

www.kjps.or.kr



2024년 (사)한국농약과학회  
**정기총회 및  
춘계학술발표회**

2024 Annual Meeting on The Korean Society of Pesticide Science

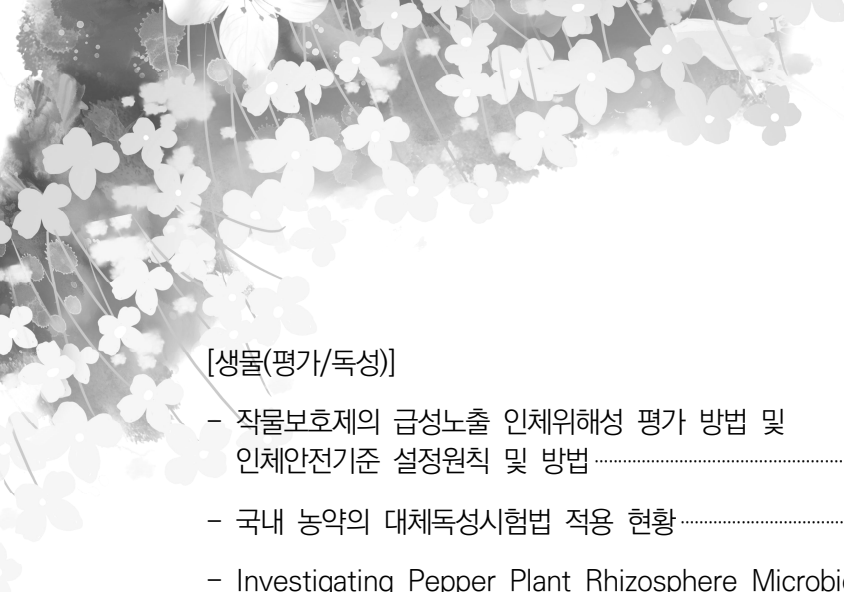
- **일 자** / 2024년 4월 4일(목) ~ 4월 6일(토)
- **장 소** / 제주시 오리엔탈 호텔
- **후 원** / **KO-IST** 한국과학기술단체총연합회



# CONTENTS

(사)한국농약과학회 2024년 정기총회 및 춘계학술발표회

● 정기총회 및 춘계학술발표회 일정 .....	5
● 공지사항 .....	7
● 교통편 안내 .....	9
● 정기총회 순서 .....	10
● 특별 · 수상 강연	
- 기후 변화가 식물병 발생에 미치는 영향 .....	17
- 광촉매를 활용한 네오니코티노이드와 스트로빌루린계 농약의 광분해 .....	23
- New insight of Pesticides Research; Dynamics and Metabolomics .....	27
● 특별강연 II	
- 우리나라 아열대작물 현황과 전망 .....	33
- 최근 문제되는 아열대작물 주요 해충 .....	37
- 감귤 병해충 발생 상황 및 최근 병해충 방제의 주요 이슈 .....	41
● 특별강연 III	
[화학(잔류/개발)]	
- Pesticide Residues in Crop Plants: Factors Affecting Residual Levels .....	47
- 농업 시스템의 예측환경농도 산정 모델 개발 동향 .....	51
- 왜곡모형 알고리즘을 이용한 해충의 발육완료시기 분포 추정 .....	55



[생물(평가/독성)]

- 작물보호제의 급성노출 인체위해성 평가 방법 및 인체안전기준 설정원칙 및 방법 .....	59
- 국내 농약의 대체독성시험법 적용 현황 .....	63
- Investigating Pepper Plant Rhizosphere Microbiota: Identifying Beneficial Bacteria against Bacterial Spot Disease .....	67

[신물질농약 개발]

- 신 작물보호제 기반 기술 개발 연구사업 .....	71
- 글로벌 작물보호제 시장 동향과 성장 가능성 .....	75
- 신규 원제 후보물질 도출 IDEA 및 특허권 확보 전략 .....	79

● 학술 논문 발표 순서 .....	83
---------------------	----

● 학술 논문 발표 요지

- 생물활성 .....	89
- 농약(살충제) 저항성 .....	96
- 화학 .....	104
- 독성 .....	110

● 포스터 발표 순서 .....	117
-------------------	-----

● 포스터 발표 요지 .....	133
-------------------	-----

● 연구윤리 .....	233
--------------	-----

● 폐회 .....	235
------------	-----

(사)한국농약과학회  
2024년 정기총회 및  
춘계학술발표회 일정

정기총회 및 춘계학술발표회			
일자	시 간	행 사 내 용	장 소
4.4 (목)	11:30~	등 록	등록처 (2F)
	13:30~13:50	정기총회 및 시상(우수논문)	한라홀(2F)
	13:50~14:00	휴 식 (Coffee Break)	
	특별·수상강연		
	14:00~14:50	특 강 (김흥태 교수)	한라홀(2F)
	14:50~15:00	휴 식 (Coffee Break)	
	15:00~15:30	수상강연 (문준관 교수)	
	15:30~16:00	수상강연 (이지호 박사)	
	16:00~16:10	휴 식 (Coffee Break)	
	특별강연II		
	16:10~16:40	특 강 (김성철 박사)	한라홀(2F)
	16:40~17:10	특 강 (최경산 박사)	
	17:10~17:40	특 강 (현재욱 소장)	
	17:40~	휴 식 (Coffee Break)	
	18:30~20:30	간 친 회	

# (사)한국농약과학회

## 2024년 정기총회 및 춘계학술발표회 일정

정기총회 및 춘계학술발표회				
일자	시 간	행 사 내 용		장 소
4.5 (금)	09:30~10:00	포스터 발표 및 우수포스터 심사		일출홀(2F)
	특별강연Ⅲ			
	구분 시간	화학(진류/개발)	생물(평가/독성)	신물질농약 개발
	10:00~10:30	제 1 특강 (금영수 교수)	제 1 특강 (정상희 교수)	제 1 특강 (김택겸 연구관)
	10:30~11:00	제 2 특강 (기서진 교수)	제 2 특강 (박수진 박사)	제 2 특강 (김수연 박사)
	11:00~11:30	제 3 특강 (권순화 박사)	제 3 특강 (이지훈 교수)	제 3 특강 (김보열 변리사)
	11:30~13:00	점심 (Lunch Break)		
구두 발표				
일자	시 간	분 야		장 소
4.5 (금)	13:00~14:55	생물활성		한라홀 I (2F)
		농약(살균제) 저항성		한라홀Ⅱ(2F)
		화학		한라홀Ⅲ(2F)
		독성		사라홀 (2F)
	14:55~15:10	휴 식(Coffee Break)		
	15:10~15:20	논문 연구윤리 안내		
	15:20~	폐회식(논문발표상 시상 및 경품추첨)		한라홀 I (2F)
4.6 (토)	Special Session			
	09:30~11:00	Field Trip(제주대학교 친환경농업연구소 견학)		



# 공지사항

## 1. 등록안내

- 등록 장소 및 시간 : 한라홀 로비(2F), 11:30부터 접수
- 참가비 납부 요령
  - 참 가 비 : (발표초록 유인물비 + 간친회비 포함)
    - 학생회원 : 14만원
    - 일반회원 : 18만원
    - 이 사 : 20만원
    - 부 회 장 : 30만원
  - 단 체 회 비 : 500,000원/년, 미납회비 동시 납부요망

## 2. 간친회 안내

- 참석자 : 참가회비를 납부한 회원 (입장 시 학회명찰 패용 요망)

※ 학회명찰이 없을 경우 간친회 출입을 엄격히 제한하오니 꼭 지참하여 주시기 바랍니다.  
· 장소 및 시간 : 한라홀.사라홀 (2F), 4월 4일 18:30~20:30

## 3. 발표자 유의 사항

- 발표준비 : Window XP(Power Point 프로그램, ppt) 용 CD-Rom diskette 또는 이동용 USB device (Beam projector는 회의장에 설치되어 있음).
- 발표자는 발표자료를 4월 4, 5일 각 발표장의 진행요원에게 발표자의 이름이 기재된 자료를 제출하여 주시기 바랍니다.
- 발표자는 발표시간을 준수하여 주시기 바랍니다.
- 발표시간 : 특강 및 주제발표 3~40분, 일반발표 15분

## 4. 학회 홈페이지 활용(www.kjps.or.kr)

- 회원께서는 모두 학회 홈페이지에 회원등록해 주시고 논문 검색 및 게시판을 적극적으로 활용하여 주시기 바랍니다.

## 5. 홍보전시 참여업체 : 7개사

- 태산사이언스, (주)애니랩, 보성과학(주), (주)시마즈사이언티픽코리아, 에이비사이엑스코리아(유), (유)워터스코리아, 써모피셔사이언티픽 코리아(주)  
※ 참여업체에 감사드리며, 회원님의 많은 방문을 부탁드립니다.



## 공지사항

### 6. 광고 협찬사에 감사드립니다.

- 귀사의 광고를 한국농약과학회 홈페이지 (www.kjps.or.kr)에 연결할 수 있음은 물론 『  
춘계 초록 논문집』에 게재하고자 합니다. 이를 통하여 귀사 또는 귀사의 제품을 회원들  
에게 널리 알리고, 소비자들이 올바른 선택을 할 수 있도록 광고하고자 합니다.
- 한국농약산업과 학회발전에 긴요하게 사용되어지는 광고료 수입을 위하여 귀사에 광고  
게재 협조를 요청하오니 아래 기준을 참고하시어 광고위치를 선정하여 주시기 바랍니  
다. 귀사의 애정과 배려에 감사드립니다.

참고 : 초록논문집 광고료 기준

광고 위치	인쇄내용	광고료
지면	전면칼라	1,500천원
앞표지, 뒤표지 내면광고	전면칼라	2,000천원
뒤표지 외면광고	전면칼라	2,500천원

#### ■ 광고 참여업체 : 8개사 ■

(주)팜한농, (주)AB솔루션, (주)경농, (주)분석기술과미래, 신젠타코리아(주), 성보화학(주), 구미카  
코리아(주), (주)동방아그로

### 7. 문의 사항

- 학회관련 일반사항 문의 : 문준관 운영위원장  
E-mail: jkmoon264@gmail.com
- 학술대회관련 문의 : 김순영 사무국장  
☎ 031-296-4088, E-mail: kjps97@hanmail.net





# 교통편 안내

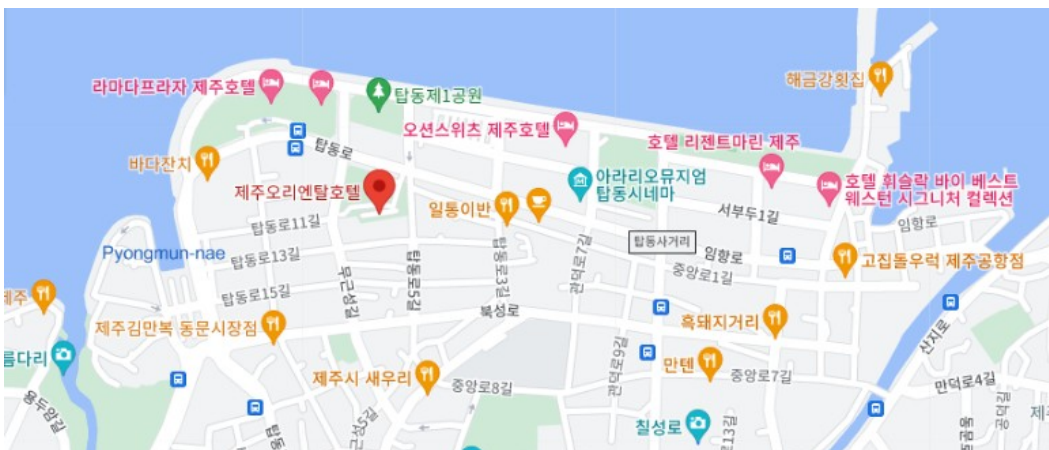
## 1. 교통안내

제주도 제주시 탐동로 47 (TEL : 064-752-8222)

### ■ 택시 및 제주항

제주국제공항	요 금	약 7,000원
	소요시간	10분~ 15분
	거 리	3.8km
제 주 항	요 금	약 4,000원
	소요시간	약 5분
	거 리	2.2km

### ■ 제주 오리엔탈 호텔





# 정기총회 순서

●● 개회

●● 학회장 인사

●● 회무보고

●● 폐회



# 2023년 추계 학술발표회 연구상 수상자

## ♣ 우수 구두 발표상

1. 수상자 : 이채연(충북대학교)  
논문제목 : 눈개승마 중 살균제 Azoxystrobin, Fluazinam, Fluxapyroxad 및 Mefentrifluconazole 잔류 특성
2. 수상자 : 최유경(한국화학연구원)  
논문제목 : Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Streptothricin F Produced by *Streptomyces mauvecolor* KRA18-925 against *Erwinia amylovora*
3. 수상자 : 전경미(국립농업과학원)  
논문제목 : RFID 장치를 이용한 꿀벌 귀소비행시험법 구축
4. 수상자 : 강동현(충북대학교)  
논문제목 : 3종 약제(afidopyropen, chlorfenapyr, cyantraniliprole)의 목화진딧물에 대한 약제 감수성 및 혼합 효과 평가

## ♣ 우수 포스터 발표상

1. 수상자 : 김재형 (호서대학교)  
논문제목 : LC-MS/MS를 이용한 케일 중 살균제 Amisulbrom의 생산단계 잔류소실 특성 연구
2. 수상자 : 이예진 (동아대학교)  
논문제목 : 완두 중 살균제 prochloraz 및 대사산물 3종의 잔류특성

3. 수상자 : 조성우 (농림축산검역본부)  
논문제목 : Phytotoxicity of Combined Treatment, Ethyl Formate and Phosphine with Low-temperature, on Kiwifruit
4. 수상자 : 최진실 (경북대학교)  
논문제목 : Screening of Fungicides to Control the Southern Blight on Apple Seedling
5. 수상자 : 정현규 (한경국립대학교)  
논문제목 : 동부 중 Captan의 잔류특성
6. 수상자 : 까오창하오 (경북대학교)  
논문제목 : Dissipation Characteristics of Insecticide Lufenuron in Herbs and Spices under Greenhouse Conditions
7. 수상자 : 정보훈 (서울대학교)  
논문제목 : Development of simulated-use testing methods of contact toxicity and poison bait against German Cockroaches, *Blattella germanica*
8. 수상자 : 안소현 (충북대학교)  
논문제목 : 콩균핵마름병균 *Macrophomina phaseolina*에 대한 Inpyrfluxam과 Mandestrobin의 혼합 효과
9. 수상자 : 홍소혜 (국립농업과학원)  
논문제목 : 스테로이드호르몬수용체 전사활성법을 적용한 내분비독성농약의 독성평가

# 특별 강연 주제 및 일정

주제 : 한반도 온난화대응 신작물보호 전략

## 특별·수상 강연

[4월 4일, 목]

Ⅰ 좌장 : 이동운 교수(경북대학교) .....

• 14:00 ~ 14:50

[S-01] 기후 변화가 식물병 발생에 미치는 영향  
김흥태 충북대학교

Ⅰ 좌장 : 김진호 교수(경상국립대학교) .....

• 15:00 ~ 15:30

[S-02] 광촉매를 활용한 네오니코티노이드와 스트로빌루린계 농약의 광분해  
문준관 한경국립대학교

• 15:30 ~ 16:00

[S-03] New Insight of Pesticides Research; Dynamics and Metabolomics  
이지호 건국대학교

• 16:00 ~ 16:10 Coffee Break

## 특별 강연Ⅱ

Ⅰ 좌장 : 부경환 교수(제주대학교) .....

• 16:10 ~ 16:40

[S-04] 우리나라 아열대작물의 현황과 전망  
김성철 국립원예특작과학원

• 16:40 ~ 17:10

[S-05] 최근 문제되는 아열대작물 주요 해충  
최경산 국립원예특작과학원

• 17:10 ~ 17:40

[S-06] 감귤 병해충 발생 상황 및 최근 병해충 방제의 주요 이슈  
현재욱 제주식물보호연구소

SPECIAL LECTURE

## 특별 강연Ⅲ

[4월 5일, 금]

### [ 화학(잔류/개발) ]

■ 좌장 : 최 훈(원광대학교) .....

- 10:00 ~ 10:30  
[S-07] Pesticide Residues in Crop Plants: Factors Affecting Residual Levels  
금영수 건국대학교
- 10:30 ~ 11:00  
[S-08] 농업 시스템의 예측환경농도 산정 모델 개발 동향  
기서진 경상국립대학교
- 11:00 ~ 11:30  
[S-09] 왜곡모형 알고리즘을 이용한 해충의 발육완료시기 분포 추정  
권순화 국립원예특작과학원

### [ 생물(평가/독성) ]

■ 좌장 : 김 진(한국생물안전성연구소) .....

- 10:00 ~ 10:30  
[S-10] 작물보호제의 급성노출 인체위해성 평가 방법 및 인체안전기준 설정원칙 및 방법  
정상희 호서대학교
- 10:30 ~ 11:00  
[S-11] 국내 농약의 대체독성시험법 적용 현황  
박수진 국립농업과학원
- 11:00 ~ 11:30  
[S-12] Investigating Pepper Plant Rhizosphere Microbiota:  
Identifying Beneficial Bacteria against Bacterial Spot Disease  
이지훈 전북대학교

### [ 신물질농약 개발 ]

■ 좌장 : 홍수명(국립농업과학원) .....

- 10:00 ~ 10:30  
[S-13] 신 작물보호제 기반 기술 개발 연구사업  
김택겸 국립농업과학원
- 10:30 ~ 11:00  
[S-14] 글로벌 작물보호제 시장 동향과 성장 가능성  
김수연 한국농업기술진흥원
- 11:00 ~ 11:30  
[S-15] 신규 원제 후보물질 도출 IDEA 및 특허권 확보 전략  
김보열 브릭특허법률사무소

SPECIAL LECTURE



특별 · 수상 강연





## [ 특별강연 ]

# 기후 변화가 식물병 발생에 미치는 영향

김흥태

충북대학교

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-01

## 김 흥 태

• 충북대학교 교수

### ➤ 학력 및 경력

1984 - 1986	서울대학교대학원 식물병리전공 농학석사 취득
1987 - 2001	한국화학연구원 근무
1993 - 1996	일본 사이타마대학 박사 취득 논문 : 벼 잎집무늬마름병에 대한 Pencycuron의 작용기작 연구
1987. 3-2001. 8	한국화학연구원 농약활성연구실 (연구원 - 책임연구원)
2001 - 현재	충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과 식물 진균병학실험실
2007. 1-2020. 12	충북고추산학협력단 단장
2016. 1-2017. 12	아시아식물병리학회 조직위원장
2018. 1-2018. 12	한국식물병리학회 회장
2022. 1-2022. 12	한국농약과학회 회장

### ➤ 주요 업무

신규 살균제 개발 (살균제 활성 검정)  
식물병원진균의 살균제에 대한 저항성 연구  
주요 작물 병해에 대한 살균제 방제 체계 작성

## 기후 변화가 식물병 발생에 미치는 영향

김흥태

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

지구의 기온, 습도, 기압, 풍향, 풍속 등 대기 상태를 가리키는 날씨를 기상과 기후라는 용어로 표현하게 된다. 기상은 일시적인 날씨의 현상을 지칭하는 것인데 비해, 기후는 특정 지역에 장기간 지속적으로 되풀이 되며 나타나는 평균적인 기상 현상을 말하는 것으로, 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)는 평균 산출 기간을 30년으로 정하고 있다. 따라서 기상 변화란 현재 발생하는 날씨의 변화를 말하는 반면에, 기후 변화란 세계적 규모의 기후 시스템(climate system) 또는 지역적 기후가 시간의 흐름에 따라 최소 수십 년 이상 동안 점진적으로 변화하는 것으로, 10년에서부터 수백만 년이라는 기간 동안 대기의 평균적인 상태가 새로운 패턴으로 변화하는 것을 의미한다. 기후 변화의 원인은 자연적인 원인과 인위적인 원인으로 구분할 수 있는데, 자연적인 원인으로는 긴 주기의 태양 활동의 변화, 대규모의 화산 활동, 엘니뇨, 장마, 대기 및 해양 순환의 변화 등을 들 수 있으며, 인위적인 원인에는 이산화탄소 등 온실가스의 농도 증가와 에어로졸 농도의 변화, 그리고 삼림 훼손 등과 같은 환경의 변화 등이 포함된다.

한반도의 지난 106년(1912년-2017년) 동안의 기후변화를 조사한 결과, 연평균 기온은 13.2℃이고, 연평균 강수량은 1,237.4 mm이었다. 최근 30년과 과거 20세기 초(1912년-1941년) 30년을 비교하여 보면, 평균 기온은 1.4℃가, 강수량은 124 mm가 상승하였다. 기온은 10년 주기로 0.18℃씩 상승하고 있으며, 강수량은 16.3 mm씩 상승하였으나, 강수일수는 변화가 없었다. 이런 지속적인 기온과 강수량 상승 정보는 기후변화가 생태계나 농업에 악영향을 미칠 것이라는 막연한 불안감과 우려를 자아냈다. 이런 불안과 우려가 미래 기후변화에 대한 전망과 해결책 마련의 필요성을 강조하게 되면서, 기후변화 시나리오를 통해서 미래 기후 전망정보(기온, 강수량, 바람, 습도 등)를 산출하고 있다. 기후변화 시나리오에 의한 미래 전망정보는 미래 기후변화의 영향을 평가하고 피해를 최소화하는데 활용할 수 있는 정보로서 지역별 기후변화 대응과 적응대책 수립에 필수적인 정보이다.

기후는 농업과 매우 밀접한 관계가 있고 작물의 생장에 많은 영향을 미치고 있기 때문에, 기후가 변화하면 농업 생태계가 큰 영향을 받을 것이라는 예측은 자명한 사실이다. 유럽의 영국과 노

르웨이에서는 12세기에서 14세기까지의 기간 동안에 포도를 재배할 수 있을 정도로 기후가 온난하였으나, 15세기와 16세기가 되면서 기후가 한랭한 기후로 급변하면서 포도 재배가 어려워졌다. 이처럼 장기간에 걸쳐서 나타난 유럽의 예를 기후 변화의 자연적 주기의 일부분으로 간주하면서 기후 변화에 대한 심각성을 경시하는 경향도 있지만, 최근의 기후 변화는 그 변화의 속도가 빠르다는 것이 문제이다. 지난 100년간(1906년-2005년) 지구의 평균 기온은 약 0.74℃가 상승하였고, 온실가스의 주범인 이산화탄소는 1.4배가 증가하였다. 평균 기온의 상승은 산업화를 기점으로 가속화되는 양상인데, 1980년 이후의 기온 상승이 과거 100년간의 평균 기온 상승의 2배를 상회하였다. 이런 기후 변화는 농업기반의 약화, 재배 적지의 변화, 수량과 품질의 변화 등의 원인이 될 뿐만 아니라, 농업 환경에 영향을 미쳐 병해충 발생의 양상을 바꾸거나 새로운 병해충이 출현하는 원인이 될 것으로 예상된다.

최근 50년(1973년-2023년)간의 국내 기온과 강수량을 보아도, 12.0℃이었던 과거 10년(1973년-1982년)간의 평균 기온이 최근 10년간에는 13.2℃로 증가하였으며, 강수량은 1,211.5 mm에서 1,279.6 mm로 증가하였다. 기온은 지속적으로 증가하고 있었지만, 강수량은 시기에 따라서 증감이 폭이 너무 커서 변화되는 경향을 찾기가 어려운 상황이다. 평균 지표기온은 1980년대에 12.2℃, 1990년대에 12.6℃, 2000년대에 12.8℃, 그리고 2010년대(2011년-2017년)에 13.0℃로, 지속적으로 상승하고 있음을 보여준다. 변화의 경향을 찾기 어려웠던 강수량도 여름철에는 다른 계절과는 다르게 증가하는 경향이 아주 뚜렷하였는데, 11.6 mm/10년가 증가하였다. 대표적인 온실가스인 이산화탄소와 메탄은 2008년부터 2018년까지 10년간 대기 중의 농도가 뚜렷하게 증가하였다.

기후변화는 식물에 발생하는 병에도 영향을 미칠 수 있다. 식물에서 병이 발생하기 위해서는 병원체, 감수성인 기주식물, 병 발생에 적합한 환경 등이 적절하게 관여해야 하는데, 이를 병 삼각형이라고 말한다. 기후변화에 의해서 자연 생태계의 환경이 변화하게 되면 재배하는 작물의 성장과 생산성이 영향을 받게 되고, 식물체 표면에 존재하는 미생물도 영향을 받게 되기 때문에, 식물 병 발생에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다. 식물 병원성 바이러스는 작물에 병을 일으키기 위해서 바이러스를 매개하는 곤충 등과 관련성이 크다. 그런데 기후변화는 바이러스 매개체인 곤충에도 큰 영향을 미치기 때문에, 식물 바이러스의 확산이 영향을 받을 것이다. 궁극적으로 기후 변화는 작물 보호를 더욱 복잡하게 만들 것으로 예상하며, 다양한 병원체의 상대적 중요성과 분포의 변화를 초래하면서 살균제 시장에도 많은 변화가 나타날 것으로 예상된다.

실제 기후변화가 식물병 발생에 영향을 주는 예는 여러 곳에서 찾아볼 수 있다. 고추 세균점무늬병(병원균; *Xanthomonas euvesicatoria*)과 풋마름병(병원균; *Ralstonia solanacearum*)은 고온과 고농도의 CO<sub>2</sub> 조건에서 병 발생이 증가하였다. 고추 탄저병은 7-8월 평균 기온이 26℃ 이상이고, 8-9월의 평균 강수량이 300 mm 이상일 경우 발병과율이 40%를 상회하였다. 이처럼 기후의 변화

는 기존에 발생하던 병의 발생 양상에 영향을 미칠 뿐만 아니라 새로운 병의 발생에도 영향을 미친다. *Sclerotium rolfsii*가 일으키는 고추 흰비단병은 고온다습한 경우에 발생하는 병으로 2002년 7월 경남 하동에서 처음 보고되었다가 지금은 전국적인 고추 재배지에서 발생하고 있다. 그런데 흰비단병균인 *S. rolfsii*는 25-28℃가 생장 적온인 고추의 다른 병원성 곰팡이들과는 다르게, 30℃가 생장 적온이며, 토양이 다습할 경우 병 발생이 심하다. 또 2017년에 화성 지역의 병든 콩에서 분리된 균핵마름병균인 *Macrophomina phaseolina*는 생장적온이 35℃이며, 토양수분이 낮은 곳에서 발생하는 병으로 보고되었다. 이처럼 온도와 이산화탄소 농도, 강수량 등이 병 발생 정도에 영향을 미치고, 기온 상승으로 인하여 새로운 고온성 식물병이 출현하기도 한다.

농업의 현장에서는 이론 식물병 발생 양상을 주의 깊게 조사할 수 있어야 하며, 이미 병 저항성 자원이 있거나 품종이 개발되어 있다면 병 저항성 품종의 사용을 적극적으로 권장하며, 다른 방제 방법의 투입을 통해서 방제의 효율을 상승시켜야 한다. 하지만 새롭게 보고되는 병에 대해서는 병원균의 생리·생태에 대한 연구와 살균제를 이용하는 신속하고 적극적인 방제 방법의 확립이 우선되어야 할 필요가 있다.



## [ 수상강연 ]

### 광촉매를 활용한 네오니코티노이드와 스트로빌루린계 농약의 광분해

---

문준관

한경국립대학교 식물자원조경학부

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-02

## 문 준 관

• 한경국립대학교 교수

### ➤ 학력

'93.03~'00.02 서울대학교 농화학과 농학사  
'00.03~'07.08 서울대학교 농생명공학부 농학박사

### ➤ 주요 경력

'07.12~'10.08 UC Davis 박사후연구원, 연구과제 수행  
'10.10~'11.08 서울대학교 농생명과학연구원 선임연구원, 연구과제 수행  
'11.09~ 한경대학교 전임강사, 조교수, 부교수 교육, 연구  
'13.09~'16.06 한경대학교 환경분석센터장 센터장, 업무총괄  
'17.11~'19.08  
'13.03~ 농산물품질관리원 경기지원 자문교수 자문  
'14.03~'16.06 한경대학교 공동실험실습관 관장, 업무총괄  
'15.03~'16.06 한경대학교 한 살림농식품분석센터 센터장, 업무총괄  
'17.11~'19.08 한경대학교 산학협력연구부단장 중소기업지원센터장  
'17.11~'19.08  
'19.03~ 농촌진흥청 농약등록심사 전문위원 농약등록심사  
'20.05~ 식품의약품안전처 식품위생 심의위원 자문  
'20.05~ 농촌진흥청 농약안전성 전문위원 자문



## 광촉매를 활용한 네오니코티노이드와 스트로빌루린계 농약의 광분해

문준관

한경국립대학교 식물자원조경학부

광촉매를 활용한 유기화합물의 분해는 수중 오염물질의 제거에 기여할 수 있고, 특히 가시광선 영역에서 작용하는 촉매는 태양광을 직접 활용할 수 있어 촉망받는 연구 분야이다.

본 발표에서는 가시광선하에서 작용하는 광촉매 황산첨가-인산은(sulfated doped silver phosphate,  $\text{SO}_4\text{-Ag}_3\text{PO}_4$ )을 이용한 네오니코티노이드 살충제와 스트로빌루린계 살균제의 광분해 결과를 소개하고자 한다.

네오니코티노이드 살충제의 가시광선에서의 광분해는 약제마다 상이하였지만, 순수  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ 을 사용한 경우보다  $\text{SO}_4\text{-Ag}_3\text{PO}_4$ 를 사용한 경우 최소 5배 이상 분해가 빨랐다. 분해가 빠른 순서는 thiacloprid, nitenpyram, imidacloprid, clothinidin, acetamiprid, thiamthoxam, dinotefuran 순이었다. 다회 사용에 따른 촉매효율은 4번까지도 초기 활성의 75%를 유지하였다.

스트로빌루린계 살균제 7종(아족시스트로빈, 크레속심메틸, 만데스트로빈, 오리사스트로빈, 피록시스트로빈, 피라클로스트로빈, 트리플록시스트로빈)의 광분해양상을 인공자외선 램프 및 자연광 조사 아세토니트릴 수용액에서 평가하였다. 광분해 연구는 UVA (365 nm), UVB (312 nm), UVC (254 nm)를 조사후 비교하였다. 스트로빌루린계 살균제의 광분해율은 UVA < UVB < UVC 순으로 증가하였다. 자외선이 조사되지 않았을 때와 UVA 조사시, 광분해는 일어나지않았다. UVB와 UVC 조사시, 1차반응식에 따른 스트로빌루린계 농약의 반감기는 피라클로스트로빈 < 오리사스트로빈 < 트리플록시스트로빈 < 만데스트로빈 < 아족시스트로빈 < 크레속심메틸 < 피록시스트로빈의 순서로 증가하였다. 반감기는 피라클로스트로빈이 UVB, UVC에서 각각 0.8 분, 0.2 분으로 가장 짧았으며 피록시스트로빈이 59.2 분, 4.8 분으로 가장 길었다. 스트로빌루린계 살균제의 광분해율은 자연광 조사시에 자외선 조사시보다 느렸다. 광촉매들의 활성을 태양광 모사장치에서 7종 스트로빌루린계 농약의 분해에 대하여 평가하였다.  $\text{SO}_4\text{-Ag}_3\text{PO}_4$ 가 크레속심메틸과 만데스트로빈, 피라클로스트로빈의 광분해를촉진 시켰다.



[ 수상강연 ]

New Insight of Pesticides Research;  
Dynamics and Metabolomics

이지호

건국대학교 상허생명과학대학 식량자원과학과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-03

## 이 지 호

• 건국대학교 상허생명과학대학 식량자원과학과 학술연구교수

### ➤ 학력

건국대학교 생명환경과학대학, 이학사 (2013)

건국대학교 생명환경과학대학, 이학석사 (2015)

건국대학교 농업생명과학대학, 농학박사 (2018)

### ➤ 주요경력

한국건설생활환경시험연구원 바이오본부, 선임연구원(2018-2022)

건국대학교 상허생명과학대학 학술연구교수(2022-현재)

## New Insight of Pesticides Research; Dynamics and Metabolomics

Ji-Ho Lee

Konkuk University

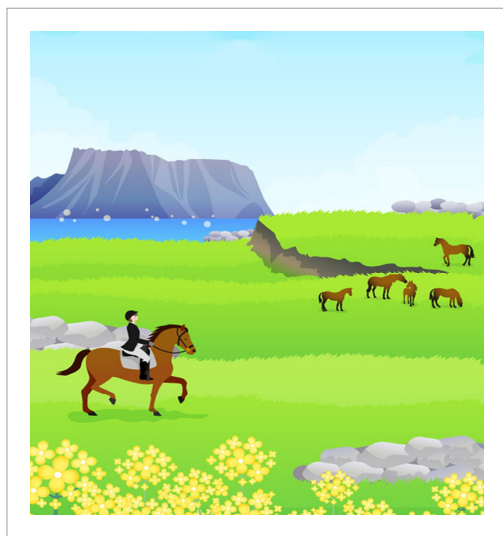
New insights into pesticide research have significantly advanced our understanding of their dynamics and metabolomics, providing a comprehensive overview of how pesticides interact with agricultural ecosystems. This paper presents a novel examination of pesticide dynamics, focusing on the dispersal, persistence, and degradation patterns of various pesticides in different environmental matrices. Through state-of-the-art metabolomic techniques, we analyze the metabolic responses of crops to pesticide exposure, highlighting the metabolic pathways influenced by pesticides and their by-products.

Our research employs advanced analytical methods, including mass spectrometry to identify and quantify pesticide residues and metabolites in plant tissues. This allows for a detailed characterization of the metabolic alterations induced by pesticides, offering insights into the mechanisms of pesticide toxicity and resistance.

Furthermore, we explore the environmental implications of pesticide use, investigating the effects of pesticide residues on plant health. By integrating data from environmental monitoring and metabolomic analyses, we assess the long-term impact of pesticides on agricultural sustainability and ecosystem services.

This study contributes to the development of safer and more sustainable pest management strategies by providing a deeper understanding of pesticide dynamics and their metabolic impacts on crops. Our findings underscore the importance of adopting integrated pest management practices that minimize environmental risks while ensuring crop productivity and food security. Through this comprehensive analysis, we aim to inform policy decisions and guide future research in the field of pesticide science.





## 특별 강연Ⅱ





## [ 특별강연 4 ]

### 우리나라 아열대작물의 현황과 전망

---

**김성철**

국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

## S-04

## 김 성 철

• 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소 농업연구관

## ➤ 학력

1988.3.~1990.2. 제주대학교 이학석사(과수생리)

1994.3.~2002.8. 제주대학교 이학박사(과수육종)

## ➤ 경력

1994.07.~현재 국립원예특작과학원 농업연구사~농업연구관

2016.01.~현재 한국원예학회 이사

~현재 한국국제농업개발학회지 편집위원

2022.03.~현재 제주대학교 겸임교수

2023.03.~현재 농촌진흥청 학연합동 석박사과정

2015.10. 국가연구개발우수성과 100선

2015.12. 농촌진흥청 최고연구원상 수상

2018.12. 대한민국우수품종상 (키위 ‘스위트골드’)

## 우리나라 아열대작물의 현황과 전망

김성철

농촌진흥청 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소

기후변화, 웰빙, 그리고 다문화 가구의 증가 등으로 소비트렌드가 바뀌면서 아열대채소와 아열대과수의 소비가 증가하고 있다. 특히 최근에는 겨울철 온도가 상승하면서 연료비 절감에 따른 경영비 절감으로 아열대작물 재배에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 아열대작물 재배면적은 2008년 44.2ha에서 2019년 315.74ha, 2022년 332.9ha로 증가하고 있다. 아열대채소에서는 여주가 가장 많이 재배되고 있으며 2017년 606농가에 108.0ha로 가장 높았으나 2020년 200농가에 51.6ha로 급격히 감소한 후 2022년도 259농가에 70.4ha로 최근에 증가 추세에 있다. 아열대과수는 망고에 대한 소비자의 인지도가 가장 높아 2017년 97농가에 42.5ha에서 2020년 181농가에 67.7ha, 그리고 2022년 228농가에 92.7ha로 꾸준히 증가하고 있다. 아열대채소는 천연 인슐린으로 알려진 여주와 같이 작물의 기능성을 활용하거나 다문화 가정 등을 중심으로 무침/국 등으로 이용되고 있으며 아열대과수는 망고, 바나나, 용과와 같이 한국인의 입맛에 맞는 작목을 중심으로 생과로서 소비가 이루어지고 있다. 국립원예특작과학원에서는 우리나라 환경과 국민의 입맛에 맞고, 경제성이 높은 작목을 선발하고 지체체와 공동으로 재배연구와 함께 지역특화작목으로 육성하고 있다. 이에 대한 결과로 2023년까지 망고와 여주 등 17작물에 대한 재배매뉴얼을 개발하여 농가에 보급하고 있다. 한편 기후변화와 패러다임의 변화로 아열대작물은 현재까지는 재배면적이나 소비량이 적지만 미래에는 한국인의 먹거리가 될 수밖에 없다고 생각한다. 따라서 앞으로 미래 식량대비를 위하여 계속적으로 우리나라 환경에 맞는 육종·재배·병해충 방제 기술 개발과 함께 기술보급이 이루어져야 할 것이다.

*Key words:* 기후변화, 아열대채소, 아열대과수, 동향, 전망



## [ 특별강연 5 ]

### 최근 문제되는 아열대작물 주요 해충

---

**최경산**

국립원예특작과학원

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-05

## 최 경 산

• 국립원예특작과학원 농업연구관

### ➤ 학력

1993.3~2000.2 서울대학교 농생물과 학사  
2000.3~2003.3 서울대학교 농생명공학부(곤충) 석사  
2006.3~2012.2 제주대학교 농학과(곤충) 박사

### ➤ 주요경력

2004.9~2022.12 국립원예특작과학원 농업연구사  
2023.1~현재 국립원예특작과학원 농업연구관

### ➤ 주요 저서 및 논문

2023 제주도 올리브 과원에 발생하는 해충 종류, 한국응용곤충학회  
2023 Effects of temperature on the fecundity and longevity of *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) on artificial diet, Entomology Research  
2022 Thermal effects on the development of *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) and model validation, Phytoparasitica

## 최근 문제되는 아열대작물 주요 해충

최경산

국립원예특작과학원 원예특작환경과

국내 재배 아열대과수는 망고(mango; *Mangifera indica*), 패션프루트(passion fruit, *Passiflora edulis*), 바나나(banana, *Musa acuminata*) 파파야(papaya, *Carica papaya*), 용과(dragon fruit, *Hylocereus undatus*), 구아바(guava, *Psidium guajava*) 커피(coffee, *Coffea arabica*), 올리브(*Olea europaea*) 등이 주로 재배되고 있다.

최근 가장 문제가 되는 해충은 볼록충채벌레(*Scirtothrips dorsalis*)이다. 망고에서는 2010년에 처음 발생이 확인된 이래, 국내 망고 재배지에 널리 확산되었다. 망고 잎과 과실을 변색시켜 큰 피해를 주기 때문에, 망고에서 가장 문제되는 해충이다. 용과에는 2021년에 볼록충채벌레가 발생하여 줄기, 꽃, 과실 표면을 변색시키거나 생장을 저해하는 것이 확인되었다. 같은 해 온난화대응농업연구소에서 재배되던 리치(lychee), 스타프루트(star fruit), 용안(longan), 왁스애플(wax apple) 등 다른 아열대과수들의 잎이나 과실에서도 볼록충채벌레의 피해를 확인할 수 있었다. 이와 같이 국내에서 2010년 이후로 볼록충채벌레가 다양한 아열대작물들에서도 발생이 확산되고 있다.

바나나 과실에 심한 피해를 주는 총채벌레가 2022년 제주도에서 처음 관찰되었고, 2023년에 전남지역 농가에서도 큰 피해를 주는 것이 확인되었다. 유전자분석을 통해 고사리그물총채벌레(*Helionothrips femoralis*)로 동정되었다.

올리브의 주요 해충 중 수수꽃다리명나방(*Palpita nigropunctalis*), 큰점애기잎말이나방(*Aterpia circumfluxana*), 올리브면충(*Prociphilus oleae*), 갈색각지벌레(*Chrysomphalus bifasciculatus*) 등 국내미기록종이거나 해충으로 잘 알려지지 않은 종들이 발생하였다.

이외에도 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), 대만총채벌레(*Frankliniella intonsa*) 차에 모무늬잎말이나방(*Adoxophyes honmai*), 귤가루각지벌레(*Planococcus citri*), 무화과각지벌레(*Coccus hesperidum*), 탕자소리진딧물(*Toxoptera aurantii*), 달팽이류 등 해충들이 아열대작물에 발생하여 피해를 주고 있다.





## [ 특별강연 6 ]

### 감귤 병해충 발생 상황 및 최근 병해충 방제의 주요 이슈

---

현재욱

제주식물보호연구소

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-06

## 현 재 욱

• 제주식물보호연구소

### ➤ 학력

1979.3.~1982.2. 제주제일고등학교  
1982.3.~1986.2. 고려대학교 농과대학 식물보호학과 농학사  
1989.3.~1991.2. 고려대학교 대학원 농생물학과 농학석사  
1991.9.~1995.8. 고려대학교 대학원 작물보호 농학박사

### ➤ 경력사항

1996.5.6.~1997.5.30. 미국 루이지아나 주립대학 식물병리과 Post-Doc.  
1997.9.1.~1998.8.31. 농촌진흥청 제주감귤연구소 Post-Doc.  
1999.2.1.~2008.10.15. 농촌진흥청 감귤연구소 농업연구사  
2008.10.16.~2023.6.30. 농촌진흥청 감귤연구소 농업연구관  
2019.3.7./~2022.1.24. 농촌진흥청 감귤연구소장  
2023.8.16.~현재. 제주식물보호연구소 소장

### ➤ 학술활동

한국식물병리학회 (전)상임평의원, (현)명예회원  
한국식물병리학회 부회장(2016.1.1.-12.31)

## 감귤 병해충 발생 상황 및 최근 병해충 방제의 주요 이슈

현재욱<sup>1\*</sup>, 황록연<sup>2</sup>, 권순화<sup>3</sup>, 최경산<sup>4</sup>, 최철우<sup>3</sup>

<sup>1</sup>제주식물보호연구소

<sup>2</sup>농촌진흥청 국제기술협력과

<sup>3</sup>국립원예특작과학원 감귤연구센터

<sup>4</sup>국립원예특작과학원 원예특작환경과

제주도내 64개 과원에서 2004년부터 2021년까지 주요 병해충 피해과율을 조사한 결과 궤양병에 의한 피해과율은 0.85%, 더듬이병 0.22%, 검은점무늬병 9.9%, 일소 1.15%, 총채벌레 1.16%였다. 20개 노지재배 감귤 과원에서 볼록총채벌레, 귤응애(*Panonychus citri*), 귤굴나방(*Phyllocnistis citrella*), 차잎말이나방(*Homona magnanima*), 왕담배나방(*Helicoverpa armigera*)들의 최근 발생 상황을 연도별, 지역별로 2007년부터 2019년까지 조사하였다. 볼록총채벌레 밀도는 남동부지역 과원에서 다른 4 지역과 비교하여 상대적으로 높았으며 6월과 7월, 그리고 9월에 밀도가 높은 편이었다. 귤응애의 엽당 밀도는 북부와 동부 지역에서 상대적으로 높았으며 6월 하순과 가을철에 밀도가 높았다. 페로몬을 이용하여 귤굴나방, 차잎말이나방, 왕담배나방의 발생을 조사한 결과 귤굴나방은 5월 초순부터 발생하기 시작하여 12월 초까지 트랩에 포획되었으며 8월 상순부터 10월 상순까지 밀도가 상대적으로 높았다. 차잎말이나방의 발생은 3월 중순부터 시작되어 11월까지 지속되었다. 남서와 남동 지역을 제외한 지역에서는 봄철 밀도가 높은 경향을 보였고 여름, 가을 밀도는 봄철 밀도에 비해 낮은 경향을 보였다. 왕담배나방은 3월 초부터 발생하여 10월 말까지 트랩에 포획되었다. 전체적인 밀도는 트랩 당 1 마리 이하로 낮은 경향을 보였다. 최근에는 궤양병과 볼록총채벌레가 여전히 중요성이 증가하고 있으며 루비각지벌레 발생이 증가하고 있다. 또한 온난화 등의 영향으로 더듬이병과 궤양병 처음 방제시기 설정이 필요하고 화살각지벌레 천적 기생봉의 정착 여부 조사와 시설 재배 감귤에서 사용되어지고 있는 미립자 방제기의 방제 효율 증가 기술이 필요한 실정이다.





## 특별 강연Ⅲ



## [ 특별강연 7 ]

# Pesticide Residues in Crop Plants: Factors Affecting Residual Levels

금영수

건국대학교 식량자원과학과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-07

## 금 영 수

• 건국대학교 식량자원과학과

### ➤ 학력

1999 서울대학교 Ph.D. (Agriculture)

1993 서울대학교, MS (Agriculture)

1991 서울대학교, BS (Agriculture)

### ➤ 경력

2017~현재 건국대학교, 식량자원과학과

2010~2017 건국대학교 생명자원식품공학과

2006~2010 서울대학교 BK21 연구교수

2000~2006 University of Hawaii at Manoa, Dept. of Mol. Biosci. Bieng., Junior  
Researcher

### ➤ 수상

2020 건국대학교 학술대상

### ➤ 주요 연구분야

농약활성 천연물 합성 및 구조화학 연구

식물/미생물 대상 농약 독성 및 활성화에 대한 대사체학 연구

환경 중 농약의 이행 및 동태연구



## Pesticide Residues in Crop Plants: Factors Affecting Residual Levels

Young Soo Keum

Konkuk University, Department of Crop Science  
20 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05029, Korea

Currently, public concerns of pesticides are not only limited to human health but also to environmental issues. Although pesticides are indispensable tools of modern agriculture, they are considered as toxic contaminants in food and environments including soils and aquatic ecosystem. To determine the impact of a pesticide, numerous biological systems (or individual organisms) were selected and tested for the environmental fates, among which certain species are commonly used as model system for the estimation of harmful effect. However, the residual characteristics of pesticides are quite different from each other, and vast numbers of environmental factors can affect the residual levels even with the same chemical compounds. In this short review, the important factors of pesticide persistency are introduced.

The factors affect the level of residual pesticides can be summarized into four categories. (1: chemical factors, 2: plant factors, 3: soil factors, and 4: environmental factors). These four factors modulate the residual pesticide in crops via highly diversified interaction between others.

The chemical factors can be subdivided to a) physicochemical properties of pesticides (e.g., structural stability, volatility, hydrophobicity, photostability, etc), b) method of application, and c) formulation. In consideration of the diversities of modern pesticides, the structural stability cannot easily be predicted. However, some structures (e.g., ester, amide, highly strained ring system) are considered to enhance the environmental dissipation. Certain modeling systems (as tier 1 tools) are currently applied on the estimation of stability. Volatility of pesticides (and related environmental factors) are also important factors, especially in open field condition. Although the dissipation through volatilization are commonly considered as minor components, large portion can be lost in some conditions (e.g., high wind + large surface area +

incompatible solvent systems). Both of application methods and formations can give quite different residual characteristics of selected pesticides. For example, granular formation usually shows less residual pesticides than other formulation with smaller particle size (especially at initial stage of pesticide application). However, the properties are also highly dependent on hydrophobicity of pesticides.

There are large numbers of plant factors in relation to residual levels. The structural features can give strong influence on the distribution and uptake of pesticides. Such features include a) plant form (erect or spreading), b) leaf shape (broad or shallow) c) leaf position and density, d) leaf surface structure and physicochemical properties (e.g., waxy surface with dense cuticular layer or fractured layer). For example, plant waxy layer (as an outermost barrier of chemical absorption or depuration) are commonly considered as hydrophobic barriers, which retain lipophilic pesticides. Leaf microstructure can also affect the persistency of chemicals.

Soils are commonly regarded as the major sink of applied pesticides. In consideration of the fact that major fraction of applied pesticides are deposited on soil (rather than crops), the properties of soil is one of the most important factors. For example, the residual half-lives of pesticides in crops can be extended or reduced via soil organic compounds and mineral constituents.

Other environmental factors (weather factors) can also enhance or reduce the persistency of pesticides in crops (either directly or indirectly). The factor includes temperature, precipitation, radiation and wind. As mentioned above, the factors are highly interconnected. For example, higher temperature usually enhances the volatilization and also chemical dissipation. Although photodegradation of pesticides are commonly considered as the process on shallow surface of water, crops, and soils, higher light flux enhances the degradation of pesticides.

In addition to the above-mentioned factors, there are numerous components affecting the residual characteristics of pesticides.

## [ 특별강연 8 ]

# 농업 시스템의 예측환경농도 산정 모델 개발 동향

---

기서진

경상국립대학교 환경공학과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-08

## 기 서 진

• 경상국립대학교 환경공학과 부교수

### ➤ 학력

1996.03 - 2003.02	전남대학교 응용화학공학부 학사
2004.09 - 2006.02	광주과학기술원 환경공학부 석사
2006.03 - 2010.02	광주과학기술원 환경공학부 박사

### ➤ 경력

2007.01 - 2007.12	하와이대학교 마노아캠퍼스 수자원연구센터 방문연구원
2010.03 - 2010.10	광주과학기술원 지속가능수자원기술센터 박사후연구원
2010.11 - 2012.07	하와이대학교 마노아캠퍼스 토목환경공학과 박사후연구원
2012.08 - 2014.12	하와이대학교 마노아캠퍼스 수자원연구센터 박사후연구원
2015.01 - 2015.02	광주과학기술원 지속가능수자원기술센터 박사후연구원
2015.03 - 2018.02	광주과학기술원 환경공학부, 국제환경연구소 연구조교수, 연구부 교수
2018.03 - 2022.02	경상국립대학교 환경공학과 조교수
2022.03 - 현재	경상국립대학교 환경공학과 부교수

### ➤ 전문가 경력 등 기타사항

수상경력 (환경부 장관표창, 2022.03), 진주시 탄소중립지원센터 센터장, 공공기관 위원회  
활동 (영산강·섬진강유역물관리위원회, 낙동강유역환경청, 경상남도, 진주시, 한국수자원공사,  
한국원자력연구원 등), 기타 학회활동 (대한환경공학회 이사, 한국환경기술학회 편집위원회  
위원장)

## 농업 시스템의 예측환경농도 산정 모델 개발 동향

기서진\*

경상국립대학교 환경공학과

국의 선진국에서는 신규 농약의 등록, 작물 잔류 및 환경 위해성 등을 평가하기 위하여 다양한 예측환경농도 산정 모델을 운용 중에 있으며, 모델의 기능을 체계적으로 유지관리하고 있다. 이에 본 발표에서는 유럽 및 미국에서 활용 중인 예측환경농도 산정 모델들을 검토하고 향후 국내 도입을 위한 기술적 측면의 발전 방향을 논의하고자 한다. 보다 구체적으로 본 발표는 크게 세 부분으로 구성되어 있다. 우선, 불포화대(토양) 모델 이론 및 주요 모사 공정을 간략히 소개하고, 모델의 다양성 및 난이도(정확도)를 논의할 예정이다. 다음 순서로 모델의 난이도가 낮은 스크리닝 모델을 소개할 예정이며, 모델의 개발 목적, 알고리즘, 입력 변수 등 주요 특성을 제시할 예정이다. 특히, 스크리닝(Tier 1) 모델 소개 부분에서는 미국 하와이 주에서 현업에 활용 중인 모델의 개발 현황을 보다 중점적으로 논의하고자 한다. 마지막으로 모델의 난이도가 중급 이상인 세부진단 모델(Tier 2 or higher)을 간략히 소개할 예정이며, 이외에 세부진단 모델을 보다 단순화된 형태로 개발하는 메타 모델링(Meta-modeling) 기법 및 적용 사례를 논의할 예정이다. 본 발표가 국내의 예측환경농도 권장모델 선정 및 표준 시나리오 개발에 기여하고, 보다 궁극적으로는 예측평가 체계를 강화하거나 선진화하는데 기여할 수 있길 기대한다.



## [ 특별강연 9 ]

### 왜곡모형 알고리즘을 이용한 해충의 발육완료시기 분포 추정

---

**권순화**

농촌진흥청 국립원예특작과학원

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-09

## 권 순 화

• 농촌진흥청 국립원예특작과학원

### ➤ 학위

전기전자공학(공학사), 해충 생태(농학박사)

### ➤ 연구분야

종합적 해충 관리방안, 해충 예찰·방제 시스템 개발, 해충 발생 모델링, 스마트농업 기술 개발

### ➤ 주요 성과

해충 예찰·방제 시스템 관련 특허 8건 출원 등록

최근 5년 간 해충 생태 및 스마트 농업 관련 SCI 논문 12편 게재(Scientific Report(Nature 자매지) 등)



## 왜곡모형 알고리즘을 이용한 해충의 발육완료시기 분포 추정

권순화\*, 문영일, 박경진, 신종환

국립원예특작과학원 감귤연구센터

일반적으로 곤충의 발육분포를 추정할 때 원자료가 없는 경우 평균발육일 및 그 표준편차에 대하여 정규분포를 가정하여 진행하였으나, 실제 발육분포와 추정치 간 오차로 인해 정밀한 발육완료분포모형을 작성하는데 한계가 있다. 경험적으로, 실제 온도의존적 발육실험결과는 대부분 정규분포를 기준으로 왜곡되어 있는 경우가 많다는 것을 고려해야 한다. 왜곡되어 있다면 ① 어느 방향으로 그리고 ② 얼마나 왜곡되어 있는지에 대한 파라메타 값을 결정해줘야 하며, 이러한 파라메타 값의 기준을 정하는 것이 하나의 주제가 될 수 있다.

본 연구는 기존 문헌에서 수집할 수 있는 곤충의 평균발육일과 표준편차 정보만을 이용하여 곤충의 발육시기 분포를 추정할 수 있는 통계알고리즘을 개발하였다. 피어슨의 비대칭 계수를 활용하여 발육완료시기분포의 방향성을 추정하였다. 우선 곤충의 발육완료시기(일단위)를 평균값에 가까운 정수값을 중앙값으로 가정한 후, 곤충의 온도의존적 발육특성을 피어슨의 비대칭계수를 이용하여 분포의 방향성을 추정하였고, 적률생성함수(mgf: moment generate function)를 활용하여 평균과 표준편차를 기반으로 3차적률함수인 왜도(skewness)를 추정하였다. 다음 단계로 분포의 방향과 왜도를 이용하여 왜곡된 발육완료분포를 추정하였다.

위의 알고리즘을 이용하여 추정한 곤충의 발육완료시기와 실제 곤충발육실험 데이터를 비교한 결과, 본 연구에서 제안한 알고리즘은 매우 높은 확률로 실제 실험 데이터의 분포를 추정할 수 있었다. 본 연구에서는 통계기법을 활용하여 이 파라메타를 정의하고 이를 기반으로 하는 모형에 대하여 시뮬레이션을 수행하며, 이 결과를 실제 관측값과 비교하여 통계적 차이를 검토한다.

검색어: 곤충 발육, 발육완료 시기분포, 개체군모형, 외래해충, 왜곡모형

\* 본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호:PJ01361802)의 지원에 의해 이루어진 것임



## [ 특별강연 10 ]

### 작물보호제의 급성노출 인체위해성 평가 방법 및 인체안전기준 설정원칙 및 방법

---

**정상희**

호서대학교 임상병리학과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-10

## 정상희

• 호서대학교 임상병리학과 교수(수의사, 수의학박사)

### ➤ 전문분야

- 농약 등 화학물질의 독성 및 인체위해성 평가
- 인체용 및 동물용의약품 등 효능, 전임상 및 안전성 연구
- 기능성/유효성 신소재 개발 및 유해물질 특이 바이오마커 개발

### ➤ 학력1

- 박사: 서울대학교 수의과대학 예방수의학(약리독성학), 1992~1997
- Post Doctor: 미국 캔사스의과대학 약리·독성학실, 1996~1997
- Researcher: 유해물질 검출용 바이오센싱연구, 미국 캘리포니아 대학(Davis), 1999

### ➤ 주요경력

- 2010.3월~현재: 호서대학교 임상병리학과 교수, 바이오의과학연구센터 센터장
- 2012.3월~2015.10월: 호서대학교 GLP센터 센터장
- 1990.7월~2010.2월: 농림축산식품부 국립수의과학검역원 연구관 (독성평가연구실장)
- 2012.6월~2021.6월: WHO 식품안전성전문가 패널(Food Safety Expert Panel)
- 2006.2월~현재: FAO/WHO합동식품첨가물전문가위원회(JECFA) 독성전문가
- 농약안전성전문심의회위원회 위원 (2012-현재, 농촌진흥청)
- 식품안전정책위원회 전문위원 (2014-현재, 총리실)
- 중앙약사심의위원회 전문위원 (2018-현재, 식약처)
- 식품위생심의위원회 위원 (2012-현재, 식약처)
- 제품안전정책위원회 위원 (2021-현재, 총리실)

### ➤ 수상경력

- 2007. 11. 제10회 대한민국과학기술상 대통령상
- 2007. 8. 제2회 아모레퍼시픽 여성과학기술상(한국여성과학기술총연합회, (주)아모레퍼시픽)
- 2006. 1. Award of Bioscience Application Note Challenge Note (미국 Arcturus)

## 작물보호제의 급성노출 인체위해성 평가 방법 및 인체안전기준 설정원칙 및 방법

정상희

호서대학교 임상병리학과 교수

현재, 국내에서는 작물보호제를 등록시 농작업자 안전 및 식품소비자의 건강을 보호하기 위하여 반복노출 또는 만성 노출시의 독성영향을 평가하며 이를 근거로 인체안전기준인 농작업자노출허용량(AOEL)과 일일섭취허용량(ADI)을 설정하여 1일 노출량이 이들 인체안전기준을 초과하지 않도록 작물보호제 용법용량 및 유효성분의 식품중 잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있다. 그런데 작물보호제의 작용기전 및 독성영향을 고려하면 단기간의 단회노출에 의한 신경행동영향, 임신기 태아발달영향, 혈액독성이 많은 경우를 차지하여 반복노출에 의한 영향 외에 단기 노출에 의한 영향을 고려한 급성노출허용량 설정의 필요성이 대두되고 있다. 이에 따라 JMPR(FAO/WHO합동 잔류농약 전문가위원회), 미국, EU, 일본 등 국제기구 및 선진외국에서는 작물보호제에 1회 또는 24시간이내 노출에 대한 급성 위해성 평가 및 급성노출허용량 설정을 권고하고 있다.

작물보호제의 급성위해성은 급성노출에 의한 무독성량이 500 mg/kg bw/day보다 크거나 반수 치사량(LD50)이 1000 mg/kg bw 보다 큰 경우에는 평가대상에 포함되지 않는다. 즉, 급성위해성은 무시할만한 물질로 간주되는 것이다. 급성인체안전기준의 설정 근거 독성은 일시적 노출로 독성이 유발되는 발달독성, 혈중 AChE 증가 및 행동반응 이상 등의 급성신경독성, MetHb 증가, 혈액학치 패턴 이상 등의 혈액독성이 관련성이 높다. 특히, 발달독성중 태아의 항문-생식돌기기간 거리의 변화는 1회 투여에 의해 일어날 수 있어 급성위해성의 종말점에 해당된다. 간독성의 경우에는 간세포괴사, 지질침착, 담즙정체, 색소침착 등이 급성위해성과 관련되며 간경변, 간세포 비대, 과형성, 섬유소화는 급성위해성과는 관련성이 적다. 신장독성의 경우에는 장기중량 증가, 재생성 증식, 혈청중 칼슘 및 인산 함량변화는 급성영향으로 보기 어려우며 신우신염, 피질 괴사, 유리질 변성 등은 급성영향에 해당된다. 내분비계 독성중 암컷의 배란주기 변화는 급성위해성과 관련성이 높으나 수컷생식능 영향과 갑상선계 영향은 급성위해성에 포함되지 않는다. 인체역학자료에서단회 노출에 의한 심장박동 이상, 진전(손떨림), 호흡률 변화 등의 자율신경계 이상은 급성위해 종말점에 해당되는 대표적인 경우이다.

급성위해평가를 위한 종말점이 선정되면 인체안전기준 도출을 위하여 불확실계수를 적용하는데

작물보호제의 독성강도가 혈중분포용적(AUC)보다 혈중최고농도(Cmax)와 관련성이 높으면 독성 동태학적 중간 및 개체간 불확실성이 2배씩 작아지게 되므로 불확실계수는 100이 아닌 25가 된다. 인체안전기준중 ARfD는 식품소비자의 안전기준으로 경구노출시의 영향을 근거로 설정되며 AAOEL은 농작업자에 대한 급성노출허용기준으로 경구노출시험성적에 의하여 기준을 설정시 경구흡수율을 추가적으로 적용하여 도출한다.

국내 기허가된 작물보호제 526물질에 대하여 급성인체위해성평가를 실시한 결과, 192물질에 대하여 ARfD(안) 및 AAOEL(안)이 도출되었으며 이를 근거로 식품소비자 및 농작업자의 작물보호제에 대한 급성노출로부터 건강보호가 이루어지길 기대한다.

## [ 특별강연 11 ]

### 국내 농약의 대체독성시험법 적용 현황

---

**박수진**

농촌진흥청 국립농업과학원 독성위해평가과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-11

## 박수진

- 농촌진흥청 국립농업과학원 독성위해평가과

### ➤ Professional Experience

2010. 6. ~ 2013. 9.      국립농업과학원 농산물안전성부 농자재평가과, 박사후 연구원  
2013. 10. ~ 2015. 6.    (주)한국생물안전성평가연구소, 독성연구팀 / 신뢰성보증부서 과장  
2015. 7. ~ 현재.        국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과, 농업연구사



## 국내 농약의 대체독성시험법 적용 현황

박수진<sup>1</sup>, 길근환<sup>2</sup>, 조유미<sup>1</sup>, 임정현<sup>1</sup>, 홍소혜<sup>1</sup>, 양시영<sup>1</sup>, 유오종<sup>1</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 독성위해평가과, <sup>2</sup>국립농업과학원 기술지원과

농약은 농작물의 병해충을 방제하기 위해 사용하기 때문에 사람에게 직접 뿌려지는 것은 아니지만, 농산물 중 잔류하는 농약을 사람이 섭취할 수 있고, 농약을 살포하는 과정에서 농작업자가 농약에 노출될 수 있으므로 사람에 대한 건강위해성평가가 필요하다. 농촌진흥청에서는 농약등록 과정에서 사람의 건강위해성평가를 위해 농약원제와 품목에 대해 각각 22 항목, 6항목의 인축독성 시험성적서를 평가하고 있으며, 독성평가 결과를 토대로 건강위해성평가의 기준이 되는 일일섭취 허용량과 농작업자노출허용량, 급성노출허용량을 설정하고 있다. 국내 농약 등록을 위한 시험기준과 방법은 농촌진흥청장이 정하여 고시하고 있으며, 국제적인 독성시험기준을 반영하여 고시하고 있다. 최근 OECD에서는 동물을 사용하지 않는 대체독성시험법들이 승인되고 있으며, 농촌진흥청에서는 2008년부터 OECD 시험 가이드라인에 대체독성시험법이 추가될 때마다 해당 시험법을 농약에 적용하기 위한 검증 시험을 지속적으로 추진하여 현재까지 9항목의 시험에 대해 21건의 시험법을 마련하여 고시하였다. 현재 국내에 등록된 농약원제는 약 520 여종 중 약 1.3%에 해당하는 7종만이 국내에서 개발한 원제이며 대부분의 원제 독성 시험성적은 원제 개발국의 GLP 시험기관에서 생산되고 있다. 반면 국내 농약회사들은 수입한 원제를 제형화하여 품목으로 개발하고 있어 국내 농약 GLP 시험기관들은 품목 위주의 독성시험을 수행하고 있다. 그러나 품목 시험의 경우 실험동물 수를 줄이거나, 고통을 감소하는 시험법만이 고시되어 있고, 동물을 완전히 대체하는 시험법은 적용하지 않고 있어 국내 농약독성 시험의 대체독성시험법 적용확대를 위해 2023년부터 세포를 이용한 피부감작성시험에 대한 품목적용 검증 연구를 추진하고 있다. 아울러 국내 농약 원제의 개발을 활성화하기 위해, 개발단계부터 독성을 조기에 확인할 수 있도록 생체바이오기술과 컴퓨팅기술이 접목된 독성 예측 평가기술 연구를 공동연구사업으로 2024년부터 5년간 추진할 것이다. 또한, 첨단독성시험법(NAMs) 도입 및 대응기술을 개발하고, 국내 실정에 맞는 새로운 농약 독성평가모델 개발을 위한 국제협력사업을 2024년부터 3년간 수행 할 것이다. 이 연구사업들을 통해 국내외 연구기관들과 함께 다양한 대체독성시험법 결과를 활용한 농약의 독성평가 모델을 개발하여 농약의 개발단계부터 첨단독성평가기법이 적용될 수 있도록 할 계획이다.

Key words: 농약(Pesticide), 독성시험(Toxicity test), 첨단독성평가기법(NAMs)



## [ 특별강연 12 ]

# Investigating Pepper Plant Rhizosphere Microbiota: Identifying Beneficial Bacteria against Bacterial Spot Disease

---

**이지훈**

전북대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-12

## 이 지 훈

• 전북대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과 교수

### ➤ 학력

2002.8.26.~2007.2.14. 공학박사: 광주과학기술원, 환경공학과  
 1997.3.1.~2001.8.30. 이학석사: 서울대학교, 대학원, 지구환경과학부  
 (1997.3.1.~1999.6.30.) (군복무)  
 1993.3.1.~1997.2.26. 이학사: 서울대학교, 자연과학대학, 지질과학과

### ➤ 경력

2024.3.1.~현재 전북대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과 교수  
 2019.4.1.~2024.2.29. 전북대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과 부교수  
 2015.4.1.~2019.3.31. 전북대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과 조교수  
 2012.9.17.~2015.3.31. 한국지질자원연구원 지구환경연구본부 지하수연구실 선임연구원  
 (2014.3.1.~2015.3.31) (과학기술연합대학원대학교(UST) 광물·지하수자원학과 겸임교원)  
 2012.8.1.~2012.9.14 극지연구소 극지기후연구부 연수연구원(기초기술연구회 지원)  
 2008.11.4.~2012.7.31. Pacific Northwest National Laboratory, Microbiology Group,  
 Postdoctoral Research Associate (박사후 연구원)  
 2007.12.28.~2008.10.31. Pacific Northwest National Laboratory, Microbiology Group,  
 Visiting Scientist (방문 연구원) -한국학술진흥재단 지원  
 2007.3.1.~2007.12.31. 광주과학기술원, 환경공학과, 박사후 연구원  
 2001.9.1.~2002.8.30. (주) 바투환경기술

## Investigating Pepper Plant Rhizosphere Microbiota: Identifying Beneficial Bacteria against Bacterial Spot Disease

Hyung-Geun Song<sup>1</sup>, Seo-Yeon Yang<sup>1</sup>, Yu-Sung Cho<sup>1</sup>, Hyun-Joo Yang<sup>2</sup>,  
Min-Kyoung Seo<sup>2</sup>, Ji-Hoon Lee<sup>1,3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Chemistry, Jeonbuk National University, Jeonju

<sup>2</sup>Research Center for Environmentally Friendly Agricultural Life Sciences, Jeonnam Bioindustry  
Foundation, Gokseong

<sup>3</sup>Department of Agricultural Convergence Technology, Jeonbuk National University, Jeonju

Plants both influence and are influenced by their rhizosphere microbial communities. It is known that plants and microorganisms interact with each other and react to create optimal growth conditions for themselves. It is known that when a healthy plant becomes diseased, the plant secretes various metabolites or signaling substances that can attract protective beneficial or helpful microorganisms from the surrounding soil as a response. Interestingly, plant roots exhibit a similar "distress signal" mechanism when stressed, effectively summoning beneficial microbes to mitigate stress impacts. Here we hypothesized that the bacterial disease pepper plant might show some rhizosphere microorganisms which could be distinctively different from the healthy pepper plants. In this study, we have induced a bacterial spot disease on a pepper plant by inoculating the pathogenic bacterium (*Xanthomonas euvesicatoria*) and analyzed the rhizosphere soil microbiota using the next-generation sequencing technology. The collected and extracted rhizosphere soil DNAs of the healthy and diseased plants were amplified for the bacterial 16S rRNA gene (v4 region) using Illumina iSeq 100. Through computational and statistical analyses of microbial diversity, we identified specific bacterial taxa that appeared to influence or contribute to community differentiation. We then introduced similar, commercially available beneficial microorganisms to pepper plants afflicted with disease. These treated plants exhibited reduced symptoms of bacterial spot disease, and subsequent microbiome analyses highlighted the pivotal roles these selected beneficial bacteria played within the rhizosphere soils. Employing rhizosphere soil microbiome analysis to select beneficial microorganisms presents a sustainable, targeted approach to combat plant diseases. This strategy not only minimizes the reliance on antibiotic pesticides but also offers a plant-specific, environmentally friendly solution to managing bacterial pathogens.



## [ 특별강연 13 ]

### 신 작물보호제 기반 기술 개발 연구사업

---

**김택겸**

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-13

## 김택겸

• 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 농업연구관

### ➤ 학력

2008.08 경북대학교 농화학과 농학박사

### ➤ 주요경력

2005. 08. 농촌진흥청 작물과학원 호남농업연구소 농업연구사

2011. 10. 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 농업연구사

2016. 03. 농촌진흥청 연구정책국 연구성과관리과 농업연구사

2021. 03. 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 농업연구관

2021. 10. 농촌진흥청 기술협력국 수출농업지원과 농업연구관

2023. 01. 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 농업연구관



## 신 작물보호제 기반 기술 개발 연구사업

김택겸

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

작물보호제는 농산물의 안정적인 공급과 품질향상을 위한 필수 원자재이다. 특히 원예작물의 경우 작물보호제 사용이 없으면 최대 58% 이상의 손실을 겪을 수 있다. 따라서 작물보호제에 대한 연구 및 개발은 지속적으로 필요하다. 최근의 작물보호제 개발은 해충 및 병원균의 저항성 증가, 환경 보호에 대한 요구 상승, 기후 변화의 영향, 및 식량 안보 강화 필요성 등 다양한 환경에 직면하고 있다. 이에 전 세계적으로 농업 생산성과 환경 보호 사이의 균형을 유지하고, 지속 가능한 농업 실현을 위해 새롭고 효과적인 작물보호제의 개발이 절실히 요구되고 있다. 그리고 이러한 신물질 작물보호제 개발은 글로벌 선도기업이 대규모 연구개발 투자로 선점하고 있다.

한편 국내 작물보호제 산업은 장기간 많은 투자가 요구되는 원제 개발보다는 손쉬운 수입에 의존하고 있으며, 기술력과 R&D 여건은 열악하다. 작물보호제 원제의 수입의존도가 19년 기준으로 97.1%에 달하고 특정국가에 편중된 수입의존구조를 형성할 수 있으며, 이는 식량 생산의 필수재인 작물보호제 원제 수입의존도 증가로 식량안보의 불확실성을 배가시킬 수 있다. 그리고 최근 국제 교역 확대, 기후변화로 인한 외래·돌발병해충 유입 및 확산이 지속 증가하여 공적 방제 비용이 급증, 새로운 작물보호제 개발이 요구되고 있다. 따라서 국내 작물보호제 원제 수입의존도 완화와 관련 산업 육성을 위해서 신규 원제 및 우수한 제품 개발에 필요한 기반 기술 개발이 필요한 시점이다. 이에 최근 농촌진흥청에서 '수출 전략형 신작물보호제 기반 기술 개발'의 연구개발사업을 추진하게 되었다. 이 사업은 국내 작물보호제 원제 산업 활성화를 위해 원제 개발에서 등록에 이르는 전주기 기반 기술을 확보하고 민·관 협업을 통한 신물질 원제 개발을 추진하는데 목적을 두고 있다. 본 발표에서는 신작물보호제 개발 사업의 추진 주요 내용을 공유하고 향후 발전 방향에 대해 이야기해 보고자 한다. 이번 신작물보호제 개발 사업은 민관(정부, 산업계, 연구기관)의 협력 기반을 형성하고 국내 작물보호제 원제 산업 활성화의 마중물이 될 것으로 기대된다.



## [ 특별강연 14 ]

### 글로벌 작물보호제 시장 동향과 성장 가능성

---

**김수연**

한국농업기술진흥원 벤처창업본부 미래기반팀

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-14

김수연

• 한국농업기술진흥원 벤처창업본부 미래기반팀 책임연구원

➤ 학력

고려대학교

➤ 경력

- 강원도농업기술원 지역특화작목 심의위원(2021-2023)
- 전북창업사관학교 평가위원(2019-)
- 전북콘텐츠융합진흥원 평가위원(2022-)
- 한국수목원정원관리원, 국립보건연구원, 한국지질자원연구원 등 다수 기관 평가위원 활동
- 지역특화작목연구소 대상 심층특허동향분석지원(2021-2023)
- 농촌진흥청, 연구자 대상 신규사업발굴 및 과제기획 지원(2011-2023)
- 그린바이오산업 산업통계, 실태조사 등 그린바이오산업육성지원(2024-)

## 글로벌 작물보호제 시장 동향과 성장 가능성

김수연

한국농업기술진흥원

전 세계적으로 작물보호제는 해충, 질병 및 잡초로부터 작물을 보호하고 헥타르(ha)당 생산성을 높임으로써 적은 재배면적에서도 다량의 작물을 재배하고 생산을 높이는데 사용하고 있다. 2023년 UN식량농업기구(Food and Agriculture Organization)에 따르면 이미 식물 질병으로 인해 세계 경제에 매년 2,200억 달러가 넘는 비용이 소요되고, 침입성 곤충으로 인해 발생하는 비용은 최소 700억 달러로 보고되었다.

본 고와 관련하여 기본적으로 문헌조사를 실시하였으며 본 고에서 활용한 데이터의 신뢰성을 확보하기 위해 국가기관, 공공기관 등 공개된 통계자료를 활용하였다. 글로벌 작물보호제의 사용량 등 데이터는 UN식량농업기구(Food and Agriculture Organization), 시장규모는 글로벌 시장조사전문기관 발간 리포트, 공개된 논문 등을 통해 수집하고 검증하는 과정을 거쳤다.

기후변화에 따른 병해충의 증가 외에 전 세계적으로 팬데믹, 러-우 전쟁, 국가별 자국 우선 위주의 정책으로 인한 출하 중단 등 예측할 수 없는 다양한 이슈로 식량생산 및 공급에 차질이 발생함에도 수요변동 없이 소비를 해야하므로 지속적인 식량생산이 반드시 필요하다.

이러한 흐름 속에 글로벌 작물보호제 시장은 2021년에서 2025년 사이에 262억 3천만 달러 증가할 것으로 예상되고 있다. 작물보호제는 안정적인 식량생산을 돕고 안전하고 품질 좋은 식품을 저렴한 가격으로 생산하게 할 수 있는 좋은 요인이라 할 수 있다.

*Key words: pesticides, market, trend, crop protection, future, 작물보호제, 농약, 시장, 동향, 미래*



## [ 특별강연 15 ]

### 신규 원제 후보물질 도출 IDEA 및 특허권 확보 전략

---

**김보열**

브릭특허법률사무소

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

S-15

## 김 보 열

• 브릭특허법률사무소

### ➤ 학력사항

’05.03.01.~’11.02.25. 서울대학교 식물생산과학부 작물생명과학 학사

### ➤ 경력사항

’22.01.14.~현재 브릭특허법률사무소 대표변리사 지재권 출원 및 기술사업화

’21.05.18.~’22.01.31. (주)SYN 실장 지재권 출원 및 기술사업화

’17.04.10.~’20.04.01. 특허법인 PCR 변리사 지재권 출원

’11.01.20.~’12.07.20. (주)동방아그로 사원 영업 및 마케팅

### ➤ 교육활동

’23~’24 보건복지부 의료기기산업 직무과정 출강

’23 청주시 지역특화형 지식재산기반 고도화사업 성과공유회 특강

’23 충북 바이오식품/유기농 클러스터 협의체 세미나

’23 한국농수산대학교 기술창업실무 교육

’22 충북바이오헬스산업혁신센터 지식재산권 세미나

’22 한국파스퇴르연구소 지재권 보호 강의

’21 숙명여자대학교 지식재산 정보 검색 교육

’20 청주 BCC(Biz-Connect Center) 지식재산 정보 검색 교육

’19~’20 농촌진흥청 식물체 분야 지식재산 세미나

’18 원광대 특허캠프 선행기술조사의 이해 교육



## 신규 원제 후보물질 도출 IDEA 및 특허권 확보 전략

김보열

브릭특허법률사무소

신물질 작물보호제 원제 개발에는 막대한 R&D 자금과 10년 이상의 장기간의 개발기간이 필요하므로, 글로벌 원제 개발사는 원제 개발에 소요된 비용을 회수하기 위하여 적극적인 특허전략하에서 독점적 실시를 위한 권리확보를 추진하고 있다. 특히, 넓은 권리범위를 확보하기 위하여 모핵을 중심으로 다양한 작용기를 포함시킬 수 있는 형식인 마쿠쉬(Markush) 청구항으로 물질특허를 진행하고 있다.

마쿠쉬 청구항은 화학 분야에 널리 이용되는 청구항 기재 방식으로, 병렬적 개념에 해당하는 둘 이상의 선택 요소들을 택일적 표현으로 기재한 청구항을 말한다. 물질특허 출원 시 마쿠쉬 청구항에 택일적 요소로 기재된 다양한 작용기의 조합에 의하여 실제 합성되지 않은 화합물 구조가 공개될 수 있는데, 경쟁사의 후속연구 및 특허권 확보를 저지하기 위해 의도적으로 다양한 유사 구조를 공개시키기도 한다.

한편, 선택발명이란 선행 특허발명이 상위개념으로 표현된 경우 이에 속하는 하위개념으로 표현된 발명으로, 선행 특허발명에 구체적으로 개시되지 않은 유용한 발명의 발굴을 적극 유도하여 산업발전을 촉진하기 위해 인정되는 개념이다. 즉, 마쿠쉬 청구항으로 구조가 공개된 화합물이라고 하더라도 선택발명에 해당할 경우 특허성을 인정받아 특허등록이 가능하므로, 경쟁력 있는 신물질 작물보호제 원제 개발을 위한 전략으로 활용할 수 있다.

이에, 본 발표에서는 선택발명 측면에서 글로벌 작물보호제 원제 개발사가 보유하고 있는 특허를 분석하여 신규 원제 후보물질을 도출하고, 이를 특허등록하기 위한 방법을 논의하고자 한다.



## 학술 논문 발표 순서

[4월 5일, 금]

구 분	제 1 발표장 한라홀 I (2F)	제 2 발표장 한라홀 II (2F)	제 3 발표장 한라홀 III (2F)	제 4 발표장 사라홀(2F)
	생물활성	농약(살균제) 저항성	화 학	독 성
좌 장	백창기 (단국대학교)	김흥태 (충북대학교)	권혜영 (국립농업과학원)	김 진 (한국생물안전성연구소)
13:00~13:15	윤준호 (서울대)	곽연식 (경상국립대)	나태웅 (농산물품질관리원)	김대호 (에이비솔루션)
13:15~13:30	임가을 (전북대)	상현규 (전남대)	이지원 (한경국립대)	김 진 (생물안전성연구소)
13:30~13:45	이대홍 (경북도원)	남영주 (글로벌농업컨설팅)	최혜림 (원광대)	임정현 (농과원)
13:45~14:00	권덕호 (한국농수산대)	이승열 (경북대)	김찬섭 (농과원)	양시영 (농과원)
14:00~14:10	Coffee Break			
14:10~14:25	김보민 (화학연)	신용호 (제주대)	허수형 (제주대)	염지영 (생물안전성연구소)
14:25~14:40	Minh Van Nguyen (화학연)	김흥태 (충북대)	김진성 (경상국립대)	이대경 (생물안전성연구소)
14:40~14:55	-	김흥태 (충북대)	-	-

\*상황에 따라 발표자 및 시간 변동될 수 있습니다.



## 생물활성

〈O-A-01〉 13:00~13:15

Enhanced Prediction in Toxicity of Insecticide Mixtures using Mode of Action Classification

Junho Yoon<sup>1,\*</sup>, Jun-Hyung Tak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea / 89

〈O-A-02〉 13:15~13:30

목재펠릿을 가해하는 *Tribolium castaneum*와 *Sitophilus zeamais*에 대한 포스핀과 메틸브로마이드 복합혼중의 상승효과

임가을<sup>1\*</sup>, 조동훈<sup>2</sup>, 김소연<sup>1</sup>, 박민구<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 농업생명과학대학원 농화학과, <sup>2</sup>농림축산검역본부 식물검역부 식물방제과 / 90

〈O-A-03〉 13:30~13:45

경북 북부지역 고추 재배지 총채벌레 발생양상 및 방제전략

이대홍<sup>\*</sup>, 이상석, 권민지, 박성임, 장길수

경북농업기술원 영양고추연구소 / 91

〈O-A-04〉 13:45~14:00

가중평균사충율을 통한 살충제 약효 등급 선발

권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공 / 93

〈O-A-05〉 14:10~14:25

Biocontrol Potential of A Soil-borne Bacterium Exhibiting Respiratory Inhibition Activity

Bomin Kim<sup>1,2,\*</sup>, Nguyen Van Minh<sup>1,2</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>, and Hun Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 94

〈O-A-06〉 14:25~14:40

Discovery of Novel Antifungal Metabolites Produced from the Fungus *Paraconiothyrium sporulosum* against Tomato Late Blight Disease Caused by *Phytophthora infestans*

Minh Van Nguyen<sup>1,\*</sup>, Men Thi Ngo<sup>1,2</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Yong Ho Choi<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup>, Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, Korea National University Science and Technology, Daejeon, Korea / 95

## (농약(살균제)저항성)

〈O-B-01〉 13:00~13:15

Proposed Standard Methodology for Verifying Fungicide Resistance in *Monilinia fructicola*

Youn-Sig Kwak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine and, Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea / 96

〈O-B-02〉 13:15~13:30

Fungicide Resistance Profiles of *Botrytis Cinerea* Isolates from Strawberries in 2022 and 2023

Doeun Son<sup>1</sup>, Sungyu Choi<sup>1</sup>, Haifeng Liu<sup>1</sup>, Soyeon Park<sup>1</sup>, Hyeong-rok Jang<sup>1</sup>,  
Hyeongyeong Lee<sup>1</sup>, Youngju Nam<sup>2</sup> and Hyunkyu Sang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Food Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University

<sup>2</sup>Global Agro-Consulting Corporation / 97

〈O-B-03〉 13:30~13:45

한국산 *Botrytis* spp. 및 *Colletotrichum* spp.의 주요 살균제에 대한 저항성 발달 모니터링  
남영주<sup>1\*</sup>, 박수빈<sup>1</sup>, 황희진<sup>1</sup>, 정희영<sup>2</sup>, 조원대<sup>1</sup>

<sup>1</sup>글로벌농업컨설팅(주), <sup>2</sup>경북대학교 농업생명과학대학 / 98

〈O-B-04〉 13:45~14:00

Baseline Sensitivity and Resistance Risk Assessment of *Botryosphaeria* spp. to Fungicides in Korea

Seung-Yeol Lee<sup>1\*</sup>, Gwang-Jae Lim<sup>1</sup>, Young Ju Nam<sup>2</sup>, Heung Tae Kim<sup>3</sup>, Hee-Young Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Global Agro-Consulting Corporation, Suwon 16614, Korea

<sup>3</sup>Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea / 100

〈O-B-05〉 14:10~14:25

Chemical Resistant Expression of *Diaporthe Citri* Causing Melanose in Citrus

Yong Ho Shin<sup>1</sup>, Zar Zar Soe<sup>1</sup>, Hyun Jin Shim<sup>1</sup>, Young Chan Kim<sup>1</sup>, Seung Eon Kim<sup>1</sup>, and Yong Chull Jeun<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sustainable Agriculture Research Institute, Jeju National University, Jeju, Korea

<sup>2</sup>The Research Institute for Subtropical Agriculture and Biotechnology, Jeju National University, Jeju, Korea / 101

〈O-B-06〉 14:25~14:40

사과탄저병균의 살균제 저항성 검정

김흥태\*, Abdulkareem Abdullahi, 안소현

충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과 / 102

〈O-B-07〉 14:40~14:55

고추탄저병균의 살균제 저항성 검정을 통한 저항성 기준 결정

김홍태\*, 안소현, Abdulkareem Abdullahi, 조희수, 안혜민, 정은총, 윤태준, 황신비, 강윤영, 김민석, 이소연, 박라영

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과 / 103

화학

〈O-C-01〉 13:00~13:15

Development of Dithiocarbamates Analysis Method using Mass Spectrometry

Tae Woong Na\*, Eunjoo Baek, Chae Uk Lim, Namkuk Kim, Seong Hun Lee, and Ji Sook Song  
Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service(NAQS) / 104

〈O-C-02〉 13:15~13:30

액체크로마토그래피와 기체크로마토그래피 질량분석법을 이용한 벌꿀 중 잔류농약 다성분 동시 분석법 개발

이지원<sup>1</sup>, 조형욱<sup>1</sup>, 강수영<sup>1</sup>, 허효민<sup>1</sup>, 선정훈<sup>1</sup>, 김태현<sup>1</sup>, 문준관<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한경국립대학교 산학협력단 한 살림농식품분석센터, <sup>2</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부 / 105

〈O-C-03〉 13:30~13:45

대파 중 Metaflumizone 및 Metconazole 농약의 잔류 소실 특성 및 가공계수

최혜림\*, 권다영, 신정우, 최훈

원광대학교 농식품융합대학 생물환경화학학과 / 106

〈O-C-04〉 13:45~14:00

Inpyrfluxam의 환경행적 평가와 잔류분 정의

김찬섭\*, 류지혁, 박지호, 이상협, 권혜영

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 107

〈O-C-05〉 14:10~14:25

노니 과실 중 살충제 Emamectin Benzoate의 잔류특성

허수형<sup>1</sup>, 김지원<sup>2,3</sup>, 김소진<sup>1</sup>, 김창숙<sup>1,2,3</sup>, 부경환<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 생명공학부, <sup>2</sup>제주대학교 아열대·열대생물유전자은행센터

<sup>3</sup>제주대학교 농생명소재안전성센터 / 108

〈O-C-06〉 14:25~14:40

Erwinia Carotovora에 대한 식물정유 성분의 항균활성과 배추 무름병 방제약효 평가 및 작물 잔류특성

김진성<sup>1</sup>\*, 박소현<sup>1</sup>, 김정윤<sup>2</sup>, 서민경<sup>3</sup>, 오경열<sup>1</sup>, 김진효<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과

<sup>2</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 제약공학과

<sup>3</sup>전남바이오 농촌산업진흥원 친환경농업연구센터 / 109

## 독성

〈O-D-01〉 13:00~13:15

농약에 대한 안점막자극성시험에서 향정신성의약품의 적용방법

김대호

(주)에이비솔루션 독성시험부 / 110

〈O-D-02〉 13:15~13:30

국내 · 외 천연식물보호제의 독성시험 방법 조사 연구

김진\*, 유성민, 문형준, 정호섭

(주)한국생물안전성연구소 / 111

〈O-D-03〉 13:30~13:45

Novel Directions in Pesticide Risk Assessment through New Approach Methodologies (NAMs)

Jeong-Hyun Lim\*, You-Mi Jo, So-Hye Hong, Si-Young Yang, and Soo-Jin Park

Toxicity and Risk Assessment Division, National institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Jeollabuk-do, Republic of Korea / 112

〈O-D-04〉 13:45~14:00

한국형 농약 노출량 변인지표 설정 연구의 필요성 및 방향

양시영<sup>1</sup>\*, 김근환<sup>2</sup>, 박수진<sup>1</sup>, 조유미<sup>1</sup>, 임정현<sup>1</sup>, 홍소혜<sup>1</sup>, 강지영<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

<sup>2</sup>국립농업과학원 기술지원과 / 114

〈O-D-05〉 14:10~14:25

미생물 생균수에 따른 급성경구독성/병원성시험의 투여방법에 대한 연구

염지영\*, 박이슬, 이대경, 최지한, 정호섭, 김진

(주)한국생물안전성연구소 / 115

〈O-D-06〉 14:25~14:40

미생물제제의 균주에 따른 꿀벌 영향시험 결과 비교

이대경\*, 장희섭, 오현택, 정호섭, 김진

(주)한국생물안전성연구소 / 116



O-A-01

## Enhanced Prediction in Toxicity of Insecticide Mixtures using Mode of Action Classification

Junho Yoon<sup>1\*</sup>, Jun-Hyung Tak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea

The recent surge in novel classes of insecticides has led to an increase in mixture-based products. In the U.S. the mixture-based products composed 44.16 % of all registered products, compared to 9.20 % in Korea, where the proportion is steadily increasing. This trend complicates the assessment of efficacy, risk, and interactions (synergy, antagonism, etc.). Consequently, computational models have been developed, assuming no interaction between the chemical's toxicities. Our study assessed the accuracy of several null models: Loewe, Schindler, Bliss, and HSA, in predicting the toxicity of 91 binary insecticide mixtures on houseflies. The Bliss model had the highest prediction rate of 79.1 %, followed by the Loewe model at 76.9 %. We also analyzed the biases noted from each model's predictions. To improve our predictions, we introduced a two-step framework using the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) mode of action classification. This framework applies the Loewe model to mixtures within the same action group and the Bliss model to those across different groups. This approach significantly increased prediction accuracy to 94.5 %, demonstrating the effectiveness of incorporating mode of action classification in enhancing the predictive capability of null models. Our framework not only enhances the accuracy of predicting mixture effects but also benefits identification of truly interacting combinations by addressing false positives resulting from biases inherent in each model.

## 목재펠릿을 가해하는 *Tribolium castaneum*와 *Sitophilus zeamais*에 대한 포스핀과 메틸브로마이드 복합혼증의 상승효과

임가을<sup>1\*</sup>, 조동훈<sup>2</sup>, 김소연<sup>1</sup>, 박민구<sup>1</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 농업생명과학대학원 농화학과

<sup>2</sup>농림축산검역본부 식물검역부 식물방제과

세계적으로 목재펠릿 시장이 지속적으로 성장하고 있음에 따라, 한국도 2020년부터 2022년까지 3년간 약 1030만 톤의 목재펠릿을 수입했다. 목재펠릿은 가공을 거치기 때문에 그 성질이 변형되어, 가공을 거치지 않은 일반 원목과 다르게 수입 검역 과정에서 저곡해충 등이 발견되고 있다. 이러한 해충이 발견되면, 목재펠릿에 대한 소독처리 기준이 설정되어 있지 않아 원목의 소독처리 기준을 준용하여 메틸브로마이드(Methyl Bromide, MB)로 소독처리하고 있다. 가공된 목재펠릿은 MB 흡착량이 많아, 해충에 대해 효과적인 혼증이 이루어지지 않아 재혼증을 거치게 되고, MB 사용량을 증가시키고 있다. MB는 몬트리올 의정서에서 지정한 오존층 파괴 물질이며 작업자 안전을 위협하는 고독성 물질이기 때문에 MB 사용량을 줄일 수 있는 대안적 처리가 필요하다. 본 연구에서는 목재펠릿의 저곡해충에 대한 검역적 소독처리를 위해 MB와 포스핀(Phosphine, PH<sub>3</sub>)을 혼합 처리하여 소독효과를 검증하였다. 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)와 어리쌀바구미(*Sitophilus zeamais*)의 번데기와 성충을 대상으로 24시간동안 MB와 MB+PH<sub>3</sub> 혼증 처리 시 약효를 조사하여 LC<sub>50</sub>과 LC<sub>99</sub>를 산출했다. *T. castaneum*는 MB에, *S. zeamais*는 PH<sub>3</sub>에 대하여 내성인 것으로 알려져 있다. 시험결과, *T. castaneum*와 *S. zeamais*의 번데기에 대한 20℃에서 24시간 MB 단독 혼증의 LC<sub>99</sub>는 각 31,485, 24,325 mg/L였고, LCT<sub>99</sub>는 각 634.5, 502.1 mg h/L였다. MB와 PH<sub>3</sub>의 혼합 처리 시 MB의 단독 처리보다 살충 효과가 상승되었으며, MB 사용량을 경감할 수 있었다. 두 공시충 모두 MB를 처리하는 온도가 낮아질수록 MB의 LC<sub>99</sub>값이 커지는 경향을 보였다. 동 연구결과는 오존층 보호를 위한 목재펠릿의 MB 대체 소독처리기준에 대한 기초 연구자료로 활용되며, 친환경 연료인 목재펠릿의 대중화를 촉진할 것으로 기대된다.

## 경북 북부지역 고추 재배지 총채벌레 발생양상 및 방제전략

이대홍\*, 이상석, 권민지, 박성임, 장길수

경북농업기술원 영양고추연구소

경북 북부지역은 전국 최대의 고추 주산지이다. 하지만 고추에 발생하는 병해충은 생산량 감소와 상품성을 떨어뜨려 재배농가에 경제적 손실을 야기한다. 특히 총채벌레는 섭식 또는 산란에 의해 고추에 직접적인 피해를 주며, TSWV(칼라병)을 매개하여 2차 피해를 준다. 본 연구에서는 경북 북부지역 고추에 발생하는 총채벌레의 발생양상을 조사하였으며, 총채벌레에 의한 TSWV 발생분석을 하였다. 또한 총채벌레 적용약제 7종에 대한 약효평가, 적정 방제시기 및 방제체계 연구를 통하여 총채벌레 및 TSWV 방제에 활용 가능한 자료를 제공하고자 수행하였다.

육묘기간 총채벌레 발생조사 결과 육묘 하우스 내부에서는 2월 중순경부터 밀도가 증가였으며, 중별 분포는 꽃노랑총채벌레 66.1%, 대만총채벌레 21.1%, 기타 총채벌레류 12.7%로 나타났다. 재배기간 총채벌레 발생을 조사한 결과 노지포장에서는 주변 잡초에서 4월 하순경부터 발생을 시작하여, 정식 직후 유입이 되었으며 7월 중순에 발생최성기를 보였다. 중별 분포에서는 대만총채벌레가 우점하여 발생하였다. 비가림하우스 재배포장 내부에서는 1월 25일 최초 발생하였으며 꽃노랑총채벌레가 우점하였다. 5곳 육묘하우스에서 꽃노랑총채벌레의 TSWV 보독률을 조사한 결과, 감염주가 확인된 두 포장에서는 15.1%, 41.6%의 높은 바이러스 보독률을 나타내었다.

비가림하우스 내부에서 월동하는 꽃노랑총채벌레의 방제가능성을 검토하기 위하여 고추에 등록된 토양소독제 3종(Dimethyl disulfide, Metam sodium, Dazomet)을 동결기 훈증소독한 결과, 3약제 모두 자연발생개체에 대해서 7일 후 100%의 치사율을 나타내었으며, 저온순화 후 접종한 사육개체에 대해서도 3일 후 100%의 치사율을 나타내었다. 고추에 등록된 토양살충제 4종(Bifenthrin GR, Cadusafos GR, Diazinon GR, Terbufos GR)의 총채벌레 번데기 적용가능성을 검토한 결과, 실내에서 접종 5일 후 각각 21.7%, 99.3%, 95.8%, 100%의 사충률을 나타내었다. 동일한 토양살충제 4종을 비가림하우스에서 포장검정한 결과 정식 35일 후 15.3%, 14.3%, 63.1%, 60.0%의 방제효과를 나타내었다.

지역개체별 7종 총채벌레 약제의 실내 약효평가 결과 isoxazolines계(MoA 30) fluxametamide와

spinosyns계(MoA 5) spinetoram은 노지포장에서 2차 처리 7일 후 91.0%, 92.3%, 비가림하우스에서 2차 처리 7일 후 79.9%, 79.6%의 방제효과를 나타내어 총채벌레 방제에 활용 가능할 것으로 판단된다.

방제 시작시기별 교호살포(rotation) 효과검토 결과, 노지포장에서는 5월 중순부터 방제를 시작할 경우 6월 30일 생충수 기준 100%, 7월 10일 피해신초율(%) 기준 92.6%의 우수한 방제효과를 나타내어, 5월 중순부터 방제가 이루어져야 한다고 판단된다. 비가림하우스 포장에서는 5월 상순부터 방제를 시작할 경우 7월 1일 생충수 기준 89.4%, 7월 13일 피해신초율(%) 기준 92.5%의 우수한 방제효과를 나타내어, 5월 상순부터 방제가 이루어져야 한다고 판단된다.

O-A-04

## 가중평균사충율을 통한 살충제 약효 등급 선발

권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공

영농현장에서 미소해충 방제는 화학합성농약을 통해서 주로 이뤄지는데, 다양한 약제에 대한 저항성 개체군이 존재하므로, 약효 등급(Level) 설정을 통한 약제 선발이 필요하다. 일반적으로 해충의 약제 저항성 평가 결과를 토대로 약제에 대한 약효를 추정하지만, 약제의 농도 범위를 선정하고 사충율을 평가하는데 막대한 시간과 비용이 요구되는 단점이 있다. 반면, 가중평균사충율을 적용할 경우, 단일 농도에서 관찰 시점 별 사충 변화를 반영하여 단일약효지수를 산출할 수 있었다. 보정사충율을 적용하지 않고, 원래의 관측값이 반영된 값이므로 약효 등급설정에 용이하였다. 해당 방식을 점박이응애, 목화진딧물, 가루이류에 적용한 결과, 단일 사충율 지수를 통해 약효 등급 설정을 가능하게 하였다. 향후, 실내 약효 등급 결과의 현장 적용 여부를 평가하여, 방제력의 신속한 개발에 활용하고자 한다.

## Biocontrol Potential of A Soil-borne Bacterium Exhibiting Respiratory Inhibition Activity

Bomin Kim<sup>1,2,\*</sup>, Nguyen Van Minh<sup>1,2</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>,  
Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>, and Hun Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology,  
Daejeon, Korea

Plant pathogens cause serious diseases, which result in the loss of crop yields and reduce the quality of crops worldwide. To control plant disease, chemical fungicides have been widely used, but the overuse of these fungicides has led to concerns about the hazards to humans, animals, and the environment and the increase of fungicide resistance. To counteract the escalating risks of chemical fungicides, the interest in biocontrol agents for plant disease control has significantly increased. In this study, we aimed to find a microbial alternative to strobilurin fungicides by which microbial culture filtrates were screened based on respiratory inhibitory activity rather than antibiosis. Consequently, we found a soil-borne microbe *Brevibacillus brevis* HK544 strain exhibiting respiration inhibitory activity and identified edeine B<sub>1</sub> from the culture filtrate of HK544 as an active compound for respiration inhibition activity. To understand the mechanisms of how edeine B<sub>1</sub> exhibit respiratory inhibition activity, we performed 1) transcriptome analysis of a necrotrophic fungus *Fusarium graminearum* treated by edeine B<sub>1</sub>, 2) edeine B<sub>1</sub>-induced haploinsufficiency analysis, 3) investigation of synergy effect of edeine B<sub>1</sub> with electron transport chain complex inhibitors. With the respiratory inhibition activity of edeine B<sub>1</sub> and a promising plant disease control efficacy, our results suggest that *B. brevis* HK544 has the potential as a biocontrol agent.

O-A-06

**Discovery of Novel Antifungal Metabolites Produced from the Fungus *Paraconiothyrium sporulosum* against Tomato Late Blight Disease Caused by *Phytophthora infestans***

Minh Van Nguyen<sup>1,\*</sup>, Men Thi Ngo<sup>1,2</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Yong Ho Choi<sup>1</sup>,  
Hun Kim<sup>1,2</sup>, and Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, Korea National University Science and Technology, Daejeon, Korea

While screening for new agents from natural microbes showing potential controlling plant diseases caused by phytopathogens, we found that the culture filtrate of *Paraconiothyrium sporulosum* SFC20160907-M11 effectively suppressed the development of tomato late blight disease caused by *Phytophthora infestans*. Based on bioassay-guided isolation, twelve antifungal compounds (1–12) were isolated and identified from the ethyl acetate extract of the culture filtrate. Extensive NMR, HRMS, CD spectra and optical rotation data determined the chemical structure of five novel compounds (1–5). Interestingly, compounds 1 and 8 inhibited strong antifungal activity against *P. infestans* with minimum inhibitory concentration (MIC) values of 8 and 16  $\mu\text{g/mL}$ , respectively. In addition, at a concentration of 500  $\mu\text{g/mL}$ , compounds 1 and 8 successfully controlled tomato late blight disease caused by *P. infestans*. These results suggest that the culture filtrates of *P. sporulosum* SFC20160907-M11 and their active metabolites can be used as natural fungicides for the control of tomato late blight.

## Proposed Standard Methodology for Verifying Fungicide Resistance in *Monilinia fructicola*

Youn-Sig Kwak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine and, Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

Brown rot disease by *Monilinia* spp. is considered significant disease affecting stone fruit by causing economic losses. *Monilinia* are main pathogen causing brown rot disease, include *M. fructicola*, *M. laxa*, and *M. fructigena*. These pathogens were controlled by chemical fungicides but due to excessive use of fungicides, certain strains showed resistance to fungicides. However, it is difficult to establish standards for clearly distinguishing fungicide resistant the fungal pathogen. To establish the standards protocols, I investigated *Monilinia* strains isolated from 2022 to 2024. 86 strains in 2022 and 90 strains in 2023 and 55 strains in 2024 of *Monilinia* strains were isolated from nationwide regions. All strains were identified by molecular identification using 4 genetic regions (ITS,  $\beta$ -tublin, *cytb*, TEF1- $\alpha$ , and *lcc2*) to distinguish *Monilinia* species. **1<sup>st</sup> protocol (*in vitro*)**, the isolated *Monilinia* isolates were amended into 6-well plates divided by concentration of four fungicides (bitertanol, fluxapyroxad, procymidone, pyraclostrobin) established using the KACC strain (No.44711), a representative *M. fructicola* strain in 27°C incubator for 7 days. Half-maximal effective concentrations (EC<sub>50</sub>) were measured to confirm fungicide resistance to four fungicides. **2<sup>nd</sup> protocol (*target gene sequencing*)**, to confirm the point mutation in the SDHI fungicide resistant strains, which exhibited resistance by having EC<sub>50</sub> values higher than the SDHI fungicide dosage, we examined point mutations in the fungicide target genes (*sdhA*, *sdhB*, *sdhC*, *sdhD*). **3<sup>th</sup> protocol (*in planta*)**, after confirming the point mutation of the resistant strain, it was confirmed whether the resistant strains can develop the brown rot disease in fruits. For assay, we treated the fungicide to peaches for spraying and dry in clean bench, then the pathogen agar blocks bored with 4-mm cork borer were placed on peaches. The degree of disease was confirmed by measuring the length of brown rot symptom. Through this study, we can suggest a standard verification method to select the fungicide resistance of *Monilinia* strains that cause brown rot disease in stone fruits.

Keywords: Brown rot, Half-maximal effective concentrations (EC<sub>50</sub>), *Monilinia fructicola*, SDHI fungicide resistance, Standard verification method



O-B-02

## Fungicide Resistance Profiles of *Botrytis Cinerea* Isolates from Strawberries in 2022 and 2023

Doeun Son<sup>1</sup>, Sungyu Choi<sup>1</sup>, Haifeng Liu<sup>1</sup>, Soyeon Park<sup>1</sup>, Hyeong-rok Jang<sup>1</sup>, Hyeongyeong Lee<sup>1</sup>, Youngju Nam<sup>2</sup>, and Hyunkyu Sang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Food Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University

<sup>2</sup>Global Agro-Consulting Corporation

Gray mold, caused by *Botrytis cinerea*, is an economically serious disease of strawberries. To investigate fungicide resistance status of *B. cinerea* populations from strawberry farms in Korea, a total of 191 strains were isolated from 32 different regions of Korea in 2022 and 2023. In vitro sensitivity assays of the strains to benomyl (Methyl Benzimidazole Carbamates, MBC), pyraclostrobin (Quinone outside inhibitor, QoI), fluxapyroxad (Succinate dehydrogenase inhibitor, SDHI), and fludioxonil (PhenylPyrroles, PP) were conducted, and fungicide target genes of the strains were sequenced. The results showed that 83, 84, and 67% of the strains were resistant to benomyl, pyraclostrobin, and fluxapyroxad, respectively, and no strains resistant to fludioxonil were observed. The MBC, QoI, and SDHI resistant strains harbored mutation(s) in *TUB2*, *cytB*, and *SdhB* genes, respectively. The selected sensitive and resistant strains were inoculated on detached strawberry leaves and fruits, as well as whole plants in a greenhouse, and resistance of the strains to each fungicide was confirmed. Based on the results from in vitro and in planta sensitivity assays and the target gene sequence analysis, a single discriminatory concentration of benomyl, pyraclostrobin, and fluxapyroxad was selected to determine sensitive and resistant strains, and fungicide resistance detection tools were developed using high-resolution melting and Taq-Man qPCR analysis. This study shows the current fungicide resistance status of *B. cinerea* isolated from strawberries in Korea. The information and the developed tools can be utilize to manage fungicide resistance and gray mold in strawberry farms.

## 한국산 *Botrytis* spp. 및 *Colletotrichum* spp.의 주요 살균제에 대한 저항성 발달 모니터링

남영주<sup>1\*</sup>, 박수빈<sup>1</sup>, 황희진<sup>1</sup>, 정희영<sup>2</sup>, 조원대<sup>1</sup>

<sup>1</sup>글로벌농업컨설팅(주)

<sup>2</sup>경북대학교 농업생명과학대학

2022~23년 2년간 국내 5개 권역(강원, 경기, 충청, 전라, 경상)에서 매년 권역별 약 180 군주 이상의 딸기잰빛곰팡이병균(*Botrytis* spp.)과 사과탄저병균(*Colletotrichum* spp.)을 각각 순수 분리하였다. 각 권역별 분리주들에 대한 살균제 저항성을 검정하기 위해, 작용기작을 달리하는 4종의 주요 살균제를 선정한 후 한천희석법에 따라 균사 생장 억제능을 분석하였다. 공동연구기관인 전남대와 충북대가 이미 검증한 저항성을 판별 기준농도에 따라 각 군주의 저항성 검정을 실시하였다. *Botrytis* spp.의 저항성 판별 기준농도는 Benomyl 10ppm, Fludioxonil 1ppm, Fluxapyroxad 10ppm, Pyraclostrobin 100ppm으로 설정하였고, *Colletotrichum* spp.의 경우는 Benomyl 20ppm, Fluazinam 10ppm, Pyraclostrobin 10ppm, Tebuconazole 50ppm으로 각각 설정하였다. 모든 군주는 약제별 한천희석배지에서 배양한 후, 무처리 배지에서의 균사 생장과 비교하여 균사 생장 억제율을 비교하였다.

그 결과, *Botrytis* spp.는 Benomyl, Fluxapyroxad, Pyraclostrobin에 있어 높은 비율로 저항성이 확인되었고, Fludioxonil에는 상대적으로 매우 낮은 비율로 저항성이 확인되었다. 2022년과 2023년 연도별 분리주의 저항성 비율은 Benomyl에 대하여 각각 94%, 95%였고, Fluxapyroxad는 80%, 76%였고, Pyraclostrobin은 83%, 89%로 나타났다. 하지만, Fludioxonil은 각각 8%와 16%로 저항성 발달이 다소 낮은 것으로 확인되었다. *Colletotrichum* spp.의 경우, Pyraclostrobin에 대한 저항성 발달이 가장 높았고 2022년과 2023년 분리주 저항성 비율은 각각 96%, 87%, Benomyl에 대한 저항성 군주 비율이 각각 46%, 42%로 나타났고, 저항성 군주의 분포는 경기와 강원이 전라와 경상에 비하여 상대적으로 저항성 군주 비율이 낮았다. 구체적으로 경기와 강원의 경우, 2022년도는 25%, 30%, 2023년도는 26%, 9%였지만, 전라와 경상은 2022년도는 68%, 67%, 2023년도는 76%, 56%로 저항성 군주의 발생 비율이 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. Fluazinam과 Tebuconazole에 대한 저항성 군주는 각각 19%, 1%와 19%, 23%로 확인되어 다른 약제에 비하여

매우 적었다.

살균제 저항성 검정 결과를 종합해 볼 때, Strobilurin계통인 Pyraclostrobin에 대하여 *Botrytis* spp.와 *Colletotrichum* spp. 모두 높은 비율의 저항성이 나타났고, Benomyl의 경우 *Botrytis* spp.는 높은 비율로 저항성이 확인되었고, *Colletotrichum* spp.는 지역적으로 차이가 있지만 전라와 경상 권역에서 비교적 높은 비율로 저항성을 나타내었다. 본 연구는 국내 딸기 및 사과 재배 전역을 대상으로 한 검정 결과라는 점에서 향후 효과적인 방제체계를 수립하기 위한 기초적 자료가 될 것으로 판단되며, 저항성 발달 억제를 위한 지속적인 전국단위의 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

## Baseline Sensitivity and Resistance Risk Assessment of *Botryosphaeria* spp. to Fungicides in Korea

Seung-Yeol Lee<sup>1\*</sup>, Gwang-Jae Lim<sup>1</sup>, Young Ju Nam<sup>2</sup>,  
Heung Tae Kim<sup>3</sup>, Hee-Young Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Global Agro-Consulting Corporation, Suwon 16614, Korea

<sup>3</sup>Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

*Botryosphaeria* spp., the causal agent of white rot and *Botryosphaeria* canker on apple fruits and stems, are an important fungal pathogen that can reduce apple production. In this study, we collected 238 strains of *Botryosphaeria* spp. isolated diseased apple from 8 provinces during 2005-2022 in Korea. All the collected strains were identified using ITS regions, TUB, TEF-1, and RPB2 partial gene sequences. The sensitivity of collected *Botryosphaeria* spp. to benomyl WP (a.i. 50%), tebuconazole WP (a.i. 50%), pyraclostrobin (a.i. 20%) and fluazinam (a.i. 50%) were tested using fungicide-amended media. The EC<sub>50</sub> values of the 238 strains ranged from 0.07 to 3.04 µg/mL for benomyl, 0.05 to 1.94 µg/mL for tebuconazole, 0.05 to 34.16 µg/mL for pyraclostrobin, and the results of 98 strains to fluazinam were showed 0.03 to 0.59 µg/mL. To find out the differences, all the examined strains were grouped by collected year, region and identified species (*B. sinensis* and *B. kuwatsukai*), however, there were no significant differences. Also, no point mutation was detected in beta-tubulin and cytochrome b gene for the strains which have higher and lower EC<sub>50</sub> values on benomyl and pyraclostrobin. And all the tested fungicides can effectively control the inoculated apple fruits. Until now, it was confirmed that the resistance risk of *Botryosphaeria* spp. to benomyl, tebuconazole, pyraclostrobin and fluazinam are low so far. However, consistent investigation is necessary to prevent occurrence of resistant strains in *Botryosphaeria* spp.

O-B-05

## Chemical Resistant Expression of *Diaporthe Citri* Causing Melanose in Citrus

Yong Ho Shin<sup>1</sup>, Zar Zar Soe<sup>1</sup>, Hyun Jin Shim<sup>1</sup>, Young Chan Kim<sup>1</sup>,  
Seung Eon Kim<sup>1</sup>, and Yong Chull Jeun<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Sustainable Agriculture Research Institute, Jeju National University, Jeju, Korea

<sup>2</sup>The Research Institute for Subtropical Agriculture and Biotechnology, Jeju National University, Jeju, Korea

Citrus melanose caused by *Diaporthe citri* has been occurred severely in Jeju island annually, leading overuse of chemical fungicide. In this reason, control effect of the fungicide would be decreased, implying appearance of resistant strains. Total 74 strains of *D. citri* were isolated in Jeju Island from 2022 to 2023 in order to investigate the chemical resistance. Four chemical fungicides such as benomyl in benzimidazole of MBC, kresoxim-methyl in strobilurine of QOI, fluazinam in phenylpyridinamine, and prochloraz manganese in Imidazole were used. By the pathogenesis test, one isolate was revealed as resistant strongly against benomyl. Also, 27 isolates were shown resistant against kresoxim-methyl. However, any resistant isolates have not been detected as resistant against fluazinam and prochloraz manganese. Furthermore, infection behaviors of some susceptible and resistant isolates on citrus leaves were observed using a fluorescent microscope. On the chemically unsprayed leaves, there were no differences in not only the conidial germination rate but also hyphal growth between the resistant and susceptible isolates. However, on the kresoxim-methyl or benomyl-pretreated leaves, both the conidial germination rate and hyphal growth of the resistant isolate were not decreased compared with those of the susceptible isolate. To reveal genetic mechanism of fungicide resistance on *D. citri*, sequence analysis of beta tubulin of the isolates was carried out for checking point mutation on the resistant strain. As result, the beta tubulin amino acid sequence at 198 on the resistant strain was changed from glutamic acid to alanine. However, to illustrate the mechanism of the chemical resistance of *D. citri* more investigation should be carried out.

## 사과탄저병균의 살균제 저항성 검정

김흥태\*, Abdulkareem Abdullahi, 안소현

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

사과탄저병균의 살균제 baseline 설정을 위하여 본 연구에서는 benomyl, pyraclostrobin, fluazinam, tebuconazole 등 4종의 살균제를 사용하였다. 병원균은 2022년과 2023년에 전국의 사과 과수원에서 분리한 68개와 88개의 균주를 사용하였다. 실험에 사용한 4종의 살균제 중에서 benomyl과 pyraclostrobin은 10.0  $\mu\text{g/ml}$ 의  $\text{EC}_{50}$ 값을 가지고서 감수성과 저항성을 뚜렷하게 구별할 수 있는 질적 저항성을 보였다. Benomyl의 경우 2022년 균주 중에서 35균주(51.5%)와, 2023년 균주 중에서 52균주(59.1%)가 감수성 균주로 판명되었고, 48.5%와 40.9%의 균주가 저항성으로 판명되었다. Pyraclostrobin 역시 2022년 균주 중에서 33균주(48.5%)와, 2023년 균주 중에서 51균주(58.0%)가 감수성 균주로 판명되었고, 51.5%와 42.0%의 균주가 저항성으로 판명되었다. 모든 benomyl 저항성 균주의  $\beta$ -tubulin 유전자와 pyraclostrobin 저항성 균주의 *cyt b* 유전자에서 G143A와 A143G의 점 돌연변이를 확인하였다. Fluazinam에 대한 2022년 균주의 평균  $\text{EC}_{50}$ 값은 0.078  $\mu\text{g/ml}$  (0.001-0.811  $\mu\text{g/ml}$ ), 2023년은 0.089  $\mu\text{g/ml}$  (0.031-0.198)이었다. Tebuconazole에 대한 2022년과 2023년 균주의  $\text{EC}_{50}$ 값은 0.731  $\mu\text{g/ml}$  (0.127-2.522  $\mu\text{g/ml}$ )와 1.499  $\mu\text{g/ml}$  (0.380-15.253  $\mu\text{g/ml}$ )이었다. 대등한 평균  $\text{EC}_{50}$ 값을 보이는 fluazinam과 tebuconazole의 최빈값을 보이는  $\text{EC}_{50}$ 값의 구간을 비교하여 보았다. Fluazinam의 경우 2022년 최빈값의  $\text{EC}_{50}$ 값 구간은 0.03-0.05  $\mu\text{g/ml}$ 이었는데, 2023년에는 0.07-0.11  $\mu\text{g/ml}$ 로 상승하였다. Tebuconazole의 경우에도 0.5-0.7  $\mu\text{g/ml}$ 에서 1.1-1.3  $\mu\text{g/ml}$ 로 상승하였다. 최빈값의 구간이 상승하는 결과는 병원균의 살균제에 대한 반응이 저항성쪽으로 옮겨가고 있음을 보여주는 결과라고 생각한다. Benomyl과 pyraclostrobin에 대한 저항성균의 비율이 40%를 상회하고, 양적 저항성을 보이는 fluazinam과 tebuconazole에 대해서도 저항성 정도가 증가하고 있는 것을 보면, 포장에서 살균제를 사용하는 경우, 적극적인 저항성 관리가 필요할 것으로 생각되어졌다.

## O-B-07

## 고추탄저병균의 살균제 저항성 검정을 통한 저항성 기준 결정

김흥태\*, 안소현, Abdulkareem Abdullahi, 조희수, 안혜민,  
정은총, 윤태준, 황신비, 강윤영, 김민석, 이소연, 박라영

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

고추탄저병균의 살균제 저항성 관리를 위해서는 사용하는 살균제의 baseline 설정이 중요하다. 본 연구에서는 2022년과 2023년에 전국의 고추 포장에서 분리한 70개와 96개의 균주를 사용하여 고추 탄저병 방제용으로 등록되어 있는 살균제 pyraclostrobin, fluazinam, tebuconazole, prochloraz의 baseline을 설정하고자 하였다. 실험에 사용한 4종의 살균제 중에서 pyraclostrobin은 10.0  $\mu\text{g/ml}$ 의  $\text{EC}_{50}$ 값을 가지고서 감수성과 저항성을 구별할 수 있는 질적 저항성을 보였다. 2022년 균주 중에서 12균주(17.1%)와, 2023년 균주 중에서 7균주(7.3%)만이 감수성 균주로 판명되었고, 82.9%와 92.7%의 균주가 저항성으로 판명되었다. 저항성으로 판명된 모든 균주의 *cyt b* 유전자에서 G143A의 점 돌연변이를 확인하였다. Fluazinam에 대한 2022년 균주의 평균  $\text{EC}_{50}$ 값은 0.045  $\mu\text{g/ml}$  (0.088-2.188  $\mu\text{g/ml}$ ), 2023년은 0.328  $\mu\text{g/ml}$  (0.001-1.077  $\mu\text{g/ml}$ )로 저항성이 나타난 균주는 없었다. Tebuconazole에 대한 2022년과 2023년 균주의  $\text{EC}_{50}$ 값은 0.318  $\mu\text{g/ml}$  (0.098-2.366  $\mu\text{g/ml}$ )와 0.328  $\mu\text{g/ml}$  (0.050-4.264  $\mu\text{g/ml}$ )이었다. Prochloraz에 대한 2022년과 2023년 균주의  $\text{EC}_{50}$ 값은 0.038  $\mu\text{g/ml}$  (0.001-0.134  $\mu\text{g/ml}$ )와 0.031  $\mu\text{g/ml}$  (0.004-0.121  $\mu\text{g/ml}$ )이었다. 식물병원균광이의 ergosterol 생합성을 저해하는 tebuconazole과 prochloraz는 양적 저항성을 보이는 대표적인 살균제로서, 2022년과 2023년에 채집한 균주를 사용하여 저항성과 감수성을 구분할 수는 없다. 다만 2022년과 2023년 균주의 평균  $\text{EC}_{50}$ 값과  $\text{EC}_{50}$ 값의 범위를 현재의 감수성 baseline으로 결정하고, 추후 분리되는 균주의 저항성화 정도와 저항성 관리에 사용하는 것이 타당하다고 생각한다. 2022년과 2023년의 2년간 전국에서 채집한 고추탄저병균에 대하여 저항성 검정을 실시한 결과, 질적 저항성을 보이는 pyraclostrobin에 대해서는 심각한 저항성 문제가 발생한 상태이었으며, 저항성의 기준은 10.0  $\mu\text{g/ml}$ 로 결정하였다. 하지만 양적 저항성을 보이는 3종의 살균제 fluazinam, tebuconazole, prochloraz에 대해서는 감수성의 baseline을 설정하여 저항성을 관리하는 것이 타당할 것으로 생각되어진다.

## Development of Dithiocarbamates Analysis Method using Mass Spectrometry

Tae Woong Na<sup>\*</sup>, Eunjoo Baek, Chae Uk Lim,  
Namkuk Kim, Seong Hun Lee, and Ji Sook Song

Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service(NAQS)

Dithiocarbamates are fungicides widely used on various crops domestically and internationally. The definition of residues of dithiocarbamates in food and agricultural products is set as the total residues generated from the use of dithiocarbamates and is determined as CS<sub>2</sub>. The mainly used analysis method is to decompose CS<sub>2</sub> and quantify it by spectrophotometry. However, this analysis method takes a very long time and the preprocessing is difficult. In addition, when crushing a sample, the material may decompose, making it difficult to miniaturize the sample and caution must be taken during the preparation process. Therefore, in this study, we developed a method to easily analyze dithiocarbamates by LC- and GC-MS/MS by applying the QuEChERS pretreatment method. Among dithiocarbamates, four components, thiram, mancozeb, metiram, and propineb, which are pesticides registered for domestic use, were targeted. Each component was methylated and analyzed using DDMe, EBMe, and PBMe. The recovery rate of four components was verified for samples of brown rice, mandarin, red pepper, soybean, and potato, and cross-validation was conducted in three laboratories. Linearity was evaluated by the coefficient of determination ( $R^2$ ), and the result was over 0.995. The limit of quantification was set at 0.01 mg/kg, the recovery rate was 72.0 ~ 118.8%, and the coefficient of variation was 0.5 ~ 19.5%.



## O-C-02

## 액체크로마토그래피와 기체크로마토그래피 질량분석법을 이용한 벌꿀 중 잔류농약 다성분 동시분석법 개발

이지원<sup>1\*</sup>, 조형욱<sup>1</sup>, 강수영<sup>1</sup>, 허효민<sup>1</sup>, 선정훈<sup>1</sup>, 김태현<sup>1</sup>, 문준관<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한경국립대학교 산학협력단 한살림농식품분석센터

<sup>2</sup>한경국립대학교 식물자원조경학부

본 연구는 국내 유통중인 벌꿀을 대상으로 국립농산물품질관리원에서 시행중인 잔류농약 463종의 전처리방법과 회수율 및 재현성을 만족하는 QuEChERS 분석법을 개발하고자 하였다. 벌꿀은 꿀벌들이 꽃꿀, 수액 등 자연물을 채집하여 벌집에 저장한 것 또는 이를 채밀한 것을 말한다. 야외 농약 살포에 의해 꿀벌이 생산한 꿀 내 농약 잔류물에 대한 연구는 폴란드, 인도, 스페인 등 많은 국가에서 수행되고 있으며, 모든 연구에서 농약 잔류물이 검출됨에 따라 잠재적인 위험성이 보고되었다. 대표시료로는 인위적으로 벌에게 설탕물을 먹여 전화시킨 사양꿀과 일반 사육방법으로 밀원식물의 꿀을 채취 전화시켜 얻은 천연꿀 2종을 선정하여 다양한 추출 및 정제법의 비교를 통해서 추출법을 확립하고, Dispersive-Solid Phase Extraction 및 Filter 단계를 거친 후 GC-MS/MS와 LC-MS/MS로 기기분석을 확립하고자 하였다. 최적화된 방법을 통해 대표시료에서 특이성, 직선성, 정확성 및 정밀성을 확인하였다. 정량한계는 0.01 mg/kg으로 하였으며, 유효성 검증 수준은 정량한계의 2배, 5배, 10배로 하였다. 꿀 시료에 물을 첨가하여 섞어준 뒤 Acetonitrile을 이용하여 추출하고, 4g MgSO<sub>4</sub>, 1g NaCl, 1g sodium citrate, 0.5 g sodium hydrogencitrate ses.을 사용하여 분배하였으며, 150 mg MgSO<sub>4</sub>와 50 mg PSA(Primary Secondary Amine)로 정제하였다. 유효성 시험 결과 천연꿀에서 463종 516성분 중 500성분이 70~120%의 회수율 범위를 만족하였고, 상대표준편차는 20% 이내의 조건을 충족하였다. 사양꿀에서 463종 516성분 중 495성분이 70~120%의 회수율 범위를 만족하였고, 상대표준편차는 20% 이내의 조건을 충족하였다. 따라서 본 연구 결과로 확립한 분석법은 다양한 벌꿀에서의 잔류농약의 농도를 신속하고 정확하게 분석하는 데 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

## 대파 중 Metaflumizone 및 Metconazole 농약의 잔류 소실 특성 및 가공계수

최혜림\*, 권다영, 신정우, 최훈

원광대학교 농식품융합대학 생물환경화학과

본 연구에서는 metaflumizone 및 metconazole 농약의 잔류 특성과 잔류량 감소 양상을 통한 잔류 소실 특성을 파악하고, 가공식품 중 건조 농산물의 가공계수 산출을 위해 수행하였다.

Codex 국제 기준 설정 현황과 우리나라 식품 수출 실적 등을 고려하여 라면스프 및 건조된 농산물 주요 수출품인 대파를 대상 작물로 선정하였다. 대파에 발생하는 파밤나방 해충을 방제하기 위해 주로 사용되는 살충제 metaflumizone 및 흑색썩음균핵병 살균제 metconazole을 선정하였다. 포장시험은 위도상 직선거리 50 km 이상 떨어진 7 지역의 포장지에서 잔류시험 (6포장), 경시분해 시험 (2포장), 가공시험 (2포장)으로 구분하여 수행하였다. 모든 포장시험에서 안전사용기준에 따라 약제를 살포하였고, 가공시험에선 3배량을 살포하였다. 잔류 및 가공시험에선 농약의 PHI (Pre-Harvest Interval)에 맞춰 일시 수확하였고 경시분해 시험은 마지막 약제 살포 후 0, 3, 7, 10 및 14일 후에 시료를 수확하였다. 농산물 건조기를 사용해 대파를 건조하였고, 건조 및 생 대파의 잔류량을 토대로 가공계수를 산출하였다. 수확한 시료를 QuEChERS 방법으로 전처리한 후, LC-MS/MS로 분석하였고 정량한계(LOQ)는 0.01 mg/kg 이하로 설정하였다. 모든 포장지에서  $R^2 \geq 0.99$  이상의 직선성을 보였으며, 회수율 시험은 3수준 (LOQ, 10LOQ, MRL, n=5)로 진행하여 Codex 가이드라인을 만족하였다. PHI의 잔류량을 토대로 OECD calculator로 잔류허용기준(MRL, Maximum Residue Limit)은 metaflumizone 및 metconazole 각각 0.4 및 0.2 mg/kg으로 결정되었다. 경시분해 시험 결과 시간 경과에 따라 잔류량이 소실되어 생물학적 반감기는 metaflumizone 3.1일, metconazole 2.7일로 산출되었다. 잔류시험 및 가공시험별 산출된 평균 가공계수는 metaflumizone 및 metconazole 각각 7.27~8.28 및 5.85~8.65 범위 이내이었다. 본 연구 결과에서 산출된 metaflumizone 및 metconazole의 가공계수는 건조 대파의 MRL 설정에 활용되어 수출 식품의 잔류농약 안전관리에 이바지 할 수 있을 것으로 기대된다.

## O-C-04

## Inpyrfluxam의 환경행적 평가와 잔류분 정의

김찬섭\*, 류지혁, 박지호, 이상협, 권혜영

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

Inpyrfluxam (3-(difluoromethyl)-1-methyl-N[(3R)-1,1,3-trimethyl-2,3-dihydro-1H-inden-4-yl]-1H-pyrazole-4-carboxamide)의 환경 분해대사와 토양 및 수계 이동성에 관련된 보고서를 검토하여 환경에서의 잔류특성과 수계로의 이동성을 결정짓는 매개변수를 확정하고, 작물재배조건을 고려하여 환경노출농도를 산출하였다. Inpyrfluxam은 5종 토양(미국 2, 영국 2, 일본 1)의 호기대사에서 1'-COOH-S-2840B와 3'-OH-S-2840 등으로 전환되어 각각 최대 24.9%와 20.7%까지 생성되었고, 모화합물과 두 대사산물의 반감기는 각각 121-1,301일과 91-188일, 276-369일이었다. Inpyrfluxam의 5종 토양 시험 결과, 혐기조건에서는 모화합물과 두 대사산물 모두 안정하여 분해속도는 산출하기 곤란하였다. 광은 inpyrfluxam의 3'-OH-S-2840으로의 전환을 촉진시키는 것으로 나타났다. Inpyrfluxam의 6종 토양(국내 2, 유럽 4) 포장시험에서도 1'-COOH-S-2840과 3'-OH-S-2840가 대사산물로 생성되었고 반감기는 43-419일(평균 150일, 중위수 95일)이었다. Inpyrfluxam의 유기탄소기준흡착계수(Koc)는 500-891 L/kg으로 UK SSLRC 이동성 구분의 'slightly mobile' 등급에 해당하였고, 대사산물 1'-COOH-S-2840과 3'-OH-S-2840의 Koc값은 각각 11-45 L/kg과 349-492 L/kg으로 각각 'very mobile to mobile'과 'moderately mobile' 등급에 해당하였다. Inpyrfluxam은 pH 4-7 범위에서 가수분해에 안정하였다. Inpyrfluxam은 광에 의해 3'-OH-S-2840을 생성하는 분해경로가 활성화되는 것으로 나타났는데 직접 광분해효과는 낮았으나 광증감작용에 의해 간접 광분해가 크게 촉진되었다. Inpyrfluxam의 물-저니토시험에서도 1'-COOH-S-2840B와 3'-OH-S-2840가 각각 8.6%와 6.8%까지 생성되었다. Inpyrfluxam의 물-저니토(2종), 담수토양대사(1종), 논토양 실내시험(2종)의 반감기는 154-1,000일 이상(중위수 368일)이었고, 일본(2종)과 국내(2종) 논토양 포장시험의 반감기는 32-108일(평균 69일)이었다. Inpyrfluxam과 1'-COOH-S-2840B, 3'-OH-S-2840을 토양, 지표수 및 지하수의 잔류분으로 정의하였다.

## 노니 과실 중 살충제 Emamectin Benzoate의 잔류특성

허수형<sup>1\*</sup>, 김지원<sup>2,3</sup>, 김소진<sup>1</sup>, 김창숙<sup>1,2,3</sup>, 부경환<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 생명공학부, <sup>2</sup>제주대학교 아열대·열대생물유전자은행센터,

<sup>3</sup>제주대학교 농생명소재안정성센터

Emamectin benzoate는 abamectin 계열의 물질에서 유도된 반합성 유도제로 미국선녀벌레, 아메리카잎굴파리 등의 응애나 나방류 방제에 효과적인 약제이다. 본 연구는 노니 과실 중 emamectin benzoate의 잔류특성을 구명하여 농약 품목등록 및 식품안전성 평가를 위한 기초자료를 확보하고자 수행하였다. Emamectin benzoate 잔류량은 시험약제(Emamectin benzoate 2.15% 유제) 2,000배 희석액을 노니 과실 수확일을 기준으로 7일 간격 2회 처리 후 0, 7, 14, 21일 후에 수확한 시료를 대상으로 분석하였다. 노니 과실의 emamectin benzoate는 QuEChERS kit를 이용해 추출 및 정제하였으며, LC-MS/MS를 이용하여 분석하였다. 잔류분석법의 유효성은 2가지 수준(0.01, 0.10 mg/kg)의 회수율을 분석하여 평가하였는데, 분석법의 정량한계는 0.01 mg/kg이었으며, 각 수준별 회수율 평균은  $96.1 \pm 2.2$ ,  $99.1 \pm 4.1$ 로 유효 회수율 범위인 70-120%에 포함되었다. 약제 처리 시험구 노니 과실의 emamectin benzoate 최대잔류량은 최종 약제 처리 후 0일 차 시료에서 0.03 mg/kg으로 가장 높게 나타났고, 7일이 경과한 이후 부터는 0.01 mg/kg 수준인 것으로 나타났다. 따라서 MFDS의 유사농산물(감, 감귤, 망고, 배, 오렌지) 잔류허용기준(0.05 mg/kg)에 근거하여, emamectin benzoate 2.15% 유제는 노니 과실 수확 7일 전 2회 살포까지 안전한 것으로 판단되었다.

## *Erwinia Carotovora*에 대한 식물정유 성분의 항균활성과 배추 무름병 방제약효 평가 및 작물 잔류특성

김진성<sup>1,\*</sup>, 박소현<sup>1</sup>, 김정윤<sup>2</sup>, 서민경<sup>3</sup>, 오경열<sup>1</sup>, 김진효<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과

<sup>2</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 제약공학과

<sup>3</sup>전남바이오 농촌산업진흥원 친환경농업연구센터

식물병원성 세균인 *Erwinia carotovora*는 protease, petate lyase, cellulase 등 식물 세포벽 분해 효소를 생성하여 배추, 콩나물과 당근 등 다양한 작물에서 무름병을 유발하는 원인균으로 알려져 있다. 작물에서 *E. carotovora*를 방제하기 위하여 streptomycin, oxolinic acid, validamycin A 등 일부 항생제 계통의 농약이 사용되고 있으나 항생제 계통의 지속적인 사용은 항생제 내성 문제를 유발할 수 있으며, 특히 배추에서의 경우 최근 20년간 streptomycin의 *E. carotovora*에 대한 최소 저해농도 (minimal inhibitory concentration, MIC)가 2배 이상 증가 되었다고 보고되었다. 따라서 항생제 내성 발생을 줄이기 위하여 지속적인 항생제 사용량 저감이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 식물정유 성분 (10종)을 대상으로 *E. carotovora*에 대한 항균활성을 평가하였고, 우수한 항균활성이 확인된 성분 혼합제제의 배추 무름병 방제효과 및 엷갈이 배추 중 경시적 잔류변화를 확인하였다.

## 농약에 대한 안점막자극성시험에서 향정신성의약품의 적용방법

김대호

(주)에이비솔루션 독성시험부

현재 비임상시험에서 동물 윤리 및 3 R(대체(Replacement), 감소(Reduction), 개선(Refinement))이 중요한 이슈로 강조되고 있다. 당사에서 실시하고 있는 ‘안점막자극성 시험’은 동물윤리 관점에서 동물에게 고통 및 스트레스를 최소화하기 위해 향정신성의약품

(Buprenorphine)의 적용을 실시하고 있다. 우선 각 부처별 해당 시험에서의 향정신성의약품 적용과 절차에 대한 기준과 방법을 살펴보고, 향정신성의약품의 실험과정에서의 적용 및 절차 방법을 설명하고자 한다. 또한, 향정신성의약품을 시험기관에서 사용 및 관리하는데 필요한 행정절차 및 관리기준에 대해 알아보았다. 위와 같은 내용을 바탕으로 향후 농약에 대한 안점막자극성시험 등에서도 동물윤리를 개선시킬 수 있는 영역을 지속적으로 연구해 나가고자 한다.

## 국내 · 외 천연식물보호제의 독성시험 방법 조사 연구

김진\*, 유성민, 문형준, 정호섭

(주)한국생물안전성연구소

2000년 이후 우리나라에서는 화학농약의 생산·출하량은 큰 변화없이 유지되고 있으나, 천연식물보호제와 유기농업자재의 사용은 꾸준히 증가하고 있다.

농약의 경우 2023년 기준 1,921품목이 등록되어 있으며, 그 중 천연식물보호제의 경우 27품목이 등록되어 있다. 유기농업자재의 경우 2023년 기준 989품목이 목록공시되어 있으며, 그 중 병해충 관리용자재는 342품목(34.6%)이며 미생물제제는 78품목(7.9%)으로 조사되었다. 이러한 천연식물보호제 또는 유기농업자재의 미생물제제는 살균성 또는 살충성 세균 또는 곰팡이를 활용한 제제이며, 최근에는 박테리오파지를 원료로 하는 미생물제제가 개발, 등록되어 사용되고 있다. 이러한 천연식물보호제 또는 유기농업자재의 경우 화학농약과 다른 방법으로 유해성을 평가하고 있다.

또한, 천연식물보호제의 경우 2005년 44품목에서 2023년 27품목으로 품목 등록 수가 감소하였으나, 유기농업자재의 경우 2007년 이후 40배 증가하여 989품목이 목록공시되어 있다. 이러한 현상은 품목 등록에 소요되는 기간과 비용에 따라 등록조건이 완화되어 있는 제도를 활용한 것으로 판단된다.

국내의 경우 화학농약과 달리 천연식물보호제는 인축독성시험분야를 포함하여 유해성평가에 Tier approach로 유해성을 평가하고 있기에 화학농약에 비해 등록을 위한 시험항목과 기준에 차별성을 두고 있다.

이에 본 연구에서는 농약 및 원제의 등록기준과 미국, 일본, OECD의 천연식물보호제에 대한 독성시험 방법과 시험요구자료에 대해 비교, 검토하고 국내 천연식물보호제의 개발, 등록에 있어서 독성분야에 대한 제언을 하고자 한다.

## Novel Directions in Pesticide Risk Assessment through New Approach Methodologies (NAMs)

Jeong-Hyun Lim\*, You-Mi Jo, So-Hye Hong, Si-Young Yang, and Soo-Jin Park

Toxicity and Risk Assessment Division, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Jeollabuk-do, Republic of Korea

As the field of pesticide risk assessment continues to evolve, it is imperative to explore innovative methodologies that enhance our understanding of pesticide safety and efficacy. In this regard, embracing new approach methodologies (NAMs) offers a promising avenue for advancing risk assessment practices.

"New approach methodologies" (NAMs) refer to innovative techniques and strategies used in scientific research and regulatory assessments to address various challenges in toxicity testing, including the evaluation of pesticides. These methodologies encompass a wide range of advanced tools such as computational modeling, high-throughput screening, omics technologies, and in vitro assays, among others. By utilizing NAMs, researchers aim to enhance the accuracy, efficiency, and human relevance of toxicity testing, ultimately reducing reliance on traditional animal testing methods.

With the implementation of NAMs, the Korea NAS (National Institute of Agricultural Sciences) aims to improve the reliability and relevance of pesticide risk assessments while reducing reliance on traditional animal testing. Computational modeling allows for the prediction of pesticide toxicity based on chemical structure and biological activity, providing valuable insights into potential hazards without the need for extensive animal studies. High-throughput screening enables rapid testing of large numbers of chemicals, facilitating the identification of compounds with adverse effects on human health and the environment.

Omics technologies play a crucial role in understanding the molecular mechanisms of pesticide toxicity, providing valuable data on gene expression, protein levels, and



metabolite profiles in response to exposure. These advanced techniques enhance the NAS's ability to identify biomarkers of exposure and adverse effects, supporting more targeted risk assessments.

In vitro assays offer a more human-relevant approach to toxicity testing, utilizing cultured cells or tissues to assess the effects of pesticides on specific biological systems. By incorporating these methods into pesticide risk assessment, the NAS aims to enhance the accuracy and efficiency of toxicity testing while reducing the use of animals in research.

The integration of NAMs into pesticide risk assessment aligns with the NAS's commitment to advancing science-based decision-making and promoting sustainable pesticide use practices. By leveraging innovative methodologies, the NAS seeks to protect human health and the environment from the potential hazards of pesticide exposure while supporting the development of safer and more sustainable pest management strategies.

Keywords: new approach methodologies, pesticide, risk assessment, in vitro, omics

\* Correspondence: [jhlim0531@korea.kr](mailto:jhlim0531@korea.kr)

## 한국형 농약 노출량 변인지표 설정 연구의 필요성 및 방향

양시영<sup>1\*</sup>, 길근환<sup>2</sup>, 박수진<sup>1</sup>, 조유미<sup>1</sup>, 임정현<sup>1</sup>, 홍소혜<sup>1</sup>, 강지영<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

<sup>2</sup>국립농업과학원 기술지원과

농약은 작물의 병해충 및 잡초를 방제하기 위한 매우 중요한 수단으로 이용되고 있으며, 농산물의 품질향상과 노동력 절감에 따른 생산비 절약을 위해서도 필수 불가결한 농업자재이다. 하지만 농약의 생리활성 작용은 생물의 생장을 억제하는 것으로서 근본적으로 생물학적 독성을 내포하고 있기 때문에 농약 관리당국에서는 다양한 농약 노출경로에 따라 노출량을 산정하여 위해성 평가를 진행하고 있다.

우리나라는 2009년부터 영국의 UK-POEM을 국내 농업환경에 맞게 변형한 농약살포자에 대한 농약 노출량 산정모델(KO-POEM)을 개발하여 농약의 등록단계에서 위해성 평가에 적용하고 있다. 하지만 상기 모델은 농약 조제 또는 살포 시나리오를 바탕으로 농약 노출량을 계산하기 때문에 농약을 직접 희석 및 조제하고 살포하는 농약살포자에 대한 위해성 평가만을 수행할 수 있다. 최근들어 유럽연합(EU)과 미국(EPA) 등 해외 선진국에서는 농약 노출에 대한 건강위해성 평가를 점진적으로 강화하고 있는 추세이다. 2000년 이후부터 소비자 및 농약살포자 이외에도 농약이 살포된 구역에서 작업하는 농작업자 그리고 농약이 살포되는 지역에 거주하는 거주자에 대해서도 각각의 노출 시나리오를 설정하여 농약 등록단계에서 위해성 평가를 시행하고 있다. 하지만 국내에서 이와 관련된 연구는 아직은 미비한 실정으로 농약살포자 외에 농작업자 및 거주자를 대상으로 하는 농약노출에 대한 위해성평가 연구가 필요하며, 특히 각국의 농업환경(살포물량, 살포기기, 작업시간, 수형 등)은 매우 큰 차이를 보이기 때문에 자국의 농업환경에 적합한 농약 노출량 변인지표 설정연구가 병행되어야 할것으로 판단된다.

피부는 농약의 가장 주요 노출경로이다. 농약 살포된 후 공기 중 농약 부유물이 작물에 내려앉고, 작물에 묻은 농약이 건조된 후 농작업자와 거주자의 피부와 물리적인 접촉을 통해 전달된다. 즉, 피부를 통한 노출은 피부로 이동가능한 엽면잔류량(Dislodgeable foliar residue)과 피부로의 흡수율(dermal absorption)에 의해 결정된다. 따라서 본 발표에서는 농약의 주요 노출경로인 피부를 통한 농약 노출량 산출에 변인지표로서, 상기의 변인지표 값 설정을 위한 국립농업과학원의 역할과 연구진행 방향에 대해 논의하고 토론하고자 한다.

\* Corresponding author : siyoungyang@korea.kr

## O-D-05

## 미생물 생균수에 따른 급성경구독성/병원성시험의 투여방법에 대한 연구

염지영\*, 박이슬, 이대경, 최지한, 정호섭, 김진

(주)한국생물안전성연구소

미생물 제제는 현재 농촌진흥청 고시 ‘농약 및 원제의 등록기준’의 급성경구독성/병원성시험에 따라 독성시험을 진행하고 있다. 미생물 제제의 급성경구독성/병원성시험 시 투여농도를 cfu/mL (g)으로 투여하고 있으나 해당 시험의 독성평가기준은 mg/kg 단위로 설정되어 있기에 기존 실험에서 미생물 제제의 생균수에 따라 개체당  $10^8$  cfu에 해당하는 생균수를 투여한 물질량으로 보통 독성 또는 저독성에 해당하는 독성을 확인할 수 없거나, 미생물 제제의 생균수가  $10^8$  cfu/mL (g) 미만일 경우 투여농도가 개체당  $10^8$  cfu에 미치지 못하는 경우가 발생하였다. 이 후 농약의 독성평가 방법과 국외 가이드라인과의 국제적 조화를 고려해 2023년 10월 11일 급성경구독성/병원성시험의 고시가 개정되어 개체당  $10^8$  cfu 이상에 해당하는 균수의 투여 또는 1회 투여로 개체당  $10^8$  cfu 수준의 투여가 불가능한 경우 24시간 이내 분할 투여하여 개체당  $10^8$  cfu 수준에 가깝게 투여가 가능하도록 내용이 변경되었다. 본 연구소에서도 개정된 고시를 적용하여 실험을 계획하고 실시하고 있다. 미생물 제제의 균수가  $10^8$  cfu/mL (g) 이상일 경우 실험 개시 전 조제 방법을 계획하고 투여량의 독성 구분을 확인하여 보통독성 또는 저독성을 확인할 수 있는 균수 (물질량)를 투여 농도로 설정하고 미생물 제제의 균수가  $10^8$  cfu/mL (g) 이하일 경우 가능한 횟수 내로 분할 투여해 개체당 투여농도가 최대한  $10^8$  cfu 이상을 만족하거나 가깝도록 설정하여 실험하고 있다.

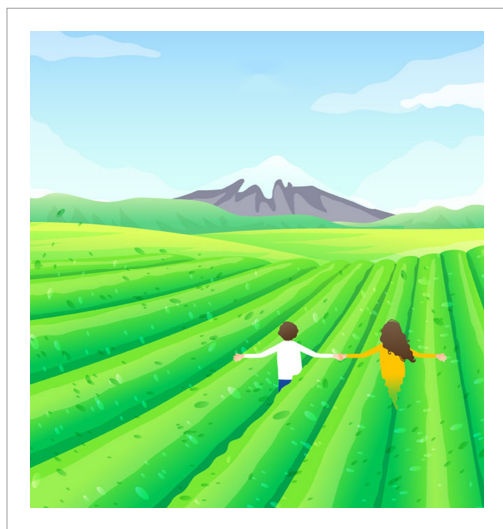
미생물 생균수에 따른 급성경구독성/병원성시험의 투여 방법에 대한 적용방안을 서로 공유함으로써 미생물 제제의 등록 및 독성의 구분을 위한 급성경구독성/병원성시험 시 신뢰성 있는 시험 데이터 생성에 한발 더 나아갈 수 있을 것으로 사료된다.

## 미생물제제의 균주에 따른 꿀벌 영향시험 결과 비교

이대경\*, 장희섭, 오현택, 정호섭, 김진

(주)한국생물안전성연구소

미생물제제는 식물병원균이나 해충 혹은 잡초 방제를 위하여 효과를 나타내는 곰팡이, 세균, 바이러스 등으로 만든 제품을 말한다. 일반적으로 미생물제제는 사람과 가축에 대한 독성이 안전하고, 생태계 영향이 적은 장점이 있는 반면에 화학농약에 비해 효과 발현이 늦고, 유효기간이 짧으며, 적용범위가 제한적이라는 단점이 있다. 현재 농촌진흥청 고시 ‘농약 및 원제의 등록기준’에서 꿀벌과 관련된 독성시험법은 꿀벌 급성독성시험(접촉, 섭식), 꿀벌 염상잔류독성시험, 꿀벌 야외시험, 꿀벌 영향시험이 고시되어 있다. 미생물제제의 꿀벌에 대한 유해성평가는 꿀벌 영향시험으로 수행하도록 되어 있다. (주)한국생물안전성연구소에서는 미생물제제에 대한 꿀벌 영향시험을 진행하고 있으며, 2022년 ~ 2023년에 총 27건의 꿀벌 영향시험을 수행하였다. 지난 2년간 진행된 미생물제제 균주에 따른 꿀벌에 대한 영향을 분석한 결과, 사용된 균주로는 사상균의 경우는 *Irpex*, *Beauveria*, *Trichoderma*의 세 가지 속의 균주가 포함되어 있었고, 사상균이 아닌 경우는 *Bacillus*, *Burkholderia*, *Paenibacillus*의 세 가지 속의 균주가 포함되어 있었다. 시험은 추천 사용약량을 기준으로 1 ~ 100배 농도로 진행되었으며, 추천 사용약량을 기준으로 가능한 높은 농도를 포함하여 시험을 진행하였다. 시험결과 20건의 시험의 무영향농도(No observed effect concentration)가 추천사용약량의 100배로 확인되었으며, 50배는 1건, 10배는 5건, 0.1배는 1건이었다. 시험에 이용된 27건의 미생물제제는 꿀벌에 대한 영향이 안전한 것으로 판단되었다.



포스터 발표

Poster Presentation



## 화학 (잔류 & 이화학)

### 〈P-001〉

블루베리 중 살균제 Mancozeb의 잔류특성

최원영\*, 신정우, 최혜림, 김장훈, 최훈

원광대학교 농식품융합대학 생명환경화학과 / 133

### 〈P-002〉

방아잎 중 Azoxystrobin과 Penthiopyrad의 생산단계 농약 잔류허용기준설정 연구

정현규\*, 황규원, 선정훈<sup>1</sup>, 가승준, 박현지, 김용덕, 최수언, 문준관

한경국립대학교 식물자원조경학부, <sup>1</sup>한경국립대학교 산학협력단 한살림농식품분석센터 / 134

### 〈P-003〉

겨자채 중 Benzoylurea계 살충제 Teflubenzuron의 잔류 특성

김장훈, 신정우, 최혜림, 최원영, 최훈\*

원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과 / 135

### 〈P-004〉

감귤 저장병 약제 Prochloraz 잔류특성

고미라<sup>1,\*</sup>, 진석희<sup>1</sup>, 김종찬<sup>1</sup>, 김영립<sup>1</sup>, 오종훈<sup>1</sup>, 홍수명<sup>1</sup>, 백경미<sup>1</sup>, 김내홍<sup>1</sup>, 한종현<sup>1</sup>, 김동순<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립농산물품질관리원 제주지원, <sup>2</sup>제주대학교 생명자원과학대학 생물산업학부 / 136

### 〈P-005〉

Development of Multiresidue Pesticide Analysis Method Related to Korean Regulated Pesticide Compounds Using Gas Chromatography High Resolution Accurate Mass Spectrometry

Hansun Kwon\*, Kwonyub Lee, Yeanwoong You, Jooeun Lee

Thermo Fisher Scientific, Inc. / 137

### 〈P-006〉

A Multiresidue Pesticide Method of Korean Regulated Pesticide Compounds Using a Quadrupole-Orbitrap MS for Quantitation, Screening and Confirmation

Hansun Kwon\*, Kwonyub Lee, Jeongyeol Yun, Sunghun Kim

Thermo Fisher Scientific, Inc. / 138

### 〈P-007〉

Determination and Validation of an Analytical Method for Flonicamid and its Metabolites in Sweet Pumpkin by LC-MS/MS

Han Yeol Bang\*, Jun Hyuk Choi, Gwang Rok Yoon, Cheol Soon Kim

Gyeongnam Provincial Office, National Agricultural Products Quality Management Service, Busan 47537, Republic of Korea / 139

〈P-008〉

생산단계 잔류허용기준 설정을 위한 돌나물 중 Dimethomorph(E,Z)의 잔류특성 연구

이유진<sup>1</sup>, 이창호<sup>1</sup>, 이재형<sup>1</sup>, 박민수<sup>1</sup>, 양승현<sup>1</sup>, 신현우<sup>1</sup>, 김평열<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국화학융합시험연구원 환경독성센터 / 140

〈P-009〉

Residues Patterns of Insecticide Cyantraniliprole and Its Metabolite IN-J9Z38 in Herbs and Spices

Se-Yeon Kwak<sup>\*</sup>, Young-Eun Kim, Hee-Jin Roh, Byung-Jin Bae, Joo-Un Park, You-Jin Jang, Gwang-Rae Kim, Seok Chai, Tae-Hwa Kim

Analysis Technology and Tomorrow Ltd., Daegu 42703, Korea / 141

〈P-010〉

소면적 재배 작물 고수와 바질 중 살충제 Cypermethrin의 경시적 잔류 특성

김동주<sup>\*</sup>, 오은빈, 최정도, 김도현, 문지효, 배병진<sup>1</sup>, 박종우<sup>1</sup>, 김태화<sup>1</sup>, 김장익<sup>2</sup>, 경기성  
충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1</sup>(주)분석기술과미래, <sup>2</sup>경북대학교 / 142

〈P-011〉

LC-MS/MS를 이용한 오징어 중 잔류농약 다성분 동시분석법 유효성 검증

오은빈<sup>\*</sup>, 김동주, 최정도, 김도현, 문지효, 배병진<sup>1</sup>, 박종우<sup>1</sup>, 김태화<sup>1</sup>, 박소라<sup>2</sup>, 김지영<sup>2</sup>, 장귀현<sup>2</sup>, 경기성  
충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1</sup>(주)분석기술과미래,

<sup>2</sup>식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 143

〈P-012〉

대파 중 Flubendiamide의 잔류 특성 및 가공 계수

최정도<sup>\*</sup>, 김동주, 오은빈, 김도현, 문지효, 임무혁<sup>1</sup>, 최훈<sup>2</sup>, 경기성  
충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1</sup>대구대학교 식품공학과,

<sup>2</sup>원광대학교 농식품융합대학 생물환경화학과 / 144

〈P-013〉

소면적 재배작물 수수 중 살충제 Flonicamid의 잔류특성

이도아<sup>\*</sup>, 최후락, 김윤한, 고성림, 강민욱, 강신호

한국농업기술진흥원 / 145

〈P-014〉

Residue Characteristics and Basic Data Survey of Insecticides Cyantraniliprole, Flonicamid, and Spinetoram in Celery

Yeong-Jin Kim, Sung-Gil Choi, Young-Sang Kwon, Jin-Woo Park, Deuk-Yeong Lee, and Jong-Hwan Kim

Environmental Safety-Assessment Center, Korea Institute of Toxicology, Jinju 52834, Republic of Korea / 146



〈P-015〉

Comparison of Residual Patterns between QuEChERS Method and Conversion Analytical Method for Pyridate in Green Onion

Jae-Won Choi\*, Jin-Surk Choi, Sang-Oh Jeon, and Chang-Su Seok

R&D Division, Kyung Nong Co., Ltd., 34-14, Summeori-gil, Gyeongju-si, Gyeong Buk, 38175, Korea / 147

〈P-016〉

Residual Characteristics of Acetamiprid in Sun-Ripened Fruits (*Actinidia arguta* Planch, *Vitis coignetiae* Pulliat, *Prunus Tomentosa* Thunberg and *Crataegus pinnatifida* Bunge)

Hye-Rim Kang<sup>1,2,\*</sup>, Yeon-Woo Choi<sup>1</sup>, Hyung-Gu You<sup>1</sup>, Kee-sung Kyung<sup>2</sup>, Kyun Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Residue Research Team, P&K HSE, Daejeon 34027, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea / 148

〈P-017〉

Residual Characteristics of Acetamiprid in Herbs Basil and Korean mint

Hye-Rim Kang<sup>1,2,\*</sup>, Yeon-Woo Choi<sup>1</sup>, Hyung-Gu You<sup>1</sup>, Kee-sung Kyung<sup>2</sup>, Kyun Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Residue Research Team, P&K HSE, Daejeon 34027, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea / 149

〈P-018〉

QuEChERS 전처리법을 활용한 당근 중 Pyraclostrobin의 잔류분석법 확립

김광민<sup>1,\*</sup>, 김진성<sup>1</sup>, 박소현<sup>1</sup>, 강상우<sup>1</sup>, 오경열<sup>1</sup>, 이득영<sup>1</sup>, 김진효<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과 / 150

〈P-019〉

허브류 중 살충제 Profenofos의 잔류 특성

김광래\*, 광세연, 배병진, 박주연, 장유진, 권주희, 채석, 박종우, 이근식, 김태화

(주)분석기술과미래 / 151

〈P-020〉

QuEChERS 전처리법을 이용한 호박 및 해바라기 중 Alachlor 분석법 검토

오경열, 김진성, 강상우, 김진효

경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과 / 152

〈P-021〉

국내 노지고추 재배 농가의 농약사용 실태

하현영\*, 이승윤, 오홍규<sup>1</sup>, 이선욱<sup>1</sup>, 박주형<sup>1</sup>

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과, <sup>1</sup>(사)한국농자재시험연구기관협회 / 153

〈P-022〉

Validation of Analytical Method for Fluoxapiprolin Residue in Agricultural Products

Seoyoung Shin<sup>1</sup>, Young Bin Song<sup>1</sup>, Yu Seon Lee<sup>1</sup>, Jung Mi Lee<sup>2</sup>, Gui-hyun Jang<sup>2</sup>,  
Mi Ok Eom<sup>2</sup>, Soojung Hu<sup>1</sup>, Bonghyeon Nam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Food Standard Analysis Division, Seoul Regional Office of Food and Drug Safety, MFDS

<sup>2</sup>Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation, MFDS / 154

〈P-023〉

소면적 재배작물 산초 중 살충제 Cypermethrin의 잔류특성

최성길\*, 김영진, 박진우, 김종환

안전성평가연구소 경남분소 환경안전성평가센터 / 155

〈P-024〉

작물체 중 제형 별 잔류양상 비교

김도현\*, 임중성, 강자균, 권지형, 김연식, 박현주, 조경원

한국삼공(주) 기술연구 / 156

〈P-025〉

독활(땅두릅) 중 트리아졸계 살균제 Tebuconazole과 스트로빌루린계 살균제 Trifloxystrobin의  
잔류특성

김한성\*, 고성림, 강신호

한국농업기술진흥원 / 157

〈P-026〉

LC-MS/MS를 이용한 케일 중 Etofenprox에 대한 생산단계 잔류소실특성 연구

안가을해, 오준경, 김재형, 이지은, 장희라\*

호서대학교 생명보건대학 식품제약공학부 / 158

〈P-027〉

Development of Isofetamid and its Metabolite Analytical Method in Agricultural  
Products using LC-MS/MS

Hye-Min Gwak\*, Ji-Yeon Bae, Da-Young Yun, WonJo Choe, Gui-Hyun Jang, Juno Jung, Miok Eom  
Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety / 159

〈P-028〉

메밀 중 Mancozeb의 잔류특성

황준혁\*, 김용범, 송채린, 이지윤, 임양빈, 경기성<sup>1</sup>

충북대학교 환경자원분석센터 <sup>1</sup>충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과 / 160

〈P-029〉

Phorate와 Fluopyram의 토양 잔류 양상과 상추로의 이행

김찬섭\*, 박지호, 손경애, 이상협, 권혜영

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 161

〈P-030〉

농약 무인항공기(멀티콥터) 살포 시 전착제 첨가에 따른 이삭, 줄기, 현미 시료 중 tricyclazole의 잔류 양상 비교

백재운\*, 은혜란, 이윤희, 김수민, 이예진, 신용호  
동아대학교 응용생명과학과 / 162

〈P-031〉

Chlorantraniliprole과 Terbufos의 토양 잔류 특성과 상추로의 이행

박지호\*, 김찬섭, 손경애, 이상협, 이희동  
농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 163

〈P-032〉

노니 과실 중 살충제 Acetamiprid의 잔류특성

김소진<sup>1,\*</sup>, 김지원<sup>2,3</sup>, 허수형<sup>1</sup>, 김창숙<sup>1,2,3</sup>, 부경환<sup>1,2,3</sup>  
<sup>1</sup>제주대학교 생명공학부, <sup>2</sup>제주대학교 아열대·열대생물유전자은행센터,  
<sup>3</sup>제주대학교 농생명소재안전성센터 / 164

〈P-033〉

토양 특성에 따른 Phorate Sulfone 및 Phorate Sulfoxide의 흡·탈착 특성

김도, 김택겸, 김세인, Anirrudha Sarker, 정원태\*  
농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 165

〈P-034〉

잔류농약 분석과정 중 실험기자재(저울 및 피펫)에 대한 측정불확도 추정 연구

윤지현, 권혜영, 노현호, 최정운, 정원태  
농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 166

〈P-035〉

Study on Behavior of Phorate, Terbufos and its Metabolites in Various Environmental Soil Conditions by using Soil Column

Aniruddha Sarker\*, Se-In Kim, Won-Tae Jeong  
Residual Chemical Assessment Division, Dept. of Agro-food Safety and Crop Protection,  
National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeollabuk-do  
55365, Republic of Korea / 167

〈P-036〉

잔류농약분석 정도관리에 활용하기 위한 잔류농약 분석용 양배추 시료 제조방법 연구

김세인\*, 정원태, 이효섭, 김향희, 김택겸, 권혜영  
농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 168

〈P-037〉

Phorate 및 대사산물 5종의 상추 재배 토양 중 잔류양상

우정옥\*, 이상협\*, 권혜영, 류지혁, 이지원  
국립농업과학원 잔류화학평가과 / 169

〈P-038〉

Terbufos 및 대사산물 5종의 상추 재배 토양 중 잔류양상

이지원\*, 이상협\*, 권혜영, 류지혁, 우정옥

국립농업과학원 잔류화학평가과 / 170

〈P-039〉

LC-MS/MS를 이용한 오이, 포도에서 Florylpicoxamid와 대사물질 X12485649 분석법 정립

민선희\*, 이재근, 여인영, 김현준, 조지미, 김현태

국립농산물품질관리원 전남지원 / 171

〈P-040〉

Quercetin의 배추 검은썩음병 방제약효 및 잔류평가

박소현\*,<sup>1</sup> 김진성<sup>1</sup>, 강상우<sup>1</sup>, 김광민<sup>1</sup>, 오경열<sup>1</sup>, 광연식<sup>2</sup>, 김진효<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과

<sup>2</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 식물위해학과 / 172

〈P-041〉

GC-MS를 이용한 Metaldehyde의 분석법 밸리데이션

송보미, 박종일, 황용열, 신다연, 손지영, 백수빈, 양민우, 문혜진, 김다혜, 박윤희, 이해연, 노동주, 최정호\*

한국환경공단 환경안전지원단 화학물질시험처 / 173

〈P-042〉

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Mepiquat Chloride 시험법 개선

배지연\*, 윤다영, 광혜민, 최원조, 장귀현, 정준오, 엄미옥

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 174

〈P-043〉

Monitoring of 510 Pesticide Residues in Agricultural Products via Domestic Market in 2023

Da-Young Yun\*, Ji-Yeon Bae, Hye-Min Gwak, WonJo Choe, Gui Hyun Jang, Juno Jung, Miok Eom  
Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety / 175

〈P-044〉

QuEChERS를 이용한 축산물 중 Cyromazine 시험법 개선

김남영\*, 김지현, 이소은, 박소라, 이정미, 정준오, 엄미옥

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 176

## 독 성

### 〈P-045〉

The Influence of Insect Growth Regulators on Soil bioindicator Species, *Yuukianura Szeptyckii* (Collembola)

Yun-Sik Lee<sup>\*,1,2</sup>, Jimin Shin<sup>1</sup>, Jeongwon Choi<sup>1</sup>, Eunji Lim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology Education, Pusan National University, Busan, 46241, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute for Future Earth, Pusan National University, Busan, 46241, Republic of Korea / 177

### 〈P-046〉

좀개구리밥 *Lemna Minor* 계대배양 및 생장저해시험법 구축

윤창영\*, 바라, 전경미, 황소정, 김주영

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 178

### 〈P-047〉

Metaldehyde의 담수조류(*Pseudokirchneriella Subcapitata*) 생장 저해 영향

문혜진, 박종일, 황용열, 김다혜, 박윤희, 양민우, 이해연, 송보미, 신다연, 손지영, 백수빈, 노동주, 최정호\*  
한국환경공단 환경안전지원단 화학물질시험처 / 179

### 〈P-048〉

Molecular Insights into Honeybees (*Apis mellifera*) Development:

Transcriptomic Exploration of Larval to Adult Transition

Bala Murali Krishna Vasamsetti, Kyongmi Chon\*, Juyeong Kim, Chang-Young Yoon,  
Sojeong Hwang, Bo-Seon Kim

Toxicity and Risk Assessment Division, Department of Agro-Food Safety and Crop Protection,  
National Institute of Agricultural Sciences / 180

## 생물(살균)

### 〈P-049〉

멀티콧터를 이용한 농약 살포시 보조제 첨가가 비산저감 및 농약 낙하량과 방제효과에 미치는 영향

이호승\*, 민이기, 신용호

(사)한국농업무인항공협회 / 181

### 〈P-050〉

Verification of the Fungicide Resistance of *Monilinia Fructicola* Isolated from Stone Fruits to SDHI Fungicides

Hwa-Jung Lee<sup>\*,1</sup>, Yejin Lee<sup>1</sup>, Daran-Kim<sup>2</sup> and Youn-Sig Kwak<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science (BK21Plus), Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

<sup>3</sup>Department of Plant Medicine, Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea / 182

〈P-051〉

호남지역 사과 겹무늬썩음병균 *Botryosphaeria Dothidea*의 살균제에 대한 감수성 검정

이하경, 한유경, 이성찬

국립원예특작과학원 원예특작환경과 / 183

〈P-052〉

Monitoring of Fludioxonil Resistance in *Botrytis Cinerea* Isolates from Strawberries in Nonsan and Iksan, Korea

Gyeongpyo Jo\*, Yeong Seok Lee, and Kwang-Yeol Yang

Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea / 184

〈P-053〉

2,3-Butanediol의 콩 한발 내성 증진에 대한 분자생물학적 분석

유혜진<sup>1,\*</sup>, 김덕기<sup>1</sup>, 이지현<sup>2</sup>, 오세준<sup>2</sup>, 김용환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GS칼텍스, <sup>2</sup>라세미아(주) / 185

〈P-054〉

Optimization of Cost-efficient Culture Media and Conditions for *Bacillus* sp. JC-15

Ji Hwan Lim, Sun Il Seo, On-yu Kim and Pyoung Il Kim\*

Center for Industrialization of Agricultural and Livestock Microorganisms / 186

〈P-055〉

Investigation into the Fungicidal Treatment's Impact on Inhibiting Mycelial Growth of *Fusarium* spp., and *Calonectria ilicicola* Isolated from Soybean

Yunwoo Jang<sup>1</sup>, Seo Yeon Hong, Ok Jae Won, Hyeon Su Lee, Jun Hyoung Jeon, Younghan Yoon

<sup>1</sup>Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science / 187

〈P-056〉

Sensitivity Study of Cucumber Powdery Mildew Pathogen *Podosphaera xanthii* to SDHI, QoI and DMI Fungicides

Jae-ha Choi<sup>1,\*</sup>, Haifeng Liu<sup>1</sup>, Hyeongju Choi<sup>1</sup>, In Seong Lee<sup>2</sup>, Seung Hwan Lee<sup>2</sup>, Hyunkyu Sang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea, <sup>2</sup>Syngenta Korea, Jincheon 33011, Korea / 188

〈P-057〉

Investigation of QoI fungicide resistance in *Botrytis Cinerea* from Strawberry in Korea

Hyeong-rok Jang<sup>1,\*</sup>, Haifeng Liu<sup>1</sup>, Doeun Son<sup>1</sup>, Sungyu Choi<sup>1</sup>, Soyeon Park<sup>1</sup>, Youngju Nam<sup>2</sup> and Hyunkyu Sang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University

<sup>2</sup>Global Agro-Consulting Corporation / 189

〈P-058〉

Study of Apple anthracnose Outbreak Patterns by Region and Performance of Microbial Material MWS28

Hyemin Lee<sup>1,\*</sup>, Moonsu Kang<sup>1</sup>, Jongchan Park<sup>1</sup>, Kyungseok Park<sup>2</sup>, SoYoung Oh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Plant Environmental Research, Suwon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Research Institute of International Agriculture, Technology and Information, Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea / 190

〈P-059〉

6,8-Difluoro-N-Alkylquinazolin-4-amine의 합성과 살균활성

김희운<sup>1</sup>, 배송미<sup>2</sup>, 양선남<sup>1</sup>, 김택수<sup>1</sup>, 최경자<sup>2</sup>, 이일영<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>(주)인바이오 생명과학연구소, <sup>2</sup>한국화학연구원 친환경신물질연구센터 / 191

〈P-060〉

화상병 등록약제와 관행 방제약제의 혼용 살포에 따른 사과 품질 특성에 미치는 영향

홍수민<sup>1</sup>, 남송운<sup>1</sup>, 김대현<sup>2</sup>, 정원권<sup>3</sup>, 김민기<sup>3</sup>, 연일권<sup>3</sup>, 최형우<sup>3</sup>, 이승열<sup>1</sup>, 박석희<sup>3</sup>, 강인규<sup>2</sup>, 정희영<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 식물의학과, <sup>2</sup>경북대학교 원예과학과, <sup>3</sup>경북농업기술원 농업환경연구과,

<sup>4</sup>안동대학교 식물의학과 / 192

〈P-061〉

Evaluation of Benzimidazole Resistance in *Botryosphaeria* spp. Causing White Rot on Apple in Korea

Gwang-Jae Lim<sup>1</sup>, Jun-Woo Choi<sup>1</sup>, Chang-Gi Back<sup>2</sup>, Seung-Yeol Lee<sup>1,\*</sup>, Hee-Young Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental Horticulture, Dankook University, Cheonan 31116, Korea / 193

〈P-062〉

Evaluation of Tebuconazole Resistance in *Botryosphaeria* spp. Causing White Rot on Apple in Korea

Jun-Woo Choi<sup>1</sup>, Gwang-Jae Lim<sup>1</sup>, Chang-Gi Back<sup>2</sup>, Seung-Yeol Lee<sup>1,\*</sup>, Hee-Young Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental Horticulture, Dankook University, Cheonan 31116, Korea / 194

〈P-063〉

Antibacterial Mechanisms of Action of Primocarcin Produced by *Streptomyces* sp. KRA20-630 against *Erwinia amylovora*

SeoKyoung Koo<sup>1,2,\*</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,3</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Department of Medical Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 195

〈P-064〉

Label-free Quantitative Proteomic Analysis of Antibiotic Response in *Erwinia Amylovora*

Yeong Seok Kim<sup>1,2,\*</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Sang-Wook Han<sup>3</sup>, Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea, <sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea, <sup>3</sup>Department of Plant Science and Technology, Chung-Ang University, Anseong, Korea / 196

〈P-065〉

Resistance Characteristics of Onion Cultivars to *Stemphylium vesicarium*

Jin Ju Lee<sup>1,2,\*</sup>, Hun-Kim<sup>1,3</sup>, Jin-Cheol Kim<sup>2</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea, <sup>2</sup>Department of Agricultural and Biological Chemistry, Chonnam National University, Gwangju, Korea, <sup>3</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 197

〈P-066〉

Secondary Metabolites of the Marine-derived Fungus KRICT-7, a Promising Antifungal Agent against Plant Pathogenic Fungi

Eunsol Gho<sup>1,2</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Yong Ho Choi<sup>1</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea, <sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 198

〈P-067〉

배추 검은썩음병 방제를 위한 약제 선발

이수민<sup>1,\*</sup>, 조희수<sup>1</sup>, 최용호<sup>1</sup>, 최경자<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한국화학연구원 의약바이오연구본부 친환경신물질연구센터

<sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교 의약화학 및 약리생물학전공 / 199

〈P-068〉

Antimicrobial Metabolites from the Marine-derived Fungus *Trichoderma virens* B211 against Plant Pathogens

Minh Van Nguyen<sup>1</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup>, Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea, <sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 200

〈P-069〉

Antibacterial Activity and Synergistic Effect of Streptothricin F Produced by *Streptomyces mauvecolor* KRA18-925 against *Erwinia amylovora*

Yugyeong Choi<sup>1</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea, <sup>2</sup>Division of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 201



## 화학(살충&제초)

### 〈P-070〉

Development of Testing Methods for Electric Vaporizer Mat Insecticides Against the Asian Tiger Mosquito, *Aedes Albopictus*

Taeheon Yun<sup>1,\*</sup>, Jun-Hyung Tak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology and Chemistry, Seoul University, Seoul 08826, South Korea

<sup>2</sup>Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, South Korea / 202

### 〈P-071〉

Controle Effect of Thrips by Mixing Soil Pesticides and Attractants

San Yeong Kim<sup>\*</sup>, Won Kwon Jung, Min Ki Kim, Seok Hee, Park, Dae Hong Lee<sup>1</sup>, Eun Sook Lee<sup>1</sup>, Hyeon Ju Kim<sup>1</sup>

Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, <sup>1</sup>Gumi Flower Research Institute, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services / 203

### 〈P-072〉

Bioassay of the Resistance Level of the *Frankliniella Occidentalis* in Pepper Cultivation Areas in Chungcheong-do

Min Jae Kim<sup>1</sup>, Hwang Bin Yu<sup>1</sup>, Ho Wook Lee<sup>1</sup>, Kyeong Woo Kim<sup>1</sup>, Rosmery Malory Noli Erquinio<sup>1</sup>, Yi Seul Kim<sup>2</sup>, Abraham Okki Mwamula<sup>2</sup>, Dong Woon Lee<sup>1,2,\*</sup>

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

<sup>2</sup>Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Sangju, Korea / 204

### 〈P-073〉

A Rapid Assay for the Detection of Resistance to Phosphine in the *Tribolium Castaneum* in 2022-2023

Ji-Eun Choi<sup>\*</sup>, Won-Jeong Choi, Jun-Ran Kim, Bong-Su Kim, Eun-Seon Kyoung  
Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea / 205

### 〈P-074〉

Quality Evaluation of Tangors(Setoka and Kanpei) Treated with Ethyl Formate and Low-temperature

Sung-woo Cho<sup>\*</sup>, Eun-Seon Kyung and Bong-su Kim  
Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea / 206

### 〈P-075〉

Phytotoxicity Assessment of Single and Combined Treatment of Fumigants on Apple Fruits

Jae-ho Ban<sup>1,2</sup>, Jun-ran Kim<sup>1</sup>, Eun seon Kyoung<sup>1</sup>, Young ho Kim<sup>2</sup>, Bong-su Kim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Plant Protection and Quarantine, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea / 207

〈P-076〉

Control Effect of insecticide on *Scirtothrips Dorsalis*(Hood) in Omija(*Schizandra chinensis Baillon*) in Mungyeong Region, Korea

Min-Ki Kim\*, Won-Kwon Jung, Il-Kwon Yeon, Seok-Hee Park  
Gyeongbuk agricultural research and extension service / 208

〈P-077〉

Symbiotic Effects of *Caballeronia insecticola* on Overwintering Survivorship and Insecticide Susceptibility of Female *Riptortus Pedestris* (Hemiptera: Alydidae)

Joo-Young Kim\*, Minhyung Jung, Jung-Wook Kho, and Doo-Hyung Lee  
Department of Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea / 209

〈P-078〉

Insecticide Resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) Populations Against Eight Insecticides in Chungcheong-do and Gyeongsang-do in 2023

Jung-Wook Kho\*, Joo-Young Kim, Minhyung Jung, and Doo-Hyung Lee  
Department of Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea / 210

〈P-079〉

Comparative Lipid Profiling in *Drosophila suzukii* by Combined Treatment with Fumigant and Low Temperature

Hyun-Na Koo\*, Seoyeong Lee, Hyunkyung Kim, Junbeom Lee<sup>1</sup>, Gil-Hah Kim  
Department of Plant Medicine, Chungbuk National University 1Metabolomics Research Center for Functional Materials, Kyungsung University / 211

〈P-080〉

다양한 지수를 이용한 목화진딧물에 대한 3종 약제(Afidopyropen, Chlorfenapyr, Cyantraniliprole)의 혼합효과 평가

강동현, 김세은, 문하현, 구현나, 김현경, 김길하  
충북대학교 식물 의학과 / 212

〈P-081〉

복숭아혹진딧물의 4종 약제( $\lambda$ -cyhalothrin, Flupyradifurone, Chlorfenapyr, Spirotetramat)에 대한 혼합효과 평가

문하현\*, 임경엽, 김현경, 구현나, 김길하  
충북대학교 식물 의학과 / 213

〈P-082〉

Molecular Basis of the Differential Pesticide Sensitivity Between Two Closely Related Honey Bees, *Apis Cerana* and *Apis Mellifera* (Hymenoptera: Apidae)

Youngcheon Lim<sup>1</sup>, Susie Cho<sup>1</sup>, Joonhee Lee<sup>1,\*</sup>, Si Hyeock Lee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

<sup>2</sup>Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University / 214

〈P-083〉

벼 재식밀도에 따른 병해충 발생 및 유기농업자재의 방제 효과

김현주\*, 김우재, 백동민, 정건호  
국립식량과학원 기술지원과 / 215

〈P-084〉

뒷흰가느줄무늬밤나방 발생소장 및 약제 생물검정 효과

김현주\*, 김우재, 백동민, 정건호  
국립식량과학원 기술지원과 / 216

〈P-085〉

Identification of Differentially Expressed MicroRNAs under Chlorantraniliprole, Indoxacarb and Thiamethoxam Exposure in *Spodoptera Frugiperda*

Jun Won Shin<sup>1,\*</sup>, Rashmi Manohar Mahalle<sup>2</sup>, Keon Mook Seong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Sciences, Chungnam National University, Republic of Korea / 218

〈P-086〉

Plant Extract of *Paeonia Suffraticosa*, Showing Insecticidal Effect on a Thrips (*Frankliniella occidentalis*) Among 67 Medecine Plants

Mi Hye Seo, Kyung San Choi, Sun-Young Lee, Jung Beom Yoon

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Korea / 219

〈P-087〉

피레스로이드계 유기농업자재와 화학합성농약에 대한 목화진딧물 도태 계통의 약효 평가

박준현, 유기렬, 양은영, 안율균, 권덕호  
국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공 / 220

〈P-088〉

시설 재배지 미소 해충류에 대한 카란진 함유 시제품의 약효 평가

유기렬, 최민영, 양은영, 안율균, 권덕호  
국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공 / 221

〈P-089〉

Insecticide Bioassay Against the Immature Stages of *Spodoptera Exigua* and *Spodoptera litura*(Lepidoptera: Noctuidae)

meswor Maharjan, Younghan Yoon, Yunwoo Jang, Seoyeon Hong\*, Rag

Crop Production Technology Research Division, Department of Southern Area Crop Science, Rural Development Administration, Miryang, Korea / 222

〈P-090〉

Investigating the Impact of MicroRNA on Chlorantraniliprole Susceptibility in *Spodoptera frugiperda*

Rashmi Manohar Mahalle<sup>1</sup>, Barry R. Pittendrigh<sup>2</sup> and Keon Mook Seong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agricultural Sciences, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Center for Urban and Industrial Pest Management, Department of Entomology, Purdue University, West Lafayette, IN, USA, <sup>3</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea / 223

〈P-091〉

Transcriptomic Characterization of Carbonyl Sulfide Toxicity in *Tribolium Castaneum*

Na Ri Shin<sup>1</sup>, Keon Mook Seong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon, South Korea / 224

〈P-092〉

Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) 중 초장쇄지방산 저해 제초제 S-metolachlor의 활성부위 추정

황정인<sup>1,\*</sup>, Jason K. Norsworthy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 생물환경화학과

<sup>2</sup>Department of Crop, Soil, and Environmental Science, University of Arkansas / 225

〈P-093〉

드론을 활용한 토양처리 제초제의 잡초방제 효과

원옥재\*, 이현수, 임성환, 최혜진, 라메즈워, 전준형, 홍서연, 장윤우, 윤영남

국립식량과학원 생산기술개발과 / 226

〈P-094〉

국내 제초제 잔류 부적합 사례 분석

김진원\*, 이은혜, 이정란, 이규희

국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과 / 227

〈P-095〉

깨풀(*Acalypha Australis*) 방제를 위한 토양처리제 선발

이은혜\*, 김진원, 이정란

국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과 / 228

〈P-096〉

비선택성제초제 배추밭 헛골처리 약해 시험

김재덕\*, 김성빈, 이경민, 김민주, 이영식, 문병철

국립농업과학원 농산물안전성부 / 229

〈P-097〉

2022년 배 재배 농약 사용 실태

조재룡\*, 이선옥, 박주형, 엄성현, 이상엽, 오홍규

(사)한국농자재시험연구기관협회 / 230

〈P-098〉

2022년 사과 재배 농약 사용 실태

박주형\*, 이선옥, 조재룡, 엄성현, 이상엽, 오홍규

(사)한국농자재시험연구기관협회 / 231

P-001

## 블루베리 중 살균제 Mancozeb의 잔류특성

최원영\*, 신정우, 최혜림, 김장훈, 최훈

원광대학교 농식품융합대학 생명환경화학과

블루베리 중 dithiocarbamates계 살균제 mancozeb과 대사체인 ETU의 잔류특성을 규명하여 농약등록 및 잔류농약의 안전성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 블루베리(품종 스프링하이)에 mancozeb 75% 수화제를 7일 간격으로 3회에 경엽살포한 후, 마지막 살포일을 포함하여 0, 1, 3, 5, 7일 수확하였다. mancozeb 정량분석을 위해, 시료에 25mM alkaline EDTA buffer를 가하여 진탕추출한 후 0.41 M tetrabutyl ammonium hydrogensulfate와 NaCl를 넣고 1N HCl로 추출액의 pH 7~8로 조정하였다. 추출액에 0.05 M methyl iodide가 함유되어 있는 dichloromethane:n-hexane을 가하여 진탕함으로써 mancozeb을 methylation 유도체화 하였다. 원심분리 후 상등액에 20% 1,2-propanediol 첨가하고 감압농축하였다. 건고물은 acetonitrile로 재용해하여 HPLC-UVD로 분석하였다. 시료 중 ETU는 1% ammonium hydroxide 함유한 acetonitrile로 진탕추출하였으며, 여액에 MgSO<sub>4</sub>, NaCl, sodium citrate, sodium hydrogencitrate sesquihydrate를 가해 분배하였다. 분배액을 원심분리한 후 HPLC-MS/MS로 정량분석하였다. 블루베리 중 회수율은 mancozeb 99.5~105.7%, ETU 86.2~111.1%로 분석법 검증기준을 만족하였으며, 7일 동안 저장안정성이 확인되었다. Mancozeb 잔류량은 마지막 살포 당일 평균 13.79 mg/kg이었으며, 7일 경과 후 평균 4.93 mg/kg으로 감소하였으며 ETU는 7일 동안 0.05 mg/kg에서 0.02 mg/kg로 감소하였다. Mancozeb의 잔류물 정의에 따라 CS<sub>2</sub>로서의 환산 잔류량은 7일 동안 7.75~2.68 mg/kg이었다. 본 연구결과를 토대로, 블루베리 중 mancozeb의 안전사용기준 및 잔류허용기준은 수확 전 7일 3회 살포 및 10 mg/kg (CS<sub>2</sub>로써) 제안되었다.

## 방아잎 중 Azoxystrobin과 Penthiopyrad의 생산단계 농약 잔류허용기준설정 연구

정현규\*, 황규원, 선정훈<sup>1</sup>, 가승준, 박현지, 김용덕, 최수언, 문준관

한경국립대학교 식물자원조경학부, <sup>1</sup>한경국립대학교 산학협력단 한살림농식품분석센터

본 연구는 방아잎 중 살균제 2종(Azoxystrobin, Penthiopyrad)의 최종 약제 살포일로부터 농약의 잔류량 감소 양상을 통해 약제별 잔류특성을 파악하고, 반감기를 산출하는 것으로 부적합 농산물의 유통을 사전에 차단하기 위한 PHRL 설정을 위해 기초 자료로 활용하고자 수행하였다. 시험포장은 지역과 시기를 달리하여 3곳 (시험포장1 : 경상남도 김해시(1), 시험포장2 : 경상남도 김해시(2), 시험포장3 : 경상남도 하동군)을 선정하여 시설재배 조건에서 농약 안전사용기준에 따라 azoxystrobin의 경우 7일간격 2회, penthiopyrad의 경우 7일간격 3회 살포하였으며 시료 채취는 최종살포 후 0 (2시간 후), 1, 2, 3, 5, 7, 10일차까지 수확하였다. 위와 같이 수확한 시료들을 acetonitrile과 QuEChERS kit를 사용하여 추출하였고, d-SPE를 이용해 정제 과정을 거친 후 LC-MS/MS로 분석하여 잔류량의 경시적인 변화를 파악해 이를 토대로 생물학적 반감기를 산출하였다. 약제별 분석법상 정량한계(MLOQ)는 0.01 mg/kg로 정량한계 수준, 정량한계의 10배 수준, 잔류허용기준 수준에서 회수를 시험을 진행하였다. 세 가지 수준에 대해 azoxystrobin은 각각 76.4~84.0%, 94.6~103.9%, 94.0~109.6%, penthiopyrad는 90.0~94.6%, 101.7~104.5%, 92.7~95.8% 이었다. 각 시험 포장에서의 방아잎 중 반감기는 azoxystrobin의 경우, 4.0일(포장1), 5.5일(포장2), 4.3일(포장3), penthiopyrad의 경우, 3.2일(포장1), 3.4일(포장2), 3.6일(포장3)로 나타났다.

주제어 : Azoxystrobin, Penthiopyrad, 생산단계 잔류허용기준, 잔류분석, 방아잎

연락처 E-mail : jkmoon264@gmail.com

P-003

## 겨자채 중 Benzoylurea계 살충제 Teflubenzuron의 잔류 특성

김장훈, 신정우, 최혜림, 최원영, 최훈\*

원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과

본 연구는 테플루벤주론5% 액상수화제의 겨자채에 대한 잔류성을 규명하여 농약품목 등록자료 및 잔류 농약의 안전성 평가를 위한 기초 자료로 활용하기 위해 수행하였다. 겨자채에 대한 포장 시험은 전북 전주시에 소재한 시설하우스에서 진행되었다. 시설재배 중 재식 밀도는 15 cm x 15 cm 로 진행했으며 시험구 크기는 반복구당 10 m<sup>2</sup>로 3반복구로 진행하였다. 시험약제는 테플루벤주론 5% 액상수화제 (노몰트, 경농) 살충제로 겨자채에 발생하는 배추좀나방 및 파방나방 방제에 사용된다. 테플루벤주론 제품을 2000배 희석하여 처리약량 120 L/10 a으로 각 처리구별 1.2 L 살포하였다. 살포액 살포는 노즐 2구 (YAMAHO D-5)가 장착된 전동식 살포기 (MARUYAMA, MSB1500Li, Japan)를 이용하여 살포압력2.0 kgf/cm<sup>2</sup> 및 분사량 650 mL/min으로 수행되었다. 3월에 정식하여 수확 7일 전 및 0일 전, 총 2번 살포한 후(살포 후2시간), 3, 5, 7 및 14일에 시료를 채취하였다. 채취된 시료는 세절 후acetonitrile로 추출하고 MgSO<sub>4</sub>4g 및 NaCl 1 g으로 분배한 후 d-SPE로 정제하고LC-MS/MS로 분석하였다. 시험농약의 정량한계는0.01 mg/kg 이하이며, 처리수준 0.01 및 10 mg/kg에서 회수율은 79.9~96.0%로 유효범위를 만족하였다. 채취된 시료는 -20° C에서 최대 223일간 보관하였으며 저장기간 동안 분해소실 되지 않았다. 마지막 살포 후 당일 teflubenzuron의 잔류량은 평균 28.05 mg/kg이었으며 살포 후 14일이 경과하였을 때 8.43 mg/kg으로 생물학적 반감기는 7.8일로 확인하였다. 본 연구결과를 토대로 겨자채 중 teflubenzuron의 안전사용기준 및 잔류허용기준은 각각 수확 14일 전 2회 살포, 30 mg/kg으로 제안되었다.

## 감귤 저장병 약제 Prochloraz 잔류특성

고미라<sup>1\*</sup>, 진석희<sup>1</sup>, 김종찬<sup>1</sup>, 김영림<sup>1</sup>, 오종훈<sup>1</sup>, 홍수명<sup>1</sup>, 백경미<sup>1</sup>, 김내홍<sup>1</sup>, 한중현<sup>1</sup>, 김동순<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립농산물품질관리원 제주지원

<sup>2</sup>제주대학교 생명자원과학대학 생물산업학부

국립농산물품질관리원(농관원)에서는 농약 허용물질목록관리제도(PLS)가 정착됨에 따라 농산물 등에 대한 안전관리를 강화하고자 2022년부터 잔류농약 분석 성분을 기존 320종에서 463종으로 확대하였다. Prochloraz 모화합물과 함께 잔류 기준으로 정의하고 있는 2,4,6-trichlorophenol, BTS 44595, BTS 44596 대사산물이 확대된 463성분에 포함되었다. Prochloraz는 감귤 저장병 방제용으로 가장 많이 사용되고 있는 농약 성분으로 레드향, 한라봉 등 동절기 시설에서 재배되는 만감류에서 부적합이 다수 발생하였다. 동절기 만감류 Prochloraz 사용실태조사 및 예비실험 결과, 안전사용기준을 준수하였음에도 부적합이 발생할 가능성이 상존함을 확인하였다. 특히 Prochloraz 이외 추가로 검출된 18개 잔류농약 성분의 감소량도 미미하였다. 동절기 만감류 Prochloraz 부적합 원인 규명을 위한 실증 자료를 마련하고자 레드향 시설 재배포장에서 Prochloraz 모화합물과 대사산물의 잔류특성 및 잔류량 감소 추이 시험·연구를 진행하였다. 안전사용기준에 따라 수확 7일전 2회 기준량 2,000배로 희석하여 살포하였음에도 Prochloraz가 살포 당일 1.24 mg/kg에서 7일후 2회 살포일 2.27 mg/kg, 29일후 1.54 mg/kg이 검출되어 잔류허용기준 1.0 mg/kg을 초과하였으며, 기준량 1회 살포를 제외한 배량 1회, 기준량 2회 등 모든 시험 조건에서 사용 시기 4배인 29일이 경과하였음에도 부적합 상태를 유지하였다. 기준량 1회, 배량 1회 반감기가 각각 63일, 69.3일로 하절기 사과 18.9일, 포도 18.8일의 3.6배 길게 나타났다. 이는 동절기와 하절기 기후와 시설 재배 조건의 차이에서 기인하는 것으로 추정할 수 있다. 농약 살포일 Prochloraz 모화합물 93.8%, 대사산물 2,4,6-TCP 6.2%에서 살포 29일 후 Prochloraz 모화합물 80%, 대사산물 2,4,6-TCP 9.3%, BTS 44596 9.8%, BTS 44595 0.9% 검출되었다. 본 연구 결과는 동절기 만감류에서 농약안전사용기준을 준수하더라도 잔류허용기준 1.0 mg/kg 초과함을 알 수 있었고 현재는 Prochloraz 잔류허용기준이 3.0mg/kg으로 조정되었다.

주제어: Prochloraz, 2,4,6-trichlorophenol, BTS 44595, BTS 44596, 잔류허용기준, 동절기, 감귤



P-005 >>

## Development of Multiresidue Pesticide Analysis Method Related to Korean Regulated Pesticide Compounds Using Gas Chromatography High Resolution Accurate Mass Spectrometry

Hansun Kwon\*, Kwonyub Lee, Yeanwoong You, Joeun Lee

Thermo Fisher Scientific, Inc.

In a high-throughput environment, robust analytical and data processing workflows are key requirements for the accurate and reliable determination of trace level pesticide residues in food or environmental samples. These methods must overcome the challenges of an ever-growing list of compounds and the diversity of sample matrices, in addition to demanding sensitivity and identification requirements. Typically, gas chromatography coupled to low-resolution, nominal mass triple quadrupole mass spectrometers (GC-MS/MS) has been the technology of choice for the sensitive and selective detection of a wide range of target compounds. A GC-MS/MS acquisition method requires at least two precursor ions for product selected reaction monitoring (SRM) transitions to be optimized for selectivity and sensitivity for each analyte. The development of additional hyphenated GC-MS analytical systems, such as high resolution accurate mass (HRAM) Orbitrap mass spectrometry coupled to a GC, has proved to be a valuable alternative to triple quadrupole GC-MS. With HRAM mass spectrometry, the default acquisition mode is full scan as an untargeted approach, meaning that all the ions are acquired with high selectivity across a defined mass range. The method setup and data acquisition are simple to manage and gives the analyst the flexibility to decide which compounds to determine. The aim of this work is the evaluation of the main analytical performance parameters correlated to Korean regulatory method for the multiresidue screening of pesticide residues by a gas chromatography-Orbitrap<sup>TM</sup> mass spectrometer. Mass resolving power, selectivity, sensitivity, analyte identification and database generation are discussed in light of a large scope of pesticides (over 270).

The performance of the GC-EI-full scan Orbitrap HRAMS developed method was confirmed with the analysis of real samples providing good results.

## A Multiresidue Pesticide Method of Korean Regulated Pesticide Compounds Using a Quadrupole–Orbitrap MS for Quantitation, Screening and Confirmation

Hansun Kwon\*, Kwonyub Lee, Jeongyeol Yun, Sunghun Kim

Thermo Fisher Scientific, Inc.

To present LC-MS HRAM multi-class pesticide residue analysis methods that are robust, rapid, easy to use, and have the sensitivity, accuracy, and precision that is required in order to meet regulatory guidelines. All aspects of these methods represent a ‘workflow’ from sample to final report for food safety laboratories. Sample were processed and analyzed to test the Korean regulatory methodology—from sample preparation using a QuEChERS protocol (Quick, Easy, Cheap, Effect, Rugged, and Safe) to analysis, data processing, and reporting with LC-MS HRAM and comprehensive data handling software. A compound database of over 230 compounds with Fragments, Retention Time, Spectra library and liquid chromatography conditions was created, along with a single screening and quantitative method for over 230 residues with positive and negative polarity switching occurring throughout the run. Results demonstrate that the methods are fit-for-purpose for both quantitative and broad-spectrum of pesticide residue screening that can be easily implemented in food safety testing labs. Acceptable results were obtained for the key figures of merit: Limit of Quantitation (LOQs), calibration range/linearity, fragmentation matching scoring and spectra library matching.

P-007 >>

## Determination and Validation of an Analytical Method for Flonicamid and its Metabolites in Sweet Pumpkin by LC-MS/MS

Han Yeol Bang\*, Jun Hyuk Choi, Gwang Rok Yoon, Cheol Soon Kim

Gyeongnam Provincial Office, National Agricultural Products Quality Management Service,  
Busan 47537, Republic of Korea

Flonicamid is a pyridine organic compound used as an insecticide for aphids, whiteflies, and thrips. It destroys the pigment organs of insects, which can affect their hearing, balance, and movement, causing them to stop feeding, but the specific target site is not known. Some of the pumpkins grown in Gyeongsangnam-do are exported to Japan. In Korea, the pesticide residue limit for flonicamid is set at 3 mg/kg for only flonicamid, while in Japan, it is set at 2 mg/kg for flonicamid and its metabolites TFNA and TFNG combined. In this study, a method for the simultaneous analysis of flonicamid and its metabolites was developed to verify the safety of pumpkin for export to Japan. Four pretreatment methods were used for the analysis, of which the one using 2% formic acid as an extraction solvent was the best. Flonicamid was not significantly affected by pH. However, for metabolites, recovery was better under acidic conditions. The analysis was performed in MRM mode on LC-MS/MS. Validation data were in accordance with CODEX (CXG 90-2017) guidelines. Good linearity ( $r^2 > 0.99$ ) was observed, with average recoveries ranging from 87 to 100%. The LOD and LOQ were 0.05-0.30  $\mu\text{g/kg}$  and 0.16-0.90  $\mu\text{g/kg}$ , respectively. Using the developed method, 30 pumpkins purchased from a market were monitored and all were undetectable.

## 생산단계 잔류허용기준 설정을 위한 돌나물 중 Dimethomorph(E,Z)의 잔류특성 연구

이유진<sup>\*1</sup>, 이창호<sup>1</sup>, 이제형<sup>1</sup>, 박민수<sup>1</sup>, 양승현<sup>1</sup>, 신현우<sup>1</sup>, 김평열<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국화학융합시험연구원 환경독성센터

본 연구에서는 시설재배된 돌나물 중 Dimethomorph(E,Z)의 일자별 잔류량을 확인하고 생물학적 반감기를 산출하여 생산단계 농약 잔류허용기준 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 시험을 수행하였다. Dimethomorph는 시나믹산아미드계 살균제로 난균 세포벽의 구성성분인 셀룰로오스의 생합성을 저해하여 살균 효과를 나타내며 역병 및 노균병 살균에 사용된다.

시험포장은 지리적으로 차이가 있는 서로 다른 3포장(A: 충북 제천, B: 전북 전주, C: 전남 나주)에서 잔류성 시험을 수행하였다. 약제는 디메토모르프 16 % 액상수화제를 사용하였고 농약의 안전사용기준과 동일하게 처리하였으며 최종 약제 살포 후 0, 1, 3, 5, 7, 10 및 14 일차에 시료를 채취하였다.

시료의 전처리에는 QuEChERS method(EN 15662)방법으로 수행하였고 LC-MS/MS를 이용하여 잔류농약을 분석하였다. 정량한계는 0.01 mg/kg으로 설정하였으며, 회수율 및 저장안정성시험결과는 첨가농도별 평균회수율 허용범위 기준에 모두 적합하였다. 일차별 잔류량을 토대로 각 포장별 회귀방정식에 의한 감소상수와 생물학적 반감기를 산출하였다.

잔류량은 A포장에서 (6.06 - 26.06) mg/kg, B포장에서 (5.98 - 28.62) mg/kg, C포장에서 (7.20 - 30.13) mg/kg 범위였다. 최종 약제 살포 후 3포장에서 모두 잔류량의 경시적인 감소추이를 확인하였으며, 각 포장의 반감기는 A, B, C 각각 7.6일, 8.4일, 7.5일이었다. 모든 포장에서 최종 약제 살포 후 7일 경과시 잔류허용기준(Maximum residue limit, MRL)인 30 mg/kg 이하로 나타났으며, 잔류허용기준 대비 평균 잔류수준은 3포장에서 39-54%로 안전한 수준이라 사료되었다.

감사의 글(Acknowledgement): 본 연구는 2023년도 식품의약품안전처의 연구개발비(23192농축잔276)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

중심어: 돌나물, Dimethomorph, 생산단계 잔류허용기준, 반감기 산출, 안전성 평가, 잔류농약  
E-mail: leeyj0630@ktr.or.kr

P-009

## Residues Patterns of Insecticide Cyantraniliprole and Its Metabolite IN-J9Z38 in Herbs and Spices

Se-Yeon Kwak\*, Young-Eun Kim, Hee-Jin Roh, Byung-Jin Bae,  
Joo-Un Park, You-Jin Jang, Gwang-Rae Kim, Seok Chai, Tae-Hwa Kim

Analysis Technology and Tomorrow Ltd., Daegu 42703, Korea

As the diversification of spice usage, globalization of cuisine, and development of the restaurant industry continue, the market size is increasing, leading to not only an increase in imports but also an expansion of domestic cultivation farms for herbs such as coriander, basil, and mint in South Korea. However, due to a limited number of approved pesticides, the rate of unsuitable residues remains consistently high. This study aimed to investigate the residual and dissipation characteristics of the insecticide Cyantraniliprole and its metabolite IN-J9Z38 in herbs and spices such as lemon balm (*Melissa officinalis*) and basil (*Ocimum basilicum*) to secure fundamental data for establishing safety usage standards. In this study, Cyantraniliprole was applied twice to lemon balm (5% EC) and basil (5% DC) at intervals of 7 days before harvest. Lemon balm samples were harvested at intervals of 0, 7, 14, and 21 days after the final application, while basil samples were harvested continuously at intervals of 0, 3, 5, 7, and 14 days after the final application. The recovery rates for cyantraniliprole and IN-J9Z38 in lemon balm ranged from 75.0 to 103.0%, those for basil ranged from 83.8 to 104.1%, with the limit of quantification being 0.01 mg/kg for both crops. The total residual amounts of cyantraniliprole in lemon balm samples started at 17.15 mg/kg on day 0 and gradually decreased over 21 days to 1.59 mg/kg ( $DT_{50} = 5.9$  d). The total residual amount of cyantraniliprole and IN-J9Z38 in basil was 13.29 mg/kg on the final day of pesticide application, but it decreased to 1.72 mg/kg after 14 days ( $DT_{50} = 4.4$  d). These results are considered to be important data for ensuring the safety of pesticides on herbs and spices.

## 소면적 재배 작물 고수와 바질 중 살충제 Cypermethrin의 경시적 잔류 특성

김동주\*, 오은빈, 최정도, 김도현, 문지효, 배병진<sup>1</sup>, 박종우<sup>1</sup>, 김태화<sup>1</sup>, 김장억<sup>2</sup>, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

<sup>1</sup>(주)분석기술과미래

<sup>2</sup>경북대학교

이 연구는 소면적 재배 작물인 고수와 바질 중 살충제 cypermethrin의 경시적 잔류 특성을 구명하기 위하여 수행하였다. 포장 시험은 경상북도 칠곡군 왜관읍에 위치한 시설 재배지에서 수행하였으며, 살충제 cypermethrin (5% 유제)를 2,000배 희석하여(0.0030-0.0038 kg a.i./10 a) 7일 간격 2회 살포한 후 최종 약제 살포 후 0, 2, 3, 5, 7, 10일 차에 시료를 채취하였다. 전처리는 모두 QuEChERS법을 이용하였으며, LC-MS/MS로 잔류 농약을 분석하였다. 고수와 바질 중 cypermethrin의 정량 한계는 모두 0.01 mg/kg이었으며, 회수율은 고수와 바질 각각 93.4-112.3%와 84.6-113.0%이었다. 시험 농약인 cypermethrin의 저장 기간 중 안정성을 확인하기 위한 저장 안정성 회수율 범위는 고수와 바질 각각 82.4-86.9%와 105.0-107.6%으로 저장 기간 동안 안정한 것으로 판단되었다. 고수와 바질 중 cypermethrin의 최대 잔류량은 최종 약제 살포 후 0일차 시료에서 바질과 고수에서 각각 3.96 mg/kg과 4.39 mg/kg으로 가장 높았고 시간이 경과함에 따라 잔류량이 감소하였으며, cypermethrin의 반감기는 고수와 바질에서 각각 3.4일과 3.1일이었다.

주제어 : Cypermethrin, 고수, 바질, 반감기, 허브류

연락처 : E-mail, kskyung@cbnu.ac.kr

P-011

## LC-MS/MS를 이용한 오징어 중 잔류농약 다성분 동시분석법 유효성 검증

오은빈\*, 김동주, 최정도, 김도현, 문지효, 배병진<sup>1</sup>, 박종우<sup>1</sup>, 김태화<sup>1</sup>,  
박소라<sup>2</sup>, 김지영<sup>2</sup>, 장귀현<sup>2</sup>, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

<sup>1</sup>주분석기술과미래

<sup>2</sup>식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

이 연구는 수산물 중 잔류 농약의 기준 확대를 위해, 연체류 중 오징어를 대상으로 잔류 농약 198 성분에 대한 다성분동시분석법의 유효성을 검증하였다. 시료의 전처리는 QuEChERS법을 이용하였으며, 최종 확립된 전처리법은 균질화한 시료에 아세토니트릴 10 mL를 가하여 진탕 추출한 후  $\text{MgSO}_4$  (4.0 g), NaCl (1.0 g)이 담긴 QuEChERS Extract Pouch (original method)를 첨가하여 다시 진탕하였다. 진탕한 시료는 원심분리한 뒤 상정액을 취하여 d-SPE ( $\text{MgSO}_4$  150 mg, PSA 25 mg, C18 25 mg) tube로 정제하고, 원심분리하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 정량 한계(limit of quantitation, LOQ)는 모두 0.01 mg/kg이었으며, 검량선 범위 2-100  $\mu\text{g/mL}$ 에서 결정 계수는 모두  $R^2 \geq 0.98$  이상이였다. 오징어 중 198 성분에 대한 matrix effect를 산출한 결과 soft matrix effect 범위( $\pm 20\%$  이내)를 만족하는 성분은 96.0%으로 나타났으며, median matrix effect 범위 ( $+20 \text{ (ME} \leq +50, -50 \text{ (ME} \leq -20)$ )와 strong matrix effect 범위( $\pm 50\%$ )를 만족하는 성분은 각각 2.5% 및 1.5%으로 나타났다. 회수율 시험 결과 198 성분 중 190 성분은 LOQ 수준에서 60-120%, 변이계수 30% 이하였으며, 2LOQ 및 10LOQ 수준에서는 70-120%, 변이 계수 20% 이하를 만족하였다. 또한 198성분 중 acynonapryr, bensulfuron-methyl, penoxsulam, probenazole, propyrisulfuron, simazine-2-hydroxy, terbuthylazine-2-hydroxy 및 terbuthylazine-desethyl-2-hydroxy 총 8성분은 LOQ, 2LOQ 및 10LOQ 수준에서 모두 회수율을 만족하지 못하였다.

주제어 : LC-MS/MS, 오징어, 수산물, 다성분동시분석, 잔류농약

연락처자 : E-mail, kskyung@cbnu.ac.kr

## 대파 중 Flubendiamide의 잔류 특성 및 가공 계수

최정도\*, 김동주, 오은빈, 김도현, 문지효, 임무혁<sup>1</sup>, 최훈<sup>2</sup>, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

<sup>1</sup>대구대학교 식품공학과

<sup>2</sup>원광대학교 농식품융합대학 생물환경화학과

대파와 건조 대파 중 flubendiamide의 잔류 특성과 건조에 따른 가공 계수를 산출하기 위하여 이 연구를 수행하였다. 포장 시험은 대파 주산지인 김천, 이천, 평창에 위치한 노지에서 수행하였으며, 시험 농약인 flubendiamide (20% SC)를 2,000배 희석하여 10 a당 200 L의 약량으로 7일 간격 3회 살포한 후 수확 예정일에 일시 수확하였다. 건조 대파로 가공하기 위해서 수확한 대파의 뿌리, 겉껍질, 변질된 잎을 제거한 후 세척한 뒤 8 mm 크기로 절단하였으며, 1차(80℃, 60분), 2차(75℃, 50분), 3차(70℃, 90분)로 연속하여 건조하였다. 잔류 분석을 위한 대파와 건조 대파의 전처리는 모두 QuEChERS법을 이용하였으며, LC-MS/MS로 잔류 농약을 분석하였다. 대파와 건조 대파 중 flubendiamide의 정량한계는 모두 0.01 mg/kg이었으며, 정량 한계, 정량 한계의 10배, 잔류허용기준 농도 수준으로 처리하여 진행한 회수를 시험 결과 대파와 건조 대파 각각 95.42-107.17%와 79.39-103.66%이었다. 대파와 건조 대파의 저장 기간 중 flubendiamide의 안정성을 확인하기 위하여 정량 한계의 10배 농도 수준을 처리하여 진행한 저장 안정성 시험 결과 각각 98.38-106.55%와 95.99-102.56%로 최대 60일의 저장 기간 동안 안정하다고 판단하였다. 대파와 건조 대파 중 flubendiamide의 잔류량은 각각 0.09-0.17 mg/kg과 0.69-1.29 mg/kg으로 대파보다 건조 대파에서 잔류량이 더 높았다. 건조에 따른 flubendiamide의 가공 계수는 6.42-8.60으로 건조 과정을 통해 대파 내에 존재하는 수분이 제거되어 농약 성분들이 농축되었기 때문이라고 판단하였다.

주제어 : Flubendiamide, 대파, 건조 대파, 잔류 특성, 가공 계수

연락처 : E-mail, kskyung@cbnu.ac.kr



P-013

## 소면적 재배작물 수수 중 살충제 Flonicamid의 잔류특성

이도아\*, 최후락, 김윤한, 고성림, 강민욱, 강신호

한국농업기술진흥원

본 연구는 소면적 재배작물인 수수(알곡과 짚)를 대상으로 flonicamid의 잔류성을 구명하여 농약 품목등록 자료 및 잔류농약의 안전성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 진딧물 천적에 위해가 낮은 flonicamid(*N*-cyanomethyl -4-trifluoromethylnicotinamide)는 neonicotinoid 계통 농약과 달리 ‘selective homopteran feeding blockers’로 작용하여 기존의 neonicotinoid 계통의 약제 저항성 진딧물을 효과적으로 방제하는 것으로 알려져 있다. 본 연구의 수수 품종은 소담찰수수며, flonicamid 10% 입상수화제 농약을 2회 경엽처리하고 수수(알곡과 짚)을 채취하여 9일 동안 자연건조 후 분석하였다. 수수(알곡과 짚) 중 flonicamid의 함량을 구하기 위해 1.0% formic acid in acetonitrile 10 mL, 4 g MgSO<sub>4</sub>, 1 g sodium chloride로 추출하고 필터하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 수수 중 flonicamid, TFNA(4-trifluoromethylnicotinic acid), TFNG(*N*-(4-trifluoromethyl nicotinoyl) glycine)의 회수율은 각각 73.5~86.0%, 91.2~105.2%, 95.6~104.0% 이었고, 수수 짚의 경우 87.3~115.8%, 87.1~118.9%, 96.7~115.3% 이었으며, 농약에 대한 MLOQ(method limit of quantiation)는 모두 0.01 mg/kg로 설정하였다. 경엽처리 후 수수에서 flonicamid의 잔류량은 0.25~1.13 mg/kg 이었고 수수 짚에서의 잔류량은 0.60~1.76 mg/kg 이었으며 반감기는 17.3일이었다. 수수 알곡과 짚에서 모화합물인 flonicamid의 잔류량은 시간이 경과할수록 줄어들지만 수수 알곡의 경우 일반적인 경엽살포 농약의 잔류량상과 다르게 total flonicamid 잔류량이 초기 잔류량보다 21-14일전 처리 시료에서 높게 나타났다. 이는 주요 대사산물인 TFNG의 높은 잔류량에 영향을 받은 결과이며, 모화합물의 잔류량보다 길게 잔류하여 total flonicamid의 잔류량은 장기간 줄어들지 않는 것으로 나타났다. 수확 후 자연건조 기간(9일)을 감안하면, 침투 이행성 농약인 flonicamid가 식물체내로 흡수 이행하여 외부 환경조건으로부터 영향을 크게 받지 않고 식물체 내에서의 분해에 의해서만 소실되므로 잔류기간이 길어진 것으로 사료된다. 따라서 관주가 아닌 경엽살포라도 약효가 긴 약제의 잔류성 시험의 경우에 대사산물을 포함하는 잔류량이 감소되는 시점까지 장기간 시험분석 할 필요가 있다고 판단된다.

## Residue Characteristics and Basic Data Survey of Insecticides Cyantraniliprole, Flonicamid, and Spinetoram in Celery

Yeong-Jin Kim, Sung-Gil Choi, Young-Sang Kwon, Jin-Woo Park,  
Deuk-Yeong Lee, and Jong-Hwan Kim\*

Environmental Safety-Assessment Center, Korea Institute of Toxicology,  
Jinju 52834, Republic of Korea

This study was conducted to provide fundamental data for establishing a safety management system by identifying the residual characteristics of cyantraniliprole, flonicamid, and spinetoram to control peach aphids and beet armyworms that occur during celery cultivation. The test pesticides were cyantraniliprole 5% EC, flonicamid 50% WG, and spinetoram 5% SC, which were sprayed on the foliage 30-21, 21-14, 14-7, and 7-0 days before harvest and then analyzed. The pretreatment method was modified from the QuEChERS EN 15662 method and QuEChERS original method for extraction and purification, and analyzed using LC-MS/MS. The quantitation limits for each pesticide component ranged from 0.01 to 0.02 mg/kg. The quantitation limits for each pesticide component ranged from 0.01 to 0.02 mg/kg. The accuracy and precision of the analysis were evaluated through recovery, and the recovery of the parent compound and metabolites was excellent, ranging from 86.8% to 105.8%, with a relative standard deviation of less than 20%. These results meet the criteria outlined in the SANTE/11813/2017 document (70-120%,  $RSD \leq 20\%$ ). The results of the experiment showed that the total residue of cyantraniliprole in celery was 0.03 to 0.51 mg/kg, the total residue of flonicamid was 0.14 to 0.72 mg/kg, and the total residue of spinetoram was <0.01 to 0.24 mg/kg. All three pesticides exhibited variations in residue levels over time post-treatment. The half-lives of each pesticide were determined using regression equations derived from the daily residue levels. The calculated half-lives were 3.6 days for cyantraniliprole, 10.2 days for flonicamid, and 2.4 days for spinetoram.

These results can contribute to improving regulations and guidelines related to pesticide use and provide useful information for policy proposals to ensure safe crop protection and consumer health.

P-015 >>

## Comparison of Residual Patterns between QuEChERS Method and Conversion Analytical Method for Pyridate in Green Onion

Jae-Won Choi\*, Jin-Surk Choi, Sang-Oh Jeon, and Chang-Su Seok

R&D Division, Kyung Nong Co., Ltd., 34-14, Summeori-gil, Gyeongju-si, Gyeong Buk, 38175, Korea

Pyridate derived from pyridazine is a commonly used selective post-emergence herbicide that acts as a photosynthetic electron transport inhibitor at photosystem II. According to the residue definition of pyridate in Korea, total residual amounts of pyridate, pyridafol (CL9673, hydrolysis products of pyridate), and CL9673-O-glucoside (glycosides of pyridafol) are expressed as residual amounts of pyridate. In this study, quantitative analysis was performed to gain data comparing 2 kinds of methods, the QuEChERS method (QM) and the conversion analytical method using hydrolysis reaction (CM). In QM, analysis for pyridate, pyridafol, and CL9673-O-glucoside was conducted, respectively. On the other hand, in CM, pyridate, pyridafol, and CL9673-O-glucoside were converted to pyridafol, and then, the residual amounts of pyridafol were converted and expressed as pyridate. Both analytical methods used LC-MS/MS for quantitative and qualitative analysis and the field trial was carried out on green onion under outdoor conditions. As the results, amounts of residue using CM and QM were 0.05 and 0.1 mg/kg (amounts of final conversion applying a factor) on single treatment samples 30 days after treatment, representatively. Pyridate metabolite, not included in residue definition, converted into pyridafol by hydrolysis reaction caused a difference to occur in residue amounts with QM and CM. Accordingly, the results that hydrolyzable conjugates not including pesticide residue definition could be quantified, it is considered to be the reference data to contribute to evaluating the residual amounts of pyridate.

Keywords: Pyridate, QuEChERS, The hydrolysis reaction, Residue definition

Corresponding author: E-mail, chlwodnjsthd@dongoh.co.kr

## Residual Characteristics of Acetamiprid in Sun-Ripened Fruits (*Actinidia arguta* Planch, *Vitis coignetiae* Pulliat, *Prunus Tomentosa* Thunberg and *Crataegus pinnatifida* Bunge)

Hye-Rim Kang<sup>1,2\*</sup>, Yeon-Woo Choi<sup>1</sup>, Hyung-Gu You<sup>1</sup>, Kee-sung Kyung<sup>2</sup>, Kyun Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Residue Research Team, P&K HSE, Daejeon 34027, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture,  
Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

This study was carried out to investigate residual characteristics of acetamiprid in sun-ripened fruits(*Actinidia arguta* Planch, *Vitis coignetiae* Pulliat, *Prunus tomentosa* Thunberg and *Crataegus pinnatifida* Bunge). As for the test pesticide, acetamiprid(8% WP, 5% SL) was diluted by 2,000 times and applied 2 times on to the sun-ripened fruits with 7 days interval. Fruit samples were harvested from each plot after pre-harvest period of 30-21, 21-14, 14-7, 7-0 days, respectively. The recovery rates of acetamiprid in sun-ripened fruits(*Actinidia arguta* Planch, *Vitis coignetiae* Pulliat, *Prunus tomentosa* Thunberg and *Crataegus pinnatifida* Bunge) were 83.1-99.7%, 88.1-95.9%, 85.9-92.1% and 84.1-98.9%, respectively. Residual amounts of acetamiprid were calculated to be 0.02-0.60 mg/kg, 0.41-1.74 mg/kg, 0.07-0.55 mg/kg and 0.68-2.22 mg/kg in sun-ripened fruits, respectively. Also, ratio of the estimated daily intake compared to the acceptable daily intake was less than 1.3%, representing safe level for acetamiprid. These results might be basic data to construct guidelines for the safe use of acetamiprid in sun-ripened fruits.

Key words : Acetamiprid, *Actinidia arguta* Planch, *Vitis coignetiae* Pulliat, *Prunus tomentosa* Thunberg, *Crataegus pinnatifida* Bunge, Pesticide residue

Corresponding author E-mail : hrkang@pnkhse.co.kr

P-017 >>

## Residual Characteristics of Acetamiprid in Herbs Basil and Korean mint

Hye-Rim Kang<sup>1,2\*</sup>, Yeon-Woo Choi<sup>1</sup>, Hyung-Gu You<sup>1</sup>, Kee-sung Kyung<sup>2</sup>, Kyun Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Residue Research Team, P&K HSE, Daejeon 34027, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

This study was carried out to investigate residual characteristics of acetamiprid in herbs, such as basil(*Ocimum basilicum* L.) and korean mint(*Agastache rugosa* O. Kuntze). As for the test pesticide, acetamiprid(10% SL, 8% WP) was diluted by 2,000 times and applied 2 times on to the basil and korean mint with 7 days interval. Basil and korean mint leaf samples were harvested 0, 3, 5, 7 and 14 days after final application and used for pesticide residue analysis. The recovery rates of acetamiprid were 92.0-100.5% in basil and 90.7-96.9% in korean mint, respectively. And residual amounts of acetamiprid were calculated to be 2.11 to 4.81 mg/kg in basil and 0.50 to 16.47 mg/kg in korean mint. The biological half-lives of acetamiprid in basil and korean mint were 14.1 days and 2.8 days, respectively. Also, the %ADI of acetamiprid in korean mint was less than 3.9%. These results might be basic data to construct guidelines for the safe use of acetamiprid in basil and korean mint.

Key words : Acetamiprid, Basil, Korean mint, Pesticide residue

Corresponding author E-mail : hrkang@pnkhse.co.kr

## QuEChERS 전처리법을 활용한 당근 중 Pyraclostrobin의 잔류분석법 확립

김광민<sup>1,\*</sup>, 김진성<sup>1</sup>, 박소현<sup>1</sup>, 강상우<sup>1</sup>, 오경열<sup>1</sup>, 이득영<sup>1</sup>, 김진호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과

*Sclerotinia sclerotiorum*에 의해 발병되는 당근 균핵병은 감염부위에 부정형의 검은 균핵을 형성하며 잎자루와 뿌리 아래쪽으로 확대되면서 전체적으로 썩게한다. 현재 당근 균핵병 방제에는 11개의 유효성분이 등록되어 있으며, 이들 중 strobilurin계의 살균제인 pyraclostrobin은 미토콘드리아 내막에 존재하는 cytochrome *b*에 부착하여 미토콘드리아의 호흡을 저해한다. 현재 공시되어 있는 작물 중 pyraclostrobin의 잔류분석법은 액-액 분배, 감압농축, SPE-N<sub>2</sub> 정제 등의 복잡한 과정을 거쳐 이루어지고 있다. 본 연구에서는 QuEChERS 전처리법 및 LC-MS/MS를 활용한 당근 중 pyraclostrobin과 BF500-3의 대사체인 BF500-3의 잔류분석법을 확립하고자 하였다. 당근 중 pyraclostrobin과 BF500-3은 AOAC 방법에 따라 추출 및 d-SPE (C18, primary secondary amine, magnesium sulfate)로 정제한 후 LC-MS/MS로 분석을 진행하였다. 분석법 정량한계(Method Limit of Quantitation, MLOQ)는 0.01 mg kg<sup>-1</sup>이며, 분석법 검증을 위하여 0.010-1.000 mg kg<sup>-1</sup> 범위에서 matrix matched standard를 작성한 결과 pyraclostrobin과 BF500-3의 linearity (R<sup>2</sup>)는 각각 0.997 이상이었다. 당근 중 pyraclostrobin과 BF500-3의 회수율은 MLOQ 및 10MLOQ에서 5반복 수행하였으며, pyraclostrobin과 BF500-3의 회수율은 89.8-99.9%이었고 변이계수 (coefficient of variation, CV)는 모두 10% 이내로 분석법의 신뢰성을 확보하였다.

P-019

## 허브류 중 살충제 Profenofos의 잔류 특성

김광래\*, 객세연, 배병진, 박주언, 장유진, 권주희, 채석, 박종우, 이근식, 김태화

(주)분석기술과미래

허브(Herb)는 향 또는 풍미를 가진 식물로서 최근 들어 우리나라에서도 사용이 생활화되고 있으며 재배면적도 점차 증가되고 있다. 허브류의 재배 과정 중 발생하는 다양한 병해충 방제를 위하여 농약의 사용은 불가피함에 따라 다양한 농약들의 품목등록을 위하여 허브류 중 잔류농약의 안전성 평가를 통한 안전사용기준 설정 및 잔류허용기준의 설정이 필요하게 되었다. 본 연구에서는 허브류 중 진딧물류 방제를 위해 사용되는 유기인계 살충제인 Profenofos의 잔류 특성을 조사하기 위하여 수행되었다. 본 시험은 비닐하우스에서 재배 중인 고수, 방아 및 바질을 대상으로 수행되었으며, 시험약제는 델타메트린, 프로페노포스 15.6(0.6+15)% 유제로서 1,000배 희석액 120 L/10 a (0.018 kg a.i./10 a)를 7일 간격으로 2회 약액이 흐를 정도로 충분히 경엽살포하였다. 최종 약제살포 후 0, 2, 3, 5, 7 및 10일 까지 연속하여 시료를 채취하였다. 채취한 시료는 즉시 실험실로 옮기고 변질된 잎을 제거한 후 세절하여 즉시 냉동시키고 이후 드라이아이스와 함께 믹서기에서 분쇄하여 분석전까지 -20℃ 이하에서 냉동 보관하였다. 시료 중 Profenofos의 잔류분석은 QuEChERS 분석법 (EN method)을 이용하여 시료를 전처리하고 C18으로 정제한 후 LC-MS/MS를 이용하여 정량분석하였다. 분석법의 검증을 위한 회수를 시험은 정량한계, 정량한계의 10배 및 시료 중 최고 잔류농도 수준과 같은 3개의 농도 수준에서 수행되었으며, 분석법의 회수율은 고수에서 67.0~94.8%, 방아 88.1~106.5%, 바질 82.3~108.0%로 나타났으며, 분석법의 정량한계는 0.01 mg/kg 이었다. 각 시료 중 Profenofos의 잔류량은 고수 2.26~13.52 mg/kg, 방아 0.30~8.34 mg/kg, 바질 0.77~8.44 mg/kg으로서 최종약제살포 후 시간이 경과함에 따라 시료 중 Profenofos의 잔류량은 빠르게 감소되는 것으로 나타났다. 이 결과를 바탕으로 각 허브 작물에서 Profenofos의 생물학적 반감기를 조사한 결과 고수에서 4.1일, 방아 2.0일 및 바질 2.9일로 나타났다. 본 연구의 결과는 허브류(고수, 방아, 바질) 중 Profenofos의 안전사용기준 및 잔류허용기준 설정을 위한 잔류농약에 대한 안전성 평가에서 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료 된다.

## QuEChERS 전처리법을 이용한 호박 및 해바라기 중 Alachlor 분석법 검토

오경열, 김진성, 강상우, 김진호

경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과

시험약제인 Alachlor는 chloracetanilide 계열의 제초제이며 작물의 일년생 풀과 광엽 잡초를 방제하는데 효과적이다. 하지만 호박 및 해바라기에 사용할 수 있도록 등록되어 있는 제초제는 2022년 기준 작물보호제 지침서에 의하면, 호박에 대하여 글루포시네이트-피, 글루포시네이트암모늄이 사용되며, 해바라기에 대한 제초제는 등록되어 있지 않아 다양하게 발생하는 잡초를 방제하기 위해 사용할 수 있는 제초제가 없는 실정이다. 본 연구는 소면적 재배 작물에 대한 농약잔류허용기준 및 안정사용기준을 설정하기 위해 실시 하였으며, 호박 및 해바라기에 대해 농약 잔류특성을 연구하여 안전성 평가의 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 시험 약제는 호박에 대하여 Alachlor 43.7% 유제, 해바라기에 대하여 Alachlor 5% 입제를 사용하였다.

Alachlor는 QuEChERS 전처리 방법으로 추출 및 정제 후 GC-MS 및 GC-MS/MS로 기기분석 하였다. 각 시험농약의 정량한계는 0.01 mg/kg 이었으며, 검량선에 이용된 표준용액은 0.001-0.100mg/kg 범위에서  $R^2 > 0.999$ 이었다. 분석법 신뢰성 확보를 위해 약제를 처리하지 않은 공시료에 정량한계, 정량한계의 10배 수준이 되도록 표준용액을 첨가하여 3반복 회수를 실험을 실시 하였다. 호박잎에 대한 Alachlor의 회수율은 106.4-110.2%, 호박에 대한 회수율은 107.7-113.6%, 해바라기에 대한 회수율은 98.1-115.3% 수준이었다. 변이계수(coefficient of variation, CV)는 모두 10% 이내로 분석법의 신뢰성을 확보하였다.



P-021

## 국내 노지고추 재배 농가의 농약사용 실태

하현영\*, 이승윤, 오홍규<sup>1</sup>, 이선욱<sup>1</sup>, 박주형<sup>1</sup>

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

<sup>1</sup>(사)한국농자재시험연구기관협회

고추에 대한 농약사용 실태조사는 2001년부터 2017년까지 4년주기로 5회 걸쳐 주산지역 농가를 대상으로 국립농업과학원에서 조사하였고, 2021년에는 전국 권역별로 (사)한국농자재시험연구기관 협회에서 농촌진흥청 공동연구사업으로 조사하였다. 2017년까지는 4~6개 시·군, 14~24농가를 조사였으며, 2021년에는 각 도별, 시군별 재배면적을 기준으로 비례층화추출법 통해 각 지역별 표본수를 설정하고 40개 시·군, 170농가 선정하여 조사하였다. 조사방법은 농가에 농약사용 기록장을 배부한 후 방문조사하였다.

연도별 단위면적당 농약사용량(ai, kg/ha)은 2001년 13.2kg, 2005년 12.5kg, 2009년 11.6kg, 2013년 10.8kg, 2017년 22.5kg, 2021년 11.4kg으로 조사되었으며, 평균 농약살포량은 13.7kg이었다. 2017년에는 기상 영향으로 인해 다른 해 보다 주성분 함유량이 많은 클로로탈로닐 75% 수화제 등 탄저병 방제농약을 다량사용하여 농약사용량이 증가하였다. 통계청의 농산물생산량조사 자료에 의하면 2017년 건고추의 10a당 생산량은 197kg으로 30년 전인 1987년 이래 두 번째로 적게 생산되었다.

단위면적당 사용량(ai, kg/ha)이 많은 상위 5개 농약은 2017년에는 Chlorothalonil(4.3kg) > Tbuconazole(0.8kg) > Popineb(0.7kg) > Mncozeb(0.7kg) > Fubendiamide(0.6kg)이었으며, 2021년에는 Chlorothalonil(2.1kg) > Propineb(1.5kg) > Mancozeb(1.1kg) > Tebuconazole(0.5kg) > Captan(0.3kg)으로 조사되었다. 5개 농약 모두 탄저병 적용대상 농약이며, 2017년 사용량이 2021보다 1.6kg 많았다.

농약살포횟수는 2005년 9회, 2009년 12회, 2013년 8회, 2017년 12회, 2021년 12회였다. 농약살포횟수는 농약 사용량과 크게 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 1회 살포할 때 혼용 살포한 농약의 갯수와 주성분 함량에 따라 농약 사용량이 결정되는 것으로 조사되었다.

## Validation of Analytical Method for Fluoxapiprolin Residue in Agricultural Products

Seoyoung Shin<sup>1</sup>, Young Bin Song<sup>1</sup>, Yu Seon Lee<sup>1</sup>, Jung Mi Lee<sup>2</sup>,  
Gui-hyun Jang<sup>2</sup>, Mi Ok Eom<sup>2</sup>, Soojung Hu<sup>1</sup>, Bonghyeon Nam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Food Standard Analysis Division, Seoul Regional Office of Food and Drug Safety, MFDS

<sup>2</sup>Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation, MFDS

Fluoxapiprolin is PiperidinyI thiazole isoxazoline-based fungicide that is known to be effective in controlling downy mildew due to its action as an oxidizing hormone-binding protein inhibitor(oxysterol-binding protein). In case of CODEX, Europe(EC), the United States(EPA), and Canada(PMRA), no standards have been set, but in Australia, the residue limit is set at 0.5 mg/kg for raisin product. In this study, the quantitative analysis method of Fluoxapiprolin in food and agricultural products was verified by the ministry of Food and Drug Safety.

Five agricultural products(mandarin, potato, soybean, hulled rice and pepper) group representatives were chosen for experiments. The sample preparation process was conducted in two steps with QuEChERS(quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe) method for making the extraction and purification process efficient. In order to extract, 1% acetic acid in acetonitrile was added and mixed thoroughly. After addition magnesium sulfate anhydrous and sodium chloride, followed by centrifugation. To remove the interferences in samples, purification was performed using dispersive solid-phase extraction(d-SPE) with anhydrous magnesium sulfate and primary and secondary amine(PSA) for 10 minutes before LC-MS/MS analysis using amide column. The linear standard calibration curves were confirmed showing r-square values higher than 0.99 (coefficient of determination with calibration range). Mean recovery rates for the Fluoxapiprolin tested ranged from 88.8 to 101.7%, and the RSDs were lower than 5.3% in all five representatives. These results are suitable for CODEX guideline for residue analysis(CAC/GL 40). In summary, the proposed method for determination of Fluoxapiprolin residue in foods could be included in the Korean Food Code for enabling the safety management of pesticides.

Keywords: Fluoxapiprolin, MFDS, pesticide residue, QuEChERS, CODEX guideline

Corresponding author: E-mail: ybsong78@korea.kr

P-023

## 소면적 재배작물 산초 중 살충제 Cypermethrin의 잔류특성

최성길\*, 김영진, 박진우, 김종환

안전성평가연구소 경남분소 환경안전성평가센터

산초는 산초나무의 열매로 예로부터 향신료나 전통적인 천연 치료약제로 일부 사용되었으나, 최근에는 소비자들의 소득과 생활수준의 향상으로 건강과 웰빙에 관심이 높아짐에 따라 건강식품으로 소비량이 늘고 있는 추세이다. 따라서 본 연구는 산초 중 살충제 cypermethrin의 잔류특성을 확인하여 잔류농약의 안정성을 평가하고자 수행하였다. 시험약제는 cypermethrin 5% 유제로 1000 배 희석하여 수확 전 30-21, 21-14, 14-7, 7-0일전에 각각 2회씩 경엽살포 후 수확 예정일에 일시 수확하였으며, 시료 전처리에는 QuEChERS(EN15662)법 및 d-SPE 정제 후 GC-MS/MS로 분석하였다. 분석법 정량한계(method limit of quantitation, MLOQ)는 0.01 mg/kg이었으며, 검량선의 결정계수( $R^2$ ) 값은 0.999 이상으로 우수한 직선성을 나타내었다. 회수를 시험은 MLOQ,  $10 \times$  MLOQ,  $200 \times$  MLOQ 수준( $n=5$ )으로 수행하였으며 평균 74.7%, 89.1%, 87.0% (RSD 11.6%, 2.0%, 2.6%)으로 회수를 허용범위 기준(70%-120%, RSD  $\leq 20\%$ )을 만족하였다. 저장안정성 시험은 0.1 mg/kg 수준( $n=3$ )으로 첨가한 후 냉동 조건 (-24 °C)에서 47일 보관 후 분석하였으며, 회수를 측정 결과 평균 84.7% (RSD 5.8%)으로 저장 기간 동안 안정하였다. 처리구별 잔류량은 최종 약제 살포 후 21일전 0.83 mg/kg, 14일전 2.48 mg/kg, 7일전 4.47 mg/kg, 0일전 6.38 mg/kg으로 산초에서 cypermethrin의 잔류량은 최종 약제 살포 후 시간이 경과함에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 산초에서 cypermethrin의 안전사용기준을 설정하는데 기초 자료로써 활용될 것으로 사료된다.

중심어(Keywords) : 산초, Cypermethrin, GC-MS/MS, 잔류성, 안전사용기준

연락처 E-mail : jjong@kitox.re.kr

## 작물체 중 제형 별 잔류양상 비교

김도현\*, 임종성, 강자균, 권지형, 김연식, 박현주, 조경원

한국삼공(주) 기술연구

작물보호제의 개발에서 제형은 약효 발현 및 잔류 양상에 영향을 주는 중요한 요인 중 하나이다. 다양한 형태의 제형 중에서 본 연구에 사용된 분산성액제(DC : Dispersible Concentrate)는 교질 상태의 제형으로서 물에 분산되는 형태이고, 액제(SL : Soluble Concentrate)는 액상으로서 물에 희석하였을 때 용해되는 형태로 정의된다. 특수용제를 이용하여 난용성 원제를 계면활성제와 함께 용해시켜 만든 제형인 분산성액제는 특수용제가 약제의 표면장력을 감소시켜 작물체의 wax 층을 녹여 약제 침투성이 우수할 것으로 예상되며, 물을 증량제로 사용한 액제보다 상대적으로 우수한 효과를 나타낼 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 동일 유효성분으로 제제화된 분산성액제와 액제 제형의 약제를 살포하였을 경우 작물체 중의 잔류 양상 차이를 비교하였다. 작물체(고추)에 대하여 희석배수 1,000배로 1회 경엽처리한 후 0일, 1일, 2일, 5일, 7일차 고춧잎 시료를 연속채취 하였다. 시료는 QuEChERS법을 이용하여 전처리한 후 LC-MS/MS로 분석하였다. 분석결과 고춧잎에 대한 잔류량은 분산성액제의 경우 3.66 ~ 8.60 mg/kg, 액제의 경우 2.85 ~ 8.34 mg/kg으로 나타났다. 분산성액제 제형을 처리하였을 때의 작물체 중 잔류량이 액제 제형을 처리하였을 때보다 높을 것으로 예상하였으나, 분석결과 거의 유사한 수준으로 유의차가 없는 것으로 나타났다. 또한 약제처리 후 시간의 경과에 따라 잔류량이 감소하는 양상도 두 제형에서 모두 동일하게 나타났다.

P-025

## 독활(땅두릅) 중 트리아졸계 살균제 Tebuconazole과 스트로빌루린계 살균제 Trifloxystrobin의 잔류특성

김한성\*, 고성림, 강신호

한국농업기술진흥원

Tebuconazole은 트리아졸계 살균제로 세포막 형성물질인 에르고스테롤의 생합성을 저해하여 살균효과를 나타내며, Trifloxystrobin은 스트로빌루린계 살균제로 병원균의 미토콘드리아 호흡을 억제하여 ATP 생성을 감소시키고 활성산소종의 생성을 증가시켜 살균효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 소면적 재배작물인 독활(땅두릅)을 대상으로 Tebuconazole과 Trifloxystrobin의 잔류성을 구명하여 농약 품목등록 자료 및 잔류농약의 안전성 평가를 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

본 연구에 사용된 대상작물은 재래종 독활이며, Tebuconazole 25% WP와 Trifloxystrobin 22% SC 농약을 각각 7일 간격 2회 경엽살포한 후, 0, 2, 3, 5, 7일차에 지상부를 채취하여 분석하였다. 독활 중 Tebuconazole과 Trifloxystrobin은 acetonitrile, magnesium sulfate, sodium chloride, sodium citrate tribasic dihydrate, sodium citrate dibasic sesquihydrate로 추출하여 원심분리 후 상등액을 LC/MS/MS를 이용하여 분석하였다.

Tebuconazole의 회수율은 95.5~118.4%이었다. Trifloxystrobin의 회수율은 80.1~100.2%이었고, Trifloxystrobin의 대사물 CGA321113의 회수율은 84.5~108.3%이었다. 농약에 대한 MLOQ(method limit of quantitation)는 모두 0.01 mg/kg이었고 검량선 상관계수( $r^2$ )는 >0.99이었다. Tebuconazole의 잔류량은 7일 간격으로 2회 약제살포 후 4.50~14.80 mg/kg 이었고, Trifloxystrobin의 합산잔류량은 7일 간격으로 2회 약제살포 후 2.00~15.99 mg/kg 이었다. 이것으로 소면적 재배작물인 독활에 대하여 Tebuconazole과 Trifloxystrobin의 안전성 평가에 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## LC-MS/MS를 이용한 케일 중 Etofenprox에 대한 생산단계 잔류소실특성 연구

안가을해, 오준경, 김재형, 이지은, 장희라\*

호서대학교 생명보건대학 식품제약공학부

케일 재배 환경에서 잎을 식해하여 농가에 큰 피해를 발생시키는 해충인 배추좀나방의 방제를 위하여 곤충신경계의 Na channel에 관여하며 신경전달을 방해하는 작용기작을 가진 pyrethroids 계 살충제인 etofenprox가 등록되어 사용되고 있다. 병해충 방제를 위하여 사용된 농약은 작물에 잔류하게 되므로, 유통단계에서 인체에 안전한 수준으로 잔류할 수 있도록 잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)을 설정하여 관리하고 있다. 정부에서는 유통단계에서 농약 잔류허용기준을 초과하는 부적합한 농산물의 출하 방지하고자 재배환경에서 잔류농약 안전관리를 위한 생산단계 잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit, PHRL)을 설정하고 있다. 본 연구는 생산 및 유통단계에서 잔류허용기준을 초과에 따른 부적합 빈도가 높은 케일 중 etofenprox에 대한 생산단계 잔류성 시험을 수행하여 생산단계 농약 잔류허용기준 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 시험포장은 시설재배 조건의 이천, 예산 및 평택의 3곳을 선정하였고, 대상 농약은 케일에 등록된 농약제품 중 critical GAP에 해당하는 etofenprox (20%, EC)를 선정하여 안전사용기준에 따라 살포하였다. 시료는 최종 약제 살포후 0, 1, 3, 5, 7, 10 및 14일차에 총 7회 채취하여 시료 전처리를 수행하였다. 정량분석법은 QuEChERS법을 적용하여 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)는 0.01 mg/kg, 평균 회수율 및 변이계수는 3개 농도 수준(LOQ, 10LOQ 및 MRL, n=3)에서 70~120%, 변이계수 20% 이내의 허용기준에 적합한 분석법을 확립하여 일자별 잔류량을 측정한 결과, 포장별 반감기는 각각 2.1일, 2.2일 및 2.3일, 감소상수는 각각 0.3154, 0.2942 및 0.2641이었다.

주제어(Key words) : 생산단계 잔류허용기준, 잔류농약, 케일, Pesticide, LC-MS/MS

교신저자 (Corresponding Author) : E-mail, hrchang@hoseo.edu

P-027

## Development of Isofetamid and its Metabolite Analytical Method in Agricultural Products using LC-MS/MS

Hye-Min Gwak\*, Ji-Yeon Bae, Da-Young Yun, WonJo Choe,  
Gui-Hyun Jang, Juno Jung, Miok Eom

Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food  
and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

The analytical method of isofetamid and metabolite GPTC is registered in the current Food Code(7.1.3.75). However, the pretreatment process such as cartridge purification and rotary evaporation after twice extractions using acetonitrile is complicated and takes a long time, so improvement is needed. Accordingly, to develop a simultaneous method that is rapid and accurate for isofetamid and metabolite GPTC using QuEChERS method and LC-MS/MS in brown rice, soybean, potato, mandarin, and pepper. The weighed sample of 10 g(rice and soybeans, wetted with 5 mL of water for 30 minutes) in 50 mL conical tube was added acetonitrile and QuEChERS extraction salts(EN15662 method). After, the mixture was centrifuged and purified with d-SPE(MgSO<sub>4</sub>, C<sub>18</sub>). The limit of quantification(LOQ) was 0.01 mg/kg for establishing the analytical method. The recovery test was performed at the concentration of LOQ, 10LOQ, and 50LOQ(n=5). The linear correlation coefficients were  $\geq 0.99$  with linearity concentrations range of 0.002~0.1 mg/kg. The mean recoveries were 79.0~119.4%, with coefficients of variation  $\leq 7.3\%$  in intra-lab that was acceptable in MFDS guidelines. The recovery test of inter-lab had performed at the concentration of LOQ, 10LOQ, and 50LOQ(n=3) that were mean recovery in the range of 84.3~113.8%, with coefficients of variation  $\leq 17.7\%$ . This analytical method can be used for the safety management of pesticide residues in agricultural products by establishing efficient methods.

## 메밀 중 Mancozeb의 잔류특성

황준혁\*, 김용범, 송채린, 이지윤, 임양빈, 경기성<sup>1</sup>

충북대학교 환경자원분석센터

<sup>1</sup>충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

이 연구는 메밀의 mancozeb 75% WP의 경시적 변화에 따른 잔류량 변화를 확인하기 위하여 수행 하였다. 시험농약인 살균제 mancozeb 75% WP을 500배 희석하여 수확일 기준으로 40-30일 전, 40-30-21일 전, 30-21-14일 전, 21-14-7일 전 간격으로 메밀에 살포하였다. 최종 약제 살포 후 처리구별로 메밀을 수확하고 풍건한 후 시료를 마쇄하였다. 마쇄한 시료 중 메밀의 mancozeb는 2 Na-EDTA(0.25 M), NaOH(0.45 M) 및 L-Cysteine을 증류수 1,000 mL에 녹여 조제한 추출용매로 10 mL 첨가하여 1시간 흡윤화 후 acetonitrile 10 mL 및 dimethyl sulfate 0.05 mL을 가하여 진탕 추출하여 유도제화한 다음 4 g MgSO<sub>4</sub>, 1 g NaCl, 1 g Trisodium citrate dihydrate, 0.5 g Disodium hydrogencitrate sesquihydrate을 넣고 진탕 추출하였다. 추출물을 원심분리한 후, 상등액 0.5 mL와 acetonitrile 0.5 mL을 혼합하고, 대사체인 ETU는 시료 50 g에 methanol 100 mL를 첨가하여 진탕 추출하였다. 추출물을 감압 여과, 농축한 후 methanol 100 mL에 용해하여 상등액 0.5 mL와 methanol 0.5 mL을 혼합하여 각각 PTFE 0.2  $\mu$ m필터로 여과한 후 LC-MS/MS로 분석하였다. Mancozeb와 ETU의 정량한계는 모두 0.01 mg/kg 이었으며, 메밀의 mancozeb와 ETU의 회수율은 각각 103.8-112.3%와 76.2-100.5%로 양호하였으며, 메밀 중 mancozeb 최대잔류량은 40-30일 처리구에서 0.14 mg/kg, 40-30-21일 처리구에서 0.32 mg/kg, 30-21-14일 처리구에서 3.52 mg/kg, 21-14-7일 처리구에서 28.68 mg/kg이었다. 메밀의 잔류량은 최종 약제 살포 후 경시적으로 소실되는 것으로 사료된다.

중심어 : mancozeb, 유도제화, QuEChERS법, 메밀, 잔류농약, 감소

저자 연락처 : E-mail: cococohjk@naver.com



P-029

## Phorate와 Fluopyram의 토양 잔류 양상과 상추로의 이행

김찬섭\*, 박지호, 손경애, 이상협, 권혜영

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

Phorate와 fluopyram의 토양 중 잔류 양상과 작물로의 이행 수준을 확인하기 위하여 시설 하우스 토양에 포레이트 5% 입제와 플루오피람 40% 액상수화제를 유효성분으로 각각 4.0 mg/kg와 0.6 mg/kg 수준이 되도록 처리하였다. 농약 처리 68일 후 상추를 정식하고 정식 후 20, 27, 34일에 상추를 포기째 수확하였고, 토양과 토양용액을 상추 수확 무렵까지 12회 채취하였다. 시료의 분석에는 LC-MS/MS를 사용하였으며, 분석대상 성분은 두 모화합물과 phorate의 주요 대사물질 5종을 포함하였다. 토양 중 phorate의 잔류수준은 처리 7일 후 0.02 mg/kg 이하로 감소하였고, phorate oxon과 phorate oxon sulfoxide, phorate oxon sulfone의 생성수준은 0.02 mg/kg 미만이었다. 토양 중 주요 대사산물인 phorate sulfoxide와 phorate sulfone의 최고 생성농도는 처리 14일에 각각 1.46 mg/kg과 0.47 mg/kg이었으며 두 성분 각각의 반감기는 15일과 13일이었다. 상추 재배 기간 중의 phorate sulfoxide와 phorate sulfone의 토양 중 농도는 각각 0.033-0.086 mg/kg과 0.007-0.013 mg/kg이었고, 토양용액 중 농도는 각각 0.3-1.1 µg/L와 0.9-1.5 µg/L이었으며, 상추 중 phorate의 전체 잔류량은 0.002 mg/kg 이하였다. 상추 재배기간 동안의 fluopyram의 토양과 토양용액 중 잔류수준은 각각 0.30-0.40 mg/kg과 1.7-8.8 µg/L이었으며, 상추 중 fluopyram의 잔류량은 0.039-0.058 mg/kg으로 재배기간의 경과에 따라 증가하는 경향이였다. 이상의 결과는 토양과 토양용액 중 농약성분의 잔류 양상과 작물로의 이행의 상관성에 관한 정밀한 연구가 필요하다는 것을 시사한다.

## 농약 무인항공기(멀티콥터) 살포 시 전착제 첨가에 따른 이삭, 줄기, 현미 시료 중 tricyclazole의 잔류 양상 비교

백재운\*, 은혜란, 이윤희, 김수민, 이예진, 신용호

동아대학교 응용생명과학과

최근 농업인구의 감소 및 농촌 고령인구 증가로 인해 농업방제, 파종, 작물 수확 등 농작업에 고충을 겪고 있다. 이에 농약 무인항공기(멀티콥터)를 이용한 농약 항공살포의 수요가 늘어나고 있으나, 항공살포 시 비산에 의한 주변 농지의 비의도적 농약 잔류 가능성이 제기되고 있다. 따라서 본 연구를 통하여 비산 저감을 위한 전착제 첨가에 따른 이삭, 줄기, 현미 시료 중 tricyclazole의 잔류 양상을 비교하였다. 시험 장소는 전북 부안군 하서면 장신리와 충남 서천군 화양면 추동리의 수도작으로 지정하였으며, 시험 약제는 tricyclazole 8% 액상수화제를 사용하였다. 각 처리구는 8배 희석한 살포액에 전착제 LE846 (A), Laytrone (B) 및 전착제 미포함 처리구(C)와 tricyclazole 8% 액상수화제를 10.7배 희석한 살포액에 전착제 Gondor (D) 및 전착제 미포함 처리구(E)로 설계하였다. 각각 고도 3 m, 비행속도 11 km/h, 토출량 13 mL/s의 살포조건으로 안전사용기준에 따라 3회 항공살포하였다. 초기 부착량을 확인하기 위해 최종 살포 후 0일 차에 시료를 수확하여 자연 건조 후 난알을 탈곡하여 이삭 및 줄기로 나누어 마쇄하였다. 실제 수확기 시료의 잔류량을 확인하기 위해 추수철인 21일 차에 시료를 수확하여 자연 건조 후 난알을 탈곡하고 현미로 정미하여 마쇄 후 전처리 전까지 -20° C의 온도에서 냉동 보관하였다. 잔류량 측정을 위한 검량범위는 1.25-250 ng/mL이었으며, 검량선의 상관계수( $r^2$ )는 0.99 이상이었다. 이삭과 줄기 시료에서 tricyclazole의 평균 잔류량은 부안 포장에서 A, B, C, D, E 각각 1.47, 2.19, 0.45, 0.52, 0.40 mg/kg(이삭), 4.03, 6.52, 1.00, 1.41, 0.67, 9.03 mg/kg(줄기)이었다. 서천 포장에서의 잔류량은 A, B, C, D, E 각각 1.64, 2.54, 0.48, 0.67, 0.41 mg/kg(이삭), 4.75, 6.10, 1.07, 2.06, 0.86 mg/kg(줄기)로, 두 포장 모두 전착제를 첨가한 처리구에서 잔류량이 증가하는 경향을 보였다. 현미 시료 중 최대 잔류량은 부안 포장에서 A, B, C, D, E 각각 0.06, 0.11, 0.02, 0.02, 0.02 mg/kg이며, 서천 포장에서는 A, B, C, D, E 각각 0.11, 0.18, 0.03, 0.05, 0.02 mg/kg로 전착제 사용 시에도 수확 예정일에는 MRL인 0.7 mg/kg 미만으로 검출되는 것을 확인하였다. 드론을 이용한 항공살포 방법을 실제로 적용하여도 출하 및 유통과정에서 작물을 안전한 수준으로 관리할 수 있을 것으로 사료된다.

P-031

## Chlorantraniliprole과 Terbufos의 토양 잔류 특성과 상추로의 이행

박지호\*, 김찬섭, 손경애, 이상협, 이희동

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

Chlorantraniliprole과 terbufos의 토양 중 잔류 특성 및 작물로의 이행 양상을 확인하기 위하여 시설 하우스 경작지에서 chlorantraniliprole 4% 수화제와 terbufos 5% 입제를 10 m<sup>2</sup>의 처리구에 각각 유효성분으로 0.15 mg/kg, 1.8 mg/kg 수준이 되도록 처리하였다. 약제 처리 68일 후 경운 및 비닐 멀칭을 한 뒤 상추를 정식하였고, 정식 후 20, 27, 34일차에 상추를 포기째 수확하였다. 토양 및 토양수 시료는 대상 농약의 경시적 잔류농도 변화 양상 확인을 위한 목적에 맞게 채취하였다. 모든 시료는 LC/MS/MS로 분석하였으며, chlorantraniliprole과 대사산물인 IN-EQW78, terbufos와 주요 대사물질 5종에 대하여 잔류 농약 분석을 수행하였다. 토양 중 terbufos의 잔류수준은 처리 3일 후 1.41 mg/kg 수준에서 상추정식 시점에는 0.001 mg/kg 미만으로 감소하였고, terbufos sulfone과 terbufos oxon sulfoxide의 최고농도는 각각 0.015 mg/kg과 0.052 mg/kg이었다. 토양 중 생성량이 많았던 terbufos sulfoxide와 terbufos oxon sulfone의 최고 생성농도는 처리 3일에 각각 0.86 mg/kg과 0.23 mg/kg이었으며 두 성분 각각의 반감기는 24일과 25일이었다. 상추 재배기간 중의 terbufos sulfoxide와 terbufos oxon sulfone의 토양 중 농도는 각각 0.057-0.099 mg/kg과 0.013-0.025 mg/kg이었고, 토양용액 중 농도는 각각 0.5-2.8 µg/L와 0.1-0.9 µg/L이었으며, 상추 중 terbufos의 전체 잔류량은 정량한계(0.002 mg/kg) 미만이었다. 상추 재배기간 동안의 chlorantraniliprole과 대사산물 IN-EQW78의 토양 중 잔류수준은 각각 0.07-0.08 mg/kg과 0.02-0.03 mg/kg이었고, 토양용액의 잔류수준은 각각 4.5-4.9 µg/L와 0.1-0.6 µg/L이었으며, 상추 중 chlorantraniliprole의 전체 잔류량은 0.007-0.002 mg/kg 수준으로 채취 시기에 따라 감소하는 경향을 보였다. 연구 결과를 종합하여 보았을 때, 토양과 토양 용액 중 시험 농약의 잔류 양상과 작물로의 이행과의 상관관계에 관한 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

## 노니 과실 중 살충제 Acetamiprid의 잔류특성

김소진<sup>1\*</sup>, 김지원<sup>2,3</sup>, 허수형<sup>1</sup>, 김창숙<sup>1,2,3</sup>, 부경환<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 생명공학부

<sup>2</sup>제주대학교 아열대·열대생물유전자은행센터

<sup>3</sup>제주대학교 농생명소재안전성센터

Acetamiprid는 neonicotinoid 계열 살충제로 신경전달물질 수용체의 차단을 통해 살충작용을 일으켜 과수나 채소에 발생하는 총채벌레류, 진딧물류 등의 방제에 사용되고 있다. 본 연구는 시설 재배 노니 과실 중 acetamiprid의 잔류특성을 구명하여 농약 품목등록 및 식품안전성 평가를 위한 기초자료를 확보하고자 수행하였다. Acetamiprid 잔류량은 시험약제(acetamiprid 8% 수화제) 2,000배 희석액을 노니에 수확일을 기준으로 0일과 7일전에 2회 살포한 후 0일, 7일, 14일 및 21일이 경과하였을 때 수확한 시료를 대상으로 분석하였다. 노니의 acetamiprid는 QuEChERS kit를 이용해 추출 및 정제하였으며, LC-MS/MS를 이용하여 분석하였다. 잔류분석법의 유효성은 2가지 수준(0.01, 0.10 mg/kg)의 회수율을 분석하여 평가하였고, 분석법의 정량한계는 0.01 mg/kg이었으며 수준별 회수율 평균은 각각  $84.9 \pm 3.3$  및  $93.7 \pm 4.3\%$ 로 모두 유효 회수율 범위인 70-120%에 포함되었다. 약제처리 시험구 노니의 acetamiprid 최대잔류량은 최종 약제 살포 후 0일차 시료에서 0.16 mg/kg로 가장 높게 나타났고, 시간이 경과할수록 감소하여 7일차 시료에서는 0.14 mg/kg, 14일차 시료에서는 0.10 mg/kg, 21일차 시료에서는 0.09 mg/kg으로 나타났다. 따라서 MFDS의 유사 농산물 중 오디의 acetamiprid의 잔류허용기준(0.6 mg/kg)에 근거하여 볼 때, acetamiprid 8% 수화제는 노니 수확 7일 전 2회 살포까지 안전한 것으로 판단되었다.

P-033

## 토양 특성에 따른 Phorate Sulfone 및 Phorate Sulfoxide의 흡·탈착 특성

김도, 김택겸, 김세인, Anirrudha Sarker, 정원태\*

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

Phorate는 주로 입체 형태로 토양에 처리하는 유기인계 살충제이며, 토양에서 sulfone과 sulfoxide 형태의 대사물질이 생성된다. 이 대사물질들은 모화합물보다 극성이 증가하는 화학적 특성을 갖기 때문에 토양 중 수분과 함께 확산될 가능성이 있으나 관련 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Phorate 대사물질들의 토양 중 잔류 추이를 관찰하고 저감화 방안을 강구하고자 토성에 따른 흡·탈착 특성을 조사하였다. 시험에 사용한 토양은 사양토와 양토였으며, 흡탈착 특성조사는 OCED 가이드라인 106을 준수하여 수행하였다. 토양 중 대사물질들의 잔류량 분석은 LC-MS/MS를 이용하였다. Phorate sulfone 및 sulfoxide의 토양 흡착률은 각각 사양토 21.8% 및 14.4%, 양토 28.2% 및 17.9%이었으며, 사양토보다 양토에서의 흡착률 상대적으로 높았다. 이 결과를 이전 연구에서 확인된 모화합물 Phorate의 흡착률(사양토 및 양토에서 각각 41.0% 및 60.0%)과 비교하면, 대사물질들의 토양 흡착률은 현저히 낮은 것으로 확인되었다. 대사물질들의 토양 탈착률은 각각 사양토 53.1% 및 74.9%, 양토 56.6% 및 77.0%로 흡착률에 비해 2배 이상 탈착되는 것으로 확인되었다. 이러한 흡탈착 결과는 Phorate 대사물질들의 토양 입자와 흡착특성이 낮고, 토양 중 수직이동성과 식물체 흡수 이동성이 높을 가능성을 갖는 것으로 보여진다. 그러나 Phorate 대사물질들의 정확한 이동성 구명을 위해서는 추가적인 환경 잔류특성 연구가 필요할 것으로 사료된다.

색인어: Phorate, phorate 대사물질, 흡탈착

연락처 : E-mail, shewaspretty@korea.kr

## 잔류농약 분석과정 중 실험기자재(저울 및 피펫)에 대한 측정불확도 추정 연구

윤지현, 권혜영, 노현호, 최정윤, 정원태

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

측정불확도는 측정 또는 분석값이 도출되는 과정에서 발생할 수 있는 오차를 통계적으로 정량화하는 것을 의미한다. 잔류농약분석은 농약 잔류량을 측정하여 농식품 안전성을 평가하는 것으로 잔류농약분석의 분석적 오류는 사회적, 경제적 피해 등을 유발할 수 있기 때문에 분석에 대한 전문성 및 신뢰성이 요구된다. 측정불확도는 국제기구들에 의해 분석적 오류를 최소화하고 신뢰성을 부여하기 위해 정립된 수단으로 국제표준규격화되어 활용되고 있다. 그러나 화학분야에서 주로 사용하는 ISO GUM(Guide to the expression of uncertainty in measurement) 98-3 기반의 상향식 측정불확도 추정법은 그 추정 절차가 매우 까다롭고 복잡하다는 단점이 있다. 따라서, 접근성 및 활용성을 높이기 위해 측정불확도 추정 단계를 간소화하는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 잔류농약 분석과정 중 발생하는 측정불확도 요인을 선별하고 실험기자재에서 발생하는 불확도 수치를 산출하여 간소화 연구를 위한 기초자료를 확보하고자 하였다. 잔류농약 분석과정 중 측정불확도의 주요 요인은 표준물질, 검량선, 실험기자재(피펫 및 저울 등) 및 분석장비(크로마토그래피-질량분석기) 등인 것으로 확인된다. 이 중 실험기자재 중 측정에 많이 사용되는 피펫과 저울에 대한 측정불확도 연구를 수행하였다. 피펫과 저울의 측정불확도 산출을 위해 반복성, 온도 및 물의 팽창계수를 반영하여 표준불확도 및 상대표준불확도를 산출하고 비교하였다. 동일한 피펫의 용량을 조절하여 사용하는 경우, 적은 용량을 사용할 때 큰 불확도가 발생하였고 저울의 경우, 분해능이 작을수록 큰 불확도가 발생되는 것으로 확인되었다. 이는 실험기자재에서 발생하는 불확도는 피펫의 적정용량과 분해능이 높은 저울을 사용하는 것이 최소화할 수 있음을 나타낸다. 그러나 실험기자재의 측정불확도가 최종 잔류량 분석 결과에 미치는 영향을 정확히 파악하기 위해서 다른 매개변수와 비교 등의 추가적인 연구가 필요하다.

색인어: 잔류농약분석, 측정불확도, ISO GUM 98-3

연락처 : E-mail, shewaspretty@korea.kr

P-035 >>

## Study on Behavior of Phorate, Terbufos and its Metabolites in Various Environmental Soil Conditions by using Soil Column

Aniruddha Sarker\*, Se-In Kim, Won-Tae Jeong

Residual Chemical Assessment Division, Dept. of Agro-food Safety and Crop Protection,  
National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration,  
Jeollabuk-do 55365, Republic of Korea

Pesticide leaching and distribution in the soil layers was influenced by various factors such as addition or removal of organic matter and irrigation water. In this study, the role of organic matter removal by  $H_2O_2$  treatments and two different irrigation rate such as 5 ml/day (recommended rate) and 10 ml/day (double rate) was evaluated using a laboratory soil column test. Briefly, two sets of columns used, one control and one  $H_2O_2$ -treated, with two different irrigation rates during leaching and distribution of phorate and terbufos. This 30-day long study found that phorate and terbufos were mostly distributed in the top 0-10 cm soil layer of columns. Additionally, no pesticide was found after 30 days of leachate collection both for 5 ml/day and 10 ml/day irrigation rates; trace amounts of phorate (1.3  $\mu\text{g/L}$  to 1.9  $\mu\text{g/L}$ ) was detected only in  $H_2O_2$ -treated soil columns compared to control. On contrary, terbufos levels ranged from 13.9 to 29.9  $\mu\text{g/L}$  in control columns and 6.7 to 15.4  $\mu\text{g/L}$  in  $H_2O_2$  treated soil columns, respectively. The removal of organic matter in soil column by  $H_2O_2$  causes persistence of pesticides. The transformation rate of metabolites from parent phorate and terbufos was higher in control compared to  $H_2O_2$  treated columns. In conclusion, phorate and terbufos was restricted within top soil layer (0-10 cm), with a higher levels of metabolites in control, and no pesticide was found in leaching water during soil column test.

Keywords: Pesticide leaching; Column test;  $H_2O_2$  treatment; Irrigation rates

Corresponding author: E-mail, shewaspretty@korea.kr

## 잔류농약분석 정도관리에 활용하기 위한 잔류농약 분석용 양배추 시료 제조방법 연구

김세인\*, 정원태, 이효섭, 김향희, 김택겸, 권혜영

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

농약의 잔류허용기준이 강화됨에 따라 분석결과의 신뢰성 확보가 요구되고 있어, 이에 따른 효율적인 관리체계인 정도관리의 중요성이 강조되고 있다. 잔류농약분석 정도관리는 주로 분석기관 대상 숙련도 시험을 통해 이루어지며, 숙련도 시험 평가를 위해서는 ISO 17034(표준물질생산) 기준에 준하는 방법으로 제조된 정도관리용 분석시료가 필요하다. 본 연구에서는 잔류농약분석 정도관리를 위한 잔류농약 다성분 분석용 양배추 시료의 제조기술을 개발하고자 하였다. 시료 제조를 위하여 양배추를 마쇄하고 blanding한 다음, 분석대상 농약 7종 (Flonicamid, Chlorpyrifos, Dicofol, Fluopyram, Chlorfenapyr, Fenarimol, Cypermethrin)의 표준용액을 0.05~0.15mg/kg에 해당하는 농도로 처리하였고 6시간동안 균질화 작업을 수행하였다. 균질화된 양배추 시료는 각각 100 g씩 제약병에 소분하였다. 제조된 시료의 검증을 위해 무작위로 10개의 시료병을 선정하여 잔류농약분석을 수행하였다. 국제표준규격 ISO 13528의 통계처리 방법에 따라 균질성을 측정하였으며, 그 결과 시료병 내 표준편차( $S_w$ )는 0.00314~0.03593이었고, 시료병간의 표준편차( $S_b$ )는 0~0.02730으로 제조된 시료의 농약 성분들이 균질하게 제조된 것으로 판단되었다. 또한 안정성 평가를 위해 냉장 및 냉동조건에서 8일간 3회씩 분석을 수행한 결과, 처리된 모든 농약성분들은 안정한 것으로 나타났다. 본 연구에서 제조된 잔류농약 분석용 양배추 시료는 숙련도시험에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

색인어: 정도관리, 숙련도시험, 잔류농약분석, ISO 13528

연락처: E-mail, shewaspretty@korea.kr



P-037

## Phorate 및 대사산물 5종의 상추 재배 토양 중 잔류양상

우정옥\*, 이상협\*, 권혜영, 류지혁, 이지원

국립농업과학원 잔류화학평가과

유기인계 살충제로 토양 해충 방제약으로 사용되고 있는 농약인 phorate는 살충효과가 우수하고, 속효성이 있으며 적용 작물 및 해충의 범위가 넓어 많이 사용하고 있다. 하지만, 최근 들어 terbufos와 더불어 phorate의 잔류량 초과 부적합 농산물이 많이 발생되고 있다. 따라서, 본 연구는 phorate의 토양 잔류양상을 파악하여, 부적합 농산물의 원인을 찾고자 하였다. 시험 농약(phorate 5% 입제)은 안전 사용기준(6 kg/10 a)으로 상추 정식 전 토양 혼화 처리하였으며, 연중 1회 살포 및 연중 2회 살포에 따른 잔류양상을 비교하였다. 총 2 포장시험을 수행하였으며, 첫 약제 살포 일을 0일을 기준으로 총 16회(105일 차) 토양 시료를 채취하여 경시적인 잔류양상을 확인하였다. 그 결과, 연중 1회 살포한 처리구의 최고 잔류농도는 5.64 mg/kg이었으며, 105일 차에는 0.04 mg/kg이었다. 반면에 연중 2회 살포한 처리구는 105일 차에 0.76 mg/kg로 나타났다. 105일 차 기준으로 연중 2회 살포한 처리구가 1회 살포 처리구보다 19배 높았다. 연중 2회 처리 시 토양에 누적이 되는 잔류양상이 나타났다. 모든 처리구에서 phorate 모화합물의 반감기는 8.5~16.1일로 나타나 빠르게 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 모화합물이 빠르게 감소되는 만큼 대사산물 -sulfoxide 및 -sulfone이 증가하는 양상이 나타났다. 나머지 3종인 -oxon, -oxon sulfoxide는 초기에만 검출되었으며, -oxon sulfone의 경우 모든 시료에서 검출되지 않았다. 이는 JMPR 보고서에서도 위의 결과와 같이 나타나, 본 연구 결과가 타당한 것으로 판단된다. 최종적으로 105일 차에서는 연중 1회 살포 처리구에서는 모화합물이 8% 수준으로 분포하며, -sulfoxide 15%, -sulfone 83%로 분포하였다. Phorate의 경우 -sulfoxide에서 -sulfone으로 변환이 빠른 것으로 나타났다. 반면에 연중 2회 살포 처리구에서는 모화합물이 30% 수준으로 분포하며, -sulfoxide 25%, -sulfone 51%로 분포하여, 2회 살포로 인한 누적으로 모화합물의 분포비율이 1회 처리보다 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 하지만 1회 처리의 양상과 같이 -sulfone이 높은 비율로 분포하였다. 따라서, phorate 모화합물은 토양에서 잔류성이 낮지만, 대사산물이 대부분 잔류하는 것으로 나타났으며, 연중 살포 횟수가 증가할수록 토양 중에 누적이 되는 것으로 보였다.

Keywords: Phorate, 대사산물, 토양, 잔류양상

Corresponding author: 이상협, sanghyeob0105@korea.kr

## Terbufos 및 대사산물 5종의 상추 재배 토양 중 잔류양상

이지원\*, 이상협\*, 권혜영, 류지혁, 우정옥

국립농업과학원 잔류화학평가과

Terbufos는 유기인계 살충제로 거세미나방, 땅강아지, 벼룩잎벌레 등 토양 해충 방제 약제로 사용되고 있다. 토양 해충 방제약이므로 입제 제형이며 토양에 살포한다. 유기인계 살충제로 살충효과가 우수하고, 속효성이 있으며 적용 작물 및 해충의 범위가 넓어 많이 사용하고 있다. 하지만, 최근 들어 terbufos 잔류량 초과 부적합 농산물이 많이 발생되고 있다. 따라서, 본 연구는 terbufos로 인한 부적합 농산물 발생 원인을 파악하고자, terbufos 및 대사산물 5종의 토양 중 잔류양상을 확인하였다. 시험 농약(terbufos 3% 입제)은 안전사용기준(6 kg/10 a)으로 상추 정식 전 토양 혼화처리 하였으며, 연중 1회 살포 및 연중 2회 살포에 따른 잔류양상을 비교하였다. 총 2 포장시험을 수행하였으며, 첫 약제 살포 일을 0일을 기준으로 총 16회(105일 차) 토양 시료를 채취하여 경시적인 잔류양상을 확인하였다. 그 결과, 연중 1회 살포한 처리구의 최고 잔류농도는 4.93 mg/kg이었으며, 105일 차에는 0.13 mg/kg이었다. 반면에 연중 2회 살포한 처리구는 105일 차에 0.37 mg/kg로 나타났다. 105일 차 기준으로 연중 2회 살포한 처리구가 1회 살포 처리구보다 2.8배 높았다. 모든 처리구에서 terbufos 모화합물의 반감기는 5.7~11.9일로 나타나 빠르게 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 모화합물이 빠르게 감소되는 만큼 대사산물  $\gamma$ -sulfoxide 및  $\gamma$ -sulfone이 증가하는 양상이 나타났다. 나머지 3종인  $\gamma$ -oxon,  $\gamma$ -oxon sulfoxide는 초기에만 검출되었으며,  $\gamma$ -oxon sulfone의 경우 모든 시료에서 검출되지 않았다. 이는 JMPR 보고서에서도 위의 결과와 같이 나타나, 본 연구 결과가 타당한 것으로 판단된다. 최종적으로 105일 차에서는 연내 1회 및 2회 살포처리구 모두 모화합물 8~14% 수준으로 분포하며  $\gamma$ -sulfoxide 54~69%,  $\gamma$ -sulfone 30~39% 수준으로 분포하였다. 따라서, terbufos 모화합물은 토양에서 잔류성이 낮지만, 대사산물이 대부분 잔류하는 것으로 나타났다.

Keywords: Terbufos, 대사산물, 토양, 잔류양상

Corresponding author: 이상협, sanghyeob0105@korea.kr

P-039

## LC-MS/MS를 이용한 오이, 포도에서 Florylpicoxamid와 대사물질 X12485649 분석법 정립

민선희\*, 이재근, 여인영, 김현준, 조지미, 김현태

국립농산물품질관리원 전남지원

국내 주요 농산물은 PLS(Positive List System)제도를 시행하는 일본, EU(유럽연합)와 Zero-tolerance를 시행하는 미국, 대만으로 수출되고 있으며, 해당 국가들의 엄격한 잔류농약 검사기준을 통과하기 위해서는 지속적으로 개발되고 있는 신규농약에 대해 낮은 수준의 농도까지 신속 정확하게 검출해 내는 분석법 확립이 요구된다.

2021년 등록 농약인 Florylpicoxamid는 병원균의 호흡 저해를 통해 에너지 생성을 방해하여 살균 효과를 나타내는 신규 Picolinamide 계통의 농약으로 탄저병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병 방제를 위해 오이, 포도, 고추 등에 사용되고 있으며, 예방 및 치료효과가 뛰어나 향후 사용량 증가가 예상된다.

최근 전남지역 수출 농산물에서도 해당 농약이 검출되고 있어 본 연구에서는 우리나라 주요 수출 품목인 오이, 포도에 사용되는 Florylpicoxamid와 대사물질인 X12485649 농약에 대한 분석법을 확립하여 국내 및 수출 농산물의 안전 관리를 강화하고자 수행되었다.

시료의 추출 및 정제방법은 QuEChERS법을 이용하였고, LC-MSMS로 기기분석 하였다. 분석을 위한 검출한계는 (0.5-1.43)µg/kg 수준이었고 분석 정량한계는 (1.5-4.3)µg/kg 범위로 나타났으며, 분석 대상 성분의 직선성은 (1-100)µg/kg 범위에서  $R^2 > 0.99$ 이었다. Florylpicoxamid의 회수율은 저농도(10µg/kg)에서 107.6%~111.9%, 중농도(50µg/kg)에서 102.1%~115.7%, 고농도(100µg/kg)에서는 98.8%~116.0%의 수준이었고, 대사물질인 X12485649의 회수율은 저농도(10µg/kg)에서 105.3%~116.0%, 중농도(50µg/kg)에서 104.6%~116.2%, 고농도(100µg/kg)에서는 105.1%~117.3%의 수준이었으며, 각 성분의 상대표준편차는 4.6% 이하로 20% 이내의 기준을 만족하였다. 본 연구를 통해 QuEChERS 전처리와 LC-MSMS를 이용한 Florylpicoxamid와 대사물질인 X12485649 농약의 분석법이 다성분 동시분석에도 적용 가능성을 확인하였으며, 국내 및 수출 농산물 안전관리에 효과적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

## Quercetin의 배추 검은썩음병 방제약효 및 잔류평가

박소현<sup>\*,1</sup>, 김진성<sup>1</sup>, 강상우<sup>1</sup>, 김광민<sup>1</sup>, 오경열<sup>1</sup>, 곽연식<sup>2</sup>, 김진호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 환경생명화학과

<sup>2</sup>경상국립대학교 농업생명과학연구원(IALS) 식물의학과

Gram-negative 균인 *Xanthomonas campestris*는 배추, 양배추, 콜라비, 무 등 다양한 작물에서 검은썩음병을 유발하는 원인균으로 큰 피해를 유발하지만, 현재 배추 검은썩음병을 방제하기 위해 등록된 약제가 없어 방제가 어려운 실정이다. Quercetin은 양파, 토마토, 케일 등 다양한 식물에서 유래하는 flavonoid 성분으로 *X. campestris*, *Escherichia coli*와 *Xylella fastidiosa* 등 다양한 균에 대한 항균활성이 보고되었으며, 특히 *X. campestris*의 경우 우수한 살균활성이 확인되었다. 따라서, 본 연구에서는 quercetin의 검은썩음병에 대한 약효 및 엇갈이 배추 중 잔류특성 평가를 통해 배추 검은썩음병 방제 약제로서 활용 가능성을 확인하였다. 약효평가는 유묘기 엇갈이 배추를 대상으로 실시하였으며, quercetin을 처리하지 않은 무처리구의 검은썩음병 이병주율은 32.5%이었고 500 mg L<sup>-1</sup> quercetin을 처리한 엇갈이 배추에서는 검은썩음병이 15.3% 발병되어 59.1%의 방제가가 확인되었다. Quercetin의 엇갈이 배추 중 잔류 반감기는 500 mg L<sup>-1</sup>, 1000 mg L<sup>-1</sup> 처리구에서 각각 10.8일과 9.9일로 나타나 배추 검은썩음병 방제 시 잔효성이 우수할 것으로 예측되었다.

P-041

## GC-MS를 이용한 Metaldehyde의 분석법 밸리데이션

송보미, 박종일, 황용열, 신다연, 손지영, 백수빈, 양민우,  
문혜진, 김다혜, 박윤희, 이해연, 노동주, 최정호\*

한국환경공단 환경안전지원단 화학물질시험처

Metaldehyde는 acetaldehyde의 중합체로서 살충효과가 있으며 특히 연체동물 (민달팽이, 달팽이, 기타 복족류)에 효과가 있다. Metaldehyde는 다양한 제형 (pellet, liquid spray, dust, granules 등)의 살충제 및 농약으로 판매되고 있다. Metaldehyde를 시험물질로 선정하여 담수조류 성장저해시험에 조류 (*Pseudokirchneriella subcapitata*)를 시험물질에 지수식으로 72시간 노출시켰다. 본 연구에서는 시험기간 동안 시험용액에 함유된 Metaldehyde의 농도를 분석을 위해, GC-MS를 이용하여 분석법 밸리데이션을 통해 해당 분석법의 적정성을 검증하고자 하였다. Metaldehyde의 precursor ion은 176.2이며 product ion 중 45.0을 이용하여 정량하였다. 밸리데이션 항목은 특이성, 직선성, 정밀성, 정확성, 정량한계, 검출한계를 수행하였다. 직선성 시험 결과 0.1 ~ 10.0 mg/L에서 회기상수 ( $R^2$ ) 0.9996의 결과를 얻었으며, 정확성에서는 상대오차(relative error, RE) 4.40 % (0.5 mg/L), 5.98 % (5.0 mg/L)를 얻었다. 정밀성은 상대표준편차 (coefficient of variation, CV) 1.46 % (0.5 mg/L), 5.02 % (5.0 mg/L)의 결과를 얻었다. 직선성 시험 결과의 기울기 (slope)를 바탕으로 검출한계 (Limit of Detect, LOD)는 0.008 mg/L, 정량한계 (Limit of Quantitation, LOQ) 0.023 mg/L의 결과를 얻었으며, 밸리데이션 시험 결과 모두 적합하여 해당 분석법은 Metaldehyde를 정량하기에 적합함을 검증하였다.

Key words: Metaldehyde, Pesticide, Method validation, GC-MS, Growth inhibition

Corresponding author: cjh2378@keco.or.kr

## LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Mepiquat Chloride 시험법 개선

배지연\*, 윤다영, 곽혜민, 최원조, 장귀현, 정준오, 엄미옥

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

중국산 당근 중 mepiquat chloride 기준 초과 검출 위해정보에 따라 전처리 과정이 복잡하고 정량한계가 PLS 기준을 미충족하는 식품의약품안전처에 고시된 현행 mepiquat chloride 시험법을 신속하게 개선하고 향후 관련 부서의 대응관리에 활용하고자 하였다. 대표 농산물(현미, 감자, 대두, 감귤, 고추, 당근)을 1% 포름산 함유 50% 메탄올 용액으로 추출한 후 HLB 카트리지로 정제하여 LC-MS/MS로 분석하였다. LC-MS/MS 분석으로 발생하는 매트릭스효과를 고려하여 매트릭스 보정 검량선( $0.0002 \sim 0.05$  mg/L)을 작성하였으며, 검량선의 결정계수( $R^2$ )는 0.99 이상으로 높은 직선성을 나타내었다. 정확성 및 반복성을 검증하기 위해 정량한계, 정량한계 10배, 정량한계 50배 수준에 해당하는 농도를 처리하고 회수율 실험을 한 결과 평균 회수율은 73.2~116.0%, 상대표준편차는 8.2% 미만으로 나타났으며, 식품의약품안전평가원의 ‘식품등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)’을 만족함을 확인하였다. 식품위해정보에 대응하여 노후 시험법을 개선하고 효율적인 시험법을 마련함으로써 수입식품 등 정밀검사를 위한 시험법으로 활용가능할 것이라 판단되었다.

P-043

## Monitoring of 510 Pesticide Residues in Agricultural Products via Domestic Market in 2023

Da-Young Yun\*, Ji-Yeon Bae, Hye-Min Gwak, WonJo Choe,  
Gui Hyun Jang, Juno Jung, Miok Eom

Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety  
Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety

The utilization of pesticides is steadily increasing to enhance agricultural productivity, while nonconforming products are gradually increasing due to the misapplication of pesticides and variations in pesticide management systems among countries. In this study, we conducted to investigate pesticide monitoring of domestic distribution agricultural product based on 320 agricultural products using 510 class residue analysis. The agricultural products from 13 regions containing Seoul was pretreated by using QuEChERS and d-SPE method and then analyzed by using LC-MS/MS and GC-MS/MS. The residual pesticides were detected 146 samples (46%) in 320 samples, including 21 of grape, 21 of peach, 15 of pear, and 14 of lettuce, 75 of other commodities. No One was exceeded maximum residue limit (MRL) and the 93 kinds of residual pesticides were detected from agricultural products. The most frequently detected pesticides were dinotefuran (33), pyraclostrobin (32), spirotetramat (19) and azoxystrobin (18). Our result showed that continuous monitoring of agricultural products is necessary.

## QuEChERS를 이용한 축산물 중 Cyromazine 시험법 개선

김남영\*, 김지현, 이소은, 박소라, 이정미, 정준오, 엄미옥

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

축산물 PLS에 대비하여 잔류농약 안전관리를 강화하기 위해 식품공전 내 노후 시험법 개선이 필요하다. Cyromazine은 현행 식품공전(7.3.2.4)에서 추출 및 정제에 오픈 컬럼 사용 등 전처리 방법이 복잡하고 장시간 소요되며 HPLC-UVD로 분석하고 있어 본 연구에서 신속·정확한 시험법으로 개선하고자 한다. 검체의 추출 효율을 높이기 위해 1% 아세트산이 함유된 ACN:DW(7:3) 용매를 사용하여 추출한 후 QuEChERS(Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) AOAC법으로 분배하였다. 정제는  $MgSO_4$ ,  $C_{18}$  및 PSA를 이용하여 d-SPE(Dispersive solid phase extraction)법으로 정제 및 여과하여 LC-MS/MS로 분석하는 시험법으로 개선하였다. 시험법의 유효성 검증은 대표 축산물(소, 돼지, 닭, 계란, 우유와 지방)을 대상으로 하였으며, 검량선의 결정계수( $R^2$ )는 0.99 이상으로 높은 직선성을 나타내었다. 정량한계(LOQ)는 0.01 mg/kg로 확인되었으며 회수율은 LOQ, 2LOQ, 10LOQ의 조건으로 분석하였다. 그 결과, 회수율은 70.7~116.1%의 범위로, 변이계수는 9.9% 이하로 나타났으며, CODEX 가이드라인(CODEX CAC/GL 40)과 ‘식품 등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인’을 만족함을 확인하였다. 개선된 시험법은 기존 시험법보다 분석 시간 단축 및 시약 소모량을 감소시켰으며 정밀한 정량한계를 가지고 있어 향후 국내에 유통되는 축산물에 적용하여 잔류농약 안전관리에 기여할 것으로 판단된다.



## The Influence of Insect Growth Regulators on Soil bioindicator Species, *Yuukianura Szeptyckii* (Collembola)

Yun-Sik Lee<sup>\*,1,2</sup>, Jimin Shin<sup>1</sup>, Jeongwon Choi<sup>1</sup>, Eunji Lim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology Education, Pusan National University, Busan, 46241, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute for Future Earth, Pusan National University, Busan, 46241, Republic of Korea

In this study, the toxic effects of three insect growth regulators (IGRs) - teflubenzuron, fenoxycarb, and tebufenozide - were assessed in OECD artificial soil. Two tests were conducted: (1) a reproduction test using *Yuukianura szeptyckii* under two exposure conditions and a new surface contact-only method using compacted soil. Several endpoints were examined after a 28-day exposure. (2) Additionally, some endpoints were compared with the results of a solid leachate phase test using Microtox® to investigate toxicity changes over time. Teflubenzuron, the most toxic chemical, exhibited high toxicity across all endpoints, while fenoxycarb showed a notable ovicidal effect. Particularly for fenoxycarb, the toxic effect decreased over time. Tebufenozide showed relatively low toxicity. Comparing results between the ISO standard method and the surface contact-only method is sufficient for tracing specific toxic effects of the test chemicals and providing additional endpoints. These findings underscore the importance of employing multiple exposure methods in ecotoxicological assessments to evaluate the environmental safety of IGRs and other chemicals accurately. Further research is needed to refine testing protocols and enhance our understanding of their impacts on soil organisms.

- This research was supported by Learning & Academic research institution for Master's·PhD students, and Postdocs(LAMP) Program of the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Ministry of Education(No. RS-2023-00301938).

## 좁개구리밥 *Lemna Minor* 계대배양 및 성장저해시험법 구축

윤창영\*, 바라, 전경미, 황소정, 김주영

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

농약 살포 시 비산 및 빗물이나 관개수 등에 의해 수생식물은 농약에 노출될 수 있다. 개구리밥은 부유성 수생식물로 전세계적으로 분포하고 있으며 농약에 대한 수생식물 평가 시 대표종으로 사용되고 있다. 따라서 EFSA와 EPA에서는 농약에 대한 1단계 환경 위해성평가지 좁개구리밥 (*Lemna sp.*) 독성을 평가하고 있으며 국내에서도 수생식물 2단계 평가에서 이를 평가하고 있다. 본 연구에서는 OECD 시험 가이드라인(No. 221)에 따라 *Lemna minor*를 사용하여 좁개구리밥 계대배양 및 양성대조군 성장저해시험을 수행하였다. *Lemna minor*는 한국생명공학연구원 생물자원 센터에서 분양받았으며 페트리디쉬( $\varnothing 120 \times 150 \times 5\text{mm}$ )에서 배양하였다. 온도는  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , 조도는 6,500~10,000 lux 조건을 유지하였으며 배지는 SIS(Swedish Standard) 배지를 사용하였고 배지의 pH는  $6.5 \pm 0.2$ 를 유지하였다. 5주간 계대배양 진행 후, 잎 2~4개를 가지고 있는 좁개구리밥 콜로니들을 무작위로 선별하였다. 이후 각각 총 잎의 합산량이 9개가 되게 콜로니를 투입하여 5개의 시험군으로 7일간 성장을 관찰하였다. 관찰 결과 잎의 수가 초기보다 두 배가 되는 배가시간이 평균 51.72시간으로 나타나 모두 60시간 미만으로 시험의 유효성 기준을 부합하였다. 양성대조군 3,5-dichlorophenol로 성장저해시험을 진행한 결과 *Lemna minor*의 7일의 평균 생장률 및 수율에 대한  $\text{EC}_{50}$ 은 각각 2.12, 2.04 mg/L이었다. 향후 이 연구를 바탕으로 국내 등록된 제초제에 대한 좁개구리밥 성장저해 독성 평가를 진행할 계획이다.

P-047

## Metaldehyde의 담수조류(*Pseudokirchneriella Subcapitata*) 생장 저해 영향

문혜진, 박종일, 황용열, 김다혜, 박윤희, 양민우, 이해연, 송보미,  
신다연, 손지영, 백수빈, 노동주, 최정호\*

한국환경공단 환경안전지원단 화학물질시험처

Metaldehyde는 acetaldehyde의 중합체로서 살충효과가 있으며 특히 연체동물(민달팽이, 달팽이, 기타 복족류)에 효과가 있다. Metaldehyde는 다양한 제형(pellet, liquid spray, dust, granules 등)의 살충제 및 농약으로 판매되고 있다. 본 연구에서는 Metaldehyde를 시험물질로 설정하여 OECD Guidelines for the Testing of Chemicals No. 201(Freshwater alga and cyanobacteria, growth inhibition test)와 국립과학원 고시 제 2023-19호 화학물질의 시험방법에 관한 규정 제 3장 1항 담수조류 생장저해시험에 따라 시험하였으며, 조류(*Pseudokirchneriella subcapitata*)를 시험물질에 지수식으로 72시간 노출시켜 생장저해율 및 이상증상을 관찰 조사하였다. 농도설정시험을 통해 최고 농도인 100 mg/L에서 평균 비생장률에 대한 저해율이 5.226%, 수율에 의한 저해율이 21.683%로 나타났다. 이에 설정농도를 100 mg/L에서 한계시험을 수행하였다. 시험결과 평균 비생장률에 대한 저해율 ( $E_xC_{50}$ )과 수율에 대한 저해율 ( $E_yC_{50}$ )의 반수영향농도는 각각 100 mg/L 이상 이었고, NOEC 100 mg/L와 LOEC 100mg/L 이상으로 측정되었다. 이와 같은 결과를 통해 Metaldehyde는 조류생장저해 시험의 최고농도인 100 mg/L에서 독성이 없는 것으로 판단된다.

Key words: Metaldehyde, *Pseudokirchneriella subcapitata*, Growth inhibition, Pesticide

Corresponding author: cjh2378@keco.or.kr

## Molecular Insights into Honeybees (*Apis mellifera*) Development: Transcriptomic Exploration of Larval to Adult Transition

Bala Murali Krishna Vasamsetti, Kyongmi Chon\*,  
Juyeong Kim, Chang-Young Yoon, Sojeong Hwang, Bo-Seon Kim

Toxicity and Risk Assessment Division, Department of Agro-Food Safety and Crop Protection,  
National Institute of Agricultural Sciences

Despite extensive research efforts, our knowledge of the molecular responses and dynamics during the transition from honey bee larvae to adulthood remains inadequate. In this study, we conducted a comprehensive analysis of the honey bee (*Apis mellifera*) transcriptome at two critical developmental stages: the 5-instar larvae (LAR) and the newly emerged bees (NEB). At a fold change  $\geq 2.0$  and a raw p-value  $< 0.05$ , we identified 3940 differentially expressed genes (DEGs) in NEB compared to LAR. Gene ontology analysis revealed a predominant localization of the DEGs to the mitochondria region, with molecular functions predominantly associated with transmembrane transporter activity and biological processes linked to cellular respiration and ATP synthesis. Additionally, KEGG pathway enrichment analysis unveiled several crucial pathways implicated in the transition from honey bee larvae to adulthood, including oxidative phosphorylation, motor proteins, neuroactive ligand-receptor interaction, citrate cycle (TCA cycle), glycolysis/gluconeogenesis, Wnt signaling pathway, lipoic acid metabolism, pyruvate metabolism, purine metabolism, and glyoxylate and dicarboxylate metabolism. Our study provides a comprehensive understanding of the molecular dynamics underlying the transition from honey bee larvae to adulthood and elucidates key changes in gene expression and signaling pathways involved in this critical developmental stage.

Corresponding author: Kyongmi Chon (kmchon6939@korea.kr)

P-049

## 멀티콥터를 이용한 농약 살포시 보조제 첨가가 비산저감 및 농약 낙하량과 방제효과에 미치는 영향

이호승\*, 민이기, 신용호

(사)한국농업무인항공협회

현재 우리나라 농약 출하량은 2022년도 대비 2023년 4.6% 증가하였고매출액은 14% 증가하였으나, 경지면적은 2013년 이후 계속해서 감소하고 있다. 그만큼 농가에서 농약사용량이 늘어나고 있음을 알 수 있고, 이는 비산문제, 저항성 발현 문제 등의 발생으로 이어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 멀티콥터를이용한 방제에서 농약 보조제를첨가하였을 때 살균제 사용량을 감소하면서 방제효과 및 비산에 어떠한 영향을 미치는지 구명하였다.

연구는 벼 잎도열병을 대상으로 살균제 Ferimzone + Tricyclazole (15+8)% SC에 보조제(전착제)는 Paraffin EW, Modified phthalicglycerol alkyd resin DC, Lecitin+Methylated Seed OilFattyacid methylicesters EO 4종류를 첨가하였다. 포장시험은 1년차전북 부안에서 보조제ParaffinEW와 Lecitin+MethylatedSeed Oil을 사용하였고, 2년차는경북 예천 포장에서 살균제 표준량에 Modified phthalicglycerol alkyd resin, Fatty acid methylicesters를 혼용하였으며,추가로 살균제 사용량을 25% 줄여서 보조제Lecitin+MethylatedSeed Oil을혼용 처리하였다. 약제살포는 무인멀티콥터(일본Yamaha 사의 YMR-08)을 이용하여 약제 살포구역 (4 x40m)내 15개의 Patch를 일정한 간격으로 설치하여 Patch에 낙하된 농약을 조사하였고,방제효과는 벼 잎도열병의병만면적률을조사하였으며, 비산량을조사하기 위하여 살포구역 외 좌우 1, 3, 5, 7,10m까지8m 간격으로 25개의Patch를 좌우에 설치하여 비산량을 측정하였다.

시험 결과 연구에 사용한 보조제모두 살구역내에 농약 낙하량이2배 이상 증가하였고, 방제효과는 Paraffin EW를 첨가하였을 때 첨가하지 않은 처리구보다 낮은 방제효과를 나타내었나, Modified phthalicglycerol alkyd resin DC 와 Fatty acid methylicesters를 첨가한 처리구는 첨가하지 않은 구와 비등한 효과를 보였다. 반면에Lecitin+MethylatedSeed Oil은 1년차무처리구병반면적률이1.55% 일 때 첨가하지 않은 곳과 비등한 효과를 보였지만, 2년차무처리구병반면적률이7.73%로 발병이 많은 경우에는 첨가하지 않은 처리구보다 15%높은 방제효과를 보였다.연구 결과 멀티콥터를이용한 농약 살포시 농약 보조제를 첨가하면 살포구역 내 작물에 낙하되는 농약의 양이 75~181% 증가하는 것을 알 수 있었고, 농약 낙하량중 살포구역 외 비산율이 살균제 단용구의 28.5%에 비해 보조제첨가로 8.8~12.4%로 감소되었다. 특히 Lecitin+ Methylated Seed Oil 첨가는 살균제 사용량을 25% 줄여도 방제 효과가 감소하지 않는다는 것을 알 수 있었다.

## Verification of the Fungicide Resistance of *Monilinia Fructicola* Isolated from Stone Fruits to SDHI Fungicides

Hwa-Jung Lee<sup>\*1</sup>, Yejin Lee<sup>1</sup>, Daran-Kim<sup>2</sup> and Youn-Sig Kwak<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science (BK21Plus), Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

<sup>2</sup>Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

<sup>3</sup>Department of Plant Medicine, Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

Brown rot disease, caused by *Monilinia* spp., resulting in significant economic losses, thereby necessitating its control in stone fruits. The primary method to control brown rot disease involves the use of chemical fungicides like quinone external binding site inhibitors (QoI), sterol biosynthesis inhibitors, succinic dehydrogenase inhibitors (SDHI). However, frequent pesticide use has led to decreased pathogen susceptibility, resulting in the emergence of fungicide-resistant strains. To identify the distribution of fungicide resistance strains isolated from South Korea, we identified genetic mutations in resistant strains among 58 isolated *Monilinia fructicola* pathogens in South Korea to ascertain the cause of fungicide resistance. In 2023 years, all 58 pathogenic strains isolated from various stone fruits were confirmed to be *Monilinia fructicola*, and their resistance to four fungicides (bitertatnol, fluxapyroxad, procymidone, pyraclostrobin) was determined through half-maximal effective concentrations (EC<sub>50</sub>) values. Total 30 strains among 58 strains were shown fungicide resistance to fluxapyroxad (SDHI fungicide). Analysis of the regional distribution of isolated pathogens in 2023 and 2022 revealed an increase in resistant pathogens in 2023 compared to 2022, with higher prevalence observed in the Gangwon-do region. To confirm whether the fungicide resistance strains exhibit resistance in fruits, pathogenic strains identified as resistant due to point mutations in the *SdhC* region in 2022 were tested for fungicide resistance in fruits. As a result, it was observed that the strains manifested symptoms in fruits. This study represents criteria for fungicide resistance in *Monilinia fructicola* and standardized methods for assessing fungicide resistance in fruits.

Keywords: Brown rot, fungicide resistance, half-maximal effective concentrations (EC<sub>50</sub>), *Monilinia fructicola*, point mutation

P-051 &gt;&gt;

## 호남지역 사과 겹무늬썩음병균 *Botryosphaeria Dothidea*의 살균제에 대한 감수성 검정

이하경, 한유경, 이성찬

국립원예특작과학원 원예특작환경과

*Botryosphaeria dothidea*에 의한 사과 겹무늬썩음병은 수확 및 저장 중 과실을 부패시키고 줄기에 기생하여 사마귀 또는 궤양 증상을 일으키는 사과 주요 문제 병해이다. 사과 방제체계 프로그램에서는 겹무늬썩음병 방제를 위해 다수의 살균제를 살포할 것을 권장하고 있음에도 불구하고 산발적으로 발생하여 피해를 주고 있다. 본 연구에서는 호남지역의 사과 재배 과수원에서 2022, 2023년 수집된 겹무늬썩음병균에 대해 4계통의 살균제의 감수성을 평가하였다. Benomyl (a.i. 50%, WP), pyraclostrobin (a.i. 20%, WG), tebuconazole(a.i. 25%, WP), fluazinam(a.i. 50%, WP)의 살균제에 대해 한천희석법으로 조사한 결과 수집된 모든 병원균은 4계통의 살균제에 대해 감수성 반응을 보였다. 2022년에 분리한 병원균 집단과 2023년에 분리한 병원균 집단의 평균  $EC_{50}$ 값을 비교하여 보면 benomyl은  $0.55(0.01-2.93)\mu g \cdot mL^{-1}$ ,  $0.53(0.01-1.53)\mu g \cdot mL^{-1}$ , pyraclostrobin은  $0.27(0.01-38.01)\mu g \cdot mL^{-1}$ ,  $0.04(0.001-1.00)\mu g \cdot mL^{-1}$ , tebuconazole은  $0.41(0.05-1.35)\mu g \cdot mL^{-1}$ ,  $0.14(0.01-0.49)\mu g \cdot mL^{-1}$ , fluazinam은  $0.09(0.01-1.14)\mu g \cdot mL^{-1}$ ,  $0.14(0.01-0.46)\mu g \cdot mL^{-1}$ 로 나타났다. 아직까지 사과 겹무늬썩음병균은 4계통 살균제에 대해 뚜렷한 집단의 분화가 보이지 않으며 감수성 집단에 속하는 것으로 확인된다.

\* 본 성과물(학술발표)은 농촌진흥청 연구사업 (과제번호: RS-2022-RD010350)의 지원에 의해 이루어진 것임

## Monitoring of Fludioxonil Resistance in *Botrytis Cinerea* Isolates from Strawberries in Nonsan and Iksan, Korea

Gyeongpyo Jo\*, Yeong Seok Lee, and Kwang-Yeol Yang

Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

*Botrytis cinerea* is a fungal pathogen that causes gray mold, a commercially damaging disease affecting strawberries during cultivation, storage, transport, and commercialization. Managing *Botrytis* gray mold involves a combination of proper culture practices, biological controls, and fungicides. Fludioxonil is an effective non-systemic broad-spectrum fungicide with long residual activity, which acts by inhibiting the transport-associated phosphorylation of glucose and preventing glycerol synthesis. In this study, *B. cinerea* isolates were collected from the fruits, stems, and leaves of infected strawberry plants in Nonsan and Iksan in 2022 and 2023. To examine the changes in  $EC_{50}$  values between 2022 and 2023, the sensitivity of *B. cinerea* isolates to fludioxonil was evaluated using the mycelial growth inhibition assay. In 2022, the  $EC_{50}$  values for 25 isolates from Nonsan ranged from 0.01  $\mu\text{g/ml}$  to 0.05  $\mu\text{g/ml}$ , with a mean of 0.02  $\mu\text{g/ml}$ , whereas the  $EC_{50}$  values for 25 isolates from Iksan were all below 0.01. In contrast, the  $EC_{50}$  values for 49 isolates from Nonsan samples collected in 2023 ranged from 0.01  $\mu\text{g/ml}$  to 0.44  $\mu\text{g/ml}$ , with a mean of 0.05  $\mu\text{g/ml}$ , whereas the  $EC_{50}$  values for 24 isolates from Iksan ranged from 0.01  $\mu\text{g/ml}$  to 0.24  $\mu\text{g/ml}$ , with a mean of 0.05  $\mu\text{g/ml}$ . These data indicate an increase in the resistance of *B. cinerea* to fludioxonil in 2023 compared with 2022, emphasizing the need for appropriate fungicide rotation strategies to control gray mold on strawberries in the future.

Keywords: Strawberry, *Botrytis cinerea*, Fludioxonil

Email: kyyang@jnu.ac.kr



## 2,3-Butanediol의 콩 한발 내성 증진에 대한 분자생물학적 분석

유혜진<sup>1,\*</sup>, 김덕기<sup>1</sup>, 이지현<sup>2</sup>, 오세준<sup>2</sup>, 김용환<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GS칼텍스

<sup>2</sup>라세미아(주)

IPCC 제6차 평가보고서에 따르면 지구 평균 기온은 산업혁명 이전과 비교해 약 1.1℃ 증가했으며, 이러한 기온 상승은 지역, 시기별 강수 편차를 심화시켜 전세계적으로 집중호우, 가뭄 등 물 관련 재해를 야기했다. 이러한 기후위기 상황에서 GS칼텍스는 한발 내성을 지닌 식물 근권에 풍부한 2,3-Butanediol이 존재함을 확인하였고, 미생물 스크리닝을 통해 이를 효율적으로 생산할 수 있는 *Enterobacter*, *Bacillus* 계열 미생물을 선발하였다. 또한 카사바, 원당 등 Non-GMO 바이오매스의 발효, 분리, 정제과정을 확립하여 2019년 세계 최초로 친환경 2,3-Butanediol을 생산, 사업화하였다.

지난 연구를 통해 친환경 2,3-Butanediol 관주 처리를 통해 콩의 한발 내성이 증진됨을 확인하였고, 본 연구에서는 2,3-Butanediol 한발 내성 증진 기작에 대한 분자생물학적 기능 분석을 수행하였다. 이를 위해 파종 후 2주차 콩(Williams 82)에 500 uM 2,3-Butanediol (Greendiol, GS칼텍스, 90%, SL)을 3일 간격으로 2회 관주 처리하였으며, 2,3-Butanediol 최종 처리 후 3일간 관수를 중단하여 한발 스트레스를 유도하였다. 2,3-Butanediol 처리 및 한발 스트레스 유도 1, 2일차에 잎조직을 수집하여 Next Generation Sequencing를 이용한 High throughput RNA sequencing (RNA seq) 분석을 수행하였다. 분석된 유전체 정보는 비생물학적 스트레스 관련 콩 Reference 유전체 데이터베이스를 활용하여 유전자 정보를 수집하고, 기능 확인을 위해 Gene ontology 및 KEGG pathway 분석을 수행하였다.

분석 결과 2,3-Butanediol 처리에 의해 다수의 비생물성 및 생물성 스트레스 관련 유전체 발현이 변화되며, 이는 신호 전달 체계, 전사 인자 및 Flavonoid 생합성 경로 등에 관여하는 다양한 유전자들의 조직적 발현 조절에서 기인한 것으로 추정하였다. 본 연구는 2,3-Butanediol이 콩의 수분 스트레스를 경감시키는 현상에 대한 유전체 수준에서의 작용 기작에 대한 정보를 제공하였다는 점에서 의미를 가진다.

## Optimization of Cost-efficient Culture Media and Conditions for *Bacillus* sp. JC-15

Ji Hwan Lim, Sun Il Seo, On-yu Kim and Pyoung Il Kim\*

Center for Industrialization of Agricultural and Livestock Microorganisms

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are a heterogeneous group of bacteria that can grow in, on, or around plant root tissues, stimulating plant growth directly and/or indirectly. The plant growth-promoting function of PGPR bacteria is manifested by producing plant hormones and various microorganisms are also known to secrete these plant growth regulators. Developing robust microbial systems with efficient plant growth regulating ability and disease resistance is a pre-requisite for enhancement of crop productivity. *Bacillus* sp. JC-15 is one of plant hormone producers showing excellent ability for promoting growth and disease resistance of crops. In order to develop the JC-15 strain as a microbial agent for application in agricultural fields, we firstly investigated efficient culture media for mass production of the strain with low costs. As a result, glucose and soybean flour were selected most efficient carbon and nitrogen source respectively. As a result of cultivation at a scale of 5-liter, *Bacillus* sp. JC-15 showed  $1.7 \times 10^9$  total cells/mL and the endospore cells were  $1.3 \times 10^9$  under the optimized media formulation. We also able to reduce the production cost by 1/40 by applying the most optimized culture conditions to JC-15. These results indicate that strain JC-15 can be developed as a microbial agent to replace chemical pesticides and applied in various agricultural fields.

P-055 >>

## Investigation into the Fungicidal Treatment's Impact on Inhibiting Mycelial Growth of *Fusarium* spp., and *Calonectria ilicicola* Isolated from Soybean

Yunwoo Jang<sup>1</sup>, Seo Yeon Hong, Ok Jae Won, Hyeon Su Lee,  
Jun Hyoung Jeon, Youngnam Yoon

<sup>1</sup>Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science

In soybean, *Fusarium* wilt and black root rot (red crown rot) are known as major diseases that induce wilting symptoms. We conducted an experiment aimed at identifying effective fungicide treatments for inhibiting mycelial growth of *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, and *Calonectria ilicicola* isolates. We utilized 15 isolates of *Fusarium oxysporum*, and *F. solani*, and 6 isolates of *Calonectria ilicicola* collected from soybean plants in soybean fields between 2019 and 2020. Thirteen fungicide products were carried out in the mycelial growth inhibition assay, each tested at three concentration levels, including the standard concentration for normal use. Nine fungicides exhibited a 100% mycelial growth inhibition rate across all treatment concentrations. Seven drugs with a mycelial growth inhibition effect of more than 80% at the standard treatment concentration were identified in the *Fusarium* spp., and *Calonectria ilicicola* isolates group. To assess chemical resistance, we varied the concentration of treatments across six levels (0, 1, 10, 100, 1000, 10000 ppm) for chemicals exhibiting weak mycelial growth inhibition. In *Fusarium* isolates, 2 fungicides (mancozeb, ethaboxam·metalaxyl) showed low mycelial growth inhibition rate even at the 6 concentration levels. Further study will be conducted with more fungicides, additionally.

Funding: This study was supported by a grant from the Rural Development Administration(Project No. PJ015718, Development of management technology about soil pathogens and stinkbug in large-scale soybean cultivation)

E-mail: ywj2012@korea.kr

## Sensitivity Study of Cucumber Powdery Mildew Pathogen *Podosphaera xanthii* to SDHI, QoI and DMI Fungicides

Jae-ha Choi<sup>1\*</sup>, Haifeng Liu<sup>1</sup>, Hyeongju Choi<sup>1</sup>,  
In Seong Lee<sup>2</sup>, Seung Hwan Lee<sup>2</sup>, Hyunkyu Sang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology,  
Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

<sup>2</sup>Syngenta Korea, Jincheon 33011, Korea

Cucumber powdery mildew, mainly caused by *Podosphaera xanthii*, is a significant fungal disease that occurs throughout the entire cucumber growing season. Fungicide control is one of the most effective strategies for this disease. However, fungicide sensitivity-related study on *P. xanthii* is limited in Korea, due to its nature as an obligate parasite. This study aims to investigate sensitivity of *P. xanthii* from different cucumber farms to fluxapyroxad (SDHI), azoxystrobin (QoI), and tebuconazole (DMI) and identify potential fungicide resistance of this pathogen. Isolates of *P. xanthii* were collected from cucumber farms in five regions in South Korea (Jincheon, Cheonan, Gimje, Muan, and Suncheon). Fungicides were sprayed on cucumber leaves at different concentrations prior to pathogen inoculation. Resistance to fluxapyroxad was observed in *P. xanthii* isolates from four regions (Jincheon, Cheonan, Muan, and Suncheon) and the isolates from Gimje were sensitive. Resistance to azoxystrobin was found in *P. xanthii* from Jincheon and Suncheon. No resistance to tebuconazole was observed in all the *P. xanthii* isolates. Furthermore, different mutations in *SdhC* were found in fluxapyroxad-resistant isolates from Suncheon, Jincheon, Cheonan, and Muan. A mutation in *cytB* was found in azoxystrobin-resistant isolates from Jincheon and Suncheon. Currently, heterologous expression of the *SdhC* gene from sensitive and resistant isolates of *P. xanthii* in a different fungal species was conducted to confirm the involvement of the mutation(s) in SDHI resistance. The detection method using Taq-Man qPCR analysis is also developing to determine fungicide resistance. Our findings provide valuable information for future management of powdery mildew on cucumber in Korea.

P-057 >>

## Investigation of QoI fungicide resistance in *Botrytis Cinerea* from Strawberry in Korea

Hyeong-rok Jang<sup>1\*</sup>, Haifeng Liu<sup>1</sup>, Doeun Son<sup>1</sup>, Sungyu Choi<sup>1</sup>,  
Soyoon Park<sup>1</sup>, Youngju Nam<sup>2</sup> and Hyunkyu Sang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University

<sup>2</sup>Global Agro-Consulting Corporation

*Botrytis cinerea* is an important pathogenic fungus that infects a wide range of plant species and causes significant economic losses. Quinone outside inhibitor(QoI) resistance has been reported continuously due to the repeated application of QoI fungicides. A total of 191 isolates were collected from strawberry farms in 33 cities in Korea in 2022 and 2023. The sensitivity of isolates to the QoI fungicide pyraclostrobin was determined in vitro by calculating the 50% effective concentration (EC50). All QoI-resistant isolates had a same mutation in cytochrome b that replaced the codon for amino acid 143 from GGT to GCT(G143A). The frequency of resistant isolates in 2023 increased compared to 2022. In addition, reduced sensitivity of *B. cinerea* isolates containing G143A to pyraclostrobin was confirmed in detached leave and fruit assays and field experiments. The pyraclostrobin resistant *B. cinerea* isolates also showed cross-resistance to both mandestrobin and pyribencarb in vitro and in planta. Continuous monitoring of fungicide resistance is the key to avoiding disease control failures and establish disease control strategies in this crop.

## Study of Apple anthracnose Outbreak Patterns by Region and Performance of Microbial Material MWS28

Hyemin Lee<sup>1\*</sup>, Moonsu Kang<sup>1</sup>, Jongchan Park<sup>1</sup>, Kyungseok Park<sup>2</sup>, SoYoung Oh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Korea Plant Environmental Research, Suwon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Research Institute of International Agriculture, Technology and Information,  
Hankyong National University, Anseong, Republic of Korea

In this study, we investigated the change in the occurrence period of anthracnose in apple cultivation region caused by climate change. At the same time, we also looked in to the control efficiency using eco-friendly control against anthracnose that occurs up to the harvest season. As a result of the study, anthracnose were occurred by 85%(69 regions) in 85 invested regions. Meanwhile in Chungju and Iksan, early symptoms of anthracnose appeared around mid-July, which is about 10 days earlier than in other invested areas. Especially, the outbreak of anthracnose continued until the end of September even in major cultivation area of apples such as Andong, Yeongju, and Geochang until the end of September, leading to a decrease in harvest. And, the control efficacy against apple anthracnose was investigated using microbial material ‘MWS28’. As a result in MWS28 foliar applied plot, the control efficacy was 64.1% at 10 days after application(;DAA), and MWS28+EXTN-1 mixed plot was 59.8%. In addition, MWS28 foliar applied plot showed a 12.2% increase in incidence rate between 10 and 30DAA, while MWS28 soil drenched application showed only a 3.7% increase, showing a 47.8% control. Eventhough, MWS28 foliar application was not shown enough long lasting efficacy, but it have enough performance as an eco-friendly control material under guideline ‘Disclosure Standards for Organic Agricultural Materials’. Although the soil drench application of MWS28 showed a slow action than the foliar application, after terminated of MWS28 application, the incidence rate was gradually decreased, so it showed excellent performance than foliar application.

\* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(RS-2024-00218680)의 지원에 의해 수행되었음.

P-059 >>

## 6,8-Difluoro-N-Alkylquinazolin-4-amine의 합성과 살균활성

김회윤<sup>1</sup>, 배승미<sup>2</sup>, 양선남<sup>1</sup>, 김택수<sup>1</sup>, 최경자<sup>2</sup>, 이일영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)인바이오 생명과학연구소

<sup>2</sup>한국화학연구원 친환경신물질연구센터

농업 생산성 향상을 위한 살균제 사용 증가로 인해 현재 상용화된 살균제의 저항성의 발생으로 기존의 살균제보다 효과가 뛰어나고 광범위한 작물병에 대해 효과를 지닌 신규 물질의 개발이 요구되고 있다. 특히 현재 가장 널리 사용 중인 Strobilurin계 및 Azole계 살균제의 경우 약제내성 문제가 증대되고 있는 실정으로, 신규 작용기작이나 신규 골격의 갖는 살균제 후보소재 개발이 요구되고 있다. 최근에 quinazoline 및 quinoline 골격의 신규 살균제의 연구가 활발히 진행되고 있으며 2021년에 ipflufenquin(일본 소다)은 quinoline의 골격으로 벼 도열병(rice blast), gray mold(갯빛곰팡이병)과 같이 광범위한 균에 작용하는 약제로서 시장에 진입하였다. 이번 발표에서는 이러한 quinoline 구조와 유사한 quinazoline 구조를 바탕으로 식물 병해 방제 효과를 나타내는 화합물인 6,8-Difluoro기를 갖는 Alkylquinazolin-4-amine계 화합물의 합성법과 활성을 토의 하고자 한다. 이러한 화합물들은 벼 도열병, 밀 붉은녹병, 보리 흰가루병, 토마토 갯빛곰팡이병, 토마토 역병, 특히 고추 탄저병에 대해 선택적으로 높은 살균 효과를 나타내었다, 또한 상기한 6가지 병 중 3가지 병에 100ppm에서 90% 이상의 방제효과를 보이는 화합물이 23종 확인되었다. 특히 3종은 3가지 병원균에서 100%의 효과를 보였다. 또한 ipflufenquin 의 상기 6개의 병원균에 대한 활성을 비교 예정이며 더불어 이러한 결과를 바탕으로 quinazoline계 신규 화합물의 quantitative structure-activity relationship(QSAR)을 설명하고자 한다.

## 화상병 등록약제와 관행 방제약제의 혼용 살포에 따른 사과 품질 특성에 미치는 영향

홍수민<sup>1</sup>, 남송운<sup>1</sup>, 김대현<sup>2</sup>, 정원권<sup>3</sup>, 김민기<sup>3</sup>, 연일권<sup>3</sup>, 최형우<sup>4</sup>,  
이승열<sup>1</sup>, 박석희<sup>3</sup>, 강인규<sup>2</sup>, 정희영<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 식물의학과, <sup>2</sup>경북대학교 원예과학과

<sup>3</sup>경북농업기술원 농업환경연구과, <sup>4</sup>안동대학교 식물의학과

최근 국내 과수 화상병 발생의 확산으로 국내 대부분의 사과원은 개화기 전후에 3~4회 이상 추가 약제 방제를 실시하고 있다. 하지만, 화상병 예방적 방제는 지역별, 시기별로 살포시기가 상이하고, 관행 살포 약제들과의 혼용에 대한 우려로 인해, 생물농약과의 혼용이 일반화되고 있는 것이 현실이다. 본 연구진은 2022년 화상병 등록약제와 관행 방제약제와의 혼용 살포에 따른 약해를 조사한 바 있고, streptomycin WP (S-WP), acibenzolar-s-methyl WG (A-WG), oxolinic acid (O-WP), oxytetracycline dihydrate WG (Oxy-WG), prohexadione-calcium (P-SC)의 단독 처리, SDHI 계통 pydiflumetofen SC (Pd-SC)의 혼용 처리, EBI 계통 살균제인 cyprodinil+difenoconazole EW (CD-EW)의 혼용 처리 시, 후지, 홍로, 쓰가루 품종의 생육기에 발생할 수 있는 약해와 외관상 특성의 변화가 없음을 발표한 바 있다. 2023년 4월부터 10월까지 경북농업기술원 사과원에서 후지, 홍로, 쓰가루, 이리스, 루비에스 품종을 대상으로 2022년도와 동일한 혼용약제 살포시험을 실시하였다. 시험기간 중 경북대 권장 사과 병해충 방제력을 기본으로 약제를 살포하였고, 화상병 등록 약제는 S-WP, A-WG, O-WP, Oxy-WG, P-SC 단독 처리, Pd-SC와의 혼용 처리, CD-EW와의 혼용 처리구로 설정하여 시기별로 약제를 처리하였다. 단독 처리의 경우, 개화기 약 10~20% 및 낙화 직후에 각 1회 경엽처리 하고, Pd-SC 또는 CD-EW을 혼합한 경우에는 개화기에는 항생제만 처리, 낙화 직후에는 혼용 처리하였다. 대조구는 낙화 직후 1회만 살포하였다. 약제 처리 후 10월 중순까지 10일 간격으로 잎, 줄기, 과실의 외관상 약해 유무를 관찰하였고, 수확 기 과실의 과중, 착색, 경도, 당도, 산도 등 5개 항목의 품질 특성조사를 실시하였다. 그 결과, 모든 시험구에서는 대조구와 비교하였을 때 외관상 차이가 없었고, 약해 증상이 관찰되지 않았다. 또한, 모든 품종의 시험구에 있어 품종별 5개 조사항목 간의 유의미한 차이가 없었다. 하지만, 실제 재배 농가에서는 권장사용량을 준수하지 않는 경우, 추가적인 타 약제를 2종 이상 혼용 살포할 경우에는, 본 시험과 같은 엄격한 기준 설정 후 살포해야 할 것으로 사료된다.



## Evaluation of Benzimidazole Resistance in *Botryosphaeria* spp. Causing White Rot on Apple in Korea

Gwang-Jae Lim<sup>1</sup>, Jun-Woo Choi<sup>1</sup>, Chang-Gi Back<sup>2</sup>,  
Seung-Yeol Lee<sup>1\*</sup>, Hee-Young Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental Horticulture, Dankook University, Cheonan 31116, Korea

*Botryosphaeria* spp., one of the major fungal agents, causes white rot and *Botryosphaeria* cankers on apple. Benzimidazole fungicides such as benomyl, carbendazim, thiophanate-methyl have been used to control these diseases. To evaluate the sensitivity of *Botryosphaeria* spp. against benomyl WP (a.i. 50%), 238 isolates were collected from 2005 to 2022 in Korea. Each of the strains was identified as 204 *B. sinensis* and 24 *B. kuwatsukai*, with calculation results of the EC<sub>50</sub> values of all isolates ranging from 0.07 to 3.04 µg/mL (avg. 0.62 µg/mL). Compared with the strains collected prior to 2020 and the strains collected after, the mean EC<sub>50</sub> values were 0.70 and 0.59 µg/mL, respectively. When comparing the groups with isolated regions or species, the mean EC<sub>50</sub> values ranges from 0.22 to 0.78 µg/mL, with all groups showing similar values of less than 1.00 µg/mL. Furthermore, 30 strains that revealed higher and lower EC<sub>50</sub> values have no point mutations due to the presence of GAG (Glu) in the 198<sup>th</sup> codon of beta-tubulin gene and no differences in the lesion diameter after inoculation on apple fruits. Comparing the coefficient of determination between benomyl and thiophanate-methyl WP (a.i. 70%), each strain showed similar inhibition rates ( $R^2 = 0.6966$ ). Therefore, it was confirmed that all 238 isolates showed high sensitivity to benomyl WP, and these result can provide a guideline for the control of the white rot on apple.

## Evaluation of Tebuconazole Resistance in *Botryosphaeria* spp. Causing White Rot on Apple in Korea

Jun-Woo Choi<sup>1</sup>, Gwang-Jae Lim<sup>1</sup>, Chang-Gi Back<sup>2</sup>,  
Seung-Yeol Lee<sup>1\*</sup>, Hee-Young Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>2</sup>Department of Environmental Horticulture, Dankook University, Cheonan 31116, Korea

DMI(Demethylation inhibitors) fungicides such as tebuconazole, metconazole and difenoconazole are one of the widely used fungicide in worldwide on various host. To evaluate the sensitivity of *Botryosphaeria* spp. against tebuconazole WP (a.i. 25%), 238 strains were isolated from apple orchards in Korea from 2005 to 2022. The sensitivity assay was conducted using the agar dilution method, and the EC<sub>50</sub> value was calculated using GraphPad Prism 10. As the result, EC<sub>50</sub> values were calculated ranging from 0.05 to 1.94 µg/mL (avg. 0.56 µg/mL). All the examined strains were grouped by collected year, region and species, after then compared EC<sub>50</sub> values. However, there were no significant differences, respectively. To examine the efficacy on the inoculated fruits, fifteen strains of the higher and lower EC<sub>50</sub> values strains were selected and inoculated on apples (cv. Picnic) with tebuconazole treatments. After seven days, tebuconazole treated apples were well controlled compare to control apples. The correlation between sensitivity to tebuconazole and metconazole WP (a.i. 20%) revealed no significant differences with the 0.5721 of R<sup>2</sup> value. As a result, it was confirmed that *Botryosphaeria* spp. isolated from diseased apples have no resistance to tebuconazole so far. However, it is believed that tebuconazole resistance should be consistently investigated in *Botryosphaeria* spp. on apple.

P-063 >>

## Antibacterial Mechanisms of Action of Primocarcin Produced by *Streptomyces* sp. KRA20-630 against *Erwinia amylovora*

SeoKyoung Koo<sup>1,2,\*</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,3</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Department of Medical Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

Fire blight caused by *Erwinia amylovora*, a gram-negative bacterium has caused serious damage to *Rosaceae* plants such as apple and pear. This study was conducted to develop a biopesticide against fire blight. The culture filtrate of KRA20-630 showed strong inhibitory activity against *E. amylovora*. From the culture filtrate of *Streptomyces* sp. KRA20-630, primocarcin was isolated as an active compound by using column chromatography and spectroscopic techniques. The growth of *E. amylovora* was completely inhibited by primocarcin with the half maximal effective concentration (EC<sub>50</sub>) of 25 µg/mL. When *Streptomyces* sp. KRA20-630 culture filtrate (3-fold dilution), primocarcin (250 µg/mL) and primocarcin (500 µg/mL) were treated on Chinese pearleaf crab apple seedlings by spray method and immature apple fruits by inoculation method, the development of fire blight was effectively controlled. In addition, primocarcin significantly decreased swarming motility and amylovoran production of *E. amylovora*. Taken together, these results suggest that *Streptomyces* sp. KRA20-630 and primocarcin can be used as a biological control agent against fire blight.

## Label-free Quantitative Proteomic Analysis of Antibiotic Response in *Erwinia Amylovora*

Yeong Seok Kim<sup>1,2,\*</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Sang-Wook Han<sup>3</sup>, Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

<sup>3</sup>Department of Plant Science and Technology, Chung-Ang University, Anseong, Korea

*Erwinia amylovora* causes a devastating disease fire blight in rosaceous plants such as apples, pears, and raspberries. Since the fire blight disease was first confirmed in Korea in 2015, this severe disease has continued to spread to new regions. Currently, fire blight management relies on cultural and chemical practices, whereas few natural resources exhibit disease control efficacy against fire blight. A soil-born bacterium *Brevibacillus brevis* produces a broad spectrum of antibiotic edeine B<sub>1</sub> that consists of four unconventional amino acid residues, a glycine, and a polyamine. In this study, to analyze the comparative proteome showing antimicrobial inhibitory activity of edeine B<sub>1</sub> against *E. amylovora*, we performed proteomic analysis in the presence of edeine B<sub>1</sub> and the supernatant derived from *B. brevis* HK544. Consequently, we found that proteins were differentially expressed according to the edeine B<sub>1</sub> treatment, which belongs to a cluster of orthologous group D (cell cycle), F (nucleotide metabolism), H (coenzyme metabolism), I (lipid metabolism), J (translation), K (transcription), L (replication), M (cell wall and membrane), N (cell motility), Q (secondary metabolites catabolism), and U (intracellular trafficking and secretion). Furthermore, considering that edeine B<sub>1</sub> inhibits protein synthetic mechanisms in the microbes, 36 and 72 of proteins related to translation of protein synthesis were changed in the presence of edeine B<sub>1</sub> and supernatant, respectively. In the differential protein profiling, the expression levels of proteins associated with translation and transcription were reduced, including tyrosine-tRNA ligase (QKZ09357), osmotically-inducible lipoprotein OsmE (QKZ09301), and RNA polymerase sigma factor RpoS (QKZ08569). These findings enhance our comprehension of the antibacterial mode of action within cellular processes, serving as valuable references for further studies on quantitative proteomic profiling.

## Resistance Characteristics of Onion Cultivars to *Stemphylium vesicarium*

Jin Ju Lee<sup>1,2\*</sup>, Hun-Kim<sup>1,3</sup>, Jin-Cheol Kim<sup>2</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Agricultural and Biological Chemistry, Chonnam National University, Gwangju, Korea

<sup>3</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

Leaf blight caused by *Stemphylium vesicarium* has become an important fungal disease of *Allium* genus, which leads to decrease quality and seed production of onion. In this study, we aim to examine the resistance degree of commercial onion cultivars and to define characteristics of resistant onion cultivars to the fungus. At first, we tested the resistance degree of 66 commercial onion cultivars and selected 34 cultivars that were moderately resistant and resistant to *S. vesicarium* KACC 44530. Among them, 'Intercooler 70' and 'Umdamaru' showed lowest disease severity (%). And 'Redoneball 1115' showed high disease severity. For further study, among them, 16 resistant and 1 susceptible cultivars of onion were selected. the occurrence of leaf blight on seedlings of the cultivars caused by 6 isolates of *S. vesicarium* was measured. The resistance degree of the onion cultivars to six isolates of *S. vesicarium* were negatively correlated with the virulence of isolates. In addition, total phenolic content in leaves of two resistant cultivars and one susceptible cultivar was examined non-inoculated and inoculated conditions. Total foliar phenolic content of the onion seedlings was significantly higher in 'Umdamaru' (resistant) and 'Intercooler 70' (resistant) than 'Redoneball 1115' (susceptible). Taken together, our results suggest that the resistance to *S. vesicarium* of the onion cultivars commercialized in Korea is more likely affected by the virulence of *S. vesicarium* isolates rather than by race differentiation of the fungus. Also, foliar phenol content of onion seedling may be used as a biochemical marker in screening system for resistant onion to leaf blight.

## Secondary Metabolites of the Marine-derived Fungus KRICT-7, a Promising Antifungal Agent against Plant Pathogenic Fungi

Eunsol Gho<sup>\*1,2</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Yong Ho Choi<sup>1</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology,  
Daejeon, Korea

Plant diseases reduce crop quality and productivity in the agriculture industry. The development of new fungicides is necessary for sustainable plant disease management. In our antifungal screening, the marine-derived fungus KRICT-7 was selected, which shows promising activity in controlling tomato gray mold (TGM), tomato late blight (TLB), and rice blast (RCB). The culture filtrate of KRICT-7 was successively partitioned with ethyl acetate and butanol. The ethyl acetate layer showed the most potent activity to inhibit the growth of various plant pathogens including *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans*, and *Magnaporthe oryzae*. Through a series of liquid chromatography procedures in combination with activity-guided fractionation, the antifungal compound 1 was isolated from the ethyl acetate layer. The structure of compound 1 was identified by spectroscopic analyses using nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, mass spectrometry (MS), and circular dichroism (CD) techniques. The compound 1 not only exhibited broad antimicrobial activity *in vitro* against various plant pathogenic fungi and bacteria, but also effectively controlled TGM, TLB, and RCB in pot experiments. These results suggest that compound 1 produced by the fungus KRICT-7 can be used as a potential source for the development of new natural fungicide to control plant diseases.

P-067 >>

## 배추 검은썩음병 방제를 위한 약제 선발

이수민<sup>1\*</sup>, 조희수<sup>1</sup>, 최용호<sup>1</sup>, 최경자<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>한국화학연구원 의약바이오연구본부 친환경신물질연구센터

<sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교 의약화학 및 약리생물학전공

배추는 한국의 5대 채소 작물 중 하나로 우리나라에서는 작형이 세분화되어 연중 재배가 가능하게 되었다. 이에 따라 연작 재배지는 증가하고, 기후가 변하면서 다양한 식물병이 발생하고 있으며, 특히 세균병의 발생이 크게 증가하고 있다. 배추에서 가장 문제가 되고 있는 세균병 중에는 무름병과 검은썩음병이 있는데, 배추 무름병 방제를 위해 kasugamycin, oxolinic acid, oxytetracycline, streptomycin 등 다양한 약제가 등록되어 있으나, 배추 검은썩음병에 대한 방제 약제는 등록된 것이 없다. 그러나 양배추 검은썩음병에 대한 방제에 관한 다양한 연구가 수행되었으며, 여러 약제가 등록되어 사용 중에 있다. 이에 따라 본 연구에서는 배추 검은썩음병에 효과적인 약제를 선발하고자, 양배추 검은썩음병에 대해 등록된 6개의 유효 성분인 oxolinic acid, oxytetracycline dehydrate, streptomycin sulfate, kasugamycin, validamycin의 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* 8개 균주에 대한 최소억제농도를 조사하였다. 그 결과, oxolinic acid의 최소억제농도는 7.4  $\mu\text{g/mL}$ , oxytetracycline dehydrate는 2.1  $\mu\text{g/mL}$ 였고, streptomycin sulfate는 25  $\mu\text{g/mL}$ 로 배추 검은썩음병균에 대한 우수한 생육 억제효과를 나타냈다. 한편, kasugamycin은 150  $\mu\text{g/mL}$ 에서도 생육이 억제되지 않았으며, validamycin은 300  $\mu\text{g/mL}$ 에서도 생육이 억제되지 않아 배추 검은썩음병 방제 약제로는 적합하지 않은 것으로 생각되었다. 우수한 약효를 보인 oxytetracycline dehydrate와 oxolinic acid를 배추 검은썩음병 방제에 사용하기 위해서는 온실 및 포장 검정을 통하여 배추 검은썩음병 방제 약제로서의 가능성을 확인하는 것이 필요하겠다.

## Antimicrobial Metabolites from the Marine-derived Fungus *Trichoderma virens* B211 against Plant Pathogens

Minh Van Nguyen<sup>1</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup>, Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology,  
Daejeon, Korea

In our screening program for discovering natural products that are potent in controlling plant diseases, the ethyl acetate extract of the agar culture and CHCl<sub>3</sub> extract of the liquid culture of the fungus *Trichoderma virens* B211 completely inhibited the growth of *Erwinia amylovora* TS3218 at the concentration of 15.6 and 32 µg/mL, respectively. Nine compounds (1–9) were isolated using a bioassay-guided fractionation of antibacterial activity. The chemical structure of isolated compounds was determined by analyzing spectroscopic methods and comparing them with the literature values. The results in *in vitro* antifungal assays showed that compounds 1–5 exhibited broad antimicrobial activities against tested plant pathogens, while compounds 6–9 were inactive. Furthermore, the spray treatment of compounds 1 and 2 (100 µg/mL) effectively controlled the fire blight disease caused by *E. amylovora*. These results suggest that the culture media of *T. virens* B211 and their active metabolites can be used as promising sources to develop new eco-friendly biocontrol agents.



P-069 >>

## Antibacterial Activity and Synergistic Effect of Streptothricin F Produced by *Streptomyces mauvecolor* KRA18-925 against *Erwinia amylovora*

Yugyeong Choi<sup>1</sup>, Jae Woo Han<sup>1</sup>, Hun Kim<sup>1,2</sup> and Gyung Ja Choi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Division of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

*Erwinia amylovora* is the causal pathogen of fire blight, which affects plants in the Rosaceae family, including apple and pear. In this study, we aim to develop a biological control agent to control fire blight. We found that the culture filtrate of *Streptomyces mauvecolor* KRA18-925 exhibited promising antimicrobial activity. From the culture filtrate of *S. mauvecolor* KRA18-925, the active compound was isolated through a series of chromatographic procedures, and the compound was identified as streptothricin F due to ESI-MS and NMR analyses. Streptothricin F exhibited potent antibacterial activity against *E. amylovora* with the MIC value of 0.63 µg/mL. Also, the compound showed *in vitro* antibacterial activities against the other plant pathogenic bacteria. In addition, when streptothricin F (125-500 µg/mL) was treated on young seedlings of Chinese pearleaf crab apple, streptothricin F showed 80-97% control efficacy against *E. amylovora* when treated on apple fruit, it showed 68-98% control efficacy. Moreover, streptothricin F showed a synergistic effect with streptomycin sulfate against *E. amylovora*. Therefore, *S. mauvecolor* KRA18-925 and streptothricin F have the potential to be used as novel biological control agent of *E. amylovora*.

## Development of Testing Methods for Electric Vaporizer Mat Insecticides Against the Asian Tiger Mosquito, *Aedes Albopictus*

Taeheon Yun<sup>1\*</sup>, Jun-Hyung Tak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology and Chemistry, Seoul University, Seoul 08826, South Korea

<sup>2</sup>Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, South Korea

Electric vaporizers are commonly utilized indoors for mosquito control, with manufacturers often claiming efficacy over specific areas ranging from 16m<sup>3</sup> to 30m<sup>3</sup>. As Consumer Chemical Products and Biocides Safety Control Act mandate product performance testing results for the product approval for biocides, proper evaluation in simulated-use test is required. One prevalent challenge is the unavailability of testing space in research centers to conduct simulated-use test. The present study critically examines the validity of extrapolating efficacy results from tests conducted in smaller spaces to predict outcomes in larger environments. The findings hold implications for potentially substituting simulated-use tests with laboratory tests, offering guidance in regulatory decision-making processes.

P-071

## Controle Effect of Thrips by Mixing Soil Pesticides and Attractants

San Yeong Kim<sup>\*</sup>, Won Kwon Jung, Min Ki Kim, Seok Hee. Park,  
Dae Hong Lee<sup>1</sup>, Eun Sook Lee<sup>1</sup>, Hyeon Ju Kim<sup>1</sup>

Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services

<sup>1</sup>Gumi Flower Research Institute, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services

The growth of spray chrysanthemum did not differ between treatments, the temperature inside the facility house was about 25 ~ 30℃, and the average humidity was 83%. The density of thrips inside and outside the facility house was higher inside at the beginning, and higher at the outside where no control was done toward the end. In the Gimcheon area, the thrips control effect by treatment was around 65 ~ 70% in the soil insecticide, attractant, and conventional pesticide mixed treatment group, and the soil insecticide and conventional insecticide treatment group, and about 35% in the soil insecticide and attractant treatment group. The effectiveness of thrips control in Gumi was 83.5% of soil insecticides, attractants, and conventional control, which was higher than conventional control. In the virus investigation, there was no occurrence in both the visual examination and the examination of the diagnostic kit.

## Bioassay of the Resistance Level of the *Frankliniella Occidentalis* in Pepper Cultivation Areas in Chungcheong-do

Min Jae Kim<sup>1</sup>, Hwang Bin Yu<sup>1</sup>, Ho Wook Lee<sup>1</sup>, Kyeong Woo Kim<sup>1</sup>,  
Rosmery Malory Noli Erquinio<sup>1</sup>, Yi Seul Kim<sup>2</sup>,  
Abraham Okki Mwamula<sup>2</sup>, Dong Woon Lee<sup>1,2\*</sup>

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

<sup>2</sup>Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Sangju, Korea

The study was conducted to determine the insecticide resistance level of Western flower thrips (WFT) in pepper cultivation green houses located in Chungcheong-do (Gongju, Cheongyang, and Chungju). Eleven insecticides (Acetamiprid, Acrinathrin, Abamectin, Chlorfenapyr, Chlorfluazuron, Cyclaniliprole, Dinotefuran, Enamectin benzoate, Flometoquin, Fluxametamide, Spinetoram) registered for use against WFT in domestic pepper cultivation were selected. Populations from all the three regions showed high resistance against Acrinathrin and Dinotefuran. On the other hand, the three regions showed the low resistance against Spinetoram, Enamectin benzoate, Fluxametamide, especially, showed the lowest resistance against Flometoquin.

Key words: western flower thrips, red pepper, insecticide resistance, chlorfluazuron

\*Corresponding author

P-073 >>

## A Rapid Assay for the Detection of Resistance to Phosphine in the *Tribolium Castaneum* in 2022–2023

Ji-Eun Choi\*, Won-Jeong Choi, Jun-Ran Kim, Bong-Su Kim, Eun-Seon Kyoung

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea

Recent increasing of phosphine resistance of stored product pests become a global problem. Diagnosis of resistance relies on a FAO test, which includes fumigation of pest for 20 hours at 0.04 mg/L gas concentration and assessment of mortality at 14 days after fumigation. This biological assay is inadequate for rapid monitoring and detecting of phosphine resistance pest. The commercial resistance detection kit, Detia Degesch Phosphine Tolerance Test Kit(DDPTTK), is globally used for rapid detection in field populations of *Tribolium castaneum*. Phosphine resistance detection test kit defines a resistant population when the knockdown time of 20 insects of *T. castaneum* exceeds 14 minutes at 3,000 ppm. In this study, Knockdown Time(KT) and Recovery Time(RT) of *T. castaneum* collected from 34 regions in Korea from 2022-2023 were investigated by exposure to 3,000 ppm concentrations of phosphine from DDPTTK method. In the case of susceptible, weak resistant, and strong resistant to *T. castaneum*, supplied from Australia,  $KT_{50}$  was 6.4 min, 10.3 min, and 28.4 min, and  $KT_{100}$  was 9.4 min, 14.7 min, and 36.6 min, respectively. And the  $RT_{50}$  was 88.4 min, 41.5 min, 4.1 min, and the  $RT_{100}$  was 184.7 min, 49.1 min, 6.4 min, respectively. The DDPTTK results for *T. castaneum* collected in 2022-2023, showed that  $KT_{50}$  and  $KT_{100}$  were 3.3~7.0 min, and 42.6~158.9 min. All regions except Jincheon were indicates to be susceptible, and  $KT_{100}$  was  $15.1 \pm 0.4$  min in Jincheon, which was confirmed to be weak resistant.

## Quality Evaluation of Tangors(Setoka and Kanpei) Treated with Ethyl Formate and Low-temperature

Sung-woo Cho<sup>\*</sup>, Eun-Seon Kyung and Bong-su Kim

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea

Tangor is hybrid of mandarin and orange. Recently tangor cultivation is increasing due to climate change, and distribution and exports are also increasing. Tangors are disinfected for the control the pests such as thrips, mealybugs and fruit flies in quarantine. Fumigation and low temperature treatment are one of the disinfection methods, and this study evaluate phytotoxicity and quality of 2 tangors(Setoka and Kanpei), treated by ethyl formate and low temperature. Tangors are treated by ethyl formate(20, 35, 70 mg/L) for 4 hours in 125L stainless steel chamber, and quality was investigated.

P-075 >>

## Phytotoxicity Assessment of Single and Combined Treatment of Fumigants on Apple Fruits

Jae-ho Ban<sup>1,2</sup>, Jun-ran Kim<sup>1</sup>, Eun seon Kyoung<sup>1</sup>, Young ho Kim<sup>2</sup>, Bong-su Kim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Plant Protection and Quarantine, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

Apple is one of the most important fruit in Korea, and it is the fourth most exported fruit, about 2% of fresh fruit exports in 2023. To export Korean apple to other country, methyl bromide(MeBr) should be treated to disinfest quarantine pests like moths. However, MeBr has been designated as an ozone-depleting substance under the Montreal Protocol enacted in 1989, and a reduction recommendation was adopted by the IPPC in 2008. Recently, MeBr is gradually being phased out in many countries, include Korea. For this reason, chemical fumigation treatment was conducted to confirm the damage that occurs to apples when an alternative fumigant is used and to conduct preliminary research on the physical and chemical complex treatment that is scheduled to be conducted in the future. The apple cultivars used in this test was 'Shinano'. After treatment with ethyl formate (EF) 70mg/L for 4 hours, phosphine (PH<sub>3</sub>) 2mg/L for 24 hours, and EF+PH<sub>3</sub> 25.1mg/L + 1mg/L for 4 hours, external and internal color, loss rate, sugar content, and decay rate was measured for 14 days. There was a slight change in external color when treated with EF+PH<sub>3</sub>, and no other significant differences were observed.

Key words: Apple, phytotoxicity, ethyl formate, phosphine, combine treatment

**Control Effect of insecticide on *Scirtothrips Dorsalis*(Hood)  
in Omija(*Schizandra chinensis* Baillon)  
in Mungyeong Region, Korea**

Min-Ki Kim<sup>\*</sup>, Won-Kwon Jung, Il-Kwon Yeon, Seok-Hee Park

Gyeongbuk agricultural research and extension service

Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) is mainly cultivated in the Mungyeong region of Gyeongsangbuk-do and major crop accounting for more than 60% of national production. *Scirtothrips dorsalis*(Hood) are the pests that cause the most damage among the pests that occur on omija. *S. dorsalis* damage on fruits and affect fruit quality and quantity. In order to reduce this damage, investigated pesticide activity against *S. dorsalis* that occur on omija. *S. dorsalis* appear from early May, reach their peak in mid-July, and continue to occur until mid-October. Insecticidal activity of 10 pesticides was investigated. As a result of control effect, Chlorpyrifos (EC), Spinetoram (WG), Spinosad (SC), Chlorfenapyr (EC), and Cyantraniliprole (EC) showed 91.1, 92.3, 92.7, 94.9 and 90.0%.



P-077 >>

## Symbiotic Effects of *Caballeronia insecticola* on Overwintering Survivorship and Insecticide Susceptibility of Female *Riptortus Pedestris* (Hemiptera: Alydidae)

Joo-Young Kim\*, Minhyung Jung, Jung-Wook Kho, and Doo-Hyung Lee

Department of Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea

*Riptortus pedestris* is known to acquire symbiotic bacteria, *Caballeronia* spp., from soil environments in every generation. Previous studies have revealed that the host insects are conferred with enhancements of fitness-related traits such including development and fecundity from the symbiosis. Therefore, we evaluated symbiotic effects of *C. insecticola* on female adults for two traits, overwintering survivorship and insecticide susceptibility. First, under overwintering conditions, we checked survivorship of apo-symbiotic (APO) and symbiotic (SYM) females over 50 days in the laboratory. Also, we measured the amount of food consumed and body weight change of *R. pedestris* over 20 days under the simulated overwintering conditions. Second, we assessed the susceptibility of females to fenitrothion over 7 days by evaluating dose-dependent mortality via topical assessment. Based on this, lethal concentration for 50% (LC<sub>50</sub>) was estimated using probit analysis. From the overwintering experiments, the longevity of SYM was significantly higher than APO, yielding 36.5±1.2 days and 32.9±1.0 days and in SYM and APO, respectively. In addition, the amount of food consumed prior to setting for overwintering was 1.4-fold greater in SYM than in APO, whereas there was no significant difference in the body weight gains between the two groups. From the insecticide tests, >90% of mortality was observed from both SYM and APO by fenitrothion at a range of 250 to 500 ppm; however, at 150 ppm of fenitrothion, mortality in APO was significantly higher than in SYM. Accordingly, LC<sub>50</sub> was estimated as 72.4 ppm and 92.4 ppm in APO and SYM, respectively.

- This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. RS-2022-RD010420)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

## Insecticide Resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) Populations Against Eight Insecticides in Chungcheong-do and Gyeongsang-do in 2023

Jung-Wook Kho\*, Joo-Young Kim, Minhyung Jung, and Doo-Hyung Lee

Department of Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea

The level of insecticide resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations was investigated with eight insecticides: deltamethrin, imidacloprid, thiacloprid, sulfoxaflor, pyrifluquinazon, spirotetramat, cyantraniliprole, and flonicamid. *M. persicae* populations were collected from kimchi cabbage fields in three different sites in both Chungcheong-do and Gyeongsang-do in 2023. In addition, a laboratory-reared colony was included to represent a population without exposure to insecticides. Insecticide resistance of the aphids was then assessed using leaf-dip method over 72h in laboratory conditions and analyzed based on lethality at recommended rate, and resistance ratio (RR) (lethal concentration 50 (LC<sub>50</sub>) of field population / LC<sub>50</sub> of lab-reared population). Deltamethrin resulted in low lethality ≤ 30% at its recommended rate throughout aphid populations. Thiacloprid, sulfoxaflor, and spirotetramat showed ≥85% lethality across populations. Nevertheless, for sulfoxaflor, high RR ≥10 was observed from two populations in Chungcheong-do, suggesting potential development of resistance despite its high efficacy. From imidacloprid, pyrifluquinazon, and flonicamid, variations in lethality were observed among different populations, ranging from 42 to 97%. Notably, high RR was observed from imidacloprid, where five out of six field populations showed RR ≥10 with a maximum of 551. The large variations in lethality combined with high RR suggest the need for more cautious applications of imidacloprid for local populations to maintain its efficacy. Our work provides critical information on insecticide efficacy and resistance status of *M. persicae* at a regional scale, which can be utilized to develop sustainable management programs.

- This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. RS-2022-RD010420)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

P-079 >>

## Comparative Lipid Profiling in *Drosophila suzukii* by Combined Treatment with Fumigant and Low Temperature

Hyun-Na Koo<sup>\*</sup>, Seoyeong Lee, Hyunkyung Kim, Junbeom Lee<sup>1</sup>, Gil-Hah Kim

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University

<sup>1</sup>Metabolomics Research Center for Functional Materials, Kyungshin University

The spotted-wing fruit fly *Drosophila suzukii* is a widespread insect pest and is characterized by laying eggs on fresh mature fruits. Although ethylformate and phosphine fumigants are widely used for *Drosophila* quarantine, studies related to their mechanism of action and metabolic physiological changes are still unclear. In this study, we investigated how key metabolites altered by fumigants and cold treatment are associated with and affect insect physiology by comparative metabolome (lipidome) analysis in *D. suzukii*. LC-QTOF/MS analysis was performed on a liquid chromatograph triple-quadrupole mass spectrometer with an electrospray ionization (ESI) source. As a result, combined treatment with fumigant and low temperature significantly altered the lipid substances involved in the sphingolipid, fatty acid, and glycerophospholipid pathway

Key words: *Drosophila suzukii*, ethylformate, phosphine, cold treatment, lipidomics

## 다양한 지수를 이용한 목화진딧물에 대한 3종 약제(Afidopyropen, Chlorfenapyr, Cyantraniliprole)의 혼합효과 평가

강동현, 김세은, 문하현, 구현나, 김현경, 김길하

충북대학교 식물학과

본 연구에서는 목화진딧물 야외집단(WJ, CC, GS)에 대하여 3종 약제(afidopyropen, chlorfenapyr, cyantraniliprole)의 혼합효과를 조합지수(Combined index, CI),  $\%M_{(\text{synergism})}$ , 연합독성계수(Co-efficacy index, CTC), 와들리 비율(Wadley ratio, WR), 상승 비율(Synergism ratio, SR) 및 아보트 비율(Abbott ratio, AR)을 이용하여 상승작용(Synergism), 유사작용(Similar action), 독립작용(Independent action), 그리고 길항작용(Antagonism)으로 평가하였다. 그 결과, 모든 집단에서 afidopyropen+chlorfenapyr의 혼합처리는 상승작용( $CI \leq 0.08$ ,  $\%M_{(\text{synergism})} \geq 96$ ,  $CTC \geq 764.5$ ,  $WR \geq 6.4$ ,  $SR \geq 6.9$ ,  $AR \geq 1.16$ )을 나타냈다. GS 집단에서는 chlorfenapyr+cyantraniliprole과 afidopyropen+cyantraniliprole은 길항작용( $CI \geq 1.63$ ,  $\%M_{(\text{synergism})} \leq 30$ ,  $CTC \leq 64.0$ ,  $WR \leq 0.6$ ,  $AR \leq 0.55$ )을 나타냈다. 따라서, CI,  $\%M_{(\text{synergism})}$ , CTC, WR, AR은 혼합제의 혼합효과를 평가하는 기준이 될 수 있음을 나타낸다.

P-081 >>

## 복숭아혹진딧물의 4종 약제( $\lambda$ -cyhalothrin, Flupyradifurone, Chlorfenapyr, Spirotetramat)에 대한 혼합효과 평가

문하현\*, 임경엽, 김현경, 구현나, 김길하

충북대학교 식물학과

국내에서 채집한 야외집단 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)의 4종 약제( $\lambda$ -cyhalothrin, flupyradifurone, chlorfenapyr, spirotetramat)에 대한 혼합효과를 평가하였다. 단제를 1:1(추천농도의 1/2 + 추천농도의 1/2, 추천농도 + 추천농도)로 혼합하여 진행한 결과, 추천농도에서 모두 34.5% 이하, 추천농도의 2배에서 모두 45.3% 이하의 살충률을 보였다. 혼합효과 평가 결과,  $\lambda$ -cyhalothrin과 chlorfenapyr,  $\lambda$ -cyhalothrin과 spirotetramat, flupyradifurone과 spirotetramat, 그리고 chlorfenapyr와 spirotetramat을 추천농도의 1/2씩 혼합하였을 때의 살충률은 45~65%, 각각 추천농도로 혼합하였을 때의 살충률은 64.1~78.5%로 모두 낮은 혼합효과를 보였다. 반면 flupyradifurone과 chlorfenapyr를 추천농도의 1/2씩 혼합하였을 때의 살충률은 83.7%, 각각 추천농도로 혼합하였을 때의 살충률은 100%로 높은 혼합효과를 나타냈다. 약제는 모든 단계 및 혼합제에서 관찰되지 않았다.

**Molecular Basis of the Differential Pesticide Sensitivity  
Between Two Closely Related Honey Bees,  
*Apis Cerana* and *Apis Mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**

Youngcheon Lim<sup>1</sup>, Susie Cho<sup>1</sup>, Joonhee Lee<sup>1\*</sup>, Si Hyeock Lee<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University

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

Two species of honey bee, *Apis cerana* and *Apis mellifera*, coexist in Korea, exhibiting differing physiological and toxicological traits, particularly in their responses to pesticides. To investigate the molecular basis of this differential pesticide sensitivity, comparative analyses were conducted for target site sensitivity and metabolic factors between the two species. Comparison of the amino acid sequences of the five major target sites did not reveal any apparent differences between *A. cerana* and *A. mellifera*, suggesting that variations in target site sensitivity do not account for their differing toxicological responses. However, examination of the expression profiles of several key cytochrome P450s (P450s), which are involved in detoxification or bioactivation, before and after pesticide treatment revealed species-specific expression patterns for some detoxification P450s. This finding implies that the differential toxicological traits may be attributed to species-specific differences in P450-mediated metabolic factors. This study represents the first systematic analysis elucidating the molecular basis of differential pesticide sensitivity between the closely related honey bee species, shedding light on crucial aspects of their pesticide susceptibility.

P-083

## 벼 재식밀도에 따른 병해충 발생 및 유기농업자재의 방제 효과

김현주\*, 김우재, 백동민, 정건호

국립식량과학원 기술지원과

농촌인구 감소에 의한 농업 인건비 상승 및 상토, 포관 등 농자재값 상승에 따른 농업 경영비를 절감하고자 현재 벼 드문모심기가 전국적으로 널리 확산되고 있는데, 기존 3.3m<sup>2</sup>당 80주가 표준재배법이었던 벼 재식밀도가 최근 37~60주까지 이용되고 있다. 벼 재식밀도가 낮아지면 경영비 절감뿐만 아니라 벼 잎집무늬마름병 발생도 감소한다고 한다. 특히, 많은 농가에서는 재식밀도가 낮아지면 병해충 방제 효과가 증가한다고 하여, 본 연구에서는 벼 재식밀도에 따른 병해충 발생 및 약제방제 효과를 조사하고자 수행하였다.

시험포장은 전남 곡성군 석곡면의 무농약재배 포장을 선정하였고, 품종은 중생종이며 중간찰성인 골든퀀3호로 하였다. 재식밀도는 3.3m<sup>2</sup>당 45주, 60주, 70주로 하여 70주는 6월 5일, 60주 및 45주는 6월 10일에 각각 1필지씩 이앙하였으며 기타 재배법은 벼 표준재배법에 따라 동일하게 관리하였다. 병해충 방제는 총 4회(6.20, 7.6, 7.13, 8.11) 광역살포기를 이용하여 방제하였다. 방제효과를 조사한 4회차에는 유기농업자재인 박멸균(식물성오일)·황토유황·미라클케이(천연가리) 3종을 혼용하여 살포하였고, 살포 전(8.11) 및 살포 후 3일, 7일차에 병해충 발생량을 육안으로 조사하고 방제가를 산출하였다.

벼 출수기에 4회차 약제 방제 전 사전 조사한 재식밀도별 멸구류 발생량 및 흑명나방 피해엽률은 재식밀도가 높을수록 감소하였으나 먹노린재는 재식밀도가 높을수록 증가하였다. 잎집무늬마름병은 재식밀도가 낮을수록 이병경률이 높았는데, 그 원인은 이병된 벼의 경수는 처리간 비슷하였으나 재식밀도가 적을수록 분얼된 경수가 많았던 영향으로 생각한다. 약제방제에 따른 멸구류의 방제가는 3일차에 42.2~57.5%로 재식밀도별 약간의 차이가 있었으나 통계적 유의차는 없었다. 7일차에는 70주 및 60주에서 방제가가 60.4~65.7%로 3일차보다 약간 높았으나 재식밀도별 차이는 없었고, 45주에서는 17.5%로 매우 낮았다. 먹노린재는 3일차 및 7일차 모두 재식밀도가 낮을수록 방제효과는 높았고, 특히 45주에서는 방제효과가 3일차 및 7일차에 각각 75%, 83.3%로 70주와 60주의 3일차 및 7일차 방제가인 61%, 45% 내외보다 크게 높았다. 등숙기인 9월 하순의 흑명나방 피해엽률은 재식밀도가 낮을수록 피해엽률은 높았고, 이삭도열병 피해를 및 먹노린재 발생량은 재식밀도가 높을수록 높았다. 본 연구에서는 광역살포기를 이용한 유기농업자재의 병해충 방제효과를 조사하였는데, 살포된 유기농업자재의 방제 효과가 크지 않았고, 최근 드론을 이용한 병해충 방제를 많이 이용하기 때문에 향후 드론을 이용한 유기농업자재 및 농약의 병해충 방제효과 조사도 수행할 계획이다.

## 뒷흰가는줄무늬밤나방 발생소장 및 약제 생물검정 효과

김현주\*, 김우재, 백동민, 정건호

국립식량과학원 기술지원과

뒷흰가는줄무늬밤나방은 중국, 일본 등 아시아와 인도, 아프리카 등에 분포하는 밤나방과 해충으로 유충은 멸강나방과 형태가 매우 비슷하다. 벼, 밀, 보리, 옥수수 등 벼과작물이 기주이며 최근 중국의 곡물 재배지 주요 해충으로 큰 피해를 주고 있다. 국내에서 성충 발생은 오래전에 보고되었으나 유충은 2019년 경남 하동의 수단그라스에서 첫 발견된 이후 최근에는 수원 등 중부지역에서도 발생되고 있다. 본 해충은 멸강나방과 같이 중국에서 비래하는 것으로 추측하고 있다. 본 연구에서는 뒷흰가는줄무늬밤나방 성충의 부안지역 발생소장 및 유충에 대한 방제제를 선발하고자 수행하였다.

성충 발생소장은 2020년~2021년에 부안군 계화면에서 그린아그로텍의 철제 콘트랩과 페로몬크사 PE형 성페로몬을 이용하여 4월 1일부터 10월 27일까지 1주일 간격으로 조사하였고, 성페로몬은 4주 간격으로 교체하였다. 생물검정은 옥수수에 등록된 나방류 약제와 유기농업자재의 유충에 대한 살충력을 평가하였는데, 약제살포는 유충에 직접 살포하는 충체분무와 옥수수에 살포 후 유충을 접촉하는 기주분무법으로 하였다. 유충은 하동에서 채집 후 식량원 해충사육실에서 누대사육한 3령을 대상으로 하였고, 충체분무는 소형 페트리디쉬에 유충을 5마리씩 넣고 조사하였다. 기주분무는 포트 파종한 옥수수를 15cm 길이로 잘라서 약제살포 후 시험관에 넣은 다음 유충을 각각 1마리씩 접종하여 조사하였다. 농약 및 유기농업자재는 추천농도로 각각 15회씩 소형 분무기로 유충 및 식물체에 살포하였다.

부안지역에서 뒷흰가는줄무늬밤나방 성충은 4월 상순부터 유인되어 10월 하순까지 4회 발생피크를 보였지만 발생최성기는 6월 상순과 10월 하순이었고, 11월 하순까지 성페로몬트랩에 유인되었다. 봄철에는 멸강나방 성충과 같은 발생 경향을 보였지만 발생량은 멸강나방 성충보다 많았다. 충체분무에 따른 유충 살충률은 에토펜프로스 유제, 스피네토람 액상수화제, 피리달릴 유탁제, 비펜트린 유탁제, 디노테푸란·에토펜프로스 미탁제는 90% 이상이었고, 에마멕탄벤조에이트 유제는 73.3%, 그 외 에스펜발러레이트 유제, 비티쿠르스타키 수화제, 델타메트린 유제 등은 10% 이하로



매우 낮았다. 기주분무에 따른 유충 살충률은 클로르피리포스메틸 유제, 에토펜프록스 유제, 에마벡틴벤조에이트 유제는 100%, 디노테류관·에토펜프록스 미탁제, 클로란트라닐리프롤·인독사카브 입상수화제, 인독사카브 액상수화제, 펜토에이트 유제는 80% 내외였다. 델타메트린 유제, 클로란트라닐리프롤 액상수화제는 35% 내외로 매우 낮았는데, 같은 계통의 약제에서도 살충율에 차이가 많았다. 합성피레스로이드계 약제에 대한 기주분무 효과 조사에서 에토펜프록스 유제만 73.3%로 살충률이 다소 높았으나 델타메트린 유제, 램다사이할로트린 유제 등 4종은 10% 이하로 매우 낮았다. 유기농업자재에 대한 기주분무 효과는 님 추출물인 나방철이, 대유플라즈마는 각각 90%, 60%, 대리스추출물인 방충탄이 66.7%로 다소 높았으나 동백추출물인 대유달마가, 고삼추출물인 수도응삼이 등은 20% 이하로 매우 낮았다.

## Identification of Differentially Expressed MicroRNAs under Chlorantraniliprole, Indoxacarb and Thiamethoxam Exposure in *Spodoptera Frugiperda*

Jun Won Shin<sup>1,\*</sup>, Rashmi Manohar Mahalle<sup>2</sup>, Keon Mook Seong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Republic of Korea

<sup>2</sup>Institute of Agricultural Sciences, Chungnam National University, Republic of Korea

*Spodoptera frugiperda* is the world's major agricultural pest and has the distinctive features of high fecundity, strong migratory capacity, and high resistance to most insecticide. MicroRNAs (miRNAs) are a class of small, single-stranded, non-coding RNAs and play crucial regulatory roles in various physiological processes, including the insecticide resistance in insects. we examined the miRNA profile of *S. frugiperda* in response to Chlorantraniliprole, Indoxacarb and Thiamethoxam. Transcriptome analysis showed significant changes in the abundance of some miRNAs after treatment of *S. frugiperda* larvae with LC<sub>20</sub> concentrations of three insecticides. A total of 197 miRNAs were systematically identified from *S. frugiperda*, and 16, 9, 2 miRNAs were differentially expressed after treatments of three insecticides. Importantly, three miRNAs were significantly downregulated and three were upregulated by RT-qPCR after treatment the LC<sub>50</sub> of three insecticides with *S. frugiperda* larvae. Microinjection of agomirs of these six miRNAs into *S. frugiperda* larvae resulted in significant changes in mortality rates when exposed to three insecticides. Additionally, we also screened potential target genes for some of differentially expressed miRNAs, which may play important roles in insecticide resistance development. These findings provide valuable insights into the molecular mechanisms of insecticide resistance and underscore the potential of miRNAs as targets for the development of novel pest control strategies in *S. frugiperda*.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, miRNA, Chlorantraniliprole, Indoxacarb, Thiamethoxam

P-086 >>

## Plant Extract of *Paeonia Suffraticosa*, Showing Insecticidal Effect on a Thrips(*Frankliniella occidentalis*) Among 67 Medecine Plants

Mi Hye Seo, Kyung San Choi, Sun-Young Lee, Jung Beom Yoon

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Korea

Besides direct feeding damage to various greenhouse crops, *Frankliniella occidentalis* causes indirect damage, such as mediating tomato spotted wilt virus. To date, *Frankliniella occidentalis* prevention has been dependent on pesticides, but this method triggers significant side effects in agricultural environments, develops resistance to pests, and causes hardships in prevention. To resolve this issue, a substance was selected to avoid tolerance to chemical pesticide alternatives. Sixty-seven medicinal plants were inundated in water for 24h and extracted at room temperature. The extract was then administered to a *Frankliniella occidentalis* imago, followed by moutan was extracted treatment. A 100% insecticidal effect was observed on the first day of treatment. The selected moutan was extracted from 50% ethanol, followed by water and ethanol removal using a rotary evaporator. Next, it was pulverized through lyophilization and used after dilution with water. During indoor experiment, 40% diluted solution was spray-treated onto *Frankliniella occidentalis*, which showed a 100% insecticidal effect at 24h after treatment. A pot test showed a 78% insecticidal effect on the first day of treatment. The analysis of active substances with outstanding insecticidal effects and on-site validation testing is in progress. We expect that the use of the presented extract will be effective in *Frankliniella occidentalis* prevention.

**검색어:** Moutan(*Paeonia suffraticosa*), Extract, Insecticidal effect, Thrips(*Frankliniella occidentalis*), Pepper

\* 본 성과물(학술발표)은 농촌진흥청 연구사업 (과제번호: PJ01608404)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 피레스로이드계 유기농업자재와 화학합성농약에 대한 목화진딧물 도태 계통의 약효 평가

박준현, 유기렬, 양은영, 안율균, 권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공

목화진딧물 야외 계통(GJ)을 피레스로이드계 유기농업자재 3종 (O\_test\_01, O\_test\_02, O\_test\_03)과 화학합성농약 2종 (P\_test\_01, P\_test\_02)을 엽침지법으로 3-10회 도태 후, 시기 별 사충율을 조사하였다. 그 결과, 도태 횟수가 증가할수록 사충율은 약효가 20%미만으로 약효 감수성이 낮아지는 것을 확인하였다. 정확한 저항성 비를 산출하기 위해 미량국소침지처리법을 이용하여 감수성 계통(AD), GJ, 그리고 GJ 도태 후 계통(GJ-S)에 대한 반수치사농도(LC<sub>50</sub>)를 구하였다. AD 대비 GJ 계통은 900392배의 저항성비를 나타내었으나, GJ-S에 대한 LC<sub>50</sub> 값의 산출은 불가능하였다. 향후, 생물검정방법을 엽침지법으로 변경 후, AD, GJ, 그리고 GJ-S 계통을 대상으로 구체적인 저항성비를 계산하고자 한다.

P-088 >>

## 시설 재배지 미소 해충류에 대한 카란진 함유 시제품의 약효 평가

유기렬, 최민영, 양은영, 안율균, 권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공

너도밤나무의 씨앗에서 유래한 카란자오일의 카란진은 일부 해충에 살충 성분이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 시설재배지 주요 해충(목화진딧물, 복숭아혹진딧물, 점박이응애, 담배가루이)에 대해 카란진 함유 시제품(karanjin 1.75%)을 엽침지법을 기반으로 약효 평가를 수행하였으며, 1,000배액에 대한 사충율과 반수치사농도(LC<sub>50</sub>)를 산출하였다. 1,000배액 처리 후 24시간 사충율 관찰 결과, 목화진딧물, 복숭아혹진딧물, 점박이응애, 그리고 담배가루이는 각각  $97.8 \pm 3.8\%$ ,  $0\%$ ,  $83.2 \pm 1.9\%$ , 그리고  $47.8 \pm 6.9\%$ 의 사충율을 보였다. 흥미롭게도, 시제품의 점박이응애에 대한 사충 요인은 직접적인 살충 효과보다 기피 효과가 더 크게 기여한 것으로 나타났다. 각 해충 별 LC<sub>50</sub>는 처리 후 24시간에 목화진딧물 0.2 ppm, 복숭아혹진딧물이 271 ppm, 점박이응애가 4.8 ppm, 그리고 담배가루이에 36.8 ppm이었다. 카란자 유래 시제품은 시설재배 현장에서 목화진딧물과 점박이응애의 예방에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## Insecticide Bioassay Against the Immature Stages of *Spodoptera Exigua* and *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae)

meswor Maharjan, Youngnam Yoon, Yunwoo Jang, Seoyeon Hong<sup>\*</sup>, Rag

Crop Production Technology Research Division, Department of Southern Area Crop Science,  
Rural Development Administration, Miryang, Korea

The *Spodoptera* species (*Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua*) are one of the best-known agricultural pest insects, damaging soybeans over a long period. They cause economic losses by impairing initial growth through crop consumption and defoliation. Due to climate change and changes in cultivation practices, their occurrence has been increasing rapidly. Several registered insecticides with different chemical compositions were tested against different larval stages of *Spodoptera* species. Each insecticide was applied singly on larva of each species, and larval mortality was recorded at 3, 6, 12, 24, 48, and 72 hr post-treatment. For *S. exigua*, indoxacarb, emamectin benzoate, spinetoram, and chlorfenapyr showed higher toxicity, with over 90% efficacy, especially in the 1<sup>st</sup> instar. However, some of insecticides showed weak performance even did not reach the LC<sub>50</sub> after 72 hr post-treatment. For *S. litura*, tested insecticides showed mixed performance with varied efficacy levels in all instars. Indoxacarb and spinetoram showed over 90% efficacy in the 1<sup>st</sup> instar, but efficacy varied with larval growth. Emamectin benzoate and indoxacarb were effective until the 2<sup>nd</sup> instar, while spinetoram remained effective until the 3<sup>rd</sup> instar. Many insecticides did not reach the LC<sub>50</sub> level even after 72 hr, particularly after the 2<sup>nd</sup> instar. Most of the tested insecticides showed efficacy starting from 12 hr post-application. Mix form of insecticides treatment showed quicker knockdown effect on larvae of *S. exigua*, Majority of larvae were died within 6 hr, showing more than 2-fold efficacy compared to a single treatment. In this study, we presented information relative to different toxic responses according to nature of insecticides and application pattern against immature stages of *S. litura* and *S. exigua*.

## Investigating the Impact of MicroRNA on Chlorantraniliprole Susceptibility in *Spodoptera frugiperda*

Rashmi Manohar Mahalle<sup>1</sup>, Barry R. Pittendrigh<sup>2</sup> and Keon Mook Seong<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agricultural Sciences, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea

<sup>2</sup>Center for Urban and Industrial Pest Management, Department of Entomology, Purdue University, West Lafayette, IN, USA.

<sup>3</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea

*Spodoptera frugiperda* has evolved resistance to new compounds with different modes of action, including a preferably used pesticide chlorantraniliprole. miRNAs are small non-coding RNA molecules that play a critical role in regulating gene expression post-transcriptionally. Previous studies suggest that miRNAs are involved in the development of insecticide resistance in agricultural insects. The impact of the differentially expressed miRNAs on the expression of cytochrome P450 genes was elucidated in this study. We identified two differentially expressed miRNAs (sfr-miR-10465-5p and sfr-miR-10476-5p) after chlorantraniliprole exposure using Illumina sequencing. These miRNAs exhibited relatively upregulated expression in the fat body tissue, in contrast to their notably lower expression in the head, midgut, and malpighian tubules. Further analysis suggested that these miRNAs might target specific cytochrome P450 genes, like CYP4C1 and CYP4C21, which are known to play a role in insecticide resistance development. Experimentation with miRNA mimics through microinjection revealed a notable increase in the survival rates of *S. frugiperda* larvae when subjected to chlorantraniliprole exposure, with a significant reduction in CYP4C1 and CYP4C21 gene expression levels. This suggests a direct connection between the miRNAs and the increased tolerance of *Spodoptera* larvae to the insecticide. Our findings highlight the intricate role of miRNAs in the regulation of gene expression, offering valuable insights into the molecular mechanisms of chlorantraniliprole resistance in *S. frugiperda*. These findings pave the way for further investigations into miRNA roles and their potential in managing pesticide resistance in agricultural pests.

**Keywords:** miRNAs, *Spodoptera frugiperda*, chlorantraniliprole, cytochrome P450, insecticide resistance

## Transcriptomic Characterization of Carbonyl Sulfide Toxicity in *Tribolium Castaneum*

Na Ri Shin<sup>1</sup>, Keon Mook Seong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon, South Korea

A new fumigant, carbonyl sulfide (COS), has potential for use as a replacement for methyl bromide, yet its mechanism of toxicity to insects remains poorly understood. In this study, transcriptome analysis was performed on *Tribolium castaneum* malpighian tubules and fat bodies, which are known to play an essential role in energy storage and utilization in insect species. In total, upon exposure to COS, 3,034 and 2,973 genes were differentially expressed in the *T. castaneum* malpighian tubules and fat body, respectively. These differentially expressed genes comprise a significant number of detoxification-related genes, including 105 P450s, 18 glutathione S-transferases (GSTs), 82 ABC transporters, 25 UDP-glucosyltransferases and 42 carboxylesterases and mitochondrial-related genes, including 9 complex I genes, 2 complex II genes, 1 complex III gene, 9 complex IV genes, 8 complex V genes from both malpighian tubules and fat body tissues. Moreover, KEGG analysis demonstrated that the upregulated genes were enriched in xenobiotic metabolism by ABC transporters and drug metabolism by other enzymes. We also investigated the role of carbonic anhydrases (CAs) in toxicity of COS using dsRNA treatment in *T. castaneum*. These results show that CA genes have a key role in toxicity of the COS. Furthermore, the results of transcriptomic analysis provide new insights into the insecticidal mechanism of COS fumigation against *T. castaneum* and eventually contribute to the management of this important stored grain pests.



## Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) 중 초장쇄지방산 저해 제초제 *S*-metolachlor의 활성부위 추정

황정인<sup>1,\*</sup>, Jason K. Norsworthy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 생물환경화학학과

<sup>2</sup>Department of Crop, Soil, and Environmental Science, University of Arkansas

미 남서부 농업지역에 널리 퍼진 비름과(*Amaranthaceae*) 잡초 Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.)은 현재까지 9종의 제초제 작용부위에 대해 저항성을 발현한 방제가 어려운 잡초종 중 하나이다. 본 연구에서는 잡초내 초장쇄지방산(very-long chain fatty acid)을 저해하는 제초제인 *S*-metolachlor에 대해 저항성을 발현한 Palmer amaranth 군집과 감수성 군집의 종자시료를 이용하여 *S*-metolachlor의 저항기작과 상세 활성부위를 조사하였다. 잡초 생체 대사억제제로 알려진 malathion (cytochrome P450 억제제)과 4-chloro-7-nitrobenzofurazan [NBD-Cl; glutathione *S*-transferase 억제제]을 각각 2  $\mu$ M *S*-metolachlor와 함께 처리한 후 5일간 Palmer amaranth 군집들의 뿌리신장을 평가한 결과, 50 nM NBD-Cl + 2  $\mu$ M *S*-metolachlor 처리구에서 저항성 군집의 뿌리신장이 20% 감소하여 glutathione *S*-transferase 대사효소의 활성 증가가 *S*-metolachlor 저항성 발현에 기여하는 것으로 나타났다. 게다가 2  $\mu$ M 제초제 처리 후 저항성 군집에서 대사체 metaolachlor-ethanesulfonic acid의 생성량이 12.1배 더 크게 나타나 이 대사체는 Palmer amaranth 내 *S*-metolachlor 저항성 진화를 확인하기 위한 지표로써 고려될 수 있었다. 추가적으로 *S*-metolachlor 처리 후 감수성 및 저항성 군집 모두에서 cerotic acid (C26:0)의 생성량이 각각 3.8배 및 1.8배 감소하여 *S*-metolachlor는 Palmer amaranth의 탄소 26개 초장쇄지방산 합성 경로에 영향을 미치는 것으로 추정되었다. 특정 초장쇄지방산 생성과 제초제 저항성 진화의 관계를 밝히기 위해 cerotic acid 합성 관련 단백질 유전자를 평가하는 추가 연구가 필요하다.

## 드론을 활용한 토양처리 제초제의 잡초방제 효과

원옥재\*, 이현수, 임성환, 최혜진, 라메즈워, 전준형, 홍서연, 장윤우, 윤영남

국립식량과학원 생산기술개발과

논 타작물 재배지원 사업으로 인하여 규격화된 대면적의 논에 밭작물의 재배가 증가하고 있으며, 농촌 고령화 및 인구감소로 인하여 잡초방제에 어려움이 발생하고 있다. 잡초방제를 위해 농업현장에서 토양처리 제초제를 인력분무기 또는 승용분무기를 활용하고 있으나, 대면적화에 따른 새로운 접근 방식의 모색이 필요한 실정이다. 드론의 경우 빠른 시간에 많은 면적의 방제가 가능하며, 강우 후 진입이 어려운 상황에서도 운용이 가능한 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 무인항공기 드론을 활용한 밭작물 잡초관리의 적용 가능성을 검토하고자 시험을 수행하였다. 시험은 최근 논에 많이 재배되고 있는 콩을 대상으로 하였으며, 파종 직후 알라클로르 입제와 에스-메톨라클로르 입제를 드론(SG-10p)을 활용하여 기준량과 배량으로 처리하였고, 관행으로 입제는 손살포, 액제는 동력분무기를 활용하여 처리한 후 잡초방제효과와 콩에 대한 약해를 평가하였다. 드론으로 토양처리 제초제 입제를 처리한 결과, 알라클로르와 에스-메톨라클로르는 각각 90.7%와 92.2%의 방제효과를 보였으며, 관행으로 처리한 알라클로르 입제와 유제는 94.2%와 93.1%, 에스-메톨라클로르 입제와 유제는 93.2%와 90.4%로 드론과 관행처리 모두 우수한 잡초방제 효과를 보이고 있었다. 이랑 기준 잡초방제효과를 조사한 결과에서 드론이 지나간 중앙지점에 대한 잡초방제효과가 가장 높았고, 유효살포폭 범위까지는 90%내외의 방제효과를 보였으며, 유효살포폭 범위를 벗어남에 따라 잡초방제효과는 급격하게 감소하였다. 대부분의 잡초종에 대해서 우수한 방제효과를 보였으나, 시험에 사용한 제초제 모두 깨풀에 대해 방제효과가 낮은 경향을 보였다. 드론 및 관행 처리에 따른 콩의 초장을 측정한 결과 별도의 약해는 관찰되지 않았다. 시험결과 드론 처리에 따른 잡초방제효과가 관행과 차이가 없었으며, 콩에 대한 약해를 보이지 않는 것으로 보아 드론을 활용한 잡초관리가 가능한 것을 확인하였다. 다만 드론의 경우 비산에 대한 우려가 있어 바람이 불지 않는 조건에서의 방제를 해야하며, 농경지 경계에 대한 완충지역을 충분히 확보할 필요성이 있을 것으로 보인다.

(Corresponding author) E-mail: ojwon@korea.kr

(Acknowledgement) 본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2021-RD009015)의 지원에 의해 이루어진 것임

P-094 >>

## 국내 제초제 잔류 부적합 사례 분석

김진원\*, 이은혜, 이정란, 이규희

국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

본 연구는 제초제 잔류 부적합 사례를 분석하여 제초제 안전 사용을 위한 연구방향을 제시하기 위하여 수행되었다. 같은 국립농산물품질관리원에서 월별로 제공하는 ‘농산물 잔류농약 안전성 조사 결과’를 2019년 1월부터 2023년 12월까지 60개월에 해당하는 사례를 취합하였다. 이 중, 제초제 사례만 추출하여 검출 제초제와 작물을 중심으로 분석하였다. 총 3,365건의 위반 사례 중 제초제 위반 사례는 239건으로 약 7.1%를 차지하였다. 위반사례가 가장 많은 제초제는 74건의 펜디메탈린이었으며, 메타벤즈티아주론(50건), 리뉴론(48건) 및 알라클로르(26건)순으로 그 뒤를 이었다. 검출이 많은 제초제는 대부분 토양처리제였기 때문에, 처리한계기간 등 안전사용기준 등을 보완해야 할 것으로 판단된다. 위반 사례가 가장 많은 작물은 대파로 44건이었으며, 쪽파와 취나물은 각각 24 및 20건이었다. 대부분은 엽경채류이며 재배기간이 짧은 특성이 있는 것으로 분석되었기 때문에, 안전성 위반 사례를 줄이기 위해서는 엽경채 작물별 재배기간 및 유형에 따른 제초제의 토양 및 작물 잔류량 관련 연구가 필요할 것으로 판단된다.

사사: 이 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01673402)의 지원에 의해 수행되었음

## 깨풀(*Acalypha Australis*) 방제를 위한 토양처리제 선발

이은혜\*, 김진원, 이정란

국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

깨풀은 대극과 일년생 여름잡초이며, 최근 콩, 사과 등 다양한 작물 재배지에서 발생이 증가하고 있다. 본 연구에서는 깨풀에 약효가 뛰어난 토양처리제를 선발하여 방제의 기초자료로 활용하고자 하였다. 2019년 대구에서 채집한 깨풀 종자를 증식하여 사용하였으며 중형 사각 포트에 토양심도 2 cm 조건으로 50립을 파종하였다. 국내 시판 중인 32개 토양처리제를 추천약량으로 살포하였으며, 분사량은 600 L/ha였다. 처리 후 28일에 발아개체수, 생체중 및 엽면적을 조사하였다. 그 결과, PPO 저해제, PSII 저해제 및 세포벽 합성 저해제 처리구는 깨풀이 발아를 하지 않았으며, 생존한 개체들도 생체중과 엽면적이 매우 작아 약효가 매우 높았다. 미세소관 합성 저해제 및 장쇄지방산 저해제는 상대적으로 깨풀에 대한 방제가가 낮았다. 합제의 경우, 광합성 저해제 또는 세포벽합성 저해제가 포함된 제초제가 깨풀을 효과적으로 방제하였다. 연구결과를 토대로 재배작물에 따른 깨풀의 효과적 방제를 위한 기초정보가 확립되었다. 향후 경엽처리제 및 비선택성 제초제를 적용한 추가연구를 통해 깨풀 발생 전후 효과적 방제를 위한 정보를 폭넓게 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

사사: 본 연구는 농촌진흥청 고유연구사업(과제번호: PJ015003)의 지원에 의해 수행되었음

P-096 >>

## 비선택성제초제 배추밭 헛골처리 약해 시험

김재덕\*, 김성빈, 이경민, 김민주, 이영식, 문병철

국립농업과학원 농산물안전성부

비선택성제초제는 제초제 중에서 작물과 잡초를 가리지 않고 전멸시키는 특징이 있어 사용상에 주의가 요구된다. 현재 농약 등록 시스템에서는 비선택성제초제를 작물재배지에 처리하는 행위에 대해서 특별한 등록관리를 하고 있고, 전작물에 대한 휴간(헛골) 처리와 무논직파벼에 대한 앵미 방제처리만 작물재배지에서 사용할 수 있다.

본 연구는 배추밭에 발생하는 잡초를 방제하기 위해 휴간(헛골)처리제로 사용되고 있는 2종의 비선택성제초제에 대해서 수분이 많은 조건에서 약해 발생의 특성을 확인하기 위해 진행하였다. 시험은 배추밭에 관행 처리보다 습기가 많은 조건을 인위적으로 조성하여 농약 처리 기준량과 4배량을 처리하였다. 과습 조건은 배추밭을 구획 책정하여 헛골내부에 토양으로 독을 형성하여 발 가운데 시험구는 물이 흐르지 않고 고이도록 설정하였고, 발 끝쪽은 물이 자연스럽게 흘러나가도록 시험구를 조성하여 대조구로 사용하였다. 또한 자연 강수가 발생하지 않아 스프레이 호스를 사용하여 추가적으로 인공 강우 조건을 형성하였다. 시험결과는 약제처리 이후 50일 뒤에 배추의 생체중을 측정하였는데, 시험에 사용된 2종의 비선택성제초제는 관행처리구와 다습한 시험조건 모두에서 약해가 발생하지 않는 것을 확인하였다.

본 연구는 비선택성제초제의 휴간(헛골) 처리에 대한 안전성을 확인하기 위해 과한 설정으로 시험구를 조성하여 약해를 확인한 시험이다. 본 연구진은 다양한 환경을 조성하여 의도되지 않게 발생할 수 있는 작물재배지에 대한 비선택성제초제의 약해 발생 가능성을 확인하는 시험을 3차례 진행하였다. 종합적인 결과는 비선택성제초제의 안전한 사용에 근거 자료로 활용할 계획이다. 비선택성제초제는 작물에도 치명적인 영향이 있는 만큼 안전사용기준을 필수적으로 준수하여 사용해야 할 것으로 사료 된다.

\* 본 연구는 농촌진흥청 고유연구사업(PJ01727903)의 지원에 의해 수행되었음

## 2022년 배 재배 농약 사용 실태

조재룡\*, 이선욱, 박주형, 엄성현, 이상엽, 오홍규

(사)한국농자재시험연구기관협회

우리나라 배재배에 사용되고 있는 농약사용실태를 조사하여 농업 연구지도 및 정책결정 기초자료로 활용하고자, 2022년에 배 재배 170여 농가를 방문하여 병해충잡초 방제 기록장과 설문지 등을 통하여 실제 농약살포량 등을 조사하였다. 우리나라 배 재배농가의 농약 사용횟수는 평균 21.2회였으며, 최저 8회, 최대 45회이었다. 배 재배에 사용한 단위면적(ha)당 평균 농약사용량을 성분별로 조사한 결과, 농가당 평균 103.4 a.i. kg/ha으로 살균제 19.3kg, 살충제 83.8kg, 제초제 0.2kg, 기타 0.1kg 이었다. 배 재배기간에 사용된 농약 성분은 Machine Oil 등 149개 성분이었고, 상위 10개 성분은 Machine Oil, Mancozeb, Lime Sulfur, Buprofezin, Thiophanate-Methyl, Captan, Dithianon, Cyprodinil, Pyrimethanil, Propineb 순 이었다.

중심어 : 농약사용량, 농약사용실태, 농약살포횟수, 배

연락처 : 조재룡 cjr2599@naver.com

P-098 >>

## 2022년 사과 재배 농약 사용 실태

박주형\*, 이선욱, 조재룡, 엄성현, 이상엽, 오홍규

(사)한국농자재시험연구기관협회

우리나라 대표 과수인 사과재배에 사용되고 있는 농약사용실태를 조사하여 농업 연구지도 및 정책결정 기초자료로 활용하고자, 2022년에 사과재배 190여 농가를 방문하여 병해충잡초 방제 기록장과 설문지 등을 통하여 실제 농약 살포량 등을 조사하였다. 사과 재배농가의 농약 사용횟수는 평균 18.6회 였으며, 최저 9회, 최대 31회 이었다. 사과재배에 사용한 ha당 평균 농약사용량을 성분별로 조사한 결과, 농가당 평균 53.8 a.i. kg/ha로 살균제 29.7 a.i. kg/ha, 살충제 22.8 a.i. kg/ha, 제초제 0.5 a.i. kg/ha, 기타 0.8 a.i. kg/ha 이었다. 사과 재배기간에 사용된 농약은 Machine Oil 등 156개 성분이었고, 상위 10개 성분은 Machine Oil, Mancozeb, Propineb, Captan, Dithianon, Chlorothalonil, Lime Sulfur, Fluazinam, Thiophanate-Methyl, Metiram 순이었다.

중심어 : 농약살포횟수, 농약사용량, 농약사용실태, 사과

연락처 : 박주형 pesticide3@karo.or.kr





## [ 연구윤리 ]

### 부당한 중복 게재 관련 연구윤리 이슈

이동운

경북대학교 곤충생명과학과

2024

(사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

## 부당한 중복 게재 관련 연구윤리 이슈

이동운

경북대학교 곤충생명과학과

부당한 중복게재는 연구부정행위의 한 형태로 연구자가 자신의 이전 연구결과와 동일하거나 실질적으로 유사한 저작물을 출처 표시 없이 게재한 후, 부당한 이익을 얻는 행위로 정의되고 있다. 부당한 중복 게재는 자기표절, 이중게재, 논문 쪼개기, 논문 덧붙이기 등의 개념과 혼재되어 사용되고 있는데 학문 분야에 따라 적용 범위에 이견이 있다. 본 발표에서는 이슈화 되고 있는 중복게재의 형태와 중복 게재에 해당하는 연구윤리 위배 행위 예방법을 제시하고자 한다.

# 폐 회

## ● 연구상 시상

### ○ 우수 논문 발표상

- |               |       |                             |
|---------------|-------|-----------------------------|
| 1. 생물         | 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :        |       |                             |
| 2. 농약(살균제)저항성 | 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :        |       |                             |
| 3. 화학         | 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :        |       |                             |
| 4. 독성         | 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :        |       |                             |

### ○ 우수 포스터 발표상

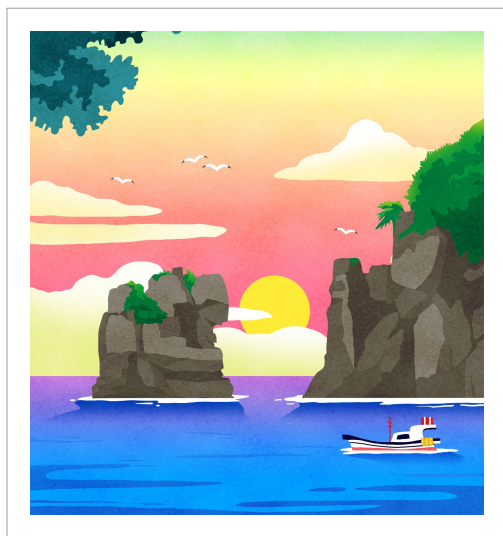
- |          |                             |
|----------|-----------------------------|
| 1. 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :   |                             |
| 2. 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :   |                             |
| ⋮        |                             |
| 9. 수상자 : | 회원 (                      ) |
| 논문제목 :   |                             |

## ● 경품 추첨

### ● 2024년 임시총회 및 추계학술발표회 개최지 소개

### ● 학회장 인사





# 〈농약과학회지〉

규정(투고, 심사, 윤리)



1. 본 학회지의 투고원고는 국내외에 미발표된 논문에 한한다.
2. 논문 투고자는 본 학회의 회원에 한하며, 회원과의 공동연구 및 초청 논문(특별기고)은 예외로 한다.
3. 게재 가능한 논문은 연구보문(Original articles), 연구단보(Notes) 및 총설(Review papers)로 구분한다.
4. 투고논문의 게재여부는 편집위원회에서 심의 결정하며, 제출한 원고는 채택되지 않은 경우를 제외하고는 투고자에게 반환하지 않는다.
5. 원고의 접수일은 원고가 학회홈페이지에 투고된 날로, 원고의 수리일은 편집위원회의 심의가 끝난 날로 한다.
6. 원고는 국문 또는 영문으로 한글 97이상, 또는 MS word로 작성된 파일을 온라인(<http://www.kjps.or.kr>)으로 제출함을 원칙으로 한다. 표와 그림은 별도 파일로 작성하지 않으며 원고의 마지막 부분에 포함한다. 원고의 첫 면부터 끝 면까지 연속번호를 하단에 표기하여야 한다. 논문 편집시 여백(상하 15, 좌우 25, 머리, 꼬리말 10)과 글자 크기(제 1면 국, 영문 제목 16, 본문중의 부제목 14, 나머지 12) 및 줄간격(200)을 지켜야 한다.
7. 한글원고는 한글로 작성하되 인명, 지명, 잡지명 등과 같이 혼동하기 쉬운 것에 한하여 한자를 사용할 수 있다.
8. 원고의 제 1면에는 제목, 저자명, 소속기관(소재지 포함)을 한글과 영문순으로 표기하고 국내외 학회에 초록을 발표한 사실을 표시할 필요가 있을 경우는 하단에 각주로 표기하며, 그 밑에 저자명 우측상단에 위첨자형의 \* (\*)로 표시한 연락저자의 주소(우편번호), 전화, fax 번호 및 e-mail 주소를 기재한다. 저자명과 소속기관명은 약어를 쓰지 않고 전부 쓰도록 하며, 소속기관의 소재지 주소는 한글 및 영문으로 각각 표기한다. 저자의 소속기관은 저자명 우측 상단에 위 첨자형의 아라비아 숫자로 표시하여 구분하되 저자들의 소속기관이 다를 경우에는 소속이 다른 첫번째 저자부터 '1, 2,...'로 하며, 저자명의 소속기관 좌측상단에 저자명 우측번호와 동일한 숫자를 표기한다. 각 저자의 소속 기관은 대부분의 연구가 수행된 기관이어야 하며, 저자의 소속이 변경된 경우 현재 주소를 추가로 기재한다. 하지만, 논문에 게재된 후에는 소속기관의 수정이나 변경은 되지 않는다.
- \*. 논문의 참여저자는 논문 투고 전 내용을 면밀히 확인하여야 하며, 논문의 게재가 승인된 이후에는 저자의 추가나 삭제 등 저자의 변경 및 저자 순서의 변경은 허용되지 않는다. 논문의 수정 보완 단계에서의 저자 추가 및 삭제는 일반적으로 허용되지 않지만, 저자의 변경 사유를 상세히 설명 후 편집위원회의 변경 승인이

있을 경우 가능하다. 또한, 저자의 연구자 검증을 위해 논문을 제출하거나 수정 보완단계에서 ORCID ID를 사용하는 것을 권장하며, 저자의 직책을 표기하여야 한다.

- \* 논문제목은 단일 제목으로 하고 부제목은 붙이지 않으며, 영문제목의 경우 첫 글자와 고유대명사를 제외하고는 소문자로 쓴다.
9. 원고의 제 2면에는 각각 200단어 내외의 한글 요약 및 영문 abstract를 기재하며, 논문의 연구목적, 주요 연구성과가 구체적으로 나타날 수 있도록 한 문단으로 작성한다. 영어(알파벳순으로 나열하되, 모든 단어의 첫 글자는 대문자표기) 및 한글(영문 Key words 순서와 동일하게 작성)의 핵심용어(색인어, Key words)는 각각 한글 요약 및 영문 abstract의 마지막 줄로부터 1줄을 띄우고 5단어 이내로 기재한다.
  10. 연구보문의 체제는 한글의 경우 영문초록, 서론, 재료 및 방법, 결과, 고찰(또는 결과 및 고찰), 저자정보 및 기여, 감사의 글, 이해상충관계, 인용문헌, 한글 요약을 포함하고, 영문의 경우 Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion(또는 Results and Discussion), Author Information and Contributions, Acknowledgment, Conflict of Interest, Literature cited, 한글 요약을 포함한다.
  11. 연구비의 출처나 사의를 표할 필요가 있을 경우에는 '감사의 글'에 표기하여야 한다.
  12. 저자정보는 각 저자의 소속과 직위(교수, 연구원, 학생, 석사, 박사 등), ORCID번호(주저자, 제1저자, 교신저자)를 표기하여야 하며, 학위논문을 기반으로 작성된 논문의 경우 해당 내용을 저자 기여도 부분에 명시한다.  
한글 논문의 경우도 저자정보는 영문으로 작성하여야 한다.  
작성된 저자정보는 사사문구(감사의 글) 다음으로 배치한다.  
예) 교수-Professor, 연구원-Researcher, 박사 후 연구원-Postdoctoral researcher, 박사-Doctor of Philosophy, 박사 과정생-Ph.D. student, 석사-Master, 석사과정생-Master student, 학사-Bachelor, 학부생-Undergraduate student, 고등학생-High school student  
Gildong Hong, Department of Vector Entomology, Hankook National University, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9151-5390>  
Chulsu Kim, Department of Vector Entomology, Hankook National University, Master student,

<https://orcid.org/0000-0001-9151-5390>

Hee Park, Hankook Chemical Company, Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9151-5390>

저자는 연구 설계, 자료의 수집 및 분석에 많은 기여를 하고, 논문에서 중요한 내용을 작성하거나 수정하고, 논문 투고 전 최종 검토 및 승인을 하고, 연구의 정확성이나 진실성과 관련된 사항들이 제대로 조사 되고 해결되었다는 것을 보장하기 위해 연구의 모든 측면에 대해 책임을 지겠다는 합의를 해야 하는데 각각의 저자들은 다음의 예시와 같은 개별 기여를 지정하는 짧은 단락의 기여내용을 기술해야 한다. “개념정립, XX 및 YY; 방법론 제시, XX; 소프트웨어 고안, XX; 검증, XX, YY 및 ZZ; 공식 분석, XX; 조사, XX; 자원제공, XX; 자료분석, XX; 논문작성 – 원본 초안 준비, XX; 논문작성 – 검토 및 편집, XX; 시각화, XX; 감독, XX; 프로젝트 관리, XX; 연구비 조달, YY”, 등 기여 부분을 구체적으로 명시.

학위논문의 내용 일부나 전부를 재편집하여 투고하는 경우 해당 내용을 예시와 같이 기재하여야 한다. “This paper was written based on the first author’s master’s thesis”

13. 이해상충관계: 논문저자의 잠재적 이해상충관계 여부를 공개하여야 하며, 이해충돌이 없는 경우, “저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.” 혹은 “The authors declare that they have no conflict of interest.”라고 진술해야 한다.
14. 연구단보는 농약관련분야의 새로운 발견이나 실험방법에 대하여 간단하게 발표할 가치가 있는 것으로서 연구보문의 형식에 구애됨이 없이 작성하되 인쇄 후 2면 이내가 되도록 한다.
15. 표(Table)와 그림(Fig.)의 제목과 내용은 영문으로 하되 본문을 참조하지 않아도 실험방법을 알 수 있도록 자세히 기재한다. 표의 제목은 해당 표의 상단에, 그림의 제목은 하단에 기재하고, 표와 그림의 순서는 아라비아 숫자로 표기하며, 그림의 제목 끝에는 마침표(.)를 찍으나 표의 경우는 찍지 않는다. 표 작성 시 세로줄은 사용하지 않으며, 주석이 필요한 경우에는 기호 대신 윗첨자형의 영문 소문자(a), b), c) ...를 순서대로 사용한다. 본문에서는 한글로 작성한 논문일 경우 “Fig. 1” 또는 “Table 1”과 같이 표기한다. 하나의 Figure 번호에 복수의 그림 단편으로 구성될 경우 단편 그림에 (A), (B), (C)의 형태로 조각 그림들을 구분한다.
16. 본문 중 약자를 사용할 경우는 일반적인 것이 아니면 최초에 완전한 명칭을 쓰고 약자는 괄호 안에 넣어

표기하며, 그 이후에는 약자를 사용한다. 단, 사용 약자가 5개를 초과할 때는 약자의 Index를 별도로 첨부한다.

17. 수는 아라비아 숫자로, 단위는 국제공동단위(SI Unit)의 기호로 표기하며, %와 °C를 제외한 모든 단위는 수와 단위를 띄어 쓴다.
18. 본문에서 인용문헌을 표기할 때는 저자수에 따라 1인의 경우에는 Kim (1985), 2인의 경우는 Kim and Lee (1986), 3인 이상의 경우는 Kim et al., (1990)과 같이 하며, 여러 문헌이 동시에 인용될 경우는 문헌의 알파벳 순서대로 나열하고 각 저자의 구분은 세미콜론으로 한다(예 : Ahn. 2022; Lee et al., 1985; Park et al., 1990).

인용문헌은 본문에 인용된 문헌에 한하여 일련번호 없이 alphabet 순서로 나열하며, 다수의 동일 저자 논문은 연도 순으로 나열하고 동일 연도의 경우 연도 다음에 알파벳 소문자를 기재하여 구분한다. 참고문헌 기재 시 한 줄을 초과할 경우 다음 줄부터 2타씩 오른쪽 들여쓰기를 한다. 모든 인용문헌은 영문 제목을 기재하고, 영문제목이 없을 경우 영문으로 번역하여 기재한다. 인용문헌이 영어가 아닌 경우 언어명을 마지막에 기재한다. 인쇄중인 문헌(예: Lee DW, in press), 미발표 문헌(예: Lee DW and Kim YH, unpublished observation), 전문가 개인 제공 지식(예: Lee DW, personal communication)은 지양하되 불가피한 경우 본문에 ‘예’와 같이 표기하고, 인용문헌에는 기입하지 않는다.

- 1) 정기간행물 : 저자이름, 발표년도, 논문제목, 학술지명, 권수(필요시 호수), 첫면-마지막면으로 표시한다. 페이지 번호가 나열되지 않는 온라인 발행 학술지의 경우 DOI 번호를 표시한다. 학술지명은 약어를 사용한다.
  - 1인 저자 : Trudgill D, 1995. An assessment of the relevance of thermal time relationship to nematology. Fundam. Appl. Nematol. 18(5):407-417.
  - 2인 저자 : Yeon E, Kim HT, 2019. Characteristics and field fitness of *Colletotrichum horii* resistant to tebuconazole. Korean J. Pestic. Sci. 23(4):331-338. (In Korean)
  - 3, 4인 저자 : Lee DH, Choi J, Kim HT, 2019. Phytotoxicity test of fungicide by using ultra low volume sprayer in a greenhouse. Korean J. Pestic. Sci. 23(4):323-330. (In Korean)
  - 5인이상 저자 : Kang JT, Lee SJ, Kim TS, Song JS, Lee CM, et al., 2019. The occurrence



- of insect pests, damage rates and chemical control at coniferous seed orchards. Korean J. Pestic. Sci. 23(4): 241-250. (In Korean)
- 온라인 학술지: Mwamula, AO, Kim YH, Lee HW, Bae E, Kim YH, et al., 2020. Taxonomic notes on three *Tylenchorhynchus* spp. (Nematoda, Telotylenchidae) associated with turfgrass in Korea. Eur. J. Plant Pathol. DOI 10.1007/s10658-020-01966-2
- 2) 초록 : Nesmith WC, Dowler WM, 1973. Cold hardiness of peach trees as affected by certain cultural practices. HortScience 8:267 (Abstr.).
  - 3) 단행본 : 저자명, 발표년도, 단행본명, 발행기관, 도시, 국가, 페이지  
New TR, 2010. Beetles in conservation. John Wiley & Sons Ltd., Oxford, UK. pp.43-67.
  - 4) 장으로 분리 구성된 단행본 : 저자명, 발표년도, 단행본 장 제목, 페이지, 단행본 저자명, 단행본 제목, 발행기관, 도시, 국가  
Eken C, 2011. Isolation, identification and preservation of entomopathogenic fungi. pp. 1-46. In: Borgio JF, Sahayaraj K, Susurluk IA (Eds.). Microbial insecticides: principles and applications. Nova Science Publishers, Inc. New York, USA.
  - 5) 기구나 기관에서 발행한 단행본 : 발행기관명, 발표년도, 단행본명, 도시, 국가  
National Institute of Agricultural Science and Technology, 1988. Methods of soil chemical analysis. Suwon, Korea. (In Korean)
  - 6) 학위논문 : 저자명, 발표년도, 학위논문 제목, 학위 종류, 대학명, 도시, 국가  
Reeder JD, 1981. Nitrogen transformation in revegetated coal spoils. PhD Diss., Colorado State Univ., Fort Collins. USA.
  - 7) Bulletin : 저자명, 발표년도, 제목, 발행기관, Bulletin 명, 페이지.
  - Rollins HA, Howlett FS, Emmert EH, 1962. Factors affecting apple hardness and methods of measuring resistance of tissue to low temperature injury. Ohio Agr. Expt. Sta. Res. Bul. p.901.
  - 8) Proceeding : 저자, 발표년도, 학회명, 개최장소, 개최일, 페이지.  
Shin S, McKenna D, 2019. Weevil phylogenomics using old museum specimens. 2019 Fall International Conference of KSAE, Pyeongchang, Korea. 24-25 Oct. p. 179.
  - 9) Proceeding 논문 : 저자명, 발표년도, 제목, 발행기관, 권, 페이지.  
Locasio SJ, Fiskell TGA, Everett PE, 1970. Advances in watermelon fertility. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 14:223-231.
  - 10) 보고서 : 발행기관, 발표년도, 제목, 도시, 국가, 페이지.  
U.S.A. Department of Agriculture, 1977. Agricultural statistics for 1996. Washington, D.C. USA. p. 307
  - 11) 특허 : 저자명, 발표년도, 특허제목, 특허번호  
Roth, TL. 1972. The Manufacturing Process of Natural Insecticide. U.S. Patent 3607.
  - 12) 웹사이트 : 기관명 또는 저자명, 년도, 내용제목, 웹사이트주소, 접속년월일  
Rural Development Administration, 2020. Regulation of pesticide toxicity. [http://pis.rda.go.kr/spcltyinfo/agchmUndstand/agchm.do?menuCode=2\\_1\\_5](http://pis.rda.go.kr/spcltyinfo/agchmUndstand/agchm.do?menuCode=2_1_5) (Accessed Feb. 10. 2020).
  19. 인쇄안의 교정은 초교에 한하여 저자가 행함을 원칙으로 하고, 교정 중의 원고는 변경 또는 추가할 수 없다. 단, 편집체제상 필요하다고 인정되는 사항은 편집위원장이 교정할 수 있다.
  20. 본 학회지에 게재되는 논문의 게재료는 편당 300,000 원으로 한다.
  21. 본 학회지에 게재되는 논문의 저작권은 본 학회에 귀속된다.  
(1997년 6월 20일 제정, 2005년 3월 31일 개정, 2017년 1월 1일 개정, 2020년 3월 1일 개정, 2020년 7월 1일 개정, 2024년 3월 1일 개정)

# AUTHOR GUIDELINES

## INTRODUCTION

The manuscript must be documented original work that has not been published and is not under consideration for publication elsewhere. Manuscript types are classified as Original research articles, Review papers and Notes. Original research article must be documented an originality for experimental results, theoretical consideration, and results interpretation. Review paper should be up-to-date surveys of important current development in pesticide sciences. Note should be provided the topical information including summaries of important international aspects and it must be within a 2 published pages.

Submitted manuscript to be published or not is approved by editorial board and only unpublished manuscript will be return to author. Manuscripts should be submitted by on-line to the journal web site(<http://www.kjps.or.kr>). The received date is to be the submission date of manuscript by on-line and the accepted date of manuscript is to be the approval date by editorial board.

For the policies on the research and publication ethics not stated in this instructions, International standards for editors and authors (<http://publicationethics.org/internationalstandards-editors-and-authors>) can be applied.

## MANUSCRIPT PREPARATION

**Cover letter** should be described that the manuscript has not been published and is not under consideration for publication elsewhere. Manuscript must be prepared using word-processing software and numbered continuously starting with the title page. The lines in the text should be numbered consecutively from the first page. The all material in the manuscript must be used a 12-point single main font and double-spaced.

The manuscript of original research article should be organized in the following sequence:

- Title page
- Abstract and keywords
- Introduction
- Materials and Methods
- Results and Discussion
- Author information and Contribution
- Acknowledgment

- Conflict of Interest
- Literature Cited

## Title and authorship

The title, authorship, institutional affiliations should be included a single page and it should be written in Korean followed by English. The complete mailing address of all institutions for author should be written in English and the institutions name only in Korean. The institutional affiliation of authors should be designated with a numbers. The corresponding author must be marked with an asterisk. The footnote should be indicated the phone number, fax numbers and e-mail address of this correspondent.

## Affiliation

The primary affiliation for each author should be the institution where the majority of their work was done. If an author has subsequently moved, the current address may additionally be stated. Addresses will not be updated or changed after publication of the article.

## Changes to authorship

Authors are strongly advised to ensure the correct author group, the Corresponding Author, and the order of authors at submission. Changes of authorship by adding or deleting authors, and/or changes in Corresponding Author, and/or changes in the sequence of authors are not accepted after acceptance of a manuscript. Adding and/or deleting authors at revision stage are generally not permitted, but in some cases it may be warranted. Reasons for these changes in authorship should be explained. Approval of the change during revision is at the discretion of the Editorial board.

## Author identification

Authors are recommended to use their ORCID ID when submitting an article for consideration or acquire an ORCID ID via the submission process. And also, all authors' job title (or position) should be provided.

## Abstract and keywords

The abstract should be one paragraph, a clear, and concise including the primary scope and objectives, experimental approach, results, and conclusions and no

longer than 200 words. The key words are should be provided within 5 words following the abstract and listed in alphabetical order. The abstract and keywords should be documented in English and Korean.

### **Introduction**

Introduction should be concisely reported the background and the purpose of the research, originality, and contribution in the field. The manuscript does not duplicated previously published work and does not include current results.

### **Materials and Methods**

Reagents, equipments, the experimental methods, and statistical methods should be enough detailed and referenced for other researchers to repeat the study. Quantitative methods are required for the validity and reliability.

### **Results and Discussions**

This section should be briefly documented the data in text, tables or figures and concise in discussing for the results. Appropriate statistical analyses to support discussion of differences or similarities in data should be employed. For detail on preparation of tables and figures, see below Tables and Figure section.

### **Authors Information and Contributions**

Author information should indicate the affiliation and position of each author (professor, researcher, student, master, doctorate, etc.) and ORCID number. In Korean papers, author information should be written in English.

ex) Professor, Researcher, Postdoctoral researcher, Doctor of Philosophy, Ph.D. student, Master, Master student, Bachelor, Undergraduate student, High school student  
Gildong Hong, Department of Vector Entomology, Hankook National University, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9151-5390>

Chulsu Kim, Department of Vector Entomology, Hankook National University, Master student, <https://orcid.org/0000-0001-9151-5390>

Hee Park, Hankook Chemical Company, Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9151-5390>

Author Contributions should be prepared with reference to the following.

Each author is expected to have made substantial

contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND final approval of the version to be published; AND agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved. For research articles with several authors, a short paragraph specifying their individual contributions must be provided. The following statements should be used “Conceptualization, X.X. and Y.Y.; Methodology, X.X.; Software, X.X.; Validation, X.X., Y.Y. and Z.Z.; Formal Analysis, X.X.; Investigation, X.X.; Resources, X.X.; Data Curation, X.X.; Writing – Original Draft Preparation, X.X.; Writing – Review & Editing, X.X.; Visualization, X.X.; Supervision, X.X.; Project Administration, X.X.; Funding Acquisition, Y.Y.”.

In the case of a paper written based on a thesis, the relevant content is specified in the author contribution section (ex: This paper was written based on the first author’s master’s thesis).

### **Acknowledgements**

The names of people, grants, and supports received in relation to the research in the manuscripts are stated.

### **Disclosure of potential conflicts of interest**

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state: “Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.”

### **Citation in text**

Published papers or papers in press can be cited in text.

- Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text.
- Citation in text should be English form with the styles as followings:
  - Single author: (Lee, 2012)

- Two authors: (Lee and Kim, 2012)
- Three or more authors: (Lee et al., 2012)
- Groups of references: (Kim et al., 1989; Lee, 2000); should be listed first alphabetically; then chronologically, More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc.
- Papers in press: (Lee DW, in press)
- Unpublished papers: (Lee DW, Hong GD, unpublished observation)
- Personal information: (Lee DW, personal communication)

### Reference list (Literature Cited)

- References should be written in English form.
- English form is only allowed in case of non-English papers. Non-English title should be translated to English. The original languages that cannot be translated to English may be notated as alphabet letters based on the sound.
- References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary.

#### <Journal articles>

##### 1) One author:

Trudgill D, 1995. An assessment of the relevance of thermal time relationship to nematology. *Fundam. Appl. Nematol.* 18(5):407-417.

##### 2) Two authors:

Yeon E, Kim HT, 2019. Characteristics and field fitness of *Colletotrichum horii* resistant to tebuconazole. *Korean J. Pestic. Sci.* 23(4):331-338. (In Korean)

##### 3) Three and four authors:

Lee DH, Choi J, Kim HT, 2019. Phytotoxicity test of fungicide by using ultra low volume sprayer in a greenhouse. *Korean J. Pestic. Sci.* 23(4):323-330. (In Korean)

##### 4) More five authors:

Kang JT, Lee SJ, Kim TS, Song JS, Lee CM, et al., 2019. The occurrence of insect pests, damage rates and chemical control at coniferous seed orchards. *Korean J. Pestic. Sci.* 23(4):241-250. (In Korean)

##### 5) On line Journal :

Mwamula, AO, Kim YH, Lee HW, Bae E, Kim YH, et al., 2020. Taxonomic notes on three *Tylenchorhynchus* spp. (Nematoda, Telotylenchidae) associated with turfgrass in Korea. *Eur. J. Plant Pathol.* DOI 10.1007/s10658-020-01966-2

#### <Abstract>

Nesmith WC, Dowler WM, 1973. Cold hardiness of peach trees as affected by certain cultural practices. *HortScience* 8:267 (Abstr.).

#### <Book>

New TR, 2010. Beetles in conservation. John Wiley & Sons Ltd., Oxford, UK. Pp.43-67.

#### <Book chapter>

Eken C, 2011. Isolation, identification and preservation of entomopathogenic fungi. pp. 1-46. In: Borgio JF, Sahayaraj K, Susurluk IA (Eds.). *Microbial insecticides: principles and applications*. Nova Science Publishers, Inc. New York, USA.

#### <Books published by organization or group>

American Public Health Association, 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, DC, USA.

National Institute of Agricultural Science and Technology, 1988. *Methods of soil chemical analysis*. Suwon, Korea. (In Korean)

#### <Dissertation or Thesis>

Reeder JD, 1981. Nitrogen transformation in revegetated coal spoils. PhD Diss., Colorado State Univ., Fort Collins.

#### <Bulletin et al.>

Rollins HA, Howlett FS, Emmert EH, 1962. Factors affecting apple hardiness and methods of measuring resistance of tissue to low temperature injury. *Ohio Agr. Expt. Sta. Res. Bul.* p.901.

#### <Proceedings>

Shin S, McKenna D, 2019. Weevil phylogenomics using old museum specimens. 2019 Fall International

Conference of KSAE, Pyeongchang, Korea. 24-25 Oct. p. 179.

<Proceeding paper>

Locasio SJ, Fiskell TGA, Everett PE, 1970. Advances in watermelon fertility. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 14:223-231.

<Reports>

U.S.A. Department of Agriculture. 1977. Agricultural statistics for 1996. Washington, D.C. USA. p. 307.

<Patents>

Roth TL, 1972. The manufacturing process of natural insecticide. US Patent 3670.

<Website>

Rural Development Administration, 2020. Regulation of pesticide toxicity. [http://pis.rda.go.kr/speltyinfo/agchmUndstand/agchm.do?menuCode=2\\_1\\_5](http://pis.rda.go.kr/speltyinfo/agchmUndstand/agchm.do?menuCode=2_1_5) (Accessed Feb. 10. 2020).

### Tables and Figures

The tables and figures should be included in the manuscript after Literature Cited and numbered consecutively in order first cited in the text with Arabic numerals. Abbreviations in the table should be described the footnote with superscript, lowercase letter in parentheses-a), b), c) etc.- and listed below the table, proceeding to across a row from left to right. Figure captions should be started with

“Fig.” followed by the figure number. Punctuation is to be included after number and to be placed at the end of the caption. If a figure contains several parts, label each part with a letter in parentheses- (A), (B), (C) etc.- and cite in the caption.

### Units

Length, height, weight, and volume should be present in metric units and use of International System of Units (SI) is recommended.

Temperature should be expressed in degrees Celsius (eg, 25°C)

### PUBLICATION CHARGES

The publication fee is 300,000 Korean won per article.

### PROOFS AND REPRINTS

The proof file of accepted manuscript will be sent the corresponding author by e-mail and the responsibility of page proof lie with the corresponding author. Reprints could be ordered by filling out the form and will be charged in copies. Authors could download the publication from the journal website freely.

### COPYRIGHT

Authors submitting a manuscript do so on understanding that if it is accepted for publication, exclusive copyright of the paper shall be assigned to the Publisher.

Published by

## The Korean Society of Pesticide Science

- #309 Annex, The Farmer's Hall, 92, Suseong-ro, Paldal-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16432, Korea
- Tel. 031-296-4088
- E-mail: [kjps97@hanmail.net](mailto:kjps97@hanmail.net)
- Homepage: <http://www.kjps.or.kr>

## PEER REVIEW PROCESS

### Manuscript Online Review System

*The Korean Journal of Pesticide Science* has been established a Web-based system that provides a manuscript peer review and submission environment with simple accessibility. For this specific guidelines are available from the top menu at the journal website. Manuscript submitted to the journal will be evaluated to be the following four categories, Accept, Major Revision, Minor Revision, and Reject.

### Special Note to Author

*The Korean Journal of Pesticide Science* has established the law by which the authors are not allowed to express any complaints to the journal Editorial board on the final judgement of their manuscript. Automatic application of the law to all authors will proceed when they submit their manuscripts to the journal.

### General Processes

The journal peer review system has three-blind review process to reach the final decision of manuscript evaluation. General processes for manuscript review are described as follows.

The Journal Management Head Office will receive automatically an e-mail notice of manuscript submission

when authors submit successfully their manuscript on the journal online system. The manuscript will be reviewed by a chief editor for evaluating manuscript structure format. The manuscript may be immediately rejected if typescripts are not inadequately or incorrectly prepared. Thus, the authors should carefully read and follow the guidelines found at the journal website (<http://www.kjps.or.kr>). All submissions under prescripts review process should be regarded as the initial submission.

Once the manuscripts are correctly prepared and accepted at the evaluation process of format structure. Editor and at least 3 reviewers will be invited for reviewing the manuscript. The authors will receive an notification of receipt of their paper after editor assignment. It would generally take at least two weeks for reviewers to finish the first round of manuscript review. The author will receive a final decision letter of their manuscript within at least 2 months, including the period from submission, revision to final judgement by referees. The editor's decision based on reviewer's comments will be critical to acceptance or rejection of the manuscript. The authors will be required to revise their manuscript if major or minor revision is needed. The authors should follow the initial submission process to load their revised manuscript on the online review system. The authors should revise their manuscript within one month after revision required; otherwise the manuscript may be rejected without any notice.

# REGULATIONS OF COPYRIGHT AND RESEARCH ETHICS COMMITTEE

Directive No. 236 by the Ministry of Science and Technology and “Guidelines on Good Publication Practice” by the Committee on Publication Ethics (COPE) shall take precedence over the research ethics regulations of the Korean Society of Pesticide Science. The objectives and regulations of the Korean Journal of Pesticide Science are as follows:

**Article 1(Objectives)** The Ethics Committee (hereinafter referred to as “the Committee”) is established to resolve any issues of misconduct, enforce research ethics regulations, and prevent plagiarism in publications (research results) of the Korean Journal of Pesticide Science that is issued in respect to the affairs specified in Article 4 of the Society bylaws.

**Article 2(Organization)** ① The Committee shall be composed of one Chairperson and a few Committee Members. ② The President for the next term shall serve as Chairperson of the Committee. The Chairperson shall appoint the Committee Members. Editor-in-Chief and Chairpersons of Operation, Scholarship, and Ethics of the Society shall become ex officio members.

**Article 3(Term)** The Committee Members shall serve for one year and may be reappointed.

**Article 4(Operation)** ① The Chairperson shall convene a Committee meeting when he or she considers it necessary and external requests are made. ② The Committee shall decide when more than half of current members are present in meetings and by majority vote. If a reviewee is a Committee Member, he or she shall not vote in review meetings. ③ The Chairperson shall notify the reviewee, by registered mail, of the purpose of the meeting at least a month prior to the meeting date so that the reviewee can either attend the meeting or vindicate him or herself in writing. If the reviewee does not offer his or her vindication, it shall be considered that he or she agrees to the purpose of the review. ④ The Chairperson shall relegate investigation when a third person or additional information, in addition to the reviewee, are needed to verify research authenticity. ⑤ The Committee shall make the purpose of the review, reviewee’s vindications, and final decisions from the meeting available on the website and to the reviewee and members of the Society. However, the opinions of Committee Members shall remain confidential.

**Article 5(Prohibition of Publication Misconduct)** ① Based on social rules, related laws, regulations, and ordinances, authors are prohibited from committing misconduct, such as fabrication, falsification, plagiarism, duplicate publication, and inappropriate claims of authorship, that violate publication ethics. ② The criteria for authorship must meet all four items bellow.

1. Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND
2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND

연구 윤리 규정은 과학기술부 훈령 제236호 규정과 국제 출판 윤리위원회 규정인 Committee on Publication Ethics (COPE) 의 GUIDELINES ON GOOD PUBLICATION PRACTICE 을 우선 적용하되 본 학회지가 제시하는 목적과 규정은 다음과 같다.

제1조(목적) 윤리위원회 (이하 위원회라 한다)는 우리 학회 정관 제4조에 규정한 사업 수행과 관련하여 발행하는 한국농약과학 회지에 게재 되는 출판물(연구물)과 관련하여 표절 행위를 방지하고, 윤리규정을 준수하게 하며, 부정행위가 발생하였을 때 문제를 해결 하는데 있다.

제2조(구성) ① 위원회는 위원장 1명과 약간 명의 위원으로 구성 한다. ② 위원회 위원장은 차기회장이 겸임하며, 위원은 위원장이 임명하되 우리 학회 총괄운영위원장, 편집위원장, 학술위원장, 윤리위원장은 당연직 위원이 된다.

제3조(임기) 위원회 위원의 임기는 1년으로 하고 연임할 수 있다.

제4조(운영) ① 위원회는 인정할만한 외부의 요청이 있거나 위원장이 필요하다고 인정할 경우 위원장이 소집한다. ② 위원회는 재적위원 과반수의 출석과 출석위원 과반수의 찬성으로 의결 하되 피심사자가 윤리 위원회의 위원일 경우 심의에서 표결에 참여할 수 없다. ③ 위원장은 심의회 개최일로부터 최소한 1달 이전에 등기 우편으로 피심사자에게 피심 취지를 통지하여 심 의회에 출석 또는 서면으로 소명할 수 있는 기회를 부여하여 야 하며, 피심사자가 위원장의 요구에도 불구하고 소명하지 않은 경우 피심사 취지에 동의한 것으로 간주한다. ④ 위원장은 피심사자 외에도 적절한 심사를 위한 제3자의 출석이나 자료를 요청하거나 필요한 경우 연구진실성 검증을 위한 조사를 위탁할 수 있다. ⑤ 위원회는 피심사 사유, 피심사자 소명, 심 의 최종결과를 피심사자와 회원에게 학회지 홈페이지에 공개 하여야 하나 위원 각자의 의견에 대해서는 비밀을 유지한다.

제5조 (출판 부정행위의 금지) ① 논문의 위조, 변조, 표절, 중복게재, 부당한 논문저자 표시 행위 등 관계 법령의 규정과 사회상규, 조례에 근거하여 논문 출판의 윤리를 저버리는 행위를 하여서는 아니된다. ② 저자됨의 기준은 아래 네 항목 모두를 충족하여야 한다.

1. 연구 설계, 자료의 수집 및 분석에 많은 기여를 하고
2. 논문에서 중요한 내용을 작성하거나 수정하고,

3. Final approval of the version to be published; AND
  4. Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved
- ③ The authors shall not interfere with the investigation for publication misconduct that involves themselves or others and cause harm to informants. ④ The authors shall not act against the accepted norms in academia.

**Article 6(Measures against Misconduct)** ① If a plagiarized manuscript is published, the Chairperson of Ethics shall take the following measures:

1. Remove the publication if the manuscript was published in print or presented on a website or in an academic journal.
2. The author of the manuscript shall be banned from publishing in journals issued by the Society, whether as primary author or otherwise, for the next three years.
3. The author shall be banned from presenting research manuscripts at the Society's symposiums or conferences for the next two years.

② If the manuscript is submitted for publication, the Chairperson shall take the following measures:

1. The manuscript shall not be published in the journals or on the website.
2. The author shall be banned from publishing in journals issued by the Society, whether as primary author or otherwise, for the next one year period.

**Article 7(Post-investigation Procedures)** The investigation and review results from the Committee meeting shall be reported to the Executive Board, General Meeting, and Editorial Committee for immediate disciplinary measures.

**Article 8(Enforcement Regulations)** Detailed enforcement regulations shall be established separately for the efficient management of the Committee.

**Article 9(Other)** Other matters that are not specified in the regulations shall abide by the decisions of the board members of the Society and conform to the Ethics Code of Science Technology that are set forth by the Korean Federation of Science Technology Societies.

## Appendix

**Article 1 (Date of Enforcement)** The research ethics regulations shall take effect from 1 March 2020.

3. 논문 투고 전 최종 검토 및 승인을 하고,
  4. 연구의 정확성이나 진실성과 관련된 사항들이 제대로 조사되고 해결되었다는 것을 보장하기 위해 연구의 모든 측면에 대해 책임을 지겠다는 합의를 함
- ③ 전호와 관련된 본인 또는 타인의 부정행위의 의혹에 대한 조사를 고의로 방해하거나 제보자에게 위해를 가하는 행위를 하여서는 아니된다. ④ 학계에서 통상적으로 용인되는 범위를 심각하게 벗어난 행위를 하여서는 아니된다.

**제6조(부정행위에 따른 사후조치)** ①윤리위원장은 부정행위에 해당되는 논문이 학술지에 게재 또는 출판되었을 경우에는 다음 각 호의 조치를 취해야 한다.

1. 논문이 인쇄형태의 출판이 되었을 경우와 홈페이지나 저널 학술지에 발표된 경우에는 해당출판물을 삭제하여야 한다.
2. 논문의 저자에 대하여는 향후 3년간 우리 학회 학술 발행지에 주저자를 포함한 모든 저자로 논문 게재 또는 출판을 금지하여야 한다.
3. 논문의 저자에 대하여는 향후 2년간 우리 학회 학술대회에서 연구논문 등의 발표를 금지하여야 한다.

② 윤리위원장은 부정행위에 해당되는 논문이 학술지에 게재 또는 출판을 위하여 투고되었을 경우에는 다음 각 호의 조치를 취해야 한다.

1. 논문은 학술지나 홈페이지에 출판하여서는 아니된다
2. 논문의 저자에 대하여는 향후 1년간 우리 학회 학술 발행지에 주저자를 포함한 모든 저자로 논문 게재 또는 출판을 금지하여야 한다.

**제7조(결과조치)** 이 위원회는 위원회의 조사심의 결과를 즉시 편집위원회에 통보하여 신속히 징계 조치를 취하도록 하고, 차기 상임이사회 및 총회에 보고하여야 한다.

**제8조(시행세칙)** 이 위원회의 원활한 운영을 위하여 시행세칙은 따로 정한다.

**제9조(기타)** 이 규정에 규정되지 아니한 사항은 우리 학회 이사회 결정에 따르되 한국과학기술단체총연합회가 제정한 과학기술 윤리강령에 준한다.

## 부 칙

**제1조(시행일)** 이 연구윤리 규정은 2020년 3월 1일부터 시행 한다.



## AUTHOR'S CHECKLIST

### Instructions to Authors

- ☐ I read the requirements for manuscript submission and the guidelines for manuscript preparation. This manuscript was written according to the guidelines.
- ☐ The authors' institutions and the funding body supporting this research have agreed to allow this article to be published.
- ☐ This article has not been published previously in any other journal. Currently, it is not submitted to another journal for publication.
- ☐ The Copyright Transfer Agreement Form has been signed.

### Manuscript Format

- ☐ The manuscript is neatly prepared with the main sections labeled (e.g., Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Conflict of Interest, Acknowledgements, and Literature Cited).
- ☐ The pages are numbered consecutively beginning with the first line of the title page.
- ☐ All Literature Cited are formatted according to the citation style described in the KJPS instructions for authors.
- ☐ Each entry in the Literature Cited list is cited in the text.
- ☐ All tables and figures are numbered consecutively in the order of their initial citation in the text.
- ☐ All tables and figures are Literature Cited within the Text.

## COPYRIGHT TRANSFER AGREEMENT

In order that my manuscript might be accepted for publication in the Korea Journal of Pesticide Science, I hereby assign and transfe to the Korean Society of Pesticied Science all rights, title, and interest in and the copyright in the manuscript, entitled

---

(Title of Manuscript)

submitted by the following author(s)

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_,

(Names of All Authors)

KSPS will have the right to publish the manuscript in any medium or form, or by any means, now known or later developed.

No manuscript will be published by KSPS unless the society has received this transfer signed by at least one author who can represent the others. if each author's signature does not appear below, the signing author(s) represent that they sign this agreement as authorized agents for and on behalf of all the authors, and that this agreement and authorization is made on behalf of all the authors.

---

Name (print)

---

Signature

---

Date

---

Name (print)(if necessary)

---

Signature

---

Date

---

## 2024년 (사)한국농약과학회 정기총회 및 춘계학술발표회

---

발행일 2024년 4월 4일  
발행인 (사)한국농약과학회장 최경자  
편집인 (사)한국농약과학회 김순영  
발행처 (사)한국농약과학회([www.kjps.or.kr](http://www.kjps.or.kr))  
경기도 수원시 팔달구 수성로 92  
농민회관 제1별관 309호  
TEL. 031.296.4088  
인쇄처 효일문화사 02.2273.4856

---

※ 본 사업은 기획재정부의 복권기금 및 과학기술정보통신부의 과학기술진흥기금으로  
추진되어 사회적 가치 실현과 국가과학기술 발전에 기여합니다.