

주제

양봉 연구와 산업의 동반성장을 위한  
정책과 과학의 협력

2025. 8. 28.(목) - 8. 29.(금)

농촌진흥청 농업과학도서관 오디오리움

# 2025년 제41차 한국양봉학회 하계학술대회

주관/주최



한국양봉학회  
THE APICULTURAL SOCIETY OF KOREA



국립농업과학원  
National Institute of Agricultural Sciences

후원



사단법인 한국양봉협회

NH 한국양봉농협



주식회사 야생  
YASAENG BEEKEEPING SUPPLIES

PharMaru  
Animal Health







## 학회조직위원

### 회장

한상미 (국립농업과학원)

### 부회장 (가나다순)

권형욱 (인천대학교)

김기영 (경희대학교)

김용래 (한국양봉농협)

김혜경 (한국농수산대학교)

박근호 ((사)한국양봉협회)

우순옥 (국립농업과학원)

이수근 ((사)한국한봉협회)

윤형주 (동아대학교)

이경용 (국립농업과학원)

이광식 (동아대학교)

이시혁 (서울대학교)

이용림 ((주)비엔케어)

이향심 (농림축산검역본부)

차용호 (경북대학교)

최용수 (국립농업과학원)

### 감사

김혜경 (한국농수산대학교)

### 총무이사

성건목 (충남대학교)

### 재무이사

윤준선 (전북대학교)

### 운영간사

이지혜 (한국양봉학회)

### 학술위원장

김영호 (경북대학교)

### 편집위원장

이광식 (동아대학교)

### 편집간사

김동원 (국립농업과학원)

### 고충처리위원장

이향심 (농림축산검역본부)

### 연구윤리위원장

김기영 (경희대학교)

### 국제교류위원장

길의준 (경국대학교)

### 기금위원장

윤준선 (전북대학교)

### Newsletter위원장

정제원 (경성대학교)

### 스마트양봉위원장

모창연 (강원대학교)

### 포상관리위원장

윤형주 (동아대학교)

## 행사일정표

날짜	시간	오디토리움	스터디룸1호	스터디룸2호	세미나실
8월 28일 (목)	12:00-13:30	등록			
	13:30-14:10	개회식, 우수연구자상 표창			
	14:10-14:50	<b>기조강연 I : 영화감독 광경택 좌장 : 한상미</b>			
	14:50-15:00	휴식			
		<b>[초청강연]</b> 좌장 : 박보선	<b>[초청강연]</b> 좌장 : 길의준	<b>[초청강연]</b> 좌장 : 나성준	<b>[양봉농가교육]</b>
	15:00-15:20	<b>초청 I.</b> Prof. Ken SASAKI (Tamagawa Univ.)	<b>초청 III.</b> 정년기 원장 (꿀벌동물병원)	<b>초청 IV.</b> 김동균 대표 (주식회사 자안)	개회 및 개회사 (국립농업과학원 원장)
	15:20-15:40	<b>초청 II.</b> Prof. Ken-ichi HARANO (Tamagawa Univ.)	<b>구두발표 I</b> 좌장 : 김성국 질병 및 병해충 사양관리 양봉산물	<b>초청 V.</b> 정은주 교수 (강원대)	15:30-16:00 국립농업과학원 최용수 연구관
	15:40-15:50	휴식		<b>구두발표 II</b> 좌장 : 정제원 생리육종 화분매개 밀원식물	16:00-16:30 농림축산검역본부 이향심 연구관
	15:50-17:10	<b>심포지움 I</b> 좌장 : 정철의, 김영호 양봉산업 성장을 위한 정책적 협력			16:30-17:00 국립농업과학원 이경용 연구관
	17:10-17:20	휴식			17:00-17:30 국립산림과학원 나성준 연구관
	17:20-18:00	<b>기조강연 II : 정철의 교수 (경국대)</b> 좌장 : 성건목			17:30-18:00 질의응답 및 토론
18:30 - 21:00	<b>간담회 (그랜드힐스튼 전주 - 신관2층 데이지스홀)</b>				
8월 29일 (금)	09:00-10:20	포스터발표	09:00-10:30 <b>기업세션</b> 좌장 : 이경용	09:30-10:50 <b>심포지움 II</b> 좌장 : 김영호 꿀벌 강건성 평가를 위한 분자진단의 기관, 대학, 기업간 긴밀한 협력	09:00-11:30 <b>심포지움 III</b> 좌장 : 권해연, 나성준  밀원단지 조성정책 지원을 위한 밀원식물 연구
	10:20-10:50	<b>특별강연 I</b> 좌장 : 이광식 이영보 연구관 (농과원)	10:30-11:30 <b>신규학위자발표</b> 좌장 : 최흥민	<b>소모임</b> 좌장 : 윤준선 꿀벌 질병 이미지 분석연구	
	10:50-11:20	<b>특별강연 II</b> 좌장 : 김기영 최용수 연구관 (농과원)			
	11:20-11:30	휴식			
	11:30-12:00	시상식 및 폐회식			
	13:20-16:00				

# 세부일정표

시간	오디토리움 2025.08.28. (목)	
12:00-13:30	등록	
13:30-14:10	<p><b>[개회식]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 사 회 : 성건목 총무이사 (충남대)</li> <li>• 개회사 : 한국양봉학회 한상미 회장</li> <li>• 축 사 : 농촌진흥청 이승돈 청장, (사)한국양봉협회 박근호 회장, (사)한국한봉협회 이수근 회장, 한국양봉농협 김용래 조합장</li> <li>• 시 상 : 2025년 우수연구자상 시상 (후원 : 주식회사 야생)</li> </ul>	
14:10-14:50	<p><b>[기조강연 I] 영화감독 곽경택</b>                      좌장 : 한상미 (농과원)                      꿀벌, 영화의 언어로 풀어낸 공동체와 생태계 이야기</p>	
14:50-15:00	휴식	
	<p><b>[초청강연]</b>                      좌장 : 박보선 (농과원)</p>	
15:00-15:20	<p style="text-align: center;"><b>I. 화분매개발(뒤영벌) 생태 Prof.Ken SASAKI (Tamagawa University)</b>                      Indoor-keeping, breeding and reproductive physiology in the bumble bee, <i>Bombus ignitus</i></p>	
15:20-15:40	<p style="text-align: center;"><b>II. 꿀벌행동학(먹이활동) 생리 Prof.Ken-ichi HARANO (Tamagawa University)</b>                      Fuel adjustment in the honeybee</p>	
15:40-15:50	휴식	
15:50-17:10	<p><b>[심포지움 I] 양봉산업 성장을 위한 정책적 협력</b>                      좌장 : 정철의 (경국대), 김영호 (경북대)</p>	
16:20-17:10	S-01	지속가능한 꿀벌응애관리전략의 필요성 정철의 (국립경국대학교)
	S-02	기후변화 대응 양봉산업 육성을 위한 연구방향 한상미 (국립농업과학원)
	S	양봉산업 발전 종합계획 이연섭 (농림축산식품부 축산경영과)
	S-03	Establishment of a National Monitoring System for the Prevention of Honeybee Disease 김재명 (농림축산검역본부)
	S-04	다목적 밀원식물 평가·발굴 및 밀원단지 조성체계 구축 권해연 (국립산림과학원)
	S-05	국가 기후변화 표준 시나리오 산출과 활용 심성보 (기상청)
17:10-17:50	<p><b>[기조강연 II] 정철의 교수(경국대)</b>                      좌장 : 성건목 (충남대)                      3P, 꿀벌의 공익적 가치 향상 기술과 양봉산업의 지속성</p>	
18:30-21:00	간담회 (그랜드힐스튼전주 -신관2층 데이지스홀)	

시간		오디토리움 2025.08.29. (금)
09:00-10:20		포스터 발표
10:20-10:50		<b>[특별강연 I] 이영보 연구관 (농과원)</b> 좌장 : 이광식(동아대) 꿀벌 문화와 치유농업
10:50-11:20		<b>[특별강연 II] 최용수 연구관 (농과원)</b> 좌장 : 김기영 (경희대) 중국 농업 및 양봉산업 현황
11:20-11:30		휴식
11:30-12:00		폐회식 및 우수논문상 시상식
시간		스터디룸1호 2025.08.28. (목)
15:00-15:20		<b>[초청강연 III] 병해충 정년기 원장 (꿀벌동물병원)</b> 좌장 : 길의준 (경국대) 벌치기(양봉, 養蜂)는 비법도 없고 특효약도 없다
		<b>[구두발표 I] 질병 및 병해충, 사양관리, 양봉산물</b> 좌장 : 김성국 (농과원)
15:20-15:32	O-1	Neonicotinoid-Induced Homing Disruption in Honey Bees Is Linked to Energy Metabolism and Hormonal Imbalance Rather Than Cognitive Function 유익진 (경북대학교)
15:33-15:45	O-2	Non-Invasive Molecular Surveillance of Honey Bee Pathogens via Environmental DNA and RNA from Hive Debris 문경환 (경북대학교)
15:46-15:58	O-3	Evaluation of dsRNA-Mediated Suppression of Nosemosis in <i>Apis mellifera</i> L. Hyeonha Yoo (Genolution Inc.)
15:59-16:11	O-4	Towards Smart Beekeeping: A Comprehensive Robotic Solution for Beehive Management and Labor Relief Pingan Wang (Kangwon National University)
16:12-16:24	O-5	Impact of light conditions on honey bee foraging and spring colony development Yongrak Kang (Gyeongbuk National University)
16:25-16:37	O-6	국내 권역별 아까시꿀의 차이를 구명하기 위한 대사체분석 박수원 (국립농업과학원)
16:38-16:50	O-7	Anticancer effects of propolis-derived Caffeic acid Phenethyl Ester (CAPE) on Cisplatin Resistant Ovarian Cancer Cells GaEun Kim (Kyungshook University)
16:51-17:03	O-8	Study on the Extraction and Solvent Fraction of <i>Actinidia arguta</i> Bee Pollen 이샘결 (국립농업과학원)
17:04-17:16	O-9	Essential Oils from some Korean Propolis: Composition and Acaricidal effects on <i>Varroa destructor</i> Aman Dekebo (Gyeongbuk National University)
17:16-17:28	O-10	Chestnut Honey Promotes Hair Growth via Activation of Wnt/ $\beta$ -Catenin and ERK Signaling Pathways Eun-Bin Kwon (Korea Institute of Oriental Medicine)

시간	스터디룸1호 2025.08.29. (금)	
	<b>[기업세션]</b> 좌장 : 이경용 (농과원)	
09:00-09:10	O-17	2025년 디지털 양봉 기술의 국내외 현황과 전망 정원기 (㈜온팜)
09:11-09:23	O-18	농가 맞춤형 스마트양봉 시스템의 활용 정요섭 (비스마트)
09:24-09:36	O-19	다기능 스마트벌통 컨트롤러 상용화 기술개발 이상문 (㈜제이엠피시스템)
09:37-09:49	O-20	시 기반 화분매개벌수분활동 데이터 분석기술 김무현 (팜커넥트주식회사)
09:50-10:02	O-21	환경변화와 꿀벌 피해에 따른 벌통변화의 필요성 오승재 (주식회사 야생)
10:03-10:15	O-22	비엔케어수용성 프로폴리스 분말 실험결과 이용림 ((주)농업회사법인 비엔케어)
10:16-10:28	O-23	위기의 양봉산업 극복을 위한 업계의 상생협력 및 정부의 경쟁력 강화 지원 박승수 (한국양봉농협)
	<b>[신규학위자발표]</b> 좌장 : 최홍민 (농과원)	
10:30-10:45	O-24	Virome Profiling of <i>Varroa destructor</i> in South Korea using High-throughput Sequencing Ji-Young Kim (Jeonbuk National University)
10:45-11:00	O-25	Combined Toxicity of Consecutive Miticide Treatments and Postmortem Gene Expression Analysis in Nurse Honey Bees HeeJin Kim (Kyungpook National University)
11:00-11:15	O-26	공간정보 기반 밀원수 분포지역의 꿀벌 폐사 위험도 분석 정원기 (㈜온팜)
11:15-11:30	O-27	Comparative evaluation of acaricide treatments against <i>Varroa</i> and <i>Tropilaelaps</i> mites in honey bee colonies at different seasons Hyunha Oh (Gyeongbuk National University)
시간	스터디룸2호 2025.08.28. (목)	
	<b>[초청강연]</b> 좌장 : 나성준 (산림과학원)	
15:00-15:20	<b>IV. 밀원수 김동균 대표 (주식회사 자안)</b> 국산 아까시나무( <i>Robinia pseudoacacia</i> )를 활용한 꿀벌 생태계 회복과 목재 산업 활성화 방안	
15:20-15:40	<b>V. 밀원수 정은주 교수 (강원대)</b> 산림과 양봉의 상생 : 지속가능한 밀원수림 조성을 위한 전략	
	<b>[구두발표 II] 생리육종, 화분매개, 밀원식물</b> 좌장 : 정제원 (경성대)	
15:41-15:53	O-11	Pesticide Exposure Alters Feeding Preference in Honey Bees via Gustatory Pathways YeongHo Kim (Kyungpook National University)
15:54-16:06	O-12	Honey Bee Pollination Efficacy in Open-field Golden Kiwifruit: Development of Pollinator Climate Index Sunghyun Min (National Institute of Agricultural Science)
16:07-16:19	O-13	A comparison of gene expression related to <i>Varroa</i> -resistance in genetic resources of domestic honeybees Jin Myung Kim (National Institute of Agricultural Science)
16:20-16:22	O-14	Unraveling the Geographical Provenance of Honey Through Environmental DNA Metabarcoding Seonmi Kim (National Institute of Agricultural Science)
16:23-16:35	O-15	Honey Plant Potential of <i>Tilia cordata</i> in Central Asia Sunho Kwon (Gyeongbuk National University)
16:51-17:03	O-16	불갑사사찰숲의 관속식물과 밀원식물 가치 평가 김세현 (국립순천대학교)

시간	스터디룸2호 2025.08.29. (금)	
	<b>[심포지움 II] 꿀벌 강건성 평가를 위한 분자진단의 기관, 대학, 기업간 긴밀한 협력</b> 좌장 : 김영호 (경북대)	
09:00-10:50	S-10	Sequential Emergence of Resistance Mutations to Fluvalinate (L925I/M in VGSC) and Amitraz (T115N in OctR) in <i>Varroa destructor</i> in Korea Young Ho Kim (Kyungpook National University)
	S-11	꿀벌 표적 유전자 선별·발현 및 진단 표준화 김성국(국립농업과학원)
	S-12	국내 꿀벌질병 진단 유미선(농림축산검역본부)
	S-13	NGS를 이용한 꿀벌 바이러스 진단 기술 윤준선(전북대학교)
	S-14	Unveiling the Role of Key Metabolites in Honey Bee Nutritional and Immunological Integrity Jewon Jung (Kyungsung University )
	S-15	Development of POC qPCR for major infectious diseases of bees Doo-Sung Cheon (POSTBIO Inc.)
	S-16	Proposal of an ICT-Integrated Digital Diagnostic and Real-Time Data Sharing Platform for Honeybee Disease Surveillance Sung-Min Seo (OPTOLANE Technologies Inc.)
	토의	
	<b>S-17 [소모임] 꿀벌 질병 이미지 분석 연구</b> 좌장 : 윤준선 (전북대)	
10:50-11:30	꿀벌 질병 titer에 따른 병징분석 김영호 (경북대학교)	
	꿀벌 phenotype과 바이러스의 연관성 연구 윤준선 (전북대학교)	
	(S-18) Visualizing in-hive microclimate for honey bee health monitoring Bo-sun Park (National Institute of Agricultural Science)	
	꿀벌 질병 영상 기반 식별 방법 모창연 (강원대학교)	
	등검은말벌의영상 분석 및 연구 현황 김수배 (국립농업과학원)	
	토의	

시간	세미나실 2025.08.28. (목)	
	양봉농가교육	
15:00-15:30	<b>개회 및 개회사</b> • 사 회 : 강신곤지도관 • 개회사 : 국립농업과학원 원장	
15:30-16:00	S-06	꿀벌 우수 품종 육성 및 보급 최용수 연구관 (국립농업과학원)
16:00-16:30	S-07	Current Status of Veterinary Medicinal Products for Honeybee Disease Control in Korea 이향심 연구관 (농림축산검역본부)
16:30-17:00	S-08	국내 디지털 양봉관리 기술의 발전 이경용 연구관 (농과원)
17:00-17:30	S-09	Assessment of Honey Plants resources and Climate Adaptation Potential 나성준 연구관 (국립산림과학원)
17:30-17:30	질의 응답 및 토론	
시간	세미나실 2025.08.29. (금)	
	<b>[심포지움 III] 밀원단지 조성정책 지원을 위한 밀원식물연구</b> 좌장 : 권해연, 나성준 (국립산림과학원)	
09:00-11:30	S-19	한국의 밀원식물 현황 및 연구 방향성 김현준(국립산림과학원)
	S-20	남부권역 우수 밀원수의 탄소흡수능 평가 및 신규 자원 발굴 김영기(국립순천대학교)
	S-21	왕벚나무의 밀원 생산성 증진 연구 안영상(전남대학교)
	S-22	Changes in the Characteristics of Nectar Plants under Climate Change Scenarios 이경철(한국농수산대학교)
	S-23	RGB 카메라 및 Planetscope위성영상을 활용한 밀원수개화 및 개엽 시기 분석 박주한(국가농림기상센터)
	S-24	밀원수종 쉬나무, 이나무, 때죽나무의유·무성 증식법 개발 강규석(서울대학교)
	S-25	북부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림관리 윤지윤(강원산림과학연구원)
	S-26	중부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림관리 김남희(충남산림자원연구소)
	S-27	식재밀도에따른 남부권역 밀원수종 성장특성 연구 양천은(전남산림연구원)
	토의	
시간	국제회의장 2025.08.29. (금)	
13:20-16:00	화분매개용 꿀벌 워크숍	

## 개회사

### 안녕하십니까? 한국양봉학회 회장 한상미입니다.



존경하는 한국양봉학회 회원 여러분, 그리고 양봉농가 여러분, 바쁘신 일정에도 불구하고 제41차 한국양봉학회 하계학술대회에 참석해 주신 회원 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

아울러 한국양봉협회 박근호 회장님, 한봉협회 이수근 회장님, 한국양봉농협 김용래 조합장님을 비롯한 양봉 관계자 여러분의 참여에도 진심으로 감사드립니다.

무엇보다도 이번 학술대회는 우리나라 농업 연구를 선도하는 농촌진흥청에서 개최하게 되어 더욱 뜻깊습니다. 이 자리를 빌어 농촌진흥청 이승돈청장님과 관계자 여러분께도 깊이 감사드립니다.

최근 연이은 폭우로 큰 피해를 입은 경남 합천·산청지역 양봉농가 여러분께 위로의 말씀을 드립니다. 올해도 빠른 폭염과 집중호우, 산불 등의 기상이변으로 양봉농가와 꿀벌 모두에게 회복이 어려운 피해가 이어졌습니다.

특히, 여전히 방제가 어려운 꿀벌응애와 말벌 피해는 물론, 베트남산 수입벌꿀의 급증으로 인한 시장 혼란은 우리 양봉산업 전반에 큰 위협이 되고 있습니다.

지금은 무엇보다 양봉 연구와 현장, 정책 간의 긴밀한 연계와 신속한 협력이 절실한 시기입니다. 이에 한국양봉학회는 중심축이 되어, 현장 데이터를 기반으로 기후변화 대응 사양관리 기술, 시간과 노동력 절감형 디지털 육종, 그리고 고부가가치 양봉산물 소재화를 통해 우리 양봉농가의 경쟁력 제고에 기여하고자 합니다.

이번 학술대회의 주제는“양봉 연구와 산업의 동반성장을 위한 정책·과학의 협력”입니다. 이를 위해 농림축산식품부, 식품의약품안전처, 농촌진흥청, 산림청, 기상청, 환경부와 함께 정책·과학 심포지엄을 구성하였습니다.

또한 밀원식물 조성 전략, AI 기반 꿀벌 병해충 진단기술, 디지털 양봉 등의 소모임 토론회도 병행합니다. 화분매개벌의 생태계와 농작물 생산 등 공익적가치 증진을 위해 국내는 물론 우리와 유사한 환경을 갖는 일본 학자와 함께 우리가 나아갈 연구 방향을 토론하는 자리를 마련했습니다.

아울러 지자체 담당자, 선도농가, 화분매개별 생산 하고 이를 이용하는 작목 농가 등을 대상으로 현장 맞춤형 워크숍을 통해 최신 연구성과의 조기 확산을 도모하고자 합니다.

이번 대회에서는 꿀벌에 대한 깊은 관심을 가져온 광경택 영화감독님, 그리고 국내 양봉학 연구 기반 확산에 크게 기여하신 경국대학교 정철의 교수님을 기조연자로 모셨습니다.

또한, 양봉정책과 연구의 싱크탱크로서 학회의 역할을 강화하고자, 양봉통계기법 및 용어의 정립 필요성을 제안하며, 국립농업과학원 이영보 박사님의 주도로 추진된 '알기 쉬운 양봉용어집' 발간을 통해 그 첫걸음을 내딛고 있습니다.

이번 학회는 그간의 활동을 중간 점검하고 회원 여러분의 고견을 듣는 소중한 자리가 될 것입니다.

올해 학회에는 총 58편의 구두발표, 35편 이상의 포스터 발표가 예정되어 있으며, '세계 벌의 날'을 기념하여 선정한 우수 연구자 시상식, 그리고 농촌진흥청 우순옥 박사님, 동아대학교 이광식 교수님 교수님의 수상 기념 강연도 준비되어 있습니다.

또한 우리 학회의 미래인 신진 연구자들의 학위논문 발표도 마련되어 있으니, 많은 관심과 격려 부탁드립니다.

이러한 자리를 준비해주신 학회 임원 여러분께 깊이 감사드립니다. 특히, 총무이사 충남대학교 성건목 교수님, 학술위원장 경북대학교 김영호 교수님, 뉴스레터 편집을 맡고 계신 경성대학교 정제원 교수님, 그리고 묵묵히 학회를 뒷받침해주시는 국립농업과학원 양봉과 직원 여러분께도 진심으로 감사드립니다.

이번 학술대회가 참석하신 모든 분들께 학술적 교류, 현장 정보 공유, 그리고 따뜻한 친목의 장이 되기를 진심으로 기원합니다.

감사합니다.

2025년 8월 28일  
한국양봉학회 회장 **한상미**

## 축사

### 안녕하십니까? 농촌진흥청 청장 이승돈입니다.



존경하는 내외 귀빈 여러분, 그리고 양봉산업 관계자 여러분, 반갑습니다.

‘양봉 연구와 산업의 동반성장을 위한 정책과 과학의 협력’이라는 주제로 이곳 농촌진흥청에서 개최되는 한국양봉학회 제 41차 하계학술대회를 찾아주신 모든 분들을 환영하며 감사의 말씀 전합니다.

오늘 자리에 함께해주신 한국양봉협회 박근호 회장님, 한봉협회 이수근 회장님, 양봉농협 김용래 조합장님께 감사의 말씀을 드립니다. 그리고 오늘 세계 벌의 날 기념 제3회 우수연구자상을 수상하신 수상자분께도 축하의 말씀을드립니다.

올해도 무척이나 무더운 날씨가 길어지고 있어서 꿀벌들이 살아가는데 많은 어려움이 있을 것으로 예상됩니다. 그리고 무엇보다도 무더운 날씨에 우리 양봉농가분들께서 건강지키시길 기원합니다. 국내 양봉산업은 반복적으로 발생하는 꿀벌 감소문제와 불안정한 벌꿀생산으로 양봉농가분들과 산업체 종사자 분들의 우려가 늘어가고 있는 것 같습니다.

또한 중국, 베트남 등지에서 수입되는 벌꿀을 비롯한 양봉산물이 점차 증가하고 있는 상황에서 국내 생산 벌꿀 소비 감소와 수입 벌꿀과의 가격 경쟁 심화, 양봉산업의 어려움에 대한 소비자와의 심리적 거리감 등 다양한 문제에 직면해 있습니다.

우리는 이러한 환경 속에서 각자의 분야에서 최선을 다하고 상호 협력하여 위기를 기회로 전환시킬 수 있는 지혜와 노력이 무엇보다 필요한 시기라고 생각합니다. 그래서 오늘 우리는 양봉분야 민·관·산·학 모든 분야에서 상호 협력하고 지혜를 모으기 위하여 한국양봉학회 하계 학술대회를 농촌진흥청에서 개최되는데 특별한 의미가 있다고 생각합니다. 오늘 학회에서는 전문가들의 발표와 다양한 사례 공유, 현장 의견 청취 등으로 양봉산업에 활력을 불어넣고 양봉농가에 희망을 줄 수 있는 방안을 찾는 중요한 시간이 되기를 기원합니다.

끝으로 학회를 준비하신 학회와 참석해 주신 모든 분들께 진심 어린 감사의 말씀을 드리고 이번 학회가 우리 모두와 양봉산업 발전에 큰 의미 있는 자리가 되길 진심으로 기원합니다.

감사합니다.

2025년 8월 28일

농촌진흥청 청장 **이승돈**

## 축사

안녕하십니까. 사단법인 한국양봉협회 회장 박근호입니다.



2025년도 제41차 한국양봉학회 하계학술대회 개최를 위해 노력해 주신 한상미 학회장님을 비롯한 학회 관계자 여러분께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 오늘 학회의 주제는 '양봉 연구와 산업의 동반성장을 위한 정책과 과학의 협력'입니다. 하나의 산업이 유기적으로 성장하고 발전하기 위해선 땀 흘려 노력하고 계신 정부 관계자분들과 연구원님들, 보이지 않는 곳에서 헌신하고 계신 많은 분들이 있기에 가능하다는 것을 잘 알고 있습니다. 이 자리를 빌려 양봉산업을 위해 힘써주고 계신 모든 분께 전국의 양봉농가를 대신하여 감사의 인사를 드립니다.

올해 산불과 집중호우 등 자연재해로 인한 양봉농가들의 피해도 상당했고, 월동봉군폐사도 수년간 지속되고 있습니다. 이러한 현상들의 공통된 키워드는 '이상기후'입니다. 우리가 수년간 당연하게 생각하고 짜인 일정표처럼 생각하고 행동했던 것들이 하나, 둘 어긋나고 있는 것이 현실입니다. 이상기후로 인한 피해를 예방하고 예방하지 못한 피해에 대한 보상 및 복구 대책을 조속히 마련하는 것이 정책과 연구 활동 등 과학이 함께 협력하여 해결해 나아가야 할 첫 번째 과제일 것입니다. 이러한 과제가 수행되어야 값싼 수입 벌꿀에 대한 경쟁력을 높이고 국내 양봉산업의 체질을 개선하여 우리 스스로의 힘을 기를 수 있게 될 것입니다.

또 하나의 과제는 밀원숲입니다. 정부의 정책적 지원이 필수적인 것이 밀원숲 조성이며, 조성할 밀원숲에 국내 토양과 기후에 맞는 밀원수종을 개발하고 육성하여 어떠한 밀원을 심을 것인지는 연구, 과학과 함께 협력해야 할 부분입니다. 현재 한·베트남 FTA로 꿀 시장이 전면 개방되면서 국내 양봉산업이 길고 어두운 터널을 지나고 있고 한·미 무역협정 등 앞으로 마주해야 할 문제들도 많을 것입니다. 하지만 협회 월간지에 기고된 꿀 속의 식물의 DNA를 통한 원산지 구별법 개발이라든지, 경북대학교 대학원 양봉과정 신설 등 국내 양봉산업을 지키고 발전시키고자 하는 노력이 지속된다면 어둡고 긴 터널을 지나 다시금 밝은 빛을 볼 날이 오지 않을까 기대합니다.

오늘 학술대회를 통하여서도 양봉산업의 위기를 극복하고 내일이라는 희망을 품을 수 있는 소중한 고견이 두루 제시되어 국내 양봉산업 부흥의 초석이 되길 바랍니다.

앞으로도 양봉학회의 많은 연구와 성과가 지속되기를 기대합니다. 감사합니다.

2025년 8월 28일

(사)한국양봉협회 회장 **박근호**

## 축사

여러분 반갑습니다. 사단법인 한국한봉협회 회장 이수근입니다.



오늘 [제41회 한국양봉학회 하계학술대회]에 함께 해 주신 여러분 진심으로 고맙습니다. 아울러 바쁘신 가운데 행사를 주최해 주신 한국양봉학회 한상미회장님 이하 모든 관계자분께도 깊은 감사를 드립니다.

꿀벌은 생태계의 바로미터입니다. 이러한 꿀벌은 지구환경 변화에 따른 생태계의 변화와 각종 질병 등으로 인해 개체수가 급감하고 있으며, 그로 인해 우리의 평온한 삶까지 위협에 처할 수 있습니다. 이에 꿀벌의 보호와 보존 그리고 관련 산업 육성이 매우 중요해졌습니다.

하지만, 꿀벌의 육성과 보존, 그와 관련된 산업에 관하여 연구개발 및 산학 협력과 지원은 미미했습니다. 하여 끊임없이 꿀벌의 신종 개발 및 육성과 관련 산업의 연구개발과 더불어 기르는 벌 산업에 종사하시는 농가의 경험을 공유하고 의견을 교환하는 오늘의 이 하계학술대회는 매우 중요한 행사라고 할 수 있습니다.

본 학회가 양봉농가의 문제인 바이러스 질병 확산, 집단폐사 등으로 인한 개체수 감소 등에 대한 학문적 깊이 있는 연구를 통하여 현안 해결방안을 제시해 주셔야 합니다. 또한, 수입 꿀에 대한 대처, 우수한 품질의 국산 꿀 홍보 방안, 부산물을 이용 새로운 상품 개발 등으로 학계와 양봉 현장의 연계를 통한 산학 협력을 더욱 공고히 하여 학회와 우리 양봉 농가가 윈윈할 수 있도록 서로 노력을 해야 할 것입니다. 이러한 일에 우리 사단법인한국한봉협회도 미력하나마 협조를 아끼지 않겠습니다.

모쪼록 이 자리를 통하여 다양한 시각과 의견이 조화를 이루어 꿀벌을 중심으로 발전하는 좋은 대안이 마련되고 농가의 경험과 정보 교환을 통하여 기르는 벌 산업이 일취월장하기를 기대합니다.

바쁘신 가운데 오늘 학회에 참여해 주신 농촌진흥청 이승돈 청장님, 한국양봉학회 회장님, (사)한국양봉협회 회장님, 한국농협 조합장님, 발제자님들 그리고 경험을 나누실 양봉농가 모든 관계자 선생님들 다시 한번 감사드리며, 여러분의 가정에 건강과 행복이 가득하시리 기원하겠습니다. 감사합니다.

2025년 8월 28일

(사)한국한봉협회 회장 이수근

## 축사

### 안녕하십니까? 한국양봉농협 김용래 조합장입니다.



먼저, 2025년 제41차 한국양봉학회 하계학술대회의 개최를 진심으로 축하드립니다. 아울러 본 행사를 주최하신 한국양봉학회 한상미 회장님을 비롯해, 국립농업과학원 이승돈 원장님, 그리고 참여하시는 양봉 농가와 양봉 관련 기관 및 단체 등 관계자 여러분께도 깊은 감사의 인사를 드립니다.

최근 지속되는 꿀벌 소멸 사태로 인해 꿀벌이 인류와 생태계 보전에 얼마나 중요한 역할을 하고 있는지 꿀벌의 공익적 가치에 대한 국민들의 인식이 예전보다 훨씬 높아졌습니다. 그럼에도 불구하고 경기 불황으로 인한 벌꿀 소비 침체, 수입 벌꿀의 위협, 그리고 꿀벌 질병 및 응애 피해 등 우리 양봉산업은 여전히 많은 어려움을 겪고 있습니다. 이러한 상황 속에서 열린 제41차 한국양봉학회 하계학술대회가 국내 양봉산업의 발전과 도약을 위해, 당면한 문제들에 대한 심도 있는 논의와 해결 방안을 찾을 수 있는 중요한 자리가 되기를 바랍니다.

먼저 고품질 벌꿀 생산과 꿀 등급제 의무화의 중요성을 제일 먼저 강조하고 싶습니다. 현재 한국-베트남 FTA로 인해 베트남에서 수입되는 저렴한 벌꿀이 국내 시장을 위협하고 있는 상황입니다. 우리는 고품질의 벌꿀을 생산하여 국내 양봉산업의 경쟁력을 강화하고, 소비자에게 신뢰받는 양봉산업을 구축해야 합니다. 이를 위해 꿀 등급제를 의무화하여 국내 벌꿀 품질을 표준화하고, 소비자에게 안전하고 우수한 제품을 제공하여야 합니다. 양봉인 여러분의 적극적인 참여와 협력만이 수입 벌꿀에 대한 경쟁력을 키우고 우리 양봉산업의 신뢰도를 높일 수 있을 것입니다.

다음으로, 양봉 직불금제의 실현이 반드시 필요합니다. 양봉업의 고유 기능인 생태계 보존과 농산물 수정 매개 역할을 원활하게 하기 위해, 선택형 공익 양봉 직불금제를 도입하여 양봉 생산 농가의 생산 의욕을 고취시키는 것이 중요합니다. 이 제도는 꿀벌의 공익적 가치를 인정하고 양봉업의 지속 가능한 발전을 위한 중요한 초석이 될 것입니다. 선택형 공익 양봉 직불금제가 실현된다면, 농가들이 안정적인 수익을 얻고, 꿀벌 보호와 생태계 보존의 공익적 기능을 충실히 할 수 있을 것입니다.

최근 이상 기후로 인한 자연 재해가 계속 늘어나고 있으나 양봉업은 꿀벌 소멸이나 꿀벌 질병 및 재해에 대한 지원 체계가 미비한 실정입니다. 이에 꿀벌 재해보험에 대한 국비 및 지자체 지원금을 상향하고 보장 범위를 확대하여 영세한 농가들이 부담 없이 재해 보험에 가입할 수 있도록 정부와 지방자치단체의 지원을 강화해야 합니다.

마지막으로, 농약 사용과 관련한 문제를 말씀드리고 싶습니다. 현재 노지 과수와 산림은 꿀벌의 수정 매개 기능을 무료로 이용하고 있습니다. 그러나 이를 간과하고 항공방제나 드론을 이용한 무분별한 농약 살포가 이루어지고 있으며, 이로 인해 발생하는 꿀벌 피해가 심각합니다. 이에 무분별한 농약 살포를 최소화하고 꿀벌 환경 영향 평가 지도를 마련하여 더 안전하고 환경 친화적인 대체 방법을 모색해야 합니다. 농약 사용에 대한 규제를 강화하고 양봉업계와 농업계가 협력하여 환경에 미치는 영향을 최소화해야 합니다.

오늘 이 자리를 통해 우리 양봉산업이 직면한 여러 어려움을 극복하고, 꿀벌의 공익적 가치를 알리며 지속 가능한 발전을 이루기 위한 방안들을 함께 논의하고 실천에 옮길 수 있기를 기대합니다. 여러분의 협력과 참여가 양봉업계의 미래를 밝히는 데 큰 힘이 될 것입니다.

감사합니다.

2025년 8월 28일

한국양봉농협 조합장 **김용래**



# 목 차

## 기조강연

- [기조강연 I] ..... 28  
꿀벌, 영화의 언어로 풀어낸 공동체와 생태계 이야기  
곽경택 감독
- [기조강연 II] ..... 29  
3P, 꿀벌의 공익적 가치 향상 기술과 양봉산업의 지속성  
정철의 교수 | 국립경국대학교

## 초청강연

- [초청강연 I] ..... 30  
Indoor-keeping, breeding and reproductive physiology in the bumble bee,  
*Bombus ignitus*  
Prof. Ken SASAKI | Tamagawa University
- [초청강연 II] ..... 31  
Fuel adjustment in the honeybee  
Prof. Ken-ichi HARANO | Tamagawa University
- [초청강연 III] ..... 32  
정년기 원장 | 꿀벌동물병원
- [초청강연 IV] ..... 33  
국산 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)를 활용한 꿀벌 생태계 회복과 목재 산업 활성화 방안  
김동균 대표 | 주식회사 자안
- [초청강연 V] ..... 34  
산림과 양봉의 상생: 지속가능한 밀원수림 조성을 위한 전략  
정은주 교수 | 강원대학교



**특별강연**

**[특별강연 I]..... 35**

**꿀벌 문화와 치유농업**

**이영보 연구관 | 국립농업과학원**

**[특별강연 II]..... 36**

**중국 농업 및 양봉산업 현황**

**최용수 연구관 | 국립농업과학원**

**[심포지엄 I] 양봉산업 성장을 위한 정책적 협력**

**S-01 지속가능한 꿀벌응애 관리전략의 필요성 ..... 38**

**정철의 | 국립경국대학교**

**S-02 기후변화 대응 양봉산업 육성을 위한 연구방향..... 39**

**한상미 | 국립농업과학원**

**S-03 Establishment of a National Monitoring System for the Prevention of  
Honeybee Disease ..... 40**

**김재명 | 농림축산검역본부**

**S-04 다목적 밀원식물 평가·발굴 및 밀원단지 조성체계 구축 ..... 40**

**권해연 | 국립산림과학원**

**S-05 국가 기후변화 표준 시나리오 산출과 활용.....41**

**심성보 | 기상청**

- O-01 **Neonicotinoid-Induced Homing Disruption in Honey Bees Is Linked to Energy Metabolism and Hormonal Imbalance Rather Than Cognitive Function** ..... 44  
**유의진** | 경북대학교
- O-02 **Non-Invasive Molecular Surveillance of Honey Bee Pathogens via Environmental DNA and RNA from Hive Debris** ..... 44  
**문경환** | 경북대학교
- O-03 **Evaluation of dsRNA-Mediated Suppression of Nosemosis in *Apis mellifera* L.** 45  
**Hyeonha Yoo** | Genolution Inc.
- O-04 **Towards Smart Beekeeping: A Comprehensive Robotic Solution for Beehive Management and Labor Relief** ..... 45  
**Pingan Wang** | Kangwon National University
- O-05 **Impact of light conditions on honey bee foraging and spring colony development** ..... 46  
**Yongrak Kang** | Gyeongkuk National University
- O-06 **국내 권역별 아까시꿀의 차이를 구명하기 위한 대사체 분석** ..... 46  
**박수원** | 국립농업과학원
- O-07 **Anticancer effects of propolis-derived Caffeic acid Phenethyl Ester (CAPE) on Cisplatin Resident Ovarian Cancer Cells** ..... 47  
**GaEun Kim** | Kyungshung University
- O-08 **Study on the Exrtaction and Solvent Fraction of Actinidia arguta Bee Pollen** ... 47  
**이샘결** | 국립농업과학원
- O-09 **Essential Oils from some Korean Propolis: Composition and Acaricidal effects on *Varroa destructor*** ..... 48  
**Aman Dekebo** | GyeongKuk National University
- O-10 **Chestnut Honey Promotes Hair Growth via Activation of Wnt/ $\beta$ -Catenin and ERK Signaling Pathways** ..... 48  
**Eun-Bin Kwon** | Korea Institute of Oriental Medicine

[구두발표 II] 생리육종, 화분매개, 밀원식물

- O-11 **Pesticide Exposure Alters Feeding Preference in Honey Bees via Gustatory Pathways**..... 50  
 YeongHo Kim | Kyungpook National University
- O-12 **Honey Bee Pollination Efficacy in Open-field Golden Kiwifruit: Development of Pollinator Climate Index** ..... 50  
 Sunghyun Min | National Institute of Agricultural Science
- O-13 **A comparison of gene expression related to *Varroa*-resistance in genetic resources of domestic honeybees** .....51  
 Jin Myung Kim | National Institute of Agricultural Science
- O-14 **Unraveling the Geographical Provenance of Honey Through Environmental DNA Metabarcoding**.....51  
 Seonmi Kim | National Institute of Agricultural Science
- O-15 **Honey Plant Potential of *Tilia cordata* in Central Asia** ..... 52  
 Sunho Kwon | Gyeongbuk National University
- O-16 **불갑사 사찰숲의 관속식물과 밀원식물 가치 평가** ..... 52  
 김세현 | 국립순천대학교

[양봉농가교육]

- S-06 **꿀벌 우수 품종 육성 및 보급**..... 54  
 최용수 연구관 | 국립농업과학원
- S-07 **Current Status of Veterinary Medicinal Products for Honeybee Disease Control in Korea** ..... 54  
 이향심 연구관 | 농림축산검역본부
- S-08 **국내 디지털 양봉관리 기술의 발전** ..... 55  
 이경용 연구관 | 국립농업과학원
- S-09 **Assessment of Honey Plants resources and Climate Adaptation Potential** ..... 55  
 나성준 연구관 | 국립산림과학원

[기업세션]

O-17 2025년 디지털 양봉 기술의 국내외 현황과 전망 ..... 58  
정원기 | (주)온팜

O-18 농가 맞춤형 스마트양봉 시스템의 활용 ..... 58  
정요섭 | 비스마트

O-19 다기능 스마트벌통 컨트롤러 상용화 기술개발 ..... 59  
이상문 | (주)제이엠피시스템

O-20 AI기반 화분매개벌 수분활동 데이터 분석기술 ..... 59  
김무현 | 팜커넥트주식회사

O-21 환경변화와 꿀벌 피해에 따른 벌통변화의 필요성 ..... 60  
오승재 | 주식회사 야생

O-22 비엔케어 수용성 프로폴리스 분말 실험결과 ..... 60  
이용림 | (주)농업회사법인 비엔케어

O-23 위기의 양봉산업 극복을 위한 업계의 상생협력 및 정부의 경쟁력 강화 지원 ..... 61  
박승수 | 한국양봉농협

[신규학위자발표]

O-24 Virome Profiling of *Varroa destructor* in South Korea using High-throughput Sequencing ..... 64  
Ji-Young Kim | Jeonbuk National University

O-25 Combined Toxicity of Consecutive Miticide Treatments and Postmortem Gene Expression Analysis in Nurse Honey Bees ..... 64  
HeeJin Kim | Kyungpook National University

O-26 공간정보 기반 밀원수 분포지역의 꿀벌 폐사 위험도 분석 ..... 65  
정원기 | (주)온팜

O-27 Comparative evaluation of acaricide treatments against *Varroa* and *Tropilaelaps* mites in honey bee colonies at different seasons ..... 65  
Hyunha Oh | Gyeongkuk National University

[심포지엄 II] 꿀벌 강건성 평가를 위한 분자진단의 기관, 대학, 기업 간 긴밀한 협력

- S-10 **Sequential Emergence of Resistance Mutations to Fluvalinate (L925I/M in VGSC) and Amitraz (T115N in OctR) in *Varroa destructor* in Korea** ..... 68  
Young Ho Kim | Kyungpook National University
- S-11 **꿀벌 표적 유전자 선별·발현 및 진단 표준화** ..... 68  
김성국 | 국립농업과학원
- S-12 **국내 꿀벌질병 진단** ..... 69  
유미선 | 농림축산검역본부
- S-13 **NGS를 이용한 꿀벌 바이러스 진단 기술** ..... 69  
윤준선 | 전북대학교
- S-14 **Unveiling the Role of Key Metabolites in Honey Bee Nutritional and Immunological Integrity** ..... 70  
Jewon Jung | Kyungsung University
- S-15 **Development of POC qPCR for major infectious diseases of bees** ..... 70  
Doo-Sung Cheon | POSTBIO Inc.
- S-16 **Proposal of an ICT-Integrated Digital Diagnostic and Real-Time Data Sharing Platform for Honeybee Disease Surveillance** .....71  
Sung-Min Seo | OPTOLANE Technologies Inc.

[소모임] 꿀벌 질병 이미지 분석 연구

- S-17 **꿀벌 질병 이미지 분석 연구** ..... 74
- S-18 **Visualizing in-hive microclimate for honey bee health monitoring** ..... 74  
Bo-sun Park | National Institute of Agricultural Science

[심포지엄 III] 밀원단지 조성정책 지원을 위한 밀원식물 연구

S-19	한국의 밀원식물 현황 및 연구 방향성 .....	76
	김현준   국립산림과학원	
S-20	남부권역 우수 밀원수의 탄소흡수능 평가 및 신규 자원 발굴 .....	76
	김영기   국립순천대학교	
S-21	왕벚나무의 밀원 생산성 증진 연구 .....	77
	안영상   전남대학교	
S-22	Changes in the Characteristics of Nectar Plants under Climate Change Scenarios .....	77
	이경철   한국농수산대학교	
S-23	RGB 카메라 및 Planetscope 위성영상을 활용한 밀원수 개화 및 개업 시기 분석 .....	78
	박주한   국가농림기상센터	
S-24	밀원수종 쉬나무, 이나무, 때죽나무의 유·무성 증식법 개발 .....	78
	강규석   서울대학교	
S-25	북부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림 관리 .....	79
	윤지윤   강원산림과학연구원	
S-26	중부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림 관리 .....	79
	김남희   충남산림자원연구소	
S-27	식재밀도에 따른 남부권역 밀원수종 생장특성 연구 .....	80
	양천은   전남산림연구원	

[화분매개용 꿀벌 워크숍]

화분매개용 꿀벌 생산·이용 기술 워크숍 .....	82
-----------------------------	----

[포스터발표]

- P-01 **Dynamics of the Gut Microbiome in Bumblebee (*Bombus terrestris*) Workers under Elevated Developmental Temperatures** ..... 84  
**Weiyue Qiu** | Dong-A University
- P-02 **Waprin from *Bombus terrestris* Venom Exhibits Microbicidal Activity** ..... 84  
**Yun Hui Kim** | Dong-A University
- P-03 **Waprin Improves Sperm Viability in *Bombus terrestris* Under Thermal Stress** 85  
**Yun Hui Kim** | Dong-A University
- P-04 **Temperature-induced changes in gut microbiota and health of bumblebees** ... 85  
**Dongsoo Han** | Dong-A University
- P-05 **Effects of Neonicotinoid Pesticides on Honeybee Gut Microbiota** ..... 86  
**Dongsoo Han** | Dong-A University
- P-06 **UPLC-Q-TOF/MS-Based Metabolomic Profiling of Honey Bee (*Apis mellifera*) Responses to Coumaphos Exposure** ..... 86  
**Yoonjeong Jeon** | Korea Institute of Toxicology
- P-07 **Development and Validation of Weather Index for Yellow-legged Hornet (*Vespa velutina nigrithorax*) Activity Prediction**..... 87  
**Su-bae Kim** | National Institute of Agricultural Science
- P-08 **Correlation between the amount of centrifugal sediment of honey and optical properties such as color** ..... 87  
**Changhee Lee** | National Agricultural Products Quality Management Service
- P-09 **Behavioral responses of honeybee colonies to temperature anomalies during overwintering: A field monitoring study** ..... 88  
**Dae-Wook Kim** | Korea Institute of Toxicology
- P-10 **Comparison of UV spectrophotometry-based and fluorometry-based method for honey DNA quantitation** ..... 88  
**Changhee Lee** | National Agricultural Products Quality Management Service
- P-11 **Chromosome-level de novo hybrid assembly of the Asian honeybee, *Apis cerana koreana*** ..... 89  
**Jeong-Hyeon Lee** | Incheon National University

P-12	<b>Design of a Domain-Specific Large Language Model and Service for Intelligent Beekeeping</b> .....	89
	Hong Gu Lee   Kangwon National University	
P-13	<b>도서격리지역에서 기상요소와 여왕벌 교미율 간의 관계 분석</b> .....	90
	Changhoon Lee   National Institute of Agricultural Science	
P-14	<b>Development of Honeybee Object Detection and Tracking Software Using YOLO and DeepSORT for Behavioral Path Data Generation</b> .....	90
	Hong Gu Lee   Kangwon National University	
P-15	<b>Comparison of density estimation methods of <i>Varroa</i> mite inside of honey bee colony</b> .....	91
	Hyunha Oh   Gyeoongkuk National University	
P-16	<b>Overwintering Microclimate of Beehives: Roles of Site, Method, and Material</b> ...	91
	Daegun Oh   National Institute of Agricultural Science	
P-17	<b>꿀벌응애 저항성 품종 육성을 위한 형질 특성 평가</b> .....	92
	김동원   국립농업과학원	
P-18	<b>A new species of <i>Dactylochelifera</i> (Pseudoscorpiones: Cheliferidae) Beier, 1932, a potential natural enemy for <i>Varroa</i> (Mesostigmata: Laelapidae)</b> .....	92
	Jinsung Park   Jeonbuk National University	
P-19	<b>Physicochemical Characterization of <i>Apis cerana</i> F. Honey In Korea</b> .....	93
	Hyunjee Kim   Incheon National University	
P-20	<b>전남 남해안지역 채밀 예덕나무꿀 성분 비교</b> .....	93
	김지수   전라남도농업기술원 곤충잠업연구소	
P-21	<b>Isolation of Honey-Derived Metabolites from <i>Hovenia dulcis</i></b> .....	94
	손윤곤   국립농업과학원	
P-22	<b>Changes in Major Components of Bee venom According to Storage Temperature and Duration</b> .....	97
	최홍민   국립농업과학원	
P-23	<b>아까시꿀 내 혼입 화분과 국내 지역별 양봉장 주변의 밀원식물간 화분 형태 비교</b> .....	95
	이문선   국립농업과학원	
P-24	<b>특용자원 신나무의 화밀분비 특성 및 잠재적 꿀 생산량 분석</b> .....	95
	원상재   국립산림과학원	

P-25	<b>Optimizing Cultivation Conditions for Enhancing Ornamental and Melliferous Traits in <i>Agastache rugosa</i></b> .....	96
	박지민   국립산림과학원	
P-26	<b>단감 품종별 꿀벌 방화와 화밀 분비 특성</b> .....	96
	이주영   전라남도농업기술원	
P-27	<b>국내에서 발생하는 꿀벌(<i>Apis mellifera</i>)의 주요 질병에 대한 진단법 연구</b> .....	97
	박상규   충청남도농업기술원	
P-28	<b>U-Net 기반 개선된 형태학적 분석을 통한 꿀벌 아종 자동 분류</b> .....	97
	조희원   국립경국대학교	
P-29	<b>Chronic heat stress disrupts forager cognition in honey bees</b> .....	98
	Olga Frunze   Incheon National University	
P-30	<b>Viral Communities in Nine Bee and Mite Species from Northern Thailand</b> .....	98
	Minhyeok Kwon   Gyeongkuk National University	
P-31	<b>Full-Length Genome Characterization of Two Novel RNA Viruses, <i>Apis Mellifera</i> Associated Cripavirus 1 and 2, Identified in Honey Bees</b> .....	99
	So-Yoon Jang   Gyeongkuk National University	
P-32	<b>The first report of overwintering <i>Varroa destructor</i> mites in South Korea</b> .....	99
	손민웅   국립농업과학원	
P-33	<b>Clinical Presentation and Colony-Level Impacts in <i>Bombus</i> spp.</b> .....	100
	Kyu-Won Kwak   National Institute of Agricultural Science	
P-34	<b>Prevention and Control of Nosemosis Using Genetically Engineered <i>Snodgrassella alvi</i> in Honey Bees</b> .....	100
	Keun-ho Kim   Animal and Plant Quarantine Agency	
P-35	<b>Antisense RNA-Expressing <i>Bacillus subtilis</i> for the Control of <i>Nosema ceranae</i> in Honey Bees</b> .....	101
	Jang-Hyeon Kim   Animal and Plant Quarantine Agency	
P-36	<b>Environment, Social and Governance(ESG)realization considering safe bee venom production and animal welfare through a Korean bee venom collector</b> .....	101
	Jung keun Park   Chung Jin Biotech Co., Ltd	
P-37	<b>Tolerance of honey bees (<i>Apis mellifera</i>) to <i>Varroa destructor</i> depends on naturally occurring mechanisms</b> .....	102
	Peter Njukang Akongte   National Institute of Agricultural Science	

# 꿀벌, 영화의 언어로 풀어낸 공동체와 생태계 이야기

곽경택  
영화감독

꿀벌은 벌꿀과 화분매개를 통해 생태계와 인류의 삶을 지탱하는 핵심 곤충이다. 동시에 꿀벌은 집단적 협력, 질서, 위기 극복이라는 강력한 서사를 지니고 있어 영화적 소재로 적합하다. 실제로 세계적으로 More than Honey(2012), Vanishing of the Bees(2009)와 같은 다큐멘터리 영화는 꿀벌 감소 현상을 과학적이면서도 드라마틱하게 담아냈으며, 애니메이션 Bee Movie(2007)는 대중적으로 꿀벌의 역할과 인간과의 관계를 널리 알렸다. 나 역시 늘 꿀벌과 같은 벌을 주인공으로 하는 영화를 만들어 보고 싶었다. 왜냐하면 꿀벌이 지닌 영화적 잠재력과 그 사회적 메시지는 충분히 매력적이기 때문이다. “벌은 혼자 살 수 없다. 우리도 마찬가지다”라는 관점을 바탕으로, 꿀벌 사회가 공동체와 생태계의 은유로 기능할 수 있음을 제시하고자 한다. 꿀벌의 협동과 생존 방식, 벌꿀의 순환적 가치, 화분매개 생태계의 연결성을 영화 서사로 풀어내고 싶다. 무엇보다도 내가 생각하는 “영화는 사회적 메시지를 담아야 한다”는 것이다. 말벌과 같은 외래 천적의 위협을 인간 사회의 갈등 구조와 병치시켜 설명한다. 나아가 꿀벌은 과학적 연구와 영화적 상상력이 동시에 접근할 수 있는 소재로, 대중의 공감과 행동 변화를 유도하는 데 큰 가능성을 가진다고 본다. 오늘 우리나라 최고의 양봉 연구자 그리고 양봉농가가 모이는 자리에서 그들이 연구하고 다루는 꿀벌이 과학과 예술을 잇는 매개체로서, 생태계 보전과 공동체적 삶의 중요성을 대중에게 효과적으로 전달할 수 있는 영화적 소재라는 것을 이야기하고 싶다. 본 기조공연은 꿀벌을 통해 영화가 과학적 사실을 사회적 서사로 확장하는 과정을 보여주며, 양봉학 연구 성과를 대중적 공감으로 연결하는 새로운 가능성을 여는 좋은 자리이기를 기대한다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Morphometry, High productivity, Bee breeding

# 3P, 꿀벌의 공익적 가치 향상 기술과 양봉산업의 지속성

정철의

국립경국대학교 식물학과, 농업과학연구소

꿀벌을 비롯한 화분매개 곤충은 농업 보조 생물 이상의 존재로, 생물다양성 유지와 식량 안보 확보에 핵심적인 역할을 수행하는 생태 기반 자원이다. 화분매개는 곡물, 과수, 채소 등 주요 작물의 생산성 및 품질을 좌우하며, 이는 농촌경제의 지속성과 생태계의 안정성 유지를 통해 지속가능발전목표(SDGs 2, 12, 15) 달성에도 직결된다. 그러나 최근 기후변화, 병해충(꿀벌응애와 말벌류, 바이러스성 질병 등), 농약, 빈영양화 등 복합적인 환경 스트레스는 양봉산업의 위축을 넘어 생태계 교란 및 농업 생산성 저하로 이어질 수 있는 심각한 문제로 부상하고 있다.

이에 본 연구실은 '3P(Pollinator-Pollination-Plant Production)' 농업 생태계 구축을 위해; (1) 꿀벌을 포함한 화분매개 생물다양성 보전 전략 개발, (2) 꿀벌의 생리·생태적 특성과 영양 관리를 포함한 건강성 증진 방안 모색, (3) 병해충 대응을 위한 통합적 방제 기술 고도화, (4) 지역 생태계 및 재배 환경에 적합한 토착 화분매개자 보전 및 활용 기술 개발, (5) 친환경 화분매개 환경 설계를 통한 농업 생산 기반 강화 등의 연구를 진행하고 있다.

또한, 꿀벌 및 화분매개 곤충의 공익적 기능과 생태적 가치를 과학적으로 재조명하고, 이들의 위기를 대응하기 위한 국내외 연구 네트워크의 구축, 전문 인력 양성을 위한 교육 기반 강화, 지역 연계형 정책 지원 체계 마련의 필요성을 함께 강조하고자 한다.

Keywords: Pollinator, Pollination, Plant Production, IPPM, SDGs

사사표기: 한국연구재단 중점연구소과제 3P network (NRF-2018R1A6A1A03024862)

## Indoor-keeping, breeding and reproductive physiology in the bumble bee, *Bombus ignitus*

**Ken Sasaki**

Honeybee Science Research Center, Tamagawa University, Tokyo, Japan

Bumble bees are important pollinators for agriculture, especially facility cultivation, as well as honey bees. For commercial keeping and breeding of bumble bees under indoor conditions, it is necessary to establish the reproductive physiology of bumble bees. My research group is investigating brain substances, especially biogenic amines that modulate behavior and generate caste-specific behavior in *Bombus ignitus*. In females, dopamine and octopamine in the brain are more abundant in gynes than in workers. Dopamine plays a role in promotion of mating by activating locomotion and flight and increasing acceptance of mating. In males, octopamine is a candidate substance promoting mating-related behavior. Compared to the honey bee, the roles of these biogenic amines are shared between *B. ignitus* and the honey bee, suggesting that these monoamines can be used to manipulate reproductive activity in two species. Oral application of these monoamines with food could be a way to control mating behavior and physiology of these social bees.

Keywords: Biogenic amine, *Bombus ignitus*, Dopamine, Honey bee, Mating behavior, Octopamine.

## Fuel adjustment in the honeybee

**Ken-ichi Harano**

Honeybee Science Research Center, Tamagawa University, Machida, Tokyo, Japan

Honeybee (*Apis mellifera*) foragers rely their energy primarily on sugars held in the alimentary canal. Before departing for foraging, they load a certain amount of nectar into the crop as fuel. However, carrying nectar entails potential costs, such as increased energetic expenditure, higher predation risk, and reduced crop space for collected nectar. Thus, the amount of sugar carried is expected to be adaptively regulated, although this has not been thoroughly examined. Over the past decade, our studies have revealed that honeybee workers finely adjust the crop content based on multiple factors, including the distance to the food source, the type of resource (nectar or pollen), and their informational state. Remarkably, this adjustment involves not only the volume but also the concentration of nectar loaded prior to departure. In this talk, I will discuss the ecological and behavioral significance of this fuel adjustment strategy in honeybee foraging.

Keywords: *Apis mellifera* L., behavioral strategy, foraging, fuel, metabolic cost.

## 벌치기(양봉, 養蜂)는 비법도 없고 특허약도 없다

정년기  
꿀벌동물병원

꿀벌이 사라짐이 오늘날 많은 보도와 일부 연구는 꿀벌 진드기(*Varroa destructor*)를 주범으로 지목하는 가운데 전 세계적으로 보고되는 꿀벌 개체수 감소는 단순한 질병 하나로 설명하기 어렵다. 단일 원인론으로는 한계가 있다. 생물(체)에 정답은 없지만 명(해)답과 오답은 있다.

꿀벌 진드기는 날개 불구병(Deformed wing virus) 등 전파와 체성분(지방체, 혈림프 등) 손실과 면역력 저하 등을 유발하여 치명적인 피해를 준다. 그러나 일부 지역에서는 꿀벌 진드기 방제가 잘 이루어졌음에도 벌 무리(봉군) 붕괴가 발생하며, 이는 다른 요인이 작동함을 시사한다.

꿀벌 질병의 다양성과 위협이다. 날개 불구병 외에도 여왕벌집 흑색병 등 바이러스 질병은 영양 불균형이 발병률을 높인다. 미국부저병 등은 꿀벌 진드기 없어도 전파한다. 노제마 속(*Nosema* spp)은 꿀벌의 소화기 감염으로 일벌의 수명을 단축시킨다.

약(독)물(항생제, 살충제, 진드기 구제약 등)의 오남용이다. 결과적으로 잔류 독성문제, 약물 내성 발생, 벌의 생리·행동 교란, 복합 요인을 증가시킨다.

질병 조기 진단 능력 부족, 계절별 벌 기르기(사양) 병해 예방 기술 미숙, 벌통 내·외부 위생 관리 소홀 등 벌 지기의 실기 능력이 미치는 영향이 크다.

벌치기(양봉)의 길은 꾸준한 기본기와 기술력 향상과 수의학적 질병 관리 체계 구축이 필요하다.

Keywords : 꿀벌 진드기. 약(독)물 오남용. 벌치기(양봉) 기본기와 기술력. 수의학적 질병 관리.

## 국산 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)를 활용한 꿀벌 생태계 회복과 목재 산업 활성화 방안

저자: 김동균

소속: 주식회사 자안

최근 국내 양봉산업은 꿀벌 폐사 증가와 밀원 부족 등의 문제로 어려움을 겪고 있다. 특히 산불 피해지역의 증가로 꿀벌 서식지가 파괴되어 양봉 생태계 회복이 시급한 실정이다. 본 강연에서는 국산 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)를 중심으로 꿀벌 생태계 회복과 함께 국내 목재 산업 활성화를 이룰 수 있는 실질적인 방안을 제안한다.

아까시나무는 빠른 성장 속도와 뛰어난 밀원 특성, 그리고 목재로서의 높은 내구성과 품질을 겸비한 수종으로, 산불 피해 복구와 꿀벌 밀원수 확대라는 두 가지 과제를 동시에 해결할 수 있는 최적의 수종이다. 본 연구에서는 국내에서 아까시나무를 이용한 친환경 밀원림의 조성 사례를 소개하고, 이러한 모델이 국내 양봉산업과 지역경제 활성화에 미칠 수 있는 긍정적 영향을 분석하였다.

또한 국산 아까시 목재가 공공시설 및 양봉 현장에서 실질적으로 활용되는 사례를 통해, 양봉업계와 목재산업이 상호협력하여 얻을 수 있는 시너지 효과를 논의한다. 본 강연이 양봉학 연구와 산업의 동반성장에 실질적 정책 제안을 제공할 수 있기를 기대한다.

Keywords: *Robinia pseudoacacia*, 밀원식물, 꿀벌 생태계, 국산목재, 산불복구, 벌들의 안식처

## 산림과 양봉의 상생: 지속가능한 밀원수림 조성을 위한 전략

정은주

강원대학교 산림과학부 산림자원학전공

꿀벌은 단순한 꿀 생산자를 넘어, 지구 생물종의 양식을 제공하는 식물의 핵심 수분매개자이자, 생태계 건강을 반영하는 지표종으로서 생태적·경제적 가치를 지닌다. 산림은 꿀벌에게 안정적인 밀원과 서식지를 제공하는 기반으로, 양봉산업과의 긴밀한 상호작용 속에서 숲의 중요성이 점차 부각되고 있다. 그러나 최근 꿀벌 생태계는 병해충의 확산, 기후변화로 인한 이상고온·저온, 강수 패턴의 변화, 식량원 부족 등 복합적인 스트레스 요인에 직면해 있으며, 이는 꿀벌의 생존을 위협하고 있다. 전후 70여 년간 산림은 녹화 성과를 이뤘지만, 현재는 고령화, 수종 구조 변화, 초본식물 감소, 개화기 단축 현상 등으로 꿀벌의 주요 밀원제공 기능이 저하되고 있으며, 이로 인해 지역·계절별 꿀 생산량 감소가 지속되고 있다. 문제 해결을 위해서는 밀원수림의 과학적이고 체계적인 조성 및 관리 전략이 시급하다. 일반적인 조림계획과 마찬가지로 '적지적수(適地適樹)' 원칙에 따라 디지털 산림지도, 토양·기후 데이터 분석을 기반으로 한 지역 맞춤형 밀원수종의 선별과 조림이 필요하다. 특히 꿀벌의 이동경로와 채밀 동선을 고려한 집단식재, 수종별 경제성 분석, 병해충 방제 및 숲가꾸기 등 정기적 관리, 초본류 혼생을 통한 밀원공백 완화 전략이 병행되어야 한다. 또한, 기후변화가 꿀벌뿐 아니라 수목의 생육과 생리에도 영향을 미치는 만큼, 기후적응형 수목에 대한 연구와 신밀원수 개발 역시 중요하다. 기후 적응력이 우수하면서도 채밀 기능이 뛰어난 수종의 탐색과 조림 가능성 검토는 향후 밀원생태계 회복의 관건이 될 것이다.

Keywords: 꿀벌, 밀원수림 조림, 적지적수, 기후변화 대응, 기후적응형

## 꿀벌 문화와 치유농업

이영보, 이경용, 이수진

국립농업과학원 농업생물부 양봉과

문화는 사람을 사람답게, 사회는 사회답게 만드는 생명력 있는 자산으로 과거와 현재 그리고 미래를 이어주는 다리 역할을 한다. 꿀벌과 관련된 문화 역시 양봉산업의 산물 이용과 그 문화의 이용은 우리들을 더 행복하게 하고 양봉산업을 이해하는데 큰 도움이 된다. 벌꿀 생산 뿐 아니라 프로폴리스, 봉독, 밀랍 등을 생산하고 이용하는 것과 그러한 일련의 과정들 그리고 그 외의 것들을 이용한 체험과 교육을 넘어 현재 크게 화두되고 있는 치유프로그램까지 확산한다면 그 파급력은 훨씬 클뿐더러 꿀벌을 이해하고, 꿀벌들의 생태적 지위와 무한한 가치를 재인식하는데 큰 도움이 될 것이다.

꿀벌의 소리, 벌꿀 향기, 밀랍을 이용한 체험, 여왕벌·일벌·수벌의 형태 및 생태적 특성, 수벌 체험 등 다양한 프로그램 개발 이용한 치유농업을 통해 아동에서 고령자 및 장애인까지 특화된 치유 프로그램 운영 스트레스 저하, 자아 존중감을 회복, 사회성 증진 등 치유농업은 농촌관광 마을을 활성화 하는데도 큰 파급력을 가지고 있다. 꿀벌 문화와 치유농업을 통해 향후 양봉농가가 또 다른 소득을 창출하는 대안이 되길 바란다.

Keywords: 꿀벌, 문화, 치유, 농업, 프로그램, 소득

## 중국 농업 및 양봉산업 현황

최용수

농촌진흥청 국립농업과학원 양봉과

한반도 최인접국이자 전세계 최대 교역국으로 관세청 자료에 따르면 중국산 농산물의 국내 수입액은 2017년 15억 500만 달러에서 2020년 16억 9,091만 달러, 전체 농산물 수입액 중 중국산이 차지하는 비중은 2017년 17.8%에서 2020년 18.7%로 증가 중국 의존도가 높은 농산물의 경우 코로나 19 발생 초기 물류제한으로 물가가 급등한 바 있어 환경변화에 따른 중국 내 농업동향 주시 및 해결기술 연구를 위해 한중 농업협력이 필수적임. 특히, 양봉산업 전반적인 분야에서 우리나라는 중국에 대한 의존도가 절대적인 상황이며, 중국 양봉산물은 국제 표준화를 통화를 선도하면서 수출시장을 확대하는데 노력 중임. 중국 전체 양봉산업 현황은 벌꿀 45만톤/년, 로열젤리 3,000톤/년, 화분 4,000~5,000톤/년을 생산하고 이 중 벌꿀은 12만톤, 로열젤리 1,300톤, 화분 2,500톤(주로 우리나라로 수출), 밀랍 9,000톤을 매년 수출하고 있음. 꿀벌 육종을 위해서 가장 중요한 것이 유전자원인데 이를 관리하는 관리 능력과 인적자원의 원활한 운영이 매우 중요함. 중국 양봉 역사는 3,000년 이상으로 전 세계 꿀벌 종 중 6종, 유전자원 및 육성 품종 34종을 보유하고 있으며, 18개 기관 및 대학에서 관련 인력을 양성하고 있음. 국가급 꿀벌 유전자원 관리기관은 총 15개 기관으로 안정적인 유전자원 관리 기반이 확립되어 있음.

Keywords: 중국, 농업, 양봉, 꿀벌



# 심포지엄 I

---

양봉산업 성장을 위한 정책적 협력

## 지속가능한 꿀벌응에 관리전략의 필요성

### 정철의

국립경국대학교 식물외학과

우리는 최근 유례없는 꿀벌의 월동 폐사를 겪고 있으며, 기후 변동성과 수입 벌꿀의 시장 진입 등으로 양봉산업계는 꿀벌의 사양관리는 물론 기본적 생산 체계 전반에 대한 변화와 적응을 요구하고 있다. 특히 꿀벌 응애(*Varroa destructor*)는 서양꿀벌에 가장 위협적인 해충으로, 지난 40~50년 동안 주로 화학 농약을 통해 집중 관리되어 왔다. 추가적으로 가시응애(*Tropilaelaps spp.*)의 분포가 유럽쪽으로 확산이 보고되면서, 단순한 지역 확대를 넘어 꿀벌 병해충 관리에 새로운 도전 과제를 제시하고 있다. 최근 합성 살비제에 대한 저항성은 화학 방제의 한계를 보여준다. 더불어 꿀벌은 점차 영양 부족, 바이러스 감염, 농약 노출, 기후 스트레스 등 다양한 복합 요인에 더욱 취약해지고 있다. 이러한 상황에서 화학적 방제에만 의존하지 않고, 꿀벌 스스로의 저항력을 높이는 지속 가능한 해결책이 절실히 필요하다. 우리의 토종 꿀벌인 동양꿀벌(*Apis cerana*)은 인위적인 약제 처리 없이도 응애에 대한 강한 저항성을 보이는데, 이는 오랜 공진화 과정을 통해 형성된 생물학적 특성으로 여겨진다. 따라서, 단기적으로는 간편하고 효과적인 응애 방제 기술 확보가 필요하며, 장기적으로는 자연선택을 활용하여 응애에 강한 꿀벌을 지역별로 선발·보급하는 네트워크 기반 연구 및 육종 체계가 요구된다. 자연 저항력을 갖춘 꿀벌 집단을 육성하여 화학 약제 없이도 응애 문제에 대응하고, 안정적인 화분매개 서비스를 지속할 수 있어야, 양봉산업의 지속 가능성이 도모될 수 있다고 사료된다.

Keywords: *Varroa*, *Tropilaelaps*, resistance, breeding, sustainability, pollination

사사: 농촌진흥청 스마트양봉 과제(RS-2023-00232847)

## 기후변화 대응 양봉산업 육성을 위한 연구방향

### 한상미

국립농업과학원 양봉과

최근 기상이변 및 고령화에 따른 노동력 부족 등 외부 환경 변화는 양봉산업의 지속가능성에 위협이 되고 있으며, 돌발 병해충의 발생, 베트남산 수입벌꿀의 관세 철폐와 같은 부정적 요인이 심화되고 있다. 반면, 스마트농업 기술의 확산 및 바이오소재산업의 성장 등 긍정적 요소는 새로운 양봉산업의 도약의 기회로 작용할 수 있다. 이에 따라 국내 양봉산업의 지속 가능한 경쟁력 확보를 위한 연구는 세 가지 축을 중심으로 전략적 연구개발 방향을 제시하고자 한다. 첫째, 「농업생명자원법」 및 「양봉산업법」에 근거한 법정업무 수행을 통해 꿀벌 및 뒤영벌 유전자원 보존, 신품종 육성, 화분매개벌 사육기술 개발이 필요하다. 둘째, 기후변화, 병해충, 노동력 감소 등의 현안에 대응하기 위한 스마트 사양관리기술, 병해충 방제 기술, 국산 양봉산물 고부가가치화 기술 개발이다. 셋째, 미래산업 수요에 부응하여 인공지능 기반 병해충 발생 예측 및 방제 기술, 바이오소재 산업화, 양봉농가 안전망 구축 등 혁신 기반 마련을 위한 데이터 확보 및 표준화 기술이다. 무엇보다 국내 양봉농가의 소득 안정화 및 지속가능한 양봉산업을 위해서는 데이터를 기반으로 한 대전환이 필요한 시점에 있다. 생산에서 유통까지 전주기 생산관리시스템 구축을 위한 연구와 함께 국제 기준에 부합한 사양관리 표준화 및 벌꿀 등 양봉산물 품질관리 기준 확립에 있다. 인력과 경험중심의 국내 소비 위주의 양봉에서 데이터 중심의 글로벌화가 필요하다. 이를 위한 제도 및 정책마련을 위해서는 연구가 뒷받침 되어야 만 한다. 양봉 연구는 꿀벌을 중심으로 곤충학, 식물학, 수의학, 기상학, 식품에서 공학, 심지어 인문학까지 융합 연구생태계 조성과 현장 실증 실용화 기반 구축이 필요하다. 이를 위해 국립농업과학원, 농림축산검역본부, 국립산림과학원, 국립기상과학원, 국립생물자원관 5개 부처가 ‘기상이변 대응 새로운 밀원수조 개발로 꿀벌 보호 및 생태계 보전’ 다부처공동연구사업을 2023년부터 시작하였다. 이러한 전략적 접근을 통해 스마트양봉 실현과 양봉인 삶의 질 향상은 물론, 국산 양봉산물의 산업적 경쟁력 제고에 크게 기여할 것으로 기대된다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Morphometry, High productivity, Bee breeding

S-03

## Establishment of a National Monitoring System for the Prevention of Honeybee Disease

**Jaemyung Kim**

Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

To better understand the nationwide status of honeybee diseases, the Animal and Plant Quarantine Agency (APQA) launched a national monitoring program in 2025. This initiative supplements traditional diagnostic services, which recorded 136 cases in 2023 and 173 in 2024, indicating the need for systematic surveillance. The 2025 plan includes three sampling rounds annually (March-May, July-August, October-November), collecting 1,020 samples from six regions. Each apiary provides adult bee and larval samples. Monitored sites include farms involved with the Rural Development Administration, the Honeybee Disease Advisory Panel, and local government programs.

The surveillance focuses on key honeybee pathogens, *Varroa* mite infestation, and their clinical effects. Data analysis will reveal seasonal and regional trends to inform disease management. This program, supported by national funding and existing control agent resources, aims to enhance honeybee disease response strategies and promote nationwide cooperation.

Keywords: Honey bee, National Monitoring, Prevention, Honeybee Disease

S-04

## 다목적 밀원식물 평가·발굴 및 밀원단지 조성체계 구축

**권해연, 김현준, 나성준**

국립산림과학원 산림특용자원연구과

기후변화와 생태계 불안정성으로 양봉산업의 지속가능성이 위협받는 가운데, 밀원생산성이 우수하고 기후환경에 적합한 밀원식물 및 밀원단지 조성·관리 기술에 대한 연구수요가 증가하고 있다. 본 연구는 다목적 밀원식물 발굴과 권역별 최적 밀원단지 조성모델 개발을 통합적으로 추진하였다. 이를 위해 꽃꿀량, 유리당 및 아미노산 조성을 조사·분석해 우수한 꿀 생산성과 동시에 영양학적 기여도가 높은 밀원식물을 발굴하였다. 아울러, 채밀량 향상을 위한 다개화 신품종을 개발하고 있으며, 친환경 최적 재배관리 기술 개발의 일환으로 미생물제제 처리를 통해 병해충 방제 및 꿀 생산성 증진 효과를 확인하였다. 산불피해지 복구, 내화수림대 조성, 탄소흡수원 확충 등 다목적 활용을 위해 내화수종의 밀원가치를 평가하고 실증연구를 수행하였다. 3개 권역에 매년 2ha 규모의 테스트베드를 조성하여 적지적수, 최적 임분밀도, 수령별 생산성을 조사하고, 대규모 단지 조성을 위한 유·무성 증식법과 종자보급단지를 구축하였다. 아울러 기후변화 시나리오별 개화생리와 밀원특성을 분석하여 미래 기후에 적합한 자원을 발굴하고 있다. 본 연구 결과는 「양봉산업의 육성 및 지원에 관한 법률」의 이행을 지원하며, 다목적 밀원수종 기반의 6차 산업화와 지역경제 활성화에 기여할 것으로 기대된다.

Keywords: 밀원식물, 밀원단지 조성, 다개화 신품종, 기후변화 적응, 6차 산업화

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(Project No. FG0403-2023-03-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 국가 기후변화 표준 시나리오 산출과 활용

심성보, 최다솜, 이형석, 최가영, 정세훈, 윤주호, 이수경, 김주영, 진주호, and 김지현

기상청 기후과학국 기후위기협력팀

기상청은 정부와 지자체가 기후변화 적응정책을 수립할 수 있도록 IPCC AR6 기반의 국가 기후변화 표준 시나리오를 산출하여 기후변화 상황지도를 통해 제공하고 있다. 기후변화 시나리오는 온실가스 변화 등의 인위적인 원인을 입력자료로 활용하여 기후변화 예측모델을 이용하여 계산한 미래 기후변화 전망정보로써, 다양한 분야의 기후변화 영향을 파악하고 취약성 평가 등에 활용되고 있다. 전지구 시나리오(~100km)는 지역 규모의 기후 현상을 포착하기 어렵고 우리나라의 복잡한 지형 특성을 반영할 수 없으므로 역학적/통계적 상세화 과정을 거쳐 남한상세(1km) 시나리오를 산출했다. 또한, 활용도를 높이고자 읍면동까지 행정구역 단위로 기후요소(7종), 극한기후(27종), 농업 등 분야별 영향정보(32종)를 제공하고 있다. 기후변화 시나리오에 따르면 온실가스 배출에 따라 현재 대비 21세기 후반 폭염일수는 최대 9배까지 증가할 수 있으며, 아열대 기후 지역이 크게 넓어질 수 있다. 특히, 봄꽃 개화 시기가 앞당겨질 것으로 예상되어 꿀벌의 개체수 감소나 꿀 생산량에 악영향이 우려된다. 향후 IPCC의 AR7 신규 시나리오에서는 관계부처가 일관된 기후변화 적응정책을 수립할 수 있도록 표준화된 기준과 절차를 고려해, 승인 시나리오 기반 단일 표준시나리오로 만들어 제공할 예정이다.

Keywords: 기후변화, 상황지도, 지역상세, 극한기후, 영향정보, 표준시나리오





# 구두발표 I

---

질병 및 병해충, 사양관리, 양봉산물

O-01

## Neonicotinoid-Induced Homing Disruption in Honey Bees Is Linked to Energy Metabolism and Hormonal Imbalance Rather Than Cognitive Function

**Euijin You<sup>1</sup>, YeongHo Kim<sup>2</sup>, and Young Ho Kim<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Republic of Korea

<sup>2</sup>Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Republic of Korea

Neonicotinoid insecticides pose serious risks to honey bees, leading to regulatory bans in the European Union, but continued to use in South Korea. In this study, we investigated the effect of two commonly used neonicotinoids, acetamiprid and imidacloprid, on the homing ability of honey bee. Both compounds reduced homing rates, with more pronounced impact in the imidacloprid-treated groups. Interestingly, despite the upregulation of foraging-associated genes, treated bees displayed impaired navigation. Transcriptomic analyses revealed suppression of genes involved in the insulin/insulin-like peptide signaling pathway and mitochondrial respiration, indicating disruptions in energy metabolism. Concurrent upregulation of *methyl farnesoate epoxidase* and *vitellogenin* suggested endocrine dysregulation that could interfere with behavioral maturation and caste regulation. Collectively, these findings suggest that homing impairment arises from metabolic and hormonal dysfunction rather than cognitive deficits, in contrast to previous reports. This work underscores the importance of incorporating mechanistic endpoints into pesticide risk assessments to help prevent declines in honey bee populations.

Keywords: Honey bee, Neonicotinoids, Homing ability, Foraging, Energy metabolism, Endocrine disruption.

O-02

## Non-Invasive Molecular Surveillance of Honey Bee Pathogens via Environmental DNA and RNA from Hive Debris

**KyungHwan Moon<sup>1</sup>, Joonhee Lee<sup>2</sup>, Hee Jin Jung<sup>3</sup>, Si Hyeock Lee<sup>2</sup>, Keon Mook Seong<sup>3</sup> and Young Ho Kim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Vector Entomology, Kyungpook National University

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

<sup>3</sup>Department of Smart Agriculture System, Chungnam National University

Hive debris is a complex mixture of materials found inside beehives, including bee feces, wax, pollen, honey, and propolis. In this study, we aimed to develop a non-invasive molecular diagnostic method for monitoring honey bee health by using hive debris as a source of environmental nucleic acids. Samples were collected from 18 apiary sites across South Korea, and environmental DNA (eDNA) and RNA (eRNA) were extracted from each. Using eDNA, we developed a diagnostic approach to detect four major ectoparasitic species associated with honey bees (*Acarapis woodi*, *Tropilaelaps clareae*, *Varroa destructor*, and *Aethina tumida*), along with fungal and bacterial pathogens responsible for Nosemosis, Chalkbrood, Stonebrood, and Foulbrood diseases. Additionally, eRNA analysis enabled the detection of six major honey bee viruses: Deformed wing virus, Sacbrood virus, Kashmir bee virus, Israeli acute paralysis virus, Chronic bee paralysis virus, and Black queen cell virus. Our findings demonstrate that hive debris serves as a valuable, non-lethal source of environmental nucleic acids, enabling comprehensive and large-scale pathogen surveillance in honey bee colonies.

Keywords: Hive debris, Environmental DNA/RNA, Beehive parasites, Pathogen detection, Non-invasive diagnosis.

O-03

## Evaluation of dsRNA-Mediated Suppression of Nosemosis in *Apis mellifera* L.

Hyeonha Yoo<sup>1,2</sup>, Sooho Lim<sup>1</sup>, Woojin Kim<sup>1</sup> and Minlee Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>R&D Center, Genolution Inc., Republic of Korea,

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, Jeonbuk National University, Republic of Korea

미소포자충 *Vairimorpha* (=Nosema) *ceranae*에 의해 유발되는 노제마병은 국내외적으로 꿀벌 건강에 중대한 영향을 미치는 주요 질병으로 지목되고 있다. 국내에서는 노제마병 치료를 위하여 현재까지 항생제 계열 약제인 후미달-B(fumagillin B)가 주로 사용되고 있으나, 내성 발생 및 생체 독성 문제로 인해 보다 안전하고 지속 가능한 대체제 개발이 필요하다. 본 연구는 RNA 간섭(RNAi) 기술을 기반으로 *V. ceranae* 특이적인 친환경 약제를 개발하여 꿀벌 생태계의 안정적 보호를 목적으로 하였다. *V. ceranae*의 주요 유전자 11종을 표적하는 dsRNA를 *V. ceranae* 감염 일벌에게 각각 경구 투여 하여 활성 억제 효능에 대한 스크리닝을 수행하였다. 각 dsRNA에 의한 노제마 감염 양상은 qPCR을 활용하여 꿀벌 장내 *V. ceranae*의 16S-rRNA 유전자 발현량을 기반으로 정량 평가하였다. 그 결과 *swp25*, *metap2*, *spp* 표적 dsRNA를 섭식한 일벌에서 대조군 대비 각각 74.8%, 63.3%, 57.2%의 유의미한 노제마 감염 억제 효과가 확인되었다. 이러한 결과는 RNAi 기술이 친환경적이고 실용적인 양봉 질병 관리 전략으로서 활용될 수 있음을 시사한다.

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원(기술사업화지원사업)의 지원을 받아 수행되었다 (No. RS-2024-00400501).

Keywords: *Apis mellifera*, Microsporidia, *Nosema ceranae*, RNA interference(RNAi), qPCR, Apicultural disease control

O-04

## Towards Smart Beekeeping: A Comprehensive Robotic Solution for Beehive Management and Labor Relief

Pingan Wang<sup>2</sup>, Kyeong Yong Lee<sup>3</sup>, Subae Kim<sup>3</sup> and Xiongzhe Han<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biosystems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University

<sup>2</sup>Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University

<sup>3</sup>Division of apiculture, National Institute of Agricultural Science, RDA

Rapid population ageing among Korean beekeepers turns the repetitive lifting of 25–35 kg hives into a critical occupational hazard, especially during peak harvest season in summer months. To mitigate it, we propose an Intelligent Beehive Management System (IBMS) developed in two iterative stages. In the desktop prototype, YOLOv8 detection, DeepSORT tracking and RGB-D fusion localise hives with > 90 % mAP, while a PID-MPC planner drives virtual joints with 43 mm spatial RMSE and 17 % shorter cycles than PID alone. The physical implementation mounts a five-axis orthogonal manipulator on a tracked LNS-T500 carrier; finite-element and multibody analyses verify structural safety. A ZeroMQ framework delivers broker-free, millisecond-latency messaging, enabling seamless hand-over between a manual and full automatic mode, with exhaustive logging for audit. Ongoing work will quantify vibration tolerance, map apiaries, and fuse IMU with wheel-encoder data for centimetre-level navigation.

Keywords: Beekeeping, Deep Learning, 3D Reconstruction, Automated Transporting.

O-05

## Impact of light conditions on honey bee foraging and spring colony development

**Yongrak Kang<sup>1</sup>, and Chuleui Jung<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Department of plant Medicals, Gyeongsuk National University, Andong, Republic of Korea

<sup>2</sup>Agricultural Science and Technology Institute, Gyeongsuk National University, Andong, Republic of Korea

The foraging activity of honey bees is affected by colony status such as brood rearing, food reserves, and colony strength, as well as environmental factors including temperature, humidity, and light intensity. In early spring, the queen resumes egg-laying, and foraging supplies resources for colony development. This study, conducted from April 1 to May 1, 2025, compared the effects of light-intensity differences between open-field and bee-house environments on foraging activity and colony growth. Three colonies were placed in each environment. Ambient temperature, relative humidity, and light intensity were measured hourly in the external environment using a light meter and data loggers. Pollen foraging was recorded with pollen traps, and colony strength was assessed at the start and end of the experiment based on adult bee numbers and brood area. Open-field colonies received higher light intensity, collected more pollen, and showed greater increases in adult population and brood area than bee-house colonies. These results suggest that low exterior light in bee houses may suppress foraging and slow spring colony buildup. Adequate light exposure should be considered in bee house design and springtime apiary management to support healthy colony growth.

Keywords: Bee house, Light intensity, Foraging activity, Brood development, Apiary management

O-06

## 국내 권역별 아까시꿀의 차이를 구명하기 위한 대사체 분석

**박수원, 김선미, 이샘결, 최홍민, 한상미, 우순옥, 임푸름\***

국립농업과학원 양봉과

본 연구는 국내 아까시꿀의 대사체를 파악하기 위해 권역별(북부, 중부, 남부)로 나누어 UPLC-Q-TOF MS를 이용하여 대사물질을 분석하였다. 14종의 아까시꿀에 검출된 대사물질 중 9가지 성분은 스펡고리피드 계열, 지방산 아마이드 유도체, 페놀기(-OH) 구조 등이 공통적으로 발견되었다. 이는 자유라디칼을 소거하여 꿀의 항산화 능력을 보여준다. 다변량 통계분석(PLS-DA)을 이용하여 대사물질을 비교한 결과, 경상/전라는 대부분 아래쪽에 집단을 형성하였고, 경기/강원은 대부분 위쪽에 집단을 형성하였다. 또한 차이에 관여하는 주요 물질들 중 VIP  $\geq 0.7$ , p-value  $< 0.05$ 에 해당하는 5종의 대사물질 상관관계를 heatmap으로 시각화한 결과, 경상/전라는 대체로 낮은 함량을 보였고, 경기/강원은 대부분 높은 함량을 보였다. 결론적으로, 국내 권역별 아까시꿀의 주요 대사물질을 동정하여 대사체 분석에 활용될 수 있는 기초자료를 제공하였다.

Keywords: *Robinia pseudoacacia* L., UPLC-Q-TOF MS, PLS-DA, Metabolites

사사: 본 연구는 농촌진흥청 사업(과제번호: PJ01745702)의 지원으로 수행되었습니다.

O-07

## Anticancer effects of propolis-derived Caffeic Acid Phenethyl Ester (CAPE) on Cisplatin Resident Ovarian Cancer Cells

<sup>1</sup>GaEun Kim, <sup>1</sup>HyeonJi Jang, <sup>2</sup>Boyun Kim, and <sup>1</sup>Jewon Jung

<sup>1</sup>Department of SmartBio, Kyungsung University, Busan, the Republic of Korea

<sup>2</sup>Major in Aquaculture and Applied Life Sciences, Pukyong National University, Busan, the Republic of Korea

Honeybee-derived propolis contains various bioactive molecules with diverse pharmacological activities. Among them, caffeic acid phenethyl ester (CAPE) possesses a phenethyl ester group and exhibits anti-inflammatory, antibacterial and anticancer properties. Although ovarian cancer does not have the highest incidence among female cancers, it is characterized by the highest relapse rates. When relapse occurs, drug resistance significantly increases the mortality rate, highlighting the urgent need for novel therapeutic strategies. One of the hallmarks of cancer cells is dysregulated cell cycle progression, which is closely linked to enhanced autophagy and survival. Therefore, targeting the cell cycle is a crucial approach for anticancer therapy. Previous studies have shown that endoplasmic reticulum (ER) stress can induce cell cycle arrest in cancer cells, suggesting a potential therapeutic mechanism.

In this study, we investigated the anticancer effects of CAPE on the cisplatin-resistant ovarian cancer cell line A2780/cis, focusing on its ability to modulate ER stress and cell cycle progression as a strategy to overcome drug resistance.

Keywords: Propolis, Caffeic Acid Phenethyl Ester (CAPE), ovarian cancer, cell cycle arrest, ER stress

O-08

## Study on the Extraction and Solvent Fraction of *Actinidia arguta* Bee Pollen

이샘결, 이문선, 손윤곤, 박수원, 김선미, 임푸름, 최흥민, 우순옥\*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

본 연구는 국내 자생 식물인 다래의 벌화분을 기능성 소재 개발의 원료로 활용하기 위해서 추출 및 용매 분획을 통한 유효성분의 분리 가능성을 탐색하고자 수행되었다. 국내에서 생산된 다래 벌화분은 다양한 용매를 사용하여 추출되었으며 이후 단계별 용매 분획과 MPLC를 이용한 용매 농도 기반 분획을 수행하였다. 단계별 용매 분획은 극성차이를 기반으로 n-헥산, 다이클로로메테인, 에틸아세테이트, 부탄올 순서로 진행하였다. 두 분획 방식으로부터 확보한 각 분획물은 UPLC를 통해 화학적 성분의 비율과 수율을 비교 하였다. 이후 유효 분획물은 선별하여 추가 정제를 진행하였다. 분획물은 UPLC 및 LC-MS 분석을 통해 화학 성분을 비교하였으며 주요 활성 성분에 대해서는 NMR 분석을 도입하여 구조 동정을 하였다. 이러한 결과는 다래 벌화분의 유효 성분 탐색에 효율적인 추출 및 분획 전략을 제시할 수 있으며, 동시에 생리활성 소재를 분석하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

Keywords: *Actinidia arguta*, bee pollen, Extraction, MPLC, LC-MS

O-09

## Essential Oils from some Korean Propolis: Composition and Acaricidal effects on *Varroa destructor*

**Aman Dekebo<sup>1,2</sup>, Delgermaa Ulziibayar<sup>2</sup>, Tekalign Begna<sup>2</sup> and Chuleui Jung<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Applied Chemistry, Adama Science and Technology University, Ethiopia.

<sup>2</sup>Department of Plant Medicinals, GyeongKuk National University, Andong GB 36729, Republic of Korea.

Propolis is a sticky resin collected by bees from plants to seal and protect their hives. *Varroa destructor* is one of the most harmful parasites affecting honey bees especially *Apis mellifera*, and plays a key role in colony collapse. Although synthetic acaricides have been commonly used for its control, resistance and residue issues are increasing. This study compared the chemical composition and acaricidal effects of some Korean propolis essential oils (EOs) collected from Andong (AN), Gonju field (GF), and Gonju mountain (GM). The oils were extracted by hydro-distillation and their chemical composition were analyzed using GC-MS. Various volatile compounds such as sesquiterpenes, aromatic compounds, and fatty acids were identified. Differences in plant types near the hives caused variations in chemical composition. Among the samples, GM propolis EOs showed the strongest acaricidal effect ( $LC_{50} = 294.86 \mu\text{g/ml}$ ), followed by AN propolis EOs ( $LC_{50} = 351.36 \mu\text{g/ml}$ ) but less effective than tau-fluvalinate ( $LC_{50} = 142.85 \mu\text{g/ml}$ ). Further studies on Korean propolis from different regions could lead to safer and more effective methods for controlling *Varroa* mites.

Keywords: Korean Propolis; Essential oil; Sesquiterpenes; Andong, Gonju

O-10

## Chestnut Honey Promotes Hair Growth via Activation of Wnt/ $\beta$ -Catenin and ERK Signaling Pathways

**Eun-Bin Kwon<sup>1</sup>, Hong Min Choi<sup>2</sup>, Young Soo Kim<sup>1\*</sup> and Jang-Gi Choi<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Korean Medicine (KM) Application Center, Korea Institute of Oriental Medicine, Daegu 41062, Korea

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 566-851, Republic of Korea

This study evaluated the hair growth-promoting effects of chestnut honey in human hair follicle dermal papilla cells and a C57BL/6 mouse model. Chestnut honey significantly and dose-dependently enhanced the proliferation of dermal papilla cells. In vivo, oral administration of chestnut honey stimulated hair regrowth on the shaved dorsal skin of mice. Mechanistically, chestnut honey activated the Wnt/ $\beta$ -catenin signaling pathway by regulating GSK3 $\beta$ , a key regulator of hair follicle development. It also increased phosphorylation of extracellular signal-regulated kinase (ERK). These findings suggest that chestnut honey promotes hair growth through activation of the Wnt/ $\beta$ -catenin and ERK pathways, supporting its potential as a natural therapeutic agent for hair regeneration.

Keywords: Chestnut honey, Hair follicle, Hair growth, Wnt/ $\beta$ -catenin signaling.

Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development" (NO. RS-2023-00228817)



# 구두발표 II

---

생리육종, 화분매개, 밀원식물

O-11

## Pesticide Exposure Alters Feeding Preference in Honey Bees via Gustatory Pathways

**YeongHo Kim<sup>1</sup>, Kye Chung Park<sup>2</sup> and Young Ho Kim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Republic of Korea

<sup>2</sup>Bioprotection Ecological Pest Management, New Zealand Institute for Plant and Food Research, New Zealand

Pesticides, widely used in agriculture, have raised concerns about their effects on honey bee foraging behavior. Recent studies have shown that honey bees exhibit a preference for food sources contaminated with neonicotinoids, suggesting a risk of chronic exposure. However, the underlying mechanisms driving this behavior remain largely unclear. In line with previous findings, our feeding preference experiments demonstrated that honey bees previously exposed to a specific pesticide—not only neonicotinoids but also other commonly used insecticides such as organophosphates and carbamate—showed a consistent preference for food containing the same compound. To investigate the mechanism behind this pesticide-related feeding preference, we examined the olfactory and gustatory electrophysiological responses of honey bees to these pesticide compounds. Our results indicate that honey bees do not detect these pesticides via olfactory receptors but may instead perceive them through gustatory pathways. These findings suggest that pesticide exposure can influence honey bee foraging preferences, offering novel insights into the behavioral impacts of agrochemical exposure.

Keywords: Honey bee, Pesticide, Preference, Behavior, Electrophysiology

O-12

## Honey Bee Pollination Efficacy in Open-field Golden Kiwifruit: Development of Pollinator Climate Index

**Sunghyun Min, Young Bo Lee, Kyeong Yong Lee, Sujin Le, Heeji Kim, Minwoong Son, Donghee Lee, and Bosung Park**

Apiculture Division, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Republic Korea

Korean kiwifruit production faces declining fruit set rates (65% to <50%) due to labor shortages and weather instability under conventional artificial pollination. This study evaluated honey bee (*Apis mellifera*) pollination efficacy in open-field golden kiwifruit ('Haegeum') through field experiments at an 11,200m<sup>2</sup> orchard in Wando County. Four treatments were compared: (1) untreated control, (2) artificial pollination, (3) honey bee + male cultivar grafting, and (4) integrated approach with pollen attachment devices. Each treatment used one colony (7,500 bees) per 7,500m<sup>2</sup> with automated activity monitoring and meteorological measurements. Results showed dramatic improvements: final fruit set rates increased from 12.2% (control) to 91.0% (integrated treatment), representing 7.5× enhancement. Fruit quality improved significantly with 10.4× increases in longitudinal diameter and 9.7× in transverse diameter. Quality stability achieved coefficient of variation of 14.8% (integrated) versus 159.2% (control) (F=49.972, p<0.001). Bee activity correlated strongly with temperature (r=0.45-0.65) and solar radiation (r=0.85-0.93). A novel Pollinator Climate Index (PCI) incorporating multiple meteorological factors achieved 79% predictive accuracy versus 64% for conventional models. This study demonstrates honey bee pollination as a viable climate-resilient alternative for sustainable kiwifruit production.

Keywords: *Apis mellifera*, Apiculture, *Actinidia chinensis*, Statistical analysis.

O-13

## A comparison of gene expression related to *Varroa*-resistance in genetic resources of domestic honeybees

**Jin Myung Kim, Daegeun Oh, Chang-hoon Lee, Peter Nijukang Akongte, Yong-Soo Choi, and Dongwon Kim**

Department of Agricultural Biology, Honeybee Resource Materials Research Laboratory, National Institute of Agricultural Sciences

꿀벌응애(*Varroa destructor*)는 꿀벌 월동폐사의 주요 원인으로 지목될 만큼 국내 양봉산업에 심각한 피해를 입힌다. 보다 효과적인 꿀벌응애 방제를 위해서는 약제처리나 사양관리 외에도 꿀벌응애 저항성 품종 육성을 통한 근원적 해결 방안이 필요하다. 이를 위해 최근 국외에서는 꿀벌응애 저항성을 결정하는 유전자들에 대한 연구가 다수 수행되고 있다. 반면 국내의 경우 꿀벌 유전자원에 대해 이러한 연구가 거의 이루어지고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 국외 연구 결과를 참조하여 5개 꿀벌 계통을 대상으로 꿀벌응애 저항성 연관 유전자들의 발현을 비교분석하였다. D, V계통의 꿀벌에서 꿀벌응애 저항성에 관여하는 *Alh*, *hormone receptor 78*의 유의미한 발현 증가를 확인하였다. 꿀벌의 위생행동(*Varroa-sensitive hygiene*)에 관여하는 유전자들은 그 빈도에 따라 발현에 차이를 보이는 9개 유전자, 후각 기능 유전자 2개를 선발해 꿀벌의 뇌조직에서 발현을 분석하였다. 그 결과 모든 유전자가 일관성 있는 발현 양상을 보이지는 않았으나, 일부 계통에서 유의미한 발현을 보이는 유전자를 확인할 수 있었다. 본 연구 결과는 국내 꿀벌 계통간 꿀벌응애 저항성 연관 유전자들의 차등 발현을 제시함으로써 추후 꿀벌응애 저항성 품종 개발을 위한 기초 자료로 활용 가능할 것으로 생각된다.

Keywords: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, *Varroa*-sensitive hygiene (VSH), *Varroa*-resistance honeybee, Gene expression

O-14

## Unraveling the Geographical Provenance of Honey Through Environmental DNA Metabarcoding

**Seonmi Kim, Soon OK Woo, Hong Min Choi, Pureum Lim, Samgyul Lee, Mun Seon Lee, Yungon Son, Suwon Park**

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science,

Fifteen domestic and four imported acacia honey samples were subjected to V3-V4 16S rRNA gene metabarcoding, yielding a total of 1,147 bacterial taxa. The 39 most abundant taxa were categorized into five functional groups based on physiological and ecological traits: (1) honeybee-associated symbionts (*Apilactobacillus* spp., *Gilliamella apicola*), which support digestion and immunity; (2) pathogenic bacteria (*Melissococcus plutonius*, *Paenibacillus larvae*), causative agents of foulbrood diseases; (3) beneficial and probiotic strains (*Bacillus atrophaeus*, *Latilactobacillus sakei*, *Clostridium butyricum*) with fermentative and antimicrobial activities; (4) skin and human commensals (*Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus capitis*), indicating possible operator or cross-contamination; and (5) environmental and plant-associated bacteria (*Pantoea*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Erwinia*) originating from soil, vegetation, and air. These microbial community profiles hold promise as biomarkers for honey provenance authentication and as concurrent indicators of apiary health and disease risk.

Keywords: Acacia honey, metabarcoding

O-15

## Honey Plant Potential of *Tilia cordata* in Central Asia

**Sunho Kwon<sup>1</sup>, Boymakhmat A. Kakhramanov<sup>2</sup> and Chuleui Jung<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Plant Medicals, Gyeongbuk National University, Andong

<sup>2</sup>General Zoo and Veterinary Graduate School, Tashkent State Agrarian University

<sup>3</sup>Agricultural Research Institute, Gyeongbuk National, University

The expansion of pollinator populations, including honeybees, is closely tied to the stable availability of nectar resources, which are increasingly threatened by agricultural intensification. This study examined the effects of temperature, relative humidity, and light intensity on the nectar secretion patterns of *Tilia cordata* in Uzbekistan. Flowers produced 0.52  $\mu$ L nectar/day (60.43% sugar), with peak secretion at 10:00 AM. Honeybee visitation peaked at noon and was unaffected by weather variables, while nectar volume decreased with temperature and increased with humidity and light. Pollination dependency was 81%, indicating a high reliance on insect-mediated pollination, and the estimated honey yield was  $276.4 \pm 42.5$  L/ha, reflecting strong melliferous potential. This suggests *T. cordata* is a highly valuable nectar source for honeybees, while benefiting from high pollination rates itself — a mutually positive relationship. Further studies are needed on its planting and management under Uzbekistan's environmental conditions.

Keywords: Environmental, Climate adaptation, Estimation, Pollination dependency, Potential

O-16

## 불갑사 사찰숲의 관속식물과 밀원식물 가치 평가

**조계중<sup>1</sup>, 김상민<sup>1</sup>, 오찬진<sup>2</sup>, 김영기<sup>1</sup>, 김세현<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>국립순천대학교 산림자원학전공, <sup>2</sup>숲과나무연구소

영광 불갑사 사찰숲에서 서식이 확인된 관속식물은 104과 386종 36아종 3변종 1품종 총 428분류군으로 확인되었다. 조사된 관속식물을 대상으로 정량분석을 통하여 멸종위기 2급종인 진노랑상사화 1분류군이 확인되었으며 비교적 안정적인 군락을 형성하고 있었다. 관심대상종(LC)으로는 나도수정초, 삿갓나리 2분류군, 취약종(VU)으로는 백양꽃 1분류군이 확인되었다. 식물구계학적 특정식물중 총 85분류군의 관속식물이 영광 불갑사 사찰숲의 식물구계학적 특정식물로 확인되었다.

생활형 분석결과 일년생식물의 출현율(17.8%)이 낮고 반지중식물(29.4%), 대형지상식물(23.8%)의 출현율이 매우 높게 나타났다. 외래식물 및 생태계 교란식물은 소리쟁이, 줄명아주, 다닥냉이 등 27분류군으로 확인되었다.

밀원식물 가치 평가결과 57과 121분류군이 밀원식물로 확인되었으며, 주요 밀원식물은 헛개나무, 밤나무, 뽕나무, 참식나무, 피나무, 찰피나무, 때죽나무, 동백나무, 토끼풀 등 20과 40분류군이 확인되었으며, 보조밀원식물은 쥐똥나무, 고추나무, 이고들빼기, 머위 등 50과 81분류군이 확인되었다.

Keywords: 사찰숲, 관속식물, 멸종위기종, 관심대상종(LC), 취약종(VU), 식물구계학적 특정식물, 밀원식물



# 양봉농가교육

---

S-06

## 꿀벌 우수 품종 육성 및 보급

최용수, 김동원, 오대근, 아콩테피터, 김진명, 이창훈  
농촌진흥청 국립농업과학원 양봉과

우리나라 꿀벌 품종 육종 연구의 결과, 서양종꿀벌 4종, 토종벌 2종의 품종이 개발되어 있다. 최근 농진청에서 개발한 고품질 로열젤리 생산 품종인 젤리킹은 로열젤리 제품의 고품질화를 선도하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 그러나 한정적인 유전자원을 가지고 육종 연구를 하는 데는 한계가 존재한다. 따라서 우리나라의 가장 시급한 과제를 다양한 유전자원의 확보를 통한 우수 품종 육성의 기반 조성이 필요하다. 그리고 이러한 유전자원의 안정적인 유지 보전을 위한 수벌 정액 장기보존 기술의 국내 확립하는 것이 시급하다. 전 세계적으로 꿀벌의 개체 수가 감소하고 있는 상황에서 국내외 꿀벌 육종의 방향은 꿀벌응애 저항성 품종 또는 면역력 우수 강건 품종을 개발하는데 노력하고 있다. 이러한 육종 연구에는 전통적인 방법을 포함한 인위적인 면역력 부여 및 분자 육종을 통한 우수 꿀벌 품종 육종 연구에 더욱 노력할 필요가 있다. 지속 가능한 양봉산업을 위해서 환경적응력이 우수하거나 병해충에 대한 우수한 저항성을 보유한 품종의 개발은 지속적으로 수행해야 할 중요한 과제이다.

검색어: 꿀벌, 육종, 정액장기보존, 분자육종

S-07

## Current Status of Veterinary Medicinal Products for Honeybee Disease Control in Korea

Hyang Sim Lee

Parasitic and Honeybee Disease Laboratory, Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

In response to increasing threats posed by honeybee diseases in Korea, various veterinary medicinal products (VMPs) have been officially approved and utilized for disease control in apiaries. Major threats to honeybee health include pathogens (e.g., *Paenibacillus larvae*, *Melissococcus plutonius*, *Nosema ceranae*) and parasitic infestation such as *Varroa* mites. These diseases can significantly impact colony health, productivity, and the sustainability of pollination services. To mitigate these threats, the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, along with the Animal and Plant Quarantine Agency, has facilitated the registration of multiple VMPs. These include antibiotics for bacterial infections (e.g., oxytetracycline), anti-fungal or anti-*Nosema* agents, and RNA-based therapeutics such as HoneyGuard-R, developed to target specific viral pathogens using gene-silencing technology. The availability and proper use of registered VMPs allow beekeepers to manage disease outbreaks more effectively, while also ensuring compliance with national residue and food safety standards. Ongoing research and regulatory support are essential to expand treatment options and address resistance issues.

Keywords: Veterinary Medicinal Products, Honeybee Disease, Control

S-08

## 국내 디지털 양봉관리 기술의 발전

이경용

국립농업과학원 농업생물부 양봉과

양봉의 효과적인 사양과 안정적 운영을 통한 수익성 극대화를 위해 ICT 기반의 디지털 양봉기술이 확산되고 있다. 최근 다양한 원인에 의한 꿀벌 소실에 대응하기 위해, 경험 중심의 전통양봉에서 데이터 기반의 디지털 양봉으로의 전환이 요구된다. 디지털 양봉은 사양시설, 봉군 관리, 양봉산물 생산·유통 등 전 과정에 적용 가능하다. 고정양봉에서는 환경센싱과 함께 벌통 이동·운반 효율을 높이는 로봇기술과 웨어러블 기기가 활용되며, 이동양봉에서는 위성항법(GPS) 기반의 위치 정보 제공이 가능하다. 2023년 개발된 “이동양봉정보제공서비스”를 40개 농가에 적용한 결과, 이동비용 4% 절감과 벌꿀 생산 8% 향상이 확인되었다. 사양관리 분야에서는 IoT 기반 전자벌통모니터링(EBM) 기술이 봉군 내 행동과 상태를 비침습적으로 수집·분석하여 의사결정에 활용된다. 해충 방제에서는 이미지 딥러닝을 통한 응애 실시간 진단기술이 개발되고 있으며, 말벌 방제를 위해 드론과 레이더 기술을 통한 동지 탐지·제거 기술이 연구되고 있다. 2025년에 개발된 “꿀벌응애 진단시스템”은 5분 내 한 개 봉군의 응애수를 정량화하여 방제 결정을 지원한다. 양봉산물은 HACCP 기반 품질관리와 생산이력시스템으로 관리되며, 기상·경관·밀원 개화 데이터 분석을 통해 꿀 생산 예측이 가능하다. 이러한 디지털 양봉기술은 생산성과 품질 향상을 넘어, 꿀벌 보전과 농업생태계 안정, 지속가능한 양봉산업 발전의 핵심 기반이 될 것으로 기대된다.

Keywords: Digital beekeeping technology, ICT-based beekeeping Electronic beehive monitoring, *Varroa* mite detection,

S-09

## Assessment of Honey Plants resources and Climate Adaptation Potential

나성준, 원상재, 박지민, 김현준

국립산림과학원 산림특용자원연구과

최근 사회문제로 부각되고 꿀벌 폐사 문제를 해결하기 위해서는 꿀벌의 선천면역 증진과 병해충 저항성을 증진시켜야 한다. 다양하고 풍부한 먹이(꽃꿀, 꽃가루)를 섭취한 꿀벌은 수명과 질병 저항성이 증가하므로 다양한 개화시기를 갖는 밀원식물로 구성된 밀원숲의 조성하는 것이 중요하다. 이에 본 연구는 밀원생산성이 우수한 밀원식물을 탐색·평가하여 꿀벌의 번성과 양봉산업을 지원하는 우수자원을 발굴하는 것이 목적이다. 이를 위해 우선 과학적이고 객관적인 밀원생산성을 비교할 수 있는 조사 매뉴얼을 확립하였으며, 개선된 평가방법을 통해 목본류 29수종 및 초본류 19종의 밀원가치 평가를 수행하였다. 연구결과, 국내 양봉산업에 가장 큰 비중을 차지하는 아까시나무 보다 꽃꿀 생산성이 우수한 16수종을 발굴하였으며, 특히, 광나무, 이나무, 아왜나무, 칠자화 등 새로운 산림밀원을 국내 최초로 발굴하였다. 아울러, 초본류에 대해서도 메밀, 유채 등 농업작물 9종 뿐만 아니라 산꼬리풀 등 자생식물 10종의 새로운 밀원식물을 최초로 발굴하였다. 한편, 기후변화 심화되는 상황에서 산꼬리풀의 기후 적응성을 검증하기 위해 다양한 기후변화 시나리오(SSP1, SSP3, SSP5)에서 생리·생장 반응, 개화 특성, 꽃꿀 분비 및 꿀 생산성을 평가하였다. 그 결과, 산꼬리풀은 고온 및 고농도 CO<sub>2</sub>환경에서도 생리적 기능과 생장·개화 능력을 안정적으로 유지하며, 꽃꿀 생산성과 생태적 유용성이 높게 유지되는 것을 확인하였다. 특히 SSP5와 같은 고위험 기후변화에서도 총 꿀 생산량이 2.7배 증가하고, 꿀벌이 선호하는 아미노산(페닐알라닌)이 다량 포함되는 등 꿀벌의 영양원으로서 우수한 특성을 보였다.

Keywords: Honey plant, Nectar production, Honey yield, Amino acid

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(Project No. FG0403-2023-01-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.





# 기업세션

---

## 2025년 디지털 양봉 기술의 국내외 현황과 전망

정원기

(㈜은팜)

본 발표는 2025년 디지털 양봉 기술의 국내외 동향과 향후 전망을 종합적으로 분석한다. 디지털 양봉은 IoT 센서, AI 기반 데이터 분석, 자동화된 사양관리, 위성·드론 기반 모니터링 등을 활용하여 꿀벌의 생육 상태를 실시간 관리하고 생산성을 극대화하는 기술로, 기후변화·질병·농약 사용 증가 등으로 인한 꿀벌 개체 수 감소 문제를 해결하는 핵심 수단으로 주목받고 있다. 해외에서는 유럽과 북미를 중심으로 스마트 벌통, AI 질병 예측, 블록체인 기반 벌꿀 유통 추적 시스템이 상용화되고 있으며, 국내에서도 정부·민간 협력 사업과 스타트업 중심의 시범 사업이 확산되고 있다. 그러나 데이터 표준화 미비, 장비 도입 비용, 농가 인식 격차 등 도전 과제가 존재한다. 본 발표는 기술별 발전 단계, 주요 기업과 연구 사례, 정책 동향을 정리하고 2030년까지의 시장 규모와 응용 시나리오를 예측하며, 지속가능한 양봉산업을 위한 기술·정책·교육 방향을 제시한다.

Keywords: 꿀벌, 디지털 양봉, 기후변화, CCD, 밀원

## 농가 맞춤형 스마트양봉 시스템의 활용

정요섭

비스마트(beesmart), 불로양봉원

최근 국내 양봉 산업은 고령화와 인력 부족 문제로 인해 생산성과 관리 효율성이 저하되고 있다. 이에 따라 사양 관리의 자동화와 데이터 기반 의사결정을 지원하는 스마트양봉 시스템의 필요성이 높아지고 있다. 그러나 현재 상용화된 다수의 스마트양봉 시스템은 고사양/고비용 장비와 복잡한 기능을 포함하고 있어, 소규모 농가나 고령 양봉인에게는 도입과 활용이 어렵다. 본 연구는 이러한 한계를 극복하기 위해 농가 맞춤형, 특히 고령 농가 친화적인 스마트양봉 시스템 개발 방향을 제안한다. 제안하는 시스템은 크게 1) 벌통 내/외부 환경 관리 시스템, 2) 자동 사양/급수 제어시스템, 3) 봉장 화재/보안 관리 시스템으로 구성되며, 각 시스템은 봉장 상황 및 농가의 요청에 따라 개별 맞춤형으로 제공하고 있다. 벌통 내/외부 환경 관리 시스템은 벌통 내/외부 온도 및 습도 등 핵심 지표만을 선별적으로 수집하여 데이터 과부하를 최소화하고 이를 바탕으로 스마트폰 앱을 통해 직관적인 그래프와 아이콘 중심의 모니터링 화면을 제공하며, 이상 상황 발생 시 실시간 알림을 지원한다. 또한 수집된 환경 데이터를 기반으로 가온(봄/겨울) 및 환기(여름) 장치와 구동하여 사계절 적정 수준의 온도 및 습도를 유지할 수 있도록 한다. 자동 사양/급수 제어 시스템은 벌통에 공급되는 사양 및 급수액을 자동으로 컨트롤 할 수 있도록 하여 농장주의 현장 방문 빈도를 줄이고, 효율적인 사양관리를 할 수 있도록 한다. 봉장 화재/보안 관리 시스템은 봉장 내에 침입자를 감지하여 외부인 출입으로 인한 도난 및 봉군 피해를 방지하고, 화재 발생 시 농장주에게 실시간으로 알림을 제공해 피해를 최소화 할 수 있다. 하드웨어는 필수적인 전력 공급 부분을 제외하고 데이터 송수신을 위한 네트워크를 무선으로 구성하여, 설치와 유지보수를 간소화하고 저전력/저비용 구조를 구현하였다. 본 발표에서 제시하는 시스템은 기존 고사양 시스템 대비 초기 투자비와 유지보수 비용을 절감하면서도, 사양 관리의 효율성을 향상시킬 수 있다. 나아가 농가의 생산성 증대와 품질 관리 고도화를 통해 국내 양봉 산업의 지속 가능성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

Keywords: 스마트양봉, 농가맞춤형

O-19

## 다기능 스마트벌통 컨트롤러 상용화 기술개발

이상문\*, 이경용<sup>1</sup> and 박요한\*

\*㈜제이엠피시스템, <sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원

기온 온난화 및 환경 변화로 인하여, 화분매개용 및 양봉용 벌의 생존 능력이 중요해짐에 따라, 관련 연구기관들은 벌의 생활환경을 개선하는 연구를 진행하고 있다. 하지만, 기존에 개발된 장비들은 연구 결과에서 나온 시제품 성격이고, 최근에 출시된 제품이라고 하여도, 현장에 사용하기에는 사용 편리성, 신뢰성, 안정성, 구매 가격, 유지비 저렴 등이 좋지 않아 상용화에 걸림돌이 되고 있다. 본 개발 제품은 이러한 단점들을 극복한 제품으로, 기능상 여러 특징을 가지고 있다.

벌통 내외부의 온도, 벌의 활동량, 벌통 내부에 있는 화분떡의 무게, 자동 사양기의 당액량 등을 측정할 수 있으며, 온도측정의 결과로 내부에 설치된 발열체의 온도를 조절함으로써, 벌의 환경을 개선할 수 있다.

사용자가 원하는 장비와 관련된 설정 내용(설정 온도 등)은, 블루투스를 이용하여 간편하게 변경이 가능하며, 벌통에서 센싱된 정보는 NBIOT 방식을 이용하여 서버로 전송되기 때문에, 스마트폰을 이용하여 서버에 접속하여 벌통 상태를 확인할 수 있다.

개발된 제품은 각종 센서나 기능들이 모듈화되어 있어, 사용자의 필요에 맞게 선택적 사용이 가능하고, 전국망인 NBIOT 통신모듈로 별도의 네트워크 설정이 필요없고 통신비용도 기존 LTE 대비 저렴하여 상용화하기에 유리하다.

Keywords: Smarthive, Sensor, Temperature control device, commercial product, NBIOT

O-20

## AI기반 화분매개벌 수분활동 데이터 분석기술

김무현, 김수진

팜커넥트 주식회사

시설원예에서 작물의 수분 성공 여부는 수확량과 품질을 좌우하는 핵심 요소이며, 뒤영벌은 주요 화분매개자로 이용된다. 그러나 실제 수분활동 데이터가 수집되지 않아 수정 실패 원인 파악과 사전 대응이 어려운 실정이다. 본 연구에서는 옛지 AI 기반의 초경량 비전 분석 기술을 적용하여 화분매개벌의 실시간 활동 데이터를 수집·분석하고, 수분활동 모니터링과 벌통 교체 시기 예측 기능을 구현하였다. 이를 위해 벌통 출입구에 소형 카메라와 벌통 내부에 온습도 등 환경 센서를 장착한 장비를 개발하고, GPU 없이 동작 가능한 경량 모델을 설계하여 벌의 암·수 판별, 화분 운반 유무와 색상 분석, 화분량 산정, 수벌 출현 시점 및 증가 추세 탐지, 벌의 군집 붕괴 예측이 가능하도록 하였다. 또한, 벌 활동 저하 원인을 작물 생리적 요인, 환경 스트레스, 군집 변화 등으로 구분하여 분석할 수 있는 알고리즘을 적용하였다. 이러한 복합 요인 분석을 통해 설치 초기 벌통 상태 판별과 군집 붕괴 조기 감지가 가능했으며, 농가 현장에서 수분 실패로 인한 생산 손실을 감소시키는 효과를 기대할 수 있다. 본 기술은 화분 탐지 기반의 정밀한 AI 수분활동 분석을 통해 시설원예 작물의 수정 품질 향상과 안정적인 생산성 확보에 기여할 수 있다.

Keywords: AI, 수분활동, 뒤영벌, 스마트팜

## O-21

## 환경변화와 꿀벌 피해에 따른 벌통변화의 필요성

오승재

주식회사 야생 대표이사

꿀벌은 환경에 민감한 곤충 중에 하나로서 최근 환경을 포함한 다양한 예측되는 요인으로 많은 꿀벌군의 수가 감소하고 있다. 이러한 현상은 농가들에게 또한 영향을 미쳤는데, 현재 꿀의 생산만큼 분봉군을 많이 늘려 꿀 이외의 이윤창출을 하려는 농가가 증가하고 있는 추세이다. 하지만 농가들은 이윤을 늘리기 위해 보다 저렴한 벌통을 구하려는 추세가 강하여 나무 벌통보다 저렴한 스티로폼(Styrofoam) 재질의 벌통 판매량이 증가하고 있다. 본사의 경우 2년 전 대비 스티로폼 벌통의 판매량이 약 16% 정도 증가 되고 그 외 재질의 제품 판매량은 감소되었다.

스티로폼 재질의 벌통은 환경변화에 민감한 꿀벌에게 최상의 보금자리를 제공한다고 할 수 없을 것이다. 우리는 꿀벌을 지키는 사람으로서 꿀벌에게 좋은 환경을 제공해야하므로 새로운 꿀벌 판매용 벌통의 개발이 필요하다고 생각된다.

기존 스티로폼 벌통의 장점을 살리고 단점을 개선한 벌통이 필요하다. 스티로폼 재질 벌통의 장점은 가격이 저렴하고 가볍다. 그리고 초봄 벌을 깨울 때 낮은 온도에도 단열성이 우수하여 초기 육성이 잘된다. 단점을 요약하면 첫째, 재활용이 잘 되지 않는다. 둘째, 햇빛과 같은 빛과 열에 약하여 외부 부식이 빠르다. 셋째, 장기간 사용하려면 외부에 페인트를 도색해야 하여 환경에 좋지 않은 영향을 끼친다. 넷째, 스티로폼 재질 자체를 꿀벌이 싫어하여 갇거나 구멍을 쉽게 낸다. 다섯째, 벌통 뚜껑이 가벼워 바람에 쉽게 날아가고 나무 벌통에 비해 견고성이 떨어진다.

이와 같은 자료조사를 바탕으로 본사는 농가들에게 편리하고 환경과 꿀벌에게 피해를 최소화 할 수 있는 제품개발을 현재 계획 중에 있다.

## O-22

## 비엔케어 수용성 프로폴리스 분말 실험결과

이용림<sup>1</sup>, 박상원, and 엄애선<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)농업회사법인 비엔케어, <sup>2</sup>한양대학교 식품영양학과

본 연구는 서로 다른 생산지의 샘플을 선택하였고 베타사이클로덱스트린으로 포집한 분말 형태의 한국에서 생산된 프로폴리스(BNW)와 액체형 중국 프로폴리스(PW), 브라질 프로폴리스 (ABW)에 대한 연구를 진행하였다. 수용성 프로폴리스 제조는 다양한 방법이 이용되고 있는데 PW는 무알콜 수용성 추출 공법(WEEP)을 이용한다. 이 방법은 프로폴리스 원료를 알코올로 추출한 후 유기산과 물을 첨가하고 알코올을 휘발시켜 고수용성의 프로폴리스를 제조한다. ABW는 에탄올을 이용한 주정(알코올)추출법(EEP)을 사용하여 추출하였으며 이를 정제수로 혼합한 액상 프로폴리스이다. 농업회사법인 비엔케어에서 제조하여 사용한 BNW는 알코올에 추출 후 베타사이클로덱스트린으로 포집하여 건조하여 생산한 수용성의 분말형 프로폴리스이다.

분말형태의 수용화 프로폴리스(BNW)는 타제품에 비해 항산화 효능(DPPH free radical 소거능, FRAP assay, ROS 생성 억제)과 면역활성(NO 생성, iNOS 발현, IL-1 $\beta$  생성, IL-6 생성, TNF- $\alpha$  생성) 우수한 것으로 나타났다. 또한 입자의 크기가 일정하며, 분산안정성과 용해도가 뛰어나며 플라보노이드 체내 분해율을 저해하여 이용가능성이 높게 나타났고 동물실험을 통해 안전성을 확인하였다.

Keywords: 프로폴리스 분말, 항산화효능, 면역활성

## 위기의 양봉산업 극복을 위한 업계의 상생협력 및 정부의 경쟁력 강화 지원

박승수

한국양봉농협 기획관리부 팀장

한국양봉농협의 사업현황 및 역할을 소개함으로써 양봉농가 조합원의 실익증진을 위한 목적사업 뿐만 아니라 경제사업 등을 통해 국내 벌꿀시장 가격안정화와 양봉산물의 품질고급화를 선도하고 환경보호, 화분매개 등 양봉산업의 공익적 가치 구현에 앞장서고 있음을 알리고자 합니다.

한국양봉농협의 제안사항으로 벌꿀 수급 관리에 관한 정부의 지원 필요성을 제안함으로써 벌꿀 자율비축 지원사업을 통해 이상기후에 따른 비주기적인 벌꿀 생산에 대한 수급 안정을 도모하고 양봉농가의 경영안정에 일조하고자 하며, 벌꿀시장 가격안정화 및 수급 조절, 품질 유지 등의 목적으로 벌꿀 수급안정자금 지원에 관한 사항을 설명하고자 합니다.

양봉산물 가공제품 연구개발 및 홍보 지원, 벌꿀등급제 활성화 및 수입 벌꿀에 대한 문제점, 양봉산업 발전 및 농가 실익지원을 위한 추진 우수 사례를 소개하고자 합니다.





# 신규학위자발표

---

학위논문

O-24

## Virome Profiling of *Varroa destructor* in South Korea using High-throughput Sequencing

**Ji-Young Kim<sup>1</sup>, Koung Hwan Moon<sup>2</sup>, Young Ho Kim<sup>2</sup> and June-Sun Yoon<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agricultural Convergence Technology, Jeonbuk National University, Jeonju, Republic of Korea.

<sup>2</sup>Department of Vector Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea

꿀벌(*Apis mellifera*)은 농업 생태계에서 필수적인 화분매개자로서, 최근 꿀벌 질병 확산 및 살충제 노출 등 다양한 요인에 의해 개체군이 감소하고 있다. 특히, 바이러스에 의한 질병은 꿀벌 군집에 심각한 피해를 주는 요인 중 하나이며, 바이러스 중 상당수는 외부 기생성 해충인 꿀벌응애(*Varroa destructor*)에 의해 매개되는 것으로 알려져 있다. 꿀벌응애는 꿀벌의 면역력을 약화시키고, 다양한 바이러스를 매개함에도 불구하고, 국내에서 꿀벌응애의 바이러스체(virome) 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 국내 5개 지역의 양봉농가에서 채집된 꿀벌응애를 대상으로 차세대 염기서열 분석 (High throughput sequencing)을 이용하여, 개체 내 바이러스 군집(viral community)을 분석하였다. 분석 결과, 모든 꿀벌응애 개체에서 Deformed wing virus (DWV)의 전사체가 확인되었으며, 이 외에도 Black queen cell virus (BQCV), Israeli acute paralysis virus (IAPV), Sacbrood virus (SBV) 등 개체별로 상이한 바이러스 감염 분포 (Distribution) 및 풍부도 (Abundance)가 나타났다. 본 연구는 꿀벌응애 체내에 존재하는 바이러스 군집 구성을 확인하였으며, 향후 꿀벌응애-바이러스-꿀벌 간의 상호작용 및 감염 전파 경로를 파악하는 기초자료를 제공할 것으로 기대된다.

Keywords: *Varroa destructor*, Honey bee, Viruses, high-throughput sequencing, virome analysis

O-25

## Combined Toxicity of Consecutive Miticide Treatments and Postmortem Gene Expression Analysis in Nurse Honey Bees

**HeeJin Kim and Young Ho Kim**

Department of Ecological Science, Kyungpook National University

Recently, the population of *Apis mellifera*, which plays a critical economic role, has been continuously declining worldwide due to various factors such as the overuse of pesticides and miticides, abnormal climate conditions, and parasitic insects. Among these, miticides are consistently applied inside hives; however, the combined toxicity of different miticides has not been thoroughly studied. In this study, we evaluated the toxicity of miticides on nurse bees when synthetic and organic miticides were administered consecutively at field-realistic concentrations. In addition, considering that certain physiological changes are maintained for a period after death, we established a method to estimate the postmortem interval (PMI) of nurse bee carcasses using qRT-PCR, aiming to support the identification of potential causes of colony collapse. Our results revealed high toxicity following the application of organic miticides at realistic field concentrations. Furthermore, we identified *RAB1a* as the most suitable reference gene in the head tissue of nurse bees under postmortem conditions, and we suggest the potential of using biomarker genes to estimate short PMIs. These findings contribute to establishing guidelines for the proper use of miticides in the field and provide a foundation for investigating the causes of mass mortality in honey bee colonies.

Keywords: *Apis mellifera*, miticide, toxicity, qRT-PCR, reference, postmortem intervals

O-26

## 공간정보 기반 밀원수 분포지역의 꿀벌 폐사 위험도 분석

정원기

서울과학기술대학교 융합미디어콘텐츠정책전공

꿀벌은 작물 수분과 꿀·로열젤리 등 고부가가치 농산물 생산에 필수적이지만, 최근 군집 붕괴(CCD)가 지속되면서 국내 양봉 산업은 생산량 감소와 수익성 악화를 겪고 있다. 본 연구는 기후, 해충, 살충제 노출 가능성 등 외부 환경 요인을 통합해 전국 주요 밀원수 분포지역을 중심으로 폐사 위험 지역을 공간 분석·시각화하였다. 겨울철 최저기온과 강수량을 역거리중법(IDW)으로 보간해 밀원수 분포와 중첩 분석한 결과, 꿀벌 활동 영역이 점차 북상·고지대화되는 경향이 확인됐다. 스마트 양봉 데이터 분석에서는 기온이 10℃ 미만 또는 33℃ 초과 시 먹이 활동이 급감하였고, 강수량이 많고 해충 지수가 높은 지역에서도 활동량이 크게 줄어들었다. 농경지 및 과수원 1~2km 내 밀원수 분포는 꿀벌의 살충제 노출 위험이 커졌으며, 도시화 지역에서는 방향감각 상실 등 이상 행동이 나타났다. 기후·해충·살충제 요인을 가중 오버레이한 결과, 남부 저지대·농업 클러스터가 고위험 지역, 고지대·산림 지역은 저위험 지역으로 분류됐다. 본 연구는 이동식 양봉장 재배치, 해충 방제 시기 결정, 밀원수 식재 및 조립 계획 등 정책에 활용할 수 있으며, 향후 고해상도 생태·생물 데이터와 장기간 살충제 사용 기록 등을 통합해 예측 정확도를 높일 필요가 있다.

Keywords: 꿀벌, 밀원수, 기후변화, 지속가능농업, ESG, 스마트팜

O-27

## Comparative evaluation of acaricide treatments against *Varroa* and *Tropilaelaps* mites in honey bee colonies at different seasons

Hyunha Oh<sup>1</sup> and Chuleui Jung<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Department of plant Medicals, Gyeongsuk National University, Andong, Republic of Korea<sup>2</sup>Agricultural Science and Technology Institute, Gyeongsuk National University, Andong, Republic of Korea

Honey bee colonies worldwide face severe threats from ectoparasitic mites such as *Varroa destructor* and *Tropilaelaps mercedesae*, which compromise colony health and productivity. This study evaluates the seasonal efficacy of six acaricide - fulvalinate, amitraz, coumaphos, oxalic acid, formic acid, and thymol - in honey bee (*Apis mellifera*) colonies across spring, summer, and autumn. Treatment outcomes were assessed using mite drop on the sticky board, infestation rates (sugar shaking, and uncapping brood), and colony strength indicators (adult bee, brood and larval populations). Oxalic acid fumigation and amitraz proved most effective in spring, formic acid performed best under brood-present condition, and fluvalinate consistently showed the lowest efficacy across all seasons. Overall colony strength remained stable, with only certain site-treatment combinations exhibiting noticeable declines. These findings provide season-specific recommendations for optimizing chemical control of *Varroa* and *Tropilaelaps* mites in Korea apiculture.

Keywords: Ectoparasitic mites, Seasonal treatment, Brood-present, Efficacy





# 심포지엄 II

---

꿀벌 강건성 평가를 위한 분자진단의 기관, 대학, 기업 간  
긴밀한 협력

S-10

## Sequential Emergence of Resistance Mutations to Fluvalinate (L925I/M in VGSC) and Amitraz (T115N in OctR) in *Varroa destructor* in Korea

**Young Ho Kim<sup>1</sup> and Si Hyeock Lee<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Ecological Science, Kyungpook National University

<sup>2</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

The ectoparasitic mite *Varroa destructor* is a major threat to honey bee health worldwide. In Korea, extensive use of the pyrethroid miticide, fluvalinate has led to widespread resistance, largely attributed to knockdown resistance (kdr)-type mutations in the voltage-gated sodium channel (VGSC), particularly L925I/M. Quantitative sequencing (QS) was employed to assess the frequency of these mutations in field populations, confirming high prevalence. Following fluvalinate failure, amitraz became one of the primary miticides, and resistance to it is now emerging. We identified a novel T115N mutation in the octopamine receptor (OctR), and nationwide genotyping revealed its rapid spread. These findings demonstrate how sequential miticide overuse accelerates resistance evolution. Integrated molecular surveillance tools such as QS can support resistance management and sustainable apiculture.

Keywords: *Varroa destructor*, fluvalinate resistance, amitraz resistance, mutation, voltage-gated sodium channel, octopamine receptor, quantitative sequencing

S-11

## 꿀벌 표적 유전자 선별·발현 및 진단 표준화

**김성국, 이수진, 김수배, 박보선, 이경용**

국립농업과학원 양봉과

생태계에서의 꿀벌의 가치는 꿀 생산에만 국한되는 것이 아닌 생태계의 다양성 유지를 위한 필수적인 구성원으로서의 가치에 중점이 있다. 그러나 최근의 급격한 기후 변동 및 꿀벌 질병의 확산은 꿀벌의 집단 폐사의 원인이 되며, 특히 다양한 질병은 꿀벌의 소실에 중요한 요인이 된다. 지금까지 꿀벌 질병을 진단하는 많은 질병 진단법이 소개되었고, 방법 역시 다양하게 발전되어 왔다. 그러나 아직까지도 꿀벌에서 발병된 질병을 진단하는 방법은 유전자를 추출하고 해당 원인체의 유전자의 증폭 또는 반응성 시료에 의해 진단하는 방법에 기초하고 있다. 농업 현장에서 가장 중요한 것은 무엇보다 현장에서 즉각적으로 질병을 판별할 수 있는 기법이 요구되며, 이를 위해서는 진단 키트의 민감도와 정확성도 중요하지만, 시료 처리의 간편화를 통해 진단 시료 추출의 용이성과 간편성이 함께 수반되어야 한다. 또한 아직까지 꿀벌 질병의 진단에 사용되는 방법은 해당 질병체의 존재 유무를 진단하는 것에 의존하고 있는데, 봉군 세력의 약화를 해결할 수 있는 근본적인 방법은 질병에 감염된 꿀벌 내에서 발생하는 유전자 변화를 확인하여 해당 유전자의 변화가 꿀벌에게 미치는 근본적인 기전을 확인해야 할 것이다.

따라서 본 제언에서는 꿀벌 질병을 진단하는데 있어 시료 추출의 간편화를 통한 현장에서의 즉각적인 진단과 꿀벌 내부 유전자 발현 변화를 검증함으로써 질병 감염에 대한 꿀벌의 근본적인 기전을 확인하고, 이를 통해 질병에 대한 원인 분석을 통해 적절한 방제 시기를 결정하고 꿀벌 질병에 대한 진단의 표준화 방법을 마련해야 함을 제안한다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Diagnosis, Bee disease, Gene expression

사사 : 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(RS-2023-00232847)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

S-12

## 국내 꿀벌질병 진단

유미선, 윤소윤, 김근호, 김장현, 이세지, 김재명, 이항심

농림축산검역본부 동식물위생연구부 세균질병과 기생충꿀벌질병연구실

꿀벌은 다양한 작물의 수분작용을 매개하는 공익적으로 중요한 곤충으로 국내 화분매개의 가치는 6조원으로 추정된다. 꿀벌은 세균, 바이러스, 진균, 기생충 등 다양한 원인에 의해 질병에 감염되며 농림축산검역본부 및 시도 동물위생시험소에서는 꿀벌의 주요 질병 17종(세균 2종, 바이러스 7종, 곰팡이 3종, 기생충 5종) 및 43종 중독물질에 대한 꿀벌 병성감정을 실시하고 있다. 2017년 부터는 주요 질병 17종에 대해 real-time PCR방법을 이용해 질병검사를 수행하고 있어, 기존 conventional PCR 방법에 비해 높은 민감도와 특이도를 갖는 결과를 얻을 수 있다. 국내 꿀벌질병 상황 예찰을 위해 2025년 부터는 전국 농가 모니터링 수행을 시작하였고, 매년 3차례(월동 후, 채밀 후, 월동 전) 질병 발생상황 모니터링을 통해 질병발생 추이를 확인하고 선제적 방역의 발판을 마련하였다. 또한 전파력이 높은 꿀벌질병의 신속한 검사 및 방역조치를 위해 전문기술을 가지고있는 산업체와 공동연구를 통해 신속현장분자진단법을 개발하고있어 보다 빠른 질병대처가 가능해질 것으로 기대된다.

Keywords: Honeybee, Diseases, Diagnosis

S-13

## NGS를 이용한 꿀벌 바이러스 진단 기술

June-Sun Yoon

Department of Agricultural Convergence Technology, Jeonbuk National University, Jeonju 54596, Republic of Korea

꿀벌은 생태계의 중요한 구성원이자 농업 생산에 필수적인 화분 매개자이다. 하지만 꿀벌 개체수는 다양한 질병, 특히 바이러스 감염으로 인해 심각한 위협을 받고 있다. 꿀벌에게 영향을 미치는 바이러스의 정확하게 구분하고 정확한 양을 측정하는 것은 많은 연구가 필요하다. 바이러스 발현량은 감염 시기, 특정 ORF(Open Reading Frame) 발현 패턴 등 다양한 요인에 따라 달라지기 때문에 단순히 바이러스의 존재 여부만으로는 감염의 심각성을 정확히 파악하기 어렵다. 기존의 RT-PCR(역전사 중합효소 연쇄 반응)과 qPCR(실시간 정량 중합효소 연쇄 반응) 방식은 바이러스의 존재 및 양을 확인하는 데 유용하지만, 바이러스의 변이, 새로운 바이러스의 유입, 그리고 꿀벌응애(*Varroa destructor*)와 바이러스 간의 복합적인 상호작용을 이해하는 데에는 한계가 있다. 따라서 꿀벌 질병 관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 시퀀싱(sequencing)과 같은 추가적인 연구 방식이 필요하다. 시퀀싱을 통해 바이러스의 유전적 변이를 추적하고, 미확인 바이러스를 식별하며, 꿀벌 생태계 내에서 바이러스 전파 및 병원성 메커니즘을 심층적으로 규명하는 것이 중요하다. 이러한 연구는 꿀벌 건강 증진 및 지속 가능한 양봉을 위한 효과적인 방제 전략 수립에 기여할 것이다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Morphometry, High productivity, Bee breeding

S-14

## Unveiling the Role of Key Metabolites in Honey Bee Nutritional and Immunological Integrity

Jewon Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of SmartBio, College of Life and Health Science, Kyungshung University, Busan, Republic of Korea

The nutrition of honeybees is essential for maintaining strong and healthy colonies. Honeybees derive their energy from nectar, while pollen provides proteins, minerals, and vitamins essential for their development and survival. However, natural resources around apiaries can sometimes be scarce and insufficient to meet the colony's needs. To mitigate the adverse effects of starvation, supplemental carbohydrates and protein nutrition have become standard practices, particularly during the autumn season.

In this study, we fed honeybees a sucrose diet and a sucrose-and-pollen mixed diet to compare their effects. Changes in the metabolite profiles induced by the diets were analyzed using liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) metabolomics. Untargeted analysis of bees fed only sucrose revealed 238 significant metabolites, including complex lipids, essential fatty acids, vitamins, and phytochemicals. Interestingly, a unique metabolic pathway was identified in bees fed only sucrose: the tryptophan-to-kynurenine pathway. This pathway is associated with low gut microbial density caused by internal or external stress, leading to decreased survival rates and changes in neurobehavior.

Keywords: *Apis mellifera* L., metabolomics, sucrose, pollen, biomarker.

S-15

## Development of POC qPCR for major infectious diseases of bees

Doo-Sung Cheon<sup>1</sup>, Hoi-Kyu Lee<sup>1</sup>, Seol-Ok Hong<sup>1</sup>, Jin-Sun Kim<sup>1</sup>, Mi-Sun Yoo<sup>2</sup>, Hyang-Sim Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>POSTBIO Inc. Gyeonggi-do, South Korea

<sup>2</sup>Bacterial and Parasitic Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, South Korea

More than 30 different infectious diseases have been reported in honey bees, including seven viral infections such as Sacbrood virus (SBV), two bacterial infections such as American foulbrood (AFB), and three fungal infections such as nosema, and diagnosis and surveillance of these pathogens are continuously conducted. These infectious diseases are considered as a group of diseases that require rapid diagnosis in clinical practice because they are reported to cause serious clinical and economic damage such as high mortality and decreased productivity mainly in the larval stage of bees.

Through this project, we completed the development of three highly sensitive integrated genetic diagnostic kits for rapid diagnosis of these larval infection pathogens in clinical sites such as apiaries around 1 hour, and secured clinical test data for domestic animal medical device approval through field application tests and clinical trials using various clinical samples. The field molecular diagnostic kit, a product of this research, is expected to provide the most effective diagnostic tool in the field, shortening the diagnosis time from at least 2 days to around 1 hour and providing an effective means for bee colony management.

Acknowledgement : This research was funded by grant Z-1543081-2025-26-0401 from the Animal and Plant Quarantine Agency

## Proposal of an ICT-Integrated Digital Diagnostic and Real-Time Data Sharing Platform for Honeybee Disease Surveillance

**Sung-Min Seo<sup>1†</sup>, Yeonchul Lee<sup>1†</sup>, Mi-Sun Yoo<sup>2</sup>, Hyang Sim Lee<sup>2</sup>, So Youn Youn<sup>2</sup>, Se-ji Lee<sup>2</sup>, Hyo-Jin Hong<sup>1</sup>, Myung-Hun Lee<sup>1</sup>, Tae-Yoon Eom<sup>1</sup> and Jaemyung Kim<sup>2\*</sup>**

*† These authors equally contributed to this research, \* Corresponding author*

<sup>1</sup>OPTOLANE Technologies Inc., #217, 2F, 172, Jagok-ro, Gangnam-gu, Seoul, 06373, Republic of Korea

<sup>2</sup>APQA, 177 Hyuksin 8-ro, Gimcheon-si, Gyeongsang buk-do, 39660, Republic of Korea

We present an ICT-integrated diagnostic platform for honeybee disease surveillance, combining a semiconductor-based multiplex qPCR device with dual rapid extraction methods and real-time cloud data sharing. Unlike conventional lab-based diagnostics, this system enables on-site detection of five key pathogens and instant result transmission via AWS, supporting spatial tracking and early intervention. By transforming diagnostics into a connected, data-driven process, the platform enables predictive biosurveillance and digital response strategies. It represents a scalable model for precision apiculture and One Health applications, addressing critical gaps in early pathogen detection, decision-making latency, and field-to-cloud integration.

Keywords: Honeybee disease, ICT-based diagnostics, Real-time biosurveillance, qPCR platform

Acknowledgements: This study was supported by the Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea [grant number M-1543081-2025-26-02].





# 소모임

---

꿀벌 질병 이미지 분석 연구



S-17

## 꿀벌 질병 이미지 분석 연구

김영호<sup>1</sup>, 윤준선<sup>2</sup>, 박보선<sup>3</sup>, 모창연<sup>4</sup>, 김수배<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경북대학교, 곤충생명과학과

<sup>2</sup>전북대학교, 농축산식품융합학과

<sup>3</sup>국립농업과학원, 농업생물부, 양봉과

<sup>4</sup>강원대학교 스마트팜융합바이오시스템공학과

꿀벌(*Apis mellifera*)이 다양한 병원체, 즉 진균, 세균, 바이러스, 그리고 기생충(예: 바로아응애)에 감염되었을 때 나타나는 복합 감염(co-infection) 상황에서의 외부적 표현형(phenotype) 변화와 질병 간의 연관성을 알아보려고 한다. 꿀벌은 단일 병원체 감염 외에도 다양한 종류의 바이러스 및 기타 기생충에 의해 영향을 받을 수 있으며, 특히 여러 병원체가 동시에 감염될 경우 꿀벌 개체 및 군집 수준에서 나타나는 복합적인 표현형 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 꿀벌의 생리적, 행동적, 형태적 변화를 포함하는 다양한 표현형을 정량적으로 분석하고, 이를 단일 또는 다중 병원체 감염 상태와 연계하여 심층적으로 탐구하고 한다. 궁극적으로, 본 연구를 통해 확보된 표현형 데이터는 향후 인공지능(AI) 기반의 간접적인 꿀벌 질병 진단 시스템 개발의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 꿀벌 질병은 양봉 산업에 막대한 경제적 손실을 초래하므로, 질병 발생 시 신속하고 정확한 진단 및 효율적인 방제 전략 수립은 매우 중요하다. 본 연구는 이러한 문제 해결에 기여함으로써 지속 가능한 양봉업 발전에 이바지할 것이다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Morphometry, High productivity, Bee breeding

S-18

## Visualizing in-hive microclimate for honey bee health monitoring

**Bo-sun Park, Minwoong Son, Heeji Kim, Dong Hee Lee and Kyeong-Yong Lee**

Apiculture Division, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

Understanding the internal environment of a honey bee colony is crucial for improving health monitoring, especially under increasing climate stress. While recent advances in image-based disease detection offer new tools for diagnosis, they often lack context regarding in-hive conditions. This study explores a sensor-based approach to visualizing the microclimate inside the hive. By deploying a high-density temperature sensor array above the comb structure, we aim to capture fine-scale thermal patterns and spatial dynamics. The resulting environmental data may help identify early signs of colony stress and improve the interpretation of disease symptoms detected through imaging. Although the research is still in progress, this framework is expected to complement image analysis by providing contextual signals that support early warning systems. The presentation will outline the concept and discuss future integration with bee disease image analytics.

Keywords: *Apis mellifera*, microclimate, temperature sensing, disease monitoring



# 심포지엄 III

---

밀원단지 조성정책 지원을 위한 밀원식물 연구

S-19

## 한국의 밀원식물 현황 및 연구 방향성

김현준, 나성준, 박지민, 원상재, 권해연

국립산림과학원 산림특용자원연구과

산림청은 ‘수목원·정원의 조성 및 진흥에 관한 법률 시행령’ 제1조의4에 근거하여 국가수목유전자원목록심의회를 상시로 운영하여, 국가표준식물목록 작성지침에 따라 우리나라에 분포하는 모든 식물에 대한 학명과 국명을 체계적으로 표준화하여 목록화하고 있다. 국가표준식물목록 현황은 자생식물 3,975분류군, 재배식물 12,096분류군, 외래식물 431분류군을 제시하고 있다. 밀원식물의 목록은 다양한 연구자에 의하여 보고되었으며, 2008년 기존 문헌을 정리하여 625분류군으로 보고한 바 있다. 그러나 2008년 이후 신규 밀원식물로 제시된 연구자료는 미반영된 상태로 목록 현행화가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 산림청 국가표준식물목록 기반으로 기존 문헌을 종합적으로 분석해 한국의 밀원식물 현황을 제시하여 향후 연구 방향성 설정에 기초자료를 제공하고자 한다. 그 결과, 한국의 밀원식물은 103과 350속 553종 21아종 56변종 7품종 5잡종 총 642분류군이며, 자생식물 467분류군, 재배식물 151분류군, 외래식물 24분류군을 확인하였다. 이를 기반으로 국립산림과학원은 우선 연구대상종을 선정하여 밀원가치평가를 통해 우수 자원을 발굴하고, 신품종 개발 및 최적 재배·관리 방법 등을 제시하여 안정적인 양봉산물 생산 및 산림생태계 건강성 확보 차원의 밀원식물 다양성을 확보하고자 한다.

Keywords: Korea plant names index, Honey plant, Plant diversity

사사: 본 연구는 국립산림과학원 산림과학연구사업(FG0403-2023-01-2025)의 지원에 의해 수행되었습니다

S-20

## 남부권역 우수 밀원수의 탄소흡수능 평가 및 신규 자원 발굴

김영기<sup>1</sup>, 김세현<sup>1</sup>, 곽두안<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립순천대학교 산림자원학 전공, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

본 연구는 우수 밀원수로 알려진 동백나무, 이나무의 탄소저장량을 산출하고, 남부권역의 신규 밀원자원을 발굴하는 데 목적이 있다. 탄소흡수능 평가를 위해 이나무는 국립산림과학원 산림바이오소재연구소 시험림에서 식재된 25~30년생을, 동백나무는 완도수목원 내 자생하는 천연림에서 조사를 수행하였다. 각 조사구에서 20×20m 방형구를 3개 이상 설치하여 매목조사를 실시한 후 평균생장을 보이는 10개체에서 목편을 추출한 다음 연륜분석을 실시하였다. 신규 밀원 자원을 발굴하고자 무환자나무(*Sapindus mukorossi*)를 대상으로 꿀벌 방화, 생육 및 개화특성, 화밀 분비량을 조사하였다. 하루 동안 화서 당 총 900마리 이상의 꿀벌이 방문하였으며, 시간대(9:00~18:00)에 따라 방화수에 큰 차이를 보였다. 무환자나무 15본을 대상으로 생육 및 개화특성을 조사한 결과 수고 6.8m, 흉고직경 13.8cm, 수관폭 6.7m, 본당 화서 수 86.4개, 화서당 꽃 수 5,190개를 나타냈고, 본당 개화량은 약 56만 개로 추정되었다. 화밀 분비량은 수꽃 1일차 1.2 $\mu$ l, 2일차 1.1 $\mu$ l, 암꽃 1일차 1.6 $\mu$ l, 2일차 1.7 $\mu$ l로 조사되었다. 향후 유리당과 아미노산 분석 결과를 반영하여 꿀 생산량을 추정하고, 꿀벌의 선호도와 영양학적 가치를 반영한 종합적인 밀원수 가치평가를 수행할 계획이다.

Keywords: Honey, Honey plants, Carbon storage, Nectar secretion

사사: 본 연구는 국립산림과학원 산림과학연구사업(FG0403-2023-01-2025)의 지원에 의해 수행되었습니다

S-21

## 왕벚나무의 밀원 생산성 증진 연구

윤주열<sup>1</sup>, 나성준<sup>2</sup>, Ajuna B. Henry<sup>1</sup>, 문제현<sup>1</sup>, Vantha Choub<sup>1</sup>, 최수인<sup>1</sup>, 이수연<sup>1</sup>, 원상재<sup>2</sup>, 안영삼<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 산림자원학과, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

왕벚나무는 장미과에 속하는 낙엽활엽교목으로 풍부한 화밀과 다양한 아미노산을 생산하여 밀원자원으로서 높은 가치를 지닌 수종이다. 그러나, 왕벚나무는 개화 시기가 짧기 때문에 밀원 생산성을 극대화 할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 개화량의 증가는 밀원 생산성을 향상시킨다. 과거에는 화학비료를 이용하여 개화량을 증가시키는 연구가 진행되었으나, 이는 토양 오염 등 환경적 부작용을 초래할 수 있다. 본 연구에서는 화학비료를 대체 할 수 있는 근권미생물을 처리를 통해 왕벚나무의 밀원 생산성을 개선 효과를 분석하였다. 근권미생물은 양분 가용화 및 옥신 분비를 통해 수목의 뿌리 성장을 촉진하였고, 지베렐린 분비를 통해 개화 유도를 촉진하였다. 따라서, 미생물 처리는 왕벚나무 내 양분 흡수를 증가시켜 엽록소 함량은 대조구(물) 보다 증가하였고, 이로 인해 개화량도 증가하였다. 또한 왕벚나무의 개화량, 화밀 분비량 및 유리당 함량의 자료를 분석하여 잠재적 꿀 생산량을 산출한 결과, 미생물 처리구는 2 g/본으로 대조구에 비해 높은 잠재적 꿀 생산량을 나타냈다. 본 연구의 결과는 근권미생물이 왕벚나무의 양분 흡수 촉진 및 식물생장 호르몬(옥신, 지베렐린) 분비로 개화량을 증가시켜 밀원 생산성 향상에 기여할 수 있음을 시사한다.

검색어: 왕벚나무, 생물학적 비료, 식물생장호르몬, 개화량 증가, 잠재적 꿀 생산량 향상

사사: 이 연구는 2025년도 정부(산림청)의 재원으로 국립산림과학원 산림과학연구사업(FG0403-2023-01-2025) 및 한국임업진흥원의 지원을 받아 수행됨(RS-2024-00405196)

S-22

## Changes in the Characteristics of Nectar Plants under Climate Change Scenarios

이경철<sup>1</sup>, 김예은<sup>1</sup>, 임병호<sup>1</sup>, 송영근<sup>2</sup>, 김현준<sup>3</sup>

<sup>1</sup>국립한국농수산대학교 작물산림학부, <sup>2</sup>전북대학교 임학회, <sup>3</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

기후변화는 밀원식물의 생육 건전성부터 개화 시기, 꽃 수, 꿀 생산량 및 꿀의 품질에 이르기까지 다양한 측면에서 영향을 미치게 되며, 이는 수분매개자의 생존뿐만 아니라 양봉산업의 전반에 걸쳐 주요한 위협요인이 된다. 기후변화 시나리오(SSP1, 3, 5)를 활용하여 대표적인 밀원식물인 왕벚나무, 산꼬리풀, 익모초의 성장반응과 개화 및 화밀 특성을 조사하였으며, 전반적으로 SSP 수준이 높아질수록 광합성량과 수분이용효율은 증가하였고, 개화시기가 앞당겨지는 현상이 관찰되었다. 그러나 환경스트레스에 대한 감수성을 나타내는 광합성 활력지수를 비롯하여 화밀분비량, 화밀 내 유리당 및 아미노산 함량 등 생리적인 지표 변화는 수종별로 큰 차이를 보였으며, 이는 기후변화를 대응하는 밀원자원 육성을 위한 중요한 단서를 제공한다. 특히 산꼬리풀의 경우 꿀의 품질은 다소 저하되었지만 꿀 생산량 자체는 크게 향상된 결과를 나타냈으며, 광합성 활력도 안정적으로 높게 유지할 수 있어 밀원자원으로서의 가치가 높은 식물종으로 밝혀졌다. 이러한 일련의 연구들은 기후변화에 따른 밀원자원의 생산성 변화를 예측할 수 있으며, 생태적인 관점에서도 수분매개자와의 상호관계에 관해 통찰력을 제공하는데 귀중한 정보를 제공할 것으로 판단된다.

Keywords: Climate change, Honey production, Photosynthesis, SSP scenarios

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-03-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

S-23

## RGB 카메라 및 Planetscope 위성영상을 활용한 밀원수 개화 및 개엽 시기 분석

박주한<sup>1</sup>, 문민규<sup>2</sup>, 김수경<sup>2</sup>, 손승원<sup>1</sup>, 이승협<sup>1</sup>, 이승훈<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국가농림기상센터, <sup>2</sup>강원대학교 환경학과, <sup>3</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

기후 변화는 국내 양봉 산업의 핵심 밀원수종인 아까시나무와 왕벚나무의 개화 및 개엽 시기에 큰 영향을 미치고 있다. 본 연구는 이러한 식물계절학적 변화를 정밀하게 탐지하기 위해, 지상기반의 RGB 카메라와 Planetscope 고해상도 위성영상을 통합적으로 활용하여 두 수종의 개화 및 개엽 시기를 분석하였다. 먼저 개화 및 개엽 시기 검증 자료를 생산을 위해 같은 개체목을 대상으로 정기적인 현장 방문 및 고정 카메라 설치를 통해 RGB 이미지 시계열 데이터베이스를 구축하였다. 이를 통해 개화 및 개엽 지수를 추출하고, 딥러닝 객체 탐지 모델(YOLO)을 적용하여, 개화 시작, 만개, 낙화 및 개엽 시기를 분석하였다. 동일 지역에 대해 Planetscope 다중분광 기반의 식생지수 시계열 변화 경향을 이용하여 개화 및 개엽 시기를 분석하였다. 이러한 두 가지 데이터 소스를 융합하여 분석함으로써, 특정 지역의 상세한 식물계절 정보를 파악함과 동시에 광역적 변화 패턴을 파악할 수 있는 기술을 개발하였다. 이 연구 결과는 향후 Planetscope 위성영상을 활용하여 국내 다양한 밀원수 서식지의 식물계절 변화를 광역적으로 모니터링하는 데 활용할 수 있을 것이다.

Keywords: *Robinia pseudoacacia*, *Prunus redoensis*, Planetscope, YOLO model, Phenology.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 산림과학연구사업(FG0403-2023-03-2025)의 지원에 의해 수행되었습니다.

S-24

## 밀원수종 쉬나무, 이나무, 때죽나무의 유·무성 증식법 개발

강규석<sup>1</sup>, 김지원<sup>1</sup>, 박지민<sup>2</sup>, 김현준<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 농업생명과학대학 농림생물자원학부, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

밀원자원은 꿀벌의 생존과 양봉산업의 지속가능성을 유지하는 데 필수적이다. 아까시나무에 대한 밀원 의존도를 낮추고 개화 시기가 다양한 밀원자원을 발굴 및 활용하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 기후변화에 대응하기 위한 밀원수립 조성의 필요성도 대두되고 있다. 밀원자원의 안정적인 공급을 위해서는 체계적인 증식 기술의 확립이 필수적이나, 주요 밀원수종에서 제외된 수종에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 화밀 분비량이 우수한 쉬나무(*Tetradium daniellii*), 이나무(*Idesia polycarpa*), 때죽나무(*Styrax japonicus*)를 대상으로 효율적인 유·무성 증식법을 개발하고자 하였다. 유성 증식 실험에서는 종자에 물리·화학적 처리, 지베렐린(GA3) 처리, 변온 처리를 조합하여 수종별 발아율 향상 조건을 모색하였다. 1차 연도의 유성 증식 실험 결과, 쉬나무와 이나무는 98% 황산 용액과 GA3 처리를 통해 발아율이 향상되었다. 그러나 쉬나무는 발아율을 높이기 위한 추가 연구가 필요하며, 이나무는 황산 10분 처리와 GA3 200 ppm 처리 조건에서 발아율이 75%로 가장 높았으나, 안정적인 증식 기술로서 추가 검증이 필요하다. 문헌에 따르면 때죽나무 종자는 복합성 휴면을 가져 온층적과 저온층적의 병행 처리가 발아에 필수적이며, 본 연구에서는 발아 기간 단축을 위한 변온 처리 조합을 검토하였다. 무성 증식 실험에서는 세 수종 모두 indole-3-butyric acid (IBA), naphthaleneacetic acid (NAA), 루톤 등 옥신류 호르몬을 적용하여 발근 반응과 발근율 향상 조건을 평가하였다. 본 연구는 쉬나무, 이나무, 때죽나무의 증식을 위한 기초자료를 제공하여 향후 밀원단지 조성 및 양봉산업의 지속 가능한 발전에 기여할 것으로 예상된다.

Keywords: 밀원수종, 쉬나무, 이나무, 때죽나무, 발아, 삽목

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-03-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

S-25

## 북부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림 관리

윤지윤<sup>1</sup>, 최종운<sup>1</sup>, 송재모<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>, 권해연<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강원특별자치도산림과학연구원, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

본 연구는 2023년부터 「북부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림 관리」에 관한 연구 사업으로 강원특별자치도 춘천시 지내리 특용자원시험림 내에 매년 2ha씩 3수종의 밀원수종을 조립하였다. 2025년에 산벚나무(*Prunus sargentii*), 모감주나무(*Koelreuteria paniculata*), 밤나무(*Castanea crenata*) 3종의 밀원수종을 다양한 임분밀도를 적용하여 조립하였으며, 임분밀도(3,000, 1,500, 750본/ha)별 활착률 및 생육 특성을 실증적으로 분석할 예정이다. 이를 통해 강원권역에 적합한 밀원수종 선정 및 조성 기술 개발, 그리고 밀원단지의 생산성 기반 마련을 위한 과학적 자료를 확보하고자 한다. 본 연구사업은 밀원단지 조성에서 수종별 생육 반응과 입지 적합성을 과학적으로 평가하고, 향후 화밀량 조사와 생장 모니터링을 통해 최적 임분밀도 및 조성 모델을 제시하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 나아가 밀원자원의 확대와 산림경영 활성화를 위한 기초자료로 활용될 수 있으며, 꿀벌 서식환경 개선 및 생태계 서비스 증진에 실질적인 효과를 제공할 수 있다.

Keywords: Nectar source species, Honey plant resources, Stand density, Survival rate, Nectar plant area establishment

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-03-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

S-26

## 중부권역 밀원단지 테스트베드 조성 및 시험림 관리

김남희<sup>1</sup>, 김기현<sup>1</sup>, 지동현<sup>1</sup>, 소정은<sup>1</sup>, 노승갑<sup>1</sup>, 이정훈<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>, 권해연<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충청남도산림자원연구소, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

밀원식물에 대한 평가가 미흡하고 기후대와 입지환경에 적합한 밀원수종이 요구됨에 따라 양봉산업의 지속가능성을 높이기 위한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 밀원단지 테스트베드 조성을 통해 중부권역에 맞는 우수 밀원식물을 발굴하고 밀원생산성 증진 기술을 개발하여, 입가 소득 증대를 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 이를 위해 2023년부터 2025년까지 충청남도 공주시에 매년 2~3ha씩 밀원단지 테스트베드를 조성하였으며, 매년 9개의 시험구를 조성하여 3종의 밀원수를 3가지 밀도조절 방법으로 식재하였다. 3년간 식재한 수종은 아까시나무, 쉬나무, 헛개나무, 이나무, 신나무, 철자화, 밤나무, 모감주나무, 산벚나무 총 9종이다. 매년 5월에서 10월 약 6개월 동안 2주에 1회 모니터링하여 활착률, 병충해, 하층식생 등 조사를 실시하였다.

향후 2030년까지 시험림을 매년 조성하고, 다각도의 연구를 통하여 중부권역에 적합하고 밀원 생산성이 우수한 밀원수를 선정할 뿐만 아니라, 밀원수림 조성 관리법을 구축할 계획이며, 이러한 노력은 양봉업의 생산성 증대와 고정양봉에 기여할 것으로 기대된다.

Keywords: 밀원식물, 시험구, 고정양봉, 밀원단지

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-03-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 식재밀도에 따른 남부권역 밀원수종 성장특성 연구

양천은<sup>1</sup>, 조지웅<sup>1</sup>, 박종석<sup>1</sup>, 오득실<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>, 권해연<sup>2</sup>

<sup>1</sup>전라남도산림연구원 산림생명자원과, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림특용자원연구과

국내 양봉산업은 지속적인 성장으로 봉군 밀도는 증가하고 있으나, 이에 상응하는 밀원자원 확충이 미흡하여 양봉 생산성 저하 및 밀원자원 수급 불균형 문제가 심화되고 있다. 이에 산림청과 지자체는 밀원수림 및 밀원수 특화림을 조성하고 있으나, 현장에서는 밀원수의 적정 식재밀도, 지역별 적응성, 조림 및 관리 기술이 부족한 실정이다. 본 연구는 기후변화 대응 고정양봉 기반 구축을 위해 남부권역의 밀원수 적지적수를 구명하고자 수행되었다. 2023년부터 2025년까지 전남 해남군에 위치한 조림지(6ha)에 아까시나무 등 9수종, 3처리 밀도(ha당 3,000본, 1,500본, 750본)로 조성하였고, 2025년 4월에 당해 식재 수종을 제외한 식재밀도에 따른 조림목의 초기 성장 특성(활착률, 수고, 근원경)을 조사하였다. 활착률은 식재 2년차 칠자화 94%, 헛개나무 73%, 신나무 63%, 식재 3년차 아까시나무 91%, 쉬나무 65%, 이나무 35%로 나타났다. 평균 수고(cm) 및 근원경(mm)은 아까시나무 255.4±67.2, 40.2±11.7, 헛개나무 57.8±16.1, 8.8±2.1, 칠자화 119.2±20.1, 18.4±2.8, 신나무 135.6±33.3, 18.0±3.9로 칠자화를 제외한 3개 수종은 식재밀도에 따른 수고 평균값에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 본 연구 결과는 남부지역 밀원 숲 조성을 위한 수종 및 적정 식재밀도 선정 등 임분관리 기술에 대한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

Keywords: 밀원수종, 성장특성, 식재밀도, 임분관리

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-03-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.



# 화분매개용 꿀벌 워크숍

---

2025. 7. 23. 양봉과, 기술지원과

■ 목 적

- '25/'26시즌 동계작물의 안정적인 생산을 위한 화분매개벌 이용기술 교류
- 화분매개벌 이용 시범사업의 원활한 진행을 위한 농가 기술 교육
- \* 시범사업: 원예작물 생산성 향상을 위한 생태적 종합관리('24~'25), 수출용 딸기 품질 고급화 생산 기술 시범('23~'25), 화분매개용 디지털벌통 시범('23~'25, 딸기 대상), 꿀벌 소실 대응 꿀벌 대체 화분매개벌 기술 시범('25~, 딸기 대상)

■ 주요 내용(안)

- '25 국내 화분매개벌 이용 시장현황, 화분매개용 꿀벌 생산기술
- 시범사업 관련 딸기 대상 화분매개벌 표준화 이용기술
- '25년 화분매개 관련 시범사업 소개

■ 주요 일정

시 간		주요 내용	진 행
13:20~13:30	10	• 등 록	-
13:30~13:40	10	• 개 회(내빈 소개)	이영보 연구관
		• 인사말씀	농업생물부장
13:40~14:10	30	• 딸기에서 개화생리 및 착과기술	이희철 박사 (충남도원)
14:10~14:30	20	• 화분매개용 꿀벌 생산기술	이수진 연구사
14:30~15:20	50	• 25년 화분매개벌 이용실태 • 딸기에서 화분매개벌 이용기술	이경용 연구관
15:20~15:40	20	• '25년 화분매개 관련 시범사업 소개	김효영 박사 (기술지원과)
15:40~16:00	20	• 현장의견 청취 및 토의	양봉과장



# 포스터발표

---

P-01

## Dynamics of the Gut Microbiome in Bumblebee (*Bombus terrestris*) Workers under Elevated Developmental Temperatures

Weiyue Qiu<sup>1</sup>, Hyung Joo Yoon<sup>1</sup>, Kyeong Yong Lee<sup>2</sup>, Kwang Sik Lee<sup>1</sup>, and Byung Rae Jin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 49315, Korea, <sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Wanju 55365, Korea

Bumblebees are essential pollinators in agriculture and ecosystems, but climate change is contributing to their decline. While previous studies have shown ecological and physiological changes due to climate stress, the effects of elevated developmental temperatures on gut microbiota remain poorly understood. In this study, we analyzed the gut microbial communities of bumblebee workers reared at optimal (27 °C), moderately high (32 °C), and high (35 °C) temperatures. Alpha and beta diversity analyses revealed significant shifts in microbial composition. At the phylum level, elevated temperatures reduced Firmicutes and increased Proteobacteria. At the genus level, higher temperatures significantly decreased *Bombilactobacillus* and increased *Gilliamella* (at 32 °C) and *Snodgrassella* (at 35 °C), likely due to enhanced intestinal colonization. These results suggest that elevated developmental temperatures, such as those driven by climate change, alter the gut microbiome and may lead to dysbiosis, potentially affecting bumblebee health.

Keywords: *Bombus terrestris*; bumblebee workers; developmental temperature; gut microbiome

P-02

## Waprin from *Bombus terrestris* Venom Exhibits Microbicidal Activity

Yun Hui Kim<sup>1</sup>, Bo Yeon Kim<sup>1</sup>, Hyung Joo Yoon<sup>1</sup>, Kyeong Yong Lee<sup>2</sup>, Kwang Sik Lee<sup>1</sup>, and Byung Rae Jin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 49315, Korea, <sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Wanju 55365, Korea

Waprin (whey acidic protein) is known for its diverse biological activities, including antimicrobial, antioxidant, embryonic developmental, sperm-binding, and long-term sperm storage functions. In previous studies, waprin from *Apis mellifera* venom exhibited antimicrobial and antioxidant properties; however, its presence and function in other major pollinators, such as *Bombus terrestris*, remain unexplored. In this study, we cloned the waprin gene (*Btwaprin*) from *B. terrestris* venom and characterized its antimicrobial properties. *Btwaprin* encodes a signal peptide of 21 amino acids and a mature peptide of 91 amino acids. It is specifically expressed in the venom gland of *B. terrestris* workers. Recombinant Btwaprin, produced in baculovirus-infected insect cells, exhibited carbohydrate-binding ability and showed antimicrobial and antifungal activities. Furthermore, it induced morphological changes in microbes by binding to their surfaces. These results suggest that Btwaprin has potential applications as a novel antimicrobial agent, similar to other venom-derived components.

Keywords: *Bombus terrestris*, Waprin, Venom, Antimicrobial peptide, Antifungal peptide

P-03

## Waprin Improves Sperm Viability in *Bombus terrestris* Under Temperature Stress

**Yun Hui Kim<sup>1</sup>, Bo Yeon Kim<sup>1</sup>, Hyung Joo Yoon<sup>1</sup>, Kyeong Yong Lee<sup>2</sup>, Kwang Sik Lee<sup>1</sup>, and Byung Rae Jin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>College of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 49315, Korea, <sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, Wanju 55365, Korea

Bumblebee populations are declining due to multiple factors, including pesticide exposure, pathogens, habitat loss, and climate change. Recently, climate-related events such as heat waves have been shown to accelerate this decline. Bumblebee queens possess a unique organ called the spermatheca, which stores sperm during hibernation and is later used to fertilize eggs during oviposition, colony establishment, and the production of new queens and males. In our previous studies, we characterized the role of waprin in promoting long-term sperm survival in honeybee queens; however, the relationship between sperm viability and waprin under temperature stress remains unclear. In this study, we analyzed the effect of waprin on sperm viability under various levels of temperature stress in vitro. We found that *Bombus terrestris* waprin (Btwaprin) is expressed in reproductive organs such as the queen's spermatheca and the male's seminal vesicle, and it binds to the acrosome, head, and tail regions of sperm. Furthermore, sperm with reduced Btwaprin expression exhibited folded morphology and decreased viability when treated with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Notably, sperm treated with recombinant Btwaprin showed increased viability under temperature stress. These results suggest that Btwaprin provides new insights into sperm biology under temperature stress and may have practical applications in sperm preservation for artificial insemination and reproductive biology.

Keywords: *Bombus terrestris*, Waprin, Sperm viability, Thermal stress, Reproductive biology

P-04

## Temperature-induced changes in gut microbiota and health of bumblebees

**Dongsoo Han<sup>1</sup>, Mehwish Roy<sup>1</sup>, Jinmyung Kim<sup>1</sup>, Hansoo Kim<sup>1</sup> and Kihyuck Choi<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Applied Bioscience, Dong-A University, Busan, Republic of Korea

Bumblebees, crucial pollinators in agriculture and ecosystems, operate optimally between 27°C and 32°C, with reproductive capabilities ceasing above 35°C. They protect developing larvae by regulating nest temperature through wing-fanning. However, this natural defense may be insufficient against accelerating climate change, potentially contributing to their decline as global temperatures rise. In this study, bumblebees were reared at 27°C and 35°C, and hindgut samples from queens and workers were analyzed using 16S rRNA sequencing. DESeq2 and Random Forest analyses revealed caste-specific microbial shifts. Notably, Bifidobacterium increased in queens and Lactobacillus in workers under heat stress. These results suggest that rising temperatures alter gut microbial communities in a caste-dependent manner, potentially impacting bumblebee health.

Keywords: *Bombus terrestris*, Pollinator decline, Global warming, Bee breeding.

Acknowledge : This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (RS-2023-00251252\_2 and 2020R1A6A1A030 4772922), and Green Fusion Technology Program funded by Ministry of Environment): Biomaterials Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) funded by the Ministry of Environment (MOE).

P-05

## Effects of Neonicotinoid Pesticides on Honeybee Gut Microbiota

Dongsoo Han<sup>1</sup>, Mehwish Roy<sup>1</sup>, Shin Yongho<sup>1</sup> and Kihyuck Choi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Bioscience, Dong-A University, Busan, Republic of Korea

Neonicotinoid insecticides are widely used in agriculture but pose risks to pollinators like honeybees. The honeybee gut microbiota is vital for immunity and nutrient absorption, and its disruption may harm colony health. This study examined the effects of three neonicotinoids (imidacloprid, thiacloprid, and dinotefuran) on adult worker bee microbiota and phenotype. Bees were divided into control and treatment groups, receiving three weekly exposures, with samples collected 10 days after the final treatment. 16S rRNA MiSeq profiling revealed 9 differentially abundant OTUs, with 6 increasing post-treatment. Notably, two enriched OTUs, *Lactobacillus* and *Bartonella*, were isolated from the hindgut. These results suggest that neonicotinoids alter gut microbial composition and impair development, highlighting the potential for probiotic strategies to support pollinator health.

Keywords: *Apis mellifera*, Gut microbiota, Neonicotinoid insecticides, Pollinator health

Acknowledge : This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (RS-2023-00251252\_2 and 2020R1A6A1A030 4772922), and Green Fusion Technology Program funded by Ministry of Environment): Biomaterials Specialized Graduate Program through the Korea Environmental Industry & Technology Institute (KEITI) funded by the Ministry of Environment (MOE).

P-06

## UPLC-Q-TOF/MS-Based Metabolomic Profiling of Honey Bee (*Apis mellifera*) Responses to Coumaphos Exposure

Yoonjeong Jeon, Sung-Gil Choi, Won Noh, Jin-Woo Park, Jong-Su Seo, and Jong-Hwan Kim

Center for Environmental Safety Research, Korea Institute of Toxicology, Jinju, Republic of Korea

Honey bees (*Apis mellifera*) are vital pollinators of both agricultural crops and wild plants, contributing significantly to ecosystem stability and global food production. Pesticide exposure has been identified in numerous studies as one of the primary threats to honey bee health. Among these, coumaphos, a synthetic organophosphate insecticide, is commonly applied to manage *Varroa* mite infestations in bee colonies due to its classification as only mildly toxic to bees. Nonetheless, increasing evidence suggests that coumaphos exposure can adversely affect honey bee physiology and behavior, including enhanced cellular damage, impaired olfactory learning, and reduced foraging activity.

In this study, we conducted UPLC-Q-TOF/MS-based comparative metabolomic profiling to investigate the metabolic effects of coumaphos exposure in honey bees. Significant alterations in metabolites and related metabolic pathways were observed in the abdomen and brain, indicating tissue-specific metabolic responses. These results reveal distinct metabolic disruptions caused by coumaphos exposure and provide valuable insights into potential mechanisms underlying its harmful effects on honey bee health.

Keywords: *Apis mellifera*, Coumaphos, Metabolomics.

P-07

## Development and Validation of Weather Index for Yellow-legged Hornet (*Vespa velutina nigrithorax*) Activity Prediction

**Su-bae Kim, Sunghyun Min, Young Bo Lee and Kyeong Yong Lee**

Apiculture Division, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Republic Korea

This study developed a comprehensive weather index to predict Asian giant hornet activity patterns through meteorological-ecological fusion analysis. Field observations were conducted at apiaries in Wanju-gun from August to November 2024, measuring hornet entrance/exit counts during peak activity hours (2-3 PM). Weather data including temperature, humidity, solar radiation, wind, and precipitation were collected using automatic weather stations. Spearman correlation analysis revealed strong positive correlations between hornet activity and temperature ( $r=0.669$ ), solar radiation ( $r=0.745$ ), and negative correlation with precipitation ( $r=-0.514$ ). Critical thresholds were identified: optimal activity at 32°C, activity cessation at 40°C, precipitation threshold at 5mm, and optimal solar radiation at 450W/m<sup>2</sup>. Individual weather indices for temperature (TI), precipitation (RI), and solar radiation (SI) were integrated into a composite index (CI) using weighted averages. Model validation using 2018-2024 data showed excellent predictive performance with  $R^2=0.827$ , RMSE=13.046, and bias within  $\pm 1\%$ . This weather-based prediction system provides scientific foundation for early warning systems, potentially preventing annual economic damages of 170 billion KRW in Korean beekeeping industry.

Keywords: Asian giant hornet, weather index, activity prediction, climate-ecology integration, beekeeping protection, early warning system

P-08

## Correlation between the amount of centrifugal sediment of honey and optical properties such as color

**Changhee Lee, Sohee Kim, Boyoung Kim, Haseong Kwon, Mijung Kwon, Kiechul Jung and Yonghyun Kim**

Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service

Typically, the first step in extracting DNA from honey is to dilute the honey with an appropriate solution such as water, to ensure its fluidity, and to centrifuge it to precipitate various DNA containing particles in the honey such as pollen. Therefore, one might argue that the amount of DNA obtained from a single extraction experiment is proportional to the amount of centrifuged sediment, but it does not apply in all circumstances because each honey sample has different characteristics such as viscosity, color etc. By simple logic, we can assume that darker honey will have more solids than lighter honey. So, in this study, we investigated the correlation between the optical properties such as color, of each honey and weight of the sediment obtained from them to determine whether it is possible to predict the amount of honey sample required to extract the desired amount of DNA from each honey.

P-09

## Behavioral responses of honeybee colonies to temperature anomalies during overwintering: A field monitoring study

**Dae-Wook Kim<sup>1</sup>, Jong-Won Kim<sup>2</sup>, Jungeun Min<sup>1</sup>, Jong-Su Seo<sup>1</sup> and Sooyeon Kim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Environmental Safety Research Center, Korea Institute of Toxicology (KIT), Jinju, Korea

<sup>2</sup>Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services

겨울철 이상 기상 현상의 빈도 증가에 따른 꿀벌의 대량 소실과 이상기온 간의 연관성을 규명하기 위해 전국 8개 지역 봉장을 대상으로 기상 분석을 실시하고, 이상 기온에 따른 꿀벌 행동 변화 관찰 방법을 확립하였다. 2023과 2024년 월 동기간 중 각 지역별 기상청 누적 관측 자료와 봉장 현장 측정 자료를 비교 분석한 결과, 이상기온 발생 빈도는 2023년 11~12월, 2024년 11월과 2025년 2월에 최고치를 기록하였다. 지역별 분석에서는 2023년 전북 임실군에서 가장 높은 이상기온 빈도를 보인 반면, 2024년에는 전남 보성군과 부산 기장군(경남)에서 높은 빈도가 관찰되었다. 월동 초기의 고온 현상은 산란 억제가 필요한 시기에 오히려 산란률을 증가시키는 원인이 될 수 있으며, 월동 말기의 이상 고온은 꿀벌의 개화 시기 오인으로 인한 조기 채밀 활동을 유발할 수 있다. 벌통 입구에서 꿀벌의 행동 관찰은 이상 기온 발생시 기후요인 변동에 의해 어떻게 꿀벌의 행동이 변화하는지 기준을 세우기 위한 방법으로 확립되었다.

Keywords: Temperature variations, Climate change, Honeybee behavior, Hive entrance

사사: 본 연구는 농림축산검역본부 사업(과제번호: Z-1543081-2024-26-01)의 지원에 의해 수행되었습니다.

P-10

## Comparison of UV spectrophotometry-based and fluorometry-based method for honey DNA quantitation

**Changhee Lee, Yoonhee Kim, Boyoung Kim, Haseong Kwon, Mijung Kwon, Kiechul Jung and Yonghyun Kim**

Experiment Research Institute of National Agricultural Products Quality Management Service

To increase the success rate and reduce errors in DNA-based experiments ranging from simple PCR to NGS, the concentration and purity of extracted DNA must be accurately measured. There are two main types of DNA quantitation methods currently used in molecular biology. One is a spectrophotometric method that measures DNA concentration by utilizing the property of DNA, which is absorbing UV light at a wavelength of 260 nm, and the other type is a fluorometric method that measures the intensity of fluorescence emitted by fluorescent dyes that specifically bind to DNA. These two methods are known to yield different results because they use different principles, and each method has clear advantages and disadvantages, so it is advisable to choose the method based on the purpose of the analyses and sample characteristics. In this study, the amount of DNA extracted from honey was measured simultaneously using spectrophotometry and fluorometry, and the differences in results have been examined to determine which method is more suitable for quantifying honey DNA.

P-11

## Chromosome-level de novo hybrid assembly of the Asian honeybee, *Apis cerana koreana*

Jeong-Hyeon Lee<sup>1,2</sup>, Olga Frunze<sup>1</sup>, Gyongju Nah<sup>3</sup>, Hyung-Wook Kwon<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Life Sciences @ Convergence Research Center for Insect Vectors (CRCIV), Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea

<sup>2</sup>Division of Life Sciences, Incheon National University, Incheon 22012, Republic of Korea

<sup>3</sup>Genome Analysis Center, National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

\*Correspondence: hwkwon@inu.ac.kr

The Asian honeybee (*Apis cerana*) plays an essential role in East Asian ecosystems and agriculture, yet its populations face threats from climate change, pesticides, and pathogens. We present AcerK1.0, a near-complete chromosome-level genome assembly of *A. cerana koreana*, generated through a hybrid sequencing approach combining Oxford Nanopore long reads and Illumina short reads. The final 223 Mbp assembly comprises 16 chromosomes, 4 unplaced scaffolds, and a complete mitochondrial genome, achieving an N50 of 13.39 Mbp, 97.9% BUSCO completeness, and a median RNA mapping rate of 99.2%. Comparative genomics revealed high collinearity (94.4%) with *A. mellifera*, alongside species-specific inversions and distinct centromere/telomere patterns. Mitochondrial phylogeny confirmed the genetic independence of *A. cerana koreana*. This high-quality reference genome provides a critical foundation for conservation, breeding programs, and studies on eusociality and environmental adaptation in Eastern honeybee.

Funding: This research was funded by “The Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development” (Project No. RS-2025-02214782) from the Rural Development Administration, Republic of Korea.

P-12

## Design of a Domain-Specific Large Language Model and Service for Intelligent Beekeeping

Hong Gu Lee<sup>1</sup>, Jeong -Yong Shin<sup>1</sup>, Bo-Sun Pack<sup>2</sup>, Changyeun Mo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University

<sup>2</sup>Serculture and Apiculture Division, National Institute of Agricultural Science

이상 기온, 개화 시기 변동, 병해충 확산 등으로 인해 양봉 산업은 생산성 저하와 경영 악화의 위협에 직면하고 있다. 전통적인 경험 중심 관리 방식은 이러한 기후 위기에 신속하고 정밀하게 대응하기 어렵다. 따라서 데이터 기반의 정밀한 의사결정 및 사양 관리 기술이 요구된다. 본 연구는 양봉 산업에 특화된 대규모 언어 모델과 지능형 시스템 설계를 목표로 하며, 데이터셋 구축-모델 파인튜닝-RAG로 이어지는 파이프라인을 제안한다. 데이터셋 구축 단계에서는 국내외 학술 문헌, 매뉴얼, 기상·식생 데이터, 전문가 인터뷰를 수집·정제하여 도메인 지식 기반 데이터셋과 지식 그래프를 구성한다. 이후 LoRA 기반 파인튜닝과 RAG를 적용해 최신 기후·병해충 정보를 거대 언어 모델에 반영하고, 데이터와 근거 기반 의사결정을 내릴 수 있는 서비스를 설계한다. 제안 시스템은 최신 데이터와 전문 지식을 자연어 형태로 직관적으로 제공하여, 양봉 산업의 기후 적응력과 생산성을 향상시킬 것으로 기대된다.

Keywords: Digital beekeeping, Large Language Models

사사 : 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업정책지원기술개발사업 꿀벌강건성연구(RS-2025-02283324)의 지원에 의해 이루어진 것임

P-13

## 도서적리지역에서 기상요소와 여왕벌 교미율 간의 관계 분석

**Changhoon Lee, Daegeun Oh, Jinmyung Kim, Peter Njukang Akongte, Dongwon Kim and Yong-soo Choi\***

Division of Apiculture, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, RDA

여왕벌 교미율은 기상 조건에 민감하게 반응하며, 안정적 양봉을 위해 주요 기상요소의 영향을 정량적으로 파악할 필요가 있다. 본 연구는 기상요소와 교미율 간의 상관관계와 회귀모델을 분석하였다. 2025년 특정 지역의 10개 표본에 대해 기상자료(기온, 일교차, 강수량, 풍속, 습도, 운량, 일조시간)와 교미율을 수집하였다. Pearson 상관분석으로 변수 간 관계를 파악하고, 단순·다중회귀분석으로 영향력을 평가하였다. 상관분석에서 평균강수량( $r=0.91$ )과 평균운량( $r=0.72$ )은 교미율과 강한 양의 상관을 보였으며, 평균일조시간( $r=-0.38$ )은 음의 상관을 나타냈다. 단순회귀분석에서는 평균강수량이 교미율 변동의 82.5%를 설명( $R^2=0.825, p<0.001$ )하였고, 평균운량( $R^2=0.517, p=0.019$ )도 유의한 영향을 보였다. 다중회귀분석에서는 평균강수량( $p=0.049$ )이 유의한 양(+)의 영향을 미쳤으며, 평균습도와 평균운량은 경계 수준의 유의성을 나타냈다. 교미율은 강수량과 운량 등 일부 기상요소와 밀접한 관련이 있었으며, 특히 평균강수량은 단순·다중회귀 모두에서 주요 예측 변수로 확인되었다. 다만, 표본 수가 적고 변수 간 상관성이 높아 결과의 신뢰도를 높이기 위해 PCA 분석 등 추가적인 통계 검증이 필요하다. 이러한 결과는 기상 조건을 고려한 교미 환경 관리에 활용될 수 있다.

Keywords: 여왕벌, 교미율, 기상요소, 상관분석

P-14

## Development of Honeybee Object Detection and Tracking Software Using YOLO and DeepSORT for Behavioral Path Data Generation

**Hong Gu Lee<sup>1</sup>, Jeong -Yong Shin<sup>1</sup>, Sung-Kuk Kim<sup>2</sup>, Changyeun Mo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University

<sup>2</sup>Sericulture and Apiculture Division, National Institute of Agricultural Science

이상 기후와 병해충 확산으로 인해 양봉 산업은 생태 변화와 사육 기술 전환 등 다양한 위기에 직면하고 있다. 그러나 온도·습도·기후 조건과 병해충 발생이 꿀벌의 행동 양식에 미치는 영향을 정밀하게 분석한 연구는 부족하며, 이에 따라 기후 위기에 대한 데이터 기반 정밀한 대응이 어려운 실정이다. 본 연구는 행동 양식 분석을 위한 기반 기술로서 꿀벌 개체 인식과 행동 경로 데이터 생성을 위한 소프트웨어 개발하고자 한다. 이를 위해 YOLO 기반 객체 인식 모델을 적용하여 양봉 영상에서 꿀벌을 실시간 탐지하고, DeepSORT 알고리즘을 통해 개별 꿀벌의 이동 경로를 추적하는 시스템을 구현하였다. 또한 개발한 알고리즘을 통합하여 소프트웨어를 구축하였다. 개발한 소프트웨어는 꿀벌의 이동 경로, 체류 시간 등 주요 행동 데이터를 도출하며, 이러한 데이터는 꿀벌 건강 상태 변화나 병해충 감염 징후 분석을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 또한 추후 행동 패턴 분석, AI 기반 건강 예측 모델 개발, 스마트 양봉 관리 시스템과의 통합을 위한 기반 기술로 확장이 가능할 것으로 기대된다.

Keywords: Digital beekeeping, Honeybee Behavior Analysis, Pest Monitoring

사사: 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업정책지원기술개발사업 꿀벌건강성연구(RS-2025-02303308)의 지원에 의해 이루어진 것임

P-15

## Comparison of density estimation methods of *Varroa* mite inside of honey bee colony

**Hyunha Oh<sup>1</sup> and Chuleui Jung<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Department of plant Medicals, Gyeongbuk National University, Andong, Republic of Korea

<sup>2</sup>Agricultural Science and Technology Institute, Gyeongbuk National University, Andong, Republic of Korea

Honey bees face significant threats from ectoparasitic mites such as *Varroa destructor*, which impair colony health and contribute to widespread losses. Effective monitoring of mite populations is essential for timely and appropriate management. This study aimed to evaluate the effectiveness of a novel, non-invasive sugar dusting test as a diagnostic tool for detecting mite infestations, and to compare its performance with sugar shaking, brood uncapping, and sticky board. Field trials were conducted on honey bee colonies during the peak mite season. Mean  $\pm$  SE for sugar shaking, brood uncapping, sticky board, and sugar dusting test were  $10.03 \pm 1.01$ ,  $9.71 \pm 1.06$ ,  $86.80 \pm 9.38$  and  $5.91 \pm 0.79$  respectively. SE/Mean indicated higher precision for sugar shaking and sticky board, while sugar dusting showed the largest SE/Mean (0.132). Nevertheless, sugar dusting had the strongest correlation with brood uncapping, reflecting colony-level mite density trends. These findings support the use of sugar dusting as a practical monitoring tool for routine field surveillance and integrated pest management programs in beekeeping.

Keywords: Ectoparasitic mite, Mite assessment, Monitoring, Correlation, Density assessment

P-16

## Overwintering Microclimate of Beehives: Roles of Site, Method, and Material

**Daegeun Oh, Jin Myung Kim, Peter Njukang Akongte, Chang-hoon Lee, Yong-Soo Choi and Dongwon Kim**

Department of Agricultural Biology, Honeybee Resource materials Research Laboratory,  
National Institute of Agricultural Sciences

본 연구는 벌통 재질, 월동 장소, 보온 여부가 월동 기간 벌통 내부 온·습도에 미치는 영향을 분석하였다. 벌통 재질은 나무와 스티로폼으로, 월동 장소는 노지, 비가림 양봉사, 0°C 저온저장고로, 보온 여부는 돼지천을 이용한 보온 처리와 무보온으로 설정하여 총 8개 처리구를 구성하였다. 2024년 12월 25일부터 2025년 4월 23일까지 벌통 내부에 데이터로거를 설치하여 30분 간격으로 평균·최고·최저 온·습도 데이터를 수집하고, 이를 월별로 분석하였다. 보온 처리군은 전 기간 평균 온도가 무보온군보다 높았으며, 최고온도는 낮고 최저온도는 높게 유지되었다. 노지 처리구는 봄철 최고온도가 크게 상승했고 평균습도와 최고습도가 높았다. 양봉사 처리구는 최고온도가 낮고 최저온도가 높아 온도 차가 작았다. 저온저장고 처리구는 온·습도 변동 폭이 가장 작았다. 스티로폼 벌통은 평균온도가 나무보다 낮았으나 변동 폭이 작았고, 나무 벌통은 보온 시 평균온도가 더 높았다. 이러한 결과는 꿀벌 봉군의 월동 시 환경 조건에 따른 적절한 월동 방법, 장소, 벌통 재질 선택에 참고 자료로 활용될 수 있다.

Keywords: overwintering, overwintering methods, overwintering conditions, hive materials, internal hive temperature, internal hive humidity

P-17

## 꿀벌응애 저항성 품종 육성을 위한 형질 특성 평가

김동원, 오대근, 피터 아콩테, 김진명, 이창훈, 최용수  
국립농업과학원 농업생물부 양봉과

꿀벌응애(*Varroa destructor*)는 전 세계 양봉 산업의 가장 심각한 해충으로, 꿀벌 집단의 생존과 생산성에 치명적인 영향을 미친다. 우리나라는 '21년 월동 기간부터 봉군 폐사가 발생하였다. 전국적으로 봉군 폐사 현상상이 발생하였으며, 현재 까지도 지속적으로 발생하여 양봉농가에 피해를 주고 있다. 본 연구의 목적은 응애 저항성 품종 육성을 위한 주요 형질을 구명하고, 이를 기반으로 선발 지표를 제시하는 것이다. 국내 사육 중인 봉군을 대상으로 세 가지 저항성 관련 형질, 즉 첫째, 위생행동(Hygienic behavior), 둘째, 응애번식율(reproduction rate), ③ 청소율(Grooming rate)을 평가하였다. 위생행동은 번데기 사충(freeze-killed brood assay), 응애재번식율은 봉충 내 응애 개체군 분석, 청소율은 실험군-대조군 비교를 통해 측정하였다. 그 결과, 위생행동 점수와 청소율이 높은 군체일수록 응애 재번식율이 유의하게 낮았으며, 세 형질 간 상관관계를 분석하였다. 이는 다형질 선발을 통한 저항성 육성에 효과적임을 시사한다. 본 연구는 향후 꿀벌응애 저항성 육종 프로그램의 기초 자료로 활용될 수 있으며, 지속가능한 양봉산업 유지에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Honeybee breeding, *Varroa* mite, Resistance line, Behavior study

P-18

## A new species of *Dactylochelififer* (Pseudoscorpiones: Cheliferidae) Beier, 1932, a potential natural enemy for *Varroa* (Mesostigmata: Laelapidae)

**Kyung-Hoon Jeong<sup>1,2</sup>, Jinsung Park<sup>1,2</sup>, Sang-Yoon Kim<sup>1,2</sup>, Jaegwan Yang<sup>1,2</sup>, Bo-Sun Park<sup>3</sup>, and Sora Kim<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agricultural Convergence Technology, Jeonbuk National University, Korea

<sup>2</sup>Lab of Insect Phylogenetics & Evolution, Department of Plant Protection & Quarantine, Jeonbuk National University

<sup>3</sup>Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, Korea

Pseudoscorpions are predatory arachnids, distributed in various habitats. They even inhabit beehives, hunting *Varroa* mites. There are several species, such as *Chelififer cancroides* Linnaeus, 1758, and species in *Ellingseni* Chamberlin, 1932, which inhabit beehives. Most of these species are included in the family Cheliferidae Risso, 1827. Among them, the genus *Dactylochelififer* Beier, 1932 currently comprises 52 species worldwide. Here, we report a new species of *Dactylochelififer* from Korea, with potential as a biological control agent against *V. destructor*. We provide a detailed diagnosis, high-quality live photographs, and SEM images of the species, and discuss the role of pseudoscorpions as natural enemies within beehives.

Keywords: Biological control, Beehive ecosystem, Taxonomy, SEM (scanning electron microscopy).

P-19

## Physicochemical Characterization of *Apis cerana* F. Honey In Korea

Hyunjee Kim<sup>1</sup>, Olga Frunze<sup>1,2</sup>, Soon Ok Woo<sup>3</sup>, Hong Min Choi<sup>3</sup> and Hyung-Wook Kwon<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Convergence Research Center for Insect Vectors, Incheon National University

<sup>2</sup>Department of Life Sciences, College of Life Science and Bioengineering, Incheon National University

<sup>3</sup>Division of Apiculture, National Institute of Agriculture Science

토종꿀의 경쟁력을 강화하고 브랜드화를 추진하기 위해서는 토종꿀의 특성을 과학적으로 규명하고 표준화하는 작업이 필수적이다. 그러나 현재 국내에서는 토종꿀에 대한 명확한 품질 기준이 마련되어 있지 않으며, 기존 규정은 대부분 서양 꿀에 기반하고 있다. 이에 본 연구에서는 토종꿀에 대한 품질 기준 수립의 기초자료를 제공하고자 국내에서 수집한 토종꿀 39점을 대상으로 수분 함량, 전화당, 포도당, HMF(hydroxymethylfurfural), 디아스타아제 활성, 색깔 등을 분석하였다. 분석 결과, 평균 수분 함량은  $19.44 \pm 1.24\%$ , 평균 전화당 함량은  $73.46 \pm 3.34\%$ , 평균 포도당 함량은  $31.95 \pm 3.66\%$ 였으며, 평균 HMF 함량은  $7.03 \pm 8.18$  mg/kg, 평균 디아스타아제 활성은  $21.83 \pm 13.09$ 였다. 색깔은 흰색(2.56%), 매우 밝은 호박색(5.13%), 밝은 호박색(35.90%), 호박색(38.46%), 어두운 호박색(17.95%)으로 다양하게 분포하였다. 본 연구는 토종꿀의 과학적 특성 규명과 함께, 향후 표준화된 품질 기준 마련 및 고유 브랜드화 전략 수립에 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

Keywords: 토종꿀, 경쟁력 강화, 규정

사사: 본 연구는 농촌진흥청 사업(과제번호: RS-2023-00228817)과 교육부의 대학중점연구소지원사업(과제번호: 2020R1A6A1A03041954)의 지원으로 수행되었습니다.

P-20

## 전남 남해안지역 채밀 예덕나무꿀 성분 비교

김지수, 이유범, 김성연, 오상아, 임윤지, 이주영, 김선암, 윤창용

전라남도농업기술원 곤충잡업연구소

벌꿀은 꿀벌들이 꽃꿀, 감로, 수액 등을 채집하여 벌집에 저장한 뒤 숙성한 것으로 다른 식품 첨가물을 첨가하지 않은 것을 일컫는다. 일반적인 벌꿀의 규격은 수분 20%이하, 물불용물 0.5%이하, 산도 40meq/kg이하, 전화당 60.0%이상, 자당 7.0%이하, 히드록시메틸푸르푸랄(HMF) 80mg/kg이하로 규정하고 있다. 전남 남해안에 자생하는 예덕나무는 소화촉진, 통증 및 염증감소의 효능이 있다고 알려져 있다. 예덕나무 꿀 채밀을 위해 개화시기에 전라남도 완도군 보길면(34.15121, 126.5434)에서 2025년 6월 23일부터 7월 4일까지 12일 동안 정리채밀후 벌꿀을 수집하였다. 벌꿀 품질 특성 분석결과 수분함량은 처리구인 예덕나무꿀이 23.1%로 다소 높았고 대조구 아카시아꿀과 때죽꿀은 18~20% 정도로 나타났다. 꿀벌의 소화액으로 인하여 포도당과 과당으로 분해되는 전화당 함량은 아카시아꿀 73.2% > 때죽꿀 69.4% > 예덕나무꿀 68.8% 순으로 나타났다. 단당류인 과당: 포도당비(F/G)는 아카시아꿀 1.58 > 때죽꿀 1.35 > 예덕나무꿀 1.17로 예덕나무꿀은 잡화꿀의 기준인 1.1에서 1.5 사이의 값을 나타냈다. 벌꿀의 신선도로 나타내는 히드록시메틸푸르푸랄(HMF) 또한 6탄당인 포도당이 5탄당인 과당의 탈수반응에 의하여 생성되며 때죽꿀 1.8 > 예덕나무꿀 1.7 > 아카시아꿀 1.1로 가장 낮게 나타났다. 대부분의 C3식물들은 탄소동위원소비율을  $-(22 \sim 27)\%$  값을 나타내는데 예덕나무꿀 -26.6, 때죽꿀 -26.6 아카시아꿀 -25.1로 평균범위에 속하였다.

Keywords: *Apis cerana*, *Mallotus japonicus* (L. f.) Müll, Honey, Quality characteristics

P-21

## Isolation of Honey-Derived Metabolites from *Hovenia dulcis*

손윤곤, 이문선, 임푸름, 우순옥, and 최홍민\*

국립농업과학원 양봉과

헛개나무(*Hovenia dulcis*)는 한국, 중국, 일본 등 동아시아 지역에서 자생하는 전통 약용 식물로, 간 보호, 항산화, 항염증 등 다양한 생리활성 기능이 우수한 것으로 알려져있다. 최근 다수의 선행연구를 통해서 헛개나무를 밀원으로 하는 헛개나무꿀 또한 기능이 뛰어나 주목받고 있다. 그러나 기존 연구는 주로 생리활성 중심의 효능 검증에 치중되어 헛개나무 꿀 내 대사산물의 구성 성분에 관한 연구는 매우 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 헛개나무 유래 꿀의 성분 분석을 통해 대사산물을 분리하고 특정 유효 성분을 규명하고자 한다. 국내에서 채밀된 헛개나무 꿀을 메탄올 추출 후 계통적 분획을 실시하였으며 UPLC를 통해 에틸아세테이트 분획물 내 2종의 주요 대사체분포를 확인하였다. 2개의 주요 대사체 분리를 목적으로 MPLC를 이용한 isocratic(Water 60% : MeOH 40%) 조건을 활용하여 총 4개의 구간으로 1차 분리를 진행 후 prep-LC로 추가 정제하여 목표로 하였던 2개의 화합물을 분리하였다. 향후 NMR 기반의 화학적 구조 동정을 수행할 예정이다. 이를 통해 헛개나무 꿀에 함유된 특이성분의 화학적 구조를 규명하여 생리활성 작용 기전을 위한 핵심 자료를 제공하고, 헛개나무 꿀의 기능성 고부가 가치 소재 개발에 기여할 수 있을 것이다.

Keywords: 헛개나무, 헛개나무 꿀, 대사체 분리, MPLC, prep-LC, UPLC

사사: 본 연구는 농촌진흥청 사업(과제번호: RS-2023-00228817)의 지원으로 수행 되었습니다.

P-22

## Changes in Major Components of Bee venom According to Storage Temperature and Duration

최홍민, 우순옥, 임푸름, 이문선, 손윤곤

국립농업과학원 양봉과

본 연구에서는 봉독의 온도에 대한 안정성을 평가하기 위해 온도 및 저장 기간에 따른 봉독의 주요성분 변화를 분석하였다. 봉독의 주성분인 Melittin은 냉장온도인 4℃를 포함하여 50℃까지는 함량변화가 거의 없었으며, 50℃ 이상의 온도를 가열할 경우 급격하게 감소하여 120℃에서는 초기조건 대비 67.8% 감소함을 확인하였다. 또한, 실온에서 12개월 동안 노출될 경우, 초기조건 대비 13.9% 감소하였다. 봉독 내 Phospholipase A2(PLA2)의 경우에는 80℃ 이상의 고온에 노출시 함량이 다소 감소하였으며, 100℃이상의 고온에서는 열에 의한 단백질의 변성으로 응집되어 끌림현상이 발생하였으며, 120℃ 이상의 고온에서는 구조변성을 넘어 화학적 분해 및 거대 응집체 형성으로 거의 검출되지 않았다. 또한 봉독을 실온에서 12개월 동안 노출시켜 SDS-PAGE를 통해 PLA2의 검출 및 단백질 변성 여부를 확인해본 결과, PLA2의 변성은 발견되지 않았으며 동일한 위치에서 밴드가 검출됨을 확인하였다. 해당 연구결과는 봉독의 주성분인 Melittin과 PLA2의 온도에 대한 가혹조건에서의 안정성과 일반적인 유통에서의 실온에 대한 원료의 안정성을 확인하기 위한 것으로 실제 봉독의 보관 및 유통에 있어 주요성분에 대한 변화를 확인하는데 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: *Apis mellifera* L., Bee venom, Stability

사사: 본 연구는 농촌진흥청 사업(RS-2024-00359073)의 지원에 의해 수행됨.

P-23

## 아까시꿀 내 혼입 화분과 국내 지역별 양봉장 주변의 밀원식물간 화분 형태 비교

이문선, 최흥민, 임푸름, 김선미, 이샘결, 손윤곤, 박수원 and 우순옥\*  
국립농업과학원 양봉과

본 연구는 대한민국 17개 지역에서 채집한 아까시꿀 내 혼입 화분의 형태적 특성을 분석하고, 이를 주변 밀원식물에서 채집한 화분과 비교하였다. 시료당 확인된 화분 유형은 지역별로 12종에서 31종까지 다양했으며, 일부 지역에서는 특정 형태형이 특징적으로 나타났다. 대부분의 시료에서는 둥근형, 삼각형, 길쭉한 형태가 공통적으로 관찰되었고, 주머니형(saccate) 및 표면이 불규칙한 유형은 일부 지역에서만 확인되었다. 혼입 화분과 주변 식물 화분 간에 부분적인 형태 유사성은 있었으나 완전한 일치는 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 혼입 화분 조성이 지역 식생뿐 아니라 꿀벌의 넓은 채밀 반경과 이동양봉의 영향을 함께 반영함을 시사한다. 본 연구는 혼입 화분과 주변 식물 화분 간의 형태 비교를 통해 지역별 아까시꿀 화분 조성의 특성을 파악하는 데 기초 자료를 제공한다.

Keywords: 아까시화분, 화분형태분석, 아까시꿀, 밀원

사사: 본 연구는 농촌진흥청 사업(과제명: 수입산 아까시꿀 대응기술 개발)의 지원으로 수행되었습니다.

P-24

## 특용자원 신나무의 화밀분비 특성 및 잠재적 꿀 생산량 분석

원상재, 박지민, 김현준, 나성준  
국립산림과학원 산림특용자원연구과

신나무는 단풍나무과에 속하는 소교목으로 수피와 가지에 페놀성 화합물을 풍부하게 함유하고 있어 항산화, 항균, 항염 등의 생리활성을 나타내며, 이러한 특성으로 식·의약 및 기능성 화장품 소재 등에서 활용 가능한 특용자원으로 알려져 있다. 한편 신나무는 국내 밀원식물 625 분류군 중 하나로 제시되어 있으나, 생장 특성, 개화량 및 화밀 특성 등 종합적 가치 평가가 미흡하여 밀원식물로서의 입지가 확보되지 못한 실정이다. 이에 따라 본 연구는 신나무의 생장, 개화량 및 화밀 특성을 조사하여 밀원식물로서의 가치를 종합적으로 평가하였다. 조사목의 수고는 4.8 m, 수관폭은 3.9 m, 본당 개화량은 189,882개로 조사되었다. 꽃당 화밀량은 0.3  $\mu\text{L}$ , 단위 용량당 유리당은 618.6  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ 이며, 이를 기반으로 산출된 꽃당 유리당 함량은 0.2 mg 이었다. 꽃당 화밀량, 유리당 함량 및 본당 꽃수를 바탕으로 산출한 본당 잠재적 꿀 생산량은 36.6 g 이었으며, ha 당 생육 가능 본수인 664본을 기준으로 산출된 ha 당 잠재적 꿀 생산량은 24.3 kg으로 추정되었다. 화밀 내 아미노산의 경우 글루타민(33.4 mg/L), 프롤린(33.0 mg/L), 글루탐산(16.4 mg/L)이 주된 성분이며, 이를 포함한 총 16종의 아미노산이 검출되었다. 본 연구 결과는 신나무의 종합적 밀원가치를 규명한 국내 최초의 연구로, 신나무가 특용자원이자 밀원자원으로서 지닌 다기능적 활용 가능성을 제시하며, 이는 양봉 및 임업 산업 모두에 기여할 수 있는 다기능 수종으로서의 가치를 뒷받침한다.

검색어: 신나무, 개화량, 화밀, 유리당 함량, 아미노산 조성, 잠재적 꿀 생산량

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-01-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다

P-25

## Optimizing Cultivation Conditions for Enhancing Ornamental and Melliferous Traits in *Agastache rugosa*

박지민, 원상재, 김현준, 나성준  
국립산림과학원 산림특용자원연구과

고온, 가뭄 등 기후 스트레스가 심화됨에 따라, 경관적 가치와 생태적 기능을 동시에 지닌 작물의 활용은 농업의 지속 가능성 확보를 위한 중요한 전략으로 주목받고 있다. 배초향(*Agastache rugosa*)은 관상성과 밀원 기능을 겸비한 꿀풀과 (*Lamiaceae*) 식물이지만, 두 기능을 동시에 향상시킬 수 있는 복합 재배 관리에 관한 연구는 부족하다. 본 연구에서는 차광(0%, 35%, 55%), 시비(0, 1, 3 g/L), 관수 간격(2일, 4일, 6일)의 3요인 3수준 분할구 실험을 통해 배초향의 생육, 개화, 화밀 특성 및 잠재적 꿀 생산량에 미치는 영향을 분석하였다. 시비와 관수는 성장과 개화, 화밀 생산량에 유의한 영향을 주었으며, 차광은 주로 화서의 길이와 꽃 수 등 형태적 특성에 영향을 주었다. 한편, 화밀량과 유리당 함량은 처리 간 변동이 작았으며 형태적 형질과의 상관성도 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 배초향의 형태적 특성과 화밀 특성이 재배 조건에 따라 독립적으로 조절될 수 있음을 시사한다. 최대 잠재적 꿀 생산량은 35% 차광, 1 g/L 시비, 2일 간격 관수에서 0.7722 g/분(62.1 kg/ha)으로 추정되었으며, 이러한 결과는 배초향이 관상성과 밀원성을 함께 활용할 수 있는 기후 적응형 다기능 작물로서의 잠재력을 보여준다.

Keywords: *Agastache rugosa*, Multifunctional crop, Shading-Fertilization-Irrigation, Climate-resilient agriculture

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FG0403-2023-01-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

P-26

## 단감 품종별 꿀벌 방화와 화밀 분비 특성

이주영, 김지수, 이유범, 김성연, 오상아, 임윤지, 김선암  
전라남도농업기술원 곤충잠업연구소

화분매개곤충은 과수 생산성 향상에 중요한 역할을 하며, 그중 꿀벌(*Apis mellifera*)을 이용한 수분이 점점 주목받는 실정으로 본 연구에서는 단감의 밀원(蜜源)으로서의 가능성과 꿀벌 유인 특성에 대한 기초 자료 확보를 위해 주요 품종을 대상으로 꿀벌 방문과 화밀 특성을 분석하였다.

단감에서 꿀벌 방화 빈도는 오전 10~11시경 부유 품종에 방문 수가 가장 많았으며, 꽃 하나의 평균 화밀 분비량은 서촌조생 39±14.3 $\mu$ l이 가장 많았고, 부유 28±5.8, 선사환 26±8.9, 태추 25±6.3, 차량 19±5.0 순으로 품종 간 차이가 있었다.

단감 화밀 유리당 구성은 이당류인 Sucrose의 비율이 평균 83.8%로 가장 높아 Sucrose-dominant 등급에 해당되며 아미노산 분석 결과 Citrulline이 상대적으로 우점하는 아미노산이었다. Citrullin은 밀원 식물에서는 잘 발견되지 않는 비단백 아미노산(NPAA)이나 단감에 모든 품종에서 높게 나타났으며 Citrullin의 높은 농도는 꿀벌의 학습 능력이나 수명에 영향을 줄 수 있다고 보고 된 바 있다. 그러나 구체적인 농도와 역할에 대한 연구는 추가적인 연구가 필요하다고 판단되며 이러한 결과는 화분매개곤충의 선택적 유인의 가능성을 보이는 것으로 판단된다.

Keywords: *Diospyros kaki*, *Apis mellifera*, Insect pollinator, Honey plants, Nectar characteristics

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구개발과제 RS-2021-RD009627의 지원으로 수행되었음.

P-27

## 국내에서 발생하는 꿀벌(*Apis mellifera*)의 주요 질병에 대한 진단법 연구

박상규, 조효려, 박동완, 김유진, 남명현  
충청남도농업기술원 산업곤충연구소

본 연구는 multiplex PCR 다중 진단법과 SYBR Green을 이용한 HRM 분석으로 국내에서 발생하는 꿀벌(*Apis mellifera*)의 주요 질병에 진단법을 개발하기 위해 진행되었다. 진단에 이용된 시료는 질병에 감염된 꿀벌 사체와 벌통내 유기물을 이용하였으며, 미국부저병(American Foul Brood), 유럽부저병(European Foul Brood), 백묵병(Chalk Brood), 석고병(Stone Brood), 노제마병(Nosema disease), 기문응애(Acarapisosis)를 대상으로 진행하였다. 질병에 대한 염기서열 검색은 NCBI(National Center for Biotechnology Information, 미국생물공학정보센터)를 이용하였고, 이를 바탕으로 하여 질병 진단이 가능한 프라이머를 설계하였다, 프라이머 설계 기준은 길이 20mer 내외, Tm(Melting Temperature)은  $60^{\circ}\text{C}\pm 3$ 의 범위, GC 비율은 50~60%로 하였다.

설계된 프라이머 후보군을 대상으로 PCR을 이용한 검출 여부 확인으로 각각의 질병에 대한 후보군을 선발하였으며, 선발된 프라이머를 조합하여 multiplex PCR을 수행한 결과 일부 세트 후보군에서 다중진단이 가능함을 확인하였다. 또한 SYBR green 형광염료를 이용한 Resl-time PCR과 HRM(High Resolution Melting) curve 분석도 꿀벌 질병에 대한 진단으로 이용 가능함을 확인하였다.

Keywords: *Apis mellifera*, PCR, Multiplex PCR, Real-time PCR, SYBR Green, HRM(High Resolution Melting), Melt curve

P-28

## U-Net 기반 개선된 형태학적 분석을 통한 꿀벌 아종 자동 분류

조희원<sup>1</sup>, 권순호<sup>2</sup>, 이철희<sup>1</sup>, 정철의<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>국립경국대학교 컴퓨터공학과, <sup>2</sup>국립경국대학교 식물학과

꿀벌의 형태학적 특징과 아종 분석은 유전적 다양성 보존과 기후 변화로 인해 발생하는 새로운 위협에서 꿀벌 자원을 식별하고 보존하는데 중요하다. 기존의 아종 분석 방법들은 매우 전문적인 지식과 노동 집약적이라는 단점을 가지고 있었다. 이를 보완하여 개발된 기하학적 형태분석법은 꿀벌 앞날개의 정맥 연결부, 총 19개의 랜드마크 좌표를 획득하고, 좌표의 편차를 이용해 아종을 분류할 수 있다. 그러나 이 방법은 랜드마크 좌표에 대한 수동 지정이 필요하여, 사육자나 양봉가가 일상적으로 사용하기 매우 어렵다. 본 연구에서는 기하학적 형태분석법을 보완하여 U-Net 모델을 활용하여 꿀벌의 앞날개 사진으로부터 19개의 랜드마크 좌표를 자동으로 탐지하고 분할한 후 기계학습을 이용하여 5종의 아종을 자동으로 분류하는 알고리즘을 구현하였다. 연구 데이터셋으로는 표준 순계 아종 *A.m.ligustica*, *A.m.carpathica*, *A.m.carnica* 총 3종으로 385개의 이미지를 사용하였다. 제안된 방법의 성능 평가를 위해 U-Net 모델을 통해 추출된 좌표와 특징을 MLP, SVM, Random Forest, LDA 총 4가지의 기계학습 알고리즘에 적용하여 아종 분류 성능을 비교하였다. 교차 검증을 통한 성능 측정 결과는 MLP가 85.2%, SVM는 86.3%, Random Forest는 77.8%, LDA가 86.4%로 평가되었다. 본 연구의 결과는 향후 꿀벌 앞날개 사진만으로 아종을 효과적으로 분류할 수 있는 기술적 기반을 마련함으로써, 꿀벌 유전적 다양성 보존에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Keywords: Honeybee, Subspecies, Landmarks, U-Net, Geometric morphometrics

P-29

## Chronic heat stress disrupts forager cognition in honey bees

**Olga Frunze<sup>1</sup>, Yumi Yun<sup>1</sup>, Hyunjee Kim<sup>1</sup>, Soon Ok Woo<sup>2</sup>, Seung-Jae Lee<sup>3</sup>, Hyung-Wook Kwon<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Department of Life Sciences@Convergence Research Center for Insect Vectors (CRCIV), Incheon National University, Republic of Korea; <sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration (RDA), Wanju 55365, Republic of Korea; <sup>3</sup>Research and Development, National Center for AgroMeteorology (NCAM), Seoul, Republic of Korea. \*Correspondence: hwkwon@inu.ac.kr;

Pollinator losses are linked to climate change, but its specific effects on honey bees remain unclear. We investigated chronic heat stress by rearing bees at 25°C (Group 25), 35°C (Group 35), or under natural conditions (Control) from June 2022 to October 2023. Cognitive performance, colony traits, and expression of 11 genes were assessed. Bees from Group 35 showed reduced sucrose sensitivity, lower honey stores, and weaker colony development. Nine genes responded to heat, including those tied to aging and cognition. Chronic heat stress impaired honey bee foraging behavior and physiology, highlighting climate-related risks to colony health and pollination services.

Funding: This research was supported by the Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. RS-2024-00339097) and a post-doctoral research program for excellence institute (2024) in the Incheon National University.

P-30

## Viral Communities in Nine Bee and Mite Species from Northern Thailand

**Minhyeok Kwon<sup>1</sup>, Phaksorn Lawsubtawee<sup>2,3</sup>, Patcharin Phokasem<sup>2,3</sup>, Bajaree Chuttong<sup>3,4</sup>, Nuttapol Noirungsee<sup>2,3</sup>, Eui-Joon Kil<sup>1</sup> and Terd Disayathanoowat<sup>2,3\*</sup>**

1. Department of Plant Medicals, Gyeongbuk National University, Andong, South Korea
2. Research Center of Deep Technology in Beekeeping and Bee Products for Sustainable Development Goals (SMART BEE SDGs), Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand
3. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand
4. Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

We performed the metatranscriptomic virome analysis on 22 samples from five honey bee species, two stingless bee species, and two mite species in northern Thailand using NovaSeq 6000. Following *de novo* assembly, viral sequences were classified based on ORF completeness, BLAST-based sequence similarity, and phylogenetic distance. A total of 43 viral species were detected, of which 25 (58.1%) are proposed as novel. A host-specific variant of black queen cell virus (BQCV) was exclusively identified in dwarf honey bees (*Apis florea*, *A. andreniformis*). Plant-associated viral families (n=26) outnumbered insect-associated families (n=17), suggesting diverse transmission routes mediated by plant-bee interactions. These findings provide a foundation insight into viral diversity, host specificity, and transmission pathways in Southeast Asian bee-mite assemblages, supporting future ICTV taxonomic classification and strategies for bee health management.

Keywords: Metatranscriptomic virome, Black queen cell virus (BQCV), viral taxonomy, bee health

P-31

## Full-Length Genome Characterization of Two Novel RNA Viruses, *Apis Mellifera* Associated Cripavirus 1 and 2, Identified in Honey Bees

**So-Yoon Jang, Minhyeok Kwon, and Eui-Joon Kil**

Department of Plant Medicals, Gyeongbuk National University, Andong, South Korea

In recent years, persistent colony losses have been reported in the Korean apiculture industry, and pathogen infections suspected as a major contributing factor. To investigate this issue, we conducted a metatranscriptomic virome analysis of *Apis mellifera*, leading to the identification of both known and novel viruses. Among these, two novel RNA viruses—tentatively named *Apis mellifera* associated cripavirus 1 (AmCrV1) and 2 (AmCrV2)—were selected for full-length genome sequencing. Fourteen virus-specific primers were designed for each virus, and RT-PCR was performed to amplify the entire genome. The resulting products were sequenced using Sanger sequencing. In cases where direct sequencing failed, TA-cloning was employed, followed by Sanger sequencing. The assembled sequences matched the contigs from the initial virome analysis, confirming the presence of AmCrV1 and AmCrV2 and ruling out the possibility of assembly artifacts. These findings highlight the need for further investigation into the potential pathogenicity and ecological roles of these novel viruses.

Keywords: *Apis mellifera*, Novel RNA virus, Cripavirus, Sanger sequencing

P-32

## The first report of overwintering *Varroa destructor* mites in South Korea

**손민웅, 김희지, 이동희, 민성현, 김성국, 이수진, 광규원, 김수배, 이영보, 이경용, 박보선\***

소속: 농촌진흥청 국립농업과학원 양봉과

*Varroa destructor*는 전 세계 양봉에 심각한 외부기생 위협을 미치고 있으나, 월동기 꿀벌 군집 내에서의 공간 생태는 아직 충분히 밝혀지지 않았다. 본 연구에서는 *V. destructor*의 월동 위치와 군체 내 분포 양상을 조사하고, 이와 성충 꿀벌의 공간 분포와의 관계를 분석하였다. 군체는 -80°C에서 신속히 동결시켜 벌과 진드기의 위치를 고정하였으며, 격자 기반 조사를 통해 공간 배열을 지도화하고 공간 통계 기법으로 분석하였다. 그 결과, 총 2,791마리의 꿀벌 성충과 20마리의 *V. destructor*가 확인되었다. 모든 *V. destructor* 개체는 성충 꿀벌의 두 번째 복부 등판의 오른쪽 측면에 위치해 있었으며, 특히 벌의 밀도가 높은 구역에서 군체 내 유의미한 군집 분포를 보였다. 본 연구는 효과적인 *Varroa* 방제를 위한 기초 생태학적 통찰을 제공하며, 다양한 군체와 환경에서의 추가 연구 필요성을 강조한다.

Keywords: Ectoparasite, *Varroa* mite, Spatial autocorrelation, Tergite, Phoretic phase

P-33

## Clinical Presentation and Colony-Level Impacts in *Bombus* spp.

**Kyu-Won Kwak, Dong-Hee Lee, Heeji Kim, Minwoong Son, Sung-Hyun Min,  
Young-Bo Lee, Kyeong-Yong Lee, Su-Jin Lee, Bo-Sun Park, Su-Bae Kim, Sung-Kuk Kim**  
Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Sciences,, Republic of Korea

To assess cross-species relevance, we conducted a supplementary colony and pathogen survey in *Bombus* spp.. Notably, every individual exhibiting overt wing-deformity tested DWV-positive, reinforcing a strong association between DWV infection and wing malformation in commercial bumblebees spanning at least two species. While causality cannot be inferred from association alone, the convergence of clinical signs and infection status across species underscores the need for strengthened biosecurity, routine pathogen screening, and evidence-based husbandry. DWV is linked to consistent, debilitating wing and locomotor phenotypes and to poor colony development in *B. spp.*, with concordant clinical-infection patterns observed in *B. ignitus*. Future work should resolve transmission routes (vertical and horizontal), identify environmental and nutritional cofactors, evaluate asymptomatic carriage, and develop or select for DWV-tolerant/-resistant lines to stabilize commercial bumblebee production.

Keywords: *Bombus* spp., Deformed Wing Virus (DWV), wing deformity, colony development, reproduction

P-34

## Prevention and Control of Nosemosis Using Genetically Engineered *Snodgrassella alvi* in Honey Bees

**Keun-ho Kim<sup>1</sup>, Mi-Sun Yoo<sup>1</sup>, So Youn Youn<sup>1</sup>, Jang-hyeon Kim<sup>1</sup>, Se-ji Lee<sup>1</sup>, Dayeoung Kim<sup>1</sup>, Seonmi Lee<sup>1</sup>,  
Jaemyung Kim<sup>1</sup>, and Hyang Sim Lee\***

<sup>1</sup>Parasitic and Honeybee Disease Laboratory, Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

*Nosema ceranae* is a widespread microsporidian pathogen that severely impacts honey bee health and colony productivity. To develop a biological control strategy, we genetically engineered *Snodgrassella alvi*, a core gut symbiont of honey bees, to express anti-Nosema effector genes. Using the pNR vector system, five candidate genes (PTP1, PTP3, SSP, SWP8, SWP12) were individually cloned and introduced into *S. alvi*. A multigene construct expressing SSP, PTP1, and SWP8 simultaneously was also developed. All recombinant strains were successfully transformed and confirmed by molecular analysis. These engineered bacteria will be delivered to honey bees via feeding to evaluate their gut colonization and their ability to prevent or mitigate *N. ceranae* infection. This probiotic approach offers a promising tool for microbiome-based disease management and could contribute to improving overall colony health and resilience. honey bee disease resistance.

Keywords: Honey bee, *Nosema ceranae*, *Snodgrassella alvi*, gut microbiota, genetic engineering

P-35

## Antisense RNA-Expressing *Bacillus subtilis* for the Control of *Nosema ceranae* in Honey Bees

**Jang-Hyeon Kim, Keun-Ho Kim, Pham Thi Vinh Hoa, Mi-Sun Yoo, So Youn Youn,  
Jae-Myung Kim and Hyang-Sim Lee\***

Parasitic and Honeybee Disease Laboratory, Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Korea

*Nosema ceranae* is a major pathogen associated with honey bee colony losses. To develop an alternative to chemical treatment, we designed antisense RNAs targeting essential genes of *N. ceranae* (chitin synthase, ATP synthase, PTP3, SWP12) to block mRNA translation.

The RNA constructs were cloned into *Bacillus subtilis* using the pMA5 vector and introduced by electroporation. To confirm colonization in the bee gut, engineered *B. subtilis* expressing EGFP were administered to bees ( $1 \times 10^8$  CFU/mL) in sucrose solution for 48 hours. Gut samples collected on days 1, 3, 7, and 15 post-feeding were analyzed by PCR, confirming EGFP presence in gut DNA up to day 15.

These findings demonstrate successful gut colonization by recombinant *B. subtilis*, suggesting its potential as an RNA delivery system for prevention and control of *N. ceranae* infections in honey bees.

Keywords: *Nosema ceranae*, Antisense RNA, *Bacillus subtilis*, Honey bee, RNA-based biocontrol

P-36

## Environment, Social and Governance(ESG)realization considering safe bee venom production and animal welfare through a Korean bee venom collector

**Jung keun Park<sup>1</sup>, Joo yeon Kim<sup>1</sup>, Dong wook Kim<sup>1</sup>, Choul goo Kim<sup>1</sup> and Hong min Choi<sup>2</sup>, Sang mi Han<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Chung Jin Biotech Co., Ltd <sup>2</sup>Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science Korea

The bee venom extraction process is directly related to the welfare of bees, and by using the Korean bee venom extractor you can safely obtain bee venom while minimizing stress and risks to bees. The Korean bee venom extractor is an innovative technology that simultaneously considers the welfare of bees and safe bee venom production with the following advantages: It consistently extracts high quality bee venom without killing bees (bee safety). Also it does not significantly affect the physiological ecology of bees (improved animal welfare). High-quality bee venom is produced through high-quality bee venom extraction and purification technology (high-quality bee venom production). This animal-friendly bee venom production environment contributes to the future-oriented development direction and realization that is in line with global ESG (Environment, Social and Governance) management.

Key words: Bee venom, melittin, Bee venom collector, ESG

## Tolerance of honey bees (*Apis mellifera*) to *Varroa destructor* depends on naturally occurring mechanisms

**Peter Njukang Akongte<sup>1,2</sup>, Daegeun Oh<sup>1</sup>, Jin-Myung Kim<sup>1</sup>, Chang-hoon Lee<sup>1</sup>, Yong-Soo Choi<sup>1</sup>, and Dongwon Kim<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biology, Honeybee Resource materials Research Laboratory,  
National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), PMB 25 Buea, Cameroon

Including other stressors, global losses of honeybee colonies are attributed to *Varroa destructor*. Among control measures, breeding resistant bee strains is promising and eco-friendly, though the mechanisms involved are complex. This study evaluated mite population, colony development, and viral infestation across three groups: Group A (hygienic, low grooming), group B (Non-hygienic, high grooming), and group C (intermediate traits). Groups B and C had lower colony mortality than group A. Although not significantly different, the number of fallen mites was higher in groups A and C. Daily mite fall showed no significant correlation with adult bee population while significantly weak negative correlations were observed with brood population. Deformed wing virus, acute bee paralysis virus, and Israeli acute paralysis virus showed high levels of expression. This study suggests that non-hygienic bees with high grooming activity can perform better against *V. destructor*.

Key words: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, genetic selection, resistant traits, viruses