

SG1-1

## dsRNA pesticides from laboratory to industry

Yonggyun Kim

Department of Plant Medicals, Andong National University

과거 약 50년간 국내에서는 화학농약 기반의 병해충 방제가 지속적으로 농업 생산량을 안정적으로 유지시켜 왔다. 그러나 무분별한 화학 농약 사용은 병해충의 약제저항성 발달을 유발하였으며, 이는 기존의 방제효과를 얻기 위해 고농도 살포가 불가피하였으며, 또한 막대한 개발 비용이 필요한 신규 작용점 살충제 개발로 고비용의 방제기술로 전락하게 되었다. 여기에 대부분의 살충제가 신경계에 작용하여 인축 및 비표적 생물계에 영향을 주어 광범위한 사용에 제한을 받게 되었다. 대체 방제기술로 천적과 미생물에 의존하는 생물농약은 방제효율에서 대부분 화학약제의 수준을 따르지 못해 농민의 절대적 호응을 받지 못하였다. 이 가운데 새로운 패러다임의 생물농약으로 살포용 dsRNA 농약이 화학농약의 방제 효과와 버금가는 시험 농가 반응으로 2023년 12월에 미국 EPA 등록을 받게 되었다. 향후 살포용 dsRNA는 살충제는 물론이고 살균제 및 제초제에 이르기까지 작물보호제 시장 전체에 영향을 미치게 된다. 이에 국내에서도 dsRNA를 실험실 단계에서 산업계 적용 기술 개발 단계로 전환하여야 할 시점에 이르르게 되었다.

**검색어:** 생물농약, dsRNA, 살충제, 살균, 제초제

SG1-2

## Laboratory Research: Development of dsRNA as a Sustainable Bioinsecticide

June Sun Yoon

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

RNAi (RNA interference, RNA 간섭)은 타겟 유전자의 mRNA 시퀀스와 상동한 이중 가닥 RNA (double-stranded RNA)에 의해 일어난다는 사실이 밝혀진 이후, 유전자의 기능을 파악하는 연구 도구로 활용되다가, 2018년에 비로소 사람의 유전자 치료제로 상용화가 되었다. 지금은 더 많은 질병들의 유전자 치료제를 만들기 위해 다양한 회사들이 임상을 진행하고 있다. 농업의 분야에서는 곤충의 ‘생존 필수 유전자’를 타겟함으로써 해충 방제제로 개발되어 서부 옥수수 뿌리벌레(Western corn rootworm)를 RNAi로 방제하기 위한 제품이 종자 형식으로 상용화되었고, 최근에는 심각한 농약저항성을 가진 콜로라도 감자벌레(Colorado potato beetle)를 RNAi로 방제하기 위해 ‘스프레이 방식의 뿌리는 dsRNA’가 상용화되었다. 추후에 더 많은 해충을 타겟으로 하는 제품이 개발될 예정이다. 본 발표에서는 위에 언급한 상용화된 dsRNA 시퀀스의 환경안전성평가와 관련된 연구, off-target effect, siRNA 활용, nanoparticle 등 RNAi 기술을 보다 안전하고 유용하게 농업적으로 사용할 수 있는 방법에 대한 ‘실험실의 역할’이 무엇인지 알아보려고 한다.

**검색어:** RNA interference, Gene silencing, biopesticide, 환경안전성, dsRNA

SG1-3

## **Industrial aspects: Development of dsRNA as a Sustainable Biopesticide**

**Woojin Kim and Minlee Kim**

R&D Center, Genolution Inc., Seoul 07793, Korea

Since the gene expression interference induced by dsRNA was discovered, dsRNA has been considered as an antiviral agent and pesticide to protect beneficial insects and crops, respectively. Recently, dsRNA was classified as IRAC mode of action group 35, and the first dsRNA pesticide, Calatha of GreenLight Bioscience, has been approved by EPA. Also an animal drug for Asian honeybee, HoneyGuard-R of Genolution is about to be approved by APQA. During the last two decades, hundreds of papers already had demonstrated the application and capability of dsRNA for agriculture, however, we have just a few commercialized products at hand at this moment. It is time to understand the processes, hurdles and limitations on the industry side that are indispensable for the development, registration and commercialization of dsRNA-based products.

**Key words:** dsRNA, RNAi, pesticide, animal drug, registration

SG1-4

## Study on institutionalizing pesticide registration standards for industrialization of dsRNA

Young-Eun Na, Kyung-won Lee and Seong-Hyun Kim

Rural Development Administration, Research Policy Bureau, Agro-Materials Industry Division

국내외적으로 기후변화, 이상기상 등 다양한 요인이 新문제 병해충의 발생을 가속화하고 있으나, 반대로 국제기구에서 2030년까지 화학농약의 사용 및 위해도를 50%로 낮출 것을 요구하고 있다(생물다양성협약 COP15, 2022.12). 따라서 화학농약을 줄이면서 효과적으로 병해충을 방제할 수 있는 대안을 찾아야 한다.

화학농약의 대안으로 생명과학에 공학적 기술개념을 도입하여 인공적으로 생명체의 구성요소·시스템을 설계·제작·합성하는 학문분야로 합성생물학이 주목받고 있다. 코로나19 백신개발과정에 합성생물학을 활용하여 개발기간을 단축한 사례(mRNA 백신)도 있다. 미국 농업분야에서는 dsRNA를 이용한 천연식물보호제(생물농약)의 개발은 이미 상용화단계로 넘어가고 있다. 이에 우리나라도 합성생물학을 활용한 농약의 개발과 상용화를 지원할 수 있는 제도적 기반을 마련할 시점이다. 본 발표에서는 합성생물학 기술을 이용한 新천연식물보호제의 개발과 상용화에 필요한 등록기준 마련 필요성과 고려할 사항에 대해 다각적으로 논의하고자 한다.

현재 우리나라에서 농약은 「농약관리법」에 따라 관리되며, 유효성분으로 쓰이는 원료의 종류에 따라 화학농약과 천연식물보호제로 구분되고 있다. 화학농약은 “화학적으로 합성한 유효성분으로 제조한 것”을 말하며, 천연식물보호제는 “살아있는 미생물 또는 자연계에서 생성된 유기화합물 및 무기화합물”을 유효성분으로 제조한 것”을 말한다. dsRNA 농약 등록을 위해서는 dsRNA 등 합성생물학 기술을 이용한 농약이 “자연계에서 생성된 유기화합물”로 분류될 수 있는 지에 대한 검토가 필요하며, dsRNA를 활용한 농약의 등록 기준이 마련되어야 한다. 기준을 마련하기 위해서는 합성생물학 기술에 대한 정확한 이해가 선행되어야 하고, 안전성에 대한 다각적인 검토는 물론, 사회적 합의와 공감대 형성이 이루어져야 할 것이다.

우선 가장 중요한 이슈는 역시 유전자변형생물체(이하 “LMO”) 문제이다. 국내에서는 LMO 작물의 재배 자체에 대한 논란이 많은 상황이라는 점과 LMO일 경우 농약으로 등록시 기준 적용에 차이가 크기 때문이다. 천연식물보호제는 화학농약보다는 등록시 요구되는 자료가 많이 간소화되어 있지만, LMO에 해당되면 그렇지 않다. 실제 미국에서 등록된 dsRNA 농약에는 LMO에 해당되는 것과 해당되지 않는 것이 있다. 따라서 국내에서 천연식물보호제로 등록하기 위해서는 먼저 dsRNA를 활용한 기술이 LMO에 해당되는 지 여부가 먼저 정립되어야 하고, 해당 dsRNA 원제(Technical) 또는 해당 dsRNA 제품(Item)이 LMO 기술이 적용되지 않았음을 입증할 수 있는 체계의 정립이 필요할 것이다.

또한 국제기준과 조화의 문제를 고려해야 한다. OECD 발간 문서(ENV/CBC/MONO(2023)26, ENV/JM/MONO(2020)26)에 따르면 dsRNA 농약은 dsRNA의 변이가 인체, 환경은 물론, 표적/비표적 유기체에 어떠한 영향을 미칠수 있는지에 대한 시험이 필요하고 이는 각 국가별 규제요건에 따라 달라질 수 있다고 밝히고 있다. 국내 기준을 마련하기 위해서는 외국 사례를 정밀하게 조사분석한 후 국내 여건에 맞도록 기준을 정립해야 할 것이다.

마지막으로 새로운 기술은 항상 부작용에 대한 우려가 따르기 마련이므로 전문가에 의해 과학적 근거에 기반한 기준안이 마련함은 물론, 해당 기준안에 대한 대국민 소통/공감을 형성하는 과정도 필요하다.

dsRNA농약은 우리나라에 새로운 도전이자 기회가 될 수 있다. 농약원제 개발에 뒤처져 수입에 의존하는 산업에서 벗어나, 세계를 선도하며 수출하는 농약산업으로 바뀌어야 할 시점인 것 같다.

SG2-1

## Climate change and insect pollination relative to ecosystem service

Chuleui Jung<sup>1,2</sup>, Ehsan Rahimi<sup>2</sup>, Saeed Mahmadeze Namin<sup>2</sup>, Sampat Ghosh<sup>2</sup>,  
Gwonhee Lee<sup>1</sup> and Minwoong Son<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant medicals, Andong National Univesity, Korea

<sup>2</sup>Agricultural Science and Technonolgy Research Institute, Andong National Univesity, Korea

<sup>3</sup>Department of Apicultural Ecology, National Academy of Agricultural Science, Korea

Pollination is an important ecosystem service mostly provided by diversity of pollinating insects and other animals. As in the anthropocene biodiversity crisis with the climate change, pollination systems are experiencing strongly challenged such as pollinator diversity and abundance decline, pollinator health weakness, pollinator-plant network instability as well as the crop-pollinator habitat fragmentation and insuitability. Here we present some research progress conducted from our group in the last decade. As the pollination dependence of Korean agriculture increases, pollination contribute ap. one forth of national agricultural production, and is responsible substantial portion of vitamin and mineral provisioning. Pollinator diversity is declining in various crop systems and network connectivity is decreasing. Still in agricultural landscape, honeybee (*Apis* spp) is the main pollinator, accounting ap. 70% of bees, and showed the possible resource partitioning between the native, *A. cerana* and the introduced, *A. mellifera*. Simulation of crop-pollinating insect distribution suitability showed up and down directional responses, but more on the negative Further research area for better understanding and stabilizing the plant-pollinator system was proposed.

**Key words:** diversity, network, landscape, suitability, stability

SG2-2

## Hymenoptera, especially Bees as Important Pollinators

Heungsik Lee<sup>1</sup> and Soo-Jung Cho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Republic of Korea

<sup>2</sup>Bee Watchers, Seoul 04415, Korea

Hymenoptera is one of the most important pollinators for many crops and wild plants in Korea. Many species visit in flowers for acquirement energy source of adults, and especially bees need pollen for rearing larvae. So, bees forage on flowers more than other insects. In 2023, specice number of bees in Korea is 308 species under 6 families, 38genera. However, many bees as like bumblebees are reduced rapidly because of climate change to warm, habitat destruction as like urbanization and pesticide abuse as like Neonicotinate. For example, in Gwangreung forests there were 6 species records : *Bombus ignitus*, *B. ardens*, *B. koreanus*, *B. ussuriensis*, *B. atripes* and *B. opulantis*. But, in 2023 we could find only two species *Bombus ignitus* and *B. ardens*. Bees need protection of Habitat, healthe, and food plants by human.

**Key words:** bee, pollination, bumblebee, Hymenoptera

SG2-3

## Development of pollinator inventory: Dipteran pollinators

Seung-Su Euo, Gyu Young Han, Il-Kwon Kim and A Young Kim

Division of Forest Biodiversity, Korea National Arboretum

국립수목원 산림생물다양성연구과는 2023년부터 산림생태계 보전을 위한 화분매개곤충 특성연구 사업을 추진하면서 그 첫 번째 단계로 화분매개곤충 인벤토리 구축을 위한 연구를 수행하고 있다. 수목원 4개소(강원도립화목원, 경상남도수목원, 국립수목원, 대구수목원)에서 9종의 식물(국수나무, 미선나무, 산수유, 산철쭉, 생강나무, 수수꽃다리, 아까시나무, 진달래, 히어리)을 대상으로 각 식물에 어떤 곤충들이 방문하는지 쓸어잡기 방법을 이용하여 확인하였다. 조사된 곤충 중에서 가장 많은 개체수를 차지하고 있는 곤충은 파리목(1,407개체)이었으며, 26과의 다양한 파리목 곤충들을 확인할 수 있었다. 그중에서도 가장 많은 개체수를 차지하고 있는 과는 재니등예과(4속, 5종, 651개체), 꽃등예과(24속, 34종, 302개체), 기생파리과(8속, 9종, 111개체)로 집계되었으며 이 중에서도 꽃등예과의 종다양성이 가장 높게 나타났다. 조사한 식물 중에서 가장 많은 파리목 곤충이 모인 식물은 수수꽃다리와 미선나무였고, 각각 314, 308개체 이상의 파리목 곤충을 확인하였다. 반면 파리목 곤충의 방문이 가장 저조한 식물은 국수나무와 아까시나무였으며 확인된 개체수는 각각 38, 45개체였다. 우리는 화분매개곤충에 대한 인벤토리 구축을 통해 화분매개곤충에 대한 다양한 분류학 및 생태학적 데이터의 지속적인 확보를 위해 노력하고 있으며, 본 소모임에서 이에 대한 발전방안 및 축적된 데이터의 활용방안에 대해 모색하고자 한다.

**검색어:** 화분매개곤충, 파리목, 재니등예과, 꽃등예과, 기생파리과

SG2-4

## Review of pollinating Nitidulidae (Coleoptera: Cucujoidea) in Korea

Min Hyeuk Lee<sup>1,3</sup> and Seunghwan Lee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Insect Biosystematics Laboratory, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Korea

<sup>2</sup>Research Institute for Agricultural and Life Sciences, Seoul National University, Korea

<sup>3</sup>Crop protection division, National Institute of Agricultural Sciences, Korea

The family Nitidulidae, the largest group in Cucujoidea, comprises approximately 350 genera and nearly 4,500 recorded species across ten subfamilies. In Korea, 86 species of Nitidulidae have been recorded. They are well-known for their diverse feeding habits. Anthophagy is a common habit, with certain species from the Epuraeinae, Carpophilinae, and Meligethinae recognized as pollinators. Despite their ecological significance, these groups rarely studied in Korea, due to their small size and morphological similarities. Our study reviews Korean species in three subfamilies, identifying 14 unrecorded species and 2 newly described species, and describes their ecological habits.

**Key words:** Coleoptera, Nitidulidae, Epuraeinae, Meligethinae, pollinator