 조제하였으며, 독 먹이는 감귤 과피를 이용하여 만든 분말가루 5g에 봉산용액에 사용된 농도를 각각 10ml씩 혼합하여 3가지 농도의 혼합 먹이를 만들어 사용하였다. 봉산용액 단독으로는 24h 후 0.5%, 1%, 2% 농도별 각각 4%, 34%, 66% 살충률을 보였으며, 48h에는 각각 72%, 96%, 100%의 높은 살충률을 보였다. 72h 시점에는 0.5%농도에서 98%, 1%의 농도에서 100%의 살충률로 모든 처리에서 높은 치사율을 보였다. 독미끼 평가에서는 24h에는 모든 처리에서 살충률이 0%로 나타났으며, 48h에는 2% 용액 혼합 먹이만 14% 살충률을 보였다. 72h 시점에는 0.5% 농도에서는 2%, 1%농도에서는 34%의 살충률을 보였으나, 2% 농도에서는 96%의 높은 살충률을 보였다.

검색어: 애넓적밀빠진벌레, 감귤, 봉산, 독미끼, 독성평가

P213

Larvicidal activity of medicinal plant extracts and lignan identified in *Phryma leptostachya* var. *asiatica* roots against house fly (*Musca domestica* L.)

**Il-Kwon Park, Seon-Mi Seo, Yoon-Mi Jeon, Sung-Woong Kim,
Hwa-Jeong Yeom and Hyo-Rim Lee**

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

Medicinal plant extracts from 27 plant species in 20 families were tested for their larvicidal activity against house fly, *Musca domestica* (L.). Responses varied with plant material and concentration. Among plant species tested, *Phryma leptostachya* var. *asiatica* showed 100% larvicidal activity against *M. domestica* at 10 mg/g concentration. Larvicidal activities of *Atractylodes japonica*, *Saussurea lappa*, *Asiasarum sieboldi*, and *Gleditsia japonica* var. *koraiensis* were 89.3, 85.3, 93.3 and 96.6% at 10 mg/g concentration, respectively. Extracts of *Prunus persica*, *Curcuma longa* and *Paeonia moutan* produced moderate activity. Larvicidal activity of other plant extracts was less than 50%. Among test plant species, *Phryma leptostachya* var. *asiatica* showed the most potent larvicidal activity. The active constituent of *P. leptostachya* var. *asiatica* roots was identified as the leptostachyol acetate by spectroscopic analysis. The LC₅₀ values of leptostachyol acetate against *M. domestica* larvae was 0.039 mg/g. Naturally occurring medicinal plant extracts and *Phryma leptostachya* var. *asiatica* root-derived compounds merit further study as potential house fly larval control agents or lead compounds.

Key words: Medicinal plants, house fly larvicide, *Phryma leptostachya* var. *asiatica*, lignans

P214

Development of Eco- Friendly Agent by Actinomycetes and Plant Extracts controlling in Plant Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* sp.)

Sangdong Bae, HeeSoo Jang and Jongsang Chung*

Biotech Idea Group Co., Ltd

The BIG11003 strain was isolated as protein-degrading actinomycetes from cucumber farm. The effect of plant natural resources (*Azadirachta indica* L and *Sophora angustifolia*) of juveniles and the hatching of eggs of *Meloidogyne* sp. were examined the laboratory. The nematicides (fosthiazate), actinomycetes protease and *S. angustifolia* extract resulted in 45.6, 46.6 and 51.23% mortality of J2 of *M. incognita*. The nematicides (fosthiazate), *A. indica* L and *S. angustifolia* extract resulted in 2.06, 3.96 and 6.22% hatch of egg of *M. incognita*. Anti-nematode activity test had done after the formulation of liquid (Nemastar) with mixture of additives and inerts into selected highly active natural material and actinomycetes protease. In pot and field experiments, the nemastar had good control efficacy against plant root-knot nematodes. Anti-nematode activity of strain BIG11003 from phylogentic analysis based on 16S rDNA sequences, it is suggested the *Streptomyces koyangensis*.

Key words: Plant Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* sp.), Plant natural resources, Protease producing Actinomycetes, Biocontrol

P215

Toxicity of Plant Essential Oils and Spray Formulation against Citrus Flatid Planthopper *Metcalfa pruinosa* Say (Hemiptera: Flatidae)

**Jun-Ran Kim, Chang Woo Ji, Bo Yoon Seo, Chang Gyu Park,
Kwan-Seok Lee and Sang-Guei Lee**

Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural
Science, Suwon 441-853, Republic of Korea

The insecticidal activity of 120 plant essential oils and control efficacy of six experimental spray formulations (SF) containing the oils (SF-0.25, 0.5, 1, 2.5, 5 and 10% sprays) against both nymph and adult of citrus flatid planthopper, *Metcalfa pruinosa*, was examined using a direct contact application. Responses varied according to dose (1000 mg litre⁻¹ and 500 mg litre⁻¹). Based on 24 h exposure in leaf dipping assay at 1000 mg litre⁻¹ strong mortality was observed in more than 19 essential oils among 130 was screened. At 500 mg litre⁻¹ very strong mortality (100%) was observed in cinnamon technical, cinnamon green leaf, cinnamon #500, cassia tree, citronella java and penny royal followed by origanum, thyme white, grape fruit, savory, fennel sweet, aniseed and cinnamon bark (93.3-80%) showed considerable mortality against nymphs of *M. pruinosa*.

The moderate mortality was found in thyme red, tagette, calamus, lemon eucalyptus and geranium (73.3-60%). The other oil has low or very low mortality against *M. pruinosa*. The oil applied as SF-10% sprays provided 100% mortality against adult *M. pruinosa*. In particular cinnamon technical showed very strong (>SF-0.5=100%) effect followed by cinnamon #500 (>SF-2.5=100%), cinnamon green leaf (>SF-2.5=100%) and penny royal (>SF-2.5=100%) respectively. Global efforts to reduce the level of highly toxic synthetic insecticides in the agricultural environment justify further studies on the active essential oils as potential larvicides for the control of *M. pruinosa* populations as direct spray with contact action.

Key words: Citrus flatid planthopper, *Metcalfa pruinosa*, Plant essential oils, Botanical insecticide, Leaf dipping, Spray formulation

P216

Acaricidal activity of identified constituents from *Pimenta racemosa* and *Cymbopogon martini* essential oils toward *Dermatophagoides farinae*

Jun-Ran Kim¹, Haribalan Perumalsamy², Sang-Guei Lee¹ and Young-Joon Ahn³

¹Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science, Suwon 441-853, Republic of Korea

²Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

³WCU Biomodulation Major, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Republic of Korea

The toxicity of bay leaf (*Pimenta racemosa*) and palmorosa (*Cymbopogon martini*) essential oils, and its constituents, and structurally related compounds to adult American house dust mites, *Dermatophagoides farinae* was examined. Both bay leaf (24 h LC₅₀, 131.95 µg/cm²) and palmorosa (24 h LC₅₀, 116.10 µg/cm²) essential oils were toxic to mites. The most active principles were determined to be citral, methyleugenol, eugenol, and geranyl acetate from both bay leaf and palmorosa oils. Citral (24 h LC₅₀, 1.13 µg/cm²), methyl eugenol (5.78 µg/cm²), eugenol (24 h LC₅₀, 12.52 µg/cm²) and geranyl acetate (24 h LC₅₀, 18.79 µg/cm²) were the most toxic. The toxicity of these compounds was more toxic than that of commercially available acaricides such as, benzylbenzoate (LC₅₀, 8.41 µg/cm²) and deet (37.67 µg/cm²). Potent toxicity was also observed with nerol, linalool and geraniol (LC₅₀, 21.44-54.61 µg/cm²). These compounds were consistently more toxic in closed versus open containers, indicating that their mode of delivery was largely a result of vapour action. Both bay leaf and palmorosa oil, and their constituents shown their potentials as effective alternatives for harmful synthetic acaricides for the control of *Dermatophagoides* populations as fumigants in contact and therefore illustrated the need for further study of these essential oils.

Key words: *Dermatophagoides farinae*, *Pimenta racemosa*, *Cymbopogon martini*, Botanical acaricide, Natural fumigant, Mode of delivery

P217

Bee-vectoring 기술에서 이용가능 미생물제제 선발 및 *Bacillus subtilis* Y1336 농가실증

박홍현, 김정준¹, 김광호, 이상계

국립농업과학원 작물보호과

¹국립농업과학원 농업미생물과

비벡터링(Bee-vectoring)은 벌통에 미생물제제가 담긴 분배장치를 내, 외부에 장착하여 벌들의 방화활동시에 미생물제제 전파활동을 동시에 수행하게끔 하는 기술로 국내에서는 최근들어 박 등(2009)에 의해 뒤영벌을 이용한 연구가 진행되어오고 있다. 이 기술을 이용하여 효과적인 병해충 방제를 위해서는 뒤영벌에 안전한 약제 선발이 중요한데, 본 연구에서 벌 활동수, 벌에 대한 사망률 결과를 토대로 암펠로마이세스 퀴스칼리스(*Ampelomyces quisqualis*) 94103 수화제, 바실루스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*) KBC1010 수화제 2종을 새롭게 선발하였다. 또한 벌통 입구에 설치하는 분배장치를 개선하였다. 기존에 선보였던 장치와 비교하면 벌통 아래에서 고정되는 형태에서 벌통 위에 고정될 수 있도록 하였고, 분배장치의 출입구를 전방쪽에서 측면방향으로, 이원화된 출입구가 하나가 되도록 개선하였다. 바실루스 서브틸리스(*B. subtilis*) Y1336을 이용하여 2013년 봄 작기에 완숙 토마토 재배농가에서 실증한 결과, 미생물제제 매개량이 높았고, 잣빛곰팡이병 병발생률이 낮아짐을 확인할 수 있어 이 기술의 현장 적용가능성이 높음을 확인할 수 있었다.

검색어: Bee-vectoring, 미생물제제, 농가 실증

P218

*Paenibacillus elgii*의 시판농자재와 혼합에 따른 배추좀나방 (*Plutella xylostella* L.)의 방제 효과 검정

왕아라¹, 신태영², 이용성¹, 우수동², 정우진¹, 한연수¹, 김길용¹, 김익수¹

¹전남대학교 농업생명과학대학

²충북대학교 농업생명환경대학

Paenibacillus elgii HOA73는 신규 개발된 미생물 제제로 작물생장 및 병원균 방제 등 다양한 효능에 대한 연구가 수행중이다. 본 연구는 *P. elgii* 배양액의 배추좀나방 살충률 제고와 시판농자재 사용량 감소를 통한 방제비용 절감을 위하여 시판 친환경 농자재(1000배 ~ 10,000배)와 *P. elgii* 농도별($5 \times 10^7 \sim 9 \times 10^7$) 혼합 살포에 따른 살충효과를 분석하고자 하였다. 속효성과 약효성이 높은 세 종류의 시판 농자재를 선발 한 후 이들의 희석 배율과 *P. elgii*의 배양액 농도별 혼합 실험 결과, 시판 농자재는 권장 희석액의 두 배 희석농도(5×10^7 농도의 *P. elgii* 배양액)에서도 세 종류 모두 72시간내 96% 이상의 살충력을 나타내었다. 이들에 대한 복숭아혹진딧물과 점박이응애에 대한 혼합 살충력 분석결과, 복숭아혹진딧물의 경우 권장 희석액의 두 배 희석농도(5×10^7 농도의 *P. elgii* 배양액) 역시 80% ~ 100%의 살충력을 그리고 점박이응애의 경우 모두 100%의 살비력을 나타내었다. 이로써 시판 친환경농자재를 *P. elgii* 배양액과 혼합하여 사용할 경우 친환경농자재 단독 처리시 보다 최소 반의 가격 절감효과가 있으며 하나의 약재를 이용하여 저작성 배추좀나방과 흡즙성의 복숭아혹진딧물과 점박이응애를 동시에 방제할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 소포장 검정과 확장된 실내검정을 통해 작물생장 및 병원균 방제에 효능을 갖고 있는 *P. elgii*의 적용범위에 대한 추가 연구를 수행하고자 한다.

검색어: *Paenibacillus elgii* HOA73, 배추좀나방, 복숭아혹진딧물, 점박이응애, 미생물, 해충방제

P219

방충 기피물질 처리 다층필름 포장소재에 대한 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)의 기피효과

나자현¹, 여상현², 류문일^{2,3}, 천용식¹

¹고려대학교 생명자원연구소

²(주)하이포스 R&C

³고려대학교 생명과학대학

식물유래 천연 방충 기피물질 처리 PE합지와 OPP합지 포장소재에 대한 화랑곡나방 유충의 기피효과를 조사하였다. 기피물질이 처리된 포장소재의 처리방식과 처리농도는 대조구(0%), core 3%, 5%, 외면 3%, 5%로 처리하였다. PE합지에서 유충 개체수는 core 3과 5%에서 처리면과 무처리면 간에 유의한 차이를 보이지 않았으나(대조구: $t=0.27$, $df=8$, $P>0.05$, 3%: $t=0.76$, $df=8$, $P>0.05$, 5%: $t=2.05$, $df=8$, $P>0.05$), 외면처리의 경우 3%, 5% 처리 모두에서 처리면과 무처리면 간 유충 수에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(3%: $t=-5.66$, $df=4$, $P<0.05$, 5%: $t=-41.01$, $df=4$, $P<0.05$). OPP합지의 경우도 core 3, 5%에서 처리면과 무처리면 간 차이를 보이지 않았으나(3%: $t=-1.71$, $df=14$, $P>0.05$, 5%: $t=-1.59$, $df=14$, $P>0.05$), 외면 3, 5%에서 처리면, 무처리면 간 유충 개체수에서 유의한 차이를 보였다(3%: $t=-2.65$, $df=14$, $P<0.05$, 5%: $t=-3.74$, $df=14$, $P<0.05$).

이러한 결과는 동일한 기피물질이라 하여도 포장소재 제작 공정 시 기피물질의 처리 위치에 따라 해충의 기피효과가 확연히 달라질 수 있음 보여준 것이며, 기피물질 처리 농도 또한 포장소재 제작 시 신중하게 고려하여 결정되어야 할 것이라는 것을 보여주는 것이다.

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

검색어: 방충기피물질, 식품포장, 다층필름포장재, 저장해충, 화랑곡나방

**Functional characterization of cellulase gene
endo- β -1,4-glucanase from the lower termite
*Coptotermes gestroi***

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

¹Department of Agricultural Biology, Seoul National University

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

The aim of this study is to analyze the functional activity of an endo- β -1,4-glucanase from the wood dwelling lower termite *Coptotermes gestroi*. Full length cDNA sequences of the endo- β -1,4-glucanase were obtained by primer walking in conjunction with Rapid Amplification cDNA Ends. With the obtained full length sequences, primers for amplifying open reading frame (ORF) excluding the signal peptide and glycoposphatidylinositol anchor were designed. Amplified endo- β -1,4-glucanase fragment was cloned and expressed using pET30(+) expression vector in BL21 *E.coli* strain. Expression of endo- β -1,4-glucanase was confirmed by Western blotting and the result revealed that only full ORF was expressed. The cellulase activity of protein preparations from the induced and non-induced cells was analyzed with Congo Red assay with the cellulase from *Aspergillus niger* (Sigma Aldrich) as a positive control. The activity of *C. gestroi* endo- β -1,4-glucanase was significantly higher than those observed in the positive control and the enzyme preparation from non-induced cells. Therefore, this study confirmed that *C. gestroi* endo- β -1,4-glucanase had a function of cellulose hydrolysis.

Key words: *Coptotermes gestroi*, endo- β -1,4-glucanase, cellulase, Congo Red assay

P221

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

천용식¹, 여상현², 류문일^{2,3}, 나자현¹

¹고려대학교 생명자원연구소

²(주)하이포스 R&C

³고려대학교 생명과학대학

이전 연구의 12종 한약재 이외에 저장해충에 기피효과를 보인다고 알려진 3종류의 한약재 애엽(*Artemisia princeps*), 인진(*Artemisia capillaris*), 정향(*Syzygium aromaticum*)과 특히, 정향을 토대로 한 4종류 한약재의 혼합 추출물에 대한 화랑곡나방과 어리쌀바구미의 기피효과를 조사하였다. 애엽과 인진에서 화랑곡나방 유충은 기피효과를 보이지 않았으나(애엽: $t=0.25$, $df=48$, $P>0.05$, 인진: $t=-1.0$, $df=46$, $P>0.05$), 정향의 경우 유의한 기피효과를 나타냈다(정향: $t=2.97$, $df=48$, $P<0.05$). 어리쌀바구미 성충은 3종류 추출물 모두에서 기피효과가 있는 것으로 나타났다(애엽: $t=12.10$, $df=48$, $P<0.05$, 인진: $t=10.95$, $df=48$, $P<0.05$, 정향: $t=22.12$, $df=48$, $P<0.05$). 혼합 추출물에서 처리구와 무처리구 간 화랑곡나방 유충 수의 차이는 유의하지 않았다(정향+목적+몰약: $t=-1.93$, $df=48$, $P>0.05$, 정향+석창포+선향: $t=-0.22$, $df=48$, $P>0.05$, 정향+백강잠+삼내자: $t=-1.47$, $df=48$, $P>0.05$). 어리쌀바구미 성충의 경우 4종류 혼합 추출물에서 기피효과를 보였다(정향+건강+구척: $t=4.99$, $df=44$, $P<0.05$, 정향+백강잠+삼내자: $t=14.91$, $df=48$, $P<0.05$, 정향+목적+몰약: $t=4.71$, $df=48$, $P>0.05$, 정향+석창포+선향: $t=5.45$, $df=48$, $P>0.05$). 이러한 결과는 추출물의 단독 처리보다는 기피효과를 보이는 여러 추출물을 혼합하여 처리 할 경우 기피효과가 더 효과적일 수 있는 사실을 보여주었다.

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

검색어: 화랑곡나방, 어리쌀바구미, 한약재추출물, 방충기피효과

벼메뚜기 연중생산을 위한 난의 저장 기간 및 온도 조건

강성주, 김정은, 김현진, 김선곤, 최향철

전남농업기술원 곤충잡업연구소

메뚜기는 식용으로 이용한 곤충의 하나로 이용되어 왔으나 연 1회 생산으로 경제성이 낮아 산업화가 어려운 실정이다. 본 연구는 연중 생산 또는 연 다세대 번식 기술의 개발을 위하여 휴면타파와 부화와의 관계를 알아보기 위하여 수행되었다. 산란된 벼메뚜기 알을 25°C에서 5일, 10일, 15일, 20일 동안 처리 후 8°C에서 저온 저장하여 부화율을 조사한 결과 부화율이 10일 처리에서 92.8%로 가장 높았고, 5일, 15일, 20일 처리에서는 각각 77.4%, 88.1%, 80.4%로 떨어졌다. 온도(20°C, 24°C, 28°C, 32°C)별 전처리 후 휴면타파를 위한 저온 저장 조건 설정을 위하여 벼메뚜기 알을 4°C, 8°C에 저장한 후 부화율과 부화소요일수를 조사하였다. 그 결과 부화율을 90% 이상으로 비슷하였으나, 부화소요일수는 4°C, 8°C 저장 시 20°C에서 52일, 35일, 24°C에서는 32일, 18일, 28°C는 22일, 13일, 32°C에서 17일, 8일로 8°C 처리에서 짧았다. 벼메뚜기 알의 한계 저온 저장기간은 245일~355일 동안 8°C에서 보관한 후 28°C에서 처리하였을 때 저장기간이 길어질수록 부화율을 감소하였으나 모든 처리에서 80% 이상 부화하였다. 이상의 결과로 벼메뚜기 알은 1년까지도 저온 저장하여 이용이 가능할 것으로 판단하였다.

검색어: 벼메뚜기, 휴면타파, 부화율, 저장기간, 저장온도

DNA barcoding of the Korean *Lymantria* Hübner, 1819 (Lepidoptera: Erebidae: Lymantriinae) for quarantine inspection

**Tae Hwa Kang¹, Kwang-Su Lee¹, Min Young Kim¹,
Su Bong Ha¹ and Heung-Sik Lee²**

¹Plant Quarantine Technology Center, Animal and Plant Quarantine Agency

²Animal and Plant Quarantine Agency, Yeongnam regional office

We carried out DNA barcoding of five Korean *Lymantria* species to establish identification references library for quarantine inspection. Total of 118 samples including 34 samples obtained through quarantine inspection, two from USDA, and one collected from Philiphine were used for this study. And 30 sequences of 10 species from GenBank of NCBI were used as reference sequences. In a result of DNA barcoding of the Korean *Lymantria* species, sequence divergence of 148 DNA barcodes ranged from null to 17.0%, intraspecific divergence from null to 1.0%, and interspecific divergence from 5.1 to 17.0%. In NJ tree, *L. dispar* contained three clusters, which were identified as *L. dispar asiatica*, *L. albescens*, and *L. xyliina*, respectively. *L. xyliina* was collected through quarantine inspection on a foreign merchant ship in Yeosu port, and *L. albescens* was obtained by pheromone trap on *L. dispar* installed in Busan port. And *L. monacha* known as single species in Korea was revealed as species complex with three species, *L. monacha*, *L. minomonis*, and *L. sugii*. In subspecies level, *L. dispar dispar* (EGM) built single cluster, but *L. d. asiatica* (AGM) and *L. d. japonica* showed as multiple cluster. Therefore, DNA barcoding lead to rapid and accurate identification in species level, but in subspecies level, only a taxon showing geographically far distance was discriminated from the others. And the results could provide a taxonomic outline of the Korean *Lymantria* fauna and might be used as identification reference for *Lymantria* species in quarantine inspection.

Key words: *Lymantria*, Lymantriinae, Erebidae, Lepidoptera, DNA barcoding, Korea, quarantine inspection

P224

Antimicrobial Activity of a Honeybee (*Apis cerana*) Venom Kazal-Type Serine Protease Inhibitor

**Bo Yeon Kim¹, Kwang Sik Lee¹, Feng Ming Zou¹, Hu Wan¹, Yong Soo Choi²,
Hyung Joo Yoon², Hyung Wook Kwon³, Yeon Ho Je³ and Byung Rae Jin¹**

¹College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Insect-derived Kazal-type serine protease inhibitors exhibit thrombin, elastase, plasmin, proteinase K, or subtilisin A inhibition activity, but so far, no functional roles for bee-derived Kazal-type serine protease inhibitors have been identified. In this study, a bee (*Apis cerana*) venom Kazal-type serine protease inhibitor (AcKTSPI) that acts as a microbial serine protease inhibitor was identified. AcKTSPI contained a single Kazal domain that displayed six conserved cysteine residues and a P1 threonine residue. AcKTSPI was expressed in the venom gland and was present as a 10-kDa peptide in bee venom. Recombinant AcKTSPI Kazal domain (AcKTSPI-Kd) expressed in baculovirus-infected insect cells demonstrated inhibitory activity against subtilisin A (K_i 67.03 nM) and proteinase K (K_i 91.53 nM), but not against α -chymotrypsin or trypsin, which implies a role for AcKTSPI as a microbial serine protease inhibitor. However, AcKTSPI-Kd exhibited no detectable inhibitory effects on factor Xa, thrombin, tissue plasminogen activator, or elastase. Additionally, AcKTSPI-Kd bound directly to *Bacillus subtilis*, *B. thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, and *Fusarium graminearum* but not to *Escherichia coli*. Consistent with these findings, AcKTSPI-Kd showed antibacterial activity against Gram-positive bacteria and antifungal activity against both plant-pathogenic and entomopathogenic fungi. These findings constitute molecular evidence that AcKTSPI acts as an inhibitor of microbial serine proteases. This paper provides a novel view of the antimicrobial functions of a bee venom Kazal-type serine protease inhibitor.

P225

폐버섯 배지를 먹이로 이용한 갈색거저리의 생육 특성

김선곤, 구희연, 오형근, 강성주, 김정은, 한지영, 최향철

전남농업기술원 곤충잡업연구소

갈색거저리(*Tenebrio molitor* L.)는 저장곡물을 가해하는 해충으로 알려져 있으나 최근에는 가축, 애완동물, 파충류 등의 먹이로 사용되고 있다. 갈색거저리 유충과 성충은 모두 건조한 사료를 좋아하므로 주사료의 함수량이 10~15%가 적당하다. 또한 사육과정 중에 수분을 보충하기 위하여 채소류, 배추, 무 등의 보조사료를 첨가하는 것이 생육에 도움이 된다. 갈색거저리 생육과 사료와의 관계를 알아보기 위하여 주사료(밀기울)와 폐버섯 배지(느타리, 새송이, 팽이, 표고)를 3가지 비율(70%:30%, 50%:50%, 30%:70%)로 조사하였다. 각 처리별 3반복 하였고, 대조구로 밀기울(100%)과 주사료+보조사료(100%+무)를 이용하였다. 갈색거저리의 유충 치사율은 부화 후 30일 이전에 전체 치사량의 90% 이상 조사되었고 대조구보다 폐버섯 배지 처리구가 높은 생존율을 보였으며 주사료, 폐버섯 배지 30%:70% 비율에서 높은 유충 치사율을 보였다. 유충기간은 느타리, 표고, 팽이버섯 배지 처리에서 짧았고, 새송이버섯 배지 처리에서 길었다. 용기간은 모든 처리구에서 유사하였고, 용화율은 느타리버섯 배지 처리에서 가장 높았으며 새송이, 팽이, 표고버섯 배지 30%:70% 처리에서 낮은 용화율을 보였다. 우화율은 모든 처리구에서 90% 이상으로 높았다. 그러므로 갈색거저리 대량사육시 사료비 절감을 위하여 주사료(밀기울)와 폐버섯 배지(느타리, 표고, 팽이)를 70%:30%으로 혼합하였을 때 가장 효과적인 것으로 판단된다.

검색어: 갈색거저리, 폐버섯 배지, 용화율, 우화율

갈색거저리의 건조방법별 항균활성과 항산화 효과

김현진, 김선곤, 김정은, 최향철

전남농업기술원 곤충잡업연구소

갈색거저리(*Tenebrio molitor* L.)는 전 세계적으로 분포하고 저장곡물을 가해하는 해충으로 알려져 있으나 대량사육 시스템이 구축으로 산업화에 용의하다. 현재 갈색거저리 유충은 가축, 애완동물, 파충류 등의 먹이로 제한적으로 사용되고 있어 갈색거저리를 활용하여 대체 사료로 외화절감, 친환경 사료, 항생제 대체 등 보다 안전한 가축생산으로 국민의 단백질 공급이 필요하다. 그러나 갈색거저리를 사료용 곤충으로 활용하기 위한 기초적인 연구로 항균활성, 항산화 효과 등 생리활성에 대한 연구가 필요한 실정이다. 그러므로 건조방법에 따른 생리활성을 확인하기 위하여 갈색거저리의 유충을 열풍건조와 동결건조 방법으로 건조하여 항균활성과 항산화활성을 측정하였다. 항균활성은 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 distilled water 순으로 분획하여 paperdisc 방법으로 측정하였고 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 균주에서 butanol과 물 추출물에서 항균활성이 나타났다. 추출물별 갈색거저리의 전자공여능은 ethanol, methanol, 물 추출물에서 50~70%의 항산화활성을 보였으며 열풍건조보다 동결건조에서 더 높은 항산화 효과를 나타냈다.

검색어: 갈색거저리, 건조방법, 항균활성, 항산화

벼메뚜기의 추출용매별 항산화활성 및 아질산염소거능

김현진¹, 강성주¹, 최향철¹, 정재희², 김수환², 김용두²

¹전남농업기술원 곤충잡업연구소

²순천대학교 식품공학과

식량위기와 환경문제를 해결할 대안으로 미래의 식량자원이자 고부가가치 식품인 곤충에 대한 관심이 증대되고 있다. 벼메뚜기(*Oxya chinensis sinuosa*)는 청정 지역에서만 자라는 곤충으로 예로부터 구황식품으로 이용하여 왔고 식품공전에 식품으로 등재되어 있다. 벼메뚜기는 영양성분을 다량 함유하고 있으며 아미노산 조성이 동물성 식품에 비해 낮지 않으며 고단백 식품으로 가치가 인정되고 있으나 현재까지 벼메뚜기를 이용한 식품이 다양하지 않아 벼메뚜기를 이용한 가공식품 개발이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 벼메뚜기의 최적 추출 조건에 따른 항산화활성과 아질산염소거능을 연구하여 가공식품 개발에 기초자료를 제공하고 자 한다. 시험에는 벼메뚜기의 성충을 동결건조 하였고 추출용매는 주정과 증류수를 이용하였다. 일반성분 분석 결과 수분 7~10%, 조단백 46~54%, 조지방 7~10%, 조회분 1.5~2.9%로 나타났다. 벼메뚜기는 70% 주정 추출물에서 70~92%의 높은 항산화활성을 보였으며 수컷보다 암컷에서 높게 나타났다. 아질산염소거능은 pH가 낮을수록 수컷보다 암컷에서 높은 경향을 나타냈다.

검색어: 벼메뚜기, 추출용매, 항산화, 아질산염소거능

P228

땅강아지, *Gryllotalpa orientalis* (Orthoptera: Gryllotalpidae)의 실내누대사육 연구

박영규, 정일순, 한옥순, 이영보¹, 최영철¹

(주)한국유용곤충연구소

¹국립농업과학원 산업곤충과

땅강아지의 누대사육을 위해 실내 사육용기(가로36×세로51×높이28.5cm, 50L)에 누대사육한 1세대를 2012년 10월에 접종하여 6개월 후 조사한 결과 2쌍을 접종한 사육상에서 자손수는 85.5 ± 15.2 (mean \pm SE) 개체이었고 충태별 약충 개체수는 3~5령이 52.0 ± 17.9 , 6~8령이 22.8 ± 11.0 , 성충 암컷 11.8 ± 2.5 , 수컷 4.3 ± 2.1 개체였다. 2세대 암컷 3개체를 2013년 4월에 접종하여 6개월 후 정상적으로 발육한 46.9%의 사육상을 대상으로 조사한 자손수는 55.8 ± 16.3 (mean \pm SE) 개체이었고 충태별 개체수는 2~3령이 16.2 ± 27.8 , 3~5령이 38.2 ± 18.3 , 6~8령이 1.4 ± 0.6 개체였다. 2세대를 접종한 사육상에서 약충의 활동이 저조한 사육상은 34.4%로 증식수는 11.8 ± 7.2 개체이었고 증식에 실패한 사육상은 18.8%이었다. 가로1.5×세로2×높이1m의 야외사육장에 2013년 5월에 암컷 25개체와 수컷 15개체를 접종하여 2013년 10월에 조사한 결과 총 147개체중 충태별로 2~3령이 10개체, 3~5령이 64개체, 6~8령이 30개체, 성충 암컷 32, 수컷 11개체가 채집되었다. 야외사육장에서는 상토를 넣은 25cm 깊이의 표층에서 전체의 86.4%가 채집되었다.

검색어: 땅강아지, 누대사육, 자손수, 실내사육상, 야외사육장

P229

쌍별귀뚜라미, *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae)의 사육밀도에 따른 섭식량, 성충사망률 및 부화 약충수

박영규, 이형근, 강승호, 정일순, 최영철¹

(주)한국유용곤충연구소

¹국립농업과학원 곤충산업과

쌍별귀뚜라미의 먹이 섭식량, 부화기간, 성충사망률, 사육밀도 및 성비에 따른 부화 약충수와 산란경향을 실내 사육실(25±5℃, 60±10%RH)에서 조사하였다. 사육중인 성충의 사육밀도가 50~400개체로 증가할 때 사육밀도에 관계없이 하루에 0.067±0.008g의 사료를 섭식하였고 무는 0.128~0.068g을 섭식하여 밀도가 증가할수록 감소하였다. 산란된 알은 부화시작 후 6일차까지 95.8%가 부화하였다. 평균 사망률은 사육일수가 증가함에 따라 일차함수로 증가하여 8주차에 93.9%가 사망하였다. 암컷 100개체의 사육밀도일 때 암컷 한 개체당 총 부화 약충수는 248.8±17.8 (mean±SD) 개체로 200개체일 때의 172.2±10.6 (mean±SD)개체보다 많았다. 암컷과 수컷의 성비는 부화약충수에 영향을 주지 않는 것으로 조사되었다. 산란 시작 후 일차별로 산란수의 증감이 반복되는 경향을 보였으며 3주차까지 총 산란수의 81.5%를 산란하였다.

검색어: 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 먹이 섭식량, 성충사망률, 사육밀도, 부화약충, 산란경향

보현산 다목적 댐 건설에 의한 곤충상 변화

임자람, 박진영, 최익제, 오용균, 박종균

경북대학교 생물응용학과

보현산 다목적 댐 건설지역은 경상북도 영천시 화북면에 위치하고 있으며, 건설 계획은 2010년 1월을 시작으로 2014년 12월에 완공할 예정이다. 본 조사는 환경영향평가와 환경영향조사로 나뉘는데 매년 분기 별로 조사를 실시하였으며, 환경영향평가는 2009년 3월부터 2009년 10월까지 조사하였으며, 환경영향조사는 2010년 9월을 시작으로 현재까지 진행중에 있다. 조사 지점은 댐건설시 영향을 미칠 것으로 예상되는 지역을 총 3지점으로 설정, 지점내 정점조사구를 설정하여 실시하였다. A지점 정점조사구 2개(St. 1, St. 2), B지점 2개(St. 3, St. 4), C지점 3개(St. 5, St. 6, St. 7)를 설정하여 조사를 실시하였다. 본 조사는 댐 건설로 인한 이 지역의 곤충상 변화와 주요 출현종의 분포 현황을 파악하려고 하였으며, 법정보호종, 특산종, 희귀종, 특정개체군 출현 및 서식지 파악과 번식 유무, 이동성, 서식환경의 특성 조사를 하기 위해 시행하였다. 조사 결과 총 15목 143과 628종이 조사되었으며, 환경영향조사 때는 13목 95과 332종이 조사되었다. 그리고 조사기간 동안 개발된 B지점과 개발이 안된 A지점, C지점간의 곤충상 변화의 차이를 확인 할 수 있었다.

검색어: 보현산, 다목적 댐, 환경영향조사, 법정보호종

Detection of Black Queen Cell Virus via Quantitative Real-Time PCR

Na Rae Choi¹, Chuleui Jung² and Dae-Weon Lee¹

¹Department of Biology, Kyungsung University

²Department of Plant Medicine, Andong National University

The bumblebee, *Bombus terrestris*, has played an important role as one of the alternative pollinators. Recently, pathogens and parasites affect the life span and fecundity of their host and been isolated from *B. terrestris*. In order to detect viral infection in the field populations of *B. terrestris*, we collected adults and isolated total RNA for reverse transcriptase-polymerase chain reaction (PCR). The PCR primers specific for several viruses such as deformed wing virus, Israel acute paralysis virus, Kashmir bee virus and black queen cell virus (BQCV) were newly designed and applied to gene amplification for cloning. Only BQCV was successfully amplified and sequenced, which suggests that BQCV may mainly infects the examined field population of *B. terrestris*. To detect of capsid protein gene of BQCV, 4 selected regions were analyzed by primary PCR and 1 region was successfully amplified, which was further analyzed in quantitative real-time PCR (qRT-PCR). The qRT-PCR analysis demonstrated that BQCV was detected at concentrations as low as 0.1 ng/μl total RNA. This result suggests that the detection via qRT-PCR can be applied for the rapid and sensitive diagnosis of BQCV infection in the field population as well as risk assessment of *B. terrestris*.

Key words: *Bombus terrestris*, quantitative real-time PCR, black queen cell virus, diagnosis

Detection of *Nosema ceranae* from *Bombus terrestris* via Quantitative Real-Time PCR

Na Rae Choi¹, Yun Jeong Hwang¹, Young Bin Jeon¹, Yu Ni Seo¹,
Chuleui Chung² and Dae-Weon Lee¹

¹Department of Biology, Kyungsung University

²Department of Plant Medicine, Andong National University

The bumblebee, *Bombus terrestris*, has played an important role as one of the alternative pollinators since the outbreak of honeybee collapse disorder. Recently, pathogens and parasites such as viruses, bacteria and mites, which affect the life span and fecundity of their host, have been discovered in *B. terrestris*. In order to detect the microsporidian pathogen, *Nosema* Spp. in the field populations of *B. terrestris*, we collected adults and isolated their genomic DNA for diagnostic PCR. The PCR primers specific for *Nosema* Spp. were newly designed and applied to gene amplification for cloning. Only small subunit ribosomal RNA(SSU rRNA) gene of *N. ceranae* was successfully amplified and sequenced among examined genes, which indicates that *N. ceranae* mainly infects the examined field population of *B. terrestris*. To detect of SSU rRNA gene, two regions of SSU rRNA gene were selected by primary PCR analysis and further analyzed in quantitative real-time PCR(qRT-PCR). The qRT-PCR analysis demonstrated that SSU rRNA of *N. ceranae* was detected at concentrations as low as 0.85 ng/μl genomic DNA. This result suggests that the detection via qRT-PCR can be applied for the rapid and sensitive diagnosis of *N. ceranae* infection in the field population as well as risk assessment of *B. terrestris*.

Key words: *Bombus terrestris*, quantitative real-time PCR, *Nosema ceranae*, diagnosis, risk assessment

P233

A Bumblebee (*Bombus ignitus*) Venom Serine Protease Inhibitor that Acts as a Microbial Serine Protease Inhibitor

**Hu Wan¹, Bo Yeon Kim¹, Kwang Sik Lee¹, Hyung Joo Yoon²,
Kyung Yong Lee² and Byung Rae Jin¹**

¹College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

Bumblebee venom serine protease inhibitors have been shown to inhibit plasmin activity. In this study, a bumblebee (*Bombus ignitus*) venom serine protease inhibitor (BiVSPI) that acts as an antimicrobial factor was identified. BiVSPI is a 55-amino acid mature peptide with ten conserved cysteine residues and a P1 methionine residue. BiVSPI was expressed in the venom gland and was present as an 8-kDa peptide in venom. Recombinant BiVSPI expressed in baculovirus-infected insect cells exhibited inhibitory activity against chymotrypsin, but not trypsin. BiVSPI also exhibited inhibitory activity against microbial serine proteases, such as subtilisin A (K_i 6.57 nM) and proteinase K (K_i 7.11 nM), indicating that BiVSPI acts as a microbial serine protease inhibitor. In addition, BiVSPI was also shown to bind directly to *Bacillus subtilis*, *B. thuringiensis*, and *Beauveria bassiana*, but not to *Escherichia coli*. Consistent with these results, BiVSPI exhibited antimicrobial activity against Gram-positive bacteria and fungi. These findings provide novel evidence for the antimicrobial function of this bumblebee venom serine protease inhibitor.

Key words: Antimicrobial activity, Bumblebee, *Bombus ignitus*, Serine protease inhibitor, Venom

애완 곤충에 대한 일반인들의 이해도 및 인지도 분석

배성민, 최재방, 신태영, 고승현, 김희정, 이승희, 박원석, 안용오,
김은진, 우수동

충북대학교 식물외과

일반인들에게 있어 곤충은 주로 나쁜 존재인 해충으로 많이 인식되어져 왔으며 잘 모르는 존재라는 이유만으로 이유 없이 싫어하는 생물종의 하나였다. 그러나 최근 인간 생활수준의 향상과 더불어 곤충을 자연의 일부로 그리고 우리와 더불어 살아가는 생물 중의 하나로 점차 여기게 되면서 곤충에 대한 인식이 바뀌고 있다. 그에 따라 여가생활의 하나로 애완곤충사육이 증가되고 있으며 더불어 곤충을 주제로 한 다양한 전시회 및 체험행사 등이 전국적으로 실시되고 있다. 이러한 관심의 결과로 곤충을 중심으로한 다양한 활동이 국내에서도 문화곤충산업으로 자리매김하게 되고 그 시장규모가 2008년에는 800억 규모에서 2020년에는 2000억 규모로 예상될 만큼 큰 산업의 하나로 발전하고 있다. 특히 근래 곤충산업육성법의 제정 등은 이러한 곤충산업의 발전을 더욱 가속화 시킬 것으로 여겨져 그 발전이 주목받고 있는 실정이다. 곤충을 키우고 체험하는 다양한 문화행사 등을 통해 우리들이 얻고자 하는 것은 어떤 직접적인 이득 보다는 정서적인 안정이나 생명에 대한 소중함 등 주로 정신적인 측면에서의 어떤 간접적인 효과를 기대하고 있다. 따라서 곤충을 키우고 관찰하는 것이 실제로 우리들의 정신 건강에 도움이 될 수 있을 것으로 기대할 수 있으며 이를 통해 곤충을 통한 인간 심리치유의 가능성이 제기될 수 있다. 이에 본 연구에서는 곤충의 심리치유 효과에 대한 연구의 일환으로 우선적으로 일반인들의 곤충에 대한 이해도 및 인지도 등에 대한 빈도 조사 및 상관분석 등을 실시함으로써 곤충의 심리치유 활용에 대한 가능성을 제기하고자 한다.

검색어: 애완곤충, 문화곤충산업, 이해도, 인지도, 빈도분석, 상관분석

Comparative analysis of nutritional and harmful components in the Korean and Chinese mealworms (*Tenebrio molitor*)

**Eun-Young Yun, Jae-Sam Hwang, Tae-Won Goo, Young-II Yoon,
Mi Yeon Chung and Mi-Ra Yoo**

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

As a part of a study on insect food, the nutritional and harmful components in the mealworm (*Tenebrio molitor*) were analyzed. In addition, due to a recent introduction of live Chinese mealworm in the Korea market, those components between the Korean and Chinese mealworms were compared. Analysis of the composition of the general components (moisture, crude protein, crude fat, crude ash, crude fiber, and carbohydrates) showed that abundant crude protein (50.32–52.79%) was present in both Korean and Chinese mealworm powders, and the protein content in the Chinese mealworm powder was higher than that in the Korean mealworm powder by 2.67%. The amino acid compositions were similar, but the fatty acid composition differed with respect to each component in the Korean and Chinese mealworm powders. The unsaturated fatty acid contents were 76.80–80.55% of the total fatty acid content in the mealworms. The linoleic acid contents in the Korean and Chinese mealworms were $20.8 \pm 1.1\%$ and $34.69 \pm 1.9\%$; the linolenic acid contents, 0.47% and 1.31%; and the oleic acid contents, $51.40 \pm 0.9\%$ and $40.20 \pm 1.5\%$, respectively. With respect to harmful components such as heavy metals and bacteria that cause food poisoning, bacteria such as *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella spp.* were not detected in both Korean and Chinese mealworms, and the mercury content was below the standard value for common food (Korea, 0.03 mg/kg; China, 0.08 mg/kg).

P236

갈색거저리 에탄올 추출물의 멜라닌 생성 저해 효과

김현애, 최영철, 박관호, 곽규원, 남성희*

국립농업과학원 곤충산업과

갈색거저리(*Tenebriono molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과의 야행성 곤충이다. 대량으로 사육하는 시스템이 구축되어 있어 산업화에 용이하고 중국, 네덜란드 등 국외에서 식용으로 이용되고 있어 식용으로서의 가치가 높다. 최근 곤충 자원의 식품 원료화 사업이 추진됨에 따라 가치 평가 및 이용개발 연구가 수행되고 있다. 이에 본 연구에서는 갈색거저리 번데기의 에탄올 추출물을 이용하여 멜라닌 합성 억제 효능을 알아보았다. 실험에 사용한 갈색거저리의 번데기는 동결건조 후 분쇄하여 무게의 10배에 해당하는 양의 70% 에탄올을 넣고 24시간 동안 교반하여 추출하였다. α -melanocyte stimulating hormone의 처리 후 멜라닌 생성이 촉진된 B16F1 cell에 갈색거저리 번데기 에탄올 추출물을 처리하여 멜라닌 생성량 및 tyrosinase의 단백질 발현 억제 정도를 확인하였다. 그 결과 갈색거저리 번데기의 에탄올 추출물 10 ug/ml 처리군에서 멜라닌 생성량이 감소되었다. 또한, tyrosinase의 단백질 발현이 감소되었다. 이는 갈색거저리 번데기의 에탄올 추출물이 B16F1 세포의 tyrosinase 효소의 발현을 억제함으로써 궁극적으로 멜라닌의 생성을 저해하는 것으로 사료된다.

P237

봉독의 제 2형 콜라겐 조절을 통한 연골분해 억제 효능 탐색

정윤정, 조현지, 장영채

대구가톨릭의과대학 세포생물학교실

봉독은 꿀벌의 산란관에서 나오는 독액으로써 멜리틴, 아파민과 같은 여러 펩타이드 및 효소 등으로 이루어져 있다. 봉독은 신경통, 류마티스, 요통 등에 효과가 좋다고 알려져 있으며 민간요법으로 사용되어 왔다. 따라서 봉독의 관절염에 대한 효능을 확인하기 위하여 마우스의 연골세포를 이용하여 연골의 주요성분인 제 2형 콜라겐의 발현을 실험하였다. 연골세포에 TNF- α 를 처리하여 제 2형 콜라겐의 감소를 유도한 다음 봉독을 처리하여 RT-PCR로 확인한 결과 TNF- α 에 의해 감소된 제 2형 콜라겐이 봉독에 의해 다시 증가한 것으로 나타났다. 또한 봉독의 주요성분인 멜리틴과 아파민을 처리하여 확인한 결과 멜리틴이 감소된 제 2형 콜라겐을 다시 증가 시키는 것으로 나타났다. 이러한 효능이 콜라겐 분해효소인 MMP-1과 MMP-8에 의한 것인지 western blot assay를 수행하였다. 그 결과 봉독과 멜리틴이 MMP-1과 MMP-8을 모두 감소시켰으며 이는 MMP-1과 MMP-2의 전사인자인 NF- κ B 및 AP-1의 세포핵으로 이동을 억제함으로써 나타난 것을 확인하였다. 이와 같은 결과를 통하여 봉독의 제 2형 콜라겐 감소는 MMP 조절에 의한 것이며 멜리틴의 효과에 기인한 것임을 알 수 있다. 또한 봉독의 제 2형 콜라겐 재생 효능은 관절염 치료와 밀접한 관련이 있을 것이라 사료된다.

검색어: 봉독, 멜리틴, 연골세포, 제 2형 콜라겐

갈색거저리 채란용 채반 보급

최영철¹, 박영규², 이준석³, 이상현⁴, 남성희¹, 박관호¹

¹국립농업과학원 곤충산업과

²(주)한국유용곤충연구소

³(주)오상킨섹트

⁴(주)선유

산업곤충으로 농가에서 갈색거저리의 대량사육기술 보급 시 필요한 갈색거저리의 효율적인 채란을 위해 기존 산란받는 채란방법은 먼지가 발생하여 건강상의 문제가 유발되고 인건비가 많이 소요된다. 따라서 갈색거저리의 알을 수확하기 위해 채반을 이용하여 인건비를 절감하고 먼지를 줄여 사육환경을 개선하고자 이 시험을 수행하였다. 손쉬운 채란을 위해 채반제작은 다음과 같이 수행했다. 사각의 채란상 내부에 5mm의 간격으로 같은 모양의 채반을 제작한다. 그리고 채반의 바닥 메쉬(mm)는 갈색거저리 성충이 빠져나가지 못하고 산란이 용이한 크기로 제작한다. 갈색거저리 성충 일정개체를 채란상 크기에 비례하여 채반에 넣는다. 2~5cm 두께로 산란배지(소맥피, 가축사료, 농업부산물 등)를 넣는다. 산란배지가 담기 채란상에 갈색거저리성충이 담긴 채반을 넣는다. 그리고 일정기간(1~3일) 채란을 받는다. 채란이 끝나면 성충이 있는 채반을 살짝 꺼내어 새로운 채란상에 넣고 채란을 받은 채란상은 사육실에서 사육한다. 채란받는 동안 채반에 과일 및 야채를 넣어 성충이 섭식할 수 있도록 한다.

검색어: 산업곤충, 갈색거저리, 채란, 채반

Digestive protease activity and antibacterial activity against spoilage-relate bacteria of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae)

Park Kwanho¹, Nam Sunghee¹, Choi Youngcheol¹, Kim Hyunae¹, Ma Yeongju¹, Kim Seonghyun¹, Kang Minuk² and Nho Sikab³

¹Department of Agricultural Biology, NAAS, RDA

²Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer

³College of Agriculture and Life sciences, Kyungpook National University

Larvae black soldier fly, *Hermetia illucens*, is beneficial because its larvae feed on organic materials derived from plants, animals and humans and promote the recycling of food waste and organic materials. Chymotrypsin serine protease is one of the main digestive proteases in the midgut of and is involved in various essential processes. In a previous study, a gene encoding a chymotrypsin-like protease, Hi-SP1, was cloned from the larvae of *Hermetia illucens* and characterized. The objective of this study was to compare the digestive enzyme activity with various enzymes such as papain, protease and α -chymotrypsin. And also, we investigated the antimicrobial activity of the Hi-SP1 against the spoilage relate bacteria. The growth of the bacteria was inhibited in nutrient broth containing the Hi-SP1.

Key words: black soldier fly, protease, antibacterial activity

벼메뚜기 연중생산을 위한 부화기술 개발

강성주, 김정은, 김현진, 김선곤, 최향철

전라남도농업기술원 곤충잡업연구소

예로부터 식용으로 이용해온 벼메뚜기의 연중 사육을 위하여 휴면과 관련한 부화기술을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

먼저 저온처리에 알맞은 시기를 알아보기로 산란 후 25℃ 온도에서 5, 10, 15, 20 일을 경과하여 난괴를 보호한 결과 10일 경과시 부화율이 높았고 현미경으로 알의 내외부 난각의 분리도 확인하였다. 저온저장에 알맞은 온도설정을 위하여 4℃와 8℃ 처리를 한 후 부화율을 조사한 결과 부화율은 비슷하였으나 배양기내 입고 후 부화까지 소요일수는 4℃처리 보다 8℃에서 짧은 경향이였다. 부화에 알맞은 온도 설정을 위한 20, 24, 28, 32℃의 4처리 중 28℃와 32℃ 온도조건에서 부화율이 높았고, 배양기내 입고 후 부화소요 일수는 온도가 높을수록 짧은 경향이였다. 알의 장기저장 후 이용 가능기간을 알아보기로 8℃에서 102일 경과 등 8처리를 한 결과 저온저장 기간이 길수록 부화율은 감소 경향이였으며, 1년까지도 저온저장 이용이 가능할 것으로 판단하였다.

검색어: 곤충, 벼메뚜기, *Oxya chinensis sinuosa*, 부화, 연중생산, 이용기술

새로운 학습애완용 곤충 대벌레의 인공먹이 개발

이진구, 김진영, 한정아, 서애경, 이운권, 박화용, 강창성

경기도농업기술원 소득자원연구소

대나무를 닮았다고 해서 이름이 붙은 대벌레는 단위생식으로 번식을 하며, 불완전변태, 날개퇴화, 의태 등의 특성을 갖는 학습애완용 산업곤충으로 매우 유망한 곤충이다. 자연에서는 참나무, 밤나무, 아까시나무 등 활엽수 잎을 주로 먹지만 학습애완용으로 학생들이 동절기에도 안정적으로 사육하기 위해서는 인공먹이의 개발이 필요하다. 증류수 100ml에 맥아 14g, 이스트 7.5g, 비타민 1.9g 등을 넣고 아까시나무 잎 가루를 20, 25%, Agar를 1, 2, 3%로 달리하여 인공먹이를 제작하고 대벌레를 유충부터 성충까지 사육하여 천연먹이와 비교하였다. 아까시나무 잎 25%처리에서 20%에 비해 약충 발육기간이 증가하는 경향을 보였으며 천연먹이에서의 55.3 ± 4.6 일과 비슷하였다. 성충크기는 7.7~8.0cm로 인공먹이 처리간 차이가 크지 않았으나, 천연먹이에서 7.5 ± 0.4 cm 보다는 큰 경향이였다. 아까시나무 잎 25%와 Agar 1%처리에서 1령 약충에서 성충발생율이 89.8%로 가장 높았고, 30일이내 성충 사망률은 5.7%로 가장 낮았다. 성충수명과 산란수도 아까시나무 잎 25%와 Agar 1% 인공먹이에서 각각 100.4 ± 36.8 일, 145.0 ± 63.0 개로 천연먹이로 사육하였을 때 49.7 ± 16.0 일, 109.5 ± 70.5 개보다 증가하였다. 이상의 결과로 대벌레 안정적인 사육을 위해 아까시나무 잎 25%에 Agar를 1% 첨가하여 인공먹이를 제작하는 것이 가장 효과적이였다.

검색어 : 산업곤충, 대벌레, 인공먹이

P242

국립농업과학원에서 인공사육중인 아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)의 유전적 다양성

최영철¹, 박관호¹, 최한수², 문성경², 정길상³

¹국립농업과학원 농업생물부

²(주)에코이엔지

³이화여자대학교 에코과학부

아메리카동애등에(*Hermetia illucens*)는 대표적인 환경정화곤충으로, 우리나라에는 1990년에 최초로 발견되어 보고(Kim, 1997)되어 외래종으로 취급되고 있는 종이다.

본 연구는 국립농업과학원에서 인공 사육중인 아메리카동애등에의 유전적 다양성을 알아보기 위하여 인공 사육장에서 무작위로 성충 50개체를 채집하여 미토콘드리아 DNA 중 CO1 유전자(cytochrome oxidase 1 gene)를 분석하였다. 아메리카동애등에 CO1 specific primer set(BSFCO1-f:CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG GAA C, BSFCO1-r:GTC CGA AGA ATC AAA ATA AAT GYT G)를 이용하였으며, gradient PCR test에서 44°C부터 55°C까지의 온도 범위에서 모든 primer가 CO1 부위에 매우 효율적으로 결합(annealing)하였다. 분석결과 5개의 CO1 Haplotype이 존재했으며, 이 중에서 염기서열이 다른 뉴클레오사이트(informative nucleotide site)는 39로 나타났다.

실험 결과로 얻어진 CO1 염기서열은 유전자 은행(genbank)에 등록하였다 (Genbank Accession number: 2013년 CO1 sequence: KF500241-KF500308).

검색어: 아메리카동애등에, CO1, *Hermetia illucens*, Black Soldier Fly

Expression of *Bombyx mori* Cecropin A in *Beauveria bassiana* ERL1170 to Enhance Mycotized Mealworms for Use as Animal Feed Additives

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

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University

²Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Antimicrobial peptides (AMPs) can be produced in mealworms, currently being used as animal feeds, by the infection of genetically engineered-entomopathogenic fungi. In this work, we integrated *Bombyx mori* (*Bm*) AMP, *cecropin A* to *Beauveria bassiana* ERL1170 by restriction enzyme-mediated integration method, which was confirmed by RT-PCR and an antibacterial activity assay. For the extracellular secretion of *Bm* cecropin A protein, the active domain of the *cecropin A* gene was tailed to the signal sequence of *B. bassiana* chitinase (*Bbs*). To exchange *Bbs-cecropin A* gene with *egfp* gene in pBARKS1-*egfp*, *Bbs-cecropin A* fragment was cut from pGEM-Bbs-*cecropin A* using *XbaI*/blunted and *Bam*HI and ligated with cut pBARKS1-*egfp* using *NcoI*/blunted and *Bam*HI, designated as pBARKS1-Bbs-*cecropin A*. After the transformation, transformants were grown on Czapek's solution agar containing 600 µg ml⁻¹PPT. Expression of *Bm* cecropin A was confirmed by RT-PCR. Strong clear zone was observed in the co-culture of the transformant D-6 and *Bacillus subtilis* on fourth strength Sabouraud dextrose agar 1 day after the culture at 25°C, whereas the wild type had no clear zone. This work suggests that *Bm* cecropin A can be efficiently produced in this mealworm-based fungal expression platform, thereby increasing the value of mealworms in the animal feed additive industry.

Key words: Antimicrobial peptides, *Bombyx mori*, *Beauveria bassiana*, cecropin A, fungal transformation

P244

**Antifungal effect and pore-forming action of
lactoferricin B like peptide derived from centipede
*Scolopendra subspinipes mutilans***

**Jae Sam Hwang¹, Hye min Choi², In Woo Kim¹, Joon Ha Lee¹, Sang Hee Kim¹,
Eun Young Yun¹, Sung Hee Nam¹, Mi Young Ahn¹ and Dong Gun Lee^{2*}**

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²School of Life Sciences and Biotechnology, Kyungpook National University

The centipede *Scolopendra subspinipes mutilans* has been a medically important arthropod species by using it as a traditional medicine for the treatment of various diseases. In this study, we derived a novel lactoferricin B like peptide (LBLP) from the whole bodies of adult centipedes, *S. s. mutilans*, and investigated the antifungal effect of LBLP. LBLP exerted an antifungal and fungicidal activity without hemolysis. To investigate the antifungal mechanism of LBLP, a membrane study with propidium iodide was first conducted against *Candida albicans*. The result showed that LBLP caused fungal membrane permeabilization. The assays of the three dimensional flow cytometric contour plot and membrane potential further showed cell shrinkage and membrane depolarization by the membrane damage. Finally, we confirmed the membrane-active mechanism of LBLP by synthesizing model membranes, calcein and FITC-dextran loaded large unilamellar vesicles. These results showed that the antifungal effect of LBLP on membrane was due to the formation of pores with radii between 0.74 nm and 1.4 nm. In conclusion, this study suggests that LBLP exerts a potent antifungal activity by pore formation in the membrane, eventually leading to fungal cell death.

Key words: Lactoferricin B like peptide, Antifungal activity, Pore-forming action, Antimicrobial peptide

P245

Biological activities of the synthetic peptide scolopendrasin I from the centipede, *Scolopendra subspinipes mutilans*

Joon Ha Lee, In-Woo Kim, Sang-Hee Kim, Eun-Young Yun, Sung-Hee Nam, Mi-Young Ahn and Jae Sam Hwang*

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

Previously, we have performed *de novo* RNA sequencing of *Scolopendra subspinipes mutilans* using next generation sequencing technology and identified several AMP candidates. Among them, a synthetic peptide (scolopendrasin I) was designed based on SVM algorithm. In this study, we reported that the synthetic peptide scolopendrasin I had an antimicrobial and anticancer activity. As a result, scolopendrasin I showed antibacterial activities against Gram positive and Gram negative bacteria strains in radial diffusion assay and colony count assay without hemolytic activity. In addition, we confirmed that scolopendrasin I bound to the surface of bacteria via a specific interaction with lipoteichoic acid and lipopolysaccharide, which is one of bacteria cell membrane components. In addition, we found that scolopendrasin I had anticancer activities in the human leukemic T lymphocyte cell line Jurkat using MTS assay. In conclusion, our results suggested that scolopendrasin I could be useful for developing peptide antibiotics and anticancer agents.

Key words: RNA sequencing, *Scolopendra subspinipes mutilans*, Antimicrobial peptide, Anticancer activity

P246

Inhibition of melanin synthesis from organic solvent extracts composition of *Scolopendra subspinipes mutilans*

**In Woo Kim, Joon Ha Lee, Sang Hee Kim, Eun Young Yun, Sung Hee Nam,
Mi Young Ahn and Jae Sam Hwang***

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

The purpose of this study was performed to determine the whitening effect of organic solvent extracts from the centipede, *Scolopendra subspinipes mutilans*. We prepared different concentrations (50%, 70% and 100%) of ethanol, methanol, 100% ethyl acetate and water extracts. We tested melanin inhibitory effect and tyrosinase activity using B16/F10 melanoma cell. As a result, treatment of organic solvent extracts is decreased the biosynthesis of melanin and tyrosinase activity to 30~60%. Especially the 70% ethanol extracts was the most effective in B16/F10 melanoma cells. In the study on melanogenic protein expression, 70% ethanol extracts of *Scolopendra subspinipes mutilans* blocked glycosylation of tyrosinase. Therefore this result suggests that 70% ethanol extracts could be developed as a skin whitening agents.

Key words: *Scolopendra subspinipes mutilans*, Glycosylation, Tyrosinase, Melanin, Organic solvent extracts

P247

Antimicrobial and antioxidative effects of the synthetic peptide CP112 in the *Scolopendra subspinipes mutilans*

Sang-hee Kim, Joon Ha Lee, In-Woo Kim, Eun-Young Yun, Sung-Hee Nam, Mi-Young Ahn and Jae Sam Hwang*

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

Previously, we performed *de novo* RNA sequencing of *Scolopendra subspinipes mutilans* using high-throughput sequencing technology and identified several AMP candidates. Among them, a synthetic peptide (CP112) was designed based on the physicochemical properties of antimicrobial peptide such as length, charge, isoelectric point. Here, we have assessed the antimicrobial activities of CP112 against various microbes and the antioxidative effects. The results showed that CP112 had antimicrobial activities in radial diffusion assay and colony count assay. In addition, we found that CP112 bound to the surface of microorganisms via a specific interaction with lipoteichoic acid, lipopolysaccharide and peptidoglycan, which is one of bacteria cell wall components. Furthermore, CP112 has shown significant DPPH radical scavenging activity. Taken together, the results would be provided the basis for developing of peptide antibiotics and antioxidants.

Key words: *Scolopendra subspinipes mutilans*, Synthetic peptide, Antimicrobial activity, antioxidant

P248

Identification of Characterization and DNA sequence for *Nosema bombi* in Bumble bees from Gangwon Province, Korea

Kyuwon Kwak¹ and Sunghee Nam^{1,2*}

¹Department of Environmental Insects, National Academy of Agricultural Science

²Department of Planning and Coordination, Rural Development Administration

The purpose of this study was to identify fast and effectively the *Nosema* disease of bumble bees from Gangwon province in Korea. Bumble bees are crucial pollinators of various crops and microsporidia are the critical infections of these hosts. The origin of the bumble bees is probably being known from the Britain. Also, the following species of bumble bees have been used around the world: *Bombus terrestris*, *Bombus lucorum*, *Bombus occidentalis*, *Bombus ignites* and *Bombus impatiens*. When bumble bees are infected with *N. bombi*, their abdomens can become distended, paralyzed and infected workers and they often become sluggish and die early. We have identified the morphology of the microsporidium by light and electron microscopy and have found that the morphology of the microsporidium is rounded spore morph, with fairly small spores as described before in many other articles. For the specific and sensitive diagnosis of the microsporidian parasite *N. bombi* in bumble bees, we have developed the improved method of polymerase chain reaction (PCR) conditions for expeditious diagnosis. Two pairs of primers were tested on *N. bombi* and the related microsporidia *Nosema apis* and *Nosema sp.*, both of which infect bumble bees and honey bees and further we have verified and analyzed DNA sequence data of *N. bombi* in bumble bees by using the BLAST server at the National Center for Biotechnology Information.

Key words: Bumble bee, Microsporidia, *Nosema bombi*, PCR, DNA sequence

P249

키위에서 화분분배장치(Pollen dispenser)를 이용한 서양뒤영벌의 방화활동 특성

박인균¹, 김미애¹, 윤형주¹, 이경용¹, 박홍현², 강필돈¹

¹국립농업과학원 곤충산업과

²국립농업과학원 작물보호과

키위(참다래)는 열대성 작물로서 충매화이기 때문에 자연수분은 곤충에 의해 이루어진다. 또한 참다래는 암수딴그루로서 원활한 수분을 위해서는 반드시 일정 비율의 수꽃나무 식재가 필요하다. 그러나 비가림 및 병해충 예방을 위하여 노지에서 하우스 내로 재배환경이 바뀌고 있는 추세와 더불어 대부분 수꽃나무를 식재하지 않고 인공수분에 의존하고 있다. 본 시험은 하우스 내에서 인공수분을 대체하기 위한 방편으로 수꽃나무를 식재하지 않고 화분분배장치(Pollen dispenser)를 이용하여 서양뒤영벌의 화분매개 가능성을 조사하였다. 화분분배기를 이용하여 방사한 서양뒤영벌의 소문 출입활동은 조사한 결과, 09시부터 17시까지 고르게 활동하는 것으로 나타났으며, 화분단자를 부착하여 귀소하는 화분매개활동 비율은 75%이상으로 나타났다. 방화활동의 특성을 조사한 결과, 13시에 피크를 보였다가 15시에 활동량이 떨어지는 경향을 보였고 다시 17시에 상승하는 패턴을 보였다. 환경조건에 따른 방화활동은 온도 보다는 조도에 비례하여 활동추이가 변하는 경향이었고, 특히 15시에 활동량이 현저히 감소한 것은 조도의 저하와 동시에 일어나 영향이 있는 것으로 판단되었다. 본 시험에서의 문제점은 출봉 시 화분배합제인 미세한 석송자 가루와 수꽃화분이 날개진동에 의하여 비산되는 경향이 있어 추후 화분가루의 분배기 내 투여량을 조절할 필요가 있는 것으로 관찰 되었으며, 출입봉 시 분배기의 통로가 길어 정상적인 활동에 다소 애로가 있는 것으로 판단이 되었고, 귀소 시에는 입구 쪽에는 통로를 짧게 설계하여 원활한 출입활동을 하게 할 필요가 있는 것으로 판단된다.

검색어: 화분매개곤충, 서양뒤영벌, 키위(참다래), 화분분배장치, 방화활동

국내 사슴벌레붙이(*Leptaulax koreanus*)의 종 정보와 향후의 연구 방향

배한준, 한태만, 이영보, 김남정, 박해철

국립농업과학원 곤충산업과

사슴벌레붙이는 1992년 광릉에서 처음 채집되어 *Leptaulax koreanus* Nomura, Kon, Johki et Lee로 명명되었고, 한국고유종으로 알려져 있다. 이 종은 외형적으로 사슴벌레와 유사하여 ‘사슴벌레붙이’란 국명이 붙었으며, 사슴벌레붙이과(Family Passalidae) 속한다. 1993년에 처음 확인된 이래로 서식지인 광릉지역이 국립수목원의 보존지역으로 묶여 사슴벌레붙이에 대한 생물학적 정보는 알려지지 않았다. 하지만, 최근 사슴벌레 서식지 조사를 하는 과정에서 광릉수목원 밖의 남양주와 포천일대에서 사슴벌레붙이의 서식을 확인하였다. 이에 원래 분포가 알려진 광릉수목원을 중심으로 반경 15-20km 범위의 산지를 2년(2012-2013년)에 걸쳐서 방사상으로 정성 조사를 하였다. 현지조사 결과, 사슴벌레붙이가 성충과 유충이 집단 분포한 경우도 있으나, 성충들만 있는 집단이 훨씬 많이 확인되었다. 또한 한 집단에 20-30개체가 있었고, 많은 경우 50개체까지 함께 서식하였다. 사슴벌레붙이의 집단서식지 내에 먹은 자리에 공서하는 곤충으로 5종을 확인하였다. 광릉수목원을 중심으로 남쪽으로 8km구간 대부분의 낮은 산지에서 사슴벌레붙이의 군집을 확인하였으며 포천보다는 남양주지역에서 가장 많은 개체수가 확인되었다. 향후 국내 사슴벌레붙이의 정확한 종 현황과 생태 특성을 파악하기 위하여 정량적 조사가 필요하며 아울러 일본 등 다른 나라를 산지로 하는 종과의 유전자 분석 등 보다 세밀한 연구가 요구된다.

검색어: 사슴벌레붙이, 사슴벌레붙이과(Passalidae), 분포, 생물정보

P251

Pollination effects by pollinator in the korean raspberry and the blueberry field

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

Department of Agricultural Biology, The National Academy of Agricultural Science

To improvement the fruit quality of the korean raspberry and the blueberry fruit, 3 bee species, *Bombus terrestris*, *Apis mellifera*, and *Osmia cornifrons* were used for pollination. The rates of korean raspberry fruit set in the case of pollination with *B. terrestris*, *A. mellifera*, and *O. cornifrons* were 83.1%, 80.5% and 77.5%, respectively. In addition, the rates of fruit set in the case of the untreated control and the control(pollination under natural conditions) were 36.2% and 76.0%, respectively. The products of korean raspberry fruit pollinated with *B. terrestris* had the highest quality, with a fruit diameter of 19.5 ± 0.85 mm; fruit weight, 2.7 ± 0.32 g; sugar content, 11.2 ± 1.48 Brix%; seed no., 86.8 ± 10.15 . The rate of productivity increase obtained using the *B. terrestris* was 21% greater than that obtained using natural pollination. And, the rate of blueberry fruit setting pollinated with *B. terrestris*, *A. mellifera*, *O. cornifrons* were showed 87.7%, 89.6%, 66.5% respectively. And, rate of fruit setting of the untreated control and the control(natural condition pollination) were 15.4% and 80.3%. The rate of productivity increase obtained using the *B. terrestris* was 9%~17% greater than that obtained using natural pollination.

Key words: *Bombus terrestris*, *Apis mellifera*, *Osmia cornifrons*, Pollination, pollinator, korean raspberry, blueberry

P252

멸종위기종, 상제나비(나비목 흰나비과)의 보전을 위한 DNA 바코드 특성 분석

박해철¹, 한태만¹, 강태화², 이대암³, 김성수⁴, 정종철⁵, 이영보¹

¹국립농업과학원 곤충산업과, ²농림축산검역본부 식물검역기술개발센터
³영월곤충박물관 곤충자연생태연구소, ⁴동아시아환경생물연구소, ⁵서대문자연사박물관

상제나비는 유라시아 대륙 대부분에 분포하는 광역분포 종으로, 남한과 인접한 북한 또는 아무르 지역 등의 동북아 지역에 비교적 풍부한 집단을 유지하고 있으므로 종 자체의 보전 가치가 낮을 수도 있다. 하지만, 남한의 원 집단 분포지는 소수였으며, 인간 간섭이 그의 급감한 원인이었기 때문에 곤충자원의 관리와 보전 노력이 매우 시급한 종이다. 이에 남한산 상제나비의 28년 된 장기 건조표본을 이용하여 DNA 바코드 염기 서열을 최초로 분석하고, 이를 유라시아 10 지역 개체군 36개체들과 COI 특성을 비교해 보았다. 이들 개체군에서 총 5개의 haplotype을 확인하였고, haplotype I은 75%로 가장 높은 빈도를 나타내었으며, 유라시아 전 지역에 광범위하게 분포하고 있음을 확인하였다. 남한산 개체들은 모두 haplotype I에 속하고 있어 COI 유전자 상에서는 지역 고립성이 없는 것으로 밝혀졌다. 이 결과로 추후 남한산 상제나비 보전 및 복원은 타 지역 개체군 중 동일 haplotype 선별이 필수요건으로 판단되나, 좀 더 정교한 평가를 위해서는 추가적인 마커를 이용한 분석이 필요할 것으로 제안한다.

검색어: 나비, 흰나비과, 상제나비, DNA 바코드, Haplotype, 보전

도입된 상업용 거저리(*Zophobas atratus*)의 분류 및 형태유사종 갈색거저리와 대왕거저리와의 DNA 바코드 특성 분석

박해철¹, 정부희², 한태만¹, 이영보¹, 김성현¹, 김남정¹

¹국립농업과학원 곤충산업과

²고려대학교 한국곤충연구소

2011년부터 공식적으로 수입되어 사육·유통되는 슈퍼밀웜의 국내 샘플들은 형태 분류학적 검토를 통하여 *Zophobas atratus*란 종으로 밝혀졌고, *Z. morio*란 학명은 이 종의 동물이명임이 확인되었다. 이 외래종은 자원 관리측면에서 국명을 ‘아메리카왕거저리’로 신청하였다. 이 종과 형태적으로 유사한 자생종 대왕거저리 및 사육종 갈색거저리와 DNA 바코드 분석 결과, 아메리카왕거저리와 대왕거저리는 평균 21.4%, 아메리카왕거저리와 갈색거저리는 20.9%의 염기분화율을 보여 DNA 바코드로 쉽게 종 동정 할 수 있음을 확인하였다. 아메리카왕거저리의 국내 집단은 모두 동일 일배체형을 갖고 있어 국외의 동일 지역 개체군이 국내로 유입된 것으로 추정된 반면에 갈색거저리는 동일 사육집단 내에서도 두 개의 종내 집단이 뚜렷이 구분되고 서로의 염기 분화율이 1.17-2.19%로 갭을 형성한 것으로 보아 국내 갈색거저리 사육개체들은 서로 다른 지역 집단이 혼입되어 대량 사육에 이용되어진 것으로 추정된다. 이번 연구를 통하여 상업적으로 도입, 이용되는 2종의 거저리류의 분류학적 기초 정보가 국내 곤충자원 관리를 위하여 유용할 것으로 판단된다.

검색어: Tenebrionidae, *Zophobas atratus*, *Tenebrio molitor*, *Promethis valgipes*, Morphology, DNA barcode

P254

Anti-inflammatory effect of Glycosaminoglycan from *G. bimaculatus* on adjuvant treated chronic arthritis rat model

Mi Young Ahn, Jae Sam Hwang and Eun Young Yun

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

The anti-inflammatory effects of the glycosaminoglycan (GAG) derived from cricket (*G. bimaculatus*, Gb) were investigated in complete Freund's adjuvant (CFA) treated chronic arthritis rat model. This GAG produced a meaningful anti-edema effect showing inhibition of C-reactive protein (CRP) and rheumatoid factor. This GAG also inhibited the atherogenesis and pro-inflammatory cytokine levels of VEGF production in HUVEC cells, IL-6, prostaglandin E₂ stimulated lipopolysaccharide in LAW 264.7 cells and TNF- α production in normal splenocytes, with dose dependent manner. This GAG was also found to be an inducer of NO production from the HUVEC cells and a stimulator of endothelial nitric oxide synthase. In the histological finding, the LV dorsal root ganglion, linked to the paw treated Gb GAG, was repaired against CFA induced cartilage destruction. The combined Indomethacin (5 mg/kg)-Gb GAG (10 mg/kg) also more effectively inhibited CFA-induced paw edema at 3h, 2nd and 3rd day to levels comparable to anti-inflammatory drug, indomethacin.

The Mitochondrial Genome of the Black Dwarf Honey Bee, *Apis andreniformis* (Hymenoptera: Apidae)

Ah Rha Wang^{1,†}, Min Jee KIM^{1,†}, Joo Young Lee¹, Yong Soo Choi²,
Ratna Thapa² and Iksoo Kim¹

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

We sequenced 17,329 bp of mitochondrial genome (mitogenome) of the black dwarf honey bee, *Apis andreniformis* (Hymenoptera: Apidae), that lacks ~200 bp of the A+T-rich region for the completion of the genomic sequence. The gene arrangement of *A. andreniformis* mitogenome is identical to that of *A. cerana*. However, the genome contains 5 additional tRNA^{Leu}(CUN) located 4 copies between tRNA^{Met} and tRNA^{Gln}, and 1 copy between tRNA^{Gln} and tRNA^{Ala}, along with the typical sets of genes (13 protein-coding genes, 22 tRNAs, and 2 rRNAs) including regular tRNA^{Leu}(CUN) and the A+T-rich region (at least 923 bp). Only 1 copy of tRNA^{Leu}(CUN) differed by 1 bp from other 4 copies of tRNA^{Leu}(CUN). Each additional tRNA^{Leu}(CUN) is followed by nearly identical 68-bp long repeat sequence (95.6% identity). All 13 protein coding genes have typical start codons found in insect mitochondrial PCGs (2 ATA, 9 ATT, and 2 ATG).

[†]These authors contributed equally to this paper.

Key words: Mitochondrial genome, *Apis andreniformis*, tRNA^{Leu}(CUN), Tandem repeat sequences

Optimal Cold Temperature for the Artificial Hibernation of Bumblebee, *Bombus ignitus* Queens

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

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

Bumblebees are widely used to pollinate various greenhouse crops. Among the different bumblebee species, *Bombus ignitus* is indigenous to Korea, China, Japan and Russia. *B. ignitus* undergoes one generation per year, and artificial hibernation is essential for year-round rearing of the bumblebee. Keeping the queens under low-temperature conditions for several months is an effective method for terminating their diapause and promoting colony development. In the present study, we investigated how cold temperature affects the artificial hibernation of *B. ignitus* queens. Under chilling temperatures of -2.5°C, 0°C, 2.5°C and 5°C with constant humidity >80%, the queens stored at 2.5°C exhibited the highest survival rates, which were 74.0% at one month, 67.0% at two months, 60.0% at three months, 46.0% at 4 months, 33.0% at 5 months and 24.0% at 6 months. Lower survival rates were observed at 0°C, 5°C, 7.5°C and 12.5°C. At 2.5°C the colony developmental characteristics after diapause were 1.2- to 1.5-fold greater than those when queens were stored at 5°C. Thus, 2.5°C and 70% R.H. were the most favorable chilling temperature and humidity conditions for terminating the diapause of *B. ignitus* queens.

Key words: Bumblebee, *Bombus ignitus*, Hibernation, Chilling temperature, Survival rate, Oviposition, Colony development

P257

Ovarioles of Queens and Laying Workers of *Apis cerana*

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

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

Ovarioles are smooth, gradually widening white tubes with different stages of eggs. The ovarioles were gently removed, and the right and left ovarioles were separated and counted the ovarioles. We observed that the ovaries of laying queens were extended from second abdominal up to fourth abdominal segments. Each ovariole is supplied with tracheae. The tracheae are auriferous types characterized by coating spiracle tubules with permeable cuticle, which may bring the tracheal air into close contact with haemolymph.

Key words: Ovarioles, haemolymph, *Apis cerana*

Observations of oviposition behavior of egg-laying workers in queenless colonies of *Apis cerana* in Korea

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

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

We investigated the duration of laying worker oviposition and egg-laying behavior in three queenless colonies of *A. cerana* by *in situ* video recording. Egg load was determined by dissecting laying workers in September 2012. Egg size, length and breadth, shape index and egg elongation were calculated. To determine the number of eggs laid by laying workers per cell at 24, 53, 74, 120 and 171 hours was also monitored. To estimate the number of eggs per cell per week, a small comb was squeezed between two frames. The combs were collected at given hours and weekly to count the number of eggs, respectively. The results showed that the duration of oviposition of laying workers on average was 109.2 ± 67.5 seconds per cell. During oviposition, egg-laying workers showed two types of behaviors, *viz*; a still phase, where the egg-laying workers did not move, and a recovery phase, where the egg-laying workers vigorously wagged their abdomens after oviposition. The results showed that on average, 4.0 ± 5.1 of worker eggs per cell per week was recorded. The highest number of eggs was recorded at 120 hours compare to at 24, 53, 74 and 171 hours. Three different shapes of the eggs namely oval, elongated long and elongated curve shaped was laid by workers. The results showed that the laying worker carried 1 to 4 mature eggs in her ovaries and may lay from one to four per oviposition. In conclusion, the laying worker shows a still and a recovery phase during and after laying the eggs. The laying workers retain 1 to 4 eggs in their ovaries. The breadth of eggs is strong positive relationships with length. One worker cell can accumulate up to 33 eggs in queenless colonies.

Key words: Oviposition, Egg-laying, *Apis cerana*, Worker bee

P259

**Endoparasitic Wasp, *Apanteles galleriae* Wilkinson
(Hymenoptera: Braconidae) of Lesser Wax Moth, *Achroia
grisella* F. (Lepidoptera: Pyralidae): The First Korean Record**

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

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

This is the first record of endoparasitic Hymenoptera *Apanteles galleriae* recorded from *Apis cerana* colonies in Korea. A simple rearing protocol was established to allow the morphology, mating behavior and infestation rate of *A. galleriae*. In total, 55 lesser wax moth fresh cocoons were kept in the tissue culture test plate at room temperature ($25.6 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$, RH $21 \pm 3.7\%$). The females were 3.4 ± 0.3 longer than male 3.3 ± 0.2 . The male antenna was longer than females. The copulation lasts 24.4 ± 2.4 seconds. The larvae of *A. galleriae* were pupated inside the cocoons of lesser wax moth. Ninety percent of adults *A. galleriae* was successfully emerged from the lesser wax moth cocoons. *A. galleriae* can be used as bio-logical control in store and in live colonies to control lesser wax moth.

Key words: *Apanteles galleriae*, Wasp, *Achroia grisella*, Wax Moth

P260

Compare with Differential hive about Occurring Honeybee Disease from *Apis cerana* in Chung-buk province

Yong-Soo Choi¹, Man-Young Lee¹, In-Pyo Hong¹, Sun-ok Woo¹, Ha-Sik Sim¹,
Gyu-Ho Byuon¹, Dae-Hong Min² and Myeong-Lyeol Lee¹

¹Department of Agricultural Biology, The National Academy of Agricultural Science, RDA
²Chung buk Agricultural Research & Extension Services

Chungbuk province has number of management honey bee (*Apis cerana*) colonies. *A. cerana* produce honey, and are pollinators with in agricultural crops and natural environmental ecosystems. Korean Sacbrood Virus (SBV) causes colony collapses of *A. cerana* Feb. in Korean apiaries from 2009 years. It causes a fatal disease (sacbrood) of honeybee larvae, which fail to pupate, change color and shape, and finally die. We thus conducted a molecular survey of honey bee RNA viruses, *Nosema* microsporidia, Foul broods and fungal disease (Chalk brood and Stone brood) associated with environmental conditions in apiaries and differential type (Traditional and Modern) of *A. cerana* hives in Chungbuk province. We found the presence of Israel Acute Paralysis Virus (IAPV), *Nosema apis*, and Sacbrood virus (SBV) was detected in the tested samples. IAPV were detected from modern hive. *Nosema apis*, and Sacbrood virus (SBV) was detected from traditional hives. Our results demonstrate that honey bee RNA virus (SBV) and *N. apis* are present in Traditional hives. It can suggest SBV and other disease might be related environment conditions (Type of hives).

Key words: *Nosema apis*, Sacbrood virus (SBV), Israel Acute Paralysis Virus (IAPV), *Apis cerana*, Modern Hive

P261

Seasonal(The wet season) Detection of Disease from *Apis cerana* in Jeon-man province

Jung Eun Kim¹, Seon Gon Kim¹, Hyang Choul Choi¹, Sung Ju Kang¹,
Kyeong Yong Lee, In Gyun Park, Mi Ae Kim, Yun Mi Kim and Yong Soo Choi²

¹Jeonnam Agricultural Research & Extension Services, Insect & Sericultural Research Institute

²Department of Agricultural Biology, The National Academy of Agricultural Science, RDA

Jeon-Nam province has the largest number of managed honey bee(*Apis cerana*) colonies before 2009 years ago, which produce the highest quantity of honey in the Korea; however, almost colony were collapsed by Sacbrood Virus(SBV) in jeon-nam apiaries. We thus conducted a molecular survey of honey bee RNA viruses, *Nosema* microsporidia, Foul broods and fungal disease(Chalk brood and Stone brood) associated with environmental conditions in apiaries and differential *A. cerana* hives in Joun-nam province. We found the presence of black queen cell virus (BQCV), Israel Acute Paralysis Virus and *Nosema apis*. Sacbrood virus(SBV) was detected in the tested samples. Our results demonstrate that honey bee RNA viruses and *N. apis* are present in joen-nam province apiaries, and some might be related environment conditions(temperature and moisture).

Key words: *Nosema apis*, Sacbrood virus(SBV), Black Queen Cell Virus (BQCV), Israel Acute Paralysis Virus(IAPV), *Apis cerana*

격리육종장으로서 도서지역 이용 가능성 고찰

**이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수, 이명렬, 한상미,
변규호, 김정민, 조미란**

국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과

꿀벌 교미는 공중에서 이루어져 평야지의 경우에는 반경 8~12km, 산야지역에서는 3~5km의 격리가 요구된다(Xue, 2001). 국내의 꿀벌밀도는 1km² 당 약 18군으로 세계 최대의 밀도를 보이고 있어 내륙지역에서 이러한 격리공간을 찾는 것은 쉬운 일이 아니다. 우리나라의 도서는 약 3,200여개로 많은 수의 도서지역 중에서 기존에 교미장으로 이용하는 지역에 대하여 육종장으로서의 가능성을 알아보았다. 육종장의 구성요건은 4개의 기본적인 요구조건이 선행되어야 한다. 풍부한 밀원자원, 격리된 지역, 완벽한 꿀벌인공수정기술, 고급기술을 갖춘 충분한 인적자원 등이다. 이중 자연적인 조건인 밀원자원과 격리조건에 대하여 도서지역의 밀원식물, 봉군 발육 및 꿀저장량, 교미율 등을 알아보았다. 먼저 격리 조건의 경우 육지로부터 약 14km가 떨어져 있어 교미격리로서는 충분하다고 할 수 있다. 가장 중요한 요인인 밀원식물의 조건을 알아보기 위하여 봄철부터 초여름까지의 월별 보조 밀원자원 및 주 밀원을 조사한 결과 3월 하순 사스레피나무·동백나무, 4월 하순 산벚나무, 5월 하순 찔레나무, 때죽나무, 6월 초순 다래나무 등이었다. 특히 5월과 6월에 봉군발육 특성, 꿀저장량, 교미율 등을 조사한 결과 봉군발육은 5월 봉군당 19,600마리, 6월 25,600마리로 30.3%의 증가를 보였으며, 꿀저장량은 5월 봉군당 13.2kg, 6월 15.4kg으로 5월보다 6월이 17% 증가하였다. 또한 교미율은 5월 75.0%, 6월 66.7%로 나타났다.

조사 결과 교미율은 다소 낮은 것으로 나타났지만 이는 실험자와 원거리에 위치하여 10여일 간격으로 관리가 이루어져 관리상의 문제로 여겨지며, 이문제만 해결된다면 육종장으로서의 자연적인 조건에 충분하다고 판단된다. 앞으로도 다른 도서지역의 경우에도 풍부한 밀원식물이 갖추어져 있다면 꿀벌 육종장으로 이용 가능성이 높다고 할 수 있다.

검색어: 꿀벌, 꿀벌육종, 격리지역, 밀원식물, 교미율

아까시나무 개화기 꿀벌 수밀력을 이용한 우수 계통 선발

이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수, 이명렬, 한상미,
변규호, 김정민, 조미란

국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과

아까시나무는 우리나라 최대의 밀원수로서 5월 초순 남부지방에서 개화하여 6월 초순 중북부지역의 비무장지대까지 약 1개월간 꿀 수확이 가능하며, 개화기간은 약 10여일이다. 꿀 수밀력이 우수한 것으로 육성중인 1개 계통과 수준이 높은 농가 봉군, 수준이 낮은 농가 봉군 2개 지역의 일반 양봉농가에서 수집한 봉군과의 비교를 통하여 아까시나무 개화기간 동안 꿀 수밀력을 일일 간격으로 비교 조사하였다. 조사 결과 육성계통이 2개의 비교집단보다 각각 31%, 51% 높았으며, 성충 1마리의 수밀력 비교에서는 육성계통이 비교집단보다 각각 19%, 43% 높은 것으로 나타났다. 또한 봉군의 발육정도를 비교하기 위하여 벌집대비 일벌 개체수 변동, 유효산란수, 봉개밀집도, 벌집수, 번데기형성율 등을 비교한 결과에서도 육성계통이 비교계통보다 양호한 것으로 나타났다.

검색어: 꿀벌, 수밀력, 우수계통, 꿀벌 발육, 아까시나무

여왕벌 농가이동 및 유입기술 개발

권천락, 김인석, 이수진, 최경

예천군 곤충연구소 꿀벌육종연구센터

본 연구는 여왕벌을 택배나 차량 등으로 이동 시킬 때, 여왕벌의 폐사, 훼손 등을 줄이고 농가의 벌통에 잘 유입하여 여왕벌이 정상적으로 산란할 수 있는 최적의 방법을 찾고자, 2013년 5월 25일부터 8월 2일까지 경북 예천군 소재 2개 양봉농가에서 매회 여왕벌 60마리를 택배 및 차량으로 직접 배송하는 방법으로 총 3회에 걸쳐 수행 되었다.

여왕벌 이동기구는 양봉농가 및 국외 연구소에서 주로 사용하고 있는 소형왕롱과 소형벌통 2종류를 대상으로 시험 하였다. 시험 결과, 1~2일 정도의 짧은 기간에는 이동기구의 종류에 따라 여왕벌의 생존율 및 산란일에서 차이가 없었다. 유입성공율의 경우 소형왕롱으로 이동시킨 여왕벌은 30% 정도로 망실율을 나타냈고, 소형벌통은 상대적으로 공간이 넓고 먹이 및 도우미 벌이 있어 망실율이 10% 이하로 나타났다. 산란능력 검사를 위한 봉개된 육아방수 조사에서는 소형벌통을 이용한 여왕벌 유입군이 이 상대적으로 소형왕롱을 이용한 여왕벌 유입 벌통 보다 봉개된 육아방수가 4~75%까지 많게 나타나 산란능력이 더 높았다.

한편 유입방법 시험의 경우, 소형벌통은 소비1매를 무왕군 봉군에 합병하는 형태가 되어 여왕벌 유입에 문제가 없었으나, 소형왕롱 배송을 통한 직접 소문유입의 경우 일벌들의 공격이 다수 발생하여, 소형왕롱을 저밀소비에 하루 정도 부착하여 두어다가 여왕벌을 풀어주는 간접유입이 더 효과적이었다. 그리고 유밀기, 봉충소비의 발취, 급이의 풍부, 무왕군의 벌세력 등에 따라 유입 성공율에 차이가 있었다.

본 연구를 통하여, 여왕벌 이동기구의 크기 및 환기, 이동기간, 도우미 벌의 존재 및 먹이의 풍부, 무왕군의 봉충제거 및 세력 등이 여왕벌 이동과 유입에 영향을 끼치는 주요 요인임을 알 수 있었다.

*Corresponding Author: chonrak@korea.kr

검색어: 꿀벌, 여왕벌 이동, 유입, 산란능력

P265

여왕벌의 농가보급 전 벌통 종류에 따른 여왕벌 유지기술

이수진, 최경, 권천락, 김인석

예천군 곤충연구소 꿀벌육종연구센터

신교배종 여왕벌을 농가에 보급하기 전에 어떤 구조의 벌통을 사용하여 여왕벌을 관리하는 것이 효율적인 방법인지 알아보기 위하여 본 연구를 수행하였다.

시험 벌통은 양봉농가 및 국내외 연구소에서 주로 사용하는 스티로폼벌통과 미니나무벌통 2종류로 실험하였다. 시험 결과 여왕벌 유입률은 미니나무벌통이 스티로폼 벌통보다 8.4% 높게 나타났고, 산란소요일수는 미니나무 벌통이 3.8일 더 짧게 나타났다. 유효산란수는 스티로폼 벌통이 미니나무벌통에 비해 6배 높게 나타났다.

따라서 스티로폼 벌통은 미니나무 벌통보다 여왕벌 유입률은 낮고, 산란개시일은 길게 걸리지만 산란의 압박을 받지 않고 오래 보관할 수 있으므로, 여왕벌을 장기간에 걸쳐 보관하면서 공급하는 경우에 유리한 것으로 확인 되었다. 반면 미니나무벌통 실험군은 여왕벌 유입률은 높고, 산란개시일이 짧아 봉개확인 후 바로 보급될 수 있어, 여왕벌을 농가에 바로 공급할 경우에 유리한 것으로 확인 되었다.

검색어: 벌통의 종류, 보급, 여왕벌유입률, 산란개시일, 유효산란 수

P266

Comparison of polyproteins RNA dependent RNA polymerase (RdRp) and Peptidase-C3G of Deformed Wing Virus

Joo-Seong Lee and Byoung-Su Yoon

Department of Life Science, College of Natural Science, Kyonggi University

Deformed wing virus(DWV) is one of infectious disease of honey bee that is caused to wings of immature or mutation and death at last. In this study 4 kinds of polyprotein of DWV are compared and then selected 2 kinds of polyprotein, RNA-dependent RNA polymerase(RdRP) and peptidase C3G, which has relatively higher homology than others. Analysis of both RdRP region and peptidase C3G of DWV deposited in Genbank of NCBI showed 99~100% and 95~97% of homology on genomic level, respectively whereas analysis of CRPV-capsid and RNA helicase showed 86~98% and 89~98% of homology, respectively. According to the result of gene analysis, two kinds of polyprotein are constructed and analyzed the homology, resulting in RdRP and Peptidase -C3G showed about 96% and 97% of homology, respectively.

It indicated that both region is able to use for generation of specific antibody for the diagnosis of Deformed Wing Virus (DWV).

Key words: Honeybee, Deformed Wing Virus, RNA-dependent RNA polymerase (RdRP), peptidase C3G

P267

Clarification of the Korean Sacbrood Virus based on Nucleotide sequence analysis and a study on the usefulness of RNA dependent RNA Polymerase of viral genome

Joong-Goo Lee and Byoung-Su Yoon

Department of Life Science, College of Natural Science, Kyonggi University

Sacbrood virus (SBV) is an infectious disease, resulting in failure to pupate and death and kSBV is a disease caused by the perish of *Apis cerana* of 75% in South Korea. RNA dependent RNA Polymerase (RdRP) is one of the polyproteins of the viral genome and an enzyme that catalyzes the replication of RNA from an RNA template and an essential protein encoded in the genomes of all RNA containing viruses with no DNA stages. In this study, a recombinant construct with the RdRP partial region of kSBV was used for sequence analysis to clarify about Korean SBV. As a result, it could be determined that the virus develops by infection of Korean *Apis cerana* called kSBV. Also, we named *Apis cerana*-kSBV-region to the name of the unique region of the gene that kSBV has. In comparison of the RdRP region of the bee RNA virus on nucleotide sequence, its sequence from the same species has less variability as well as each virus species has a certainty of the RdRP region. It indicated that mutations of the RdRP region of each virus species is able to be a useful indicator of honeybee virus detection.

Key words: Sacbrood Virus, Korean Sacbrood Virus, Honey bee, *Apis cerana*, RNA-dependent RNA polymerase

P268

Rapid and Sensitive detection of Deformed Wing Virus (DWV) by Ultra-Rapid Real-Time PCR(UR-RT PCR)

Hee-Young Lim and Byoung-Su Yoon

Department of Life Science, College of Natural Science, Kyonggi University

Deformed wing virus (DWV) is a serious pathogen of the honeybee, *Apis mellifera* L., vectored by the parasitic mite *Varroa destructor*. The virus is associated with wing deformity in symptomatic bees, and premature death and reduced colony performance in asymptomatic bees. In present study a novel micro PCR-based detection method, termed as ultra-rapid real-time PCR (UR-RT PCR), was developed for the fast and quantitative detection of DWV in honeybee. A specific detection primer set (DWV-UR-F3/R3) was used for the amplification of an unique 133-bp DNA fragment of DWV with a rapid real -time PCR system, GenSpector® TMC-1000, which proceed the cycling with fast heating and cooling rates and a small reaction volume. We showed that this method is able to detect DWV with DNA conditions, artificial recombinant DNA, pBX-DWV479 as well as with virus-infected honeybee samples. In application to a DWV-infected honey bee, the minimum detection time was 8 min 50 seconds under 30 cycles and 10min 11 seconds including melting temperature analysis. This optimizing detection method is one of the fastest real-time PCR-based diagnostic tools and is available to be applied to use for the detection in the field and of various persistency pathogens.

Key words: Honeybee, Honeybee Viral disease, Deformed Wing Virus, Ultra-Rapid Real-time PCR, Rapid detection method

P269

Expression of RNA dependent RNA polymerase gene from BQCV in honey bee for application of monoclonal antibody generation

Giang Huong Thi Luong and Byoungsu Yoon

Department of Life Science, College of Natural Science, Kyonggi University

Black queen cell virus (BQCV), one of the most prevalent viruses, causes the death of queen larvae and pupae. The RNA-dependent RNA polymerases (RdRPs) are central components in the life cycle of RNA viruses that catalyzes the replication of RNA from an RNA template without DNA stage. Inhibition of RdRP gene is importantly significant for application of monoclonal antibody generation as a diagnosis tool for identifying BQCV infection in honey bee. In this study, the presence of BQCV in honey bee samples was confirmed by PCR using BQCV F/R primer set to multiply of 700 bp DNA fragment. For amplification of BQCV RdRP gene, a primer set attached *BamHI/SalI* restriction site was designed based on the best homogenization between BQCV RdRP sequences in NCBI, a PCR product containing BQCV RdRP gene with 1576 bp in length was amplified. Furthermore, BQCV RdRP gene will be cloned into pBlueXcm vector for future researches.

Key words: Honey bee, Black Queen Cell Virus, BQCV, RNA-dependent RNA polymerase, Cloning

P270

Derivation of Cell Adapted Sacbrood Virus from Korean Native Honeybee

Mi-Sun Yoo, Chang-Hee Kweon, Young-Ha Kim, Nam-Hee Kim, Ha-Na Jung, Kondreddy Eswar Reddy, Suk-Chan Jung and Seung-Won Kang

Center for Honeybee Disease Control, Parasite and Insect Disease Laboratory,
Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency.

Sacbrood virus (SBV), a causative agent of larval death in honeybees, is one of the most devastating diseases in bee industry throughout the world. Lately the Korean Sacbrood virus (KSBV) induced great losses in Korean honeybee (*Apis cerana*) colonies. However, there is no culture system available for honeybee viruses, including SBV, therefore, the research on honeybee viruses is practically limited until present.

In this study, we investigated the growth and replication of KSBV in cell cultures. The growth of KSBV was demonstrated by RT-PCR, quantitative real-time PCR, TEM and nucleotide sequence analysis.

The results demonstrated that SBV showed the replication signals in mammalian cell lines, including Vero cells without any signs of cytopathic effect (CPE). The results of RT-PCR, quantitative real-time PCR and in vivo infection with KSBV were also indicated the replication. Phylogenetic tree analysis shows our sequence included in distinct group with other SBV strains from China and Korea. It clearly showed the differentiation between field strain and attenuated strain through cell culture.

The results of present study demonstrated for the first time that SBV like other animal viruses could be adapted and attenuated in cells through the sequential passages. The sequential adaptation through cell culture could result in discrepancy of pathogenicity of virus and morphological characterization. For this reason, the present results indicated that the cell adapted SBV could be a valuable tool to study the general properties of this emerging virus, including pathogenicity in the future.

Key words: Sacbrood virus (SBV), Korean honeybee, *Apis cerana*, cell culture

Rapid Detection Methods of Korean Sacbrood Virus

Mi-Sun Yoo, Young-Ha Kim, Nam-Hee Kim, Ha-Na Jung, Kondreddy Eswar Reddy, Suk-Chan Jung and Seung-Won Kang

Center for Honeybee Disease Control, Parasite and Insect Disease Laboratory, Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency

Sacbrood virus (SBV) is one of the most serious honeybee viruses. The virus causes failure to pupate and death in both larvae and adult bees. Recently, Korean Sacbrood virus (KSBV) caused a great loss in Korean honeybee (*Apis cerana*) colonies. Although KSBV shows high homology with SBV strains, it has unique motifs and causes different symptoms. Therefore, a simple, sensitive and specific method for detecting KSBV is needed urgently. In this study a reverse transcription loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP) and a novel micro PCR-based detection method, termed ultra-rapid real-time PCR (URRT-PCR) were applied for rapid detection for korean sacbrood virus (KSBV) from honeybees (*Apis cerana*) infected with SBV in Korea. The LAMP could be detect the virus in RT-LAMP reactions containing 10^2 copies of pBX-KSBV within 30 min, which was 10 times more sensitive than a RT-PCR assay. The URRT-PCR showed high sensitivities which were able to detect 10 copies in the standard assays. In the application of URRT-PCR detection to an KSBV-infected honeybee, the shortest detection time was 10 min 12 sec, including reverse transcription. In addition, these methods could be distinguished between KSBV and other closely-related SBV strains, These rapid methods were rapid molecular-based diagnostic tools and useful tool for the rapid and sensitive diagnosis of KSBV infection of honeybees.

Key words: Sacbrood virus (SBV), *Apis cerana*, reverse transcription loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP), reverse transcription ultra-rapid real-time PCR (URRT-PCR)

P272

High-performance PCR for detection of Korean Sacbrood Virus(KSBV) in the honey bee, *Apis cerena*

Nam-Hee Kim, Mi-sun Yoo, Young-Ha Kim, Kondreddy Eswar Reddy, Ha-Na Jung, Suk-Chan Jung and Seung-won Kang

Center for Honeybee Disease Control, Parasite and Insect Disease Laboratory, Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency

Sacbrood virus (SBV) is one of the most destructive honey bee virus. The virus causes failure to pupate and kills honey bee larvae. The infacted larvae's color is change to brown. At the end, honey bee colony is destructed. Recently Korean Scabrood virus(KSBV) caused a great loss of Korean honey bee(*Apis cerena*) colonies for short period. Therefore, We need a highly rapid diagnosis method for rapid detection of KSBV.

In this study, We need a micro-scale chip-based real-time PCR system (GeneChecker®). This system was developed for rapid, specific PCR based diagnosis. This system has uncommonly fast heating and cooling system. So We was able to detecting of KSBV in *Apis cerena* in short time. This system needs small reaction volume(total 10ul). This volume include SsoFast™ Evagreen Supermix and serially diluted cDNA templates showed a high sensitivity of 101copies. That machine can setting each PCR stage time. A specific detection primer set (KSBV-123-F/R) was used to amplify a unique 123bp DNA fragment.

This PCR assays using serially diluted cDNA templates showed a high sensitivity of 101 copies. When applied to KSBV-positve samples, the result showed high specificity. The minimum diagnosis time was 9m 47s (30cycle). The amplified positive samples appear red fluorescent color.

This novel detection method could be used a PCR-based diagnositic tool (GeneChecker®). The results showed high sensitivity and specificity in short time. And this diagnosis method is expected to be applied to rapidly detect various pathogens.

P273

Rapid diagnosis Development of viral honeybee disease using Multiplex PCR

Ha-Na Jung, Mi-Sun Yoo, Young-Ha Kim, Jin-Hyeong Noh, Nam-Hee Kim, Kondreddy Eswar Reddy, Suk-Chan Jung and Seung-Won Kang

Center for Honeybee Disease Control, Parasite and Insect Disease Laboratory, Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency

Virus infections of the honeybee(*Apis mellifera*) have been increasingly investigated during the last decade. In general, honeybee viruses are widespread and most of them persist as inapparent infections. We screened honeybee colonies for the presence of several bee viruses, including deformed wing virus(DWV), black queen virus(BQCV), Kashmir bee virus(KBV), Israeli acute paralysis virus(IAPV), sacbrood virus(SBV), acute bee paralysis virus(ABPV), using uniplex RT-PCR. Frequently simultaneous infections with different viruses are diagnosed in seemingly healthy bee colonies. Therefore we developed a multiplex RT-PCR assay for the simultaneous detection of multiple bee viruses.

Key words: deformed wing virus(DWV), black queen virus(BQCV), Kashmir bee virus(KBV), Israeli acute paralysis virus(IAPV), sacbrood virus(SBV), acute bee paralysis virus(ABPV), Korean honeybee, *Apis cerana*, Multiplex PCR

P274

Prevalence of Honeybee Black Queen Cell Virus on Flowering Periods of *Robinia pseudoacacia* in 2013

In-Pyo Hong, Man-Young Lee, Soon-Ok Woo, Ha-Sik Sim, Yong-Soo Choi, Sang-Mi Han, Hye-Kyung Kim, Sang-Hoon Han, Kyu-Ho Byeon and Myeong-Lyeol Lee

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

Most Korean beekeepers have moved from south to north of Korea to collect nectar from black locust (*Robinia pseudoacacia*) flowers for 2 months. This provided a valuable opportunity to sample bees originating from diverse areas in one location. We initiated a survey of honeybee (*Apis mellifera*) colonies on the blooming period of Acacia to determine the prevalence of *Nosema apis* and black queen cell virus (BQCV) in 2013. *Nosema* causes significant losses in population size of honeybees. Sixteenth hives were sampled for this study. Bees were collected on the 4th and 13th of May, 2013. *Nosema* spore counts ranged from zero to 1,948,333 spores per bee. The average number of *nosema* spores per bee was calculated to be 450,000. Approximately 94% of the apiaries examined were infected with *nosema*, based on the presence of spores in the flowering period of Acacia. Also *nosema* is thought to be associated with black queen cell virus. RT-PCR analysis shows that BQCV infection rate was 100%. This indicates that *nosema* and BQCV is the predominant species affecting honeybee colonies.

Key words: *Apis mellifera*, Black queen cell virus, *Nosema* disease

P275

Chemical Composition of Oak Pollen after Mechanical Treatment

**In-Pyo Hong, Man-Young Lee, Soon-Ok Woo, Ha-Sik Sim,, Yong-Soo Choi,
Sang-Mi Han, Hye-Kyung Kim, Sang-Hoon Han,
Kyu-Ho Byeon and Myeong-Lyeol Lee**

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

This study was conducted to establish the optimized protocol for cytoplasm isolation of bee pollen. Data of biochemical parameters and amino acid profiles were obtained from acorn pollen grains treated with pulverization or lyophilization. Contents of moisture, ash, crude protein and crude fat of acorn pollen were 11.7%, 2.6%, 24.1% and 11.8%, respectively. After pulverizing, content of crude protein was decreased to 23.8% while crude fat was 22.5% which means 90% increase. Also content of crude protein was increased to 26.5% in case of the lyophilized pollen. Amino acids such as aspartic acid, glutamic acid, leucine and arginine were extensively found in acorn pollen while histidine, methionine and cystine were infrequent. The pulverized pollen was increased by 2.6% in the total amino acid percentage while the lyophilized pollen increased by 11.8% compared to the untreated pollen.

Organic Compounds, Minerals and Vitamin C of Jujube (*Zizy jujube* var. *inermis*) Honey Produced in Korea

Weon Ki Paik¹, Ae Kyung Kwak¹, Myeong Lyeol Lee² and Ha Sik Sim²

¹Department of Life Science, Daejin University

²Department of Agricultural Biology, RDA, National Academy of Agricultural Science

In order to use as a new functional food material, we analyzed the chemical components including the organic compounds, minerals and Vitamin C of jujube honey which were produced in South Korea. The condensed rate of methanol extraction in honey was 87.02% and main organic compounds that extract by organic solvents in GC-MS analysis were trichloromethane, triptane, 2-formylbutane, acetoxyethane, butyraldehyde, butanoic acid, cyclopentane, propanoic acid and so on. Also, main aromatic compounds that extract by organic solvents in SPME analysis were octacosane, pyrobenzol, hexatriacontane, cyclopentasiloxane, pelargonaldehyde, 3-azabenzonitrile, 4-pyridinecarbonitrile, nicotinonitrile, cyclohexatriene and many more. As proximate composition, crude ash content was higher than acacia honey(0.05%) by 0.698%, and crude protein was higher than acacia honey(0.10%) by 0.27%, but crude fat was lower content than acacia honey(0.44%) by 0.26%. Free sugar that analyze by HPLC consisted of fructose 37.47%, glucose 25.22%, and total sugars was 62.69%. Minerals by ICP analysis were detected total 19 kinds, K 12.575ppm > Na 1.8155ppm > Zn 1.3325ppm > Ca 0.6335ppm etc. Vitamin C was not detected and antioxidation test result by DPPH freeradical scavenge effect was hardly but high somewhat compared to acacia honey.

Key words: Jujube(*Zizy jujube* var. *inermis*) honey, organic compounds, minerals, vitamin C, chemical components, GC-MS, SPME, ICP, HPLC

Organic Compounds, Minerals and Vitamin C of Hairy vetch (*Vicia villosa*) Honey Produced in Korea

Ae Kyung Kwak¹, Weon Ki Paik¹, Myeong Lyeol Lee² and Ha Sik Sim²

¹ Department of Life Science, Daejin University

² Department of Agricultural Biology, RDA, National Academy of Agricultural Science

In order to use as a new functional honey, we analyzed the chemical components including the organic compounds, minerals and vitamin C of hairy vetch that is known as eco-friendly green manure crop recently in South Korea. The condensed rate of methanol extraction in honey was 84.48% and main organic compounds that extract by organic solvents in GC-MS analysis were trichloromethane, acetidin, propyl carbinol, methylolpropane, cyclopentane, dipropylmethane etc. Also, main aromatic compounds that extract by organic solvents in SPME analysis were hydrazine, n-dimethylhydrazine, carbamide resin, benzoguanamine, gentanol, cyclotrisiloxane, enanthaldehyde, heptaldehyde, silane, cinchoninaldehyde, quinaldehyde and so on. As proximate composition, crude ash content was higher than acacia honey(0.05%) by 0.2613%, and crude protein was higher than acacia honey (0.10%) by 0.28%, and crude fat was higher content than acacia honey(0.44%) by 0.57%. Free sugar that analyze by HPLC consisted of fructose 35.31%, glucose 26.96%, and total sugars was 62.27%. Minerals by ICP analysis were detected total 22 kinds, K 4.9185ppm > Na 3.4915ppm > Zn 3.178ppm > Ca 1.8575ppm > B 0.8495 ppm > Mg 0.5635ppm etc. Vitamin C was not detected and antioxidation test result by DPPH free radical scavenge effect was slight compared to acacia honey.

Key words: hairy vetch(*Vicia villosa*) honey, organic compounds, minerals, vitamin C, chemical components, GC-MS, SPME, ICP, HPLC

P278

Secretion characteristics of amount nectar *Zizy jujube* var. *inermis* in Korea

Ha sik-Sim¹, Man-young Lee¹, In-pyo Hong¹, Soon-ok Woo¹, Yong-soo Choi¹,
Gyu-ho Byuon¹, Weon-ki Baiek², Young-ju Oh³ and Myeong-lyeol Lee¹

¹National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

²Department of Life Science, Daejin University

³Institute for Future Environment Ecology Co., Ltd

Jujube trees, herbal medicine material, produce not only their fruit but also jujube honey for bee and human' food sources. Although jujube is an important honey plant after acacia bloom, the research was done with 15-year-old jujube trees grown in ChungDo-Gun, which there was no information on jujube floral nectar. According to the research, jujube nectar secretion mostly happens during dawn and morning for two days. The average number of inflorescence per tree is 638.1 according to the research. And also, the average number of flowers per inflorescence is 64.4. The amount of nectar secretion is 11.6 ul on average per flower, and hypothesized nectar secretion from 15-year-old tree per tree is 476.682 ul.

Also, a jujube tree has 545.5ul hypothesized nectar secretion per ha by the research.

Key words: *Zizy jujube* var. *inermis*, nectar

P279

Secretion amount of nectar a few medical herb plants in Korea

Ha sik-Sim¹, Man-young Lee¹, In-pyo Hong¹, Soon-ok Woo¹, Yong-soo Choi¹,
Gyu-ho Byuon¹, Weon-ki Baiek², Young-ju Oh³ and Myeong-lyeol Lee¹

¹National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

²Department of Life Science, Daejin University

³Institute for Future Environment Ecology Co., Ltd

About 70% of total honey products produced by Korean bee keepers was acacia honey. The remaining 30% was chestnut honey, jujube honey, snowbell honey, and another honey. False acacia, went down in payability since the middle 2000s because of simultaneous blooming *etiolation chlorsis* decreases productivity after aging. Therefore, substitution honey plants were necessary. This study estimated nectar secretion amount of each flower and productivity per ha at 14 medical herbs. Each flower, *Codonopsis lanceolata*, estimated a majority nectar secretion amount at 176.08 ul for each of the 14 medical herbs. *Astragalus membranaceus* estimated majority nectar secretion amount at 1273.3 L per ha for each of the 14 medical herbs. Medical herbs were hypothesized with valuable honey plants.

Key words: medical herb plants, nectar

P280

Water soluble royal jelly enhances migration and proliferation of human dermal fibroblasts in vitro wound healing model

Sangmi Han¹, JungMin Kim¹, Miran Cho¹, Myeonglyeol Lee¹, Manyoung Lee¹, Inpyo Hong¹, Soonok Woo¹, Hasik Sim¹, Yongsu Choi¹ and Younhee Jo²

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²Kyunghee University

Royal jelly (RJ) is exclusive food that is secreted from the hypopharyngeal and mandibular glands of worker honeybees, and it is well known to be a necessary for the growth of the queen honeybee. Although fresh royal jelly have been demonstrated to enhance wound healing, the wound healing effects of water soluble royal jelly (WSRJ) have not been elucidated. We investigated whether WSRJ promotes the migration, attachment, and proliferation of human dermal fibroblasts (HDFs) during in vitro wound healing. HDFs were treated with 1-5ug/ml WSRJ and RJ for up to 24hr following wound formation. Cell migration was assessed by measuring recovery from wound margin, while cell attachment and proliferation were determined by MTT assay. By observing the numbers of cell attached, we confirmed that not only WSRJ but also RJ did not affect on the initial cell adhesion. WSRJ (5 ug/ml) enhanced cell migration rate approximately 84.3% in HDFs at 24hr, whereas RJ (5 ug/ml) increased cell migration rate 71.3% in HDFs at 24hr, which is similar to cell migration rate of WSRJ 1 ug/ml (73.7%). In cell proliferation assays, WSRJ induced an increase in the number of HDFs, compared with control and RJ. In conclusion, WSRJ promotes cell migration with increased cell proliferation in an in vitro wound healing model.

Key words: 10-Hydroxy-2-decenoic acid,, human dermal fibroblast, migration, water soluble royal jelly, proliferation

P281

PH에 따라 처리한 봉독의 성분 및 생리활성 변화

한상미*, 조미란, 김정민, 이명렬, 이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수

농촌진흥청 국립농업과학원 잠사양봉소재과

항균, 항염증, 진통, 면역증강 효과 등 다양한 효과가 있는 것으로 알려져 있는 봉독은 최근 화장품과 가축적용 향생제의 원료로 사용되고 있다. 본 연구에서는 봉독의 pH에 대한 안전성을 확인하기 위하여 각기 다른 pH가 봉독의 성분과 효능에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 봉독채집장치((주)청진바이오)를 사용하여 채집한 정제봉독을 pH2, pH3, pH4, pH5, pH6, pH7, pH8 그리고 pH9 buffer에 녹인 후 동결건조를 통해 건조봉독을 회수한 후 SDS-PAGE를 이용하여 봉독의 성분변화를 확인하였다. 봉독의 생리활성 변화를 알아보기 위하여 피부 상재균인 *Staphylococcus aureus*에 대한 최소발육저지농도 (MIC, minimum inhibitory concentration)를 측정하였으며, 사람 피부세포인 HDF(human dermal fibroblast)를 이용하여 MTT (3-[4,5-dimethyl-2-thiazolyl]-2, 5-diphenyl tetrazolium bromide) assay를 실행하였다. 봉독의 주요 단백질 성분인 포스포리파아제 (Phospholipase, 14.5kD), 히알루니다아제 (hyaluronidase, 38kD)과 포스포모노에스테라아제 (Acid Phosphomonoesterase, 55kD)는 모든 pH에서 변화가 없었다. *Staphylococcus aureus*에 대한 최소발육저지농도는 pH2, pH6은 11 μ g/ml로 나타났으며, pH3, pH4, pH5, pH7, pH8 그리고 pH9에서는 9 μ g/ml로 나타났다. 피부세포 증식율은 농도 1ng/ml에서 104~119%의 증식율을 보여 pH가 봉독에 영향을 주지 않는 것으로 확인되었다.. 이러한 결과로 미루어 pH에 따른 봉독의 성분 및 생리활성은 모든 pH에서 안정성이 유지되는 것으로 사료된다.

*Corresponding Author: sangmih@korea.kr, 두 저자의 논문 기여도가 같음

P282

Anti-melanogenic effect of Water Soluble Royal Jelly on Melanin Biosynthesis

Sangmi Han*, Jungmin Kim*, Miran Jo, Myeonglyeol Lee, Manyoung Lee, Inpyo Hong, Soonok Woo, Hasik Sim and Yongsoo Choi

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration,
Suwon, Republic of Korea

Royal jelly (RJ) is one of the most attractive functional foods that have been a commercial product, especially in dietetics and cosmetics in many countries. However, RJ has been evoked with dermatitis, acute asthma and anaphylaxis because of major RJ proteins. Therefore, to access water soluble royal jelly (WSRJ) that removed allergy-induced proteins as an effective whitening agent for cosmetics and potential external treatment for topical use, we investigated its ability to inhibit melanin biosynthesis.

B16F1 cells were treated with 10 nM α -melanocyte-stimulating hormone (α -MSH) for 48hr, and then were treated with various doses of WSRJ for 36hr. WSRJ (1-10ug/ml) inhibited direct tyrosinase activity and cellular tyrosinase activity, which lead to the decrease of melanin synthesis in α -MSH stimulated B16F1 melanoma cells. In addition, we examined RT-PCR and Western blotting for melanogenesis-related genes such as tyrosinase, tyrosinase related protein 1 (TRP-1) and 2. WSRJ suppressed mRNA and protein expression of tyrosinase, tyrosinase related protein (TRP)-1 and TRP-2 in α -MSH stimulated B16F1 cells, and similar to positive control, arbutin. Our findings suggest that WSRJ induced the downregulation of melanogenesis by inhibiting tyrosinase, TRP-1 and 2 activations. It may serve as a new candidate in the new skin-whitening agents.

*The authors contributed equally to this work and should be considered as co-first authors.

Radical Scavenging Effects of Propolis collected in Korea

**Soon-ok Woo, In-pyo Hong, Sang-mi Han, Yong-su Choi, Ha-sik Sim,
man-young Lee and Myoung-lyeol Lee**

National Academy of Agricultural Science, RDA

Propolis, bee glue is a sticky substances, which is used to prevent corruption of the ones who broke into the hive, and which is known as a substance that inhibits the growth of microorganisms within the hive. In order to use this propolis, is required to extract the active ingredients from the raw propolis. Mainly goes through the process of extraction with ethanol. Propolis is registered as health functional food for food and drug safety with a valid registration which is anti-oxidant effects and anti microbial effects of oralflora.

In this study, in order to determine the antioxidant effect of propolis produced in various regions collected 58 regions. Antioxidant effects were tested by DPPH free radical scavenging effects method.

As a result, the propolis concentrations by 10, 50, 100, 500, 1000 μ g were 43, 73, 78, 82, and 73%, in Gangwon province, Gyeonggi Province, 57, 83, 83, 79, and 71%, Chungcheong Province, 55, 80, 80, 76, and 68%, Jeolla province 48, 75, 78, 78, and 71%, Gyeongsang province 47, 77, 81, 79, and 71%, respectively. More than a certain concentration was to determine antioxidant falling rather. These results can be said to suggest if you use the edible excess should be avoided.

Key words: propolis, antioxidant effect

프로폴리스 처리에 따른 딸기의 품질 변화

심하식, 이만영, 홍인표, 우순옥, 최용수, 변규호, 이명렬, 남명현¹

국립농업과학원 잠사양봉소재과

¹논산딸기시험장

논산딸기시험장에서 시설하우스 내에서 시험 중인 시설딸기에 대하여 프로폴리스를 농도별로 처리하여 경도, 당도, 산도 및 잿빛곰팡이의 이병과율을 비교하였다. 경도는 Propolis처리 1일 후 1,000배 처리시 무처리대비 증가하였으나 7일후에는 유의성이 없었고, 고온기 처리시 250배와 500배처리에서 무처리 대비 7일정도 경도 증가하였다. 당도는 Propolis처리 1일 후 무처리대비 감소하는 경향을 보였으나 7일 후에는 증가하였고, 고온기 처리시 무처리와 큰 차이는 없었다. 산도는 Propolis처리 1일후에는 무처리와 유의성이 없었으나 500배처리는 7일후 감소하는 경향을 보였다. 과실의 착색은 Propolis처리시 무처리 대비 L은 같았으나 a(적색)와 b(황색)는 감소하는 경향이었고 처리간 유의성은 없었다.

검색어: 프로폴리스, 딸기, 품질

P285

양파 채종용 소형망실에 적합한 수분곤충 및 양파품종별 화분매개 효과

이경용¹, 이을태², 황보인식³, 박인균¹, 김미애¹, 강필돈¹, 윤행주^{1*}

¹국립농업과학원 곤충산업과

²국립식량과학원 바이오에너지작물센터

³전라남도 해남군농업기술센터

현재 국내에서 채종용 양파의 수분을 위해 파리류가 사용되고 있으나, 개화적기 공급부족, 파리류 생산시 발생하는 악취 및 비위생성 등으로 많은 민원이 발생하고 있다. 이와같은 문제를 해결하기 위하여, 채종용 양파 소형망실(1.3m×2.3m×1.8m)에서 기존에 사용 중인 파리류와 서양뒤영벌을 이용하여 화분매개효과를 조사한 결과, 서양뒤영벌이 70배 정도나 적었음에도 불구하고, 화분매개효과가 동등하거나 다소 좋았다. 따라서 채종용 양파의 수분을 위해 뒤영벌이 파리류를 대체할 수 있을 것으로 판단된다. 소형망실에서 적정한 뒤영벌의 봉군은 일벌 50~80마리이었다. 조생종 양파품종인 ‘샐러드-5’, ‘연신황’과 중만생품종인 ‘콜러서스’를 대상으로 파리류와 뒤영벌의 화분매개효과를 조사한 결과, 서양뒤영벌이 파리류에 비해 동등하거나 다소 좋은 결과를 보여주었다. 또한 화분매개효과에 있어서 뒤영벌은 품종간의 차이가 없는 반면, 파리류는 품종 간에 차이를 보여주었다.

검색어: 양파, 채종, 화분매개, 뒤영벌, 파리류

P286

Effect of Insect Pollinators for Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) Seed Production at Small Net Screen house

Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee, In Gyun Park, Mi Ae Kim,
Yun Mi Kim and Pil Don Kang

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

Currently, flies are used to pollinate Welsh onion for seed production. However, the use of flies for pollination has caused problems in Welsh onion seed production due to sanitation issues, smell, and the difficulty of feeding the flies. Therefore, we investigated the effects of pollination with bumblebees (*Bombus terrestris*), flies (e.g., houseflies, flesh flies, blue bottle flies), mason bees (*Osmia cornifrons*), honeybees (*Apis mellifera*) and blowflies (*Lucilia illustris*) in a small net screen house (2.2m×1.7m×2.5m) for onion seed production. Although the number of flies was about three times than that of other insect pollinators, flies and bumblebees showed equivalent pollination ratios, but the remaining three insect species showed lower values. For the percentage of seed set per umbel, the number of seeds per flower and umbel, bumblebees and flies showed similar results. These results showed that pollination by bumblebees can be used as an alternative approach in breeding Welsh onion. An analysis of the most appropriate colony of bumblebees for use as pollinators for breeding Welsh onion in a small net screen house showed that colony of fifty to eighty bees was the most efficient level. The visiting time on the flower and spending time from a flower to another flower of *B. terrestris* worker on small net screen house was 2.2 seconds and 1.8 seconds, respectively.

Key words: Welsh onion, Breeding, Insect pollinator, Bumblebee, Honeybee, Mason bee.

P287

Characteristics on Pollinating Activity of *Osmia cornifrons* and *Bombus terrestris* under Different Weather Conditions at Apple Orchard

Hyung Joo Yoon, Kyeong Yong Lee, Mi Ae Kim,
In Gyun Park and Pil Don Kang

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

Bumblebee, *Bombus terrestris* is widely used to pollinate various crops, especially tomato, in greenhouses. Mason bee, *Osmia cornifrons*, which is using as apple pollinator. Here we investigated characteristics on pollinating activity of *B. terrestris* and *O. conifrons* at different weather conditions in apple orchard. The foraging activity of *O. conifrons* was more sensitive than that of *B. terrestris* at weather conditions including temperature, illumination intensity and wind velocity. The pollinating activity of *O. conifrons* was very low than that of *B. terrestris* at a low temperature, cloudy, rainy and windy weather. Therefore, Our results indicated that *B. terrestris* was suitable for apple pollinator than *O. conifrons*, especially in low temperature and bad weather.

Key words: Apple, Weather, Pollinating activity, Bumblebee, *Bombus terrestris*, Mason bee, *Osmia cornifrons*

P288

The Pollination Method Using Bumblebee, *Bombus terrestris* in Apple Orchard

Hyung Joo Yoon¹, Kyeong Yong Lee¹, Sang Jin Yang²,
Jung Ae Lee³ and Pil Don Kang¹

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

²Technology services division, The National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA

³Fruit Experiment Station, Yeongju City Agricultural technology and extension center

Bumblebee, *Bombus terrestris* is widely used to pollinate various crops, especially tomato, in greenhouses. Mason bee, *Osmia cornifrons*, which is using as apple pollinator. Here we investigated characteristics on pollinating activity of *B. terrestris* and *O. conifrons* at different weather conditions in apple orchard. The foraging activity of *O. conifrons* was more sensitive than that of *B. terrestris* at weather conditions including temperature, illumination intensity and wind velocity. The pollinating activity of *O. conifrons* was very low than that of *B. terrestris* at a low temperature, cloudy, rainy and windy weather. Therefore, Our results indicated that *B. terrestris* was suitable for apple pollinator than *O. conifrons*, especially in low temperature and bad weather.

Key words: Apple, Weather, Pollinating activity, Bumblebee, *Bombus terrestris*, Mason bee, *Osmia cornifrons*

Pollination activities of 3 species of pollinators in the korean raspberry

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

Department of Agricultural Biology, The National Academy of Agricultural Science, RDA,
Suwon 441-100, Republic of Korea

To improvement the fruit quality of the korean raspberry fruit, 3 species of bee, *Bombus terrestris*, *Apis mellifera* and *Osmia cornifrons* were used for pollination in korean raspberry fruit field from Korea. This study was also conducted using 3 kinds of methods for pollination effect, natural condition, net-house and control method. Blooming time of korean raspberry fruit shows always in the middle of the May, foraging behavior of bees used in this examination showed different tendency each other. Especially pollinating time of *B. terrestris* was 2.73sec and transfer time between flower was 2.64sec. Rate of korean raspberry fruit setting pollinated with *B. terrestris*, *A. mellifera*, *O. cornifrons* were showed 83.1%, 80.5%, 77.5% respectively. And, rate of fruit setting of the untreated control and the control (natural condition pollination) were 36.2% and 76.0%. Therefore, korean raspberry fruit set in the case of *B. terrestris* compared control was superior to 230%, 109% in contrast to natural pollination showed, *A. mellifera* and *O. cornifrons* were no significant difference over natural pollination. The quality of the products of korean raspberry fruit pollinated with *B. terrestris* showed the highest quality as a result fruit diameter 19.5 ± 0.85 , fruit weight 2.7 ± 0.32 , sugar content 11.2 ± 1.48 Brix%, seed no. of 86.8 ± 10.15 . The rate of productivity increase using the *Bombus terrestris* was 21% in contrast to natural pollination.

*Corresponding Author: kimma@korea.kr

Key words: *Bombus terrestris*, *Apis mellifera*, *Osmia cornifrons*, Pollination, pollinator, korean raspberry

P290

Stability of Purified Bee Venom on the Treatment Temperature

**Sangmi Han, Miran Cho, JungMin Kim, Myeonglyeol Lee, Manyoung Lee,
Inpyo Hong, Soonok Woo, Hasik Sim and Yongsu Choi**

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

For the investigation of the stability of purified bee venom(PBV) during the treatment in the temperature range of 50°C to 120°C for 24 hours, respectively, melittin contents, antibacterial effects, and cell regenerations were investigated. The changes in the melittin contents of PBV were not significantly different by treatment temperature below 70°C for 24 hours and 80°C for 4 hours. However the melittin contents is great decline after 24 hours above 80°C for 24 hours. Antibacterial effects is not change below 80°C for 4 hours but significantly decrease above 80°C for 24 hours. Cell regenerations of PBV on human dermal fibroblast decreased at 80°C for 24 hours, showing a significant difference from the below 80°C for 4 hours. Through the temperature stability of PBV results of this study, it was treated that the melittin contents, antibacterial effects and cell regeneration effects of PBV could be maintained above 80°C for 4 hours.

Key words: purified bee venom, temperature, melittin, antibacterial effect, cell regeneration

P291

멜리틴이 류마티스 관절염 환자의 활막세포 이동에 미치는 영향에 대한 연구

박기연¹, 이만영², 한상미², 김주현¹, 김성규¹, 최정윤¹

¹대구가톨릭대학교 의과대학 의학과

²농촌진흥청 국립농업과학원

류마티스 관절염은 염증성 자가 면역 질환으로써 질병이 진행됨에 따라 염증세포가 증가되며 인접한 연골 및 뼈의 파괴를 일으킨다. 또한 염증성 사이토카인의 분비가 증가됨에 따라 연골 및 뼈의 세포 외 기질 분해를 촉진시킨다. 세포 외 기질 단백질은 류마티스 관절에 증식되어있는 활막세포, 염증세포 등의 이주와 분화를 조절함으로써 염증반응의 발생에 밀접한 관계가 있다. 또한 최근 골 대사에 있어서 중요한 조절 기전의 하나로 Wnt 경로가 밝혀지면서 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

Wnt의 억제제인 DKK-1은 뼈 형성과, 뼈와 관련된 질병, 암과 다발성 골수종 환자에게서 높게 발견된다. 본 연구에서는 멜리틴을 이용하여 Wnt의 억제제인 Dkk1를 차단시킴으로써 Wnt 경로를 활성화시켜 류마티스 관절염의 염증성 사이토카인과 섬유모세포 유사 활막세포의 이동 조절을 관찰하고 그 기전을 조사하였다. 그 결과 류마티스 관절염 활막세포에서의 염증반응과 이주 조절기전을 확인하고 봉독의 주요성분인 멜리틴을 이용하여 DKK-1 억제에 의한 Wnt 신호 활성화 기전을 규명하였다.

검색어: 관절염, 염증, 멜리틴, Wnt, DKK-1

외래 등검은말벌의 양봉장 출현 지역 조사

이만영, 홍인표, 우순옥, 심하식, 최용수, 이명렬, 한상미,
변규호, 김정민, 조미란

국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과

외래 등검은말벌은 2003년 부산지역에서 첫 발견되어 2008년부터 양봉장 피해가 발생되고 있다(Jung, 2008). 양봉장 피해 지역은 중남부지역의 칠곡군과 중서부지역의 구례군까지 범위가 확대되고 있다. 특히 부산지역의 경우 첫 발생지로 일부 양봉장 주변부에 말벌집 한 해 약 50여군의 등검은말벌의 벌집을 제거하는 것으로 조사되었다. 칠곡군의 경우 같은 지역이라도 양봉장위치에 따라 발생정도에 차이를 보이고 있었다. 농가 양봉장의 등검은말벌 방제 방법으로는 양봉사가 설치된 경우에는 전면부에 그물망을 설치하여 봉군으로의 침입에 의한 피해를 방지하고 있었으며, 또한 끈끈이트랩, 유인트랩, 포충망 채집, 배드민턴채포살, 농약도포후방사 등의 방법을 이용하는 것으로 조사되었다.

검색어: 등검은말벌, 말벌류, 꿀벌, 양봉장 출현, 방제

아주까리누에의 이화학적 특성

김현진¹, 구희연¹, 박장현¹, 최향철¹, 정재희², 김용두²

¹전남농업기술원 곤충잠업연구소

²순천대학교 식품공학과

아주까리누에(*Samia cynthia ricini*)는 산누에나방과의 곤충으로 인도의 아삼과 벵갈 지방이 원산지로 주로 아주까리 잎을 먹으며 연 2세대 생산되는 누에와 달리 최대 6세대까지 생산이 가능한 다화성 곤충이다. 본 연구에서는 아주까리누에의 기능성 성분을 식의약 소재로 개발하기 위하여 아주까리누에와 일반누에의 이화학적 특성을 비교하였다. 분석에 사용된 누에는 5령 3일이 경과된 아주까리누에, 백옥잠 유충을 동결건조 하여 사용하였다. 이화학적 특성은 일반성분, 무기성분, 아미노산, 지방산 등을 분석하였다. 일반성분 분석 결과 수분 15~19%, 조지방 13~17%, 조회분 6.5%, 조단백 34.3%로 나타났고 무기성분은 칼륨 2.5%, 인 0.9%, 칼슘, 마그네슘 0.3%를 함유하였다. 총아미노산은 아주까리누에가 7.4%로 백옥잠보다 2%이상 높은 경향을 나타냈으며 주요 아미노산은 Glutamic acid 1.36%, Threonine 0.99%, Serine 0.9% 등 이었다. 지방산 조성비를 확인한 결과 linolenic acid가 가장 많은 함량을 보였고 palmitic acid, oleic acid가 뒤를 이었다.

검색어: 아주까리누에, 일반성분, 아미노산, 지방산

P294

The Dual Role of the Prophenoloxidase-Activating System in Cuticular Melanization and Innate Immunity in the Silkworm, *Bombyx mori*

Kwang Sik Lee¹, Feng Ming Zou¹, Bo Yeon Kim¹, Hu Wan¹, Hyung Joo Yoon², Hong Ja Kim³, Sook Jae Seo³, Yeon Ho Je⁴, Soo Dong Woo⁵ and Byung Rae Jin¹

¹College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

³Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University

⁴Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

⁵Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

Insect cuticular melanization is regulated by the prophenoloxidase (proPO)-activating system, which is also involved in the innate immune reaction. Here, we demonstrate how the differentiation of the proPO-activating system is regulated toward a cuticular melanization or innate immunity function in silkworm (*Bombyx mori*) pupae. Our results indicate that the differential and spatial regulation of key components, such as the proPO-activating factor, tyrosine hydroxylase, and porPOs, primes the proPO-activating system for either cuticular melanization or innate immunity. This dual strategy for cuticular melanization in development and innate immunity upon infection demonstrates a two-pronged defense mechanism that is mediated by the priming of the proPO system.

Key words: Cuticular melanization, Development, Innate immunity, proPO-activating system, Silkworm

P295

Development in Conservation Technology for *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) Genetic Resource

Hyojung Jin, Namjung Kim, Seong Hyun Kim, Won Ho Choi and Jong Bin Park

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

As demand for *Tenebrio molitor* increases in animal feed market, improvement of mass-rearing indoor system became more crucial. This study is aimed at establishing the technology for conserving genetic resource of *Tenebrio molitor*, and increasing the technology utilization. This year, in advance, this experiment was designed for examining the developmental characteristics of eggs and larvae. To research the developmental characteristics under different temperatures, eggs, larvae and pupae were treated at 17.5, 20, 22.5, 25, 27.5 and 30°C. At 25°C, larvae were exposed to various photoperiod conditions, LD 14:10, 12:12, and 10:14. The results show that the temperature range which affected hatching was 15~32.5°C. To achieve 70 percent or higher hatching rate 17.5~27.5°C was required. Furthermore, hatching occurred within 10 days, when the eggs were treated in 22.5~27.5°C. In regard of larval development, shorter developmental period, and higher pupation and eclosion rates were observed in 25~27.5°C. The shortest larval period was recorded at 14L:10D. At 10L:14D, in contrast, pupae showed the lowest chance of eclosion. Overall, larval development was optimal in long-day condition.

Key words: *Tenebrio molitor*, developmental characteristic, temperature, photoperiod

P296

Developmental characteristic of *Tenebrio molitor* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in different larval instars

Jongbin Park, Namjung Kim, Wonho Choi, Seonghyun Kim and Hyojung Jin

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

A *Tenebrio molitor* larva that is called mealworm is widely used as feed for raising a pet. Also, it is the insect that would be produced as the edible food for human. For these reasons, many researchers are revealing about physiologic characteristic of *Tenebrio molitor* to make good use of it. However, morphological characteristic of different larval stage is not specifically indicated and researchers have different opinions about the average number of *Tenebrio molitor*'s instar until now. This study, therefore, was carried out to examine the physiological and morphological characteristics of *Tenebrio molitor* larva in different larval stages, and the average number of *Tenebrio molitor*'s instar. As a result, all of the *Tenebrio molitor* larvae had 7~8 days during their incubation period and 3~4 days during the 1st instar period. After the 1st instar, there were comparatively large differences in the number of days in each instar. Before emergence, most of the larvae comparatively showed 15th~17th instars, particularly, the largest rate of pupae (28.83%) was observed in the 17th instar. In terms of the body length of each *Tenebrio molitor* larval stage, the body length was gradually increased by the 17th instar. Beyond the 17th instar, however, the body length was smaller than 17th instar. In the 1st instar, the larva had white color, and the color gradually changed into brown from the 2nd instar. Through this study, we could identify the accurate incubation period, 1st instar period, the average number of instar, body length and the color change in different larval stages. These results would be used as a fundamental data for further study about the physiological and morphological characteristic of each instar period.

Key words: *Tenebrio molitor*, larval stage, instar period

P297

Characteristic Analysis of Multipurposal Sericinjam under Rearing

Kee-young Kim, Gyoo-byung Sung, Hae-yong Kweon, Mi-ja Kim, Sang-duk Ji, Nam-suk Kim and Pil-don Kang

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

7 new sericinjams are in breeding by the hybridization of silkworm genetic resource, that is, ND strain and the parent silkworm, and the feature of new sericinjam was classified by a cocoon color. According to cocoon color, sericinjam showed two kind of color including the light green and yellow. D601, D704 and D707 with the light green silk were a difference to density of color. Also D703, D705, D751 and D752 with the yellow silk showed a difference to density of color. As investigating the pupation rate which means the healthiness of the silkworm, D601 was highest with 93%, and D703 was lowest with 65.6%. The ratio of the sericin silk showed some difference every breed, and D601 among them was highest with 91%. There is close correlation between sericin cocoon quantity and the dried silkgrand weight. The weight of the dried silkgrand for sericinjams which were compared with baeokjam was low about 2.5 ~ 7.9 times. Among sericinjams, D601 was lowest, and D707 was highest. The pure sericin content of sericinjams was an above 96%, and sericin content of per one cocoon was low 1.4 ~ 2.5 times than baeokjam. Blood of silkworm which makes the light green silk exhibited anti bacterial activity against Gram-negative bacteria.

Key words: Silkworm, Breeding, sericinjam

누에 유전자원의 교배조합에 따른 1-deoxynojirimycin 함량 변화

김용순, 임희진, 주완택, 김현복, 김기영, 김남숙, 김미자,
지상덕, 류강선, 성규병

국립농업과학원 잠사양봉소재과

누에분말 중에 들어있는 성분인 1-deoxynojirimycin(1-DNJ)은 α -glucosidase의 활성을 억제하여 소장에서 혈액으로 포도당이 흡수되는 것을 억제하는 기능이 있다. 이러한 기능 때문에 1-DNJ는 인슐린 비의존형 당뇨병환자들에게 혈당강하제로 이용되고 있다. 또한 1-DNJ는 간염바이러스 등 외막형성 바이러스의 증식을 억제하므로 항바이러스성 소재에 대한 가능성도 연구되고 있다. 본 실험에서는 혈당강하 및 항바이러스성 기능을 갖는 1-DNJ의 누에 유전자원 중의 계통별 함량, 그리고 누에 교배조합에 의한 1-DNJ 함량 변화를 비교하였다.

1-DNJ의 함량은 누에 유전자원의 지리적 및 계통별로 차이를 보였다. 일본종은 JF가 0.536%로 가장 높았으며, 잠303이 0.249%로 가장 낮았다. 중국종은 C108이 0.519%로 가장 높았으며, 중27이 0.242%로 가장 낮았다. 유럽종은 록191이 0.595%로 가장 높았으며, AP가 0.254%로 가장 낮았다. 그리고 미분류종의 CRE가 0.653%로 가장 높았으며, J037은 0.297%로 가장 낮았다. 그리고 유전형질인 혈색, 견색, 그리고 난색에 따른 1-DNJ 함량 변화는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편, 일본종 누에를 이용하여 교배조합(F1)을 작성한 후의 1-DNJ의 함량 변화를 비교한 결과, 교배조합에 따른 1-DNJ의 함량 변화가 확인되었다.

따라서 이러한 누에 유전자원의 계통별 및 교배조합에 따른 1-DNJ 함량 변화는 누에 품종육성 및 누에분말을 이용한 기능성 소재 연구의 기초자료로 활용될 것으로 생각된다.

P299

뽕나무이 방제 적용 가능 약제가 5령 3일 누에에 미치는 영향 분석

문형철¹, 김영옥¹, 조흥기¹, 최동철¹, 성규병²

¹전라북도농업기술원 종자사업소

²국립농업과학원 잠사양봉소재과

뽕나무 주요 해충 중의 하나인 뽕나무이 방제에 사용되었던 DDVP 농약이 생산 중지되었으나 대체 약제가 개발되지 않고 있다. 안정적 누에 생산을 위하여 뽕나무이 방제에 적용 가능한 친환경자재인 님 추출물, 고삼 추출물, 데리스 추출물과 디노테푸란 수화제, 플로니카미드 입상수화제를 시험재료로 5령 3일 누에의 안전성과 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 처리시기는 급상 3일, 7일, 14일전 3처리와 살포농도는 추천농도와 배량을 처리하였다. 2령 누에에 급여하여 사육한 결과는 님 추출물, 데리스 추출물, 플로니카미드 입상수화제는 급상 3일전 처리에서 추천농도에서의 사망률은 0~1.7%, 배량은 1.8~3.3%를 나타내어 누에 사육에 안전하였다. 그러나 고삼 추출물과 디노테푸란 수화제는 급상 14일전 배량 처리에서도 100% 사망률을 나타냈다. 이와같은 결과로 누에 사육에 안전한 님 추출물, 데리스 추출물, 플로니카미드 입상수화제를 급상 7일전에 처리하고 1령 3일부터 5령 3일 까지 급상하며 발육특성을 조사하였다. 발육기간은 처리 자재에 따른 차이가 없었으며, 사망률은 님 추출물 0.3%, 데리스 추출물 1.4%, 플로니카미드 입상수화제 1.0%로 낮은 수준이었다. 또한 5령 3일 누에 무게는 데리스 추출물과 플로니카미드 입상수화제는 무처리 대비 95% 수준이었고, 님 추출물은 82% 수준으로 낮게 나타났다. 따라서 데리스 추출물과 플로니카미드 입상수화제는 안정성과 성장률을 볼 때 뽕나무이 방제에 사용 가능한 약제로 판단된다.

오디 생산용 뽕나무 품종 ‘대심’의 육성 경위 및 특성

성규병¹, 김현복¹, 김기영¹, 구희연², 서상덕³, 이진근⁴, 강필돈⁵

¹국립농업과학원 잠사양봉소재과, ²전남농업기술원 곤충잠업연구소,
³충남농업기술원 잠사곤충사업장, ⁴경북농업자원관리원 잠사곤충사업장,
⁵국립농업과학원 곤충산업과

주로 누에사육을 위한 사료 생산용으로 이용되던 뽕나무의 용도가 다양화 되면서, 부산물로 이용되어 온 오디의 수요가 크게 늘어나 새로운 소득작목으로 정착되어 가고 있다. 오디를 수확하기 위한 품종은 오디의 크기가 크고, 수량성이 높으며, 결실이 빠른 품종이 유리하다.

농촌진흥청 잠사양봉소재과에서는 조기결실 되는 새로운 오디 생산용 뽕 품종 ‘대심’을 육성하였으며, 이 품종의 육성 경위와 특성은 아래와 같다.

1. ‘04-’10년까지 4개 지역에서 지적시험을 거쳤으며, 오디용으로 우수성이 인정되어 2012년 ‘상베리’로 보호출원 하였으며, 추후 ‘대심’으로 변경되었다.
2. ‘대심’은 국립농업과학원 농업생물부 잠사양봉소재과에서 보존중인 카타네오를 모본으로 하여 콜히친 처리를 하여 4배체로 육성한 품종이다.
3. ‘대심’은 백상형(*Morus alba* L.)에 속하는 자웅 동주이며, 발아개엽기는 청일뽕과 비슷한 직립성의 중생종으로, 10a당 오디수량은 4개지역 평균 청일뽕 대비 결실 1년차에는 116% 증수되는 되며, 결실 4년 평균수량은 70% 증수되는 다수성계이다.
5. 4년 평균 단과중은 4.8g의 대과형이며, 평균 당도는 10.5°Brix로, 청일뽕 오디보다 낮으며, 오디 색은 흑자색이다.
6. 오디 안정생산에 문제가 되고 있는 오디 균핵병 발병률은 4년 평균 6.2%로 청일뽕 3.3%보다 높아 오디균핵병에는 약한 것으로 나타났다.

P301

오디 수확 노력절감 및 낙과수집 장치 개발

성규병¹, 김현복¹, 김기영¹, 김용순¹, 지상덕¹, 강필돈²

¹국립농업과학원 잠사양봉소재과, ²국립농업과학원 곤충산업과

주로 누에사육을 위한 사료 생산용으로 이용되던 뽕나무의 용도가 다양화 되면서, 부산물로 이용되어 온 오디의 수요가 크게 늘어나 새로운 소득작목으로 정착되어 가고 있다.

그러나, 오디수확은 결실되기 시작하여 15~20일간의 짧은 기간에 수확이 완료되기 때문에 수확시 가장 많은 노력이 집중되므로, 수확능률을 높일 수 있는 방법 개발이 필요하다. 또한, 오디 생산시 노동력 부족 등으로 수확이 지연되거나, 바람 등에 많이 발생하는 낙과 오디를 수집 활용할 수 있는 방법 개발이 필요하다.

이에, 농촌진흥청 잠사양봉소재과에서는 오디를 효율적으로 수확할 수 있는 기술을 지속적으로 개발하여 왔다.

‘09년 낙과되어 버려지는 오디를 수집활용하기 위하여, 낙과 수집 및 오디 수확 장치를 개발하여, 영농활용으로 채택되었으며, ‘12년 신기술 시범사업으로 보급을 하였다. 총 결실량의 26.8%에 해당하는 낙과되어 버려지는 오디를 수집활용할 수 있으며, 수확노력을 관행 대비 34% 줄일 수 있다.

이 기술은 낮추만들기 수형의 뽕나무 재배시 활용할 수 있는 기술이다.

‘11년에는 중간만들기 수형의 뽕밭에서 활용할 수 있는 오디 수확기술을 개발하였으며, 영농활용으로 채택되었다. 이 기술은 낙과되어 버려지는 오디 19.9%를 수집, 활용할 수 있고, 수확노력을 관행대비 40% 절감할 수 있는 기술이다.

뽕나무 계통(품종)별 뽕잎의 rutin 함량 변이 (I)

김현복¹, 김선림², 임희진¹, 주완택¹, 김용순¹, 성규병¹

¹국립농업과학원, ²국립식량과학원

뽕나무를 포함한 식물유전자원은 수집, 보존 및 이용 방법에 따라 그 자체로 이용하거나 새로운 품종 및 물질 등을 개발하여 막대한 경제적 이익을 창출할 수 있다. 현재 뽕나무 유전자원에 대한 가치와 활용도를 높이기 위해 형태적, 유전적 특성을 분석·평가하여 데이터베이스를 구축 중에 있으며, 기능성 성분이나 효능에 대한 소비자들의 관심이 높아짐에 따라 기초정보 외에 이들의 항목에 대한 정보를 추가할 필요성이 제기되었다. 따라서 우리나라 620 계통(품종)의 뽕나무 유전자원 중 재배환경 및 재배법이 동일한 219 계통(품종)의 춘기 5개엽기 뽕잎을 채취한 후 동결건조 및 분말로 제조하여 뽕나무 유전자원의 계통별 rutin 함량을 분석하였다. 그 결과, 뽕잎의 rutin 평균 함량은 0.52 ± 0.25 % 이었으며, 변이계수(CV)는 47.9 %로 계통간 변이가 매우 심하게 나타났다. ‘부영상’의 rutin 함량이 1.37 %로 가장 높았으며, ‘천근십문자’, ‘무전십문자’는 0.06 %로 가장 낮았다. 뽕나무 유전자원 중 전체 평균 함량의 2배 이상 되는 rutin 고함유 계통을 9계통 선발하였다. ‘부영상’, ‘울본’, ‘당상5호’, ‘A8’, ‘아자’, ‘성수5’, ‘사원뽕12호’, ‘환엽조생노상’, ‘환십조생’이다. 또한 누에 사육용 뽕품종(17품종)의 rutin 함량을 비교한 결과, 공시품종 중 ‘청울뽕’의 함량은 0.69 %로 가장 높았으며, ‘청일뽕’은 0.14 %로 가장 낮았다.

뽕나무 계통별 오디의 rutin 함량 및 품종변이

김현복¹, 서상덕², 구희연³, 석영식⁴

¹국립농업과학원, ²충청남도 농업기술원 잠사곤충사업장,
³전라남도 농업기술원 곤충잡업연구소, ⁴강원도 농산물원종장

Rutin은 GABA(γ -aminobutyric acid)와 더불어 콜레스테롤 저하, 혈당상승 억제, 고혈압 치료, 동맥경화 및 중풍 예방 등 다양한 기능성을 나타내는 생리활성물질로서 인식되고 있다. 기능성 및 천연색소 자원으로 유망시 되고 있는 오디를 뽕나무 계통별로 수확하여 rutin 분석을 실시하고 계통간 특성을 살펴봄으로써 품종 육종 효율을 높임은 물론 오디의 기능성 및 이용성을 증대시키고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공시계통의 평균함량은 $0.14 \pm 0.050\%$ DW이었으며, ‘사방소’는 0.29% DW로 가장 높은 함량을 나타낸 반면, ‘심설’은 가장 낮은 함량인 0.05% DW를 나타냈다.
2. 생육시기에 따른 rutin 함량의 경시적(經時的)인 변화를 살펴본 결과, ‘암퇴상’, ‘청노상’, ‘강선’, ‘만생백피노상’ 및 ‘사방소’ 5계통 모두 수확시기가 이른 것의 오디에서 함량이 높았다.
3. Rutin 고함유 계통에 대한 오디로서의 이용가능성을 검토하기 위해 ‘사방소’, ‘휘카스’, ‘강선’, ‘중호상’, ‘만생백피노상’ 및 ‘팔청시평’ 6계통의 과실적 특성을 조사한 결과, ‘휘카스’, ‘강선’ 및 ‘팔청시평’ 3계통은 수량, 과중, 당도 등 과실적 특성도 양호한 성적을 나타냈으므로 금후 오디생산과 기능성을 동시에 고려한 품종선택시 활용할 가치가 있는 우수계통으로 선발하였다.
4. 건조방법 및 저장방법이 식물체의 rutin 함량에 영향을 미치므로 오디 건조 및 저장시 지나친 고온과 저온을 피해야 하며, 식품으로 가공시에도 이 점에 주의하여 생리활성물질인 rutin의 섭취량을 늘리도록 하여야 할 것이다.

P304

Production of the α -glycosidase inhibitor 1-deoxynojirimycin from a various strains

Wan-Taek Ju, Hee-Jin Lim, Kee-Young Kim, Hyun-Bok Kim, Mi-Ja Kim, Kang-Sun Ryu, Gyoo-Byung Sung and Yong-Soon Kim*

Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science,

1-deoxynojirimycin (1-DNJ), a potent α -glycosidase inhibitor, has therapeutic applications in treatments of HIV, Gaucher's disease, and diabetes. 1-DNJ has been extracted from natural sources (mulberry leaves) for therapeutic purposes; however, 1-DNJ ingredients are in limited supply and are costly to obtain on a large scale. Since certain strains of *Bacillus* and *Streptomyces* species reportedly produce 1-DNJ, they may serve as potential sources for high-yield 1-DNJ production. In this study, we obtained evidence for four bacteria that produce 1-DNJ in large quantities by high performance liquid chromatography and thin layer chromatography. Investigation of the effect of mulberry leaves powder concentration(1~5%), using the 1-DNJ high-production bacteria, provided evidence for microbial mass production of 1-DNJ.

잠분추출물의 추출 방법에 따른 생리활성 검정

임희진, 주완택, 김현복, 김기영, 김남숙, 김미자, 지상덕, 류강선,
성규병, 김용순*

국립농업과학원 잠사양봉소재과

잠분 성분은 항암효과, 노화억제, 중풍억제, 혈압과 콜레스테롤 저하효과 및 당뇨병 치료 등의 생리활성이 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 기능성을 나타내는 잠분 성분을 효율적으로 추출하기 위해 용매 및 추출방법을 달리하여 추출물을 조제하였다. 용매는 ethanol, 증류수, butanol을 사용하였고, 추출방법은 상온교반추출, 초음파추출, 환류냉각추출, 환류냉각과 초음파 병행추출 방법을 이용하였다.

그 결과, 수율은 butanol을 이용한 초음파추출이 1.75%로 가장 낮았고, 그 외 방법은 7~14% 정도로 나타났다. 총 폴리페놀 함량은 butanol을 이용한 초음파추출이 3.3 mg TAE/g로 가장 낮았고, 증류수를 이용한 초음파추출이 51.6 mg TAE/g으로 가장 높게 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 증류수와 butanol 추출물 (158.3, 151.3 mg QRE/g) 보다 ethanol 추출물 (266.8mg QRE/g)에서 유의적으로 높게 나타났다. DPPH radical 소거능과 항산화 효소인 SOD 유사활성은 증류수를 사용한 초음파추출법에서만 유의적인 항산화 효과를 보였다. Paper disc법을 이용한 항균 효과와 혈전용해 효과는 모든 시료에서 확인할 수 없었다.

이상의 결과와 같이 생리활성에 차이가 나타나므로, 잠분추출물의 생리활성 검정을 위해서는 효과적인 용매 및 추출방법을 선택해야 될 것으로 생각된다.

P306

Synnema formation of *Paecilomyces tenuipes* using blue LED lamp

**Joo-Hong Yeo, Sang-Hoon Han, Kwang-Gill Lee, HaeYong Kweon,
You-Young Jo, Ji-Young Mun and Heui-Sam Lee**

Sericulture and Apicultural Materials Division, National Academy of Agricultural Science

To synnema formation and entomopathogenic of *Paecilomyces tenuipes* using some of media under the blue LED lamp. Lyophilized matured silkworm hemolymph and *Bombyx mori* powder were used as nutrient source in cultivation of an entomopathogenic fungus, *Paecilomyces tenuipes*. Matured silkworm (MS, aged seventh days of fifth instars) was in whole lyophilized without any treatment. Hemolymph (HL) powder was prepared by water-soluble extraction from matured silkworms which was silk gland removed and also lyophilized, too. Both of media showed better growth rates and synnemata formations than potato dextrose (PD) medium, and *B. mori* was controlled under the blue LED lamp conditions. To investigate their effect on mycelial growth of *P. tenuipes*, each of them were provided as nutrient sources by final concentrations of 2, 3 and 4%, respectively. Total 18 test cultures were cultivated for 14 days with no light. Three PD cultures were used as control group. Each of growth areas was measured with an image analyzer. The result showed that MS and HL medium promoted mycelial growth of *P. tenuipes* by 287 and 310%, respectively, in comparison with PD medium. The synnema formation and its shape of *Paecilomyces tenuipes* using *B. mori* under the blue LED lamp group are not so good than normal conditions. But, how to change of a compositions are not yet. It will be investigation in the future.

Key words: Silkworm, Hemolymph, *Paecilomyces tenuipes*, Synnemata formation, LED.

실크 차폐막을 이용한 약물 전달

김성곤¹, 석현¹, 권해용², 조유영²

¹강릉원주대학교 치과대학 치의학과

²국립농업과학원 잠사양봉소재과

실크 차폐막을 이용한 골 유도 재생술은 치의학에서 많은 관심을 가지고 있는 분야 중에 하나이다. 특히 실크비프로인이 가지고 있는 고유의 성질을 이용하여 저분자량을 가지는 활성물질을 복합하여 사용하는 경우 실크 단독으로 제조된 차폐막에 비하여 그 성능이 더 우수할 것으로 기대된다. 이에 본 연구진은 실크 피프로인 소재의 차폐막에 테트라사이클린을 함유시켜 그 효능을 비교 분석하였다.

실험은 가토의 두개골 결손 모형에서 시행되었고 모두 20마리의 뉴질랜드 가토가 이용되었다. 분석은 미세전산화단층촬영법과 조직학적 분석법으로 하였다.

그 결과 재생된 골의 부피가 수술 후 4주 시편에서는 1% TC-loaded SFM, collagen membrane, 및 control에서 각각 $7.80 \pm 5.87 \text{ mm}^3$, $8.09 \pm 6.88 \text{ mm}^3$, 및 $8.27 \pm 4.99 \text{ mm}^3$ 을 보였다 ($P > 0.05$). 수술 후 8주 시편에서는 그 값이 각각 $36.56 \pm 8.50 \text{ mm}^3$, $18.86 \pm 13.09 \text{ mm}^3$, 및 $19.09 \pm 5.07 \text{ mm}^3$ 으로 4주 시편에 비하여 각 군 사이의 차이가 통계적으로 유의하였다 ($P < 0.05$).

결론적으로 약물을 탑재한 실크 소재 치과용 차폐막이 기존의 상품화된 교원섬유 차폐막에 비하여 골 재생 능력이 우수함을 알 수 있었다. 추후 실크 소재를 이용한 약물 전달 기법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

검색어: 실크, 치과용 차폐막, 테트라사이클린, 약물전달, 골 재생

P308

Application of Silk 3-D Scaffold in Regeneration of Long Bone Defects

조희연¹, 곽윤혜², 이수호¹, 권혜용³, 박영환⁴, 박찬흠⁵, 강동철^{1*}

¹한림대학교 일송생명과학연구소, ²한림대학교성심병원 정형외과,
³국립농업과학원 잠사양봉소재과, ⁴서울대학교 생물자원공학부,
⁵한림대학교춘천성심병원 이비인후과

Silk fibroin has been widely tested as a candidate biomaterial applicable to various attempts of tissue engineering. In order to examine bone forming ability of silk 3-D scaffold, we have developed a tibial interlocking intramedullary nailing model. A tibial intramedullary nail in the weight bearing hind limb of a rat was interlocked with a pin through a pin hole at the proximal end of the intramedullary nail. Interlocking of the intramedullary nail prevented total collapse of proximal region of a bone defect and helped maintain the critical gap that was filled with silk 3-D scaffold, though minor shrinkage about 1 mm at distal region was unavoidable. Bone forming ability of an implanted silk scaffold was monitored weekly for 8~10 wks by X-ray radiography of live animals and bone formation in the scaffold was examined by H & E staining and Masson's trichrome staining of the bone tissue recovered from the animals. Although scattered islets of bone tissue was observed in the implanted silk scaffold, bone tissue was not widely developed and implanted scaffolds of silk nanofiber and salt-leached sponge were X-ray transparent, suggesting inefficient bone formation. By contrast, X-ray image of implanted silk nanofibrous scaffold coated with hydroxyapatite was getting darkened with time, which suggests bone tissue formation in the scaffold, while untreated silk 3-D scaffold remained undisturbed. Although existence of bone tissue in the scaffold should be confirmed by histological criteria, hydroxyapatite-coated silk scaffold appeared competent to support regeneration of the long bone defects. In addition, the interlocking intramedullary nailing in tibia of rat hind limb could be applicable in assessing long bone regenerative capacity of various biocompatible materials.

Key words: silk 3-D scaffold, nanofiber, salt-leached sponge, interlocking intramedullary nailing

P309

견사단백질 다량함유 익힌누에의 조성분 및 아미노산·지방산 조성

지상덕, 김남숙, 김기영, 성규병, 권해용, 김용순, 최종오, 김미자

국립농업과학원 잠사양봉소재과

5령4일 이후의 누에는 체내에 함유된 강력한 강도의 견사선으로 인해 자연상태로는 섭취가 어려워 현재까지 식용으로 활용되지 못하였다. 이에 농촌진흥청에서는 견사선이 함유된 5령4일 이후부터 숙잠기까지의 누에를 용이하게 섭취할 수 있도록 하는 원천 가공기술을 개발하게 되었다.

가공방법은 살아있는 누에를 냉장 및 냉동할 수 있는 저온보관시설과 스팀찜기 등의 기자재를 보유한 누에사육 농가라면 누구나 할 수 있는 간단한 방법으로, 살아있는 생누에를 열수 또는 수증기로 익혀 냉동건조하여 분말화시키는 방법이다. 이렇게 하면 누에 체내에 들어있는 견사선은 물론 누에의 몸체까지 모두 함께 식용으로 섭취가 가능하며, 누에를 물에 넣어 삶을 때 나오는 추출액도 섭취가 가능하다.

이렇게 하여 생산된 견사선이 함유된 익힌누에에 대한 성분을 분석한 결과 다음과 같다. 먼저 조성분에 대한 분석결과 조단백질의 함량이 냉동건조한 5령3일 누에 분말의 경우에는 48%, 냉동건조한 숙잠분말의 경우에는 53%인데 비하여 숙잠 생누에를 수증기로 찌서 익혔을 경우에는 63~67%로 단백질 함량이 증가하였고, 조지방은 5령3일 누에분말의 경우 8%, 냉동건조 숙잠분말의 경우에는 18%인데 비하여 숙잠 생누에를 수증기로 찌서 익혔을 경우에는 14~16%로 나타났다. 아미노산의 경우에는 피부보습, 뇌 신경수초 보호, 지방과 지방산 대사, 근육성장 및 면역세포 생성에 기여하는 Serine이 7%, 근육의 퇴행을 방지하고 근육형성을 촉진시키는 Glycine이 12%, 간 대사 촉진 및 유독물질 해독효과가 있는 Alanine이 10%, 우울증, 무관심, 무기력 등의 해소에 효과가 있는 Tyrosine이 5%가 함유되어 있는 것으로 나타났다. 지방산의 경우에는 누에 100g당 포화지방산이 5.2g, 불포화지방산이 10.2g으로 나타났으며, 불포화지방산 중에는 오메가3지방산의 일종인 Linolenic acid가 5% 정도로 다량 함유된 것으로 나타났다.

연골재생을 위한 실크단백질의 이용

조유영*, 권해용, 이광길, 여주홍, 이재희

국립농업과학원 잠사양봉소재과

연골은 혈관과 신경의 분포가 없이 단단한 세포의 기질로 쌓여있어 손상되거나 퇴화되면 재생이 어려운 조직이다. 연골조직은 다른 결합조직과는 달리 당단백질, 연결조직섬유 및 매트릭스 등의 기질에 의해 유연성을 갖는다. 실크단백질은 천연 단백질로서, 세리신과 피브로인 두 가지 단백질로 되어있다. 실크는 몸속에 삽입할 경우 생체적합성이 뛰어나며 면역 거부반응이 미미하여, 최근 많은 연구자에 의해 생체재료로서 새로운 의료용 소재로서 개발되고 있다. 실크단백질은 다양한 아미노산의 결합으로 이루어져있어, 당단백과 매트릭스로 이루어진 연골조직을 대체할 수 있을 것으로 생각되었다. 본 연구에서는 실크단백질을 이용하여 연골세포의 성장에 대한 실크의 영향을 세포수준과 분자적 수준에서 관찰하였다. 또한 줄기세포 배양 시, 실크단백질을 처리하여 줄기세포가 연골세포로 분화되는데 있어 실크단백질이 분화에 어떤 영향을 미치는지를 확인하였다. 실크단백질은 연골세포의 성장에 효과적이었으며, 연골분화마커인자의 발현량을 증가시켰다. 실크 단백질은 줄기세포의 연골분화에 도움을 주는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 연골세포를 이식하는 치료 시 실크단백질을 우수한 첨가제로서 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

P311

실크단백질이 파골세포 증식에 미치는 영향

권해용^{1*}, 조유영¹, 여주홍², 이광길¹, 이정민¹, 김성국¹, 전정우², 박유경²

국립농업과학원 잠사양봉소재과

실크단백질은 누에고치를 구성하는 단백질로서 누에가 생합성하는 천연단백질이다. 화학적 처리에 의하여 실크단백질은 인체 활성을 갖는 특성이 있는 것으로 최근 보고되고 있다. 일반적으로 뼈는 신생골을 만드는 조골세포와 오래된 뼈를 흡수하는 파골세포간의 균형적인 역할에 의하여 유지된다. 파골세포와 조골세포의 역할에 영향을 줌으로써 골다공증 등 뼈와 관련된 질환의 예방 및 치료에 활용될 수 있다. 화학적으로 처리된 실크단백질이 파골세포의 분화에 영향이 미치는 것으로 보고되었다. 파골세포에 미치는 실크단백질의 효과에 대한 영향을 살펴보기 위하여 receptor activation of nuclear factor κ B ligand (RANKL), 파골세포 특이 유전자 (matrix metalloproteinase-9 (MMP-9), cathepsin-K, calcitonin receptor (CTR)), mitogen-activated protein kinase (MAPK), nuclear factor- κ B (NF- κ B) transcription factors (nuclear factor of activated T cells c1 (NFATc1))의 발현을 분석하였다.

실크 단백질 스케폴드의 특성

권해용, 조유영, 여주홍, 이광길, 이정민

국립농업과학원 잠사양봉소재과

실크는 자연계에서 생산되는 가장 긴 섬유상 단백질로서 수 천년간 수술용 봉합사로 사용되어 온 대표적인 의료용 생체재료이다. 실크의 의료용 소재 활용의 범위를 확대하기 위하여 스케폴드를 제조하였다. 인산염은 뼈를 구성하는 주요 성분 중의 하나이다. 실크단백질은 생체친화성이 우수한 물질로서 뼈의 주요 구성성분과 복합화하여 사용하면, 뼈의 결손시 대체 소재로 개발 가능성이 있을 것으로 기대되므로, 본 연구에서는 인산염이 첨가된 실크단백질 소재를 제조하고 그 특성을 분석하여 그 결과를 보고하고자 한다.

Utilization of the *B. mori* Heat Shock Protein 70 Promoter for Screening Transgenic Silkworms

**Seong Wan Kim¹, Hye Lim Yeo¹, Seon Young Kim¹, Eun Young Yun¹,
Kwang-Ho Choi¹, Seong Ryul Kim¹, Seok Woo Kang¹,
Seung Won Park² and Tae Won Goo^{1*}**

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²Department of Biotechnology, Catholic University of Daegu

Silkworm transgenesis is now a routine method leading to a satisfactory yield of transformed animals and the reliable expression of transgenes during multiple successive generations. However, the screening of G1 transgenic individuals from numerous progeny has proved to be difficult and time-consuming work. Previously, we characterized the promoter of heat shock protein 70 from *Bombyx mori* (bHsp70), which is ubiquitously expressed in all tissues and developmental stages. To investigate the utilization of the bHsp70 promoter to screen transgenic individuals, the EGFP marker gene was inserted into the *piggyBac* vector under the control of the bHsp70 promoter. Mixtures of the donor and helper vectors were micro-injected into 3,060 eggs of bivoltine silkworms (Keomokjam). EGFP fluorescence was observed in 17 broods of transgenic silkworms under a fluorescence stereomicroscope. Interestingly, this fluorescent marker protein was detected not only in parts of the embryo segments on the seventh day of the G1 embryonic developmental stage but it was also detected in a part of the body of G1 hatched larvae, in the middle silk gland of G1 fifth instar larvae, and in the wings of seven-day-old G1 pupae and G1 moths. Therefore, we suggest that the bHsp70 promoter can be used for the rapid and simple screening of transgenic silkworms.

P314

Transgenic Expression of BmRelish1t Increases Expression Levels of Antimicrobial Peptides in Transgenic Silkworms

**Seong Wan Kim¹, Seon Young Kim¹, Hye Lim Yeo¹, Eun Young Yun¹,
Kwang-Ho Choi¹, Seong Ryul Kim¹, Seok Woo Kang¹,
Seung Won Park² and Tae Won Goo^{1*}**

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²Department of Biotechnology, Catholic University of Daegu

Immune-inducible antimicrobial peptides were produced using transgenic silkworms that expressed Rel family transcription factor, truncated BmRelish1 (BmRelish1t) genes under the control of the BmA3 promoter using the *piggyBac* vector. BmRelish1t gene contains all domains of Bmrelish: a Rel homolog domain (RHD), nuclear localization signal (NLS), acidic and hydrophobic amino acids (AHAA) rich region except the Ankyrin repeat domain (ANK) and the death domain (DD). (1:1) Mixtures of the donor vector (pG-3xP3EGFP-BmA3BmRelish1t) and helper vector were micro-injected into 1,800 eggs of bivoltin silkworms, Baegokjam and EGFP-induced fluorescence was observed for 25 broods of transgenic silkworms under a fluorescence stereomicroscope. Analysis by real-time PCR indicated that transgenic silkworms expressing BmRelish1t recombinant proteins displayed higher mRNA expression levels of the *Bombyx mori* antimicrobial peptides such as lecocin, moricin, and nuecin than the normal silkworms. Moreover, transgenic silkworms expressing BmRelish1t showed antibacterial activity against *Escherichia coli*. We suggest that transgenic expression of BmRelish1t may find useful applications for the production of various antimicrobial peptides at the same time in transgenic silkworms.

P315

오디와 누에 섭취가 rats의 저항성 운동에 따른 NCOA4와 UCP-3 mRNA의 발현에 미치는 영향

양성준¹, 이조병¹, 강성선¹, 성규병²

¹부안군농업기술센터 친환경기술과

²국립농업과학원 잠사양봉소재과

오디, 누에를 활용한 운동보조제 개발을 위해 8주간의 사다리를 이용한 점진적 저항성 운동과 더불어 오디분말, 오디추출물, 누에분말의 섭취가 수컷 흰쥐의 골격근에서 NCOA4와 UCP-3 mRNA의 발현에 효과가 있는지 확인하고자 하였다. 6주령의 수컷 흰쥐 50두를 시료 투여 및 저항성 운동 여부에 따라 대조군, 운동군, 오디분말 운동군, 오디추출물 운동군, 누에분말 운동군으로 설정하였다. 저항성 운동 방법은 1주간 맨몸 사다리 운동을 거친 후 7주간 주당 2일, 1일 10회씩 점진적인 과부하 하에서 실시하였다. 오른쪽 뒷다리에서 장무지굴근을 적출한 후 RNA 추출 및 cDNA를 합성하였고 NCOA4와 UCP-3 mRNA를 특이적으로 검출하도록 디자인된 시발체와 탐색자를 구입하여 housekeeping 유전자인 18s rRNA와 함께 증폭하였다. 2- $\Delta\Delta$ Ct법을 통해 상대정량하여 골격근 내 발현 정도를 배수변화로 비교하였다. NCOA4 mRNA의 경우 대조군에 비해 모든 저항성 훈련집단에서 유의한 차이를 보였으며 운동군(3.18 ± 0.51)에 비해 특히 누에분말 운동군(17.62 ± 1.99)에서 유의한 차이를 보였다. UCP-3의 경우 운동군(1.38 ± 0.12)과 비교하여 누에분말 운동군(2.28 ± 0.34)에서 유의한 차이를 보였다. 본 실험을 통해 누에의 섭취가 저항성 운동 동안 근비대 관련 유전자인 NCOA4와 UCP-3 mRNA 발현을 유의하게 증가시키는 것으로 나타났으며 추후 운동보조제 개발을 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

*본 연구는 국책기술개발사업(PJ008274)의 지원에 의해 이루어졌으므로 이에 감사드립니다.

P316

Investigation of Lifespan Related Genes of the Silkworm, *Bombyx mori* L.

**Kwang-Ho Choi, Tae-Won Goo, Seong-Ryul Kim, Sung-Wan Kim,
Seok-Woo Kang and Pil-Don Kang**

Sericultural & Apicultural Materials Division, National Academy of Agricultural Science

The differences in adult lifetime among various silkworm strains has been suggested that the adult lifetime may be genetically controlled. In this experiment, using J037 and Daizo strains we investigated genetic factors related to the adult lifetime of silkworm. We constructed the full-length cDNA library from the adult male of the J037 strain. A total of 2,688 clones were randomly selected, and we performed a differential display hybridization with cDNA probes generated from J037 and Daizo adult males. In conclusion, 193 clones were identified as differential expressed genes, and 154 unique genes were generated after the assembly of 193 clones. Of the 154 unique genes, the most abundant genes were cytochrome oxidase subunit-1 gene(9 times) and unknown(clone ID; 1-50) gene(5 times). The functional groups of these unique genes with matches in the AmiGo database were constructed according to their putative molecular functions. Among thirteen functional categories, the largest group was unclassified protein(24%). In addition, We analyzed the nucleotide and deduced amino acid sequences of the most highly occurred gene(1-50, EF434397), which consisted of 240 amino acids. However, it is confirmed yet that these genes really have an affected on the silkworms longevity.

Key words: Silkworm, Lifespan, cDNA library, EST

Production of BmCecB1 antimicrobial peptide in the transgenic silkworm

**Hye Lim Yeo¹, Seong Wan Kim¹, Seon Young Kim¹, Eun Young Yun¹,
Kwang-Ho Choi¹, Seong Ryul Kim¹, Seok Woo Kang¹,
Seung Won Park² and Tae Won Goo^{1*}**

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²Department of Biotechnology, Catholic University of Daegu,

BmCecB1 are antimicrobial peptides from *Bombyx mori* and belongs to cecropin family. Antimicrobial peptides are important components of the innate immune systems in all living organism. This peptide has antibacterial activity against several Gram-positive and Gram-negative bacteria. To produce the BmCecB1 antimicrobial peptide, we constructed transgenic silkworm that expressed BmCecB1 gene under the control BmA3 promoter using *piggyBac* vector. The use of the 3xP3-driven EGFP cDNA as a marker allowed us to rapidly distinguish transgenic silkworm. Mixtures of the donor vector and helper vector were micro-injected into 600 eggs of bivoltin silkworms, Baegokjam. In total, 49 larvae (G0) were hatched and allowed to develop into moths. The resulting G1 generation consisted of 22 broods, and we selected 2 broods containing at least 1 EGFP-positive embryo. The rate of successful transgenesis for the G1 broods was 11%. We identified 9 EGFP-positive G1 moths and these were backcrossed with wild-type moths. With the aim of identifying a BmCecB1 as antimicrobial peptide, we investigated the Radical diffusion Assay (RDA) and then demonstrated that BmCecB1 possesses high antibacterial activities against Gram-negative bacteria.

Expression of the blue fluorescent protein (AmCyan) in the cocoon of transgenic silkworms

**Seon Young Kim¹, Seong Wan Kim¹, Hye Lim Yeo¹, Eun Young Yun¹,
Kwang-Ho Choi¹, Seong Ryul Kim¹, Seok Woo Kang¹,
Seung Won Park² and Tae Won Goo^{1*}**

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science

²Department of Biotechnology, Catholic University of Daegu

To product the blue fluorescent protein (AmCyan) expressed cocoon, we were fused AmCyan cDNA to the heavy chain gene and injected the gene into a silkworm. AmCyan was one of the existing violet fluorochromes and originally derived from the fluorescent protein amFP486. AmFP486 was cloned from the sea anemone *Anemonia majano* (GenBank accession number AF168421), and belongs to the family of fluorescent proteins (FPs) isolated from coral reef organisms. The AmCyan fusion protein, each with N- and C- terminal sequences or the fibroin H-chain, were designed to be secreted into the lumen of the posterior silk glands. The expression of the AmCyan/H-chain fusion gene was regulated by the fibroin H-chain promoter. The use of the 3xP3 EGFP as a marker allowed us to rapidly distinguish transgenic silkworm. Mixtures of the donor and helper vectors were micro-injected into 300 eggs of bivoltine silkworms (Baegokjam). EGFP fluorescence was observed in 3 broods of transgenic silkworms under a fluorescence stereomicroscope. The cocoon was displayed strong blue fluorescence, proving that the fusion protein was present in the cocoon. Accordingly, we suggest that the AmCyan gene expressed cocoon will be enable the production of the novel biomaterials based on the transgenic silk.

Expression of antimicrobial peptide PAJE in *Escherichia coli*

Yu-Sil Hong, Sung Wan Kim, Kwang Ho Choi,
Tae Won Goo and Seong Ryul Kim

Department of Agricultural Biology, NAAS

The antibiotic peptide PAJE (RWKIFKKPFKISIH₂-NH₂), designed incorporating the N-terminal α -helical segments of papiliocin and jelleine, is a 15-residue hybrid peptide that has a broad spectrum of activity against Gram-negative, positive bacteria and fungi. In this study, we successfully expressed bioactive PAJE in *Escherichia coli* cells that are highly sensitive to this peptide. For the efficient production of peptide, we synthesized gene encoding PAJE, and fused the sequence in-frame to ketosteroid isomerase (KSI) gene to construct an expression vector pET29b-PAJE-KSI, which was then used to transform *E. coli* BL21 (DE3). The fusion protein PAJE-KSI was expressed as inclusion body at high level (more than 30% of the total proteins). Recombinant PAJE was easily released by cleavage of the fusion protein with cyanogen bromide (CNBr). Subsequently, we purified the recombinant PAJE by FPLC chromatography. The purified PAJE displayed considerably antibacterial activity identical to that previously reported for chemically synthesized PAJE. The results indicated that successful expression of PAJE in *E. coli* cells and efficient procedure for purification may lead to a cost-effective platform for the mass production of PAJE.

P320

Anti-inflammatory Effect of Bee Venom against *Propionibacterium acnes*-induced Human Keratinocytes and Monocytes

Jung-Yeon Kim¹, Kyung-Hyun Kim¹, Woo-Ram Lee¹, Hyun-Jin An¹,
Sun-Jae Lee¹ and Kwan-Kyu Park^{1*}

¹Department of Pathology, College of Medicine, Catholic University of Daegu

Propionibacterium acnes (*P. acnes*) cause an inflammatory acne that plays an important role in the pathogenesis of acne by inducing inflammatory mediators. Bee venom therapy has been used in oriental medicine for the relief of pain and the treatment of inflammatory diseases. However, a direct effect of bee venom in skin inflammation has not been established. The purpose of this study was to investigate anti-inflammatory properties of bee venom in skin inflammation stimulated by heat-killed *P. acnes* using human keratinocytes and monocytes cell line. *P. acnes* stimulates the production of proinflammatory cytokines such as interleukins-1 β , -8, interferon- γ and tumor necrosis factor- α in HaCaT and THP-1 cells. Bee venom effectively inhibits the secretion of IL-1 β , IL-8, IFN- γ , and TNF- α . *P. acnes* treatment activates the expression of TLR2, which results in IL-8 expression. However, bee venom treatment reduces the expression of TLR2 and IL-8. Based on these results, bee venom has effects on anti-inflammatory activity against *P. acnes* in HaCaT and THP-1 cells.

Key words: Bee venom, *P. acnes*, skin inflammation, TLR2

P321

Anti-inflammatory effects of bee venom on animal model of *Propionibacterium acnes*-induced inflammatory skin

Hyun-Jin An¹, Kyung-Hyun Kim¹, Woo-Ram Lee¹, Jung-Yeon Kim¹,
Sang-Mi Han², Kwan-Kyu Park¹ and Hyun Chung³

¹Department of Pathology, College of Medicine, Catholic University of Daegu

²Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology

³Department of Dermatology, College of Medicine, Catholic University of Daegu

Background: *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) is a major contributing factor for the inflammatory reaction of acne. Bee venom (BV) has been traditionally used to the treatment for inflammatory diseases. This study examined the anti-inflammatory effect of BV on *P. acnes*-induced inflammatory animal model. Methods: *P. acnes* were intradermally injected into both left and right ear of ICR mice. After injection, different concentrations of BV (1, 10 and 100 µg) mixed with 0.05 g of Vaseline was applied to the surface of the right ears of mice. Results: Histological observation revealed that *P. acnes* induced a considerable increase in the number of infiltrated inflammatory cells. However, BV treatment showed markedly reduced these reactions. Also, expression levels of TNF-α, and IL-1β were significant reduced in BV treated mice compared with *P. acnes* injected mice. The binding activity of NF-κB and AP-1 were increased in the *P. acnes* and Vaseline groups. In contrast, this enhancement of binding activity was markedly withdrawn after treatment with BV. Conclusion: In conclusion, this study indicates that BV has potential as an anti-acne agent and may be useful in the pharmaceutical and cosmetic industries.

Key words: Bee venom, *P. acnes*, inflammation

Improved Insecticidal Activities of Novel *Bacillus thuringiensis cry1*-type proteins

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

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Proteinaceous insecticidal proteins, Cry proteins, from *Bacillus thuringiensis* (Bt) are insecticidal proteins that are highly active against several species of Lepidoptera. Thus, *cry* genes encoding these Cry proteins have been widely applied for construction of transgenic crops resistant to pest insects. In this study, through the 3D structure prediction and accompanying mutagenesis study for the Mod-Cry1Ac, 7 and 16 amino acid residues from domain I and II, respectively, responsible for its insecticidal activity against larvae of *Spodoptera exigua* and *Ostrinia furnacalis* were identified. We used site-directed mutagenesis to improve the insecticidal activity of Mod-Cry1Ac, resulted 31 mutant *cry* genes. These mutant *cry* genes encodes potent insecticidal proteins in the form of crystalline protoxins of 95 kDa. SDS-PAGE analysis of the recombinant polyhedra revealed that expressed Cry proteins was occluded into polyhedra and activated stably to 65 kDa by trypsin. When the insecticidal activities of these mutant Cry proteins against to larvae of *P. xylostella*, *S. exigua* and *O. furnacalis* were assayed, they showed higher or similar insecticidal activity compared to those of Cry1Ac and Cry1C. Especially, Mutant-N16 is considered to have the potential for the efficacious biological insecticide since it showed the highest insecticidal activity.

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

Genome size estimation of the chigger mite, *Leptotrombidium pallidum*, based on quantitative real time PCR

Ju Hyeon Kim¹, Jong Yul Roh², E-hyun Shin²,
Mi-Yeoun Park² and Si Hyeock Lee¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

²Division of Medical Entomology, Centers for Immunology and Pathology,
Korea National Institute of Health

The chigger mite, *Leptotrombidium pallidum*, is widely distributed throughout South Korea and is a major vector for *Orientia tsutsugamushi*, the causative agent of scrub typhus. In this study, the genome size of the chigger mite was estimated to determine the necessary coverage level prior to whole genome sequencing. Cloning of *EF1 α* and *RpS3* as putative single copy reference genes were conducted and their partial sequences were determined. Using the serially diluted reference genes with known amount as standard templates, the weight of a single copy of the genome was predicted by a method based on quantitative real time PCR. The average genome length estimated from the weight using two methods was 191 ± 7 Mb. When the genome size of other arthropods (*Drosophila melanogaster*, *Apis mellifera* and *Tetranychus urticae*), with their genome analysis completed, were estimated using the same method and compared with actual values, the estimation accuracy was 79.8-98.9%, suggesting our current estimation of *L. pallidum* genome size is reliable. The estimated *L. pallidum* genome size is in a similar range to other Acariform mites, such as the dust mite and scabie mite, but approximately 10-fold smaller compared to the deer tick, which belongs to Parasitiform. Our finding provides key information for further genome sequencing and understanding of mite genome evolution.

Key words: Chigger mite, Scrub typhus, *Orientia tsutsugamushi*, Genome, qPCR

P324

De novo assembly and gene expression analysis of transcriptome from the Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Carrying Rice Stripe Virus

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

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Rice stripe virus disease (RSVD), one of the most serious disease of rice is mediated through the sucking by small brown planthopper, *Laodelphax striatellus*. So far, the studies have been mainly focused on the interaction between the host plant and the virus. In this study, for better comprehension of the interactions among the host plant, vector insect and plant-pathogenic virus, we investigated transcriptome of the vector insect and the differences between viruliferous and naïve *L. striatellus*. For this, naïve *L. striatellus* were collected from non-infected rice field and 50 *L. striatellus* of them were fed RSV-infected rice for 5 days. With the RSV-viruliferous and the naïve insects, we conducted Illumina RNA sequencing (Hiseq 2000) and obtained 175,243,488 and 146,031,348 reads from viruliferous and naïve *L. striatellus*, respectively. These reads were assembled into contigs and two transcriptome databases were generated. The transcriptome of naïve and RSV-viruliferous *L. striatellus* were compared to figure out up-regulated or down-regulated genes. These RSV-dependently regulated genes may have important function in the behavior of planthoppers or the transmission of RSV.

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

Molecular Biological Characterization of the Mosquitocidal *Bacillus thuringiensis* Strain, serovar *mogi*

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

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

The novel serogroup of *Bacillus thuringiensis* serovar *mogi* (H3a3b3d) was isolated from fallen leaves, sampled in a forest region of the city of Mungyeong, Korea. Plasmids from *B. thuringiensis* have been implicated in pathogenicity as they carry the genes responsible for different types of diseases in mammals and insects. In this study, the genome sequence of the strain was determined. The 6.0-Mb genome of *B. thuringiensis mogi* contains three replicons: a circular chromosome (5.40-Mb) encoding 5,652 predicted open reading frames (ORFs), and two megaplasmids, pMOGI364 (364 564 bp) and pMOGI222 (222 348 bp). The G+C contents of these replicons ranged from 31.3% to 34.2% for pMOGI364 and pMOGI222, respectively. There are six putative *cry* genes, *cry19Bb1*, *cry73Aa*, *cry20Bb1*, *cry27Ab1*, *cry4Aa* and *cry56Ba1*, distributed on these two megaplasmids. To investigate the role of these genes in crystal production, the expression profiles of these toxin genes were analyzed by quantitative PCR (qPCR) from the wild type strain. Also, these *cry* genes were cloned to the *Escherichia coli*-*B. thuringiensis* shuttle vector, pHT1K under the control of its own promoter and then introduced into an acrySTALLIFEROUS *B. thuringiensis* Cry-B strain for further molecular characterization.

Key words: *Bacillus thuringiensis*, genome, megaplasmid, *cry* gene, qPCR

P326

복숭아심식나방 유충과 유사 해충을 판별할 수 있는 간이진단키트 개발을 위한 종 특이적 단일클론항체 개발

윤찬석¹, 김지은¹, 전민욱¹, 박두상¹, 오현우¹, 정철의², 홍기정³

¹한국생명공학연구원, ²안동대학교 생명자원과학과, ³순천대학교 식물외과학과

신속하고 간편한 해충의 종 동정법 개발을 위해 다양한 방법들이 시도되었지만 실제 검역현장에서 즉시 활용 가능한 방법의 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 복숭아심식나방 유충과 형태적으로 유사한 해충을 구분할 수 있는 면역학적 방법을 활용한 간이진단키트 개발의 일환으로 유충의 혈림프에서 발견되는 단백질을 대상으로 단일클론항체를 제작하고 특성을 분석하였다. 혈림프 단백질에 대한 재조합단백질은 대장균 발현시스템을 활용하여 확보하였고 확보된 재조합단백질에 대한 단일클론항체를 생산하는 hybridoma cell을 확보하였다. 이렇게 얻어진 hybridoma cell 중에서 ELISA 방법을 통하여 복숭아심식나방 유충 항원과 특이적으로 반응하는 항체를 생산하는 hybridoma cell을 선별하였고 선별된 hybridoma cell에서 항원 특이적 단일클론항체를 확보하였다. 그리고 단일클론세포에서 생산된 항체를 이용하여 ELISA test를 한 결과 복숭아순나방 유충 항원에서는 반응이 없고 복숭아심식나방 유충 항원에서만 특이적으로 반응을 하는 것을 확인하였다.

결과적으로 복숭아심식나방 유충에 대한 단일클론항체는 복숭아순나방과 복숭아심식나방에 대한 종 특이적 판단을 할 수 있는 것을 보여주었고 이러한 단일클론항체를 이용할 경우 신속하고 간편하게 종 판단을 할 수 있는 진단키트를 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

검색어: 복숭아심식나방, 식물검역, 단일클론항체, 해충동정

P327

Transcriptome Analysis of the Sacbrood Virus-infected Asian Honeybee, *Apis cerana*.

Seok Hee Lee¹, Sang Woon Shin¹, Qin Liu¹, Song Eun Kim¹, Saes Byeol An¹, Fang Ying¹, Jae Young Choi², Woo Jin Kim² and Yeon Ho Je¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Sacbrood virus (SBV) is one of the most fatal pathogens against Asian honeybee, *Apis cerana*. This virus cause failure of the insect larvae to pupate and death of the adult insects. This study has analyzed the host genes affected by viral infection, by comparing the expression level of host transcripts infected with or without SBV. As a first step, we sequenced the cDNA libraries of Asian honeybee by using illumina RNA sequencing. The sequences were *de novo* assembled to acquire honeybee transcriptome sequences. The transcriptome was annotated by the sequence comparison to known protein sequences by BLASTX and evolutionary genealogy of genes: Non-supervised Orthologous Groups (eggNOG) database with functional categories and description. By mapping the RNA-seq data to *de novo* assembled transcripts, we characterized the differentially expressed transcripts between SBV-infected and non-infected Asian honeybee.

Key words: *Apis cerana*, Sacbrood virus, NGS, RNA-seq, transcriptome

국가농작물병해충 관리시스템(NCPMS) 고도화 사업 : 웹GIS를 기반으로 한 농작물 해충과 병의 예찰, 진단, 예측시스템 확대 구축

변영용¹, 이용환², 이병연¹, 이혜림¹, 박홍현³, 송유한⁴

¹농촌진흥청 기획조정관실 지식정보화담당관실

²농촌진흥청 농촌지원국 재해대응과

³국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

⁴경상대학교 농업생명과학대학

농촌진흥청에서는 농작물 병해충 발생에 신속하게 대응하여 농가피해를 최소화할 목적으로 ‘10년도부터 웹GIS (Geographical Information System)를 기반으로 한 국가농작물병해충 관리시스템(National Crop Pest Management System, NCPMS)을 구축하였다. 본 시스템(<http://ncpms.rda.go.kr>)은 크게 병해충 예찰, 예측, 진단, 동아시아병해충네트워크로 구성되어 있다. ‘12~‘13년도 시스템 고도화 사업을 통하여 예찰작목을 16개에서 24개 작목으로 확대하였고, 이동·돌발성 7종 해충 발생 시 인접 행정구역의 시군농업기술센터에 발생경보 발송 및 발생조사자료 입력·관리가 가능한 해충조기경보시스템을 신규로 구축하였다. 그리고 주요 농작물 해충의 천적 30종에 대한 생태, 이미지, 이용방법 등 시험연구사업의 결과물을 도감으로 구축하여 종합적인 해충 방제법에 대한 이해를 증진시켰다. FTA대응 농축산물 경쟁력 제고를 위한 병해충 예측모형 개발연구사업에서 개발된 15개 병·해충 예측모형을 추가로 시스템에 탑재하였고, 중국에서 비래하는 장거리 이동성 벼 해충의 국내 비래시기 및 이동경로를 예측하여 사전에 국내에서 대응책을 수립할 수 있도록 해충이동경로 예측모형(Blayer 모델)을 구축하였다. 또한 중국, 일본, 베트남 등 13개국의 벼 해충 발생밀도를 집계하고 공유하는 동아시아병해충네트워크의 회원국 관리 기능 등을 추가하여 사용자 편리성을 제고하였다. 이러한 NCPMS의 예찰, 예측, 진단정보를 병해충 방제의사결정에 활용함으로써 병해충 피해를 최소화하고 농가소득에 이바지할 것으로 사료된다.

검색어: 국가농작물병해충 관리시스템, 예찰, 예측, 진단

The origin and evolutionary history of two insect acetylcholinesterases

Deok Jea Cha and Si Hyeock Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Acetylcholinesterase (AChE) plays a pivotal role in the synaptic transmission in the cholinergic nervous system of most animals, including insects. Insects have two different *ace* (*ace1* and *ace2*) loci that encode two distinct AChEs (AChE1 and AChE2), which were originated by duplication events long before the radiation of insects. However, little is known about when the *ace* duplication occurred and how each duplicated *ace* locus has evolved to retain the original functions. In this study, we conducted phylogenetic analysis for cholinesterase genes from all the lower animals with their genome sequenced together with all known arthropod *ace1* and *ace2*, including those from a number of insects that were newly cloned. Among several independent duplications in lower animal lineages, one duplication event found in platyhelminthes appeared to be the direct origin of arthropod *ace1* and *ace2*. Comparison of the evolutionary distance (*d*) of two *aces* from different insect groups relative to those from common ancestors revealed that *ace1* has evolved with a significantly slower rate compared to *ace2*, suggesting that the *ace1* lineage has maintained relatively more essential functions following duplication. When the *dN/dS* ratio was compared between *ace1* and *ace2* within different insect orders, *ace2* was determined to have received relatively more positive selection pressure in Diptera and Hymenoptera whereas the same was true for *ace1* in Coleoptera, Hemiptera and Lepidoptera. Along with the relatively more decreased *d* value for *ace2*, such an increased *dN/dS* ratio for *ace2* in Diptera and Hymenoptera implied the incidence of functional transition of *ace1* to *ace2*. Our findings should provide with new insights into the evolution of two insect AChEs: when they were generated and how they retain and gain the neuronal functions.

Key words: acetylcholinesterase, duplication, evolutionary distance, selection pressure

P330

Structural conservation and differentiation of two insect acetylcholinesterases during evolution

Deok Jea Cha and Si Hyeock Lee

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

Insects possess two distinct acetylcholinesterases (AChE1 vs. AChE2), which are encoded by two paralogous loci originated from duplication. Kinetic analyses of several insect AChEs revealed that both AChE1 and AChE2 retain common catalytic properties of AChE but subtle kinetic differences also exist between these two AChEs. To understand how selection pressure has shaped the protein structure of AChEs and affected their function during evolution, we measured and compared the nucleotide diversity (P_i) and amino acid site-specific selection pressure between AChE1 and AChE2 from various insects. Highly conserved were the majority of the amino acid residues involved in forming the essential domains, including peripheral anionic site (PAS), and little differences were revealed between AChE1 and AChE2, suggesting the presence of strong purifying selection pressure over these essential residues. Interestingly, the EF-hand like motif was mostly found in the AChE1 lineage but not in AChE2. In addition, a unique amino acid difference in the PAS (D72 vs. Y72) was highly conserved between AChE1 and AChE2. Three-dimensional modeling of insect AChEs by particularly focusing on the PAS revealed that a subtle but consistent structural alteration in the active site topology was caused by the PAS amino acid substitution. Taken together, despite the long evolutionary history and low overall sequence similarity, both insect AChE1 and AChE2 still share a extremely high degree of structural and functional conservation, indicative of a strong purifying selection pressure. Nevertheless, only a small change in the PAS, appears to be associated with a local but significant alteration of AChE2 structure, which in turn drives the functional differentiation of AChE.

Key words: selection pressure, acetylcholinesterase, active site gorge

점박이응애 당전이효소 유전자군의 세균 기원

안승준, 강택준, 김형환, 양창열, 김동환

국립원예특작과학원 원예특작환경과

당전이효소(UDP-glycosyltransferase, UGT)는 다양한 소수성 화합물에 UDP-sugar를 중합시켜 배당체를 만드는 반응을 촉매한다. 친수성이 높은 배당체는 저장, 배출, 이용이 용이하기 때문에, 외래물질의 해독이나 내부물질의 조절에 당전이효소가 중요한 역할을 하는 것으로 알려져있다. 2011년 공개된 점박이응애의 유전체에서 총 79개의 당전이효소 유전자를 찾았으며, 유전자의 분자계통분석을 통해 7개의 분류군으로 묶었다. UGT206과 UGT207 분류군은 아주 오래된 유전자를 하나씩만 가지고 있었고, UGT201 - UGT205에 속하는 분류군은 각각 그 자체 내에서 다양화된 여러 유전자를 가지고 있으며 염색체 상에서도 근거리 밀집되어 있어서 유전자 중복에 의해 그 수가 증가되어 온 것으로 추정된다. 곤충을 포함한 다른 절지동물들의 UGT 단백질 서열을 비교한 결과, 점박이응애 당전이효소는 이들과는 확연히 구별되는 진화적 위치를 차지하고 있으며, 오히려 Actinobacteria와 Chloroflexi에 속하는 그람양성 세균들의 유전자와 유연관계가 높은 것으로 나타났다. 점박이응애 당전이효소 단백질 서열의 정렬을 통해 단백질의 일차구조를 추정해보니, 이 또한 세균의 그것과 유사하였다. 아마도, 점박이응애의 당전이효소 유전자는 오래전에 본래의 유전자를 모두 잃어버렸다가, 진화의 어느 시점에 유전자의 수평이동에 의해 세균에서 유래하였을 것으로 추정된다.

검색어: 점박이응애, 배당체, 당전이효소, 유전자수평이동, 세균기원

Beauveria bassiana 균주에 따른 백강잠의 생리활성 평가

이시내, 우라미, 김동준, 이지수, 신태영, 고승현, 우수동

충북대학교 식물외과

백강잠(*Bombycis corpus*)은 흰가루병 또는 백강균(*Beauveria bassiana*)이라 불리우는 곰팡이균에 감염되어 죽은 누에(*Bombyx mori*)를 말하는 것으로, 최근 연구결과에서는 항경련작용, 항균작용, 항암작용, 수면촉진작용, 미백작용, 부신피질자극작용 및 당뇨병 등에 효과가 있는 것으로 보고가 되어 있다. 누에 유충이 백강잠으로 되게 하는 원인균인 백강균은 곤충병원성 곰팡이의 일종으로 같은 종(species)에 속하는 것들이라도 분리된 곰팡이마다 살충활성을 비롯하여 서로 다른 생물학적 특성을 지니고 있어 이용 목적에 따라 최적의 곰팡이 균주의 분리 및 선택이 매우 중요한 것으로 알려져 있으며, 백강균의 종류에 따라 다양한 백강잠의 생성과 그 효능이 다양할 수 있다. 현재까지의 연구에서는 백강균의 종류에 따라 생성되는 백강잠의 다양성을 비롯하여 효능평가에 대한 연구는 거의 이루어지지 못하고 있으므로 백강균의 종류에 따른 백강잠의 생성의 다양성 및 효능 평가에 대한 연구가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 국내에서 분리 확보한 20종의 백강균을 이용하여 백강잠을 제작하고, 생산된 백강잠에서 에탄올과 증류수를 사용하여 생리활성 물질을 추출하였다. 추출된 생리활성 물질을 이용하여 항세균, 항산화, 항암에 대한 활성평가를 실시하였다. 본 연구결과를 통하여 백강잠의 이용목적에 따라 적절한 백강균을 제시함으로써 보다 효율적인 백강잠의 생산이 가능할 것으로 기대되어진다.

검색어: *Beauveria bassiana*, 백강균, 백강잠, 생리활성

P333

고삼추출물을 이용한 식물기생선충의 방제 및 난낭형성 억제효과

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

충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

우리나라에서 토양 내 식물기생선충은 점차 밀도가 증가하고 있으며, 주로 과채류에 기생하여 경제적으로 많은 손실을 주고 있다. 또한 식물기생선충은 주로 화학적 방제를 이용하고 있어 친환경적인 대체 방제제로 식물추출물을 이용한 연구가 이루어지고 있다. 본 연구는 고삼추출물을 주성분으로 하는 시제품을 사용하였고, 토마토를 이용한 실내 포트실험을 통하여 대조약제(fosthiazate 30%)와 비교했을 때 선충을 방제하는데 가장 효과적인 희석배수를 조사하였으며, 충남 논산시 연산면에 위치한 멜론 재배지에서 그 효과를 확인하였다. 포트실험의 경우, *Meloidogyne* spp.는 1,000배와 2,000배에서 100%, *Pratylenchus* spp.는 2,000배에서만 100%의 살충효과를 보였고, 기타 식물기생선충에서도 2,000배에서 높은 살충효과를 확인하였다. 멜론 포장에 고삼추출물 약제의 희석배수를 2,000배로 처리했을 때, 약제를 처리하지 않은 포장은 식물기생선충의 수가 늘어나는 반면, 약제를 처리한 포장에서는 평균밀도가 감소하는 것을 확인하였다. *Meloidogyne* spp.를 대상으로 난낭형성 억제효과를 조사한 결과, 유충과는 달리 희석배수를 1,000배로 했을 때 가장 적은 수의 난낭을 형성하는 것을 확인할 수 있었다.

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

P334

Considerations for insect quarantine facilities to assess the risk of industrial insects

Seungphil Chun^{1*}, Taeho Ro², Haechul Park³ and Myoungchul Kim¹

¹SOKN Institute of Ecology and Conservation, Seoul, 110-034, Korea.

²Korea Environment Institute, Global Center, Seoul, 122-706, Korea.

³Applied Entomology Division, Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea

Precautionary measures are cost-effective for the introduction and management of industrial insects. However, the Influx of exotic pests has not been managed very well in Korea, because of the system problems such as the lack of quarantine facilities. Additionally, there is no managing facilities or regulations for their installation according to the categories about industrial insects in Korea. Firstly, we studied the foreign guidelines for arthropod containment system such as ACLs(Arthropod Containment Levels) and the applicable guidelines for insect quarantine facilities in Korea. Secondly, we classified the types of industrial insects by their characteristics and considered the practicable guidelines for installation of quarantine facilities according to the industrial insect types. Lastly, with the related references including the details about installation and management for LMO(Living genetically Modified Organism) research facilities, we discussed appropriate guidelines for installation and management of pest quarantine system in Korea.

*This study was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project No. PJ00898305)”, Rural Development Administration, Republic of Korea.

Key words: Industrial insects, Insect quarantine facilities, Containment level

P335

Lethal temperature for Pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in infested wood using microwave energy

Sang Jae Suh, Jiseo Kim and Yong Jung Kwon

School of Applied Biosciences, Kyungpook National University

Thermal death kinetics was examined to develop a heat treatment method to control the Pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in wood packing materials for export goods. To determine the feasibility of microwave irradiation as an alternative treatment, we performed laboratory experiments on the blocks (200x200x250mm) of Douglas-fir artificially infested with live adults with subsequent 2.45GHz microwave energy irradiation. The 100% mortality of treated Pine wood nematode was achieved above 64°C of the measured wood temperature, regardless of irradiated time. All measurement points in the blocks reached 64°C within 84-312 seconds with microwave irradiation by wood weight. Likewise, the 100% mortality of nematodes were observed by hot water treatment on 62°C. We need further experimental verification, but commercial microwave (2.45GHz) treatment is a feasible alternative to conventional heat treatment to control Pine wood nematode on the wood packing materials for export goods.

Key words: *Bursaphelenchus xylophilus*, lethal temperature, Microwave

P336

영암, 익산에서 채집한 털진드기의 쯤쯤가무시증 병원체 (*Orientia tsutsugamushi*)의 감염률 조사 및 계통 분석

성정환¹, 김수곤¹, 서기원¹, 박기범¹, 김동현¹, 이육교³, 신이현³,
박미연³, 이용석², 한연수¹

¹전남대학교 농업생명과학대학 식물생명공학부

²순천향대학교 생물학과

³질병관리본부 질병 매개곤충과

지구 온난화로 인한 생태계의 변화에 따라 질병을 매개하는 절지동물의 서식밀도 및 분포지역이 확대되고 있다. 호남지역의 매개체 전파질환의 유입 및 확산에 대처하기 위한 일환으로 2013년 봄철에 털진드기 및 참진드기를 채집하여 감시를 진행하였다. 쯤쯤가무시를 매개하는 털진드기의 경우에는 영암(월출산)과 익산(시대산)에서 sherman live trap을 이용하여 야생 들쥐를 채집 한 후 hanging method로 여러 종의 외부기생 절지동물을 분리하여 그 중 쯤쯤가무시를 매개하는 털진드기만을 분류 동정한 후 쯤쯤가무시 감염 여부를 확인하였다. 영암에서 4월부터 5월까지 감시를 진행한 결과 총 13마리의 털진드기매개체 동물인 야생들쥐를 포획 후, hanging method 방식으로 털진드기(1000)를 확보한 후 분류 동정과 병원체 진단을 수행하였다. 그 결과 *Leptotrombidium orientale*, *L. zetum*이 주요 우점종으로 나타났다. *tsutsugamushi* 병원체 감염여부를 분석한 결과 음성으로 판정되었다. 또한 익산에서 4월부터 5월까지 감시한 결과 총 16마리의 털진드기매개체 동물인 야생들쥐를 포획하였으며, 털진드기(500)를 채집한 후 분류 동정한 그 결과 *Leptotrombidium orientale*, *L. zetum*, *L. pallidum*이 주요 우점종으로 나타났으며, *tsutsugamushi* 병원체의 진단실험을 수행한 결과 총 2개의 sample(4월27일, 5월26일 채집 sample)에서 양성반응이 나왔고, PCR product를 클로닝 및 시퀀싱 후 분자계통도를 분석한 결과 익산시료에서 양성반응을 보인 *tsutsugamusi* 병원체는 Je-cheon strain으로 확인되었다.

검색어: 영암, 익산, 털진드기, 쯤쯤가무시, 지구온난화

P337

Fly-Maggot Extract Has a Hypocholesterolemic Effect in Rats Fed a High-Cholesterol Diet

Byung-Sung Park and Sang-Oh Park*

Department of Animal Biotechnology, Kangwon National University

The aim of this study was to evaluate the biological mechanism of orally administered fly maggot ethanol extracts (EM) on hypocholesterolemic in rats fed a high-cholesterol diet. SDS male rats were divided into four groups (EM dose control=0, 5.0, 7.0, and 9.0 mg/100 g BW) and were treated for 6 weeks. EM groups revealed a significant reduction in serum triglyceride, total cholesterol, and low-density lipoprotein-cholesterol when compared with the control group. HMG-CoA reductase activity in EM groups were significantly lower than those of the control group, but total sterol, neutral sterol, and bile acid excretion were significantly increased in EM groups when compared with the control group. It was discovered that EM suppress the expression of SREBP-1 α and SREBP-2 mRNA in the liver tissues of high-cholesterol diet fed rats, while simultaneously increasing the expression of PPAR α mRNA. This finding indicates that EM has a hypocholesterolemic effects in rats fed a high-cholesterol diet, by regulating cholesterol metabolism-related biochemical parameters and SREBP-1 α SREPB-2 and PPAR α gene expression.

Key words: Maggot, blood lipid, HMG-CoA reductase, sterol, SREPBs, PPAR α

동애등에 번데기의 영양소 및 브로일러에 대한 소화율

박병성¹, 박상오¹, 최영철², 박관호²

¹강원대학교 동물생명공학과

²국립농업과학원 곤충산업과

동애등에 번데기의 일반조성분을 측정된 결과, 수분 10.01%, 조단백질 57.02%, 조지방 25.71%, 조회분 4.88%, 조섬유 1.31%, 가용무질소물 1.08%로 나타났다. 총에너지(Gross energy, GE) 5,524 kcal/g, 가소화에너지(Digestible energy, DE) 5,317 kcal/g, 대사에너지(Metabolizable energy, ME) 5,097 kcal/g, 칼슘 3.18%, 인 0.67%, 철분 812 mg/kg, 구리 41 mg/kg, 아연 198 mg/kg, 필수아미노산 14.83%, 비필수아미노산 18.01% 포화지방산 68.00%, 불포화지방산 32.00%, 콜레스테롤 101.5 mg/100g를 함유하는 것으로 나타났다. 브로일러에 대한 소화율을 측정된 결과, 건물 94.35%, 조단백질 98.30%, 조지방 97.66%, 조회분 97.01%, 조섬유 88.67%, 가용무질소물 97.77%로 나타났다. 총 에너지 소화율 96.27%, 가소화에너지 소화율 95.87%, 미네랄 소화율 (칼슘 90.18%, 인 88.97%), 아미노산 소화율 (필수아미노산 94.08%, 비필수아미노산 94.171%), 지방산 소화율 (포화지방산 91.28%, 불포화지방산 95.77%)로써 매우 높은 이용성을 갖는 것으로 평가되었다. 이러한 결과로 볼 때, 동애등에의 번데기는 사료영양학적 가치가 매우 높으며 특히 브로일러에 대한 우수한 사료자원으로 활용될 수 있을 것으로 판단되었다.

검색어: 동애등애, 영양소 함량, 브로일러, 소화율

동애등에 번데기가 산란성적 및 계란 품질에 미치는 영향

박병성¹, 박상오¹, 최영철², 박관호²

¹강원대학교 동물생명공학과

²국립농업과학원 곤충산업과

동애등에 번데기를 서로 다른 수준(0, 5, 7, 10%)으로 첨가한 실험사료를 섭취한 산란계의 산란성적 및 계란품질 평가를 수행한 결과, 산란율, 난중은 대조군(동애등에 번데기 0%)과 비교할 때 동애등에 번데기 5% 이상 첨가군이 유의하게 높았으나 동애등에 번데기 첨가군 사이의 통계적 유의성은 없었다. 혈액 중성지방, 총콜레스테롤 및 LDL-C은 대조군과 비교할 때 동애등에 번데기 5%이상 첨가군에서 유의하게 낮았으나 HDL-C는 높게 나타났으며 동애등에 번데기 첨가군 사이의 통계적 유의성이 인정되었다. 혈액 면역물질 IgG 함량은 대조군과 비교할 때 동애등에 번데기 5% 이상 첨가군이 높게 나타났으며 특히 동애등에 번데기 5%군이 유의하게 가장 높았다. 맹장의 유익한 미생물 *Lactobacillus*는 대조군과 비교할 때 동애등에 번데기 5% 이상 첨가군이 유의하게 높게 나타났으나 유해한 미생물 *Salmonella*, *E. coli*는 유의하게 낮아졌고 동애등에 번데기 첨가군 사이의 통계적 유의성이 나타났다. 계란품질 호우유닛, 난각두께 및 파란강도는 대조군과 비교할 때 동애등에 번데기 첨가군이 유의하게 높게 나타났으나 난황색은 유의성이 나타나지 않았다. 결론적으로, 산란성적, 계란품질 및 경제성을 고려한 산란계 사료 내 동애등에 번데기의 최적 첨가수준은 5%로써 나타났다. 그 이유는 동애등에 번데기를 산란계 사료 내 5%~10% 수준으로 증가해서 각각 첨가했을 경우 산란성적 및 계란품질에 있어서 5%, 7%, 10%는 모두 동일하게 나타났으며 5%이상의 첨가수준에서 더 이상 향상되지 않는 안정점(Plateau)에 도달했기 때문이다.

검색어: 동애등애, 산란성적, 계란품질

Characterization of a Modular β -1,4-Xylanase from a Mole Cricket-symbiotic Bacterium, *Streptomyces* sp. Strain DY-7

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

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

A xylanolytic microorganism, strain DY-7, was isolated from the gut of the mole cricket, *Gryllotalpa orientalis*. The result of phylogenetic analysis based on its 16S rDNA sequence revealed that the isolate was a Gram-positive bacterium belonging to the genus *Streptomyces*. The cloned gene (1350-bp) encoding a GH family 10 β -1,4-xylanase (XylA) from *Streptomyces* sp. strain DY-7 was overexpressed in *Escherichia coli* BL21 and its gene products were characterized. The hydrolysis activities of rXylA and rXylA Δ CBD II against xylosidic materials were maximum at pH 5.5 and 65°C. However, deletion of CBD II in the C-terminus region of XylA significantly increased the thermal stability of the enzyme at high temperatures above 50°C. The xylanolytic activity of rXylA was slightly enhanced in the presence of 1 mM Mn²⁺ and 5 mM sodium azide but it was completely inactivated by 1 mM Hg²⁺ and 5 mM *N*-bromosuccinimide. rXylA was capable of efficiently decomposing various xylosidic compounds, PNP-cellobioside, and PNP-xylopyranoside, whereas other hexose-based compounds were insensitive to the enzyme. The specific activities of rXylA toward oat spelts xylan and PNP-cellobioside were 649.8 U/mg and 328.1 U/mg, respectively. Enzymatic degradation of birchwood xylan and xylooligosaccharides (xylotriose to xylohexaose) resulted in the production of xylobiose (>75%) as the main hydrolysis product together with a small amount (4%<) of xylose as the final hydrolysis product.

Key words: GH10, *Gryllotalpa orientalis*, Mole cricket, *Streptomyces* sp., β -1,4-Xylanase

P341

Cloning and Sequence Analysis of a GH10 β -1,4-Xylanase Gene of *Cellulosimicrobium cellulans* DY-8 Isolated from the Gut of *Moechotypa diphysis*

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

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

A xylan-decomposing Gram-positive bacterium, *Cellulosimicrobium cellulans* DY-8, was isolated from the gut of a wood-feeding longicorn beetle, *Moechotypa diphysis*. To amplify a partial fragment of the GH 10 β -1,4- xylanase (XylC) gene of strain DY-8, two degenerated oligonucleotide primers were designed based on strictly conserved regions (WDVVNE and ITELLDV) in the GH family 10 xylanolytic enzymes. The full gene (1488-bp) of XylC, which was predicted to encode a protein consisting of 495 amino acids with a molecular mass of 52.0 kDa and a calculated pI of 6.49, was cloned by repeated DNA walking and nested PCR protocols. The results of a protein blast survey showed that XylC was a β -1,4-xylanase comprised of an N-terminal catalytic GH10 domain (from Ser48 to Leu338) and a C-terminal RICIN domain (from Tyr359 to Leu492). This overall structure of XylC was 57% identical to that of *Actinoplanes* sp. SE50/110 β -1,4-xylanase (Accession number: YP_006265966), which has not yet been biochemically characterized.

Key words: GH family 10, *Moechotypa diphysis*, *Cellulosimicrobium cellulans*, Longicorn beetle, β -1,4-xylanase

Ultrastructural Aspects on the Deferent Ducts of Orb Web Spider, *Araneus ventricosus*

Hoon Kim¹, Hee-Seok Kweon² and Myung-Jin Moon¹

¹Department of Life Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

²Division of Electron Microscopic Research, Korea Basic Science Institute,
Daejeon 305-806, Korea

Sperm cell development in spider species undergoes in testicular cyst, containing certain number of cells per cyst. As a germ cell matures through entire stages of spermatogenesis, testicular cysts rupture and produced spermatozoa are transferred in a form of cleistosperm. When mature spermatozoa pass through deferent duct, it is known that various types of seminal secretions are released into the lumen to provide auxillary functions to the mature sperms – such as nutrition, protection, or sperm release inside the female body. However, a peculiar type of seminal secretion was observed in this study. In the lumen of deferent duct, encapsulated seminal secretions are observed along with coiled sperm cells. Since the capsule is quite thick – as thick as the one of mature sperm cell, it is thought that the secretion capsule would be transferred as well along with the sperm cells into the spermathecae probably activating sperm cells through decapsulation. Also, this study revealed that sperm storage in deferent duct occurs in droplet-by-droplet basis; which suggests possible sperm inducing mechanism. Since spider uses pedipalps in copulation to transfer its sperm cells, spider has to fill it accordingly. In other words, stored sperms in deferent duct are released in a droplet at once.

Key words: *Araneus ventricosus*, deferent duct, seminal secretion, ultrastructure

Fine Structural Analysis on the Structural Coloration of Iridescent Butterflies

Hyo-Jeong Kim¹, Yoon-Jun Cho², So-Ra Jeong¹ and Myung-Jin Moon¹

¹Department of Life Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

²Bukil Academy, Cheonan 330-714, Korea

In animals, structural coloration is the production of color by microscopically structured surfaces of many birds as well as many butterfly wings and beetles wing cases. This structural coloration is caused by interference effects rather than by pigments. It has been known that the colors are produced when a material is scored with fine parallel lines, formed of one or more parallel thin layers, or otherwise composed of microstructures on the scale of the colour's wavelength. Current research is performed using light and scanning electron microscopes to examine the fine structural characteristics of scales in the three species of iridescent butterflies *Papilio maackii*, *Charaxes tiridates* and *Anaea glaucone*. It has been revealed that the structural coloration of these butterflies is responsible for the blues and greens of the scales of wings. In addition, the reflected color depends on the viewing angle, which in turn controls the apparent spacing of the structures responsible for specific color patterns of the wing scales.

Key words: Structural coloration, Butterfly, *Papilio maackii*, *Charaxes tiridates*, *Anaea glaucone*.

Fine Structure of the Antennal Sensory Organs in the Bark Beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)

Myung-Jin Moon¹, Hoon Kim¹, Hyo-Jeong Kim¹, Yong-Ki Park¹,
Jong-Gu Park¹ and Won-Il Choi²

¹Department of Life Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

²Division of Forest Insect Pest & Diseases, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

Ips acuminatus is a minute bark beetle found in forest and can cause economic damage to pine and spruce trees. This beetle has well developed sensory system respond to both of visual and chemical stimuli. Both sexes have a pair of faceted compound eyes and another pair of knobbed antennae, work together to collect vital information. The antennae look similar in both sexes and consist of scape, pedicel, and segmented flagellum. The pedicel is the first segment by which the antenna is attached to the head and the scape is set in a membranous socket and surrounded by the antennal sclerite on which a single articulation occurs. The beetle's antennae enlarge abruptly at the last segment of a flagellum giving the antenna a knobbed appearance. There are a number of sensory receptors, including olfactory and mechanical receptors. Here, the fine structural characteristics of the antennal sensory organs in male and female bark beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) were analysed with field emission scanning electron microscopy (FESEM).

Key words: FESEM, *Ips acuminatus*, bark beetle, antenna, sensory receptor

Biomimetic Analysis on the Sound Producing Structure of the Oriental Garden Cricket (*Teleogryllus emma*)

**Yong-ki Park¹, Hoon Kim¹, Gwang-Hyung Kim²,
Ji-Won Chung² and Myung-Jin Moon¹**

¹Department of Life Sciences, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

²Bukil Academy, Cheonan 330-714, Korea

Male crickets (Order Orthoptera), producing sound for courting females and threatening other males, were chosen to perform researches for the better understanding of the microstructures of sound producing organs. It is known that cricket only makes sound for mating-related events. In this research, two patterns out chirping patterns were observed and analyzed. Each chirp was made of several nodes of waves, each node indicates a movement of wings – friction caused by file and plectrum located on wings. Although both wings possess file and plectrum, only the file on right wing and plectrum on left wing are used to produce sound. Each file consists of 126 teeth, where plectrum gets hooked. The teeth located on file have consistent gap between each other, proportional to the wave nodes acquired – except that the gap in the second region among equally divided six regions were shorter. In case of the usage of file, a cricket mostly uses second region to fifth region, since the teeth in first and sixth region are smaller. Since most of the researches made are mainly focused on the correlation between sound production and behavioral pattern, the current research project aims to reveal and provide thorough understanding on the sound producing organs of cricket, to suggest possible biomimetic applications in our daily lives.

Key words: biomimetic, garden cricket, sound production

P346

Identification and expression analysis of a novel R-type lectin from the coleopteran beetle, *Tenebrio molitor*

**Dong Hyun Kim¹, Bharat Bhusan Patnaik¹, Gi Won Seo¹, Seong Min Kang²,
Yong Seok Lee³, Bok Luel Lee², In Seok Bang⁴ and Yeon Soo Han^{1*}**

¹Division of Plant Biotechnology, Institute of Environmentally-Friendly Agriculture (IEFA),
College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University,
Gwangju 500-757, Republic of Korea

²National Research Laboratory of Defense Proteins, College of Pharmacy, Pusan National
University, Jangjeon Dong, Kumjeong Ku, Busan, 609-735, Korea

³Department of Life Science and Biotechnology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang
University, Asan city, 336-745 Korea

⁴Department of Biological Science and the Research Institute for Basic Sciences, Hoseo
University, Asan 336-795, Republic of Korea

We have identified novel ricin-type (R-type) lectin by sequencing of random clones from cDNA library of the coleopteran beetle, *T. molitor*. The cDNA sequence is comprised of 495 bp encoding a protein of 164 amino acid residues and shows 49% identity with galectin of *Tribolium castaneum*. Bioinformatics analysis shows that the amino acid residues from 35 to 162 belong to ricin-type β -trefoil structure. The transcript was significantly upregulated after early hours of injection with peptidoglycans derived from Gram (+) and Gram (-) bacteria, beta-1, 3 glucan from fungi and an intracellular pathogen, *L. monocytogenes* suggesting putative function in innate immunity.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

Key words: R-type lectin, *Tenebrio molitor*, immune elicitors, peptidoglycan, *Listeria monocytogenes*

Genomic organization, sequence characterization and expression analysis of *Tenebrio molitor* apolipoprotein-III in response to an intracellular pathogen, *Listeria monocytogenes*

Ju Young Noh^{1§}, Bharat Bhusan Patnaik^{1§}, Hamisi Tindwa¹, Gi Won Seo¹, Dong Hyun Kim¹, Hongray Howrelia Patnaik¹, Yong Hun Jo¹, Yong Seok Lee², Bok Ruel Lee³, Nam Jung Kim⁴, In Seok Bang⁵ and Yeon Soo Han^{1*}

¹Division of Plant Biotechnology, Institute of Environmentally-Friendly Agriculture (IEFA), College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Republic of Korea

²Department of Life Science and Biotechnology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University, Asan city, 336-745 Korea

³National Research Laboratory of Defense Proteins, College of Pharmacy, Pusan National University, Jangjeon Dong, Kumjeong Ku, Busan, 609-735, Korea

⁴Division of Applied Entomology, National Academy of Agricultural Science, Rural Development, 61th, Seodun-dong, Gwonseon-gu, Suwon, 441-853, Gyeonggi-do, Korea

⁵Department of Biological Science and the Research Institute for Basic Sciences, Hoseo University, Asan 336-795, Republic of Korea

Apolipoprotein III (apoLp-III) is a well-known hemolymph protein having a functional role in lipid transport and immune response of insects. We cloned full-length cDNA encoding putative apoLp-III from larvae of the coleopteran beetle, *Tenebrio molitor* (TmapoLp-III), by identification of clones corresponding to the partial sequence of TmapoLp-III, subsequently followed with full length sequencing by a clone-by-clone primer walking method. The complete cDNA consists of 890 nucleotides, including an ORF encoding 196 amino acid residues. Excluding a putative signal peptide of the first 20 amino acid residues, the 176-residue mature apoLp-III has a calculated molecular mass of 19,146 Da. Genomic sequence analysis with respect to its cDNA showed that TmapoLp-III was organized into four exons interrupted by three introns. Several immune-related transcription factor binding sites were discovered in the putative 5'-flanking region. BLAST and phylogenetic analysis reveals that TmapoLp-III has high sequence identity (88%) with *Tribolium castaneum* apoLp-III but shares little sequence homologies (<26%) with other apoLp-IIIs. Homology modeling of Tm apoLp-III shows a bundle of five amphipathic α helices, including a short helix 3'. The 'helix-short helix-helix' motif was predicted to be implicated in lipid binding interactions, through reversible conformational changes and accommodating the hydrophobic residues to the exterior for stability. Highest level of TmapoLp-III mRNA was detected at late pupal stages, albeit it is expressed in the larval and adult stages at lower levels. The tissue specific expression of the transcripts showed significantly higher numbers in larval fat body and adult integument. In addition, TmapoLp-III mRNA was found to be highly up-regulated in late stages of *L. monocytogenes* or *E. coli* challenge. These results indicate that TmapoLp-III may play an important role in innate immune responses against bacterial pathogens in *T. molitor*.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

Key words: *Tenebrio*, apolipoprotein-III, induction

Molecular cloning, sequence characterization and expression analysis of a CD63 homologue from the coleopteran beetle, *Tenebrio molitor*

Bharat Bhusan Patnaik¹, Seong Min Kang², Gi Won Seo¹, Hyo Jeong Lee¹, Hongray Howrelia Patnaik¹, Yong Hun Jo¹, Hamisi Tindwa¹, Yong Seok Lee³, Bok Luel Lee², Nam Jung Kim⁴, In Seok Bang⁵ and Yeon Soo Han^{1*}

¹Division of Plant Biotechnology, Institute of Environmentally-Friendly Agriculture (IEFA), College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Republic of Korea

²National Research Laboratory of Defense Proteins, College of Pharmacy, Pusan National University, Jangjeon Dong, Kumjeong Ku, Busan, 609-735, Korea

³Department of Life Science and Biotechnology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University, Asan city, 336-745 Korea

⁴Division of Applied Entomology, National Academy of Agricultural Science, Rural Development, 61th, Seodun-dong, Gwonseon-gu, Suwon, 441-853, Gyeonggi-do, Korea

⁵Department of Biological Science and the Research Institute for Basic Sciences, Hoseo University, Asan 336-795, Republic of Korea

Abstract: CD63, a member of tetraspanin membrane protein family, plays pivotal role in cell growth, motility, signal transduction, host-pathogen interactions and cancer. In this work, the cDNA encoding CD63 homologue (TmCD63) was cloned from larvae of coleopteran beetle, *Tenebrio molitor*. The cDNA is comprised of an open reading frame of 705 bp, encoding putative protein of 235 amino acid residues. *In silico* analysis shows that the protein has four putative transmembrane domains and one large extracellular loop. The characteristic 'Cys-Cys-Gly' motif and 'Cys188' residues are highly conserved in the large extracellular loop. Phylogenetic analysis of TmCD63 revealed that they belong to the insect cluster with 50-56% identity. Analysis of spatial expression patterns demonstrated that TmCD63 mRNA is mainly expressed in gut and Malpighian tubules of larvae and the testis of the adult. Developmental expression patterns of CD63 mRNA showed that TmCD63 transcripts are detected in late larval, pupal and adult stages. Interestingly, TmCD63 transcript was upregulated the maximum 4.5 fold in response to DAP-type peptidoglycan during the first 6 h, although other immune elicitors also made significant increase in the transcript level at later time-points. These results suggest that CD63 might contribute to *T. molitor* immune response against various microbial pathogens.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

Key words: molecular cloning, CD63, TM4SF, expression analysis, *Tenebrio molitor*, immune elicitors

Description of Nearly Completed Mitochondrial Genome Sequences of the Garden Chafer *Polyphylla laticollis manchurica*, Endangered in Korea (Insecta: Coleoptera)

Min Jee Kim¹, Ki-Gyoung Kim² and Iksoo Kim¹

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²Biological Resources Research Department, National Institute of Biological Resources

We present the nearly complete mitogenome sequences of the garden chafer, *Polyphylla laticollis manchurica*, which is listed as an endangered species in Korea. The *P. l. manchurica* mitogenome, which includes unfinished whole A+T-rich region and a partial srRNA was 14,473-bp long, possessing typical sets of genes (13 PCGs, 22 tRNA genes, and 2 rRNA genes). Gene arrangement of the *P. l. manchurica* mitogenome was identical to the common one found in the majority of insects. The 5 bp-long motif sequence (TAGTA) that has been suggested to be the possible binding site for the transcription termination peptide for the major-strand was also found in the *P. l. manchurica* mitogenome between tRNA^{Ser}(UCN) and ND1. As has been previously determined, the high A/T content was unanimously observed in *P. l. manchurica* in terms of A/T bias in the third codon position (73.5%) compared with the first (66.4%) and second codon position (66.2%), and a high frequency of A/T-containing codons (a total of 28.22% for TTA, ATT, TTT, and ATA). The PCGs encoded in major-strands are slightly T-skewed, whereas those of the minor-strand are A-skewed, indicating strand asymmetry in nucleotide composition in the Coleoptera including *P. l. manchurica*.

Key words: Mitochondrial genome, *Polyphylla laticollis manchurica*, Garden chafer, A/T bias

P350

Acholeplasma lysate를 처리한 *Tenebrio molitor* larva 에서 동정된 serine protease 유전자에 관한 연구

정지은¹, 황희주¹, 조용훈², 한연수², 방인석³, 이용석¹

¹순천향대학교 생명시스템학과

²전남대학교 농생물학과

³호서대학교 생명과학과

Serine protease는 병원체의 표면 melanization, hemolymph coagulation, antimicrobial peptide synthesis 등을 통해 여러 무척추동물의 방어기작을 조절하는 것으로 알려져 있다. 곤충의 경우 Tribolium을 대상으로 이와 같은 연구가 이루어져 왔지만, 혈액의 양이 그리 많지 않아 연구자들은 최근 갈색거저리(*Tenebrio*)를 이용하기 시작하였다. 하지만 아직 유전체(자) 서열정보가 충분하지 않은 상황이다. 본 연구에서는 이러한 갈색거저리 유충을 이용하여 세포벽이 없으며 사람에서 pneumonia나 다른 호흡기 질환을 일으키는 mycoplasma 와 유사한 acholeplasma lysate를 처리한 후 접종 전과 후의 전사체의 비교를 통하여 무척추 동물에서의 선천성 면역 관련 유전자들을 동정하고자 하였다. *Acholeplasma lysate*를 처리하기 전과 후의 각 샘플들로부터 cDNA library를 구축한 후 random sequencing 을 통해 염기서열을 분석하였고, 얻어진 서열들로부터 NCBI nr 데이터베이스에 Blastx 분석을 하여 획득한 서열들을 comparative transcriptomic 방법을 이용하여 분석한 결과, 여러 종류의 Serine protease 관련 유전자들이 동정되었다. Serine protease (XP_970766.1)의 경우에는 acholeplasma를 처리한 샘플에서 2배 정도 발현이 증가하였고, serine protease P66 (EFA09207.1)의 경우 증감의 변화는 보이지 않았다. 또한 serine protease P146 (EFA04636.1), serine protease H1 (EEZ99180.1) 등의 유전자들도 동정되어 연구하고 있다.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

검색어: 갈색거저리, *acholeplasma*, Serine protease, cDNA library

P351

Acholeplasma lysate를 처리한 갈색거저리 유충에서 발현이 증가한 t1/st2 receptor binding protein 유전자에 관한 연구

정지은¹, 황희주¹, 조용훈², 한연수², 방인석³, 이용석¹

¹순천향대학교 생명시스템학과

²전남대학교 농생물학과

³호서대학교 생명과학과

Toll-interleukin 1 receptor (TIR) superfamily는 intracellular TIR domain에 존재하며, proinflammatory cytokines을 생산하는 transcription factor NF- κ B의 활성화에 의해 선천성 면역을 개시한다. 본 연구에서는 갈색거저리 유충을 이용하여 *Mycoplasma* genus와 유사한 *acholeplasma* lysate를 접종하여 비교 유전체학적 방법을 통하여 갈색거저리에서 면역반응에 관여하는 t1/st2 receptor binding protein을 동정하였으며, 그 구조 분석을 위한 기초 데이터를 확보하고자 하였다. IL1RL1 (Interleukin 1 receptor-like 1) gene는 Toll-like receptor superfamily로써 사람에서 발견되며 ST2는 Toll-interleukin 1 receptor family의 member이자 endotoxin tolerance 유지에 중요한 역할을 하는 것으로 알려졌다. 갈색거저리 유충에 *acholeplasma* lysate를 처리하기 전과 후의 각 샘플들로부터 cDNA library를 구축한 후 random sequencing을 통해 분석되어진 서열들 중 증감하는 유전자들을 동정하였고, 그 중 *acholeplasma* 처리 후 약 4배 정도 발현이 증가한 t1/st2 receptor binding protein의 서열을 추출한 후 단백질의 2차 구조를 예측한 결과 alpha helix 구조는 서열상에서 8영역으로 예측되었으며 beta sheet 구조는 서열상에서 1영역에서 존재하고 있어 후속연구를 진행하고 있다.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

검색어: 갈색거저리, t1/st2 receptor binding protein, *acholeplasma*, cDNA library

P352

Acholeplasma lysate를 처리한 *Tenebrio molitor* larva 에서 동정된 serpin 유전자에 관한 연구

정지은¹, 황희주¹, 조용훈², 한연수², 방인석³, 이용석¹

¹순천향대학교 생명시스템학과

²전남대학교 농생물학과

³호서대학교 생명과학과

Tenebrio 모델은 *Tribolium*과 비교하여 실험실에서 배양 및 조작하기가 쉬운 생물 종이다. 하지만 현재까지는 해독되어진 유전체 정보가 그리 많지 않다. *Mycoplasma* genus는 세포벽이 없으며 사람에서 pneumonia 나 다른 호흡기 질환을 일으키는 박테리아로 본 연구에서는 갈색거저리 유충을 이용하여 *Mycoplasma* genus와 유사한 *acholeplasma* lysate를 처리하여 접종 전과 후의 비교 전사체학적 방법을 통하여 선천성 면역 관련 유전자들을 동정하고 기능 분석을 위한 기초 데이터를 확보하고자 하였다. 갈색거저리 유충에 *acholeplasma* lysate를 처리하기 전과 후의 각 샘플들로부터 cDNA library를 구축한 후 random sequencing을 통해 해독되어진 염기서열들을 비교 분석하였다. 얻어진 서열들로부터 NCBI nr 데이터베이스에 Blastx 분석을 하여 획득한 서열들을 생물정보학적 방법을 이용하여 비교한 결과, 곤충의 선천성면역(innate Immunity)에 중요한 것으로 알려진 serpin 관련 유전자들이 약 5종류 동정되었다. Serpin (XP_974209.1)의 경우 *acholeplasma*에 처리하여 전과 후 비교하였을 때, 약 3배 정도 증가를 나타내었고, serpin 6 (XP_972660.1)의 경우에는 *acholeplasma*를 처리한 샘플에서만 동정되었다. 또한 serpin 3a (XP_969874.1), serpin 1(BAI59109.1), serpin 40(BAI59106.1) 등의 유전자들도 동정되었다. 추후 이러한 유전자들을 대상으로 한 기능연구를 통하여 보다 구체적인 면역기능을 구명하고자 한다.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

검색어: 갈색거저리, serpin, *acholeplasma*, cDNA library

Analysis of the genome of a Korean isolate of the *Pieris rapae* granulovirus enabled by its separation from total host genomic DNA by pulse-field gel electrophoresis

Yong Hun Jo², Bharat Bhusan Patnaik², Se Won Kang¹, Seunghan Oh², Dong Hyun Kim², Mi Young Noh², Gi Won Seo², Heon Cheon Jeong³, Ju Young Noh³, Hee Ju Hwang¹, Ji-Eun Jeong¹, Yeon Soo Han² and Yong Seok Lee^{1*}

¹Department of Life Science and Biotechnology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University, Asan 336-745, South Korea

²Division of Plant Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 500-757, South Korea

³Hampyeong County Insect Institute, Hampyeong County Agricultural Technology Center, Hampyeong- 525811, South Korea

Most traditional genome sequencing projects involving infectious viruses include culturing and purification of the virus. This can present difficulties as an analysis of multiple populations from multiple locations may be required to acquire sufficient amount of high-quality DNA for sequence analysis. The electrophoretic method provides a strategy whereby the genomic DNA sequences of the Korean isolate of *Pieris rapae* granulovirus (PiraGV-K) were analyzed by purifying it from host DNA by pulsed-field gel electrophoresis, thus simplifying sampling and labor time. The genomic DNA of infected *P. rapae* was embedded in agarose plugs, digested with a restriction nuclease and methylase, and pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) was used to separate PiraGV-K DNA from the DNA of *P. rapae*, followed by mapping of fosmid clones of the separated viral DNA. The double-stranded circular genome of PiraGV-K encodes 120 open reading frames (ORFs), covering 92% of the sequenced genome. BLAST and ORF arrangement showed the presence of 78 homologs to other genes in the database. The mean overall amino acid identity of PiraGV-K ORFs was highest with the Chinese isolate of PiraGV (~99%), followed up with *Choristoneura occidentalis* ORFs at 58%. PiraGV-K ORFs were grouped, according to function, into 10 genes involved in transcription, 11 involved in replication, 25 structural protein genes, and 15 auxiliary genes. Genes for Chitinase (ORF 10) and cathepsin (ORF 11), involved in the liquefaction of the host, were found in the genome. The recovery of PiraGV-K DNA genome by pulse-field electrophoretic separation from host genomic DNA had several advantages, compared with its isolation from particles harvested as virions or inclusions from the *P. rapae* host. We have sequenced and analyzed the 108,658 bp PiraGV-K genome purified by the pulsed field electrophoretic method. The method appears to be applicable to the analysis of genomes of large viruses. The chitinase, identified by PiraGV-K genome sequence, was functionally characterized by quantitative PCR, Western blot analysis, immunohistochemistry and transmission electron microscopy.

Key words: *Pieris rapae* granulovirus, PiraGV-K genome, pulsed-field gel electrophoresis

P354

Complete Mitochondrial Genome of the Grass Moth *Glyphodes quadrimaculalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Jeong Sun Park, Min Jee Kim and Iksoo Kim

College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

Glyphodes quadrimaculalis (Lepidoptera: Crambidae) feed on a root tuber of *Cynanchum wilfordii* (Asclepiadaceae) that is one of the most famous traditional medicines in Korea. The genus *Glyphodes* includes ~130 species distributed worldwide, so the complete mitochondrial genome (mitogenome) would be helpful for bio-identification, biogeographic studies, and multigene-based phylogeny. The 15,255-bp long *G. quadrimaculalis* genome comprises 37 typical genes and one large non-coding region, with the typical arrangement found in Lepidoptera. Of the 13 protein coding genes (PCGs), 12 begin with typical start codons found in insect mitochondrial PCGs, but the COI gene starts with atypical CGA. One of the noteworthy features of the genome includes the presence of a 51-bp long non-coding space sequence located between tRNA^{Gln} and ND2 that reveals high sequence homology (71.4%) to the neighboring ND2 gene, indicating the origin of the region by partial duplication of the ND2 gene.

Key words: Mitochondrial genome, *Glyphodes quadrimaculalis*, non-coding sequence

Cloning, characterization and effect of TmPGRP-LE gene silencing on survival of *Tenebrio molitor* against *Listeria monocytogenes* infection

Hamisi Tindwa¹, Bharat Bhusan Patnaik¹, Dong Hyun Kim¹, Seulgi Mun¹, Yong Hun Jo¹, Bok Ruel Lee², Yong Seok Lee³, Nam Jung Kim⁴, In Seok Bang⁵ and Yeon Soo Han^{1*}

¹Division of Plant Biotechnology, Institute of Environmentally-Friendly Agriculture (IEFA), College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Republic of Korea

²National Research Laboratory of Defense Proteins, College of Pharmacy, Pusan National University, Jangjeon Dong, Kumjeong Ku, Busan, 609-735, Korea

³Department of Life Science and Biotechnology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University, Asan city, 336-745 Korea

⁴Division of Applied Entomology, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, 61th, Seodun-dong, Gwonseon-gu, Suwon, 441-853, Gyeonggi-do, Korea

⁵Department of Biological Science and the Research Institute for Basic Sciences, Hoseo University, Asan 336-795, Republic of Korea

Peptidoglycan recognition proteins (PGRPs) are family of innate immune molecules that recognize bacterial peptidoglycan. PGRP-LE, a member of the PGRP family, selectively binds to diaminopimelic acid (DAP)-type peptidoglycan to activate both the immune deficiency (IMD) and proPhenoloxidase (proPO) pathways in insects. A PGRP-LE-dependent induction of autophagy to control *Listeria monocytogenes* has also been reported. We identified and partially characterized a novel PGRP-LE homologue, from *Tenebrio molitor* and analyzed its functional role in the survival of the insect against infection by a DAP-type PGN containing intracellular pathogen, *L. monocytogenes*. The cDNA is comprised of an open reading frame (ORF) of 990 bp and encodes a polypeptide of 329 residues. TmPGRP-LE contains one PGRP domain, but lacks critical residues for amidase activity. Quantitative RT-PCR analysis showed a broad constitutive expression of the transcript at various stages of development spanning from larva to adult. RNAi mediated knockdown of the transcripts followed by a challenge with *L. monocytogenes* showed a significant reduction in survival rate of the larvae, suggesting a putative role of TmPGRP-LE in sensing and control of *L. monocytogenes* infections in *T. molitor*. These results implicate PGRP-LE as a defense protein necessary for survival of *T. molitor* against infection by *L. monocytogenes*.

*This work was supported by a grant from the Next-Generation BioGreen 21 Program (No. PJ008186), Rural Development Administration in Republic of Korea.

Key words: Peptidoglycan recognition protein, *Tenebrio molitor*, *Listeria monocytogenes*

P356

**Description of New Mitochondrial Genomes (*Spodoptera litura*,
Noctuoidea and *Cnaphalocrocis medinalis*, Pyraloidea):
Individual Gene Divergence and Phylogeny in Lepidoptera with
the Comment on Optimization Schemes**

Min Jee Kim, Xinlong Wan and Iksoo Kim

College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

We newly sequenced mitochondrial genomes of *Spodoptera litura* and *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera) to obtain further insight into mitochondrial genome evolution and investigated the influence of optimal strategies on phylogenetic reconstruction of Lepidoptera. Estimation of *p*-distances of each mitochondrial gene for available taxonomic levels has shown the highest value in ND6, whereas the lowest values in COI and COII at the nucleotide level, suggesting different utility of each gene for different hierarchical group when individual genes are utilized for phylogenetic analysis. Phylogenetic analyses mainly yielded the relationships (((((Bombycoidea + Geometroidea) + Noctuoidea) + Pyraloidea) + Papilionoidea) + Tortricoidea), evidencing the polyphyly of Macrolepidoptera. The tests of optimality strategies, such as exclusion of third codon positions, inclusion of rRNA and tRNA genes, data partitioning, RY recoding approach, and recoding nucleotides into amino acids suggested that the majority of the strategies did not substantially alter phylogenetic topologies or nodal supports, except for some familial relationship only in the amino acid dataset.

Key words: Mitochondrial genome, gene divergence, Optimality strategy, Phylogeny, Lepidoptera

Complete Mitochondrial Genome of the Burmese giant Earthworm, *Tonoscolex birmanicus* (Clitellata: Megascolecidae)

Ah Rha Wang^{1,†}, Yong Hong^{2,†}, Tin Moe Win³ and Iksoo Kim¹

¹College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University

²College of Agriculture & Life Sciences, Chonbuk National University

³Department of Zoology, University of Yangon, Union of Myanmar

Up to now the complete mitochondrial genome (mitogenome) sequences of only three species of clitellate have been available. We have determined the complete mitogenome sequences of the elusive Burmese giant earthworm *Tonoscolex birmanicus* (Clitellata: Megascolecidae), which is endemic to Myanmar. The 15,170-bp long genome contains the 37 genes typical of metazoan mitogenomes [13 protein-coding genes (PCG), two rRNA genes and 22 tRNA genes] and one major non-coding region. All of the 37 genes are transcribed from the same DNA strand. The arrangement of the *T. birmanicus* mitogenome is identical to that of two within-ordinal species *Lumbricus terrestris* and *Perionyx excavates*. All 13 PCGs start with the ATG. For the stop codon, only six PCGs end with the TAA, whereas the remaining ones ends with the incomplete stop codon, T. Genes overlap in a total of 14 bp in five locations, and harbor a total of 16 bp of intergenic spacer sequences in nine locations.

[†]These authors contributed equally to this paper.

Key words: Mitochondrial genome, *Tonoscolex birmanicus*, earthworm

P358

Expression and function of recombinant anti-colorectal cancer mAb CO17-1A in SfSWT4 insect cells

Se-Ra Park¹, Kyung Jin Lee¹, Jeong-Hwan Lee¹, David Hedin²,
Thera Mulvanian², Seung Ho Lee³ and Kisung Ko¹

¹Department of Medicine, Medical Research Institute, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul 156-756, Korea

²Expression systems, 2537 2nd Street Davis, CA 95618, USA

³Major of Nano-Bioengineering, College of Life Sciences and Bioengineering, Incheon-National University, Incheon 406-772, Korea

E-mail: ksko@cau.ac.kr, Tel: 82-2-820-5666, Fax: 82-2-813-5387

Colorectal cancer is the third most commonly diagnosed cancer in the world, nearly all patients diagnosed with this cancer die from it. Antibodies are glycoprotein molecules, which can efficiently recognize and eliminate specific pathogenic and disease antigens. Antibody researches for the last several decades have demonstrated the potential of therapeutic antibodies to fight cancer. Monoclonal antibody (mAb) CO17-1A recognizes the tumor-associated antigen GA733-2, a cell surface glycoprotein highly expressed in colorectal carcinoma cell, which is applicable for preventing and curing colorectal cancer. We have currently established baculovirus insect cell expression system to produce anti-colorectal cancer mAb CO17-1A. In this study, mAb CO17-1A was expressed in the transgenic insect cell line SWT4, which has humanized glycosylation processing pathway. Immunoblot confirmed that mAb CO17-1A properly expressed in SWT4. mAb CO17-1A was purified using protein G affinity column. In addition, Maldi-TOF verified that the mAb fused to KDEL, ER retention signal had high mannose type of glycan structure whereas the mAb without KDEL had partially humanized glycan structure. These results suggest that the insect cell expression system with the SWT4 possibly can be used as a useful alternative way to produce full-size mAb with humanized glycan structures for cancer immunotherapy.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ0090622013)"

Rural Development Administration and Grants (MEST) (NRF-2010-0024259) from National Research Foundation, Republic of Korea. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Reference

1. Ahn, M. H., M. Song, E. Y. Oh, A. Jamal, H. S. Kim, K. Ko, Y. K. Choo, B. J. Kim, and K. Ko. 2008. Production of therapeutic proteins with baculovirus expression in insect cells. *J. Entomological Res.* 38:S71-S78.
2. Jarvis D. L., Z. S. Kowar, and J. R. Hollister. 1988. Engineering *N*-glycosylation pathways in the baculovirus- insect cell system. *J. Current Opinion in Biotechnol.* 9, 528-533.

P359

Function and optimization of colorectal cancer vaccine candidate spGA733-FcK and spGA733-Fc expressed in baculovirus-insect cell system

Lu Qiao, Kyung-Jin Lee, Kisung Ko[†]

Department of Medicine, Medical Research Institute, College of Medicine, Chung-Ang
University, Seoul, Korea

E-mail:ksko@cau.ac.kr, Tel: +82-2-820-5666, Fax: +82-2-813-5387

The antigen GA733 is a cell-surface highly expressed glycoprotein on most human colorectal carcinomas. GA733 can be characterized as a cancer vaccine. In this study, GA733 was fused to the human immunoglobulin IgG Fc fragment to become recombinant gene GA733-Fc. Based on this, 4 recombinant genes were constructed as follows: GA733-Fc with signal peptide sequence and fusion of ER retention sequence (KDEL) (spGA733-FcK), GA733-Fc with signal sequence (spGA733-Fc), GA733-Fc fused to ER retention sequence (GA733-FcK) without signal peptide and GA733-Fc without signal peptide. Baculovirus-insect cell expression system is widely used for the high level production of recombinant proteins especially for glycoproteins. Constructed 4 recombinant genes were cloned to baculovirus express vectors. DH10Bac E.coli.-mediated transformation was used to generate recombinant bacmid DNA. Recombinant DNA was confirmed by PCR. Insect cell was transfected by bacmid to produce the recombinant baculovirus infects insect cell to produce recombinant protein. Western blot and sandwich ELISA showed the expression of recombinant proteins. Each cell lines (sf9 and HighFive) differed in recombinant proteins production level and protein secretion capability. N-Glycosylation analysis showed the function of signal peptide and ER retention sequence (KDEL). Taken together, baculovirus-insect cell system can be used to express recombinant GA733-Fc glycoproteins.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ0090622013)" Rural Development Administration and Grants (MEST) (NRF-2010-0024259) from

National Research Foundation, Republic of Korea. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

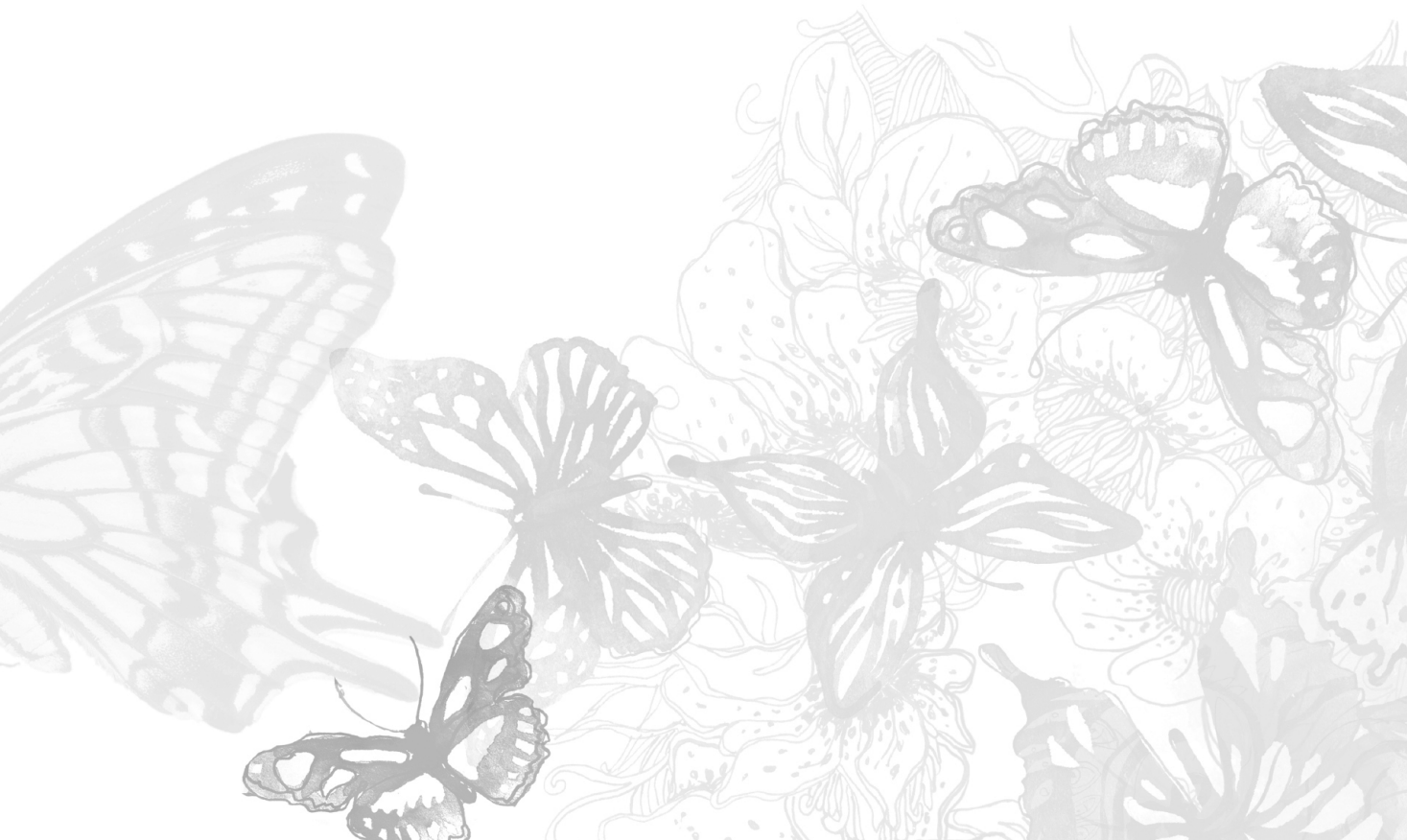
Reference

1. Fujiyama, K., R. Misaki, A. Katsura, T. Tanaka, A. Furukawa, T. Omasa, and T. Seki. 2006. *N*-linked glycan structures of a mouse monoclonal antibody produced from tobacco BY2 suspension-cultured cells. *J. Biosci. Bioeng.* 101, 212-218.
2. Lu, Z., K. J. Lee, Y. Shao, J. H. Lee, Y. So, Y. K. Choo, D. B. Oh, K. A. Hwang, S. H. Oh, Y. S. Han, and K. Ko. 2012. Expression of GA733-Fc fusion protein as a vaccine candidate for colorectal cancer in transgenic plants. *J. Biomed. Biotechnol.* 2012, 364240.

세계곤충학회(ICE2012)
1주년 기념 공동 심포지엄 및
2013 추계학술발표회



소모임



Formation and ultrastructure of rigid adult cuticle of the red flour beetle, *Tribolium castaneum*

Yasuyuki Arakane and Mi Young Noh

Department of Applied Biology, Chonnam National University

To accommodate growth, insects must periodically replace their exoskeletons. The cuticle or exoskeleton consists of multiple functional layers including the waterproof envelope (cuticulin layer), the protein-rich epicuticle (exocuticle) and the chitinous procuticle (endocuticle). After shedding the old cuticle, the newly formed soft and transparent cuticle must harden and tan. During tanning, cross-links form between adjacent polypeptide chains, causing progressive hardening, dehydration, and close packing of the polymers. This cross-linking occurs as a result of oxidative and nucleophilic reactions between highly reactive tanning agents derived from catechols and nucleophilic side chain groups of cuticular proteins (CPs). The initial steps of tanning in most cuticles involve formation of quinones and quinone methides derived from N-acylcatecholamines, followed by their oxidative conjugation with CPs, leading to changes in mechanical properties and pigmentation. This vital physiological step occurs during each stage of development and is required to stabilize and harden the exoskeleton. The mechanism of the insect sclerotization, however, is poorly understood, and the factors that lead to synthesis of cuticular structures with differing physical properties that are unique to each type of cuticle (e.g. elytron, hindwing, pronotum, dorsal and ventral body wall) are not well defined.

In this study, we investigated development and differentiation of rigid cuticle using the red flour beetle, *Tribolium castaneum* adult, as a model insect. *Tribolium* as a beetle is superior model for studying rigid cuticle formation because they have a highly modified (sclerotized and pigment) forewing (elytron) which can be separated from other tissues easily and cleanly. We analyzed ultrastructure of elytral cuticle during development (from 3 d-old pupae to 3 d-old adults) by transmission electron microscopy (TEM). In 3 d-old pupae, pupal cuticle separated from the epidermal cells (apolysis), and the outermost envelop of adult cuticle was being formed. Protein-rich epicuticle and procuticle composed numbers of

horizontal laminae and vertical canals were formed at 4 and 5 d-old pupal stages. After adult eclosion, additional thick horizontal laminae were evident and apical membrane of the epidermal cells became undulae like-structure at 1 d-old adult, and then final three layers with no horizontal laminae were formed by 3 days after adult molting.

Furthermore, protein localization of several high abundant adult CPs is also discussed. These results will contribute understanding cuticle formation and differentiation in insect during post-embryonic development.

This work was supported by NRF (NRF-2012R1A2A1A01006467).

Key words: *Tribolium castaneum*, cuticle/exoskeleton, chitin, cuticle protein (CP), elytron, ultrastructure, transmission electron microscopic (TEM)

**Neuromodulation of olfactory sensitivity in the peripheral
olfactory organs of the American cockroach,
*Periplaneta Americana***

Hyung Wook Kwon and Je Won Jung

WCU Biomodulation Major, Seoul National University

Olfactory sensitivity exhibits daily fluctuations. Several studies have suggested that the olfactory system in insects is modulated by both biogenic amines and neuropeptides. However, molecular and neural mechanisms underlying olfactory modulation in the periphery remain unclear since neuronal circuits regulating olfactory sensitivity have not been identified. Here, we investigated the structure and function of these signaling pathways in the peripheral olfactory system of the American cockroach, *Periplaneta americana*, utilizing *in situ* hybridization, qRT-PCR, and electrophysiological approaches. We showed that tachykinin was co-localized with the octopamine receptor in antennal neurons located near the antennal nerves. In addition, the tachykinin receptor was found to be expressed in most of the olfactory receptor neurons in antennae. Functionally, the effects direct injection of tachykinin peptides, dsRNAs of tachykinin, tachykinin receptors, and octopamine receptors provided further support for the view that both octopamine and tachykinin modulate olfactory sensitivity. Taken together, these findings demonstrated that octopamine and tachykinin in antennal neurons are olfactory regulators in the periphery. We propose here the hypothesis that octopamine released from neurons in the brain regulates the release of tachykinin from the octopamine receptor neurons in antennae, which in turn modulates the olfactory sensitivity of olfactory receptor neurons, which house tachykinin receptors.

Key words: olfaction, olfactory sensitivity, tachykinin, biogenic amine, olfactorymodulation

Insights into lophotrochozoa regeneration and innate immunity

Sung-Jin Cho

Department of Biology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Republic of Korea

The scientific questions arising from the ability of certain species, but not others, to massively regenerate their bodies are among the most fascinating and challenging confronting modern cell and developmental biologists today. The tremendous implications of this research area for human medicine and tissue engineering are obvious. Yet many other animals exhibit robust regenerative capabilities, including “lower” vertebrates such as amphibians, and invertebrates such as echinoderms, flatworms and annelids. In the extreme case, some species can reproduce vegetatively indefinitely. Such animals must contain the operational equivalent of immortal, totipotent somatic stem cells. From invertebrates to the higher vertebrates, their metabolic pathway, developmental regulatory genes, and intercellular signaling pathways are evolutionary conserved. With these, study on regeneration is an ingenious, powerful model system for studying the post-embryonic development and innate immunity mechanisms. Here, I will discuss the processes of immune-mediated gut injury and regeneration using annelid regeneration model system.

Key words: lophotrochozoa, regeneration, innate immunity, annelid

Endocrine Mediation of Insect Immunity

Yonggyun Kim

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

Insects have a highly efficient innate immunity consisting of cellular and humoral responses. Upon microbial pathogen infection, pattern recognition receptors specifically recognize pathogen types and trigger the programmed immune responses via immune mediators, such as cytokine, biogenic monoamines, and eicosanoids. In addition to these canonical immune mediators, two insect developmental hormones of juvenile hormone (JH) and 20-hydroxyecdysone (20E) also modulate immune responses. JH suppresses a cellular immune response, while 20E antagonizes the JH action. In *Tribolium castaneum*, JH mediates cellular immune responses via non-nuclear receptor(s). When Met (the JH nuclear receptor) expression was silenced by its specific double-stranded RNA, *T. castaneum* underwent precocious metamorphosis. Under these RNA interference (RNAi) conditions, JH still mediates the cellular immune responses. The addition of calphostin C (a PKC inhibitor) or ouabain (a $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase inhibitor) significantly suppressed the JH mediation on the cellular immune responses, suggesting the presence of a novel JH receptor(s) at nonnuclear regions.

Eicosanoids are a group of oxygenated C20 polyunsaturated fatty acids. They mediate various insect physiological processes including reproduction, excretion, and immunity. Arachidonic acid (AA) is a main precursor of eicosanoid biosynthesis. Phospholipase A₂ (PLA₂) catalyzes AA release from phospholipids. Subsequent oxygenases of cyclooxygenase (COX) or lipoxygenase (LOX) transform AA to prostaglandins (PGs) or leukotrienes (LTs). In a model insect, *Spodoptera exigua*, both PGs and LTs mediate both cellular and humoral immune responses. In addition to the physiological significance of the secretory PLA₂ (sPLA₂), a recent genome analysis identified a novel cellular PLA₂ (cPLA₂) in *S. exigua*, which mediates the immune responses. Especially, eicosanoids mediate prophenoloxidase (PPO) activation by stimulating release of PPO from oenocytoid hemocytes. A G protein-coupled receptor is identified in oenocytoids and highly specific to PGE₂. Subsequent calcium and PKC pathways mediate PG signal to

activate a specific ion channel, Na⁺-K⁺-Cl⁻-cotransporter (NKCC), which generates an osmotic shock to induce cell lysis of oenocytoids to release internal PPO. The released PPO would be activated by a cascade of serine proteases and involved in various immune responses. Eicosanoids also mediate antimicrobial peptide gene expression in response to the bacterial infection. Lack of eicosanid biosynthesis results in a significant immunosuppression. This kind of immunosuppression is exploited by an entomopathogenic bacterium, *Xenorhabdus nematophila*, to proliferate in the infected larvae without adverse attack to the bacteria by host immune defense. Eight PLA₂ inhibitors have been chemically identified and used to develop novel biopesticides. Even though several chemical analyses using various insect systems indicate PG and LT eicosanoids, COX and LOX genes are not identified. Furthermore, little information is available in PG receptors in insects. Thus, signal transduction of eicosanoids in insects remains unresolved. Eicosanoid biosynthesis and signal transduction need to be explored to understand the significant roles of eicosanoids in insect physiological processes.

Temperature effects on plant virus transmission of vector insect *Bemisia tabaci*

Kyeong-Yeoll Lee¹, Gwan-Seok Lee³, Chang-Seok Kim³ and Sukchan Lee²

¹School of Applied Biosciences, Kyungpook National University

²Department of Genetic Engineering, Sungkyunkwan University

³National Institutes of Agricultural Science

Acquisition of plant viruses has various effects on physiological mechanisms in vector insects. *Bemisia tabaci* is the only known vector of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), which is a serious virus affecting tomato cultivars. In this study, the lifespan of Q1 biotype was compared between non-viruliferous (NV) and TYLCV-viruliferous (V) whiteflies. Total lifespan from egg to adult death of NV whiteflies was 62.54 days but 10.64 days shorter in V whiteflies. We investigated the temperature susceptibility of *B. tabaci* by comparing mortalities as well as heat shock protein (hsp) mRNA levels between NV and V whiteflies. For this, NV and V whiteflies were exposed for either 1 or 3 h at 4, 25, and 35 °C. The mortality of V whiteflies was higher than NV ones following exposure at either 4 or 35 °C, but there was no significant difference at 25 °C. Analysis of the expression level of heat shock protein (hsp) genes using quantitative real-time PCR showed that both cold and heat shock treatments stimulated higher expression of hsps (hsp40, hsp70, and hsp90) at various rates in V whiteflies than NV ones, but there was no difference at 25 °C. All together, our results show that TYLCV acquisition accelerated the developmental rate and increased susceptibility to thermal stress in *B. tabaci*. Therefore, this modification may result in reduced vector longevity due to increased metabolic energy utilization. Our results provide insights into the complex interaction between vector fitness and thermal stress in relation to the acquisition and transmission of plant viruses.

Functional determination of a RCH (rapid cold hardiness) - associated glycerol kinase of two lepidopteran insects

Youngjin Park and Younggyun Kim

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

Glycerol is a polyol that is responsible for the cold hardiness of insects. Glycerol kinase gene, which is an important key enzyme for glycerol biosynthesis, was predicted from whole genome sequencing data from the diamondback moth, *Plutella xylostella*. Four of *P. xylostella* glycerol kinase genes (PxGKs) were determined as a functional glycerol kinase through *in silico* study. Pre-exposure of *P. xylostella* larvae to 4°C for 7 h significantly enhanced survival (rapid cold hardiness: RCH) under a freezing temperature (-10°C) and increased glycerol titers. To determination of functional GK gene, expressions of all GK genes were measured by RT-PCR analysis. All GK genes were expressed in all larval stage and tissues (gut, hemocyte, and fat body). Expressions of all GK genes were suppressed by its specific dsRNA treatment into 4th instar larva. Each 150 ng of dsRNA^{PxGK2} treatment significantly decreased glycerol amount in hemolymph by HPLC analysis. Larval treated by dsRNA^{PxGK2} also significantly lost the RCH under -10°C exposure. These results indicate that glycerol is a crucial RCH agent and its synthesis is regulated by a specific *PxGK2* gene among GK gene isoforms in *P. xylostella*. In addition, the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, encodes RCH-associated *SeGK1*, which has been functionally identified by RNA interference.

Key words: glycerol, glycerol kinase, rapid cold hardiness, RNA interference, *Plutella xylostella*, *Spodoptera exigua*

Insecticide resistance monitoring on major vector mosquitoes in the Republic of Korea

Kyu-Sik Chang

Department of Medical Entomology, Korea Center for Disease Control and Prevention

Vector mosquitoes are related with various diseases on human, such as malaria (*Anopheles sinensis* (L.), *An. sinensis*), Japanese encephalitis (*Culex tritaeniorhynchus* (L.), *Cx. tritaeniorhynchus*), yellow fever (*Aedes albopictus* (L.)), dengue hemorrhagic fever (*Ae. albopictus*) and filariasis (*Ae. albopictus*), as well as nuisance insect pests (*Culex pipiens pallens* Foscak, *Cx. p. pallens*). Continued and repeated use of conventional insecticides such as organophosphorus and carbamates, pyrethroids has often resulted in the widespread development of resistance and has undesirable effects on non-target organisms and environment. Particularly, widespread insecticide resistance has been a major obstacle in the cost-effective integrated vector management program.

In the Republic of Korea (ROK), studies on mass vector mosquito control using insecticides were mainly carried out until 1970's such as a fuselage-mounted ULV spray system to C-46 aircraft, effectiveness of ground aerosols ULV premium-sumihtion, a helicopter application of ULV Dibrom and residual toxicity of organophosphates in animal shelters for Japanese Encephalitis (JE) and *Plasmodium vivax* malaria vector mosquito control.

Regional insecticide resistance of vector mosquitoes has been annually evaluated since ,early 1980's, the first detailed study on susceptibility of seven mosquito species to 13 organophosphorus insecticides revealed the DDT and lindane resistance of *Cx. tritaeniorhynchus*. Marked annual and regional variations of insecticide resistance have been observed. In comparative resistance, the resistance ratios of various insecticides were compared among each other using two strains of vector mosquitoes that were collected from same locality. *An. sinensis* from Koyang-si in 1992 and 1981 demonstrated >100 folds and >3000 folds of higher resistance to DDT and to bio-resmethrin. *An. sinensis* from Paju-si in 2008 demonstrated 30 folds of higher susceptibility to fenthion than those collected in seven years ago. *Cx. tritaeniorhynchus* from Gwanju in 2010 and in 1992 showed

>100 folds of higher resistance to pyrethroids. In comparative regional resistance monitoring, *Cx. p. pallens* from six localities in the ROK in 2008 and six geospatially-distant field *Cx. tritaeniorhynchus* strains in 2011 showed marked regional resistance variations. Field populations of *Cx. tritaeniorhynchus* from agricultural areas demonstrated extremely higher insecticide resistance to pyrethroids than those from non-agricultural areas. *Cx. tritaeniorhynchus* populations from rice paddies had been under heavy selection pressure due to pyrethroids, which were used for a long time to control agricultural pests in the localities.

These results indicate that careful selection and rotational use of these insecticides may results in continued satisfactory control against field populations of vector mosquitoes

Key words: Vector mosquitoes, Insecticide resistance, Republic of Korea

Effective acaricide selection based on residual contact vial bioassay against the two-spotted spider mite

Deok Ho Kwon¹, Taek Jun Kang² and Si Hyeock Lee^{1,3}

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

²Department of Horticultural Crop Research, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA

³Department of Agricultural of Biotechnology, Seoul National University

Emergence of resistant two-spotted spider mite (TSSM) can induce the over usage of standard amount of acaricides and result in various side effects. Rapid resistance monitoring is essential step for the efficient management of resistant populations by enabling the selection of appropriate acaricides. Here, we evaluated the 19 acaricides to determine its suitability for residual contact vial bioassay (RCV) by using PyriF strain as a reference. Twelve acaricides (Amitraz Abamectin, Bifenthrin, Bifenazate, Chlorfenapyr, Cyenopyrafen, Cyflumetofen, Endosulfan, Fenothiocarb, Monocrotophos, Omethoate and Tebufenpyrad) revealed the dose-dependent mortality within 8 h, whereas other remaining acaricides (Dicofol, Etoxazole, Fenbutatin oxide, Fenpyroxymate, Flufenoxuron, Spiromesifen and Pyridaben) did not. This finding suggests that the application of RCV method is limited depending on the mode of action and physicochemical properties of each acaricide. Resistance levels to 12 acaricides were determined for four field populations of TSSM by using RCV diagnostic kit. All TSSM populations showed the highest sensitivity to cyflumetofen, indicating that it would be most effective in controlling field populations. RCV diagnostic kit would enable to provide crucial information for choosing the most appropriate acaricides in the field.

Key words: Residual contact vial bioassay, RCV, Resistance, *Tetranychus urticae*

Regional susceptibilities to 12 insecticides of melon and cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and a point mutation associated with imidacloprid resistance

Hyun-Na Koo and Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

The melon and cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera; Aphididae) is one of the most serious pests worldwide. We surveyed insecticide susceptibility in *A. gossypii* field populations to 12 insecticides (6 neonicotinoids, 3 pyrethroids and 3 others) to examine resistance ratios. The levels of insecticide resistance were extremely high, especially to neonicotinoids, such as acetamiprid, clothianidin, thiacloprid and imidacloprid. To identify the neonicotinoid resistance mechanisms, we used an imidacloprid-resistant (IMI-R) strain as a model strain. IMI-R showed an extremely high resistance ratio and also cross-resistance to all the test neonicotinoids. However, there was little or no cross-resistance to the other insecticides, including sulfoxaflor. Synergist tests and enzyme activity assays suggested the absence of resistance mechanisms based on enhanced detoxification enzymes, such as cytochrome P450, esterase and glutathione S-transferase. One point mutation was found in the beta1 subunit loop D region of the nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) of the IMI-R strain. This R81T point mutation was also found in field populations collected from 5 regions. Therefore, the R81T point mutation was identified as an important mechanism of imidacloprid resistance in *A. gossypii*.

Key words: *Aphis gossypii*, imidacloprid resistance, nicotinic acetylcholine receptor beta 1, point mutation

Insect Resistance Management (IRM) Strategy in Highland Agriculture

Ju Il Kim, Min Kwon, Si Hyeock Lee¹ and Gil-Hah Kim²

Highland Agriculture Research Center, NICS, RDA

¹ Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

² Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

Highland agriculture is a kind of specified agricultural term based on altitude and meteorological characteristics and their main crops are seed potato and vegetables. These crops are only cultivated in summer season when insect pests are most dynamically attacking such as diamondback moth (DBM, *Plutella xylostella*) and aphids son on. Aphids, insect virus vector, are really annoying factor, particularly in seed potato. Furthermore, these insect pests formed small sub-population or colony based on small field area. For instance, green peach aphid (GPA, *Myzus persicae*) populations' genetic backgrounds and insecticide susceptibilities were different even in the same Pyeongchang area. Therefore, we suggested that highland agriculture should adopted IRM strategy for the control of insecticide-resistant aphids. First. Monitoring of annual fluctuation of insect population using traps for more effective monitoring. Second. Performing the insecticide resistant monitoring patch by patch or field using high throughput molecular diagnosis for more accurate monitoring. Third. Establishing the insect pest management program based on these results. We will deeply discussed practical monitoring results and IRM strategy in highland agriculture.

Key words: Insect Resistance Management (IRM), highland agriculture, insecticide resistant monitoring

국내 살충제 나방류의 저항성관리

박 용, 장익환, 강종수

주식회사 듀폰

전세계적으로 살충제에 대한 곤충의 저항성발현을 막을수 있는 단일방법은 없다. 그 원인으로는 각 지역에서의 살충제, 작물 과 해충의 복잡다양한 상호관계에 의한 것으로 보아야 할것이다.

최근에 개발되고있는 환경 및 인축독성에 보다 안전하고 활성이 높은 살충제에 대하여 농민의 효과적인 방제를 위해서는 기본적으로 살충제저항성 관리원칙을 만들어 관리하여야 할 것으로 판단된다. 해충종합관리(IPM) 및 살충제저항성관리(IRM)의 골격내에서 여러가지 방제수단 (화학적방제, 경종적방제, 생물적방제등)에 의하여 저항성발현을 최소화 시키는 노력이 필요하며 제품출시전후의 저항성 발현에 대한 Risk를 평가하고 저항성이 발현되기전에 관계기관, 학계, 관련업계, 판매상, 농민등의 적극적인 저항성관리를 위한 노력을 하여야 할 것으로 판단된다.

제품이 출시되면 잠재적인 저항성발현에 대한 질문에 직면하게 될것이다. 이러한 리스크를 쉽게 예측하기는 어렵지만 그것은 상황에 따라 매우 다양하고 이는 여러가지 특징들 때문에 좌우되어진다고 생각되어진다.

약제의 지효성, 기존에 사용된 약제와의 연관성, 작용기작, 교차저항성등이 관련되며 일반적으로 잔효력이 긴 약제는 잔효력이 짧은 약제보다 저항성이 발현될 가능성이 높고 또한 혼합제 선택시에도 각단제의 추천약량 및 잔효력이 고려되어야 함은 물론이다. 그리고 각약제의 추천약량, 시즌중사용횟수, 처리된면적, 처리시기등을 판단하여 적절한 방제를 할수 있도록 하여야한다. 해충의 생식율, 해충의 운동성, 먹이의 다양성, 해충의 크기 및 서식범위, 개체내 저항성인자의 분포범위, 유전적요인등도 해당되고 또한 년간 세대수가 많은 해충은 저항성의 발현이 다른 해충들에 비하여 빠르게 나타난다는 것이 사실이다.

이러한 기술적인 사실을 바탕으로 국내에서의 최근 개발된 Diamide계통약제에 의한 나방류의 저항성관리의 원칙을 제시하고자한다.

검색어: 살충제, 해충종합관리, 해충저항성관리, 저항성, Diamide

배과원에서 가루깍지벌레류의 살충활성과 적용대상 곤충종의 문제점

김길하, 박준원, 이선우, 최장전¹

충북대학교 식물의학과

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시험장

다음 2가지의 논제로 토론하고자 한다.

1. 배과원에는 가루깍지벌레(*Pseudococcus comstocki*)만 서식하는가?

배과원에는 가루깍지벌레, 벼들가루깍지벌레, 굴가루깍지벌레, 온실가루깍지벌레 등 여러 종의 깍지벌레가 서식하지만 방제를 위한 작물보호제 지침서에는 종의 구별이 되지 않은 깍지벌레류로 5품목 약제가 등록되어 있고, 가루깍지벌레에는 35품목 약제가 등록되어 있다(2012 작물보호제 지침서). 그러나 배과원에는 가루깍지벌레보다 벼들가루깍지벌레가 우점종으로 분포하는 경우가 있다. 따라서 가루깍지벌레류의 정확한 동정과 살충효과 검정을 통한 적절한 약제 등록이 필요하다고 생각된다.

2. 우수한 살충효과를 나타내는 약제의 조건은?

3종의 가루깍지벌레류에 대해 buprofezin과 조합된 합제와 buprofezin이 포함되지 않은 단제를 사용하여 살충제 감수성을 조사하였다. 그 결과, buprofezin과 조합된 합제가 단제 보다 전반적으로 살충률이 높았고, buprofezin 함량이 많을수록 살충활성이 높았다. 또한 성충보다 약충에서 살충활성이 높았기 때문에 약충기에 방제하는 것이 훨씬 효과적일 것으로 판단된다.

검색어: 배과원, 가루깍지벌레, 벼들가루깍지벌레, 살충활성, Buprofezin

2013년도 벼멸구 발생 동향 및 약제방제효과 조사 결과

이상계, 김준란, 지창우, 김양표, 최낙중¹, 최병렬, 박홍현,
김광호, 박창규, 서보운

국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

¹국립식량과학원 작물환경과

벼에 치명적인 피해를 주는 벼멸구는 매년 중국으로부터 비래해오는 벼의 중요한 해충으로 2013년에는 2005년 이래로 가장 많은 발생을 보였다. 농촌진흥청 벼해충 중앙예찰단이 2013년 7월 29~31일까지 충남 청양 등 4개 도 19개 시·군에서는 342필지를 대상으로 벼멸구의 발생현황을 조사한 결과 192필지에서 발생하여 56.1%의 평균 발생필지율을 보였으며, 이중 방제가 필요한 필지율은 14.3%(49필지)로 나타났다. 이는 2012년 평균 발생필지율 1.9%보다 약 30배 정도 높고 요방제 필지율 1.0% 보다 14배 이상 높았다. 2013년 8월 30일 현재 전국적으로 벼 고사 피해(Hopper burn)를 받은 지역은 전북, 전남, 경북, 경남 등 4개도 17개 시군이었으며, 경북 상주, 성주, 칠곡, 예천, 전북 남원, 순창 등 내륙지역에서도 피해가 많이 발생하였다. 2013년도에 발생한 벼멸구를 대상으로 주요 약제의 방제효과를 조사하기 위하여 전남 해남지역에서 벼멸구 성충을 채집하여 페노브카브 유제(50%) 등 10약제를 가지고 추천농도로 살포하여 24~72시간 후 감수성계통 벼멸구와 살충효과를 비교 조사한 결과 페노브카브유제, 에토펜프록스유제, 디노테퓨란수화제 등이 살충효과가 높았으며 중국에서 사용중인 약제는 살충효과가 낮았는데 이는 중국에서 사용하는 약제에 대해서 저항성이 발달한 벼멸구가 우리나라로 비래해왔기 때문인 것으로 추정된다.

검색어: 비래해충, 벼멸구, 발생현황, 약제저항성

배 돌발해충 국가예찰망 구축 연구

조영식, 송장훈, 임경호, 최진호, 이한찬

국립원예특작과학원 배시험장

배에서 발생하여 피해가 우려되는 돌발해충에 대응을 위한 국가예찰망 구축을 위해 2010~'12년까지 예찰요원을 위한 교육과 예찰요원들에 의해 나주, 안성 등 약 150여개 농가를 대상으로 주요해충의 발생량과 피해량 조사와 함께 갈색여치 및 매미충류에 대한 조사가 추가로 진행되었다. 예찰요원 교육은 3월과 8월에 수행하였다. 예찰요원이 조사한 주요해충 발생 조사결과, 2010년 복숭아순나방 (*Grapholita molesta*)은 나주지역에서 최고 5.3%로 높은 피해과율을 보였고, 잎말이나방류에 대해서는 남원지역이 30%의 농가에서 약 1.2%의 피해과율을 보였다. 2011년의 경우, 울산지역이 복숭아순나방 피해과가 많았고, 진주지역이 8월 하순, 9월 상순에 각각 2.6, 3.2%의 깍지벌레류 피해과율을 보였다. 2012년은 남원지역에서 복숭아순나방이 4월 하순 38.3마리로 가장 많은 수가 성페로몬 트랩에 포획되었다. 한편, 돌발해충으로 미국선녀벌레(*Metcalfa pruinosa*)가 2010년 음성지역에서 발생이 되었는데, 미국선녀벌레에 대한 피해여부는 확인이 필요하다. 갈색여치 (*Paratlanticus ussuriensis*)는 2011년 영동지역에서 극히 일부 발생하였고, 2012년에 영동, 상주지역에서 갈색여치가 발생하였고, 피해율은 적은 편이었는데, 발생 조사시 복숭아주스와 복숭아주스+막걸리=1:1 혼합 먹이 트랩 비교시 지역간 서로 다르게 포획되어 어느 것이 더 적합한지 판단하기 어려웠다. 갈색날개매미충 (*Ricania* sp.)은 2012년 충남지역에서 발생하였는데, 황색끈끈이트랩에 성충이 더 많이 유인되었고, 1년생 가지에 산란비율도 수세에 따라 달랐다.

검색어: 배, 돌발해충, 예찰, 갈색여치, 갈색날개매미충

경기지역 주요 해충의 발생양상과 효율적인 예찰방안

이영수, 이현주, 장명준, 정구현

경기도농업기술원 환경농업연구과

금년도 경기지역 주요 작물에 피해를 주거나 피해가 우려되는 해충 발생을 조사하였다. 벼 주요 해충으로 멸구류(애멸구, 흰등멸구, 벼멸구)는 7월 상순 중국으로부터 기류를 타고 날아와 파주, 연천 등 북부지역을 중심으로 발생이 증가하였으나 요방제 밀도 수준 이하였다. 나방류 해충으로 흑명나방 피해가 전년대비 4.7배 증가하였으며, 이화명나방, 멸강나방, 잎굴파리류의 피해는 미미하였다. 돌발해충으로 꽃매미는 경기남부 일부 포도농가에서 낮은 밀도로 발생하였으며, 경기북부에서의 발생은 발견되지 않아 결론적으로 밀도가 급격히 감소한 것으로 보인다. 반면 미국선녀벌레와 갈색날개매미충의 발생은 증가하였다. 전년도에 남부지역인 안성 인삼에 발생하던 미국선녀벌레는 금년도에는 북부지역인 연천지역 인삼에 처음으로 발생하여 피해를 주는 등 발생지역이 확대되고 있다. 갈색날개매미충의 발생지역은 전년도(고양, 양주)와 같지만 발생량이 증가하였으며 블루베리나 배와 같은 과수나 화훼(장미)에도 피해가 확인되었다. 최근 문제시 되지 않았던 귀뚜라미가 지난여름 내린 많은 비와 고온으로 인삼에 다량 발생해 연천, 파주, 포천, 안성 지역 30개소 가운데 조사 농가의 20%가 피해를 입은 상황이다. 귀뚜라미는 인삼 지제부를 갉아먹어 줄기가 넘어지고 결국 지하부로의 양분이동이 차단되는 결과를 초래하게 된다. 향후 해충의 지속적이며 돌발적인 발생에 대비하여 첨단장비를 이용해 실시간으로 현장과 소통할 수 있는 예찰시스템에 대한 몇 가지 안을 제시하였다.

검색어: 경기, 해충, 미국선녀벌레, 갈색날개매미충, 귀뚜라미

강원지역 돌발 및 주요해충 발생예찰

정태성, 최준근, 박홍현¹, 권순배, 이재홍, 문윤기, 황미란, 김재륙

강원도농업기술원 환경농업연구과

¹국립농업과학원 작물보호과

강원지역 돌발 및 주요해충 광역단위 예찰망 구축을 위하여 2011년부터 2년간 시설고추, 콩, 감자, 포도 등 4개 작목에서 꽃노랑총채벌레, 담배가루이, 톱다리개미허리노린재, 콩꼬투리혹파리, 진딧물, 감자빨나방, 꽃매미를 조사하였다. 꽃노랑총채벌레는 고추를 정식한 직후부터 수확 후기까지 지속적으로 발생하였으며, 특히 고온기인 7~8월에 발생이 급증하였고, 담배가루이는 6월 하순부터 밀도가 증가하여 수확기까지 지속되었으나 지역 및 조사포장에 따라 밀도의 차이가 크게 나타났다. 월동한 톱다리개미허리노린재는 2011년에는 4월 상순부터, 2012년에는 4월 중순부터 비래가 시작되어 20여일 후에 비래 최성기를 나타냈으며, 콩 수확기인 10월 중순까지 발생이 지속되었다. 콩꼬투리혹파리는 관찰되지 않았다. 감자포장에 4월 중순부터 진딧물이 비래하여 5월 하순에 비래 최성기를 나타냈으며, 감자 수확기가 지난 7월 중순까지 비래가 지속되었다. 감자빨나방은 춘천지역 1개소에서 비래가 확인되었으나 감자에 대한 피해는 없었다. 꽃매미 난괴 부화는 2012년에 춘천 28.7%, 동해 74.1%의 부화율을 나타낸 반면, 2011년에는 춘천과 원주지역 모두 부화가 되지 않았으며, 과원의 피해도 매우 적었다.

검색어: 돌발해충, 주요해충, 국가예찰망

충남지역에 과수 돌발해충과 발생양상

최용석, 황인수, 김규상, 원종희, 박덕기

충청남도농업기술원 농업환경연구과

자유무역협정 등에 의한 세계 농산물 시장의 개방과 지구 온난화 문제로 발생하는 생물상의 변화가 심화되면서 충남지역에서도 돌발해충의 밀도가 급증하고 있으며 주요해충의 발생양상도 변하고 있다. 과수의 돌발해충으로 갈색날개매미충의 발생량은 급증하여 지난 3년간 발생량을 비교한 결과 발생밀도와 발생면적이 급격히 증가하였다. 꽃매미의 발생은 2009년 이후 밀도가 급격히 낮아졌으나 2013년부터 다시 증가추세에 있으며 미국선녀벌레의 밀도가 태안군과 예산군 중심으로 군집되어 있다. 갈색여치의 경우 충북의 영동지역과 인접한 금산군에서 포도와 인삼을 가해하는 것이 확인되었고 금산과 인접한 논산 벌곡에서도 발생이 확인되었다. 블루베리 재배면적이 급속히 증가하면서 다양한 해충의 발생이 확인되었다. 특히 충남지역의 경우 국내에 존재하지 않는 과실파리 일종이 확인되었으며 심식나방으로 추정되는 나방류의 발생도 확인되었다. 이들 해충들에 대한 정확한 동정과 발생에 대한 보고 그리고 화학약제의 등록 또한 시급한 실정이다.

검색어: 과수, 발생양상, 갈색날개매미충, 꽃매미, 미국선녀벌레, 갈색여치

전남지역 돌발 및 주요해충 발생현황과 친환경 방제

최덕수, 김도익, 고숙주, 강범용

전남농업기술원 친환경연구소

돌발 및 주요해충의 최근 3년간 전남지역 발생현황과 친환경 방제방법에 관한 연구결과는 다음과 같다. 최근에 월동 애벌구는 극소량 발생하였고, 비래량이 적어 본답에서 밀도도 낮았다. 벼멸구는 전혀 비래하지 않았으나 '13년에 비래하여 서남해안지대에 많은 Hopperburn 피해가 발생하였다. 멸강나방은 전혀 발생하지 않았는데 2012년 8월 하순 태풍 볼라벤과 함께 서해안 지역에 다량 비래하였으나 피해는 발생하지 않았으나, '13년 7월경 유충피해가 국지적으로 발생하였다. 꽃매미 발생량은 현저하게 감소하는 경향이고, 미국선녀벌레는 전남지역에 현재까지 발생하지 않았다. 친환경 벼 재배지역을 중심으로 먹노린재 발생과 피해가 점차 증가하는 경향이었다. '11년 전남 구례의 산수유에 갈색날개매미충이 발생하기 시작하여 '13년에는 인근의 순천, 곡성지역까지 범위가 확대되었다. 갈색날개매미충 기주식물은 목본류 32종, 초본류 19종을 포함한 51종이었으며, 산란 선호식물은 산수유, 감나무, 밤나무, 두충나무, 때죽나무다. 연 1세대 발생하며 알로 월동하여 부화시기는 5월 중순~6월 상순, 약충시기는 5월 중순~8월 중순, 성충은 7월 중순~11월 중순이며 알은 8월 중순부터 산란한다. 큰멋쟁이나비는 유충이 모싧잎을 가해하는 새로운 해충으로 이를 방제하는데 효과적인 친환경 방제자재로 고삼추출물 등 7종을 선발하였다. '13년 6월 상순에 매실의 새로운 해충 복숭아씨살이좀벌의 피해를 확인하였으며, 순천, 광양, 보성 등 매실주산지의 29농가의 피해실태 조사 결과 20농가에서 피해가 발생하여 70%의 발생필지율을 보였고, 낙과율은 20~90%로 매우 심각한 피해를 주고 있었다.

검색어: 벼멸구, 미국선녀벌레, 꽃매미, 갈색날개매미충, 복숭아씨살이좀벌

LED파장을 이용한 곤충의 유인 및 파밤나방 방제효과

김주, 정성수, 권영립, 김주희

전라북도농업기술원 기후변화대응과

LED를 이용한 해충의 유인효과를 알아보기 위하여, LED파장대별 곤충의 유인 효과를 조사한 결과 LED파장대별 해충유인은 365nm와 405nm에서 유인수와 종류가 가장 많았다. 목벌로는 딱정벌레목, 노린재목, 집게벌레목, 나비목 곤충은 365nm와 405nm에서 유인이 잘되었고, 파리목은 525nm, 벌목은 625nm에서 유인이 잘되는 경향을 보였다. 파밤나방의 유충의 LED광원에 의한 유인효과는 365nm에서 41%로 유인률이 가장 높았고, 성충의 유인은 405nm 85%, 465nm 37%, 517nm 20%, 590nm 19%, 625nm 9%를 나타내어 파장이 짧은 영역에서 유인율이 높은 경향이였다. 또한 LED를 이용한 파밤나방의 피해 억제효과를 조사하기 위하여, LED 유아등 파장대별 차광망과 방충망을 설치하고, 비트 생육과 수량, 파밤나방 유충에 의한 피해엽률을 조사한 결과, 초장, 엽수, 뿌리 무게 등 생육은 처리간에 큰 차이가 없었으나 피해엽률은 무처리 67%일 때 405nm는 12%를 나타내어 82%의 피해억제효과가 있었으며, 10a당 수량은 무처리는 754kg일 때, 405nm는 1,653kg으로 119%의 증수효과가 있었다.

검색어: 유인률, LED파장, 파밤나방, 피해억제효과

최근 경북지역의 돌발해충 발생양상

박석희, 우진하, 김승한, 최성용

경북농업기술원 농업환경연구과

본 연구는 경북지역에서 최근 몇 년동안 발생하여 피해를 준 돌발해충에 대하여 발생실태 및 생태적 특성 등을 조사하여 방제대책을 수립하고자 실시하였다. 꽃매미는 2009년부터 경산, 영천 등 5개 시군의 포도 주산지에서 발생하기 시작하여 2010년에는 11개 시군 4,628ha로 확대된 이후 감소하여 2012년 발생면적은 2008ha 정도였다. 꽃매미 발생면적이 크게 감소한 원인은 월동기간의 저온과 공동방제의 결과인 것으로 판단되었다. 경북 성주지역의 참외 주산지에서는 꼬마담색밤나방에 의한 피해가 처음으로 발생되었는데 발생면적은 10ha 정도였고 피해가 심한 포장은 80% 이상의 수량감소 피해를 주었다. 부산우단풍뎅이에 의한 피해는 복숭아 과원에서 발생하였는데 피해증상은 개화전인 꽃눈을 가해해서 꽃눈의 중앙 및 상단부가 칼로 절단한 것처럼 보이고 꽃잎을 둘러싸고 있는 인편과 꽃잎이 같이 잘려 있는 것이 특징이었다. 2013년 미국선녀벌레가 칠곡 등 3개 시군에서 처음으로 발생되었고 발생경로를 추적해 본 결과 고속도로를 중심으로 확산된 것으로 판단되었다.

검색어: 돌발해충, 꽃매미, 꼬마담색밤나방, 부산우단풍뎅이, 미국선녀벌레

오이에서 목화진딧물의 표본 조사법 개발

정부근, 이홍수, 최시림, 이상대

경남농업기술원 친환경연구과

시설 내에서 연중 장단기 재배하는 오이에서 목화진딧물은 상시적 해충이고 개체군의 밀도를 예측할 수 있는 적절한 표본조사법의 개발이 필요하였다. 3연동 비닐하우스(25 x 25(m) 내에 낙동청장오이를 2013년 4월 9일 파종하여 0.4m x 1.8m 간격으로 4월 30일에 총 9이랑에 재식하였다. 온실은 총 18개 구획으로 나누고, 구획 당 오이 4주를 기준으로 1 반복으로 설정하고, 총 5반복으로 수행하였다. 목화진딧물의 성충과 약충의 계수는 반복 내에서 첫 번째 오이 주를 대상으로 신초부터 가장 아래 엽위에 위치한 잎까지 정식 후 1주일 경과 시점부터 매주 간격으로 조사하였다. 조사결과는 정식초기 비래밀도와 후기 밀도와의 관계, 엽위 별 밀도와 주 전체 밀도와 관계를 선형회귀분석법으로 분석하였다. 분석결과 정식 후 1주일 후 오이 잎이 2매 정도 전개된 주 전체에서 계수한 성충밀도와 추가적으로 1주일 경과 시점의 성충밀도, 2주째 경과 시점의 전체밀도와 약충밀도가 높은 상관관계가 있었다. 엽위와 전체밀도와의 관계는 정식 첫 1,2주에 오이가 충분히 자라지 못한 시기를 제외하고, 하위 노화엽의 적엽, 목화진딧물 방제 등 극심한 밀도변동 과정에서 중위엽에서 계수한 목화진딧물의 밀도는 주 내 전체밀도와 비교적 높은 결정계수를 보였다. 또한 실질적인 측면에서 중위엽을 정하는 데 중위엽에서 1엽 정도 상하엽과의 관계도 높은 결정계수를 나타내었다. 이상의 결과는 온실 내 밀도나 오이의 상태관리에 대한 지표를 개발하는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각되었다.

검색어: 오이, 목화진딧물, 표본, 분포

제주지역 시설토마토에서 돌발 및 주요 해충의 발생과 예찰

송정흡, 이광주, 양영택, 이신찬

제주특별자치도농업기술원 친환경연구과

제주지역 시설토마토에 발생하는 돌발 및 주요 해충을 2011년과 2012년 2년동안 조사하였다. 시설토마토에 발생한 해충은 담배가루이와 온실가루이, 아메리카잎굴파리, 파충채벌레, 꽃노랑총채벌레, 담배거세미나방, 토마토녹응애 등이었다. 피해가 가장 많았던 해충은 담배가루이로 흡즙에 의한 직접적인 피해보다 토마토 황화잎말림바이러스(TYLCV) 매개와 그을음병에 의한 간접적인 피해가 더 컸다. 아메리카잎굴파리는 전체적으로 피해가 크지 않았으나 일부 포장에서는 방제가 필요할 정도로 발생이 많았다. 딸기를 전작으로 하였던 포장에서 피해가 많았으며, 그 피해는 주로 잎보다 열매에 산란흔을 남겨 성숙 후에도 착색이 되지 않는 피해를 주고 있었다. 그러나 꽃노랑총채벌레가 매개하는 토마토반점위조바이러스(TSWV)는 발생하지 않았다. 토마토에 발생하는 미소해충은 모두 황색끈끈이트랩을 이용하여 성충을 예찰할 수 있었다. 담배가루이와 아메리카잎굴파리는 이 트랩을 지상 70cm로 수평방향으로 설치하더라도 성충유인에 문제가 없어 굳이 토마토 상부에 설치할 필요가 없었다. 황색끈끈이트랩을 이용한 담배가루이와 아메리카잎굴파리 성충의 공간분포 특성과 조사방법에 대해 평가하였다.

검색어: 시설토마토, 돌발해충, 해충피해, 예찰방법, 공간분포

장미에서 점박이응애의 발생모니터링 및 표본조사법 개발

김형환, 김동환, 조명래, 양창열, 강택준, 안승준, 권선정, 전성욱, 송진선

국립원예특작과학원 원예특작환경과

태안의 수경재배 장미 3농가를 대상으로 2013년 2월부터 10월까지 점박이응애의 발생모니터링 및 표본조사법을 개발을 위하여 장미 잎을 채취하여 점박이응애 알과 약·성충수를 조사하였다. 각 조사농가에서 1,000m²를 대상으로 10군데 조사 지점을 정하고 각 지점당 5개엽으로 이루어진 복엽을 상, 중, 하 줄기에서 각각 채취하여 점박이응애의 밀도를 조사하였다. 그 결과 장미의 생육에 따라 상, 중, 하엽에 따라 점박이응애 알과 약·성충의 밀도변화는 다양하게 나타났다. A 농가의 경우 상위 엽의 알과 약·성충 밀도는 각각 0~38.9개, 0~10.7마리였으며 하위 엽에서는 각각 0~57.9개, 0~14.3마리였다. B 농가에서는 상위 엽의 알과 약·성충수는 각각 0~4.7개, 0~11.9마리, 하위 엽에서는 각각 0~8.4개, 0~2.5마리였으며, C 농가에서는 상위 엽에서 각각 0~42.2개, 0~12.7마리, 하위 엽에서 0~18.9개, 0~6.2마리였다. 그리고 점박이응애의 밀도추정을 위한 표본조사법을 개발하기 위하여 박등(1999)의 방법으로 발생모니터링한 자료를 토대로 점박이응애의 공간분포를 분석한 결과 상단과 하단에서 높은 수치를 나타내었다.

검색어: 장미, 점박이응애, 발생모니터링, 표본조사법, 공간분포

함초 해충 통통마디뿔나방 생태 및 방제

최만영¹, 이휘종¹, 노태환¹, 심형권¹, 백채훈², 최덕수³

¹ 국립식량과학원 간척지농업과

² 국립식량과학원 기획조정과, ³ 전남농업기술원

통통마디뿔나방은 날개 편 길이 6~8mm, 날개를 접었을 때 몸 길이 6mm(폭 길이 1.5-2.0mm)로 작은 나방이다. 밤에 활동하지만 낮에도 일부 기주식물이나 지표면에서 가까운 곳으로 종종 걸음으로 매우 빠르게 이동하는 것이 관찰된다. 알은 통통마디의 위쪽 보다는 아래쪽의 목질화된 마디부위에 낳는다(그림 1-B). 알은 직경 0.25mm, 폭 0.51mm인 캡슐형태로 노란색이며, 성충은 여러 개의 알을 모아 알 덩어리 형태로 산란을 한다. 암컷 성충은 산란된 알이 밖으로 노출되지 않도록 통통마디의 목질화된 마디의 돌출된 끝 부위를 접촉시켜 보호한다. 알에서 갓 깨어난 유충은 0.68mm이고, 종령유충은 약 10mm의 작은 나방 유충이며, 부화유충은 엽육 속으로 들어가 굴을 파고 가해한다. 유충이 어느 정도 성장하면 엽육 밖으로 나와 통통마디 가지를 여러 겹으로 뭉쳐 거미줄을 치고 그 속에서 가해한다. 번데기는 여러 겹으로 뭉쳐져 있는 통통마디 가지 속에 만들고, 일반 나방류 번데기와 형태 및 색깔이 비슷한 갈색이고, 번데기 배 끝의 외부 생식기 모양으로 암컷과 수컷 구분이 가능하다. 암컷 번데기는 길이 5.1mm, 폭 1.5mm, 수컷 번데기는 길이 4.8mm, 폭 1.4mm로 암컷 번데기가 수컷 번데기에 비하여 약간 크다.

검색어: 통통마디뿔나방, 발생생태, 방제법

생물다양성 보전을 위한 국내 포유류 복원사업의 성과

이배근, 정동혁, 정우진, 김정진, 김선두, 정대호, 장경희

국립공원관리공단중복원기술원

생물다양성 및 생물주권이 국가의 경쟁력을 평가하는 21세기를 맞이하여 과학적인 멸종위기 야생동물 복원기술 개발과 이를 통한 복원사업의 실현은 생물다양성 보전을 위한 중요한 과제라 할 수 있다. 환경부와 국립공원관리공단은 멸종위기 야생동물의 보전 및 복원을 위해 필요한 서식실태, 서식지 환경 분석 및 멸종위기종의 보전 및 복원을 위한 기본적인 조사·연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 현재 멸종위기 동물(지리산: 반달가슴곰; 설악산, 월악산: 산양; 소백산: 여우)에 대한 복원 사업을 수행하고 있다.

반달가슴곰 복원사업은 우리나라 멸종위기 야생동물 복원의 시초로써 이를 통해 반달가슴곰을 비롯한 모든 야생동물들이 이 땅에서 멸종되지 않도록 첫 걸음을 내딛는데 의의가 있다. 2004년부터 지리산국립공원에서 반달가슴곰 복원사업을 수행하고 있으며 2013년 현재 27개체가 지리산에 서식하고 있으며, 이중 9마리는 방사 개체들 사이에서 출생한 2세대로 2009년 이후 매년 꾸준히 출산 개체들이 늘고 있다.

멸종위기종의 복원 및 보전을 위한 가장 기본적인 연구는 서식 분포 및 개체수를 파악하는 것인데 산양의 경우 국지적 절멸위기종으로 국내 4개 지역에 주로 서식하고 있으나 2002년 산양 개체수를 파악한 이후 변이에 대한 추가 연구가 없었다. 이에 2010년 1월~2012년 12월까지 주요 서식지의 하나인 설악산국립공원에서 카메라트랩 및 분변크기 분석 등 정밀 조사를 통해 최소 155개체~232개체의 산양이 서식하고 있음을 확인하였다.

여우복원은 2010년 먹이자원, 경쟁종, 위협요인 등 서식환경 요인을 분석하여 서식지로 적합한 소백산국립공원을 선정하였고, 2012년부터 본격적인 여우복원을 위한 시험방사를 추진하고 있으며 2013년 9월 6마리의 여우를 방사하였다.

검색어: 멸종위기종, 반달가슴곰복원, 산양복원, 여우복원, 국립공원

한국산 양서·파충류 감소원인 및 생물다양성 증가를 위한 대책

심재한

한국 양서·파충류 생태·복원 연구소

양서·파충류의 생태계내 중요성으로는 환경 지표종 → 水환경·살이터 환경(습지/초지/계류), 생태계 먹이사슬의 중간고리, 해충구제, 병원성 세균매체 구제, 안정된 생태계 유지를 들 수 있으며, 인간적인 측면에서 신약개발에 이용(항균물질/항독소), 인간의 심미적(정서적) 위안감을 준다고 할 수 있겠다. 국내 양서·파충류 감소원인으로 자연적인 현상은 세계적 추세인 오존층 파괴 → 자외선 증가로 인한 부화 및 발생을 저감(생물다양성 감소: 개체수 및 유전자 다양성 감소), 지구 온난화 → 기온의 상승(생리·생체적 생물리듬 이상) → 번식시기 이상, 산성비 → 면역체계 → Spleen내 Bacteria수 증가, 환경호르몬 → 내분비시스템계·생식기 이상, 향아리 곰팡이 역습(집단 폐사: 양서류 피부 젤라틴을 공격 → 피부호흡을 방해 → 폐사율 90%, 전염성 매우 강함 → 직접 접촉이 없더라도 → 주변 개구리 모두 감염) 사례 파나마 황금개구리 절멸 2004년까지 한 해에 28km정도씩 퍼지면서 파나마 → 황금개구리 90% 절멸

그리고 흡충류 기생동물번식 → 올챙이 다리 침투 → 발생장애(기형발생) 등을 들 수 있다.

한편 인위적인 현상으로는 습지(논 생태계)의 매립 및 훼손 → 환경변화 → 서식처 및 산란장소 소실, 수변 습지대 감소(하천직강화 및 고수부지 콘크리트화), 보신 문화에 의한 포획, 살충제·농약 → 수질오염 → 개체군 감소/기형개체 발생, 농업의 기계화 → 올챙이와 유생 치명적 작용 → 개체군 감소, 신설도로에 의한 이동장애(이동통로 부재) → Road kill(개체군 감소), 산업화·도시화에 따른 녹지축의 단절화(이동통로 단절) → 서식면적 감소 등을 들 수 있다.

한편 보전 전략으로는 바이오톱(Biotop) 조성(복원전략 및 실천계획 수립), 서식공간 확충(복원·창출 기법 적용), 산란장소 확충 및 주변정리, 정적인 조경설계 → 생태조경(동적인 조경설계), 무분별한 외래도입종방사 금지(먹이사슬 교란: 붉은귀 거북류·베스), 하기 휴가철 관광객에 의한 계류 수질오염 방지, 동절기 매매를 위한 포획금지, 양서·파충류 산란지 유지 및 보호(출입규제 및 산란기에 알 채취금지), 주기적인 모니터링 및 직·간접 감소원인 규명 등을 들 수 있으며, 개발사업에 따른 멸종위기종(맹꽁이/금개구리) 보전 전략으로는 대체서식처 조성 및 보전방안을 고려

할 수 있으며

1. 보전을 위한 Case Study

1) 1 안(현지내 보전)

→ 서식처를 훼손하지 않고 생태공원화(보전)

2) 2 안(현지내외 보전)

→ 번식과 서식에 지장을 주지 않을 정도의 공간을 확보

→ 훼손된 면적 이상의 대체서식지 인접지역에 조성(총량제 개념 도입)

→ 생물생태공학적인 방법을 공격적으로 도입(Biotop 조성)

3) 3 안(현지외 보전): 대체서식처 조성 절대 불가능할 경우

→ 유사한 서식환경으로 영구적 이주

검색어: 한국 양서·파충류, 감소원인(세계적 추세), 생물다양성 증가방안

Ecology and Restoration of Endangered species, *Lethocerus deyrollei* (Vuillefroy) (Hemiptera: Belostomatida)

Dong Jae Lee and Kang Woon Lee

Holoce Ecosystem Conservation Research Institution (HECRI)

The giant water bug, *Lethocerus deyrollei* which is the largest aquatic insect in Korea, has been designated as an endangered species by the Ministry of Environment of Korea since 1997 and is also recorded as “Vulnerable” on red Data Book of Japan (Japan Environment Agency, 2000). The populations of *L. deyrollei* have decreased dramatically in Korea because of loss of wetland habitats, road kill and artificial lighting. Since 2007 Holoce Ecosystem Conservation Research Institution (HECRI) has been reared *L. deyrollei* through breeding in captivity and 90 pairs individuals were released from 2012 to 2013. On the basis of previous field monitoring which was considered sufficient food such as fish, tadpoles and frogs and emergent plants such as *Phragmites communis*, *Phragmites japonica*, *Typha angustifolia* and *Acorus calamus*, Hyeon-cheon(E128°09’38“, N37°30’23“, 556m) was selected as a release site. After release on July 16, 2013 and carried out monitoring twice. We observed several egg clusters on July 25 and 1st larvae on July 30 respectively. Hyeon-cheon seems to be appropriate and expected to be as a major natural wet habitats for *L. deyrollei*.

Key words: *Lethocerus deyrollei*, *Phragmites communis*, *Phragmites japonica*, *Typha angustifolia*, *Acorus calamus*, Giant water bug, Endangered species, Restoration, release, HECRI, Hyeon-cheon.

장수하늘소 증식·복원 연구

박선재¹, 이대암², 서홍렬¹, 김기경¹, 안능호¹

¹생물자원연구부 동물자원과, 국립생물자원관

²(사)곤충자연생태연구센터, 영월곤충박물관

장수하늘소(*Callipogon relictus*)는 멸종위기야생동식물 I급 및 천연기념물 제 218호로 지정된 곤충이다. 한반도를 중심으로 중국 동북부와 극동 러시아에만 한정되어 서식하는 대형하늘소로서 70년대 말까지만 해도 경기도 광릉숲에 상당량의 개체수가 확인되었으나, 그 뒤로 개체 수가 급격히 감소하여 현재는 거의 절멸상태에 처한 것으로 알려져 있다. 장수하늘소의 우리나라 서식 가능성 조사를 위해 환경부는 2006년부터 오대산 등이 포함된 전국조사를 실시하였으나 서식 여부는 지금까지 확인하지 못하였다. 이에 환경부 국립생물자원관은 해외 종의 도입을 검토하고 향후 증식·복원 기술을 개발하기 위해 2009년부터 <장수하늘소 증식·복원 연구>를 시작하여 서식지 추가조사와 함께 인접국 서식 장수하늘소와 국내산 장수하늘소간의 유전적 동일성 여부를 검토하였다. 그러나 추가 서식지로 예상되었던 점봉산에서도 장수하늘소는 확인되지 않았으며, 유전자조사도 샘플 미확보로 검증하지 못하였다. 하지만 추가노력을 통해 2010년에 우리나라 장수하늘소 개체군과 북한 개체군, 중국 개체군 간에 유전적 차이가 없음을 확인하였고, 향후 인공복원에 활용하기 위해 중국산 5개체(암2, 수3)를 들여와 유충 증식에 성공하였다. 2011년에는 증식기법을 고도화 하면서 동시에 국내 대체서식지 조성을 위한 Pilot-Site 후보지를 오대산으로 선정하였다. 2012년에는 연구사업을 통해 실내에서 사육되던 개체들 중 한 쌍이 3년 9개월만에 성충 우화에 성공하면서 장수하늘소의 생활사를 국내에서 최초로 밝혀냈으며, 인공증식을 위한 매뉴얼을 완성하였다. 2013년에는 장수하늘소의 현지 적응 실험을 위해 오대산에 통제된 케이지를 설치하고 자연상태에서의 생활사 연구를 진행 중에 있다. 케이지 실험을 통해 확보한 자연상태에서의 장수하늘소 생활사 및 생태자료를 기반으로 향후 자연방사를 통한 복원을 추진할 계획이다.

검색어: 장수하늘소, 증식·복원, 멸종위기야생동식물, 천연기념물

생물다양성 보전의 생태적 관점

정철의

안동대학교 식물학과

생물다양성은 각종 재화와 물질 및 서비스를 제공하는 사용가치와 미래 의약품의 원료 또는 각종 생물 신소재로 활용될 수 있는 부가가치는 물론 존재의 본원적이며 윤리적인 존재가치로 나눌 수 있으며 지구생태계의 서비스는 지구상의 전체 순생산액의 2배에 가깝게 추정되고 있다. 그러나 최근의 생물다양성 감소는 인류의 생존과 번영에 큰 위협요인으로 작용하며, 그 중심에는 서식처 변화 및 외래종의 침입이 주요인으로 지목되고 있다. 따라서 생물종 보전의 방향은 서식처를 중심으로 서식처내, 서식처외 보전 프로그램이 활발히 진행되면서 동시에 생물다양성 탐색 및 DB화가 이루어지고 있다. 이에 생물종 보전에 관련된 기초적 생태적 관점을 도서 생물지리학, 가장자리효과, 종 보존의 유전생태학적 관점 등을 요약하여 발표한다. 또한 국외의 곤충종 보전프로그램 사례를 소개하고 현 국내에서 이루어지고 있는 멸종위기종 복원사업 현황을 소개한다. 마지막으로 생물종/다양성 보전과 복원 연구는 비단 환경분야 뿐 아니라 농업생태계 내에서도 주도적으로 이루어져야 할 것이다.

검색어: 생물다양성, 서식처내, 서식처외, 멸종위기종, 생물다양성 보전, 복원