



2023년 (사)한국농약과학회

임시총회 및 추계학술발표회

2023 Annual Meeting on The Korean Society of Pesticide Science



- 일 자 : 2023년 11월 2일(목) ~ 11월 3일(금)
- 장 소 : 소노벨 변산

CONTENTS

(사)한국농약과학회 2023년 임시총회 및 추계학술발표회

● 임시총회 및 추계학술발표회 일정	5
● 공지사항	6
● 교통편 안내	8
● 임시총회 순서	10
● 특별강연 I	
- Environmentally Friendly Management for Pesticides Aimed at Green Chemistry	17
- 수출 전략형 신 작물보호제 국내 개발 현황	21
- 점박이응애의 살비제 저항성 모니터링 및 작용기작	25
● 특별강연 II	
[화학(잔류, 개발 & 안전성)]	
- 농업환경 내 항생물질 잔류 및 관리 방안	31
- 농약 제제의 중요성	35
[생물활성, 독성]	
- 검역적 소독기술의 현황과 국내 방제에 대한 적용	39
- 화학농약, 생물농약, 유전자농약	43
[생물농약]	
- 글로벌 생물농약 시장 현황과 연구 동향	47
- Research Group for the Commercialization of Plant Growth Regulator by Microbial and Biochemical Agents	51
- 유기농업자재 공시제도 법 체계의 이해	55
- Review on Biopesticide Test Guidelines in OECD Countries	59



[신진과학자 강연]

- Safety Management of Pesticide Residues and Veterinary drugs in Fishery products	63
- LC-MS/MS와 GC-MS/MS를 이용한 다소비 농산물 중 다성분 농약의 매질효과 및 개선 연구	67
- Engineering the Phytobiome Community: Selection of a Functional Core Microbe by Glutamic Acid	71
- Development of Methyl Bromide Alternative Fumigants and Fumigation Technologies for Plant Quarantine Purpose	75
● 학술 논문 발표 순서	79
● 학술 논문 발표 요지	
- 화학(잔류/안전성/개발)	86
- 생물활성	93
- 농약(살충제) 저항성	99
- 독성	106
● 포스터 발표 순서	119
● 포스터 발표 요지	138
● 폐회	286
● 농약과학회지(투고규정,심사규정,윤리규정)	287

임시총회 및 추계학술발표회

일자	시 간	행 사 내 용		장 소
11.2 (목)	11:30~	등 록		등록처(L)
	13:30~13:40	임시총회 및 시상(동오)		그랜드볼룸(L)
	13:40~13:50	휴 식 (Coffee Break)		
	특별강연 I			
	13:50~14:30	제 1 특강 (김장억 교수)		그랜드볼룸(L)
	14:30~14:40	휴 식 (Coffee Break)		
	14:40~15:10	제 2 특강 (고영관 박사)		
	15:10~15:40	제 3 특강 (김길하 교수)		
	15:40~16:00	휴 식 (Coffee Break)		
	특별강연II			
	구분 시간	화학(잔류/ 개발/ 안전성)	생물활성/ 독성	생물농약
	16:00~16:20	제 1 특강 (김성철 교수)	제 1 특강 (박민구 교수)	제 1 특강 (최성환 교수)
	16:20~16:40	제 2 특강 (박기태 소장)	제 2 특강 (박영진 교수)	제 2 특강 (김평일 박사)
	16:40~16:50	휴 식 (Coffee Break)		
	16:50~17:10	신진과학자 세션		제 3 특강 (김동현 사무관)
		제 3 특강 (김지영 박사)	제 3 특강 (김다란 박사)	
	17:10~17:30	제 4 특강 (최정윤 박사)	제 4 특강 (김봉수 박사)	제 4 특강 (김진호 교수)
17:30~18:30	포스터 발표 및 우수포스터 심사			
18:30~20:30	간 친 회			

학술 발표회

일자	시 간	분 야	장 소
11.3 (금)	09:30~11:40	화학(잔류/안전성/개발)	그랜드볼룸 I (L)
		생물활성	그랜드볼룸Ⅱ(L)
		농약(살충제) 저항성	에메랄드Ⅲ(L)
		독 성	로즈Ⅴ(1F)
	11:40~12:00	휴 식 (Coffee Break)	
	12:00~	폐회식(시상 및 경품추첨)	그랜드볼룸(L)



공지사항

1. 등록안내

- 등록 장소 및 시간 : 그랜드볼룸 로비(L), 11:30부터 접수
- 참가비 납부 요령
 - 참 가 비 : (발표초록 유인물비 + 간친회비 포함)
 - 학회회원 : 12만원
 - 일반회원 : 16만원
 - 이 사 : 18만원
 - 부 회 장 : 28만원
 - 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 : 그랜드볼룸(L), 11월 2일 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 11월 2, 3일 각 발표장의 진행요원에게 발표자의 이름이 기재된 자료를 제출하여 주시기 바랍니다.
- 발표자는 발표시간을 준수하여 주시기 바랍니다.
- 발표시간 : 특강 및 주제발표 3~40분, 일반발표 20분

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 : 11개사

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



공지사항

6. 광고 협찬사에 감사드립니다.

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

참고 : 초록논문집 광고료 기준

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

Ⅰ 광고 참여업체 : 7개사 Ⅰ

(주)AB솔루션, (주)분석기술과미래, (주)팜한농, (주)경농, 신젠타코리아(주), 성보화학(주), 아그로카네쇼코리아(주)

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

소노호텔앤리조트(www.sonohotelsresorts.com) 주소를 클릭하시면 자세히 오시는 길을 확인하실 수 있습니다.

■ 승용차 이용

• 서울↔변산[경부고속도로 283km]

경부고속도로 → 천안 J.C → 천안, 논산간 고속도로 → 공주 분기점 → 서공주 분기점 방향 → 서천 공주고속도로 → 동서천 → 서해안고속도로 → 부안 I.C → 23번 국도 → 30번 국도 → 소노벨 변산

• 새만금 경유길

서울→경부고속도로→천안JC→천안논산고속도로→공주 분기점→서공주 분기점 방향→서천공주고속도로→동서천→서해안고속도로→동군산C→전주군산전용도로→비응도→새만금방조제→소노벨 변산

새만금 방조제 경유 시 네비게이션 검색방법

01. 부안방면 새만금방조제 진입로

검색단어 : 새만금전시관 / 검색주소 : 전북 부안군 변산면 대항리 산28-4

검색전화 : 063-584-6822

02. 군산방면 새만금방조제 진입로

검색단어 : 비응항 또는 월명유람선 / 검색주소 : 전북 군산시 비응도동 121

검색전화 : 063-445-5735

• 서울↔변산[서해안고속도로 283km]

서해안고속도로 → 동군산 I.C → 전주군산전용도로 → 비응도 → 새만금방조제 → 소노벨 변산

• 부산↔변산 : 남해고속도로 → 진주 J.C → 통영대전고속도로 → 장수 J.C → 익산포항고속도로 → 익산 J.C → 호남고속도로 → 전주 I.C → 전주군산전용도로 → 비응도 → 새만금방조제 → 소노벨 변산

• 대구↔변산 : 광주대수고속도로 → 함양 J.C → 통영대전고속도로 → 장수 J.C → 익산포항고속도로 → 익산 J.C → 호남고속도로 → 전주 I.C → 전주군산전용도로 → 비응도 → 새만금방조제 → 소노벨 변산

• 대전↔변산 : 경부고속도로 → 회덕 J.C → 호남고속도로 → 전주 I.C → 전주군산전용도로 → 비응도 → 새만금방조제 → 소노벨 변산

• 광주↔변산 : 호남고속도로 → 장성 J.C → 고창, 담양간 고속도로 → 고창 J.C → 서해안고속도로 → 줄포 I.C → 23번 국도 → 소노벨 변산

■ 버스 이용

• 서울 : 센트럴시티 서울 ↔ 부안 버스터미널

• 전주 : 전주터미널 (김제, 부안 / 부안 경유) ↔ 격포 버스터미널

▶ 소노벨 변산





임시총회 순서

●● 개회

●● 학회장 인사

●● 회무보고

●● 폐회



2023년 춘계 학술발표회 연구상 수상자

♣ 우수 구두 발표상

1. 수상자 : 윤창영 (국립농업과학원)
논문제목 : EDs의심 농약 2종에 대한 어류 단기 생식독성평가
2. 수상자 : 유지우 (건국대학교)
논문제목 : Metabolomic approach of azole fungicides in radish (*Raphanus sativus*); perspective of functional metabolites
3. 수상자 : 고 현(충남대학교)
논문제목 : 배추에 발생하는 배추좀나방(*Plutella xylostella*)의 지역별 개체군에 대한 살충제 저항성
4. 수상자 : 유진성 (농림축산검역본부)
논문제목 : Phytotoxicity assessment of three fumigants(PH3, EF, MB) on 6 imported seedling species

♣ 우수 포스터 발표상

1. 수상자 : 강상우 (경상국립대학교)
논문제목 : 아로니아 중 teflubenzuron 사용에 따른 가식부 잔류 변화 및 안전사용기준 평가
2. 수상자 : 송태화 (국립농산물품질관리원)
논문제목 : 농산물 중 Acynonapyr와 대사산물(AP)의 분석법 개발 및 검증

3. 수상자 : 양한나 (전북대학교)

논문제목 : *Beauveria bassiana* JEF-503 as endophytic fungus on tomato roots
for root-knot nematode management

4. 수상자 : 곽혜민 (호서대학교)

논문제목 : 국내 유통 축산물 중 Glyphosate 및 N-acetylglyphosate 모니터링에
의한 안전성평가

5. 수상자 : 조희수 (충북대학교)

논문제목 : 분리한 지역과 *Colletotrichum* 종에 따른 대추탄저병균의
pyraclostrobin과 thiophanate-methyl에 대한 저항성 발생 양상

6. 수상자 : 김준영 (충북대학교)

논문제목 : 대파 중 boscalid의 잔류 특성 및 가공 계수

7. 수상자 : 선정훈 (한경대학교)

논문제목 : 축산물 중 Fluazifop, Haloxypof의 분석법 확립

8. 수상자 : 임광재 (경북대학교)

논문제목 : Evaluation of sensitivity of *Botryosphaeria* sp. causing apple white
rot against Benomyl in Korea

9. 수상자 : Rashmi M. Mahalle (충남대학교)

논문제목 : Dynamic miRNA-putative target mRNA regulations associated with
detoxification pathway in *Spodoptera frugiperda*

특별 강연 주제 및 일정

농약과학의 현재와 미래 : 차세대 농약 연구

특별 강연 I

[11월 2일, 목]

▮ 좌장 : 장희라 교수(호서대학교)

• [S-01] 13:50 ~ 14:30

김장익 교수(경북대학교)

Environmentally Friendly Management for Pesticides Aimed at
Green Chemistry

▮ 좌장 : 이동운 교수(경북대학교)

• [S-02] 14:40 ~ 15:10

고영관 박사(한국화학연구원)

수출 전략형 신 작물보호제 국내 개발 현황

• [S-03] 15:10 ~ 15:40

점박이응애의 살비제 저항성 모니터링 및 작용기작

김길하 교수(충북대학교)

• 15:40 ~ 15:50 Coffee Break

특별 강연 II

[화학(잔류&개발&안전성)]

▮ 좌장 : 김영수 교수(건국대학교)

• [S-04] 16:00 ~ 16:20

김성철 교수(충남대학교)

농업환경 내 항생물질 잔류 및 관리 방안

• [S-05] 16:20 ~ 16:40

박기태 소장(아젤리스코리아)

농약 제제의 중요성

[생물활성&독성]

▮ 좌장 : 이승열 교수(경북대학교)

• [S-06] 16:00 ~ 16:20

박민구 교수(전북대학교)

검역적 소독기술의 현황과 국내 방제에 대한 적용

SPECIAL LECTURE

- **[S-07]** 16:20 ~ 16:40 **박영진** 교수(국립안동대학교)
화학농약, 생물농약, 유전자농약

[생물농약]

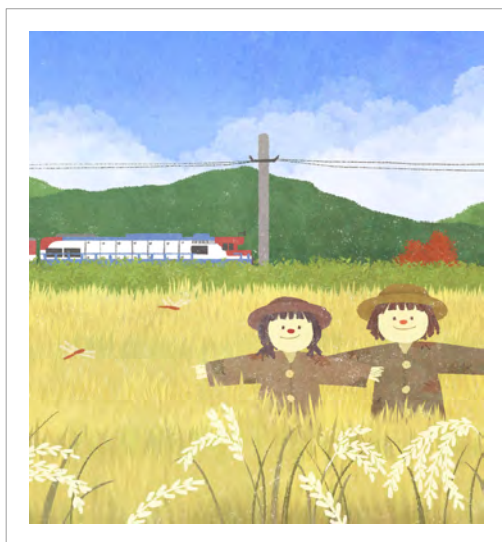
■ 좌장 : 손경애 박사(국립농업과학원)

- **[S-08]** 16:00 ~ 16:20 **최성환** 교수(경상국립대학교)
글로벌 생물농약 시장 현황과 연구 동향
- **[S-09]** 16:20 ~ 16:40 **김평일** 박사(농축산응미생물육성센터)
Research Group for the Commercialization of Plant Growth
Regulator by Microbial and Biochemical Agents
- **16:40 ~ 16:50 Coffee Break**
- **[S-10]** 16:50 ~ 17:10 **김동현** 사무관(국립농산물품질관리원)
유기농업자재 공시제도 법 체계의 이해
- **[S-11]** 17:10 ~ 17:30 **김진호** 교수(경상국립대학교)
Review on Biopesticide Test Guidelines in OECD Countries

[신진과학자]

- **[S-12]** 16:50 ~ 17:10 **김지영** 박사(식품의약품안전처)
Safety Management of Pesticide Residues and Veterinary drugs in Fishery
products
- **[S-13]** 17:10 ~ 17:30 **최정윤** 박사(국립농업과학원)
LC-MS/MS와 GC-MS/MS를 이용한 다소비 농산물 중 다성분 농약의 매질효과 및
개선 연구
- **[S-14]** 16:50 ~ 17:10 **김다란** 박사(경상국립대학교)
Engineering the Phytobiome Community: Selection of a Functional Core
Microbe by Glutamic Acid
- **[S-15]** 17:10 ~ 17:30 **김봉수** 박사(농림축산검역본부)
Development of Methyl Bromide Alternative Fumigants and
Fumigation Technologies for Plant Quarantine Purpose

SPECIAL LECTURE



특별 강연 I

[특별강연 1]

Environmentally Friendly Management for Pesticides Aimed at Green Chemistry

김장억

경북대학교

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-01

김장억

• 경북대학교 교수

➤ 경력

1987.07.~1988.02.	미국 Ohio State University Post-doc.
1988.03.~현재.	경북대학교 농업생명과학대학 교수
2010.05.~2014.06.	한국연구재단 생명과학단 전문위원
2011.01.~2011.12.	(사)한국환경농학회 회장
2011.09.~2012.09.	경북대학교 본부 학생처장
2012.03.~2018.03.	농진청 농약안전성심의위원회 위원
2015.02.~현재.	국립농산물품질관리원 자문관
2016.08.~2022.06.	식약처 식품위생심의위원회 위원
2016.01.~2016.12.	(사)한국응용생명화학회 회장
2017.01.~2017.12.	(사)한국농약과학회 회장
2017.03.~2020.03.	(사)한국과학기술자단체 총연합회 이사
2019.03.~2021.02.	식약처 규제입증위원회 위원
2019.05.~2021.04.	국무총리실 식품안전정책위원회 전문위원
2019.09.~2022.02.	(사)한국농식품생명과학협회 이사
2021.11.~현재.	산림청 약종심의위원회 위원

➤ 수상

2005.04.	제12회 과학기술우수논문상(과총)
2006.07.	(사)한국환경농학회 학술상
2010.12.	(사)한국응용생명화학회 특별공로상
2014.12.	농림축산식품부 장관상
2015.04.	(사)한국농약과학회 최우수논문상
2019.05.	한국교원단체총연합회 교육공로상
2021.12.	식품의약품안전처 처장상
2022.06.	(사)한국응용생명화학회 학술상
2023.05.	경북대학교 표창장

Environmentally Friendly Management for Pesticides Aimed at Green Chemistry

Jang-Eok Kim

School of Applied Biosciences, Kyungpook National University

An environmentally friendly management plan for pesticides with a focus on green chemistry involves using sustainable and eco-friendly practices to reduce the environmental and health impacts of pesticide use. In this presentation, I would like to express my opinion as a pesticide chemist who has been conducting lectures and research related to pesticides all my life about environmentally friendly management of pesticides aimed at green chemistry.

It is a fact that no one can deny that pesticides have enriched our lives by adding quantitative and qualitative value to agriculture. Pesticides have caused environmental damage due to their persistence and toxicity, but now people are demanding pesticides to achieve environmentally friendly agriculture. Since the time given to me is short, I would like to briefly discuss only a few concepts.

1. I would like to introduce the concept of AGRICOOULTURE. I recommend replacing the concept of agriculture with the concept of AGRICOOULTURE. I hope that we can no longer view agriculture only from a productive perspective, but instill in the next generation that agricultural activities best satisfy people's desires to eat good food and live in a good environment.

2. I introduce examples of research related to environmentally friendly research oriented toward green chemistry. I present the results of my research on a technique to quickly artificially detoxify the environment after chemicals, such as pesticides, have been used. Since nature has the ability to self-purify, if we utilize that principle, we can quickly detoxify chemicals such as pesticides by merging them with natural components.

3. I recommend that the government establish a more systematic and integrated management system to manage the safety of agricultural products. The desire for the safety of agricultural products is a concern for all citizens of our country. However, since tasks related to the safety

of agricultural products are scattered across departments, there is no synergistic management effect. Therefore, I recommend considering the introduction of a GPH system that integrates and manages GAP-PLS-HACCP.

4. I suggest that the government consider introducing several systems to professionalize pesticide management. Pesticides are substances that have a certain degree of toxicity and persistence, so in order to handle them, they must be managed by someone with professional knowledge about pesticides. In addition, since the analysis of pesticides is an important task in terms of product quality control and in determining the suitability of agricultural products through residue analysis, it must be performed by persons with professional certificates related to analysis. And since the qualification standards for pesticide sales are significantly lower than those for tree doctors, we will need to establish a new certification system in order to take pride in what we do. I hope that the review of the tentatively named ‘Plant Doctor’ and the ‘Pesticide Analysis Technician’ system will be established quickly.

By following these environmentally friendly pesticide practices, I believe we can achieve more sustainable and environmentally responsible agriculture while minimizing the environmental and health risks associated with pesticide use.

[특별강연 2]

수출 전략형 신 작물보호제 국내 개발 현황

고영관

한국화학연구원

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-02

고영관

• 한국화학연구원 책임연구원

➤ 학력

1983. 서울대학교 화학교육학 이학사

1987. KAIST 유기화학 이학박사

➤ 경력

1987~현재. 한국화학연구원 선임 및 책임연구원

1993~1994. U. C. Riverside (미국) Post-Doc.

2009~2018. 한국화학연구원

바이오소재 연구센터장

친환경신물질 연구센터장

의약바이오 연구본부장 겸직

➤ 연구실적

고활성 벼제초제 Flucetosulfuron 원천기술 개발

화본과 제초제 Metamifop 원천기술 개발

골프장 잔디용 제초제 Methiozolin 공정기술 개발

혁신 비선택성 제초제 Tiafenacil 원천기술 개발

➤ 수상

2013년 : 과학기술훈장 응비장

2016년 : 국가연구개발 우수연구성과 100선

2019년 : 동오 농업기술인상

2021년 : 한국화학연구원 세계적 혁신기술

수출 전략형 신 작물보호제 국내 개발 현황

고영관

한국화학연구원 책임연구원

기후변화가 점점 심해지고 있는 시대에 러시아-우크라이나 전쟁 장기화와 전 세계적인 주요 식량자원의 수출 규제로 국내외 식량안보의 중요성이 확대되고 있다. 한편 국내 작물보호제 회사들은 농업 생산성 향상에 효과적이며 안전한 먹거리 생산·확보에 필수적인 농자재인 작물보호제 원제의 93.5%(2021년 말 기준)를 미국, 일본, 독일, 중국 등에서 수입하여 원제를 제조하여 농민에게 공급하고 있어 원제 수입에 문제가 생기면 국내 식량 생산에 막대한 차질을 빚게 되는 게 현실이다.

한편 신물질 작물보호제 원제 개발은 물질 탐색 및 발굴, 사업화 단계를 거치는데 전 과정은 최소 10년에서 15년 이상의 기간이 소요되며, 진입장벽이 매우 높아 우리나라와 같은 후발국이 접근하기에는 매우 어려운 과제이다.¹⁾ 이에 국내 작물보호제 분야의 산학연 전문가들은 1987년 물질특허 도입 시부터 국산 신물질 작물보호제 원제 개발을 위해 힘을 합쳐 연구를 지속해 왔다. 그동안 과학기술부 및 산업통상자원부의 연구비 지원으로 정부출연연구기관인 한국화학연구원과 민간기업인 LG화학, 팜한농, 경농, 목우연구소 및 인바이오 등이 신물질 작물보호제 원천기술 개발 과제를 수행해 왔다. 그 결과 지금까지 7종의 신물질 원제를 개발하여 한국, 중국, 일본 및 동남아시아에 출시 하였으며, 최근에 잔디 제초제 Methiozolin과 비선택성 제초제 Tiafenacil 경우는 미국 EPA에 등록하여 수출 중이다. 특히 Tiafenacil은 2022년 세계 최대 작물보호제 시장인 브라질에 등록하여 2023년부터 수출을 진행하고 있어 향후 작물보호제 분야 무역 불균형이 어느 정도 해소될 것으로 전망하고 있으며, 지속해서 글로벌 경쟁력 있는 작물보호제 원제 개발을 통하여 작물보호제가 수출 전략 품목으로 발전될 수 있을 것으로 기대한다.

본 발표에서는 주로 국내 신물질 제초제 원제 분야를 중심으로 개발 배경 및 과정을 살펴보고 향후 신 작물보호제 개발 전략에 대해서 간략히 논의하겠다.

1) 국내 신물질 농약 원제 개발 동향 18~21, No 44, 자연과 농업(2023)

[특별강연 3]

점박이응애의 살비제 저항성 모니터링 및 작용기작

김길하

충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-03

김길하

• 충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과

➤ 학력

- 1983.02. 충북대학교 농과대학 농생물학과 학사
1985.08. 서울대학교 농과대학 응용곤충전공 석사
1993.07. 일) Kyoto Univ. 농과대학 응용곤충전공 박사

➤ 경력

- 1986.03.~1990.03. 한국화학연구소(원) 농약활성연구실 연구원
1993.08.~1998.03. 한국화학연구소(원) 농약활성스크리닝센터 선임연구원
1998.03.~현재. 충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과 교수
2005.11.~2010.11. 농림수산물식품부지정 포도연구사업 단장
2012.11.~2014.12. 충북복숭아산학협력 단장
2015.01.~2020.12. 충북포도·와인산학협력 단장
2018.01.~2019.12. 한국농약과학회 부회장
2018.06.~2020.05. 한국응용곤충학회 회장

➤ 수상

- 2019.11. 과학기술부장관 표창장
2019.12. 농촌진흥청장상 수상(우수사업단)
2022.04. 한국곤충학상 수상(한국응용곤충학회)

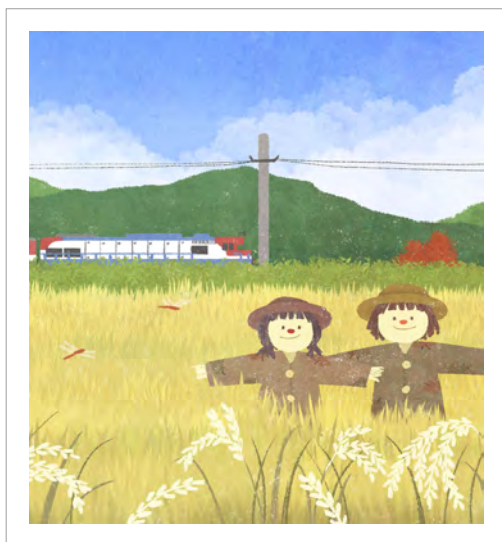
점박이응애의 살비제 저항성 모니터링 및 작용기작

신은경, 구현나, 김길하

충북대학교 생물환경화학과

본 연구에서는 2000년 이후에 국내 등록 사용되고 있는 살비제의 작용기작과 그동안 연구한 점박이응애의 저항성 연구내용을 소개하고자 한다. IRAC(살충제 저항성 위원회)의 기준에 따라 살비제의 작용기작과 기호는 ①신경저해제(3a, 6, 12, 19, 30, 33), ②성장저해제(10, 15, 23) 그리고 ③호흡저해제, 즉 에너지대사저해제(12, 20, 21, 24, 25)로 나눈다. 점박이응애는 전 세계적으로 다양한 작물에 피해를 주는 해충으로 짧은 생활사와 뛰어난 번식력으로 살비제에 대한 저항성의 발달이 매우 빠르다. 우리는 lab-selected 감수성계통과 저항성계통, 그리고 야외에서 채집한 점박이응애 집단에 대한 약제 감수성을 평가하고, 저항성 관련 작용기작을 확인하였다. 약제 감수성 평가는 점박이응애의 효율적인 약제 방제전략의 기초 자료를 확보하고자 국내에 등록된 수종의 살비제를 이용하여 실내에서 알과 성충을 대상으로 수행하였다. 저항성 관련 작용기작은 협력제와의 혼합처리, 효소활성 분석, PCR과 sequencing을 통한 점 돌연변이 유무, pyrosequencing을 통한 유전자변이 빈도, 그리고 저항성 유전을 확인하기 위한 교배 실험 등을 통하여 분석하였다. 그러나 살비제 저항성 점박이응애의 분자 메커니즘을 완전히 이해하려면 더 많은 추가 연구가 필요한 실정이다.

검색어: *Tetranychus urticae*, 저항성, 살비제, 작용기작



특별 강연Ⅱ

[특별강연 4]

농업환경 내 항생물질 잔류 및 관리 방안

김성철

충남대학교 생물환경화학과

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-04

김성철

• 충남대학교 생물환경화학과 교수

➤ 학력

2006.12. 콜로라도 주립대학교 공학박사 (환경공학)

2002.05. 아이오와 주립대학교 공학석사 (환경공학)

1997.02. 광운대학교 환경공학과 공학사

➤ 경력

2012.03.~현재 충남대학교 교수

2007.10.~2011.02. 강원대학교 전임연구원

2006.12.~2007.09. 미네소타 주립대학교 박사후연구원

2020.03.~2022.02. 한국토양비료학회 편집부회장

2014.01.~2015.12. 국립농업과학원 농산물안전성부 명예연구관

➤ 수상

2021. 농림축산식품부장관상

➤ 연구 분야

농업환경 내 유해물질 관리

토양건강성 및 생태계서비스 평가

유기농자재 재활용 기술 개발

농업환경 내 항생물질 잔류 및 관리 방안

김성철

충남대학교 생물환경화학과

농업환경에서의 축산용 항생제 유입은 주로 가축분뇨 또는 부산물퇴비를 통해 토양에 유입된 후 경우에 의해 주변 환경으로 이동한다. 토양에 유입된 축산용 항생제는 토양 내 미생물의 활동에 영향을 미치며 특히 항생제 저항 박테리아(Antibiotic Resistance Genes, ARGs)를 생성시킬 수 있다. 국내의 경우 식품에는 잔류 항생제의 기준이 설정되어 있으나 환경매체 내 잔류 항생제의 기준은 설정되어 있지 않으며 특히 잔류 항생제의 작물 전이에 관한 연구는 매우 미비한 상태이다. 본 연구에서는 i) 농업환경에서 잔류 가능한 다양한 계열의 축산용 항생제를 대상으로 환경매체별(토양, 하천수), 오염원별(가축분뇨, 액비, 부산물퇴비), 그리고 작물체 내 잔류 항생제를 분석하였으며 ii) 하천 주변의 농업 환경에 따른 축산용 및 농업용 항생제의 잔류 특성을 분류하였다. 마지막으로, iii) 축산용 항생제의 환경 유입에 따른 미생물의 군집 특성 변화를 모니터링 하였다. 축산용 항생제의 잔류 특성은 환경매체별, 오염원별, 작물체에 따라 최적의 분석 효율을 도출하기 위해 시료 전처리 방법 및 기기검출 방법등을 조절한 후 가장 높은 효율성을 나타내는 분석법을 사용하였다. 축산용 항생제의 작물 전이를 평가하기 위해 수경재배를 모사한 방법을 사용하여 작물 생장에 따른 항생제의 작물 전이성을 평가하였고 환경에 유입된 축산용 항생제의 물질수지분석(mass balance analysis)을 통해 토양, 토양용액, 및 작물체 내의 잔류 항생제 비율을 분석하였다. 잔류 항생제의 미생물 군집 변화 특성을 평가하기 위해 토양 내 미생물 군집분석(metagenomic analysis)을 통해 축산용 항생제의 환경 유입과 축종별 장내 미생물의 발현 관계를 이용하여 오염원의 발생원을 추적하는 방법에 대해 제시하였다. 농업환경에서 축산용 항생제의 발생은 농업 활동 과정 중 지속해서 일어나는 오염 현상이며 이를 효율적으로 관리하는 방안을 구축하는 것이 시급한 실정이다.

주제어: 농업환경, 축산용 항생제, 작물 전이, 미생물 군집, 관리방안

주연구자 연락처: sckim@cnu.ac.kr

[특별강연 5]

농약 제제의 중요성

박기태

아젤리스코리아

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

박기태

•아젤리스코리아 소장

➤ **학력**

2004.08.	청주대학교(화학과)학사 졸업
2009.08.	충북대학교(공업화학과)석사 졸업
2004.06.~2008.12.	P&S입사(연구소, 계면활성제 합성 및 Formulation)
2008.12.~	현재 아젤리스&코쉴 입사 (연구소, 계면활성제 합성 및 Formulation)

농약 제제의 중요성

박기태

아젤리스코리아

* 농약 제제란

새로운 농약성분이 유효성분(active ingredient)으로 개발

실제 영농에서 사용하기 위해서는

→ 실용상 적합한 형태 즉 제형(formulation)으로 가공되어야만 한다.

제형(formulation)의 목적

- 소량의 유효성분을 넓은 지역에 균일하게 살포
- 사용자에 대한 편의성
- 최적의 약효발현과 최소의 약해 발생
- 유효성분의 물리화학적 안정성을 향상시킴: 유통기간 연장, 안전한 형태로 살포등.

• 농약의 제제에는 최적의 제형화를 위하여 다양한 보조제가 사용되고 있으며 그 중 제형(formulation)에 있어서 가장 중요한 보조제인 “계면활성제(Surfactant)”가 농약에서의 어떻게 응용하고 있는가?

[특별강연 6]

검역적 소독기술의 현황과 국내 방제에 대한 적용

박민구

전북대학교

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-06

박민구

• 전북대학교 생물환경화학과

➤ 학력

1993.03.~1999.02. 전북대학교 농화학(농학) 학사
2007.03.~2009.08. 고려대학교 환경생태학(이학) 석사
2018.09.~2021.08. 경상국립대학교 응용곤충(농학) 박사

➤ 경력

1999.5.~2022.2. 농림축산검역본부 농업사무관/농업주사(보), 소독업무
2022.3.~현재, 전북대학교 생물환경화학과 조교수, 농업환경독성학

➤ 주요발표논문

- The Occupational and Environmental Risks of Methyl Bromide Fumigation and Its Alternative, Ethyl Formate Application, for Fruit Disinfection(박사학위논문, 2021)
- Negative effect of methyl bromide fumigation work on the central nervous system, PLoS One(2020)
- Preliminary study to evaluate ethanedinitrile(C₂N₂) for quarantine treatment of four wood destroying pests. Pest Manag. Sci. (2021)
- The Efficacy, Phytotoxicity, and Safety of Liquid Ethyl Formate Used to Control the Grape Quarantine Pest Pseudococcus comstocki. Applied Sciences (2022)

검역적 소독기술의 현황과 국내 방제에 대한 적용

박민구

전북대학교 생물환경화학과

검역적 소독은 수출입식물 등에 감염된 병해충의 사멸을 위한 훈증, 열처리 등의 처리를 이른다. 국가가 방제가 필요한 대상에 대하여 방제명령을 내릴 때에도 병해충 박멸이 목적이므로 소독처리 (또는 폐기)를 하도록 한다. 따라서, 소독은 단순히 검역에만 국한되지 않고 국내 방제에도 활용되는 기술이다. 국내 외 공히 소독처리는 병해충의 사멸이 과학적으로 입증 가능하고, 재현 가능하고 통계적 방법에 근거하여 자료가 도출될 때 기준으로 설정된다. 소독처리 설정을 위한 국내의 소독 시험 방법은 감수성평가, 수확성 평가, 대상식물의 영향 평가, 현장 적용시험으로 구분된다. 필드에서의 방제와 달리 소독은 모든 대상, 모든 충태를 사멸시켜야 할 뿐 아니라, 국외의 해충을 대상으로 한다. 다만, 국외의 해충을 구하기 어려운 경우, 국내종으로 대처할 수 있다. 또한, 감수성시험, 현장 적용시험 등을 위하여 최소한 2~3천마리의 해충이 요구된다. 소독기술개발 연구는 오존층파괴물질인 메틸브로마이드 대체를 위하여 2007년 과실류에 대한 에틸포메이트, 목재류에 대한 이디엔 시험을 시작으로, 바나나에 에틸포메이트를 등록한 2011년부터 본격화되었다. 약 15년이 경과한 2023년 현재, 에틸포메이트, 이디엔, 포스핀 훈증제 등 5개 약제를 등록하고, 총 94품목의 식물에 대한 소독기술을 개발하여 현장에서 적용하고 있다. 최근에는 저독성 훈증제인 에틸포메이트를 국가 방제에 적용하기 위한 연구가 진행되었다. 비닐하우스내 망고에 감염된 총채벌레를 대상으로 시험한 결과, LCT₉₉가 11℃에서 18.18 g h/m³로 산출되었고, 이를 근거로 하여 10g/m³로 4시간 처리한 결과 대상 해충이 완전 사멸되어, 국내 방제에 대한 소독기술의 적용 가능성이 입증되었다. 비닐하우스내 미소해충 뿐 아니라, 검역선충에 대한 방제기술 개발 연구도 진행되고 있다. 결론적으로, 지구 온난화, 국제교역의 증대에 따른 외래병해충 유입은 증가는 국내 방제현장에 대한 소독기술의 요구를 가속화시킬 것이며, 동 분야 연구 인재 양성을 통하여 검역적 소독과 국내 방제의 융복합 연구가 적극적으로 추진되어야 할 것으로 전망된다.

[특별강연 7]

화학농약, 생물농약, 유전자농약

박영진

국립안동대학교 식물학과

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-07

박영진

- 국립안동대학교 생명과학 · 건강복지대학 식물 의학과 조교수
- E-mail: ypark@anu.ac.kr

➤ 학력

● 학력

2003. 08. 국립안동대학교 일반대학원 농학박사(응용곤충학)
2000. 02. 국립안동대학교 일반대학원 농학석사(응용곤충학)
1998. 02. 국립안동대학교 농생물학과 농학사

● 경력

2023. 03. ~ 현재. 국립안동대학교 식물 의학과 조교수
2017. 08. ~ 2023. 02. 농림축산검역본부(식물검역기술개발센터) 농업연구사
2013. 01. ~ 2016. 08. 국립안동대학교(식물 의학과) 리서치펠로우
2007. 05. ~ 2012. 12. University of Georgia(곤충학과) 박사후연구원
2004. 12. ~ 2007. 04. University of Wisconsin-Madison(세균학과) 박사후연구원
2003. 12. ~ 2004. 11. University of Nebraska(곤충학과) 방문연구원

● 수상

2022. 농림축산식품부장관 표창
2021. 동오농업과학기술인상(연구부문)

● 주 연구내용

- 신규 해충방제 전략, 전사체 기반 해충생리, 곤충병리, 농약독성
· 연구업적: 논문출판 48편, 저서 1권, 특허등록 2건

화학농약, 생물농약, 유전자농약

박영진

국립안동대학교 식물의학과

작물보호제인 농약은 인류의 농업 발전에 있어 작물재배 생산성 향상과 재배산물의 품질 제고에 크게 기여하고 있다. 그러나 농약이 가지고 있는 살충과 살균에 대한 독성으로 인해 자연생태계와 농업환경에 위험성을 유발할 수 있는 양면성도 동시에 가지고 있다. 지속 가능한 농업을 위해 작물보호제는 병해충으로부터 농약 저항성과의 싸움, 기후변화에 따른 돌발 병해충의 발생, 지구온난화에 따른 환경문제 등의 이슈를 뛰어넘어야 하는 숙제를 안고 있다. 일반적인 작물보호제는 화학농약으로 대표되지만 더디게 시장을 확대하고 있는 생물농약의 역할도 중요하다. 나비목 해충 방제에 있어서 생물농약으로 잘 알려진 비티(*Bacillus thuringiensis*)는 개발 초기에 살포용 약제로 이용되었으며, 1996년부터는 살충 단백질(crystal protein)이 도입된 형질전환 작물체(옥수수, 면화, 감자, 담배 등)가 생산되어 재배되고 있다. 이는 효과적인 해충방제와 더불어 화학살충제의 사용을 줄여 경종적 방제 프로그램을 가능할 수 있게 하였으며, 천적의 밀도 증가도 가져왔다. 그러나 형질전환 면화를 재배하기 시작한 7년 후 비티 관련 저항성 첫 보고가 있었으며 2023년까지 총 73회(나비목 9종, 딱정벌레목 2종)가 보고되었다. 이러한 비티제 저항성 문제를 극복하려는 방법으로 곤충 중장내 살충 단백질의 수용체인 캐드헤린(cadherin) 단백질을 활용하는 것도 하나의 대안이 있었다. 옥수수와 감자 등에서 문제가 되는 잎벌레과의 *Diabrotica virgifera virgifera*와 콜로라도잎벌레(*Leptinotara decemlineata*)를 대상으로 살충 단백질과 재조합된 캐드헤린의 혼합처리를 통해 살충단백질의 반수치사량을 절감할 수 있었으며, 거저리과 외미거저리를 대상으로 한 비티 살충기작 연구에서 캐드헤린 기능 구멍을 위해 이용된 RNA 간섭(RNA interference) 기술이 현재는 해충 방제를 위해 유전자 농약으로까지 상업적인 개발을 시도하고 있다. 그러나 아직까지 유전자 농약이 개발되어 해충방제에 직접 활용한 사례는 없으나 곤충 생명활동에 중요한 단백질 발현을 저해하기 위해 이중가닥의 RNA(double-stranded RNA)를 체내에 침투시켜 mRNA를 표적으로 번역과정을 억제함으로써 살충효과를 유도하고 있다. 이러한 이중가닥의 RNA는 고도로 종특이적인 살충효과를 나타낼 수 있으나 충체 내부로의 전달과 완효성 독성에 대한 기술적인 한계가 남아있다. 이중가닥 RNA 전달은 비티 형질전환 작물체와 동일하게 표적 mRNA에 대한 이중가닥 RNA를 옥

수수에서 발현한 후 뿌리 가해 해충인 *D. v virgifera* 증상으로 전달해 해충을 방제하고 있다. 따라서 유전자 농약 또는 이를 활용한 해충 방제전략은 기존 화학농약과 생물농약에서 문제가 된 약제 저항성 및 방제력 극복을 통해 지속 가능한 친환경 농업에 기여할 것이다.

검색어: 농약, 생물농약, 유전자농약, 저항성, 비티, 캐드헤린, RNA 간섭

[특별강연 8]

글로벌 생물농약 시장 현황과 연구 동향

최성환

경상국립대학교 원예과학부

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-08

최성환

- 경상국립대학교 원예과학부 교수
- E-mail: csh1@gnu.ac.kr

➤ 학력

- 1995. 경상국립대학교 농학사 (식물의학)
- 1997. 경상국립대학교 농학석사 (잡초과학)
- 2001. 경상국립대학교 농학박사 (잡초과학)

➤ 경력

- 2019.~현재. 경상국립대학교 원예과학부 교수
- 2012.~2018. 안동대학교, 경북대학교 연구교수
- 1996.~2003. (주)경농 중앙연구소 연구원
- 2019.~현재. 국립생태원 겸직 (자연환경조사)
- 2020.~현재. 한국잡초학회 이사, WTS 편집위원
- 2022.~현재. 한국농약과학회 감사

➤ 주요 연구분야

- 농약 생물활성연구
- 제초제 피해진단연구
- 잡초자원화 연구

글로벌 생물농약 시장 현황과 연구 동향

송유진¹, 진명수¹, 김진호^{2,5}, 박연식^{3,5}, 김 진⁴, 최성환^{1,5*}

¹경상국립대학교 원예과학부, ²경상국립대학교 환경생명화학과, ³경상국립대학교 식물의학과,
⁴한국생물안전성연구소, ⁵경상국립대학교 농업생명과학연구원

유엔식량농업기구(FAO) 통계자료에 따르면 2020년 글로벌 농업가치는 3조 6천억 달러로 세계 GDP 점유율은 약 4%로 수준이며 농업 종사자수는 2021년 기준 약 866백만 명으로 세계 노동인구의 26.6%에 해당한다. FiBL 보고에 의하면 2021년 글로벌 유기농업 면적은 76.4백만 ha, 유기농업 종사자수는 3.7백만 명, 유기농식품 시장은 1,248억 유로였다. 또한 Mordor intelligence에서 발표한 글로벌 생물농약 시장규모는 2023년 대비 2028년에 133억 8,000만 달러로 연평균성장률(CAGR) 15.1%를 보여 전체 농약시장의 16.7%를 차지할 것으로 예측하고 있다. 생물농약(biopesticide)은 미생물 농약(microbial controls), 생화학 농약(biochemical controls), PIP(plant-incorporated protectant) 등으로 구분한다. 생물농약과 유기농업에 대한 정보를 제공하는 Interregional Research Project No. 4 (IR-4)에 등록된 생물제초제(bioherbicide)의 경우 방제 대상을 weed(annual, broadleaf, grass, sedge), algae, moss, vine 등으로 구분하며 유기농업에 사용가능한 물질은 copper hydroxide, copper oxychloride, cottonseed oil, clove oil, garlic oil, d-limonene(citrus oil), capric acid, caprylic acid, acetic acid, citric acid, *Streptomyces acidiscabies* strain RL-110 등으로 생화학 농약이 70%를 차지한다. 전체적으로는 IR-4에 등록된 생물농약의 31.1%가 유기농업에 허용되어 있으나 우리나라는 이원화된 법률에 의해 생물농약에 해당하는 천연식물보호제(농약관리법)는 유기농업에 사용이 불가하며 유기농업자재(친환경농어업법)로 목록공시 해야만 사용이 가능하다. 특히 잡초관리용의 경우 유기농업자재로도 구분되어 있지 않아 글로벌 기준과 통용될 수 있는 제도적 개선이 필요한 상황이다. 향후 생물농약은 지속적인 유기농산물 시장 증가, 탄소중립 실현 등의 환경 정책 등에 따라 점차 증가하여 2050년대에는 화학농약과 대등한 규모의 시장을 형성할 것으로 예측된다(luxresearchinc report). 따라서 국내 친환경 농약 산업 발전과 국제경쟁력 제고를 위한 제도개선, 연구개발 강화, 원료 국산화 등이 필요하다. 최근 참여한 국내외 생물농약 개발현황 및 평가체계 조사사업의 일환으로 실시한 내용의 일부를 소개하고자 한다.

중심어 : 미생물농약, 생물농약시장, 생화학농약, bioherbicide, IR-4

[특별강연 9]

Research Group for the Commercialization of Plant Growth Regulator by Microbial and Biochemical Agents

김평일

(재)농축산용미생물산업육성지원센터

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-09

김평일

- (재)농축산용미생물산업육성지원센터
- E-mail: pikim30@cials.or.kr

➤ 학력 / 경력

1994. 전남대학교 유전공학 농학사
1997. 전남대학교 미생물공학 농학석사
2002. 전남대학교 미생물공학 농학박사
- 2002.~2005. National Center for Toxicological Research, Food and Drug Administration, USA Post-doc.
- 2005.~2006. 한국생명공학연구원 Post-doc.
- 2007.~2011. 서울대학교 유전공학연구소 연구교수
- 2012.~2017. 생물방제연구센터 팀장
- 2015.~현재. 농촌진흥청 국립농업과학원 현장명예연구관
- 2021.~현재. 핵심농자재국산화 성장조정제연구단 단장
- 2018.~현재. (재)농축산용미생물산업육성지원센터 기획실장

➤ 주요연구실적

주요 연구분야 : 미생물 기반 작물 생육촉진 및 병 방제

- 1) 논문 : 40여편
- 2) 특허 : 19건
- 3) 기술이전 : 5건

Research Group for the Commercialization of Plant Growth Regulator by Microbial and Biochemical Agents

Pyoung Il Kim

Center for Industrialization of Agricultural and Livestock Microorganisms

Plant growth regulators (PGRs) play a pivotal role in controlling various aspects of plant development, including flower and leaf formation, stem height, ripening, and fruit growth. With a global push towards reducing the use of chemical pesticides and fertilizers, the demand for these environmentally friendly materials utilizing microorganisms is steadily rising. The primary objective of our research group is to pioneer the development and commercialization of plant growth regulator by microbial and biochemical agents. This is achieved through leveraging microbial and plant cell line resources within the phytobiome context. Consequently, we anticipate fostering import substitution benefits through the advancement of localized agricultural material technologies. To attain these objectives, our research encompasses the following key areas: i) Material acquisition and efficacy verification, ii) Comprehensive analysis of effective components and physicochemical properties, iii) Structural identification and mechanistic exploration of growth regulators, iv) Establishment of large-scale cultivation methods, formulation processes, and product manufacturing, v) Thorough evaluations of efficacy, weaknesses, toxicity, and residue levels in manufactured products and farm fields, vi) Development of user manuals and strategies for successful commercialization.

[특별강연 10]

유기농업자재 공시제도 법 체계의 이해

김동현

국립농산물품질관리원 인증관리과

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-10

김동현

- 국립농산물품질관리원 인증관리과
- E-mail: dalpani@korea.kr

➤ 학력

순천고등학교

서울시립대학교 환경원예

➤ 경력

- 2001.08.~2015.06(14년 10월). 국립농산물품질관리원(소비안전과, 인증관리과) 주무관, 친환경농축산물 인증
- 2015.07.~2017.07(2년 1월). 농림축산식품부(감사담당관실) 사무관, 감사담당
- 2017.08.~2018.08(1년 1월). 국무조정실(농림국토해양정책관실) 사무관, 농림정책 조정 지원
- 2018.09.~현재(3년 4월). 국립농산물품질관리원(인증관리과) 사무관, 친환경농축산물 인증

유기농업자재 공시제도 법 체계의 이해

김동현

국립농산물품질관리원 인증관리과

유기농업자재 공시제도는 특정 자재가 허용물질을 사용하여 생산된 자재인지를 확인하여 그 자재의 명칭, 주성분명, 함량 및 사용방법 등에 관한 정보를 공시하는 제도로 유기농산물 생산농가가 토양관리, 작물생육 및 병해충관리를 위해 필요한 자재를 쉽게 선택할 수 있도록 정보를 제공하는 데 그 목적이 있다.

유기농업자재 공시제도는 「친환경농어업법」에 근거하여 운영되고 있으며, 농자재를 관리하는 대표적인 법률인 「농약관리법」과 「비료관리법」과는 다음 표와 같이 구분된다.

구분	유기농업자재	비료	농약
제도종류	제품공시	생산업 등록	영업등록 · 품목등록
관리사항	유기농업 사용 가능 여부	보증성분, 유해성분	약효, 약해, 독성 및 잔류성
법적근거	친환경농어업법	비료관리법	농약관리법

※ 적용배제 규정에 따라 유기농업자재는 비료관리법에 따른 비료 등록, 농약관리법에 따른 농약 등록 의무가 면제됨

유기농업자재 공시 과정에 참여하는 기관과 각 기관의 주요 역할은 다음 표와 같다.

구분	수행사항
운영기관(농관원)	공시기관 · 시험연구기관의 지정 · 관리, 공시사업자 관리
공시기관(2)	공시신청서 접수, 공시심사, 공시의 결정, 제품 품질검사
시험연구기관(44)	유기농업자재의 시험업무 수행(이화학적 분석, 독성시험, 잔류성 등)
공시사업자(711)	제품 생산, 수입 · 판매, 공시 제품 표시, 생산실적 보고 등

공시를 받은 유기농업자재에 한해 공시를 나타내는 도형 또는 글자를 표시할 수 있으며, 공시를 받지 아니한 자재에 공시를 나타내는 표시와 유사한 표시 · 광고를 하는 행위, 공시 받은 내용과 다르게 표시 광고하는 행위를 금지하고 있다.

[특별강연 11]

Review on Biopesticide Test Guidelines in OECD Countries

김진효

경상국립대학교 환경생명화학과

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-11

김진호

• 경상국립대학교 환경생명화학과 교수

➤ 학위 사항

- 1997. 경상대학교 농화학과 농학사
- 2000. 경상대학교 농화학과 농학석사
- 2005. 경상대학교 응용생명화학 이학박사

➤ 주요 경력 사항

- 2006.01.~2009.03. University of British Columbia Postdoctoral Fellow
- 2009.03~2015.08. 농촌진흥청 국립농업과학원 농업연구사
- 2015.09.~현재. 경상대학교 교수
- 2023.09.~현재. 한국연구재단 국책연구본부 공공연구단 전문위원

➤ 주요 연구 실적

- 과불소화합물의 국내 농경지 및 작물 잔류(Environmental Geochemistry & Health, 2022) 등
- 수확 후 처리를 통한 잔류농약 경감기술(Scientific Reports, 2023) 등
- 바이오차 활용 잔류성농약 작물잔류 경감기술(Environmental Geochemistry & Health, (2021) 등
- 식물 생장억제제 물질 설계 및 개발(BBRC, 2019) 등
- 항바이러스제 개발 및 작용기작 연구(Science, 2013, SCI)

Review on Biopesticide Test Guidelines in OECD Countries

Jin-Hyo Kim¹, Youn-Sig Kwak¹, Sung-Hwan Choi², Kyeong-Ae Son³

¹Division of Applied Life Sciences, Institute of Agriculture & Life Science (IALS), Gyeongsang National University, 52828, Republic of Korea

²Division of Horticultural Science, Institute of Agriculture & Life Science (IALS), Gyeongsang National University, 52725, Republic of Korea

³National Institute of Agriculture Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

Biopesticides are a kind of pesticide derived from natural sources such as plants, microbes, and minerals, and it is believed that they have low toxicity on humans and the environment with low residual issue. Thus, it is accepted as one of the alternative tools for crop protection in integrated pest management (IPM), and the global market is continuously increasing in demand. To ensure the high quality of biopesticides, some OECD countries established registration guidelines. Briefly, we summarized and compared the guidelines for the classification of biopesticides and the requirements of product chemistry, toxicology, ecological effect, and residue. EPA, EU, and Japan have specific guidelines for microbial pesticides; especially the guidelines are more focused on human and environmental safety due to the differences in chemical pesticides. Specifically, the active microbes are required to be deposited into the international microbial bank for the checking identification and the quality of the product. The microbes having low toxicity based on the published papers do not require their toxicity and residue data, and these are listed on the low-risk materials. In addition, the growth media for the active microbes requires the toxicity test on Tier I grade basically, and these results are used for the reference of the exception for the compound identification of minor metabolites. In Korea, biopesticides are regulated under two different Acts. One is the Pesticide Control Act; it defines “Biopesticide” and is strictly handled like chemical pesticides. The other is the Act on the Promotion of Environment-friendly Agriculture and Fisheries and the Management of and Support for Organic Foods; it defines “Organic Agro-Fishery Materials” and the materials are defined most like the OECD definition.

[특별강연 12]

Safety Management of Pesticide Residues and Veterinary drugs in Fishery Products

김지영

식품의약품안전처

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-12

김지영

• 식품의약품안전처 보건연구사

➤ 학력 / 경력

2004.02. 연세대학교 생명공학과 석사 졸업

2023.08. 충북대 농화학과 박사 졸업

2010.08.~2013.10. 농촌진흥청 농업연구사

2013.10.~현재. 식품의약품안전처 보건연구사

Safety Management of Pesticide Residues and Veterinary drugs in Fishery Products

Ji Young Kim

Pesticide and Veterinary Drugs Residue Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation,
Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Chungcheongbuk-do 361-709, Republic of Korea.

As the import of fishery products increases, safety management for fishery products is required. In addition, it is necessary to establish safety management for pesticide residues and veterinary drugs in preparation for the implementation of a positive list system (PLS) in Korea, where maximum residue limits (MRLs) have not been set. Thus, the accurate analytical methods for pesticide residues and veterinary drugs are needed for their monitoring from fishery products. This study aims to develop analytical methods for pesticide residues for which MRLs haven't been established. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) and gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS) method to determine pesticide residues in fishery products were developed. The analysis method was validated according to the CODEX guideline 40-1993. This newly developed analytical method could be useful for monitoring of pesticide residues in fishery products and assessment of their risks. A rapid kit was developed and utilized for rapid inspection of veterinary drugs in fishery products.

Continuous residual survey will improve the safety of fishery products and national health and contribute to strengthening safety management and supporting the establishment of policy.

[특별강연 13]

LC-MS/MS와 GC-MS/MS를 이용한 다소비 농산물 중 다성분 농약의 매질효과 및 개선 연구

최정윤

국립농업과학원 잔류화학평가과

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-13

최정윤

- 국립농업과학원 잔류화학평가과
- E-mail: wjddb94@korea.kr

➤ **학력**

- 2013.03.04.~2017.02.22. 강원대학교 바이오자원환경학 학사
2017.03.02.~2019.02.22. 강원대학교 바이오자원환경학 석사
2019.03.04.~2023.02.22. 강원대학교 바이오자원환경학 박사
(LC-MS/MS를 이용한 다소비 농산물 50종 중 농약 245성분의
매질효과 및 개선 연구)

➤ **경력**

- 2022.03.01.~2022.08.31. 강원대학교 강사, 농식품안전관리 강의
2022.09.01.~2023.02.28. 강원대학교 강사, 응용유기화학실험 강의
2023.04.03.~2025.12.31. 국립농업과학원 전문연구원, 잔류농약 신속 분석을 위한
정제과정 신소재 발굴 연구

LC-MS/MS와 GC-MS/MS를 이용한 다소비 농산물 중 다성분 농약의 매질효과 및 개선 연구

최정윤^{1*}

¹국립농업과학원 잔류화학평가과

최근 신속하고 간편한 QuEChERS 추출법과 질량분석기를 이용하는 분석법이 보편화됨에 따라 잔류농약 분석 시 비의도적 간섭물질로 인해 유발되는 농산물의 매질효과(matrix effect)에 관한 관심이 증가하고 있다. 매질효과는 주로 질량분석기로 분석하는 과정에서 시그널 억제(suppression) 또는 상승(enhancement)과 같은 현상으로 나타난다. 이러한 현상은 매질별로 상이하게 나타나고 분석성분의 감도 변화에도 큰 영향을 미쳐 정확한 정량결과를 확보하는데 어려움을 준다. 일선 분석 현장에서는 시료별 매질효과를 최소화하고자 동일한 시료를 활용하는 매질보정(matrix matched) 방법을 사용하고 있으나 모든 바탕시료(matched matrix)를 준비하기에는 한계가 있다. 본 연구는 다소비 농산물 50품목을 선정하여 ‘다성분 시험법-제2법’ 분석 시 매질효과 특성을 살펴보고 이를 바탕으로 대체매질 선정 및 탐색 가능성과 매질효과 개선을 위한 새로운 방안을 제시하고자 수행되었다. 매질효과는 LC-MS/MS 245성분, GC-MS/MS 256성분의 용매표준용액의 검량선과 매질표준용액의 검량선을 비교하여 산출하였으며, soft($\leq \pm 20\%$), medium($\pm 20\% < ME \leq \pm 50\%$), strong($\pm 50\%$) range로 구분하였다. 농산물 중 다성분 농약의 매질효과는 농산물 고유의 매질 영향으로 인해 품목별로 매질효과가 다르게 나타났으며 농약의 물리·화학적 특성과는 큰 연관성이 없었다. 대체매질의 경우 LC와 GC-MS/MS에서 농산물별 매질효과 특성이 다르게 나타나 공통적인 대체매질을 선정할 수 없었으며, 분석기기별 일부 품목 간의 경우 대체매질 선정이 가능하였다. 한편, 매질효과를 최소화하기 위한 방안으로 LC-MS/MS는 매질보정계수(matrix correction factor, MCF), GC-MS/MS는 혼합법(combination method)을 적용한 결과, 매질효과가 상당히 개선되는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구는 농산물 중 다중농약의 매질효과를 확인할 수 있는 기초자료로 활용될 뿐만 아니라 추후 매질효과 개선을 위한 실용적인 연구에 도움이 되는 결과를 제공하여 잔류농약 모니터링 분석법 개선 및 안전관리에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

키워드: 잔류농약, 매질효과, 대체매질, 농산물

[특별강연 14]

Engineering the Phytobiome Community: Selection of a Functional Core Microbe by Glutamic Acid

김다란

경상국립대학교

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-14

김다란

• 경상국립대학교

➤ Education and Training

- 2017.~2020. Ph. D. in Plant Pathology, Gyeongsang National University, Jinju, Korea
2015.~2017. M.S. in Plant Pathology, Gyeongsang National University, Jinju, Korea
2011.~2015. B.S. in Applied biology, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

➤ Work Experience

Research professor, Nov 01, 2020–Continuous
Research institute of Life Science, Gyeongsang National University
Research, Sep 01, 2020–Oct 31, 2020
Research institute of Life Science, Gyeongsang National University

➤ Publications list selected

- Kim, D. R. & Kwak, Y. S. (2023) Endophytic *Streptomyces* population induced by L-glutamic acid enhances plant resilience to abiotic stresses in tomato. *Front. Microbiol.* 14:1180538
- Kim, D. R., Jeon, C. W., Cho, G., Thomashow, L. S., Weller, D. M., Paik, M. J., Lee, Y. B. & Kwak, Y. S. (2021). Glutamic acid reshapes the plant microbiota to protect plants against pathogens. *Microbiome*, 9(1), 1-18.
- Kim, D. R., Cho, G., Jeon, C. W., Weller, D. M., Thomashow, L. S., Paulitz, T. C. & Kwak, Y. S.. (2019) A mutualistic interaction between *Streptomyces* bacteria, strawberry plants and pollinating bees. *Nature Communications* 10: 1-10.
- Kim, D. R., Jeon, C. W., Shin, J. H., Weller, D. M., Thomashow, L. & Kwak, Y. S. (2019) Function and Distribution of a Lantipeptide in Strawberry Fusarium Wilt Disease-

Suppressive Soils. *Molecular plant-microbe interactions* 32.3 306-312.

- Jeon, C. W., Kim, D. R. & Kwak, Y. S.. (2019): Valinomycin, produced by *Streptomyces* sp. S8, a key antifungal metabolite in large patch disease suppressiveness. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 35.8 128.

Engineering the Phytobiome Community: Selection of a Functional Core Microbe by Glutamic Acid

Da-Ran Kim

RILS, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

The physiology and growth of plants are strongly influenced by their associated microbiomes. In turn, the composition of the plant microbiota is flexible, responding to the environment and the state of the host and raising the possibility that it can be engineered to benefit the plant. However, technology for engineering the structure of the microbiome is not yet available. Here we show that glutamic acid reshapes the plant microbial community and enriches populations of *Streptomyces*, a functional core microbe in the strawberry anthosphere. Similarly, in the tomato rhizosphere, treatment with glutamic acid increased the population sizes of *Streptomyces* as well as those of Bacillaceae and Burkholderiaceae. At the same time, diseases caused by species of *Fusarium* were significantly reduced in both habitats. Plant resistance-related genes were not activated, suggesting that glutamic acid modulates the microbiome community directly, rather than activating the host's own protective mechanisms. Much is known about the structure of plant-associated microbial communities, but less is understood about how the community composition and complexity are controlled. Our results demonstrate that the intrinsic level of glutamic acid in planta is associated with the composition of the microbiota, which can be modulated by the external supply of a stimulant such as glutamic acid (Microbiome, 2021, 9:244).

Keywords: Microbiome engineering, glutamic acid, *Streptomyces*, phytobiome

[특별강연 15]

**Development of Methyl Bromide
Alternative Fumigants and Fumigation
Technologies for Plant Quarantine
Purpose**

김봉수

농림축산검역본부

2023

(사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

S-15

김봉수

- 농림축산검역본부(식물검역기술개발센터) 농업연구사
- E-mail: bskim79@korea.kr

➤ 학력

서울대학교 농업생명과학대학 응용생물화학부 학사 졸업
서울대학교 농생명공학부 석사 졸업 (응용곤충학 전공)
충북대학교 농생물학과 박사 졸업 (응용곤충학 전공)

➤ 주요 경력

2011.~ 2017. (주)팜한농 부설 생명공학연구소(책임연구원)
2018.~ 현재. 농림축산검역본부(농업연구사)

➤ 주요 연구 내용

메틸브로마이드 대체 수출입식물 소독기법 개발 및 실용화

Development of Methyl Bromide Alternative Fumigants and Fumigation Technologies for Plant Quarantine Purpose

Bong-su Kim^{1*}, Jun-ran Kim¹, Byung-ho Lee² and Gil-hah Kim³

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea

²Kyungpook National University, Republic of Korea

³Chungbuk National University, Republic of Korea

Methyl bromide(MeBr), one of the most popular fumigant for plant quarantine purpose in worldwide, is now banned due to ozone depleting problem. It is still possible to use methyl bromide for plant quarantine and critical use exemption only, but developed countries are planning to suspend MeBr use in every fields. Moreover, MeBr can cause plant damage and intoxication of worker, so reducing MeBr usage and developing alternative fumigants are urgently required. Recently, new fumigant and fumigation methods were developed and commercialized in Korea. Ethyl formate, a safe and effective fumigant, shows rapid efficacy and low phytotoxicity on fruits and vegetables, and cylinderized phosphine gas, an active ingredient of aluminium phosphide, shows high efficacy and good penetration with less damage on fresh commodities. Although both MeBr alternative fumigants show good efficacy to most of pests, some pests are still hard to control with single treatment of fumigant. To overcome the weakness, combined treatment of both fumigant and successive treatment of fumigant and cold treatment were newly developed, and shows enhanced efficacy to plant quarantine pests. The integrated fumigation methods of single and concurrent treatments of methyl bromide alternatives can rapidly oust methyl bromide in plant quarantine.

학술 논문 발표 순서

[11월 3일, 금]

구 분	제 1 발표장 그랜드볼룸 I (L)	제 2 발표장 그랜드볼룸 II (L)	제 3 발표장 에메랄드III (L)	제 4 발표장 로즈 V (1F)
	화 학	생물활성	농약(살충제) 저항성	독 성
좌 장	부경환 교수 (제주대학교)	곽연식 교수 (경상국립대학교)	성건목 교수 (충남대학교)	김진 박사 (한국생물안전성연구소)
09:30~09:45	김진성 (경상국립대)	최유경 (화학연)	강동현 (충북대)	전경미 (농과원)
09:45~10:00	권다영 (원광대)	구서경 (화학연)	진가현 (안동대)	이 환 (한국삼공)
10:00~10:15	최철구 (농산업발전연구원)	김홍태 (충북대)	Falguni Khan (안동대)	문형준 (에이비솔루션)
10:15~10:30	김은형 (폴무원)	윤준호 (서울대)	김명환 (경북대)	오현택 (생물안전성연구소)
10:30~10:40	Coffee Break			
10:40~10:55	송민호 (건국대)	문하현 (충북대)	김길하 (충북대)	Bala Murali (농과원)
10:55~11:10	이채연 (충북대)	이서영 (충북대)	김민재 (경북대)	양지연 (농과원)
11:10~11:25	-	강동현 (충북대)	무니르모스타피즈 (경북대)	박이슬 (생물안전성연구소)
11:25~11:40	-	-	-	양시영 (농과원)

*상황에 따라 발표자 변동될 수 있습니다.

화학

〈O-A-01〉 09:30~09:45

Antibacterial Activity of Essential Oils and their Synergistic Effect with Antibiotics Against *Xanthomonas Campestris* pv. *Vesicatoria*

Jin-Seong Kim^{1*}, Jeong-Yoon Kim², Min-Kyung Seo³, Jin-Hyo Kim¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Division of Applied Life Sciences, Institute of Agriculture & Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828

²Department of Pharmaceutical Engineering, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52725

³Eco Friendly Agri-Bio Research Center, Jeonnam Bioindustry Foundation, Goksung 57509, Republic of Korea / 86

〈O-A-02〉 09:45~10:00

머위 중 Azoxystrobin, Fenitrothion, Fluopyram, Thiacloprid의 잔류소실 특성

권다영¹, 신정우¹, 최혜림¹, 최훈^{1*}

¹원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과 / 87

〈O-A-03〉 10:00~10:15

감귤농가 농약 살포시 착용하는 보호장비와 피해 증상분석

류갑희¹, 최철구¹, 문준관², 조형욱²

¹사단법인 농산업발전연구원, ²국립환경대학교 / 88

〈O-A-04〉 10:15~10:30

국내 GAP인증 농산물의 잔류농약 모니터링

김은형^{*}, 박진우, 여운형, 이성환, 박경호, 김상구, 이상운

풀무원기술원 식품안전팀 / 90

〈O-A-05〉 10:40~10:55

Development of Dynamic Model to Predict Pesticide Residue in Proso Millet using field Experiment Data with Multiple Application

Min-Ho Song, Ji-Woo Yu, Jung-Hoon Lee, Hui-Yeon Ahn, Young-Soo Keum, Ji-Ho Lee

Department of Crop Science, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05029, Republic of Korea / 91

〈O-A-06〉 10:55~11:10

눈개승마 중 살균제 Azoxystrobin, Fluazinam, Fluxapyroxad 및 Mefentrifluconazole 잔류 특성

이재연^{*}, 김동주, 함영진, 김준영, 오은빈, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과 / 92

생물활성

〈O-B-01〉 09:30~09:45

Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Streptothricin F Produced by *Streptomyces Mauvecolor* KRA18-925 Against *Erwinia Amylovora*

Yugyeong Choi^{1,2}, Jae Woo Han¹, Hun Kim^{1,3}, Sang-Keun Oh² and Gyung Ja Choi^{1,3}

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

²Department of Applied Biology, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, Korea

³Division of Medicinal Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon, Korea / 93

〈O-B-02〉 09:45~10:00

Antibacterial Activity of Primocarcin Produced by *Streptomyces* sp. KRA20-630 against *Erwinia Amylovora*

SeoKyoung Koo^{1,2}, Jae Woo Han¹, Hun Kim^{1,3}, Sang Un Park², Gyung Ja Choi^{1,3}

¹Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon 34114, Korea

²Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

³Department of Medical Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea / 94

〈O-B-03〉 10:00~10:15

Strobilurin계 살균제에 대한 저항성, 이대로 괜찮은가?

김흥태¹, 안소현¹, Abdulkareem Abdullahi¹, 조희수¹, 안혜민¹, Dalha Abdulkadir Isa¹, 박수빈², 남영주², 조원대²

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물위학과, ²(주)글로벌농업컨설팅 / 95

〈O-B-04〉 10:15~10:30

Potential Utilization of the Brewery's Hop Wastes as an Insecticidal Synergist and Repellent Against *Spodoptera Frugiperda*

Junho Yoon^{1*}, Jun-Hyung Tak^{1,2}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea / 96

〈O-B-05〉 10:40~10:55

복숭아혹진딧물의 λ -cyhalothrin, Imidacloprid 그리고 Flupyradifurone에 대한 저항성 모니터링과 점 돌연변이 빈도분석

문하현*, 이유노, 강동현, 김세은, 구현나, 김길하

충북대학교 식물위학과 / 97

〈O-B-06〉 10:55~11:10

훈증제별 물리·화학적 복합처리에 의한 벚초파리 체내 변화 확인

이서영*, 문하현, 이유노, 강동현, 김현경, 구현나, 김길하

충북대학교 식물위학과 / 98

〈O-B-07〉 11:10~11:25

목화진딧물 지역집단에 대한 살충제 저항성 모니터링

강동현*, 김세운, 이서영, 강나영, 김길하

충북대학교 농생물학과 / 99

생물활성

〈O-C-01〉 09:30~09:45

3종 약제(Afidopyropen, Chlorfenapyr, Cyantraniliprole)의 목화진딧물에 대한 약제 감수성 및 혼합 효과 평가

강동현*, 정진우, 오승택, 이태웅, 김길하

충북대학교 농생물학과 / 100

〈O-C-02〉 09:45~10:00

곤충병원선충 공생세균 유래 신규 살충 물질 개발

진가현¹, 김용균¹

¹안동대학교 식물위학과 곤충분자생리학 실험실 / 101

〈O-C-03〉 10:00~10:15

dsRNA Insecticide Control Efficacy Against the Western Flower Thrips using Chitosan Nanoparticle or Bacterial Formulation

Falguni Khan^{1*}, 김용균¹

¹안동대학교 식물위학과 곤충분자생리학 실험실 / 102

농약(살충제)저항성

〈O-C-04〉 10:15~10:30

Research on Resistance to Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) on Domestic Greenhouse Cucumbers

Myeonghwan Kim^{*1}, Eun Young Choi¹, Jong Bong Choi¹, Taeyeong Kwon¹, Hee Soo Lee¹, Seungmin Shin¹, Gnim sodavy¹, Jong Kyun Park^{1,2}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea

²Department of Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea / 103

〈O-C-05〉 10:40~10:55

강원 및 영남 지역 목화진딧물 지역집단에 대한 약제 감수성 평가

강동현*, 이유노, 문하현, 김세은, 김길하

충북대학교 농생물학과 / 104

〈O-C-06〉 10:55~11:10

Evaluation of Insecticide Resistance in Yellow Tea Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Occurring in Protected Mango Cultivation Regions in Jeju and Haman

Min-jae Kim¹, Ho-wook Lee¹, Yeonjin Jang², Hwang-bin Yu¹, Kyeong-woo Kim³, Yi-seul Kim⁴, Rosmery Malory Noli Erquinio¹, Abraham Okki Mwamula⁴, Cheol Jang⁴, and Dong-Woon Lee^{1,3,4*}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, Korea

²Research Institute of Climate Change and Agriculture, Jeju, Korea

³Department of Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Korea

⁴Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Sangju, Korea,

*Corresponding author / 105

〈O-C-07〉 11:10~11:25

The Status of Pesticide Resistance of the Field Populations of *Bemisia tabaci* Gennadius and *Tetranychus urticae* Koch

Md Munir Mostafiz¹, Sushant Raj Sharma², Hwal-Su Hwang², Kyeong-Yeoll Lee^{1,2}

¹Agricultural Science and Technology Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea / 106

독성

〈O-D-01〉 09:30~09:45

RFID 장치를 이용한 꿀벌 귀소비행시험법 구축

전경미*, 김주영, 최지영, Bala Murali Krishna Vasamsetti, 김보선, 윤창영, 황소정, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 107

〈O-D-02〉 09:45~10:00

농약 원제와 제품의 꿀벌 급성접촉독성 비교

이환*, 김연식, 배철한, 조경원

한국삼공(주) 기술연구소 / 108

〈O-D-03〉 10:00~10:15

*Daphnia magna*를 이용한 단계 별 시험

문형준

(주)에이비솔루션환경시험부 생태독성팀 / 109

〈O-D-04〉 10:15~10:30

3,5-Dichlorophenol과 Potassium Dichromate에 대한 담수어류의 독성 비교 연구

오현택*, 정호섭, 장희섭, 이대경, 김현정, 김해경, 김진

(주)한국생물안전성연구소 / 111

〈O-D-05〉 10:40~10:55

Transcriptomics in Toxicology: A Deep Dive into Molecular Responses of Pesticide Toxicity

Bala Murali Krishna Vasamsetti, Kyongmi Chon*, Chang-Young Yoon, Juyeong Kim, Ji-Yeong Choi, Sojeong Hwang and Kyeong-Hun Park

Toxicity and Risk Assessment Division, Department of Agro-Food Safety and Crop Protection, National Institute of Agricultural Sciences / 112

〈O-D-06〉 10:55~11:10

Alternatives to Animal Experiment for Skin Sensitization Potential and Adverse Outcome Pathway (AOP) Based on Defined Approaches (DAs)

Ji-Yeon Yang, Soo-Jin Park, Jeong-Hyun Lim, Si Young Yang, Geun-Hwan Gil, So-Hye Hong*

Toxicity and Risk Assessment Division, Department of Agro-food Safety & Crop Protection, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Republic of Korea / 113

〈O-D-07〉 11:10~11:25

인체각막유사상피모델을 이용한 5종의 재현성 시험물질에 대한 안점막자극성시험 결과와 고찰

박이슬*, 염지영, 이대경, 최지한, 정호섭, 김진

(주)한국생물안전성연구소 / 114

〈O-D-08〉 11:25~11:40

유럽의 농약 노출에 따른 거주자와 주변인에 대한 위해성 평가 방법 소개

양시영*, 길근환, 박수진, 임정현, 신지영, 홍소혜

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 115

Antibacterial Activity of Essential Oils and their Synergistic Effect with Antibiotics Against *Xanthomonas Campestris* pv. *Vesicatoria*

Jin-Seong Kim^{1,*}, Jeong-Yoon Kim², Min-Kyung Seo³, Jin-Hyo Kim¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Division of Applied Life Sciences, Institute of Agriculture & Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828

²Department of Pharmaceutical Engineering, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52725

³Eco Friendly Agri-Bio Research Center, Jeonnam Bioindustry Foundation, Goksung 57509, Republic of Korea

Plant pathogenic bacteria are widely spreaded and frequently outbreaked in wet-summer season usually. Among them, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Xcv) can cause bacterial leaf scorch (BLS) in vegetables. To control the pathogenic bacteria, a few antibacterial pesticides such as streptomycin, oxolinic acid, etc. were developed and use in crop field. However the frequently use of limited antibiotics can develop the pesticide resistance, and alternative for the antibiotics are required. Here in, we investigated the antibacterial activity of plant essential oils (70 types) against Xcv and qualitatively and quantitatively analyzed the major components in the oil by GC-MS. In addition, a selected major antibiotic component of essential oil was investigated the synergistic effect with antibiotics based on FIC index as well as the anticipated bactericidal mechanism was suggested.

O-A-02

머위 중 Azoxystrobin, Fenitrothion, Fluopyram, Thiacloprid의 잔류소실 특성

권다영¹, 신정우¹, 최혜림¹, 최훈^{1,*}¹원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과

본 연구는 머위 중 azoxystrobin, fenitrothion, fluopyram 및 thiacloprid의 수확 전 최종 농약 살포일로부터 수확일까지 농약 잔류량 감소추이를 파악하여, 생산단계 농산물의 농약 잔류 특성과 수확 예정일의 잔류량 예측을 위하여 수행되었다. 머위에 대한 포장시험은 서로 지역이 다른 2개의 시험포장을 선정하여 작물 잔류성 시험을 진행하였다. 머위 중 azoxystrobin 및 fluopyram를 안전사용기준의 희석배수에 준하여 7일 간격으로 2회 살포하였고, 머위 중 fenitrothion 및 thiacloprid를 안전사용기준의 희석배수에 준하여 14일 간격으로 2회 살포한 후 0(살포 후 2시간), 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14일까지 시료를 채취하여, 약제의 잔류양상을 분석한 뒤 생물학적 반감기를 산출하였다. 머위 중 잔류농약은 QuEChERS 방법으로 전처리한 후 HPLC-UVD 및 GC-ECD로 분석하였다. 시험농약 성분별 정량한계는 모두 0.05 mg/kg 이하이었고, 정량한계의 10배와 MRL 수준으로 농약을 처리하여 수행한 결과 회수율은 74.2~111.2%로 유효범위 70~120%를 만족하였다. 머위 중 잔류농약의 생물학적 반감기는 Azoxystrobin의 경우 5.4일, Fenitrothion의 경우 4.5일, Fluopyram의 경우 4.6일 및 Thiacloprid의 경우 4.4일로 나타났다. azoxystrobin, fenitrothion, fluopyram 및 thiacloprid에 대해 95% 신뢰수준에서 감소상수 하한값을 기준으로 생산단계 잔류허용 기준을 설정하였으며, 수확 10일전 잔류량이 각각 26.61 mg/kg, 50.39 mg/kg, 51.34 mg/kg, 53.12 mg/kg 이하로 검출된다면, 수확 시점의 잔류량은 MRL 수준 이하일 것으로 판단된다.

감귤농가 농약 살포시 착용하는 보호장비와 피해 증상분석

류갑희¹, 최철구¹, 문준관², 조형욱²

¹사단법인 농산업발전연구원, ²국립한경대학교

감귤은 제주지역을 비롯하여 우리나라 남부지역 등에서 재배되고 있으나 재배면적은 제주지역이 전체 재배면적의 99%인 21,877ha 재배되고 있다. 기후 온난화 등으로 제주 외에 전남, 전북, 경남, 경북 등에도 재배되고 있으며 면적은 151ha 수준이다. 감귤은 국내 과일 생산량 2,109천톤의 30%인 634천톤이 연간 생산되고 있으며, 생산액은 1,065십억원으로 과일 생산액의 19%를 차지하는 중요한 작목이다. 연간 투입하는 감귤 노동시간은 10a당 노지재배의 경우 113.5시간이며, 안정적인 생산을 위하여 병·해충방제 시간은 13.4%로 수확작업 다음으로 높은 비중을 차지하고 있다. 작물별 농약사용량(kg a.i./ha)은 과채류는 노지고추가 12.5kg으로 가장 많고, 벼는 3.46kg a.i./ha, 과수류 중 감귤이 40.0kg a.i./ha로 가장 많아 감귤 농가가 농약에 가장 많이 노출되어 있다고 볼 수 있다. 감귤농가가 농약안전사용 기준을 준수하고, 얼마나 많은 증상을 경험하고 치료하고 있는지를 제주에서 감귤을 재배하고 있는 232농가를 대상으로 설문조사를 하고 분석하였다. 이러한 연구결과는 감귤농가의 농약중독을 예방하기 위한 기초적인 정보로 활용될 수 있을 것이다. 대상 농가는 전체 감귤재배 농가의 0.8%인 232농가를 대상으로 구조화된 조사표에 의하여 설문조사를 하였다. 설문조사 농가에 대한 사전적인 정보 없이 무작위로 농가를 선정하였으며, 설문지에 참여 농가가 직접 답변하도록 하였다. 감귤재배 농업인의 농약 중독증상은 국내·외 문헌고찰과 그동안의 연구경험을 통하여 어지럼증(현기증), 구토, 메스꺼움, 두통, 발열, 피부알러지, 가려움증, 두드러기, 눈충혈, 호흡곤란, 피부반점 등 11가지 증상으로 한정하였고, 농약 중독예방을 위한 보호장비는 방제복, 모자, 장갑, 보호안경, 마스크 등으로 제한하여 조사하였다. 조사농가 평균 영농경력 10년 미만인 19.3%, 20년 미만 16.4%, 30년 미만 17.7%, 30년 이상이 46.6%로 나타났다. 노지감귤 재배 시 연간 농약 살포 횟수는 10회 미만이 38.4%, 15회 미만은 54.3%, 15회 이상은 7.3% 나타났고, 시설감귤은 10회 미만이 69.0%, 15회 미만은 25.4%, 15회 이상은 5.6%로 나타났다. 농약 살포 방법은 동력방제기 80%, 케도형 방제기 2%, 스프링클러 방제기 6%, 무인방제기 등 기타 12%로 나타났으며, 1회 농약 방제시간은 3시간 이하 53%, 6시간 정도 34%, 9시간 이상

12%, 무응답 1%로 나타났다. 감귤재배 농가가 농약 살포시 착용하는 보호장비는 방제복+모자+장갑+마스크를 착용하는 경우가 62%로 가장 많았고, 방제복+모자+장갑+마스크+보호안경은 18%로 나타났으며, 모자+장갑+마스크와 방제복+모자+장갑을 착용하는 경우는 각각 4%로 나타났으며, 그 외 소수 응답으로 12%로 나타났다. 농약 살포 후 감귤농가가 경험한 다양한 농약 중독증상은 눈충혈 10%, 피부알러지와 어지럼증이 각각 6%로 나타났으며, 피부알러지+가려움증 5%, 가려움증+눈충혈 4%, 피부알러지+눈충혈 3%, 기타 44%, 무경험 22%로 나타났다. 농약 중독증상을 느낀 78% 농가 중 병원치료는 19%, 약국처방은 25%, 자가휴식은 33%로 나타났다.

중심어 : 감귤, 농약방제, 보호장비, 농약피해증상, 농약중독경험, 병원치료

연락처자 E-mail : choicksu@naver.com

국내 GAP인증 농산물의 잔류농약 모니터링

김은형*, 박건우, 여운형, 이성한, 박경호, 김상구, 이상윤

풀무원기술원 식품안전팀

농산물우수관리(GAP, Good Agricultural Practices) 제도는 농산물의 안전관리 체계를 구축하여 소비자에게 안전한 농산물을 공급하고, 환경을 보호하여 지속 가능한 농업 생산에 기여함을 목적으로 2006년부터 시행되어 꾸준히 증가하고 있다. 특히 농약은 작물 보호와 생산성 향상을 위해 필수적으로 사용되고 있으며, 생산자에게 책임 있는 농약 사용을 요구하는 만큼 잔류농약에 대한 관리가 필요하다. 본 연구는 GAP인증 농산물 활성화를 위한 중요한 요소인 안전성을 확인하고자 국내에서 유통되는 GAP인증 농산물의 잔류농약 모니터링을 실시하여 검출농약의 특성 및 농약 안전사용 현황을 확인하였다. 모니터링에 사용된 시료는 온라인 및 유통매장에서 판매되는 GAP인증 농산물을 대상으로 하였다. 수거된 시료의 잔류농약 분석은 농산물 등의 유해물질 분석법 및 국립농산물품질관리원의 농산물 잔류농약 분석방법을 근거로 진행하였다. 시험 결과 GAP인증 농산물 24품목 133건 중 19품목 88건에서 잔류농약 성분이 검출(66.2%)되었으며, 검출된 농산물은 사과 20건, 포도 17건, 복숭아 8건, 토마토 7건 등으로 과채류에 다수 검출되는 경향을 확인하였다. 등록된 농약 외 해당 작물에 미등록 농약의 검출 사례는 확인되지 않았으며 농약안전사용 기준이 적절히 준수되었다. 또한 잔류농약 허용기준을 초과하여 검출되는 사례는 없었다. 상기 결과를 통해 시중 유통 중인 GAP인증 농산물의 잔류농약 검출 수준은 안전하게 관리되고 있는 것으로 사료되며 향후 GAP 인증 농산물의 안전 관리에 본 자료가 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

O-A-05

Development of Dynamic Model to Predict Pesticide Residue in Proso Millet using field Experiment Data with Multiple Application

Min-Ho Song, Ji-Woo Yu, Jung-Hoon Lee, Hui-Yeon Ahn,
Young-Soo Keum, Ji-Ho Lee

Department of Crop Science, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu,
Seoul 05029, Republic of Korea

The dynamicCROP model was investigated for its ability to predict pesticide residues in proso millet based on data from field experiments with multiple pesticide applications. A modified first-order equation was used to calculate the half-life of pesticides in millet, which is one of the most important parameters. To develop and validate the model, data sets from two field experiments of six pesticides were used. Crop-specific parameters were adjusted to incorporate a proso millet archetype into the dynamicCROP model based on previous studies. The model accuracy assessment was conducted using statistical units (correlation coefficients; R and R^2 , loss functions; MAE, RRMSE, and RMSLE). The results demonstrated its ability in predicting pesticide residues in proso millet grain.

눈개승마 중 살균제 Azoxystrobin, Fluazinam, Fluxapyroxad 및 Mefentrifluconazole 잔류 특성

이채연*, 김동주, 함영진, 김준영, 오은빈, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

이 연구는 눈개승마 중 살균제 azoxystrobin, fluazinam, fluxapyroxad 및 mefentrifluconazole의 잔류 특성을 구명하기 위해 수행하였다. 포장시험은 눈개승마 주산지인 강원도 인제에 위치한 노지에서 수행하였으며, azoxystrobin(21.7% SC)과 mefentrifluconazole(10% SC)은 각각 2,000배, fluazinam(50% SC)과 fluxapyroxad(15.3% SC)는 각각 2,500배 희석하여 10 a당 120-150 L의 약량으로 7일 간격 3회 처리 후 0, 2, 3, 5, 7, 14일차에 각각 수확하였다. 눈개승마의 전처리에는 모두 QuEChERS법을 이용하였으며, LC-MS/MS로 분석하였다. 눈개승마 중 시험농약의 모화합물 및 대사체 정량한계는 모두 0.01 mg/kg이었으며, LOQ, 10LOQ 및 최고 농도 수준에서 모두 회수율 범위인 70-120%를 만족하였다. 눈개승마 중 4종 농약의 모화합물과 대사체의 저장 안정성 시험 결과 모두 70-120%를 만족하여 저장기간 중 안정하다고 판단되었다. 눈개승마 중 azoxystrobin, fluazinam, fluxapyroxad 및 mefentrifluconazole의 잔류량은 0일차 시료에서 각각 28.43 mg/kg, 47.80 mg/kg, 18.21 mg/kg 및 10.55 mg/kg이었고, 14일차 시료에서 0.47 mg/kg, 3.55 mg/kg, 0.43 mg/kg, 0.09 mg/kg이었다. 최종약제살포 후 2일차 시료 중 잔류량이 크게 줄었는데 32.1 mm의 강우에 의한 영향으로 판단되었다.

중심어 : Azoxystrobin, Fluazinam, Fluxapyroxad, Mefentrifluconazole, 눈개승마, 잔류농약
연락처자 E-mail : kskyung@cbnu.ac.kr

O-B-01

Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Streptothricin F Produced by *Streptomyces Mauvecolor* KRA18-925 Against *Erwinia Amylovora*

Yugyeong Choi^{*1,2}, Jae Woo Han¹, Hun Kim^{1,3}, Sang-Keun Oh²
and Gyung Ja Choi^{1,3}

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

²Department of Applied Biology, College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, Korea

³Division 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 apples and pears. In this study, we aim to develop a biological control agent to control fire blight. A total of 3,081 soil actinomycetes strains were used in the screening test for antibacterial activity against *E. amylovora*, and we selected KRA18-925. Through phylogenetic analysis based on 16S rRNA gene sequence, the KRA18-925 strain was identified as *Streptomyces mauvecolor*. From the culture filtrate of 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 μ g/ml, and showed *in vitro* the other antibacterial and antifungal activities against various plant pathogenic bacteria and fungi. In addition, when streptothricin F (125-500 μ g/ml) was treated on young seedlings of Chinese pearleaf crab apple, streptothricin F showed 80-96% control efficacy against *E. amylovora* and when treated on apple fruit, it showed 68-98% control efficacy. The mechanism of action of streptothricin F was investigated on virulence factors of *E. amylovora*. Streptothricin F significantly inhibited the expression of *hrpA*, a major component of the type III secretion system. These results suggest that *S. mauvecolor* KRA18-925 and streptothricin F have the potential to be used as novel biological control agent of *E. amylovora*.

Antibacterial Activity of Primocarcin Produced by *Streptomyces* sp. KRA20-630 against *Erwinia Amylovora*

SeoKyoung Koo^{*1,2}, Jae Woo Han¹, Hun Kim^{1,3}, Sang Un Park², Gyung Ja Choi^{1,3}

¹Center for Eco-friendly New Materials, Korea Research Institute of Chemical Technology,
Daejeon 34114, Korea,

²Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea,

³Department of Medical Chemistry and Pharmacology, University of Science and Technology,
Daejeon 34113, Korea

Fire blight caused by *Erwinia amylovora*, a gram-negative bacterium has caused serious damage to *Rosaceae* plants such as apple and pear. In this study, a total of 1,525 soil actinomycete strains were used in screening test for antibacterial activity against *E. amylovora*, and the KRA20-630 strain was selected due to strong antibacterial activity. When the culture filtrate of *Streptomyces* of KRA20-630 was partitioned with ethyl acetate and *n*-butanol, the ethyl acetate layer exhibited strong antibacterial activity, an active compound was isolated from the ethyl acetate layer using column chromatography methods. The compound was identified as primocarcin on the basis of nuclear magnetic resonance and mass spectroscopic analyses. The growth of *E. amylovora* was completely inhibited by primocarcin with the minimum inhibitory concentration of 50 μ g/mL. In addition, when *Streptomyces* sp. KRA20-630 culture filtrate (3-fold dilution) and primocarcin (250 μ g/mL) were treated on Chinese pearleaf crab apple seedlings by spray method, their control efficiency against fire blight was 89% and 93%, respectively. And the KRA20-630 culture broth (3-fold dilution) and primocarcin (500 μ g/mL) treated on young apple fruits showed the control efficiency of 97% and 100% against fire blight, respectively. In addition, the mode of action of primocarcin was investigated on virulence factors of *E. amylovora*, including swarming motility, amylovoran production and type III secretion system. Primocarcin decreased amylovoran production. Taken together, it suggests that *Streptomyces* sp. KRA20-630 and primocarcin can be used as a biological control agent against fire blight.

O-B-03

Strobilurin계 살균제에 대한 저항성, 이대로 관촬은가?

김흥태¹, 안소현¹, Abdulkareem Abdullahi¹, 조희수¹, 안혜민¹,
Dalha Abdulkadir Isa¹, 박수빈², 남영주², 조원대²

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과, ²(주)글로벌농업컨설팅

Strobilurin계 살균제는 미토콘드리아의 내막에 존재하는 효소 cytochrome b의 퀴놀 산화 위치에 부착하여 미토콘드리아의 호흡을 저해하는 살균제로 알려져 있으며, 1996년에 개발되기 시작하여 다양한 식물병의 방제를 위해서 사용되고 있다. 하지만 그 작용점이 매우 특이한 관계로 포장에서 사용 횟수의 제한을 받는 살균제이기도 하다. 하지만 이미 여러 가지 식물병원성 곰팡이에서 strobilurin계 살균제에 대해서 저항성균이 발생하였다는 보고가 있다. 국내에서는 2008년 오이 흰가루병균에서 저항성균이 발생하였다는 보고가 있었으며, 고추탄저병균은 2015년 충남의 공주, 청양, 부여와 전북 익산에서 분리한 병원균이 strobilurin계 살균제에 대해서 저항성이었다. 그런데 최근 여러 가지 과수의 탄저병균에서 매우 높은 비율로 저항성균의 발생이 속출하고 있어 큰 문제가 되고 있다. 이런 저항성균의 발생은 strobilurin계 살균제의 효과에 매우 큰 영향을 미쳐서 포장에서의 살균제의 병 방제 효과를 감소시킨다. 그럼에도 불구하고 여전히 strobilurin계의 살균제는 단제 또는 합제의 형태로 등록되고 있으며, 그 사용량은 감소하지 않고 있는 실정이다. 이미 고추탄저병균의 경우 2021년에 전국의 저항성균 비율이 70%를 상회하였으며, 충북과 경북의 주요 복숭아 재배지역에서 2022년에 채집한 복숭아탄저병균의 경우도 62%와 98%가 저항성이었다. 2015년과 2016년에 채집한 대추탄저병균에서는 저항성균을 찾아볼 수 없었지만, 2022년에 채집한 군주의 경우에는 저항성균이 보은 지역에서 9.9%, 경산 지역에서 42.9%로 상승하였다. 사과탄저병균의 경우 지역에 따른 저항성 발생에 큰 차이가 있었는데, 충청, 경상 전라 지역의 저항성 발생율은 60%를 상회하는 반면에, 경기와 강원 지역은 18% 이하로 나타나고 있다. 그런데 대부분의 저항성균은 포장 적응력과 감수성균에 대한 경합능력이 우수하기 때문에, 저항성이 발현된 식물병원균의 경우 포장에서 지속적으로 생존이 가능하며, 살균제의 병 방제 효과를 크게 감소시키는 원인이 되고있다. 따라서 strobilurin계 살균제를 사용하여 방제하는 식물병원균에 대한 지속적인 저항성 모니터링과 저항성균 발현에 따른 사용 상의 주의, 그리고 strobilurin계 살균제를 대체할 수 있는 살균제의 개발 등이 절대적으로 필요한 시기가 되었다고 생각한다.

Potential Utilization of the Brewery's Hop Wastes as an Insecticidal Synergist and Repellent Against *Spodoptera Frugiperda*

Junho Yoon^{1*}, Jun-Hyung Tak^{1,2}

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, 08826, South Korea

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, is becoming a serious invasive insect pest in Asia, Africa, and Oceania due to its broad spectrum of host plants and long flight distances. In response to the increasing risk of insecticide resistance, there is a growing need to develop more effective pest management options. One such option involves the use of synergists, which are substances that, while inert on their own, can enhance the toxicity of other insecticides when combined. In the present study, spent hop from a beer-brewing process was tested to evaluate the synergistic effect on conventional chemical insecticides. Among the five insecticidal compounds frequently used for controlling the fall army worm, spent hop oil and its major constituent, β -myrcene, enhanced the toxicity of deltamethrin, emamectin benzoate, and spinetoram, displaying synergistic interactions in the topical application and injection assays. Electrophysiological studies showed that the neurological responses in the larval CNS were significantly boosted in all three synergistic combinations compared to the individual applications of the insecticides. The remaining ones which did not show any synergistic toxicity in the bioassays also failed to display any neuronal change. β -Myrcene did not show any inhibitory activity on the major detoxifying enzymes of the larval extract. These two observations imply a new and novel neurological synergistic mechanism compared to the traditional synergists. Moreover, β -myrcene also displayed spatial repellency in the larvae of the fall armyworm, which may potentiate multiple usefulness of the spent hop oil for controlling this pest. The synergistic effects on deltamethrin and spinetoram were further confirmed in the simulated spray test using emulsified samples.

O-B-05

복숭아혹진딧물의 λ -cyhalothrin, Imidacloprid 그리고 Flupyradifurone에 대한 저항성 모니터링과 점 돌연변이 빈도분석

문하현*, 이유노, 강동현, 김세은, 구현나, 김길하

충북대학교 식물학과

국내 6개 지역(김포, 거창, 예산, 의령, 함양, 완주)에서 채집한 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)의 3종 약제(λ -cyhalothrin, imidacloprid, flupyradifurone)에 대한 저항성 수준을 평가하였다. 그 결과, λ -cyhalothrin에 대한 저항성비는 모든 지역이 244.8배 이상으로 높은 저항성을 보였다. Imidacloprid는 4.1(거창)~413.7배(예산), 그리고 flupyradifurone은 18.3(김포)~452.6배(의령)로 지역마다 다양한 저항성 수준을 나타냈다. 작용기작관련 target site의 점 돌연변이(R81T, L1014F, M918L) 빈도를 조사한 결과, R81T는 약 50%의 빈도를 보였고, L1014F는 약 33.3%로 다소 낮은 빈도를, M918L은 100%로 높은 빈도를 보였다. 또한 qRT-PCR을 통해 cytochrome P450의 subunit *CYP6CY3*의 발현량이 높게 나타난 것을 확인하였다.

훈증제별 물리·화학적 복합처리에 의한 벼초파리 체내 변화 확인

이서영*, 문하현, 이유노, 강동현, 김현경, 구현나, 김길하

충북대학교 식물학과

벼초파리(*Drosophila suzukii*)는 대부분의 *Drosophila*와는 달리 톱니 모양의 산란관을 이용하여 미성숙 또는 숙성 과일의 표면에 상처를 내고 알을 낳아 피해를 줄 뿐만 아니라 상처 난 생과일에 다른 과실파리류, 초파리류 등이 발생하여 2차 피해를 유발한다. 본 연구에서는 훈증제 ethylformate (EF)와 phosphine (PH₃) 단독 처리보다 저온과의 복합 처리 시 벼초파리의 살충률이 상승한 원인을 분석하고자 하였다. 그 결과, cytochrome c oxidase의 활성이 훈증제 단독 처리보다 저온과의 복합 처리 시 더 증가함을 볼 수 있었다. Flow cytometry를 이용한 apoptosis 발생 양상 분석 결과, 무처리구 < 훈증제 단독 처리 < 훈증제 + 저온과의 복합 처리순으로 apoptosis가 증가함을 확인하였다. 또한 2D-PAGE 및 MALDI-TOF/TOF를 이용하여 벼초파리의 체내 단백질 합성 변화를 분석하였다.

목화진딧물 지역집단에 대한 살충제 저항성 모니터링

강동현*, 김세윤, 이서영, 강나영, 김길하

충북대학교 농생물학과

목화진딧물 지역집단에 대한 약제별 감수성 평가를 위해 14지역 오이 재배지와 12지역 고추 재배지에서 채집한 목화진딧물에 대하여 등록약제(오이 7종, 고추 7종)의 살충활성을 조사하였다. 각 약제별 추천농도에서의 살충활성은 지역집단에 따라 감수성의 차이를 보였다. 각 지역집단별 목화진딧물에 대한 약제의 치사농도(LC₅₀, LC₉₀)값을 조사하여 저항성비(Resistance ratio, RR)와 방제효과지수(Control efficacy index, CEI)를 구하였다. 오이 재배지 중 공주 지역집단은 RR값이 chlorfenapyr (70.2)를 제외한 모든 약제에서 ≥ 100 을 보였고, CEI값은 모든 약제에 대하여 중도저항성(> 1) 또는 고도저항성(> 5)을 보였다. 고추 재배지에서 cyantraniliprole의 RR값은 천안(49.3)을 제외한 모든 지역집단에서 ≥ 100 을 보였으나, CEI값은 인천(110.8)과 여주(46.0)에서 고도저항성(> 5)을 보였다. 약제별 RR값과 CEI값의 회귀 분석을 통하여 관련성을 확인한 결과 대부분 약제에서 RR값과 CEI값이 $R^2 > 0.5$ 를 보였으나 오이 재배지에서 cyantraniliprole (0.0508), 고추 재배지에서는 λ -cyhalothrin (0.2263)와 imidacloprid (0.2145), pyrifluquinazon (0.0266)로 관련성이 나타나지 않았다. 또한 Pearson 상관분석을 통해 약제별 교차저항성을 확인하여 오이 재배지와 고추 재배지에서 채집한 지역집단들은 afidopyrophen과 flonicamid에 대하여는 ≥ 0.5 로 교차저항성 관계가 있음을 확인하였다.

3종 약제(Afidopyropen, Chlorfenapyr, Cyantraniliprole)의 목화진딧물에 대한 약제 감수성 및 혼합 효과 평가

강동현*, 정진우, 오승택, 이태웅, 김길하

충북대학교 농생물학과

16 지역에서 채집된 목화진딧물에 대한 3종 약제(afidopyropen, chlorfenapyr, cyantraniliprole)를 이용한 단제와 합제의 감수성 평가는 엽침지법으로 3일차까지 조사하였다. 실험실 감수성 계통과 지역집단의 목화진딧물에 대한 약제의 반수치사농도(LC₅₀)값을 비교하여 저항성비(Resistance ratio, RR)를 구하였다. 3 약제에 대한 RR값이 > 100인 3개 지역집단(완주, 춘천, 고성)을 저항성 지역집단으로 선정하였고 합제의 상승효과를 확인하기 위해 단제를 1:1(v:v)의 비율로 혼합하여 실험을 진행하였다. 완주 지역집단에서 추천농도로 각 단제 처리시 afidopyropen (41.4%), chlorfenapyr (55.1%), cyantranilipole (65.5%)의 살충률을 보였으나, 합제로 추천농도 1/2 처리시 afidopyropen + chlorfenapyr (96.6%), chlorfenapyr + cyantraniliprole (100%), afidopyropen + cyantraniliprole (89.3%)의 살충률로 통계적으로 유의한 상승효과를 보였다. 오이 비닐하우스에서 진행된 실외 실험은 각 단제(추천농도)와 합제(추천농도의 1/2, 1/8)를 경엽살포 하였다. 합제 1/2 농도에서 약제 처리 21일 후 afidopyropen + chlorfenapyr (99.9%), chlorfenapyr + cyantraniliprole (99.7%), afidopyropen + cyantraniliprole (93.7%)의 방제가를 보였다. 따라서, 본 연구결과 합제를 이용한 방제방법이 약제 저항성을 보이는 목화진딧물에 대해 효과적인 화학적 방제 전략이 될 수 있을것으로 생각된다.

O-C-02

곤충병원선충 공생세균 유래 신규 살충 물질 개발

진가현^{1*}, 김용균¹¹안동대학교 식물학과 곤충분자생리학 실험실

*Xenorhabdus*와 *Photorhabdus* 속은 각각 곤충병원성 선충인 *Steinernema*와 *Heterorhabditis*에 공생하는 공생세균이다. 감염성 선충의 유충은 공생세균을 표적 곤충의 혈강에 전달하고, 여기서 세균이 증식하여 숙주 선충의 발달을 돕는다. 이러한 선충과 세균 복합체의 성공적 공생관계는 세균의 이차대사산물을 통한 숙주의 면역억제에 달려 있다. 본 연구에서는 *Photorhabdus temperata temperata*라는 세균이 GameXPepitide (GXP)라는 물질을 NRPS (Non ribosomal peptide synthetase)라는 시스템을 이용하여 생성해내며 이 물질이 곤충의 세포성 면역과 체액성 면역을 억제한다는 것을 확인하였다. 이를 위하여 아라비노즈라는 물질에 의하여 타겟 유전자 (*gxpS*)의 발현을 조절할 수 있는 돌연변이체 세균을 생성하였으며 이러한 세균의 병원성을 확인한 결과 GXP 라는 물질이 세균의 병원성에 중요한 역할을 하는 것을 확인하였다. 또한 *Xenorhabdus hominickii* (Xh) 라는 세균의 전사인자인 류신 반응 조절 단백질 (Lrp)의 발현을 조절할 수 있는 돌연변이체를 생성하여 Lrp의 발현에 따른 세균의 병원성 변화를 조사하였다. *X. hominickii*에서 인코딩된 4,075개의 유전자 중 두 개의 NRPS를 포함한 유전자의 3.7%가 프로모터에 Lrp 반응 요소를 가지고 있었다. Xh에서 총 8개의 NRPS(NRPS1-NRPS8) 유전자가 세균 유전체에서 예측되었으며, 여기서 6개의 NRPS(NRPS3-NRPS8) 발현은 *S. exigua*의 감염된 유충에서 Lrp 발현과 양의 상관관계가 있었다. Xh에서 Lrp의 발현량 변화는 NRPS 발현 수준의 변화와 함께 이차대사산물의 생산을 변화시켰다. Xh의 면역억제 활성화는 Lrp 발현 수준에 따라 달라졌으며 이에 따라 세균의 병원성 역시 변화하였다. 이와 밀접하게 관련이 있는 이차대사산물은 특히 고리형 다이펩타이드(=cPF)였으며 이 물질은 곤충의 면역과 밀접하게 관련된 PLA₂를 억제하여 곤충의 면역을 억제하는 것으로 확인되었다. 이러한 세균과 같은 생물체 유래 물질은 새로운 살충 물질 개발에 들어가는 돈과 시간을 획기적으로 줄일 수 있으며 본 연구에서는 이를 위한 돌연변이체 제작 방법 및 활용과 후보 살충 물질 검증을 위한 분자 타겟을 제시한다.

dsRNA Insecticide Control Efficacy Against the Western Flower Thrips using Chitosan Nanoparticle or Bacterial Formulation

Falguni Khan^{1*}, 김용균¹

¹안동대학교 식물 의학과 곤충 분자 생리학 실험실

The western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, is a significant economic pest among Thysanopterans because of its massive feeding damage and ability to spread tospovirus to hundreds of plant species worldwide. To manage this pest, chemical pesticides have been employed. However, their control efficiency has been shown to be inadequate due to the fast development of resistance in *F. occidentalis*. The chitosan-based nanoparticle (NP) formulations, which are economically efficient, had a significant insecticidal activity with mortality rates above 80% within a 7-day period under field conditions. However, the utilization of nanoparticle-based double-stranded RNA (dsRNA) is impeded by the inherent challenge posed by the high cost associated with dsRNA production and the substantial amount of materials needed for its use in field settings. Numerous research studies have provided evidence of the creation of dsRNA using the L4440 vector and HT115 (DE3) *Escherichia coli*, specifically for the purpose of applying it to both vertebrate and invertebrate systems. The objective of this work was to conduct a comparative analysis of chitosan nanoparticles (NPs) and a bacterial formulation-based double-stranded RNA (dsRNA) approach by targeting the vacuolar-type ATPase (vATPase) gene as control strategies against *F. occidentalis*. This study aimed to compare chitosan NP and bacterial formulation-based dsRNA control tactics against *F. occidentalis* using RNAi against the vacuolar-type ATPase (vATPase) gene.

Key words: Chitosan, L4440 vector, dsRNA, vATPase, *Frankliniella occidentalis*

O-C-04

Research on Resistance to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on Domestic Greenhouse Cucumbers

Myeonghwan Kim^{*1}, Eun Young Choi¹, Jong Bong Choi¹, Taeyeong Kwon¹,
Hee Soo Lee¹, Seungmin Shin¹, Gnim sodavy¹, Jong Kyun Park^{1,2}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea

²Department of Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea

The greenhouse pest, *B. tabaci*, causes direct damage to crops at all developmental stage except for eggs, including growth inhibition and leaf discoloration, and it occurs more than 10 times a year.

To control *B. tabaci*, chemical pest control methods are primarily used due to their quick effectiveness and cost-efficiency. Therefore, it is essential to establish strategies for managing insecticide resistance and to conduct ongoing monitoring for *B. tabaci*.

In this study, eight different insecticide with varying modes of action, registered for domestic use against cucumber *B. tabaci*, were selected to investigate resistance development. *B. tabaci* samples were collected from 15 locations in 5 regions (Gangwon, Gyeonggi, Chungcheong, Yeongnam, Honam). Bioassays were conducted for 12 of these regions, and the lethal concentration was ascertained for six regions. The results revealed that fluxametamide exhibited high insecticidal efficacy in the majority of the regions, whereas flonicamid and pyriproxypen showed low insecticidal efficacy in most of the regions.

Key words: *Bemisia tabaci*, Insecticide, Resistance, Greenhouse, Cucumber

강원 및 영남 지역 목화진딧물 지역집단에 대한 약제 감수성 평가

강동현^{1*}, 이유노¹, 문하현¹, 김세은¹, 김길하¹

¹충북대학교 농생물학과

강원 및 영남지역의 오이 및 고추 재배지에서 채집한 목화진딧물(*Aphis gossypii*)로 12종 등록 약제(오이8종, 고추8종)에 대한 약제 감수성 수준을 확인하였다. 감수성 평가는 약제의 치사농도(LC₅₀, LC₉₀)값을 조사하여, 실험실 감수성 집단과 LC₅₀값을 비교한 저항성비(Resistance ratio, RR)와 추천농도(ppm)와 LC90값을 비교한 방제효과지수(Control efficacy index, CEI)를 구하였다. 지역집단별 RR 값으로 나타난 결과, λ-cyhalothrin 26.9-403.8, dinotefuran 0.3-575.3, imidacloprid 10.1-422.5, sulfoxaflor 0-623.6, flupyradifurone 11.5-589.1, pymetrozine 1.6-653.6, pyrifluquinazon 0.05-153.9, afidopyropen 1.8-727.5, chlorfenapyr 4.3-112.6, cyantraniliprole 10.7-1086.7, flonicamid 10.7-532로 지역에 따라 큰 차이가 나타내었다. 그러나 spirotetramat은 0.1-5.5로 낮은 RR 값을 보였다. 또한 CEI 값으로 나타난 결과, λ-cyhalothrin 0.04-1.4, dinotefuran 0.02-30.4, imidacloprid 0.06-5.2, sulfoxaflor 0-1.9, flupyradifurone 0.1-18.7, pymetrozine >0.02, pyrifluquinazon 0.004-358.3, afidopyropen 0.1-5.5, chlorfenapyr 0.4-4.1, spirotetramat 0.03-0.24, cyantraniliprole 0.1-5.3, flonicamid >1.2로 지역에 따라 큰 차이를 나타내었다.

O-C-06

Evaluation of Insecticide Resistance in Yellow Tea Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Occurring in Protected Mango Cultivation Regions in Jeju and Haman

Min-jae Kim¹, Ho-wook Lee¹, Yeonjin Jang², Hwang-bin Yu¹, Kyeong-woo Kim³,
Yi-seul Kim⁴, Rosmery Malory Noli Erquinio¹, Abraham Okki Mwamula⁴,
Cheol Jang⁴, and Dong-Woon Lee^{1,3,4*}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, Korea

²Research Institute of Climate Change and Agriculture, Jeju, Korea

³Department of Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Korea

⁴Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Sangju, Korea,

*Corresponding author

Insecticides are used to control pests that occur in domestic protected mango cultivation regions. However, continuous use of insecticides contributes to eventual development of resistance in the targeted pests. Therefore, in this study, yellow tea thrips (*Scirtothrips dorsalis*), a major pest that occurs in domestic protected mango cultivation farms, was collected from mango (apple mango) cultivation regions in Jeju and Haman for resistance evaluation experiments. Insecticide resistance evaluation on the two populations was conducted against eight pesticides (Dinotefuran 20% SG, Thiacloprid 10% SC, Abamectin 1.8% EC, Emamectin benzoate 2.15% EC, Bifenthrin 2% WP, Chlorfenapyr 5% EC, Cyantraniliprole 10% SE and Spinetoram 5% SC). Lowest resistance was recorded in Emamectin benzoate treatments on both populations. The LC₅₀ values of Thiacloprid were 301.013ppm and 1,357.0ppm in Jeju and Haman regions, respectively, showing resistance rates of 6.02 and 27.14 times higher than the recommended dose. More notably, highest resistance was recorded in Bifenthrin treatments against the Haman populations. A significantly high LC₅₀ of 26,107.0ppm was recorded, which was about 1305.35 times higher than the recommended dose.

Key words: *Scirtothrips dorsalis*, resistance, insecticide, mango

The Status of Pesticide Resistance of the Field Populations of *Bemisia Tabaci* Gennadius and *Tetranychus Urticae* Koch

Md Munir Mostafiz¹, Sushant Raj Sharma², Hwal-Su Hwang², Kyeong-Yeoll Lee^{1,2}

¹Agricultural Science and Technology Research Institute, Kyungpook National University,
Daegu 41566, Korea

²Department of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Both *Bemisia tabaci* Gennadius and *Tetranychus urticae* Koch are major agricultural pests worldwide and are known to rapidly develop resistance to pesticides. In the years 2022 and 2023, the field strains of *B. tabaci* and *T. urticae* were obtained from tomato and strawberry cultivars throughout four distinct provinces, with each province including three different regions. Subsequently, the resistance levels of these populations to eight different pesticides were assessed in a laboratory setting using leaf dipping and direct spray application methods. The findings of our study indicate that the field populations of *B. tabaci* exhibit susceptibility to both cyantraniliprole and emamectin benzoate. In contrast, populations of *B. tabaci* have shown resistance to pyrifluquinazon and spiromesifen, with resistance ratios (RR₅₀) above 8. In addition, it was shown that all field populations of *T. urticae* had a significant susceptibility to acequinocyl, chlorfenapyr, and cyflumetofen. Nevertheless, populations of *T. urticae* exhibited higher tolerance and ultimately acquired resistance to abamectin, with a resistance ratio (RR₅₀) above 5. The results obtained from our investigation will provide valuable insights for future studies aimed at monitoring the resistance of *B. tabaci* and *T. urticae* to the insecticides that were tested.

Key words: sweet potato whitefly, two-spotted spider mite, resistance monitoring, susceptibility

RFID 장치를 이용한 꿀벌 귀소비행시험법 구축

전경미*, 김주영, 최지영, Bala Murali Krishna Vasamsetti, 김보선, 윤창영, 황소정, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

꿀벌이 농약의 아치사랑에 노출되었을 경우 눈에 보이는 독성증상이 바로 나타나지 않을 수 있지만 꿀벌의 화분매개 및 비행 활동에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 영향을 조사하기 위해 최근 RFID 장치를 이용한 꿀벌 귀소비행시험법이 OECD 시험가이드라인(No. 332)에 등재되었다. 본 연구에서는 OECD 시험방법을 근간으로 양성대조군 thiamethoxam을 이용하여 꿀벌 귀소비행시험법을 구축하였다. 시험군은 무처리군과 양성대조군(1 ng a.i./bee)으로 각각 10마리씩 3반복으로 하였다. 시험 시작 일주일 전에 시험벌통 입구에 RFID 리더기 모형을 설치하여 꿀벌을 적응시킨 후 1일 전에 실제 RFID 리더기로 교체하였다. 곤충 포집기를 사용하여 약 300마리의 외역벌을 채집한 후 컬러파우더로 표시하여 벌통으로부터 1 km 떨어진 곳에 방사하였다. 표시된 꿀벌만 다시 채집한 후 실험실로 가져와 RFID 태그를 부착하고 한 케이지당 10마리씩 넣었다. 무처리군은 30% (w/v) 자당용액을 공급하고, 양성대조군은 시험물질을 포함한 자당용액을 한 케이지당 200 μ l 씩 공급하였다. 시험용액 노출 후 40분간 먹이를 공급하지 않았으며 각 처리군은 처음 방사한 장소에서 다시 재방사하였다. 방사 후 24시간 후에 RFID 리더기 데이터 분석 결과 무처리군과 양성대조군의 귀소비행성공률은 각각 70%, 26.7%이었다.

농약 원제와 제품의 꿀벌 급성접촉독성 비교

이환*, 김연식, 배철한, 조경원

한국삼공(주) 기술연구소

최근 국내에서 꿀벌(*Apis mellifera*)의 안전성과 위해성평가에 대한 관심이 높아지고 있다. 꿀벌 위해성평가를 위한 급성접촉독성시험은 농약 원제를 대상으로 꿀벌의 흉부에 직접 노출시켜 급성 독성을 평가하는 방법이다. 그러나 농약제품의 경우, 유기용매, 계면활성제 등 다양한 보조제 성분이 함유되어 있기 때문에 원제에 대한 꿀벌 급성접촉독성과 차이가 있을 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 꿀벌 급성접촉독성시험에 사용되는 유기용매에 의한 원제의 꿀벌독성 영향과 실제 제품에서의 꿀벌독성 차이를 파악하고자 하였다.

시험은 꿀벌 급성접촉독성시험 방법에 따라 수행하였으며, 시험농약은 Acetamiprid, Thiacloprid, Imidacloprid, Clothianidin, Fipronil, Bifenthrin, Phenthoate, Carbaryl 원제 8종과 동일한 원제 성분이 함유된 제품으로 선정하였다. 유기용매는 Acetone, DMSO, EtOH을 사용하였으며, 시험용액을 미량주사기를 이용하여 꿀벌 흉부에 1 μ L씩 노출시켜 48시간 관찰하여 꿀벌 반수치사량(LD₅₀)의 차이를 비교하였다. 연구 결과, 시험농약 중 5종의 원제에서 시험에 사용된 유기용매의 종류에 따라 꿀벌 반수치사량의 차이가 나타났다. 또한, 4종의 농약 제품에서 원제의 꿀벌독성과 차이가 나타남을 확인하였다.

*Daphnia Magna*를 이용한 단계 별 시험

문형준

(주)에이비솔루션환경시험부 생태독성팀

수생생태독성 평가에 사용되는 시험생물은 박테리아, 조류(algae), 수서무척추 동물, 어류, 조(鳥)류 등이 있다.

하등생물의 경우 독성물질에 대한 민감성이 고등생물에 비하여 높은 경향을 가지나, 독성물질에 대한 기작의 규명 또는 독성물질에 대한 추정이 어려우며, 고등생물의 경우 순응이나 해독작용으로 인하여 반응의 민감도가 낮아진다(At water et al., 1983; Devare and Bahadir, 1994; Plotkin and Ram, 1984; Scharb et al., 1983).

하등생물의 종류 중 수서무척추 생물을 이용한 *Daphnia magna* 급성독성 시험의 경우, 오염된 수층을 평가하는 대표적인 시험법으로 알려져 있으며, 어류급성독성 시험법보다 간단하고 신속하기 때문에 수생생태독성평가 시 많이 이용되고 있는 방법이다(Gerald, 1982).

또한, 독성물질에 민감할 뿐 아니라 혼합물의 독성 상호작용을 인지하는데 효과가 뛰어나며 (Amadeo et al., 2001), 수·토질 환경시료의 독성수준을 평가하여 수 환경 오염정도를 파악하는 기초 자료로 사용할 수 있다고 연구된 시험법이다(Samoiliff, 1988).

본 연구에서는 하등생물이 가지는 단점을 보완하기 위하여 하등생물 중 무척추 동물을 이용한 급성독성시험 외 만성독성 시험 및 시험에 사용되었던 시료의 분석을 통해 *Daphnia magna*가 독성물질에대한 영향 및 영향이 발현되는 농도수준을 확인 하였다.

물벼룩 번식독성시험의 경우, 산자수, 이상증상(내구란의 발생, 생장의 정체 등)과 같은 독성물질에 대한 영향을 확인함으로써 유영저해를 기준으로 평가가 이루어지는 급성독성시험의 단점이 보완가능한 시험법이다.

대상물질 A 를 통한 물벼룩급성독성시험의 경우, 'OECD Test Guideline No. 202, *Daphnia* sp., Acute Immobilisation Test'를 바탕으로 실험을 진행하였으며, Potassium dichromate($K_2Cr_2O_7$)을 규정에 따라 2 회 / 년(24 h EC_{50} : 0.6 ~ 2.1 mg/L)을 실시하고 물벼룩의 민감도를 유지 및 관리한 개체를 연구에 사용하였다(24 h EC_{50} : 1.913 mg/L).

물벼룩 번식독성시험의 경우, 선행 연구로 진행한 대상물질 A 에 대한 급성독성시험 결과 값 및 ‘OECD Test Guideline No. 211, *Daphnia magna* Reproduction Test’를 바탕으로 평균산자수 (마리당 60 마리 이상, 2022 년 05 월 까지, 52 반복구 / 146.0 마리)의 관리를 실시한 개체를 활용하여 연구를 진행하였다.

O-D-04

3,5-Dichlorophenol과 Potassium Dichromate에 대한 담수어류의 독성 비교 연구

오현택*, 정호섭, 장희섭, 이대경, 김현정, 김해경, 김진

(주)한국생물안전성연구소

OECD, EPA 등 국제적 가이드라인에서 잉어 외 타 어종이 시험생물로 고시되어 있다. 국내 농약 품목등록을 위한 농촌진흥청 고시는 국제적 가이드라인과 조화를 위해 시험어종이 추가되었고, 시험용수의 수질기준이 강화되었다 (농촌진흥청 고시 제2021-20호, 2021.09.28).

본 연구는 개정된 고시에 포함된 어종들 사이의 독성정보를 비교해보기 위해 잉어 (*Cyprinus carpio*), 송사리 (*Oryzias latipes*), 제브라피쉬 (*Danio rerio*), 미꾸리 (*Misgurnus anguillicaudatus*)에 대해 3,5-dichlorophenol과 potassium dichromate 2종의 물질을 선정하여 담수어류급성독성시험 결과를 비교하였다. 시험은 96시간 동안 진행하였고, 시험생물 노출 후 치사수를 관찰하였으며, 그 결과를 이용해 LC₅₀ (median lethal concentration)을 산출하였다.

2019년부터 2023년까지 시험한 3,5-dichlorophenol의 96시간 LC₅₀의 평균값 (최소~최대)는 어종별로 잉어는 1,001 mg/L (0.655~1,278 mg/L), 제브라피쉬 2,506 mg/L (1,860~3,146 mg/L), 송사리 2,727 mg/L (2,601~2,798 mg/L), 미꾸리 2,970 mg/L (2,301~3,375 mg/L)이었다.

2017년부터 2020년까지 시험한 potassium dichromate의 96시간 LC₅₀의 평균값 (최소~최대)는 어종별로 잉어는 231.3 mg/L (185.8~294.8 mg/L), 송사리 213.2 mg/L (161.7~262.1 mg/L), 미꾸리 227.1 mg/L (197.1~281.9 mg/L)이었다.

LC₅₀을 이용해 ANOVA test를 사용하여 어종 간의 유의차를 확인하였고, 그 결과 potassium dichromate의 경우 어종 간 유의차가 없었다. 반면 3,5-dichlorophenol의 경우 어종 간 유의차가 있었다.

각 어종 간의 반수치사농도 (LC₅₀)를 비교하여 유의성 검증을 수행한 결과 어종간의 유의차가 있었지만 통계에 사용한 sample수가 적고 시험물질의 특성에 따른 유의차로 판단하였다. 추후 주기적이고 반복적인 실험을 통하여 지속적으로 독성자료를 축적한다면 보다 신뢰성 있는 자료를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

Transcriptomics in Toxicology: A Deep Dive into Molecular Responses of Pesticide Toxicity

Bala Murali Krishna Vasamsetti, Kyongmi Chon*, Chang-Young Yoon,
Juyeong Kim, Ji-Yeong Choi, Sojeong Hwang and Kyeong-Hun Park

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

Pesticides play a crucial role in modern agriculture by increasing crop yields and protecting against pests. However, their unintended impact on non-target organisms, especially aquatic life, can have severe consequences for the environment. To effectively assess and mitigate these risks, it is essential to gain a comprehensive understanding of pesticide toxicity. Transcriptomics, a cutting-edge technology that examines gene expression at the RNA level, is a powerful tool for studying molecular changes in organisms at specific times. Our laboratory utilized transcriptomic analysis to investigate how pesticides trigger molecular responses in a zebrafish (ZF) model. Firstly, we identified numerous differentially expressed genes (DEGs) in response to pesticide exposure, showing that pesticides greatly influence gene expression in ZF. We then performed gene ontology analysis to categorize these DEGs into cellular components, biological processes, and molecular functions. Lastly, we conducted KEGG enrichment analysis to pinpoint the biological pathways associated with pesticide toxicity. Additionally, we ensured the reliability of our transcriptome data by validating it with conventional qPCR. Concurrently, a phenotypic assessment allowed us to correlate these molecular mechanisms with developmental abnormalities induced by pesticides. These in-depth transcriptomic studies have uncovered the mechanisms of pesticide toxicity, which are often associated with disruption of metabolic and signaling pathways related to cardiac, ocular and reproductive functions. Key findings from our studies highlight the value of transcriptomics in assessing the ecological impacts of pesticides and in calling for the development of more environmentally friendly agricultural practices.

*Corresponding author E-mail : kmchon6939@korea.kr

O-D-06

Alternatives to Animal Experiment for Skin Sensitization Potential and Adverse Outcome Pathway (AOP) Based on Defined Approaches (DAs)

Ji-Yeon Yang, Soo-Jin Park, Jeong-Hyun Lim, Si Young Yang,
Geun-Hwan Gil, So-Hye Hong*

Toxicity and Risk Assessment Division, Department of Agro-food Safety & Crop Protection,
National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Republic of Korea.

The skin sensitization evaluation of pesticides is a toxicity test that must be submitted in the regulation of agricultural products because chemicals in pesticides cause various skin diseases such as allergic contact dermatitis when the spraying pesticides directly or indirectly was exposed in skin. Previously, the skin sensitization of pesticides was evaluated using laboratory animals, but it became possible to predict skin sensitization through integrated evaluation by combining test methods (so called defined approaches, DA) using non-animals. According to OECD guideline (2012) publishing the Adverse Outcome Pathway (AOP) on skin sensitization, 11 examples of agrichemical active ingredients were selected referring to the Pesticide Annual Report with high shipments of more than 250 tons in Korea. For selected agrichemical active ingredients, *in chemico* skin sensitization assay on covalent binding to proteins (OECD TG 442C), *in vitro* skin sensitization ARE-Nrf2 luciferase test method (OECD TG 442D), and *in vitro* skin sensitization on activation of dendritic cells (OECD TG 442E) were assessed by reflecting defined approaches (OECD TG 497), and sensitivity, specificity, and accuracy were calculated for each. The results of animal testing using guinea pigs and the integrated evaluation results of non-animal test methods were 100% consistent. The order of sensitivity, specificity, and accuracy was established as 100%, 100%, and 100% for the DPRA, and 100%, 100%, and 100% for LuSens assay. For the h-CLAT, 100%, 66.6%, and 85.7% were established. These results showed that we established new approach methodology for assessment of skin sensitization on agrichemical active ingredients using defined approaches method and notified test methods in the Pesticide Control Act.

Keywords : Skin sensitization evaluation, Pesticide, Adverse outcome pathway,
Defined approach

인체각막유사상피모델을 이용한 5종의 재현성 시험물질에 대한 안점막자극성시험 결과와 고찰

박이슬*, 엄지영, 이대경, 최지한, 정호섭, 김진

(주)한국생물안전성연구소

안점막자극성시험의 동물대체시험법으로 알려져있는 OECD TG 492 인체각막유사상피모델을 이용한 눈 자극성 및 심각한 눈 손상시험에는 MCIT HCE™ EIT모델을 포함한 4종의 모델이 기재되어있다. MCIT HCE™ EIT모델은 국내 모델로 접근하기 편리하여 해당 모델을 재현성 시험의 모델로 선정하였으며, 재현성 시험물질 중 5종에 대한 시험을 진행하였다. 재현성 시험물질 15종 중 선정한 5종은 색간섭과 WST-1 반응성이 없는 물질로 추가 보정이 필요없는 물질을 선정하여 진행하였다. 시험물질로는 Category 1로 분류되어있는 hydroxyethyl acrylate, Category 2B의 diethyl toluamide, No Category의 1-ethyl-3-methyl-imidazolium ethylsulphate, dicaprylyl ether, piperonyl butoxide를 사용하였다.

총 74회의 시험을 진행한 결과, 부적합한 결과에 해당되는 시험이 63회 (85.1%)로 확인되었다. 부적합에 해당되는 결과로 ① 음성대조군의 흡광도 범위를 벗어난 경우 (73.0%) ② 동일물질에 대한 2반복 well의 생존율 차이가 발생한 경우 (12.7%) ③ 재현성 시험물질의 생존율 결과값 범위를 벗어난 경우 (23.8%)가 확인되었다. 재현성 있는 시험을 위해서는 해당시험을 처음 준비하여 수행하는 연구 인력들의 역량강화가 절실하며 이런 결과들을 공유함으로써 해당 시험의 담당자들과 관계자들과의 서로 정보 공유와 상호 교육으로 동물대체시험이 농약 및 유기농자재 시험의 한 자리로 잡았으면 하는 바이다.

유럽의 농약 노출에 따른 거주자와 주변인에 대한 위해성 평가 방법 소개

양시영*, 길근환, 박수진, 임정현, 신지영, 홍소혜

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

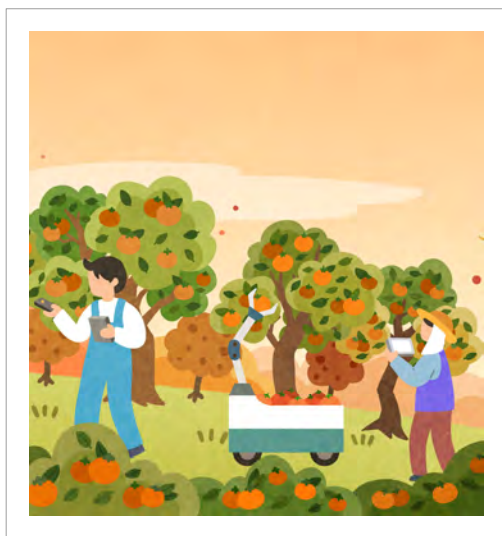
농약은 작물의 병과 해충, 그리고 잡초의 방제에 있어서 매우 중요한 수단으로 이용되고 있으며, 농산물의 품질향상과 노동력 절감에 따른 생산비 절약을 위해서도 필수불가결한 농업자재이다. 하지만 농약은 근본적으로 생물방제를 목적으로 하기 때문에 생물학적 독성을 내포하고 있다. 이에 따라 규제 당국에서는 다양한 농약 노출경로에 따라 위해성 평가를 실시하여 안전한 농약만을 등록해오고 있다.

유럽연합(EU)에서는 농약노출에 대한 건강위해성 평가 분야를 점차적으로 강화하고 있다. 이를 위한 관련 규정으로 (EC) No 1107/2009을 제정하고, 농약과 그 잔류물의 노출에 따른 인간의 건강 보장을 위한 과학적 근거 마련하여, 더욱 강화된 농약 등록평가 제도를 시행하고 있다. 본 발표에서는 비의도적으로 농약에 노출될 수 있는 거주자와 주변인에 대한 위해성 평가 방법을 알아보기 위해 유럽식품안전청(EFSA)에서 발행한 노출평가 지침의 내용에 대해 소개하고자 한다.

유럽의 비식이섭취 위해성 평가 대상은 농약살포자(Operator), 농작업자(Worker), 거주자(Residents), 주변인(bystander)으로 구분되고 있다. 이 중 거주자는 농약이 살포된(살포되고 있는) 지역에서 거주 및 직업을 갖는 인원으로 정의되고 있으며, 주변인은 농약이 살포된(살포되고 있는) 지역 내 또는 인근을 방문하는 사람으로 정의되고 있다. 이들에 대한 농약 노출은 인지하지 못한 상황에서 발생하는 것을 전제하고 있기 때문에 일반적인 의복에 의한 보호율(18%)만이 적용되고 있다. 거주자와 주변인에 대한 농약노출 경로는 총 4~5개로 구분되고 있으며, 그 경로는 다음과 같다. ①농약 비산에 따른 비산노출(spray drift), ②농약의 휘발성 성질에 의한 증기노출(vapour), ③표면 농약 잔류물이 피부와 섭식을 통해 노출되는 표면 잔류물 노출(Surface deposits), ④농약이 처리된 지역에 진입 노출(Entry into treated crop), ⑤ 모든 노출이 동시에 발생하는 동시노출 경로가 있다. 거주자의 위해성 평가는 유아와 성인을 대상으로 상기의 5개 노출경로에서 산정된 노출량을 단기 노출 추정치인 농작업자 노출허용수준(AOEL)과 비교하여 평가되고 있고, 주변인의 경우 발생 가능성이 현저히 낮은 동시노출을 제외한 4가지 노출경로에 대해

유아와 성인을 대상으로 급성 노출 허용수준(AAOEL)과 비교하여 평가하고 있다. 각 농약의 노출 경로별로 농약 노출량을 산정하기 위해서 다양한 요인의 default 값이 적용되고 있다. 하지만 상기의 값들은 유럽과 미국의 농업환경에서 도출된 결과값들을 기반으로 적용되었기 때문에 국내에 바로 적용하기에는 어려움이 있다고 판단된다. 이에, 국내 거주자 및 주변인에 대한 제도를 마련하기 위해서는 선행적으로 국내 농업환경을 기반으로 default 값을 산정하는 연구가 수행되어야 한다고 판단된다.

* Corresponding author : siyoungyang@korea.kr



포스터 발표

Poster Presentation

화학 (잔류 & 이화학)

〈P-001〉

LC-MS/MS를 이용한 식품 중 Cloquintocet-mexyl 및 Formetanate 및 Desmedipham 등 농약의 시험법검증

최혜림¹, 권다영¹, 신정우¹, 김철호¹, 최훈^{1,*}

¹원광대학교 농식품융합대학 생물환경화학과 / 138

〈P-002〉

GC-MS/MS를 이용한 Biphenyl, Cyphenothrin, Hexachlorobenzene, Lsocarboxophos, Mirex, Nitrofen의 분석법 검증

신정우^{1,*}, 권다영¹, 최혜림¹, 김철호¹, 최훈¹

¹원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과 / 139

〈P-003〉

Monitoring of Pesticide Residues for Agricultural Products Distributed over Gangseo Area in 2022

Eun-soon Lee^{*}, SeongSeon Choi, Seah Oh, Juyeon Jo, Minkeong Kim, JooHyun Park, SuJin Jeon, Ju-sung Park

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, 30, Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do, 13818, Republic of Korea / 140

〈P-004〉

생육단계에 따른 무인항공 살포 농약의 고추 중 분포

노현호¹, 김창조¹, 정희영², 정해역³, 신용호⁴, Xiongze Han⁵, 민이기⁶, 홍세운⁷

¹국립농업과학원 잔류화학평가과, ²경북대학교 응용생명과학부, ³(주)무성항공,

⁴동아대학교 응용생물공학과, ⁵강원대학교 바이오시스템기계공학과, ⁶(사)한국농업무인항공협회,

⁷전남대학교 지역바이오시스템공학과 / 141

〈P-005〉

대두 분쇄크기가 잔류농약 분석효율에 미치는 영향

원수, 김창조, 김민, 최정운, 손경애, 이지원, 오민석, 노현호

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 142

〈P-006〉

상추 및 호박 중 Florylpicoxamid 및 대사산물 X12485649의 잔류 특성

이병기^{*}, 최영준, 정한주, 남혁우, 강민수, 이재인, 김세훈, 윤태용, 강광식

(주)동방아그로 기술연구소 / 143

〈P-007〉

GC-MS/MS를 이용한 유기농업자재 중 Chlorothalonil, Folpet 분석법 정립

조지미¹, 박미정¹, 민선희¹, 여인영¹, 김현준¹, 박혜진²

¹국립농산물품질관리원 전남지원, ²시험연구소 / 145

〈P-008〉

제주지역 과수원 토양 중 잔류농약 모니터링

이정민*, 양영택, 문경희, 김유경, 김태균
제주특별자치도농업기술원 / 146

〈P-009〉

제주지역 유채나물, 잎쪽파, 섬썩부쟁이의 잔류농약 모니터링

이정민*, 양영택, 문경희, 김유경, 김태균
제주특별자치도농업기술원 / 147

〈P-010〉

관주처리 살균제 4종의 토양 중 잔류양상

손경애*, 김찬섭, 박지호, 홍준호, 이지원, 박성은, 오민석, 이희동
농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 148

〈P-011〉

Quantification of Residues of Amitrole in Grape with Acetonitrile Dilution
by LC-MS/MS

ChaeUk Lim*, Hyejin Park, Eunjoo Baek, Hansol Lee, Namkuk Kim,
Seong Hun Lee and Sung-Hee Hong
Experiment & Research Institute, National Agricultural Products Quality Management
Service(NAQS), Gimcheon, Gyungbuk / 149

〈P-012〉

Monitoring of a Multi-residue Analytical Method for 17 Pesticides in the Livestock
Products Using LC-MS/MS

So Eun Lee*, Nam Young Kim, Ji Hyun Kim, Ji Young Kim, So Ra Park,
Gui Hyun Jang, Dong Woo Shin
Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Food Safety Evaluation Department, National
Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju,
Chungbuk, 28159, Korea / 150

〈P-013〉

광주지역 유통 로컬푸드 직매장 농산물의 잔류농약 안전성 실태 조사

이향희, 박혜민, 김아운, 이재린, 김도우, 송영선, 김진희, 양용식, 문수진, 정혜진, 임소영,
김진영, 박수정, 서진중, 기혜영
광주광역시보건환경연구원 식품의약품연구부 / 151

〈P-014〉

유채 씨앗 중 살충제 Novaluron의 잔류특성

허수형¹, 전관우¹, 김지원², 윤선영¹, 김창숙^{1,2,3}, 부경환^{1,2,3}
¹제주대학교 생명공학부 ²제주대학교 아열대·열대생물유전자은행센터
³제주대학교 산학협력단 부설 농생명소재안전성연구센터 / 152

〈P-015〉

LC-MS/MS를 이용한 케일 중 살균제 Amisulbrom의 생산단계 잔류소실특성 연구

김재형, 안가을해, 오준경, 장희라*

호서대학교 생명보건대학 식품제약공학부 / 153

〈P-016〉

QuPPe Method 및 LC-HRMS를 활용한 Ethephon 신속분석법 연구

정동식*, 이은정, 류경숙, 박재한, 김청태

(주) 농심 식품안전연구팀 / 154

〈P-017〉

농약 보조제 첨가에 따른 항공살포 농약의 비산저감 효과

김창조¹, 노현호¹, 정희영², 정해역³, 신용호⁴, Xiongze Han⁵, 민이기⁶, 홍세운⁷

¹국립농업과학원 잔류화학평가과, ²경북대학교 응용생명과학부, ³(주)무성항공,

⁴동아대학교 응용생물공학과, ⁵강원대학교 바이오시스템기체공학과, ⁶(사)한국농업무인항공협회,

⁷전남대학교 지역바이오시스템공학과 / 155

〈P-018〉

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Dimpropyridaz 및 대사산물의 분석법 개발 및 검증

최은비*, 김혜성, 윤지영, 박경서, 이재윤, 정세인, 장동우

농협케미컬 연구소 / 156

〈P-019〉

전호 중 Benomyl의 잔류특성

이지윤*, 김용범, 황준혁, 송채린, 임양빈, 경기성¹

충북대학교 환경자원분석센터 ¹충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학학과 / 157

〈P-020〉

QuEChERS법을 적용한 농산물 중 Tolyfluanid 시험법 개발

곽혜민*, 윤다영, 배지연, 최원조, 장귀현, 신동우

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 158

〈P-021〉

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Asulam의 시험법 개발 및 검증

오준경, 안가을해, 김재형, 장희라*

호서대학교 생명보건대학 식품제약공학부 / 159

〈P-022〉

토양 중 Tiafenacil 및 대사체 13종에 대한 잔류분석법 개발

정형석*, 오주환, 고은솔, 김윤지, 임한수, 황경택, 김영권

(주)팍한농 작물보호연구소 / 160

〈P-023〉

수출농산물의 잔류농약에 의한 통관거부 원인분석 및 대응 방안

한해리*, 김단비, 박성은, 강민혁, 권혜영

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 161

〈P-024〉

아로니아 중 Etofenprox, Imidacloprid의 생산단계 농약 잔류허용기준설정 연구

박현지^{1*}, 황규원¹, 가승준¹, 김용덕¹, 최수연¹, 정현규¹, 문준관¹

¹한경국립대학교 식물자원조경학부 / 162

〈P-025〉

동부 중 Captan의 잔류특성

정현규^{1*}, 황규원¹, 가승준¹, 김용덕¹, 박현지¹, 최수연¹, 문준관¹

¹한경국립대학교 식물자원조경학부 / 163

〈P-026〉

Analytical Method for Quantification of Guazatine Marker Compounds in Agricultural Products by LC-MS/MS

Han Sol Lee^{*}, ChaeUk Lim, Hyejin Park, Eun Joo Baek, SoHee Park, Namkuk Kim, Sung Hun Lee, Sung-Hee Hong

National Agricultural Products Quality Management Service, Experiment Research Institute, Division of Safety Analysis / 164

〈P-027〉

무 및 복숭아 중 농용항생제 5종의 잔류량 조사

송아름^{*}, 이지원, 류송희, 이상협, 노진호, 김상수

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 165

〈P-028〉

Dimpropyridaz의 환경행적 평가와 잔류분 정의

류지혁^{*}, 김찬섭, 박지호, 이상협, 류송희

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 166

〈P-029〉

Fluoxapiprolin의 환경행적 평가와 잔류분 정의

김찬섭^{*}, 박지호, 류지혁, 이상협, 류송희

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 167

〈P-030〉

농약 체계처리에 따른 Fluxapyroxad의 작물(엇갈이배추) 잔류양상

이지원^{*}, 박지현, 오민석, 노현호, 손경애

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 168

〈P-031〉

관개수 중 Carbendazim과 Tricyclazole의 상추로의 흡수 이행

박지호^{*}, 김찬섭, 손경애, 이희동

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 169

〈P-032〉

LC-MS/MS를 이용하여 매질보정 검량표준용액 및 시료분석을 위한 자동시료주입법(Automatic Co-injection Method) 확립

김도*, 정원태, 노현호, YUANXIU, 김창조, 김민
농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 170

〈P-033〉

Evaluation of Behavior of Phorate and Terbufos using Soil Column Depending on Characteristic of Soils

Aniruddha Sarker*, Won-Tae Jeong, Se-In Kim
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 / 171

〈P-034〉

Plant Uptake Patterns of Terbufos and Phorate in Lettuce under Succession Planting

Bo-Yeon Moon*, Sang-Hyeob Lee*, Gyeong-Jin Kim, A-Reum Song,
Jin-Ho Ro, Ji-Hyock Yoo, Sang-Su Kim
Residual Agrochemical Assessment Division, Agro-Food Safety & Crop protection Department, National Institute of Agricultural Sciences, RDA / 172

〈P-035〉

수박 농가의 항생제 농약 사용실태 분석

김상수*, 이상협, 노진호, 이지원, 송아름
국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 174

〈P-036〉

Residues Patterns of Insecticide Cyantraniliprole and its Metabolite IN-J9Z38 in Minor Crops

Ji-Hyun Choi¹*, Hee-Jin Roh¹*, Ji-Eun Oh¹, Gao ChangHao¹, Kee-Sung Kyung²,
Tae-Hwa Kim³ and Jang-Eok Kim¹
¹Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea
²Department of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea
³Analysis Technology and Tomorrow Ltd., Daegu 42703, Korea / 175

〈P-037〉

완두 중 살균제 Prochloraz 및 대사산물 3종의 잔류특성

이예진¹*, 김수민¹, 정문주¹, 은혜란¹, 김소희¹, 이윤희¹, 백재운¹, 이지호², 신용호¹
¹동아대학교 응용생명과학과, ²건국대학교 식량자원과학과 / 176

〈P-038〉

Determination of Insecticide Acetamiprid Residues in Crops Using Isotopically-Labeled Internal Standardization

Jae-Won Choi*, Kwang-Young Ji, Jin-Surk Choi and Chang-Su Seok
R&D Division, Kyung Nong Co., Ltd., 34-14, Summeori-gil, Gyeongju-si, Gyeongbuk, 38175, Korea / 177

〈P-039〉

트리티케일 중 Methoxyfenozide와 Etofenprox의 잔류 특성

양우진, 김혜영, 강동현, 박기웅, 조광민*

(주)대승바이오팜 기업부설연구소 / 178

〈P-040〉

Dissipation Characteristics of Insecticide Lufenuron in Herbs and Spices under Greenhouse Conditions

Gao Changhao^{*1}, Ji-Eun Oh¹, Hee-Jin Roh¹, Ji-Hyun Choi¹, Tae-Hwa Kim², Jang-Eok Kim¹

¹Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu, 41566, Korea

²Analysis Technology and Tomorrow Ltd., Daegu 42703, Korea / 179

〈P-041〉

잔류농약분석 정도관리를 위한 배추 분석표준시료 제조

김세인*, 정원태, 이효섭, 정건희, 김향희, 김택겸

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과 / 180

〈P-042〉

Residue Patterns of the Insecticide Dinotefuran in Chard

Ji-Eun Oh*, Jae-Won Choi, Hee-Jin Roh, Ji-Hyun Choi, Gao Changhao, Jang-Eok Kim

Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea / 181

〈P-043〉

The Residue Patterns of Pesticide in Different Crop Parts: Case Study of Zucchini and Oats

Hui-Yeon Ahn^{*1}, Ji-Woo Yu¹, Min-Ho Song¹, Young-Soo Keum¹, Jung-Hoon Lee¹,

Geon-Woo Park, Ji-Won Shin, and Ji-Ho Lee¹

¹Department of Crop Science, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, 05029, Korea / 182

〈P-044〉

QuEChERS 분석법 활용한 소면적 재배 작물 완두 중 Pyribencarb 와 KIE-9749 잔류특성 연구

김소희*, 이윤희, 김수민, 이예진, 정문주, 은혜란, 백재운, 신용호

동아대학교 응용생명과학과 / 183

〈P-045〉

HPLC-QTOF를 활용한 농산물 5종 중 농약 212성분 다성분 동시신속분석법 검증

정문주¹, 김수민¹, 은혜란¹, 이예진¹, 이윤희¹, 김소희¹, 백재운¹, 문준관², 신용호¹

¹동아대학교 응용생명과학과 ²한경대학교 식물자원조경학부 / 185

〈P-046〉

당귀잎 중 살충제 Chlorantraniliprole의 농약 잔류특성 및 생산단계 잔류허용기준 설정

정문주¹, 김수민¹, 김소희¹, 이윤희¹, 은혜란¹, 이예진¹, 최훈², 신용호¹

¹동아대학교 응용생명과학과, ²원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과 / 186

〈P-047〉

Direct Determination of Amitraz and ²,4-DMA Residues in Chicken and Egg by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometer

Jonghwa Lee*, Juhyeon Park, Seungwan Jee, Mi-Ok Yun

Hazardous Substances Analysis Division, Gyeongin Regional Office of Food and Drug Safety, Incheon, Korea / 187

〈P-048〉

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

오은빈*, 김동주, 함영진, 김준영, 이채연, 배병진¹, 박종우¹, 김태화¹, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과 ¹(주)분석기술과미래 / 188

〈P-049〉

LC-MS/MS를 활용한 소면적 작물 완두 중 Metconazole의 잔류 특성

김수민*, 정문주, 은혜란, 김소희, 이예진, 이윤희, 백재운, 신용호

동아대학교 응용생명과학과 / 189

〈P-050〉

수도작에서 멀티콥터(드론)를 활용한 항공 살포 시 전착제 첨가에 따른 Tricyclazole의 비산 양상 비교

은혜란*, 김소희, 정문주, 김수민, 백재운, 이예진, 이윤희, 신용호

동아대학교 응용생명과학과 / 190

〈P-051〉

Large-Scale Cultivation of Achromobacter sp. GHC2-5, a N-methylcarbamate-Degrading Microorganism and the Formulation of Microbial Agent

Ji-hwan Lim, Sun il Seo, Haeseong Park and Pyoung Il Kim*

Center for Industrialization of Agricultural and Livestock Microorganism / 191

〈P-052〉

Verification of an Analytical Method for Determination of 18 Pesticides in Organic Materials using Modified QuEChERS Extraction and LC-MS/MS and GC-MS/MS

Eun Joo Baek*, Hyejin Park, ChaiUk Lim, Kyungeun Yu, Han Sol Lee, SoHee Park, Dogyung Oh Namkuk kim, Seong Hun Lee and Sung-Hee Hong

Experiment and Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service / 192

〈P-053〉

Development of an Analytical Method for Rotenone in Leached Tea using LC-MS/MS

Cheol-Hwan Hwang*, Hae-Soon Lee, Jin-Hyun Kim, Seung-Hyeon Jung

Food Safety Science Institute, Ottogi Corporation, Republic of Korea / 193

〈P-054〉

HPLC를 이용한 Captan · Chlorothalonil 과실봉지제 분석법 확립

원미선, 박은성, 김효경, 이선영

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 194

〈P-055〉

Validation of an Analytical Method for the Determination of Amitraz and Pymetrozine in Organic Farming Materials using QuEChERS Extraction and Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry

SoHee Park*, Hyejin Park, ChaiUk Lim, Kyungeun Yu, Han Sol Lee, Eun Joo Baek, Dogyung Oh, Namkuk Kim, Seong Hun Lee and Sung-Hee Hong
Experiment and Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service / 195

〈P-056〉

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Chlormequat 시험법 개선

배지연*, 윤다영, 곽혜민, 최원조, 장귀현, 신동우
식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 196

〈P-057〉

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Lancotrione-sodium 시험법 개발

박채영*, 이수정, 구선영, 반선우, 이정미, 장귀현, 신동우
식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 197

〈P-058〉

GC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Flometoquin의 시험법 개선

윤다영*, 배지연, 곽혜민, 최원조, 장귀현, 신동우
식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 198

〈P-059〉

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Metyltetraprole 시험법 개발

박채영*, 이수정, 구선영, 반선우, 이정미, 장귀현, 신동우
식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과 / 199

〈P-060〉

Quantitative Analysis of Trihalomethane as a Potential Methanogenesis Inhibitor in Green Algae

Sang-Woo Kang*,¹, Jin-Seong Kim¹, Kyeng-Yeol Oh¹, Jin-Hyo Kim¹
¹Department of Agricultural Chemistry, Division of Applied Life Science, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828 Republic of Korea / 200

〈P-061〉

Near Infrared Treatment Effect on Young Barley Leaf Growth

Sang-Woo Kang*,¹, Jin-Seong Kim¹, Kyeng-Yeol Oh¹, Jin-Hyo Kim¹
¹Department of Agricultural Chemistry, Division of Applied Life Science, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828 Republic of Korea / 201

〈P-062〉

HPLC를 이용한 Fluazaindolizine 분석법 확립

박은성*, 원미선, 김효경, 이선영

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과 / 202

〈P-063〉

무인보트 활용 수도작 제초제 펜퀴노트리온 · 펜트라자마이드 · 이마조선틸론 액상수화제 살포 시 약효 · 약해 조사

노진호*, 박정현¹, 김상수, 류지혁, 이상협

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과, ¹리서치팜 / 203

생물 (살충)

〈P-064〉

Investigation of Phosphine Resistance of *Tribolium castaneum* Collected in 2023 Using a Phosphine Tolerance Test Kit

Ji-Eun Choi*, Won-Jeong Choi, Jun-Ran Kim, Bong-Su Kim, Kwang-Ok Moon

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea / 204

〈P-065〉

Phytotoxicity of Combined Treatment, Ethyl Formate and Phosphine with Low-temperature, on Kiwifruit

Sung-woo Cho*, Kwang-Ok Moon, Jun-ran Kim and Bong-su Kim

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea / 205

〈P-066〉

Effect of Ethyl Formate Treatment at Low Temperature(1℃) Followed by Cold Storage to *Drosophila Suzukii*

Jinsung Yoo*, Kwang-Ok Moon and Bong-su Kim

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea / 206

〈P-067〉

Efficacy of Combined Treatment of Ethyl Formate and Controlled Atmosphere to the Red Flour Beetle, *Tribolium Castaneum*

Jae-ho Ban^{1,2*}, Jun-ran Kim¹, Kwang-ok Moon¹, Young ho Kim², Bong-su Kim¹

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Republic of Korea

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

〈P-068〉

Insecticide Response of *Frankliniella Occidentalis* Occurring in Pepper Greenhouse Facility in Pyeongchang and Hongcheon, Gangwon-do

Hwang-bin Yu¹, Ho-wook Lee¹, Min-jae Kim¹, Rosmary Malory Noli Erquinio¹
Kyeong-woo Kim², Yi-seul Kim³, Abraham Okki Mwamula³, Chel Jang³, Dong-Woon Lee^{1,2,3*}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, Korea

²Department of Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Korea ³Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Sangju, Korea,

*Corresponding author / 208

〈P-069〉

뿌리썩이선충(*Pratylenchus* spp)에 대한 메리골드 유래 활성물질의 방제 효과

최재혁¹, 이종원¹, 이승하¹, 정인호¹, 권용훈², 나홍식¹, 조현종¹

¹(주) 누보 중앙연구소 ²서울대학교 응용생물화학부 / 209

〈P-070〉

Development of a New Broad-Spectrum Microencapsulation-Based Spray Drying Formulation of *Bacillus Thuringiensis* Subsp. *kurstaki* IMBL-B9 for the Control of Moths

Duraisamy Kalaiselvy¹, Nan Hee Yu¹, Seon Hwa Kim¹, Jong Hwi Baek¹, Ji Yeon Son¹,
Euna Choi¹, Min Gu Park², Jiwon Kim³, Jae Young Choi², Mee Kyung Sang³, Yeon Ho Je^{2,4},
and Jin-Cheol Kim^{1,5*}

¹Plant Healthcare Research Institute, JAN153BIOTECH Incorporated, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Republic of Korea

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

³Division of Agricultural Microbiology, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

⁴Department of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

⁵Department of Agricultural Chemistry and Institute of Environmentally Friendly Agriculture, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, Republic of Korea / 210

〈P-071〉

사과원 조팝나무진딧물의 살충제 감수성

이선영*, 윤정범, 서미혜, 최경산, 조영식¹

국립원예특작과학원 원예특작환경과 ¹국립원예특작과학원 사과연구소 / 212

〈P-072〉

Evaluation of Insecticide Susceptibility Against Green Peach Aphid, *Myzus Persicae* (Hemiptera: Aphididae), Collected from South Korea

Joo-Young Kim, Minhyung Jung, Jung-Wook Kho, Soowan Kim, Doo-Hyung Lee

Department of Life Sciences, Gachon University, Gyeonggi-do, South Korea / 213

〈P-073〉

배 해충인 주경배나무이의 겨울형 및 여름형 성충에 대한 약제검정

임희수, 전남옥, 이승진, 강아랑*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 배연구소 / 214

〈P-074〉

병해충관리용 유기농업자재 허용물질의 공시현황 분석

진명수¹*, 김형우¹, 이상현¹, 송유진¹, 김인모¹, 심창기², 최성현^{1,3}

¹경상국립대학교 원예과학부 ²국립농업과학원 유기농업과 ³경상국립대학교 농식품바이오융복합연구원 / 215

〈P-075〉

Phosphine 저항성 가루좀벌레에 대한 Ethyl formate 와 Phosphine 병행처리 효과 시험

이승욱*, 이장훈, 장용오, 김영권

(주)팍한농 작물보호연구소 / 216

〈P-076〉

Development of Simulated-use Testing Methods of Contact Toxicity and Poison Bait Against German Cockroaches, *Blattella Germanica*

BoHun Jeong¹*, Yunho Yang² and Jun-Hyung Tak¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 08825, South Korea

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, South Korea / 217

〈P-077〉

지역별 사과원 점박이응애에 대한 저항성 모니터링(2)

박형만*, 한만중, 유재기, 이애리, 유지운

글로벌농업건설팅(주) / 218

〈P-078〉

토양소독제, 토양살충제의 고추 총채벌레 적용가능성 검토

이대홍*, 김찬용, 김광섭, 권민지, 박성임, 장길수

경북농업기술원 영양고추연구소 / 219

〈P-079〉

*Rhizoglyphus Robini*의 유기합성 살충제 감수성 검정

윤정범*, 최경산, 이선영, 서미혜

국립원예특작과학원 원예특작환경과 / 220

〈P-080〉

국내 지역별 배추 배추좀나방(*Plutella Xylostella*)에 대한 저항성 모니터링

김희지*, 윤영남

충남대학교 농업과학연구소 / 221

〈P-081〉

논 노린재류의 방제전략 수립을 위한 종류조사

최용석*, 이진우, 이경주, 나한정

충청남도 농업기술원 / 222

〈P-082〉

Evaluation and Genetic Analysis of Insect Killing Fungi Against Asian Tiger Mosquito, *Aedes Albopictus*

Hoe Ri Kim*, Hyunwook Jung, Da Hee Kim, Seung Gyu Choe, Se Jin Lee

Department of Agricultural Life Science, Sunchon National University / 223

〈P-083〉

Isolation of Entomopathogenic Fungi from Soil to Control Insect Pests of Kiwifruit Occurring in Korea

Hyunwook Jung*, Hoe Ri Kim, Seung Gyu Choe, Da Hee Kim, Se Jin Lee

Department of Agricultural Life Science, Sunchon National University / 224

〈P-084〉

국내 참외하우스 담배가루이의 4개 약제에 대한 저항성 조사

유재상¹, 손봉기², 성진묵¹

¹충남대학교 농업생명과학대학응용생물학과 ²(주)유피엘리미티드코리아 / 225

〈P-085〉

살비제 저항성 표현형 및 유전형 간의 상관분석을 통한 점박이응애 저항성 관련 마커 선발
권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공 / 226

〈P-086〉

병해충 관리를 위한 농약 판매업자 대상 처방 관련 설문조사 분석

권덕호, 유기렬, 이세진¹, 김재수², 안을균, 홍규현, 이영희

국립한국농수산대학교 원예학부 ¹국립순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과 ²전북대학교 농업생명과학대학 농생물학과 / 227

〈P-087〉

가루이류의 충해 관리용 농자재에 대한 약효 반응

권덕호, 권민정, 유기렬, 박준현, 김선형, 안을균

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공 / 228

〈P-088〉

채소 육묘장에서 발생하는 충해 진단 및 방제를 위한 인공지능 학습 데이터 수집 현황

권덕호, 유기렬, 신범수, 안을균

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공 / 229

〈P-089〉

월동 무궁화 목화진딧물의 농자재에 대한 약효 반응과 살충제 저항성 관련 돌연변이의 형질 빈도
유기렬, 박준현, 신원식, 조나연¹, 김선형, 권덕호
국립한국농수산대학교 원예학부 1국립한국농수산대학교 농수산융합학부 / 230

〈P-090〉

충청지역 관행재배 논과 유기재배 논에서의 수서 생물상 조사
이건우, 최용석, 이경주, 나한정
충청남도 농업기술원 / 231

〈P-091〉

전작제 약효증진 평가를 위한 시험기준 개선 연구
김민주*, 이경민, 김성빈, 이영식, 김재덕, 하현영
국립농업과학원 농산물안전성부 / 232

〈P-092〉

Monitoring of the Regional Insecticide Resistance of Bemisia Tabaci Collected from the Pepper House in the Republic of Korea
Gyeongmo Gu*, Jiseok Kim and Donghun Kim
Department of Vector Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea / 233

〈P-093〉

국내 남부 시설오이재배지의 오이충채벌레에 대한 살충제 저항성 모니터링
정인홍*, 김이선, 김명주, 이정화, 송경희, 박홍현
국립농업과학원 / 235

〈P-094〉

Monitoring, Occurrence of Beet Armyworm, Spodoptera Exigua and Selection of Appropriate Insecticide
Seoyeon Hongl*, Rameswor Maharjan¹, Youngnam Yoon¹, Yunwoo Jang¹
¹Crop Production Technology Research Division, Department of Southern Area Crop Science, Rural Development Administration / 236

생물 (살균)

〈P-095〉

Observation of the Infection Behavior of Diaporthe Citri Showing Chemical Resistance on Citrus Leaves
Zar Zar Soe¹, Yong Ho Shin¹ and Yong Chull Jeun^{1,2}
¹Sustainable Agriculture Research Institute, Jeju National University, Jeju, Korea
²The Research Institute for Subtropical Agriculture and Biotechnology, Jeju National University, Jeju, Korea / 238

〈P-096〉

2021년 가을배추 농약 사용 실태

이선옥*, 박주형, 엄성현, 이상엽, 오홍규
(사)한국농자재시험연구기관협회 / 239

〈P-097〉

Biocontrol of Fusarium Head Blight by Actinomycete Strain URR-6 in Rice

Sy Bien Vuong*, Ae Ran Park, Hang Ha Le, Hyewon Im, and Jin-Cheol Kim
Department of Agricultural Chemistry, Institute of Environmentally Friendly Agriculture,
Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea / 240

〈P-098〉

멀티콧터를 이용한 수도작 농약 살포시 농약 보조제 첨가가 약효에 미치는 영향

이호승*, 민이기, 신용호
(사)한국농업무인항공협회 / 241

〈P-099〉

질경이택사 연테두리진딧물 발생과 방제약제선발

조혜련¹, 한경숙^{1*}, 이은송¹, 김용일¹, 김용구¹, 이상구²
¹국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과 ²국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과 / 242

〈P-100〉

Control Efficacy of Mixing Application of Microbial and Antibiotics Against of Bacterial Shot Hole Disease of Peach

Min-Kyoung Seo*, Hyun-Joo Yang, Jong-Kook Jung
Eco-Friendly Agri-Bio Research Center Jeonnam Bioindustry Foundation / 243

〈P-101〉

Genetic Variation of Brown rot Pathogen Population in Korea

Su In Lee^{1*}, Hwa-Jung Lee¹ and Youn-Sig Kwak^{1,2}
¹Division of Applied Life Science (BK21Plus), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea
²Department of Plant Medicine and Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea / 244

〈P-102〉

Fungicide Efficacy Against Stemphylium Leaf Blight of Onion in Korea

Hyeong Ju Choi^{1,3}, Jae-ha Choi¹, Sungyu Choi¹, Soyeon Park¹, Sungwon Park¹, Woo Man An¹, Hyeongrok Jang¹, Chang-Gi Back², Se-woon Hong³, Hyunkyu Sang^{1*}
¹Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
²College of Life Sciences and Biotechnology, Dankook University, 31116, Korea
³Department of Rural and Bio-Systems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea / 245

〈P-103〉

땅콩 흰비단병(Agroathelia Rlfsii) 살균제 방제 효과

김신화*, 김상민, 서수좌, 최수연, 정현정, 최낙중, 서보운
국립식량과학원 작물기초기반과 / 247

〈P-104〉

Streptomycin, Oxytetracyclin, Oxolinic Acid의 사과 개화기 꽃 감염 전·후 처리 시기에 따른 화상병 꽃 감염 억제 효과

이용환*, 이우형
농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과 / 248

〈P-105〉

국내 등록 화상병 방제 약제의 사과 개화기 처리 간격 및 교호 처리에 따른 화상병 꽃 감염 억제 효과

이용환*, 이우형
농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과 / 249

〈P-106〉

The Analysis of Pesticide Efficacy with Different Treatment Methods using Hyperspectral Sensors

Gyungmin Lee*, Seongbin Kim, Jeadeok Kim, Minju Kim, Youngsig Lee, Huenyoung Ha
National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, Republic of Korea / 250

〈P-107〉

Establishment of Baseline Sensitivity of Alternaria Mali to Pydiflumetofen, a New Succinate Dehydrogenase Inhibitor Fungicide

Byeong Hak Jeong*, Gyeong Pyo Jo, Kwang-Yeol Yang
Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Science, Chonnam National University, Gwangju 61186 Republic of Korea / 251

〈P-108〉

초분광센서를 이용한 살균제의 약효 평가

김성빈*, 이경민, 김민주, 김재덕, 이영식, 하현영
국립농업과학원 농산물안전성부 / 252

〈P-109〉

배초향(Agastache Rugosa)으로부터 고추 탄저병 병원균(Colletotrichum Coccodes)에 대한 항진균 활성물질 구명

박홍구*, 최용화
경북대학교 생태환경시스템학과 / 253

〈P-110〉

Screening Fungicide Resistance of Garlic Leaf Blight (*Stemphylium Vesicarium* and *S. Eterminus*) in Vitro

Sung-Won Park¹, Wooman An¹, Sungyu Choi¹, Hyeongju Choi¹, Jae-ha Choi¹, Soyeon Park¹, Hyeongrok Jang², Chang-Gi Back³, Se-woon Hong⁴, Hyunkyu Sang^{1*}

¹Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²Department of Bioenergy Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³College of Life Sciences and Biotechnology, Dankook University, 31116, Korea

⁴Department of Rural and Bio-Systems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea / 254

〈P-111〉

콩균핵마름병균 *Macrophomina Phaseolina*에 대한 Inpyrfluxam과 Mandestrobin의 혼합 효과

안소현¹, 김도형², 황정현², 전경진², 이상준², 채민수², 김홍태^{1*}

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과 ²주판한농 / 255

〈P-112〉

대추탄저병균의 살균제 효과 검정 및 저항성 *Colletotrichum* 종의 특성 조사

조희수*, 김홍태

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과 / 256

〈P-113〉

수목에서 가지마름 증상을 일으키는 병원균의 분리·동정 및 살균제의 효과 검정

윤태준, 안소현, 박봉영, 김홍태*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과 / 257

〈P-114〉

배추 무름병에 대한 옥솔린산 처리 시험

김재덕*, 김성빈, 이경민, 김민주, 이영식, 하현영

국립농업과학원 농산물안전성부 / 259

〈P-115〉

Screening of Fungicides to Control the Southern Blight on Apple Seedling

Jin-Sil Choi¹, Jun-Woo Choi¹, Gwang-Jae Lim¹, Seong-Keun Lim¹, Mohammad Hamizan Azmi¹, Seung-Yeol Lee^{1,2*}, Hee-Young Jung^{1,2}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea / 260

〈P-116〉

Evaluating the Sensitivity of *Botryosphaeria* spp. to Pyraclostrobin Fungicide in Korea

Gwang-Jae Lim¹, Jin-sil Choi¹, Jun-woo Choi¹, Seong-Keun Lim¹, Mohammad Hamizan Azmi¹, Seung-Yeol Lee^{1,2*}, Hee-Young Jung^{1,2}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea / 262

〈P-117〉

Evaluating the Sensitivity of Fluazinam Against Botryosphaeria spp. in Korea

Jun-Woo Choi¹, Gwang-Jae Lim¹, Jin-Sil Choi¹, Seong-Keun Lim¹, Mohammad Hamizan Azmi¹, Seung-Yeol Lee^{1,2*}, Hee-Young Jung^{1,2}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea / 263

〈P-118〉

Strobilulin계 살균제 저항성 고추탄저병균 방제를 위한 살균제 포장 처리 체계 확립

안소현*, 정은충, 김민석, 이소연, 김홍태

충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과 / 264

생물 (제조)

〈P-119〉

Growth and Quality of Creeping Bentgrass Applying Gibberellic Acid

Tae-Wooung Kim¹, Seung-Jae Lim¹, Ji-Hye Kang¹, Woo-Sung Kim², Young-Sun Kim^{*1}

¹Department of Horticultural Science, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

²Jahngryu Industries, Cheongju 28101, Korea / 266

〈P-120〉

토양처리형 제초제를 활용한 체계처리 가능성 검토

원옥재¹, 이현수¹, 임성환¹, 박재성¹, 서진희¹, 윤동경¹, 한원영¹

¹국립식량과학원 생산기술개발과 / 267

〈P-121〉

드론을 활용한 제초제 입제 살포시 풍속에 따른 비산

원옥재¹, 이현수¹, 임성환¹, 박재성¹, 서진희¹, 윤동경¹, 한원영¹

¹국립식량과학원 생산기술개발과 / 268

〈P-122〉

논콩 문제잡초 방제를 위한 제초제 선발

이현수¹, 임성환¹, 박재성¹, 서진희¹, 윤동경¹, 한원영¹, 원옥재^{1*}

¹국립식량과학원 생산기술개발과 / 269

〈P-123〉

일본의 무인항공 제초제 활용 실태 조사

이영식*, 김재덕, 김민주, 김성빈, 이경민, 하현영

국립농업과학원 농산물안전성부 / 270

독 성

〈P-124〉

에탄디니트릴(EDN)을 이용한 대규모 목재 천막훈증 소독시 작업자안전연구

이장훈*, 이승욱

(주)팜한농 작물보호연구소 / 271

〈P-125〉

토양방선균 유래 제초활성물질 KRA-334 배양여액의 CBA/J 마우스 피부감작성 연구

임정현*, 김민숙, 박수진, 신지영, 홍소혜, 양시영, 윤창영, 길근환, 최정섭¹, 김영숙¹

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 ¹한국화학연구원 친환경신물질연구센터 / 272

〈P-126〉

갈따구(Chironomus Riparius)와 조각갈따구(Glyptotendipes Tokunagai)에 대한 Buprofezin과 Fenpropathrin 급성독성비교

방준혁*, 윤창영, 전경미, 황소정, 김주영, 김보선, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 273

〈P-127〉

스테로이드호르몬수용체 전사활성법을 적용한 내분비독성농약의 독성평가

홍소혜*, 박수진, 임정현, 양시영, 양지연, 길근환

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 274

〈P-128〉

농약 덤프로피리다즈 독성평가를 통한 ADI, AOEL 및 건강유해성분류기준(GHS) 설정

박수진*, 임정현, 홍소혜, 신지영, 양시영, 길근환

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 275

〈P-129〉

Tiafenacil의 토양 생물 위해성 평가

이태구*, 송남숙, 이명호, 황경택, 김영권

(주)팜한농 작물보호연구소 / 277

〈P-130〉

Clothianidin과 Thiamethoxam에 대한 빨가위벌(Osmia Pedicornis) 및 머리빨가위벌(Osmia Cornifrons) 수컷의 급성 섭식독성평가

김주영¹, 전경미¹, 김보선¹, 최지영¹, 윤창영¹, 황소정¹, 박경훈¹, 김상원², 이경용³

¹국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 ²경북잠사곤충사업장

³국립농업과학원 농업생물부 양봉생태과 / 279

〈P-131〉

꿀벌 염상잔류독성시험법 개선안에 따른 클로티아니딘 액상수화제 RT25 설정

김보선, 전경미*, 김주영, 최지영, Bala Murali Krishna Vasamsetti, 윤창영, 황소정, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 280

〈P-132〉

Lambda-cyhalothrin의 꿀벌 유충 독성 및 항산화 효소와 Acetylcholinesterase의 활성 영향 평가
최지영, 전경미*, 김주영, 김보선, Bala Murali Krishna Vasamsetti, 윤창영, 황소정, 박경훈
국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 281

〈P-133〉

토양 미생물 유래 KRA16-334와 AN-2064 혼합 배양여액의 어류 및 물벼룩 급성독성평가
황소정*, 전경미, 윤창영, 박경훈, 임정현, 최정섭¹, 김영숙¹
국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 ¹한국화학연구원 친환경신물질연구센터 / 282

〈P-134〉

과수 주산지 거주자에 대한 농약별 위해성평가
양시영*, 길근환, 박수진, 임정현, 신지영, 홍소혜
국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과 / 283

기 타

〈P-135〉

2,3-Butanediol의 콩 한발 내성 증진 효과 검토
유혜진¹, 엄문호¹, 이지현², 오세준², 김용환³
¹GS칼텍스, ²라세미아(주), ³서울대학교 농업생명과학대학 / 285

LC-MS/MS를 이용한 식품 중 Cloquintocet-mexyl 및 Formetanate 및 Desmedipham 등 농약의 시험법검증

최혜림¹, 권다영¹, 신정우¹, 김철호¹, 최훈^{1,*}

¹원광대학교 농식품융합대학 생물환경화학학과

현재 주요 교역국(EU, 미국, 일본 등) 및 CODEX에 기준이 설정되어 있으나, 국내에 시험법이 설정되지 않은 농약 중 안전관리가 필요한 농약에 대한 잔류 시험법 개발이 요구된다.

국내에 기준이 설정되지 않은 농약 현황을 파악하여 주요 교역국의 농약 검출 빈도와 사용량 등을 고려해 국내 안전관리 우선순위 농약 25종을 선정하였으며, LC-MS/MS로 분석 가능한 총 17성분 중 Cloquintocet-mexyl, Formetanate, Desmedipham 등 3성분에 대한 잔류분석법을 검증하였다.

시험법 개발 기준은 CODEX Guideline에 맞춰 정량한계(MLOQ) 0.01 mg/kg 이하, 회수율은 MLOQ 및 10LOQ, 50LOQ (3수준, 5반복), 분석오차(CV)는 20% 이하로 설정하였다.

대표 농산물 5종인 곡류(현미), 서류(감자), 두류(대두), 과일류(감귤), 채소류(고추)를 시료로 사용했으며, 식품공전 적용성 검증을 위해 다성분시험법(제 2법)으로 전처리하여 조제한 후 LC-MS/MS로 분석하였다. 3성분 모두 모든 매질에서 검량선 $R^2 \geq 0.99$ 이상의 직선성을 보였고, 회수율(3수준, 5반복) 또한 70~120% 사이를 만족하였으며, Matrix effect 또한 모든 매질에서 $\pm 20\%$ 이내를 만족하였다.

P-002

GC-MS/MS를 이용한 Biphenyl, Cyphenothrin, Hexachlorobenzene, Lsocarboxophos, Mirex, Nitrofen의 분석법 검증

신정우^{1*}, 권다영¹, 최혜림¹, 김철호¹, 최훈¹

¹원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과

주요 교역국에서는 MRL이 1,200여 개의 성분에 대해 설정되어 있으나 국내에는 655개의 농약에 대한 MRL이 없는 실정이다. 따라서 이러한 미설정 농약에 대한 분석 방법의 개발이 수입 식품의 안전성 관리를 위해 필요하다. 본 연구는 국내 시험법이 없으나, EU, 미국 등 주요 교역국에서 사용하는 농약 중 안전관리에 필요한 농약에 대한 시험법을 개발하기위해 시행되었다. 국내 기준 미설정 농약 중 우선순위를 두어 25종 이상 선정하여 다중농약다성분 시험법에 추가될 수 있는지 1:1 recovery(0.1 mg/kg) 시험을 진행하여 다중농약다성분 분석 시험법에 적용 가능한지 판단하였다. Biphenyl, cyphenothrin, hexachlorobenzene, Isocarboxophos, mirex, nitrofen (6종의 농약)이 GC-MS/MS로 다중다성분 분석이 가능하였다. 시료는 대표 농산물 현미, 감자, 대두, 감귤, 고추 5종을 dry ice를 이용하여 마쇄한 후 -20 °C 이하에서 냉동보관하였다.

분석방법은 QuEChERS(Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) 방법을 이용하여 시험하였다. 정량한계는 0.01mg/kg 이하이다. 농산물 5종 시료에 정량한계, 정량한계의 10배, 정량한계의 50배 수준이 되도록 표준용액을 첨가하여 5반복 회수를 실험을 실시하였다. 시험법 개발 기준 설정은 Codex Guideline을 따라서 설정하였다. 검량선의 검량범위는 0.001~0.1 mg/kg에서 상관 계수 (r^2) ≥ 0.98 로 우수한 직선성을 나타내었다. 회수율은 70~120%, 분석오차 20% 이하로 분석법을 확립하였다.

중심어 : Pesticides, QuEChERS, GC-MS/MS

연락처자 E-mail : hchoi0314@wku.ac.kr

Monitoring of Pesticide Residues for Agricultural Products Distributed over Gangseo Area in 2022

Eun-soon Lee*, SeongSeon Choi, Seah Oh, Juyeon Jo, Minkeong Kim,
JooHyun Park, Sudin Jeon, Ju-sung Park

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, 30,
Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do, 13818, Republic of Korea

The monitoring of pesticide residue for 2894 Agricultural Products distributed over Gangseo-gu Seoul in 2022 was conducted by multi-residue method for 470 types of pesticides. The Occurrences of violation Max Residue Limits(MRLs) for Pesticide were the 75 samples and the violation samples consisted of 74 Vegetables and 1 Herb and Spices Agricultural Products. The violation rate of Pesticides in Agricultural Products was 2.6%, which was about 2.9 times higher than the 0.9% in 2021. The acceptable detected pesticides below standard limits is 347 cases, with 261 cases of Vegetables, 85 cases of Fruits and 1 case of Mushroom. The violation rate and Acceptable detection rate for Pesticide residue are increasing since PLS(Positive List System) application. The highest frequency Pesticide was Fluxametamide, 23 frequency of 75 violated samples. The violation Agricultural Commodities are Chard(23), Lettuce(6), Spinach(6), Chinese mallow(6), Chicory(5), etc. The violation Pesticide are 27 types of Pesticide which are Fluxametamide(23), Carbendazim(5), Terbufos(5), Phorate(5), etc.

Key words : Pesticides, Herbs and Spices, PLS(Positive List System), Max Residue Limits

P-004

생육단계에 따른 무인항공 살포 농약의 고추 중 분포

노현호¹, 김창조¹, 정희영², 정해역³, 신용호⁴, Xiongze Han⁵, 민이기⁶, 홍세운⁷

¹국립농업과학원 잔류화학평가과, ²경북대학교 응용생명과학부, ³(주)무성항공,

⁴동아대학교 응용생물공학과, ⁵강원대학교 바이오시스템기계공학과,

⁶(사)한국농업무인항공협회, ⁷전남대학교 지역바이오시스템공학화

이 연구는 고추의 생육기에 따른 항공살포 농약의 잔류분포를 조사하여 적절한 항공방제 시기를 제안하기 위하여 수행되었다. 고추 생육기를 초기, 중기, 후기로 구분하고 각각의 생육기에 감수지를 고추 높이별로 설치하고 농약을 항공살포한 후 감수지의 도포율을 이용하여 잔류분포를 조사하였다. 전체 살포액 대비 고추 상부 도달율은 생육기에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 전체 생육이 진행되면서 항공살포한 농약이 고추 하부로 도달하는 양은 유의적으로 감소하는 경향을 보여 약효 보장을 위해서는 고추 생육 초·중기에 농약을 살포하는 것이 합리적이라고 판단되었다. 고추 생육 후기에 관행 살포 물량의 2배를 처리한 결과 고추 각 지점의 감수지 도포율이 약 2배 증가하는 경향을 보였다. 따라서 생육 후기에 항공살포가 필요한 경우 희석배수를 높여 많은 물량을 살포하는 것이 효과적일 것으로 판단되었다.

중심어 : 농약, 항공살포, 고추, 잔류분포

연락처자 : noh1983@korea.kr

대두 분쇄크기가 잔류농약 분석효율에 미치는 영향

원수, 김창조, 김민, 최정윤, 손경애, 이지원, 오민석, 노현호

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

이 연구는 대두의 분쇄도가 잔류농약 추출효율에 미치는 영향을 조사하고 그 결과를 바탕으로 대두에 대한 다성분동시분석법을 최적화하기 위하여 수행되었다. 분쇄도에 따른 분석효율을 조사하기 위하여 azoxystrobin, fludioxonil, etofenprox 및 difenoconazole 희석액에 대두를 침지하고 자연건조한 후 마쇄하여 분말도별로 시료를 구분한 후 잔류농약을 분석하였다. 분석결과 4종의 농약 모두 >40 mesh의 분말도에서 가장 좋은 추출효율을 보였으며($p < 0.05$), difenoconazole을 제외한 3종 농약은 분쇄된 입자의 크기가 작아질수록 추출효율이 향상되는 경향을 보였다($p < 0.05$). 또한 분쇄된 대두를 식품공전 다중농약동시분석법 제2법을 이용하여 분석할 경우 추출액 확보의 어려움이 있었으며, 10 mL의 증류수로 충분한 습윤화가 어렵다는 점을 감안하여 acetonitrile을 이용하여 추출하고 원심분리 후 상정액에 QuEChERS 추출 packet을 첨가하는 방식으로 잔류농약 분석법을 변형하여 268종 농약에 대한 다성분동시분석에 적용하였다. 분석결과, 10 mg/kg, 50 mg/kg 두 수준 ($n=3$)에서 회수율 기준 70-120%, $RSD \leq 20\%$ 미만을 만족하는 결과를 얻었다. 따라서 대두의 분쇄도는 잔류농약 분석 결과에 영향을 미치는 것으로 판단되었으며, 확립된 잔류농약 분석법은 대두 맞춤형 다성분동시분석법으로 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

중심어 : 대두, 분쇄도, 잔류농약, 분석효율

연락처자 E-mail : noh1983@korea.kr

P-006

상추 및 호박 중 Florylpicoxamid 및 대사산물 X12485649의 잔류 특성

이병기*, 최영준, 정한주, 남혁우, 강민수, 이재인, 김세훈, 윤태용, 강광식

(주)동방아그로 기술연구소

(주)동방아그로에서 세계 최초로 생산·출시된 Florylpicoxamid(상표명: 버픽스)는 저항성이 발생한 병해 및 저항성 문제가 심각한 탄저병 및 흰가루병에 독보적인 효과를 보이는 강력한 살균제로서 병원균의 호흡기능을 저해하여 에너지 생성을 막아 병원균을 치사시키는 특성을 가지는 picolinamide계통으로 잎이나 뿌리를 통해 흡수되어 체관 또는 수관을 타고 식물체 내부에 침투하여 약효를 발휘하는 침투이행성 및 잎의 반대편까지 약효 성분이 전달되는 침달성의 특징이 있어 예방 효과는 물론 치료 효과도 뛰어나고 특히 안전성이 뛰어나 약해 걱정없이 사용 및 약제 간 혼용사용이 편리하여 광범위한 병해와 다양한 작물에 사용 가능한 폭넓은 스펙트럼을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 시설재배 조건에서 상추 및 호박 중 Florylpicoxamid의 잔류특성을 구명하여 농약의 품목등록 및 안전사용기준 설정의 기초자료로 확보하고자 하였다. 시험약제로는 플로티피콕사미드(10%) 액상수화제를 2,000배 희석하여 시설재배 조건에서 상추 및 호박에 7일 간격으로 3회 경엽처리 하였고, 시료는 최종 약제 처리 후 0, 1, 3, 5, 7일 간격으로 시료를 연속 수확하였다. 분석은 Acetonitrile로 추출 한 다음 HPLC-MS/MS를 이용하여 Florylpicoxamid 및 주요 대사산물인 X12485649를 분석한 후 각각의 잔류량을 합한 잔류량으로 산출하였다. 상추 및 호박, 호박잎 중 Florylpicoxamid 및 X12485649의 정량한계는 0.01 mg/kg ~ 0.04 mg/kg이었으며, 회수율 및 저장안정성 시험결과 74.8 %~105.4 %, 75.8 %~116.4 % 범위로 이는 농촌진흥청에서 고시한 첨가농도별 평균회수율 허용범위 기준에 모두 적합하였다. 상추 중 Florylpicoxamid의 합산 잔류량은 최종 약제 처리일인 0일차에서 8.41 mg/kg의 최대 잔류수준을 보였으며 이후 경시적으로 감소하여 최종약제 처리 후 7일이 경과한 다음에는 3.71 mg/kg으로 나타났다. 호박 및 호박잎 중 Florylpicoxamid의 합산 잔류량은 최종 약제 처리일인 0일차에서 0.08 mg/kg, 12.95 mg/kg의 최대 잔류수준을 보였으며 이후 경시적으로 감소하여 호박의 경우 최종약제처리 후 5일이 경과한 다음에는 <0.02 mg/kg, 호박잎의 경우 최종약제처리 후 7일이 경과한 다음에는 5.66 mg/kg으로 나타났다. 이상의 연구결과 상추 및 호박, 호박잎 중 Florylpicoxamid의 잔류허용기준

15.0 mg/kg, 0.07 mg/kg, 15.0 mg/kg에 근거하여 플로릴피콕사미드(10%) 액상수화제의 상추 및 호박에 대한 안전사용기준은 수확 2일전 3회 경엽처리로 설정하는 것이 적합하다고 판단되며, 일자별 잔류량에 따른 회귀방정식에 의해 산출된 총 Florylpicoxamid의 반감기는 상추 및 호박, 호박 앞에서 각각 8.5일, 1.6일, 7일 이었다.

중심어 : 버픽스, Florylpicoxamid, X12485649, 상추, 호박, 안전사용기준

연락처자 E-mail : bglee@dbagro.co.kr

P-007

GC-MS/MS를 이용한 유기농업자재 중 Chlorothalonil, Folpet 분석법 정립

조지미^{*1}, 박미정¹, 민선희¹, 여인영¹, 김현준¹, 박혜진²

¹국립농산물품질관리원 전남지원, ²시험연구소

Chlorothalonil과 folpet은 탄저병, 노균병 등 곰팡이 병 방제에 사용하는 살균제로 과일류와 채소 등 다양한 농산물에 광범위하게 이용되고 있는 농약으로 농산물에서 검출시 회수율이 떨어져 각각 단성분 등으로 다시 분석을 해야 하는 성분이다. 본 연구에서는 토양개량 및 작물생육용, 병해충관리용 유기농업자재에서는 유기합성농약 성분이 검출되지 않아야 함에도 불구하고 일부 농약이 검출되는 사례가 있어 두 성분을 동시 분석이 가능하도록 하고 유기농업자재에 대한 안전관리를 강화하고자 수행하였다.

분석법 정립은 국립농산물품질관리원의 ‘농산물 등 유해물질 분석방법 확립절차’ 가이드라인에 준하여 유효성 검증을 수행하였고 본 실험에 사용한 유기농업 자재는 액상 미생물제 2종, 액상 식물추출물 2종, 고상 혼합 유기질 1종을 포함한 총 5종류의 자재로 실험하였다. 액상 자재는 증류수로 500배 희석하고, 고상 자재는 분쇄하여 1% 포름산 함유 증류수 10 mL를 추가하여 습윤화한 후 시료로 이용하였으며, 국립농산물품질관리원의 다성분 분석법(40종)으로 추출하여 GC-MS/MS로 분석하였다. 검량선은 표준용액을 아세토니트릴로 희석한 다음 무처리 시료를 시험용액의 조제과정에 따라 시험한 후 작성하였고 (6.25-200) $\mu\text{g/kg}$ 범위에서 $R^2 > 0.99$ 이었다. 분석을 위한 검출한계는 (1.8-2.5) $\mu\text{g/kg}$ 수준이었고 분석 정량한계는 (5.4-7.6) $\mu\text{g/kg}$ 범위로 나타났으며, 분석 회수율은 저농도(50 $\mu\text{g/kg}$)에서는 77.7%에서 101.5%, 중농도(250 $\mu\text{g/kg}$)에서는 76.2%에서 88.3%, 고농도(500 $\mu\text{g/kg}$)에서는 73.4%에서 86.4%의 수준이었다. 상대표준편차는 8.3% 이하였다. 본 연구를 통해 유기농업자재 중 chlorothalonil과 folpet 농약의 분석법이 직선성, 회수율, 검출한계, 정량한계, 상대표준편차 등 유효성검증 가이드라인을 만족하여 유기농업자재 분석에 효과적으로 적용될 것으로 기대된다.

제주지역 과수원 토양 중 잔류농약 모니터링

이정민*, 양영택, 문경희, 김유경, 김태균

제주특별자치도농업기술원

농약은 국민의 안전 및 건강에 직접적으로 관련되므로 먹거리를 생산하는 농업환경에서의 화학 농약으로부터 안전성 확보를 위하여 농경지 중 잔류실태 파악으로 비의도적 오염 가능성 예측, 후작물への 잔류 우려 등에 대한 사전 안전관리 대책이 필요한 실정이다. 농업환경 보전과 안전 농산물 생산을 위한 관리 방안을 마련하고자 2019년부터 논, 시설재배, 밭, 과수원 토양을 4년 1주기로 농업환경 중 잔류농약 변동조사를 추진하고 있다. 2022년도에는 제주지역 과수원 토양 39지점을 대상으로 잔류농약을 모니터링하였다. 분석 데이터의 신뢰도 향상과 신속 분석을 위하여 LC-MS/MS를 이용하여 다성분 동시분석법을 정립하고, QuEChERS법으로 추출, 정제하여 토양에 잔류하는 농약성분을 분석하였다. 모니터링 결과, 분석대상 농약 350성분 중 55종이 검출되었고, 잔류량은 0.003~0.356mg/kg 범위였다. 과수원 토양에 잔류하는 안전성 우려 농약 성분 중 27지점 이상 다빈도로 검출되는 농약은 Carbendazim, Imidacloprod, Lufenuron, Terbutylazine 등이었고, 잔류농도가 높은 성분은 Carbendazim(0.027~0.356mg/kg), Imidacloprod(0.004~0.323mg/kg), Lufenuron(0.003~0.256mg/kg) 등이었다.

P-009

제주지역 유채나물, 잎쪽파, 섬쑥부쟁이의 잔류농약 모니터링

이정민*, 양영택, 문경희, 김유경, 김태균

제주특별자치도농업기술원

수입식품에 대한 의존도, 안전성이 입증되지 않은 미등록 농약에 대한 우려 등 농산물 안전성에 대한 인식이 높아짐에 따라 2019년부터 농약허용기준강화제도(PLS, Positive List System)가 모든 농작물에 적용되고 있다. 그리고 작물별 농약안전사용기준이 설정되어 있으나 기후변화와 재배방법의 다양화 등으로 병해충 발생 및 농약 잔류 특성이 다르게 나타날 수 있기에 농산물의 안전생산관리가 필요한 실정이다. 이에 따라 2021년부터 2023년까지 제주지역에서 안전성이 우려되는 유채나물, 잎쪽파, 섬쑥부쟁이의 병해충 발생 및 농약 사용 실태 조사, 잔류농약 모니터링을 실시하였다. 잔류농약 모니터링은 450성분에 대하여 LC-MS/MS와 GC-MS/MS 등을 이용한 다성분 동시 분석법을 정립하여 진행하였다. 병해충 조사 결과 유채나물은 노균병 등 6병해충, 잎쪽파는 흑색썩음균핵병, 파충채벌레 등 10병해충, 섬쑥부쟁이는 점무늬병, 미나리총채벌레 등 11병해충이 발생하였다. 사용 농약 조사 결과 유채나물은 클로로탈로닐 수화제 등 4품목, 잎쪽파는 에마멕틴벤조에이트 유제 등 13품목, 섬쑥부쟁이는 아족시스트로빈 액상수화제 등 18품목의 농약을 사용하였다. 수확시기 별 잔류농약 모니터링 결과는 모든 작물에서 잔류허용기준(MRL) 미만으로 안전한 생산이 이뤄지고 있었다. 그러나 관행적 농약 살포로 병해충 발생 시기와 무관하게 방제가 이루어지고 있어 작물별 병해충 발생 시기에 대한 농가지도를 통한 적기 방제로 보다 안전한 농산물 생산이 필요하였다.

관주처리 살균제 4종의 토양 중 잔류양상

손경애*, 김찬섭, 박지호, 홍준호, 이지원, 박성은, 오민석, 이희동

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

관주처리 농약의 잔류양상을 파악하기 위하여 2020년부터 21년까지 2년간 농촌진흥청 소면적 작물 농약직권 시험 중 관주처리한 살균제의 토양 중 농약 잔류량을 조사하였다. 노지에서 감자와 고구마를 파종 후 배노밀을 처리하고 재배기간 97일과 127일 경과 후, 카벤다짐의 토양 잔류량을 조사하였고, 기준량 처리에서 LOQ(0.01 mg kg⁻¹)미만으로 모두 불검출되었고, 배량에서 정량한계 수준이었다. 온실에서 시금치, 취나물(곰취), 고추냉이, 콜라비를 파종·정식 후 티오파네이트메틸을 처리하고 37, 40, 81, 84일 경과 후에 토양 중 카벤다짐의 잔류량을 조사하였고 초기토양 잔류량 대비 감소율은 기준량 및 배량에서 각각 88.3-98.7%와 86.4-99.4%이었다. 양배추와 고추냉이를 정식 후 플루톨라닐을 처리하고 73, 81일 경과 후 잔류양상을 조사하였고, 초기토양 잔류량 대비 감소율은 기준량에서 30.8-68.3%와 배량에서 56.7-73.3%이었다. 콜라비, 고추냉이, 취나물(곰취)를 정식한 후 에트리디아졸을 관주하고 각각 84, 81, 40일 후에 잔류양상을 조사하였고, 초기 잔류량 대비 감소율은 기준량 및 배량에서 콜라비 98% 이상, 고추냉이 90-98%, 취나물 88-92%이었다. 관주처리 농약의 토양 중 잔류양상은 처리 후 경과일수, 노지와 시설 재배조건 등의 요인이 작용하는 것으로 판단되었고 토양잔류에 영향을 미치는 요인연구가 필요하다고 생각되었다.

P-011

Quantification of Residues of Amitrole in Grape with Acetonitrile Dilution by LC-MS/MS

ChaeUk Lim*, Hyejin Park, Eunjoo Baek, Hansol Lee, Namkuk Kim,
Seong Hun Lee and Sung-Hee Hong

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

아미트롤은 물에 대한 용해도가 높아 지표수를 쉽게 오염시킬 수 있는 비선택성 제초제로써 극성이 높고 분자량이 낮아 질량분석기로 분석이 매우 까다롭다. 국내 미등록농약으로 식품공전분석법이 없으나 수출농산물을 관리하는 국립농산물품질관리원에서는 아미트롤에 대한 분석법이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 유럽의 극성농약 전처리법인 Quick Method for the Analysis of Highly Polar Pesticides(QuPPE)를 응용하여 아미트롤을 LC-MS/MS로 간편하게 분석할 수 있는 방법이 개발되었다. Luna 3 μ m Polar Pesticides 컬럼과 50 mmol ammonium formate 포함 물 그리고 아세토니릴을 이동상으로 사용하여 분리하였고 아세토니릴을 이용한 희석을 통해 매트릭스효과를 최소화 하여 좋은 피크모양과 감도를 얻을 수 있었다.

유효성검증은 포도를 대상으로 0.05, 0.5 mg/kg 농도에 대한 5반복 분석을 실시하였으며 그 결과 검량선의 상관계수는 1.0000 이었고 회수율은 95.9 ~ 99.2 %, 변이계수는 3.8 ~ 6.5 %, 정량한계는 0.008 mg/kg를 보였다.

Monitoring of a Multi-residue Analytical Method for 17 Pesticides in the Livestock Products Using LC-MS/MS

So Eun Lee^{*}, Nam Young Kim, Ji Hyun Kim, Ji Young Kim, So Ra Park,
Gui Hyun Jang, Dong Woo Shin

Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Food Safety Evaluation Department, National
Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju,
Chungbuk, 28159, Korea

In this study, we established analytical method for 17 pesticides and monitored pesticide residues in livestock products and byproducts. The analytical method was based on the extraction using the QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) method and purification using the d-SPE method. Acetonitrile was used as the extraction solvent, and a purification process was established using MgSO₄ and octadecyl (C₁₈). Average recoveries of 17 pesticides were in the range of 66.0-118.0%, while standard deviation values were less than 16.5%, which is below the Codex guideline (CODEX CAC/GL 40). As a result of monitoring according to that method, the pesticides were analyzed to be below the LOQ in 225 cases of livestock products and 71 cases of byproducts with high intake. This result show that analytical method is suitable for the multi-residue analysis and monitoring of livestock and byproducts. Accordingly, it is expected to contribute to the safety management of pesticide residues in livestock products by establishing efficient analytical method and monitoring.

P-013

광주지역 유통 로컬푸드 직매장 농산물의 잔류농약 안전성 실태 조사

이향희, 박혜민, 김아윤, 이재린, 김도우, 송영선, 김진희, 양용식,
문수진, 정혜진, 임소영, 김진영, 박수정, 서진종, 기혜영

광주광역시보건환경연구원 식품의약품연구부

2022~2023년 광주지역 11곳의 로컬푸드 직매장에서 378건의 농산물을 구입하여 잔류농약검사를 실시하였다. QuEChERS 전처리법과 LC-MSMS, GC-MSMS를 사용하여 340항목의 농약에 대해 분석하였다. 그 결과, 154건(40.7%)에 대해 잔류농약이 검출되었으며, 이 중 12건은 잔류농약 기준이 초과되어 3.2%의 부적합률을 보였다. 특히, 잔류허용기준이 없는 농약의 경우, 일률적으로 0.01 mg/kg을 적용하는 PLS적용 부적합이 10건으로 전체의 83%를 차지하였다. 잔류농약 기준을 초과한 농산물은 상추(3), 열무(2), 고추(1), 시금치(1) 등 8품목이었으며, 이들 중 청경채, 쪽파에 대해서는 2항목의 농약이 동시에 부적합을 나타내었다. 부적합을 나타낸 농약 성분은 phorate가 3건으로 가장 높은 비율을 차지하였으며, cyflumetofen, cyprodinil, dimethoate 등 11항목을 포함하였다. 직거래 방식으로 판매되는 로컬푸드 농산물에 대한 소비자들의 관심이 고조됨에 따라 농약잔류 기준 안전성 확보를 위한 모니터링과 지속적인 사후 관리가 필요할 것으로 보인다.

중심어 : 광주지역, 로컬푸드, 잔류농약

유채 씨앗 중 살충제 Novaluron의 잔류특성

허수형^{1*}, 전관우¹, 김지원², 윤선영¹, 김창숙^{1,2,3}, 부경환^{1,2,3}

¹제주대학교 생명공학부

²제주대학교 아열대·열대생물유전자은행센터

³제주대학교 산학협력단 부설 농생명소재안전성연구센터

Novaluron은 곤충의 키틴 생합성을 저해함으로써 방제 효과를 나타내는 benzoylurea계 살충제로 주로 과채류의 나방류 방제에 사용되고 있다. 본 연구는 국내 소면적 작물 중 하나인 유채를 대상으로 씨앗 중 novaluron의 잔류특성을 구명하여 농약 품목등록 및 식품안전성 평가를 위한 기초자료를 확보하고자 수행하였다. Novaluron 잔류량은 시험약제(novaluron 10% 액상수화제) 2,000배 희석액을 유채 씨앗 수확 일을 기준으로 40-30, 30-21, 21-14 및 14-7일 전에 살포한 후 일시수확하여 분석하였다. 유채 씨앗의 novaluron은 QuEChERS kit를 이용하여 추출 및 정제한 후 LC-MS/MS를 이용하여 분석하였다. LC-MS/MS 분석은 matrix matched 법으로 수행하였으며, 정량한계는 0.01 mg/kg이었다. 잔류분석법의 유효성은 3가지 수준(0.01, 0.10, 0.50 mg/kg)의 회수율을 분석하여 평가하였는데, 모두 유효 회수율 범위인 70-120%에 포함되었다. 약제처리 시험구 유채 씨앗의 novaluron 잔류량은 40-30일 전 살포 시료에서 0.18 mg/kg으로 가장 낮았고, 살포 시기가 수확일에 가까울수록 증가하여 14-7일 전 살포 시료에서 0.47 mg/kg로 가장 높게 나타났다. 따라서, MFDS의 유채 씨앗 중 novaluron 잔류허용기준(2.0 mg/kg)에 근거하여 볼 때, Novaluron 10% 액상수화제 2,000배 희석액은 유채 씨앗 수확 7일 전 2회 살포까지 안전한 것으로 판단되었다.

P-015

LC-MS/MS를 이용한 케일 중 살균제 Amisulbrom의 생산단계 잔류소실태 연구

김재형, 안가을해, 오준경, 장희라*

호서대학교 생명보건대학 식품제약공학부

케일은 비타민과 무기질이 풍부하며 항암성을 갖는 플라보노이드계 물질이 다량 함유되어 소비량이 증가하고 있다. 2023년 농림수산물식품부에서 안전성 조사에서 케일은 5회 부적합이 발생하였고, 부적합 농산물은 폐기 및 출하연기 등으로 생산자에게 경제적 손실을 발생시키고, 소비자에게 농산물 안전성에 대한 불안감을 초래할 수 있다. 이에 본 연구는 생산단계 케일의 잔류농약 안전관리를 위하여 생산단계 허용기준이 없고, 엽채류에서 부적합 비율이 높은 Amisulbrom의 케일에 대한 잔류성 시험을 수행한 후, 일자별 잔류량 감소추이 및 생물학적 반감기를 산출하여 생산단계 농산물의 안전관리를 위한 기초자료로 활용하고자 한다. 시험포장은 위도상 직선거리 20 km 이상이 차이가 나는 이천, 예산 및 평택으로 선정하였다. 대상농약은 케일 중 Amisulbrom의 critical GAP에 해당되는 (13.5%, 액상수화제)을 선정하여 안전사용기준에 따라 살포하였다. 시료는 최종 약제살포 후 총 7회(0, 1, 3, 5, 7, 10 및 14일) 채취하여 시료 전처리를 수행하였다. Amisulbrom의 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)는 0.01 mg/kg이었고, 회수율 시험은 3개 농도(LOQ, 10LOQ 및 MRL, n=3)수준으로 QuEChERS법을 적용하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 평균 회수율 및 변이계수는 3개 농도 수준 모두 70~120%, 20% 이내로 허용기준을 만족하였다. 회수율 시험을 적용하여 잔류량을 확인한 결과 포장 1, 2 및 3에서 12.89~0.17 mg/kg, 9.42~0.10 mg/kg 및 9.25~0.11 mg/kg으로 확인하였다. 포장별 반감기는 모두 2.2일로 산출되었다.

중심어(Key words) : 생산단계 잔류허용기준, 잔류특성, 케일, Pesticide, LC-MS/MS

연락처 E-mail : hrchang@hoseo.edu

QuPPe Method 및 LC-HRMS를 활용한 Ethephon 신속분석법 연구

정동식*, 이은정, 류경숙, 박재한, 김청태

(주) 농심 식품안전연구팀

전세계적으로 농산물 거래가 꾸준히 증가함에 따라 대부분 국가에서 통관 시 검역을 지속적으로 강화하고 있다. 잔류농약의 경우 EU, 호주 등 해외국가 뿐만 아니라 국내에서도 2019년부터 PLS 제도를 도입하여 운영하고 있으며 개별 국가마다 잔류농약 허용기준이 상이하여 국내외적으로 잔류농약 관련 통관 이슈가 꾸준히 발생하고 있다. 본 연구에서는 극성농약 중 하나인 Ethephon에 대하여 유도체화 과정 없이 신속하게 분석할 수 있는 방법을 개발하고 검증하였다. 전처리에는 QuPPe Method를 활용하였으며, 검출은 LC-HRMS (QE) 및 t-SIM (target SIM)모드를 사용하였다. 생물에 대한 정량한계는 0.01 mg/kg, 회수율은 저농도 (0.02 mg/kg) 및 고농도 (0.1 mg/kg) 2수준에서 각각 90.7, 97.2 %였다. 건조가공품에 대한 정량한계는 0.05 mg/kg, 회수율은 저농도 (0.1 mg/kg) 및 고농도 (0.5 mg/kg) 2수준에서 각각 96.8, 96.8 %였다. 검량선은 0.005 $\mu\text{g/mL}$ 부터 0.1 $\mu\text{g/mL}$ 까지 5수준으로 작성하였고 직선성 (R^2)은 0.9998이었다. QuPPe Method 및 HRMS를 활용한 분석기술은 식품공전법 대비 농산물에 잔류하는 Ethephon을 효과적으로 분석할 수 있을 것으로 사료된다.

P-017

농약 보조제 첨가에 따른 항공살포 농약의 비산저감 효과

김창조¹, 노현호¹, 정희영², 정해역³, 신용호⁴, Xiongzhe Han⁵, 민이기⁶, 홍세운⁷

¹국립농업과학원 잔류화학평가과, ²경북대학교 응용생명과학부, ³(주)무성항공,

⁴동아대학교 응용생물공학과, ⁵강원대학교 바이오시스템기계공학과,

⁶(사)한국농업무인항공협회, ⁷전남대학교 지역바이오시스템공학과

이 연구는 esterified rapeseed oil 21.6% EO 보조제가 무인 항공살포 농약의 비산에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행되었다. 보조제의 희석배수를 최적화하기 위하여 레이저 회절 밀도 측정 장치로 보조제 첨가농도에 따른 분무 입자크기를 측정하였다. 측정결과, 2.0%의 희석배수일 때 volume median diameter (VMD)가 대조구 대비 약 32-33% 증가하였고, 200 μm 이하의 액적은 약 35-38% 감소하는 경향을 보였다. 분무 입자크기 측정 결과를 바탕으로 DriftSim 소프트웨어를 이용하여 살포된 액적의 비산거리를 예측한 결과 시험 보조제를 첨가한 경우 살포입자의 비산거리는 대조구 대비 약 3배 감소하였다. 이를 기반으로 노지배추 포장에서 항공살포를 했을 때 보조제를 첨가한 경우가 유효살포폭 이내 살포량은 약 15% 증가하였고, 비산량은 약 28% 감소하였다. 따라서 esterified rapeseed oil 21.6% EO 보조제의 첨가는 비산을 저감시키고 유효 살포구역 내의 살포효율을 높일 수 있을 것으로 판단되었다.

중심어 : 항공살포, 보조제, 비산저감, 배추

연락처자 E-mail : noh1983@korea.kr

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Dimpropridaz 및 대사산물의 분석법 개발 및 검증

최은비*, 김혜성, 윤지영, 박경서, 이재윤, 정세인, 장동우

농협케미컬 연구소

Dimpropridaz는 pyrazole carboxamide계 살충제로 해충의 섭식을 빠르게 중단시켜 식물의 영양소 손실을 줄여주고 해충의 질병 매개를 차단하여 가루이와 진딧물과 같은 흡즙성 곤충의 방제에 효과가 있다. 현재 국내에서는 신규농약등록이 진행되고 있으며, 별도의 기준과 잔류물 정의가 설정되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 농산물 중 Dimpropridaz와 6종의 대사산물(M550I002, M550I004, M550I005, M550I006, LS6065040, LS6123135)의 잔류량을 산출하기 위한 분석법을 개발하고자 하였다. 추출용매는 물리화학적 특성을 고려하여 Methanol을 사용하였다. 정제조건은 C18 SPE를 사용하여 확립하였고 LC/MS-MS를 이용하여 동시 기기분석 하였다. 분석법을 검증하기 위해 8개 작물(감귤, 감자, 딸기, 배추, 상추, 애호박, 자두, 토마토)에서 회수율 시험을 수행하였다. 정량한계(LOQ)는 0.01mg/kg으로 하였으며, 회수율 시험은 LOQ 및 10LOQ 수준에서 5 반복 수행하였다. 검량선은 회수율 분석 전후로 2회 분석하였으며 Dimpropridaz 및 대사산물의 직선성은 0.0025~0.1mg/L 범위에서 $R^2 > 0.99$ 이상으로 우수하였다. 8개의 작물에서 회수율 시험 결과 각 수준에서 상대 표준편차는 0.1~9.7%이었으며, 평균 회수율은 Dimpropridaz가 87.1~103.4%, M550I002가 84.4~100.8%, M550I004가 84.7~105.6%, M550I005가 87.0~103.5%, M550I006이 87.0~108.3%, LS6065040은 85.7~100.7%, LS6123135는 86.5~108.7%이었다. 따라서 본 연구를 통해 이 분석방법은 농산물 중 Dimpropridaz 및 대사산물의 잔류농약 분석에 적합한 것으로 판단되었다.

P-019

전호 중 Benomyl의 잔류특성

이지윤*, 김용범, 황준혁, 송채린, 임양빈, 경기성¹

충북대학교 환경자원분석센터

¹충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

이 연구는 전호 중 benomyl과 그 대사체인 carbendazim의 잔류성을 구명하여 잔류농약 안전성 평가를 위한 자료로 활용하기 위해 수행하였다. 시험농약인 살균제 banomyl 50% WP를 1,500배 희석하여 10a당 150 L의 약량을 경엽처리 하였다. 시료는 최종 수확일 기준으로 30-21-14일전, 21-14-7일전, 14-7-0일전 간격으로 살포하였으며, 17-10-3일전 시료를 추가 수확하였다. Benomyl은 30%의 암모니아수를 이용해 pH를 조정한 후 carbendazim으로 전환시켜 LC-MS/MS를 이용하여 분석하였다. 정량한계는 0.01 mg/kg 이었으며, 전호 중 banomyl의 잔류량은 carbendazim의 환산계수를 적용하여 계산하였다. 정량한계와 정량한계의 10배와 5000배 수준으로 회수를 실험한 결과 각각 101.1-108.7%, 102.2-105.4%, 101.7-103.2% 이었으며, 대사체인 carbendazim의 회수율은 각각 94.8-97.3%, 92.4-94.3%, 92.1-92.9%이었다. 30-21-14일전 처리구의 최대 잔류량은 2.79 mg/kg이었으며, 21-14-7일전 처리구는 4.98 mg/kg 17-10-3일전 처리구는 6.97 mg/kg, 14-7-0일전 처리구에서는 52.82 mg/kg이었다. 전호의 잔류량은 최종 약제 살포 후 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

중심어 : banomyl, carbendazim, 전호, 잔류농약, 감소

연락처자 E-mail : easy313@naver.com

QuEChERS법을 적용한 농산물 중 Tolyfluanid 시험법 개발

곽혜민*, 윤다영, 배지연, 최원조, 장귀현, 신동우

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

농약 PLS(Positive Limit System) 대응에 따라 정밀하고 신속, 정확한 잔류농약 관리를 위해 공전 내 노후 시험법 개선은 필수적이다. Tolyfluanid의 경우 식품공전 다성분 시험법(7.1.2.3, 제3법)에 포함되어 있으나 해당 시험법의 경우 액액분배 및 SPE 정제 등 복잡한 전처리와 시간이 다량 소요되며 PLS 기준(0.01 mg/kg)에 미충족 시험법으로 개선된 tolyfluanid 시험법이 필요하다. 이에 따라 현미, 대두, 감자, 감귤, 고추에 대해 QuEChERS 방법과 LC-MS/MS를 적용한 시험법을 개발하고자 한다. 현미 및 대두의 경우 시료 5 g에 1% 포름산 함유 물 10 mL을 가한 후 30분간 방치하였으며, 이외 시료는 10 g을 칭량하여 분석에 사용하였다. 1% 포름산 함유 아세트니트릴 10 mL과 MgSO₄, NaCl을 첨가하여 추출하였으며, 원심분리한 상층액을 MgSO₄와 PSA로 정제하여 LC-MS/MS로 분석하였다. Tolyfluanid의 정량한계는 0.01 mg/kg이며, 회수율은 3수준(정량한계 및 정량한계의 10배, 정량한계의 50배), 5반복 실시하였다. 직선성 범위는 0.002, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05 및 0.1 mg/kg으로 설정하였다. 직선 농도에 따른 회귀방정식 결정계수(R²) 값은 0.99 이상이며, 3수준(정량한계 및 정량한계의 10배, 정량한계의 50배) 평균 회수율은 78.8~100.8%, 변동계수는 5.4% 이하로 식품의약품안전평가원의 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016) 기준에 적합하였다. Tolyfluanid 교차검증의 경우 3수준(정량한계 및 정량한계의 10배, 정량한계의 50배), 3반복으로 회수율 시험을 실시하였으며, 평균 회수율은 80.7~105.7%, 변이계수는 13.1% 이하로 기준에 적합하였다. 향후 개발 및 교차검증이 완료된 tolyfluanid 시험법을 현재 국내에서 유통되는 농산물에 적용하여 잔류 모니터링을 진행하고 해당 분석법의 현장 적용성을 확인하고자 한다.

P-021

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Asulam의 시험법 개발 및 검증

오준경, 안가을해, 김재형, 장희라*

호서대학교 생명보건대학 식품제약공학부

소비자들은 식품안전에 대한 관심 및 소득수준의 향상에 따라 안전하고 높은 품질의 농산물을 선호하고 있다. 농약은 농산물의 생산성 및 품질 향상에 있어 농작물에 피해를 입힐 수 있는 균, 해충 및 잡초 등을 방제하고 생리활성을 증진시켜 농산물을 질적으로 향상시키는 데에 큰 기여를 한다. 하지만, 농약은 살포 후 흡착, 대사, 분해 및 이행되어 농작물에 잔류하게 되므로 잔류농약에 대한 안전관리가 필요하다. 현재, 정부에서는 국내 및 수입 농산물 중 잔류농약 안전관리를 위해 잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)을 설정하여 관리하고 있고, 국외에는 기준이 설정되어 있으나 국내에 기준이 설정되어 있지 않은 농약의 경우 허용목록 관리제도(Positive List System, PLS)에 의해 관리하고 있으며, 국외에서 사용하는 농약이지만, 국내 미등록으로 잔류농약 관리를 위한 잔류허용기준이 없는 농약의 안전관리를 위해서는 시험법이 요구된다. 본 연구는 국내 미등록 농약 중 국외에서 제조제로써 많이 사용하는 Asulam의 시험법을 개발 및 검증을 통하여 수입 농산물의 잔류농약 안전관리를 위한 시험법으로 활용하고자 한다. 대표 농산물 5종(대두, 감귤, 현미, 고추, 감자)에 대해 QuEChERS 방법을 적용하여 LC-MS/MS를 이용한 분석법을 개발 및 검증하였다. 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)는 0.01 mg/kg이며, 시료별 matrix-matched standard의 calibration curves는 모두 $R^2 \geq 0.99$ 으로 직선성을 확인하였다. 회수율은 3수준(LOQ, 10LOQ 및 50LOQ)으로 5반복 수행하여 75.5~101.5%, 변이계수는 3.2% 이하로 CODEX 가이드 라인(CAC/GL 40-1993, 2003)의 허용기준에 적합하였다.

중심어(Key words) : MRL, PLS, Asulam, QuEChERS, LC-MS/MS

교신저자 E-mail : hrchang@hoseo.edu

토양 중 Tiafenacil 및 대사체 13종에 대한 잔류분석법 개발

정형석*, 오주환, 고은솔, 김윤지, 임한수, 황경택, 김영권

(주)팜한농 작물보호연구소

Tiafenacil은 피리미딘다이온계 제초제로 엽록소 생합성 저해(PPO inhibitor)작용을 통하여 작물 체내의 엽록소 생성을 억제하고 활성산소를 생성하여 세포를 파괴한다. 이런 작용기작을 통하여 Tiafenacil은 광엽 잡초와 화본과 잡초를 동시에 방제하는 강력한 비선택성 제초제이며 현재 한국, 미국, 브라질에 등록을 완료한 상태이다.

본 연구에서는 Tiafenacil 및 발토양 대사산물 13종(M-01, M-12, M-13, M-20, M-29, M-30, M-35, M-36, M-53, M-63, M-69, M-72, M-73)의 화학적 특성에 따른 정확성과 신뢰성 모두가 확보되는 토양 잔류 분석법을 확립하였다. Tiafenacil 및 발토양 대사체 13종의 잔류 분석법은 acetonitrile/0.1% Formic acid in water로 추출한 다음, HLB 카트리지를 이용하여 정제하고 UPLC/MS/MS로 본체와 대사체를 그룹 별로 동시 분석하였다. 본 분석법을 토양 시료에 적용하여 특이성(Specificity), 직선성(Linearity), 회수율(Recovery), 정밀성(precision)으로 분석법의 타당성을 검증하는 연구를 진행하였다.

특이성은 RT(Retention Time)에서 음성대조군 시료의 peak 유무로 검증하였으며, 발토양 무처리 시료의 해당 RT에서 검출한계 미만 수준으로 분석성분의 peak가 확인되지 않았다. 직선성은 회귀직선의 R^2 와 y-절편으로 평가하며 R^2 값은 0.99이상, y-절편은 검출한계 값의 10% 이내로 확인되었다. 정확성은 회수율 시험의 평균회수율 범위로 검증하였으며, Tiafenacil(97.8-101.7%), M-01(97.2-103.9%), M-12(96.6-103.0%), M-13(85.7-96.4%), M-20(88.9-99.0%), M-29(77.3-98.7%), M-30(93.2-101.0%), M-35(81.0-95.3%), M-36(95.5-102.2%), M-53(94.2-96.4%), M-63(86.2-98.6%), M-69(86.8-99.8%), M-72(95.2-99.3%), M-73(89.8-96.5%)로 모두 농도범위에 해당하는 평균 회수율 범위를 만족하였다. 정밀성은 상대표준편차(%RSD = Relative Standard Deviation)로 평가하였으며, 각각의 %RSD는 모두 20% 이내를 만족하여 정밀성 범위를 만족하는 것을 확인하였다. 따라서 Tiafenacil 및 대사체 13종의 화학적 특성을 고려한 본 토양 잔류 분석법은 매트릭스에 크게 영향을 받지 않고 토양 잔류 분석에 적용 가능할 것으로 판단되었다.

P-023

수출농산물의 잔류농약에 의한 통관거부 원인분석 및 대응 방안

한해리*, 김단비, 박성은, 강민혁, 권혜영

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

농산물 수출은 국내 유통농산물의 수급조절과 가격안정 효과뿐만 아니라 새로운 소득원을 창출하여 내수시장의 한계를 극복하고 경제상태인 우리 농업·농촌에 대한 새로운 성장동력이 될 수 있다는 측면에서 중요한 의의가 있다. 한국 농식품의 수출 현황은 시장다변화 및 K-건강식·K-식품의 인기에 힘입어 '20년 76억\$, '21년 86억\$, '22년 88.2억\$로 점진적으로 증가하고 있으나, 잔류농약으로 인한 통관거부 건수는 '20년 17건, '21년 33건, '22년 20건으로 지속적으로 발생하고 있다. 따라서 수출농산물에서 잔류농약 기준 초과에 의한 통관위반 원인을 분석하여 대응 방안을 마련코자 본 조사를 실시하였다.

1차적으로 2022년에 통관이 금지된 수출업체 중 8개 업체를 방문하여 위반 상황을 파악한 결과, 수출농산물에서 잔류농약이 위반 검출된 주요한 원인은 국가별 잔류허용기준 차이의 미인지, 수출용으로 관리되지 않은 농산물을 수집하여 수출, 수출 전 잔류농약 검사 미실시 등이었다. 현재까지 파악된 원인으로 볼 때 농약안전관리 기술지원과 농약안전성에 대한 인식개선이 시급히 필요한 것으로 파악되었다.

따라서 수출업체 및 수출농가를 대상으로 안전관리 교육을 확대하고 수출대상국의 식품안전관리 규정 및 농약잔류기준 개정사항을 모니터링하여 수출농가에 사용가능한 농약 목록과 사용방법에 대한 정보제공을 강화할 계획이다. 이에 덧붙여, 수출국에 수입국 잔류허용기준(Import Tolerance, IT)을 설정함으로써 수출농산물에 사용가능한 농약을 확대할 계획이다. 또한, 지속적으로 원인을 파악하고 대응방안을 마련하여 농산물 수출 현장의 문제점을 개선할 방침이다.

아로니아 중 Etofenprox, Imidacloprid의 생산단계 농약 잔류허용기준설정 연구

박현지^{1*}, 황규원¹, 가승준¹, 김용덕¹, 최수연¹, 정현규¹, 문준관¹

¹한경국립대학교 식물자원조경학부

본 연구는 아로니아 중 살충제 2종 (Imidacloprid, Etofenprox)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 위도상 직선거리가 20 km 이상인 3 곳(시험포장1 : 경기도 안성시, 시험포장2 : 세종특별자치시 금남면, 시험포장3 : 충청북도 청주시)을 선정하여 노지재배 조건에서 농약 안전사용기준에 따라 살포하였다. 시료 채취는 최종살포 후 0 (2시간 후), 1, 2, 3, 5(6), 7, 9(8) 일차까지 수확하였으며 우천으로 인해 수확, 살포일자가 변경된 지역도 있었다. 위와 같이 수확한 시료들을 분석하여 잔류량의 경시적인 변화를 파악해 이를 토대로 생물학적 반감기를 산출하였다. 아로니아 중 잔류하는 농약 성분들은 식품의약품안전처 다성분시험법 제 2법으로 시행하였다. 약제별 분석법상 정량한계(MLOQ)는 0.01 mg/kg로 정량한계 수준, 정량한계의 10배 수준, 잔류허용기준 수준에서 회수율 시험을 진행하였다. 세 가지 수준에 대해 Etofenprox는 각각 75.3~80.5 %, 93.4~99.4 %, 99.3~105.9 %, Imidacloprid는 96.7~105.0 %, 86.6~92.6 %, 84.9~86.3 % 이었다. 각 시험 포장에서의 아로니아 중 반감기는 Etofenprox 11.3일(포장1)과 7.8일(포장2), 9.2일(포장3), Imidacloprid는 6.3일, 4.3일 그리고 6.1일로 나타났다.

중심어 : Etofenprox, Imidacloprid, 생산단계 잔류허용기준, 잔류분석, 아로니아

연락처자 E-mail : ceohyunji77@naver.com

P-025

동부 중 Captan의 잔류특성

정현규^{1*}, 황규원¹, 가승준¹, 김용덕¹, 박현지¹, 최수언¹, 문준관¹

¹한경국립대학교 식물자원조경학부

본 연구는 동부를 대상으로 살균제 Captan의 잔류특성을 조사하여 안전사용기준 설정을 위한 기초자료를 확보하고자 수행하였다. Trichloromethylthiolate 계통의 살균제 Captan은 단백질의 SH작용기와 반응하여 호흡을 저해하며 과일 및 채소의 보호살균제로 종자소독 및 토양살균제로 사용된다. 열분해에 취약한 Captan은 GC로 분석 시 정량에 어려움이 있어 UPLC를 이용한 분석법을 확립하였다. 시험 농약인 캡탄 50% 수화제를 500배 희석하여 2회(31-21) 및 3회(31-21-14, 21-14-7, 14-7-0) 살포하였고, 최종약제 살포 후 일시수확하여 분석 시료로 사용하였다. 시료 분석을 위해 균질화한 시료 10 g을 칭량 후 3% phosphoric acid 가 함유된 acetone(100 mL)을 가하여 진탕 추출한 후, dichloromethane으로 2회 분배하였다. 분배액의 용매를 농축하여 제거하고 hexane(30 mL)과 acetonitrile(30 mL)으로 2회 분배 후 acetonitrile 층을 모아 농축하고, florisil(10 g) 유리컬럼을 이용해 정제하여 UPLC로 분석하였다. 풋동부의 경우, 정량한계는 0.01 mg/kg 이었고 약제를 처리하지 않은 풋동부 시료에 정량한계, 정량한계의 10배, 최고농도 수준이 되도록 표준용액을 첨가하여 회수율 실험을 확인하였다. Captan의 회수율은 정량한계 수준에서 98.0~108.4%, 정량한계 10배 수준에서 77.7~88.6%, 최고농도(7 mg/kg) 수준에서 81.3~84.9%였다. 풋동부 중 Captan의 최대 잔류량은 최종약제 처리 0일전 처리구에서 각각 5.92 mg/kg로 확인되었다. 완숙동부의 경우, 정량한계는 0.01 mg/kg 이었으며 Captan의 회수율은 정량한계 수준에서 77.3~83.7%, 정량한계 10배 수준에서 73.4~78.4%였다. 완숙동부 중 Captan의 최대 잔류량은 최종약제 처리 0일전 처리구에서 0.24 mg/kg로 확인되었다.

중심어 : Captan, 완숙동부 풋동부, 안전성 평가, 잔류

연락처자 E-mail : Prince97j@naver.com

Analytical Method for Quantification of Guazatine Marker Compounds in Agricultural Products by LC-MS/MS

Han Sol Lee*, ChaeUk Lim, Hyejin Park, Eun Joo Baek, SoHee Park,
Namkuk Kim, Sung Hun Lee, Sung-Hee Hong

National Agricultural Products Quality Management Service,
Experiment Research Institute, Division of Safety Analysis

Guazatine(commonly known iminoctadine) is a contact fungicide used to control a range of seed-borne diseases, such as septoria, fusarium and alternaria. Guazatine is a complex mixture of polymorphic compounds and it is typically composed as follows: GGG, GG, GN, GGN, GGGG, GNG, GNN, GNNG, GGGN, and other. However, it is difficult to manufacture the analytical standard for each compound, and the composition ratio of commercial guazatine standard is variable. Therefore, we select four marker compounds(GG, GNG, GGN, GGG), and determined a simple and accurate method for quantification in five agricultural products(green pepper, mandarin, hulled rice, potato and soybean). Guazatine is strongly basic and highly polar compound. Sample was extracted with 3% formic acid in water and acetone (50:50, v/v), and shaken for 1 min. After centrifugation, the supernatant was filtered through nylon membrane filter, and analyzed by LC-MS/MS. All of the validation results were satisfactory and within the criteria ranges required in the NAQS guidelines for method development.

P-027 >>

무 및 복숭아 중 농용항생제 5종의 잔류량 조사

송아름*, 이지원, 류송희, 이상협, 노진호, 김상수

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

작물의 무름병, 궤양병 등 세균병 방제를 위해 국내에는 농용항생제로 oxolinic acid, oxytetracycline, streptomycin, validamycin 등을 사용하고 있다. 그러나 농용항생제의 지속적인 사용으로 환경 중 노출이 우려될 수 있으므로, 작물 재배환경의 모니터링 연구를 통해 잔류량을 조사할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 농용항생제로 많이 사용되고 있는 kasugamycin, oxolinic acid, oxytetracycline, streptomycin, validamycin A를 대상으로 무(무청 포함) 및 복숭아(복숭아잎 포함) 재배 농가 20곳을 선정하여 잔류량을 조사하였다. 작물 중 항생제 5종의 잔류분석법은 시료 5 g를 25 mL methanol로 추출 후, SPE-HLB(Hydrophilic-lipophilic balance) cartridge로 정제하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 분석법 검증 결과, 검량선의 직선성은 모두 0.999이상으로 양호하였으며, 분석법의 정량한계는 0.005 ~ 0.02 mg/kg로 미량분석이 가능하였다. 회수를 시험의 경우 oxolinic acid 및 oxytetracycline은 0.01 및 0.1 mg/kg 수준에서 60.5 ~ 127.0 %로 나타났으며, kasugamycin, streptomycin 및 validamycin A는 0.1 및 0.5 mg/kg에서 66.3 ~ 103.0 %이었다. 변이계수는 모든 성분에서 0.7 ~ 14.0 %로 잔류농약분석법 기준에 만족하였다. 무 및 복숭아의 잔류량 조사 결과, 복숭아에서 oxolinic acid가 2건, 복숭아잎에서 oxolinic acid 4건, streptomycin 5건이 검출되었으나 잔류량이 모두 잔류허용기준(복숭아, oxolinic acid: 5 mg/kg) 미만으로 나타나 문제가 없는 것으로 나타났다. 그 외 무 및 복숭아에서의 농용항생제 5종은 모두 불검출되어, 무 및 복숭아는 농용항생제의 노출량이 적은 것으로 판단된다.

Dimpropyridaz의 환경행적 평가와 잔류분 정의

류지혁*, 김찬섭, 박지호, 이상협, 류송희

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

Dimpropyridaz (N-ethyl-5-methyl-1-[(2RS)-3-methylbutan-2-yl]-N-(pyridazin-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. Dimpropyridaz는 4 토양(독일 2, 미국 2)의 호기대사에서 M550I001과 M550I005, M550I009 등으로 전환되어 각각 최대 51%와 29%, 10%까지 생성되었고 반감기는 17-301일 이상이었다. Dimpropyridaz의 4 토양(독일 2, 미국 2)의 혐기대사에서도 M550I001이 59%까지 생성되었고 DT₅₀은 81-369일이었다. 광은 토양 중 dimpropyridaz의 분해에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 국내 2 토양 포장에서 dimpropyridaz의 반감기는 21-35일이었다. Dimpropyridaz의 유기탄소기준흡착계수(Koc)는 19-248 L/kg으로 UK SSLRC 이동성 구분의 'mobile to moderately mobile' 등급에 해당하였고, 대사산물 M550I001과 M550I005, M550I009의 Koc값은 각각 16-35 L/kg과 10-51 L/kg, 7-36 L/kg으로 'very mobile to mobile' 등급에 해당하였다. Dimpropyridaz는 pH 4-7 범위에서 가수분해에 안정하였고 pH 9에서도 반감기 185일로 안정적인 편이었다. Dimpropyridaz는 pH 7 완충용액에서 광분해에 의해 M550I001이 17%까지 생성되었고 암조건에 비하여 분해가 크게 촉진되어 복위 49도 여름조건 순-광분해 반감기는 47일이었다. Dimpropyridaz의 물-저니토 시험에서도 M550I001과 M550I005가 각각 42%와 16%까지 생성되었고 물층과 전체계의 반감기는 각각 41-56일과 86-112일이었다. Dimpropyridaz와 M550I001, M550I005, M550I009를 토양, 지표수 및 지하수의 잔류분으로 정의하였다.

P-029

Fluoxapiprolin의 환경행적 평가와 잔류분 정의

김찬섭*, 박지호, 류지혁, 이상협, 류송희

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

Fluoxapiprolin (2-{3-[2-(1-[[3,5-bis(difluoromethyl)-1H-pyrazol-1-yl]acetyl] piperidin-4-yl)-1,3-thiazol-4-yl]-4,5-dihydro-1,2-oxazol-5-yl]-3-chlorophenylmethanesulfonate)의 환경 분해대사와 토양 및 수계 이동성에 관련된 보고서를 검토하여 환경에서의 잔류특성과 수계로의 이동성을 결정짓는 매개변수를 확정하고, 작물재배조건을 고려하여 환경노출농도를 산출하였다. Fluoxapiprolin은 6 토양(독일 4, 미국 2)의 호기대사에서 BCS-DC21250, DA63612, BP32808, CC26101 등으로 전환되어 각각 최대 17%, 15%, 22%, 24%까지 생성되었고 반감기는 31-197일이었다. Fluoxapiprolin의 혐기대사에서는 CC26101이 24%까지 생성되었고 반감기는 262-312일이었다. 광은 토양 중 Fluoxapiprolin의 분해에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. Fluoxapiprolin의 3 토양(국내 1, 독일 1) 포장에서는 CY96288과 DG91934가 대사산물로 생성되었고 반감기는 65-187일(평균 108일)이었다. Fluoxapiprolin의 유기탄소기준흡착계수(Koc)는 2,752-15,193 L/kg으로 UK SSLRC 이동성 구분의 'slightly mobile to non-mobile' 등급에 해당하였고, 대사산물 BCS-DC21250, DA63612, BP32808, CC26101의 Koc값과 이동성 등급은 각각 3,598-5,923 L/kg과 'non-mobile', 1,154-1,721 L/kg과 'slightly mobile', 6.7-13.6 L/kg과 'very mobile', 0.4-2.7 L/kg과 'very mobile' 등급에 해당하였다. Fluoxapiprolin은 pH 4-7 범위에서 가수분해에 안정하였고 pH 9에서는 느리게 분해되어 반감기는 678일이었다. Fluoxapiprolin은 pH 7 완충용액에서 광에 의해 느리게 분해되어 Athens의 여름조건 순-광분해 반감기는 131-140일이었다. Fluoxapiprolin의 물-저니토 시험에서도 CC26101과 DA63612가 각각 40%와 17%까지 생성되었고 물층과 전체계의 DT₅₀은 각각 0.5일 미만과 16-36일이었다. Fluoxapiprolin과 BCS-DC21250, DA63612, DG91934, CY96288을 토양, 지표수 및 지하수의 잔류분으로 정의하였다.

농약 체계처리에 따른 Fluxapyroxad의 작물(엇갈이배추) 잔류양상

이지원*, 박지현, 오민석, 노현호, 손경애

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

본 연구는 시설재배작물인 엇갈이배추에서 한 작기에 동일농약성분을 사용방법에 따라 체계처리(병행처리)하였을 때 작물에 잔류되는 양상을 비교하고, 체계처리 농약의 안전관리를 위한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다. 토양 입제처리와 경엽처리 두 가지 사용방법으로 등록된 Fluxapyroxad 0.4% GR과 15.3% SC를 사용하였으며, 입제처리 1회 및 경엽처리 3회의 단일 처리구와 입제처리 1회와 경엽처리 3회 모두 처리한 체계처리구로 시험하였다. 시료채취는 3회 경엽처리 후 각 처리구에서 0, 3, 7, 10, 14일차 시료를 채취하여 마쇄 후 Fluxapyroxad와 대사체 2종에 대해 LC-MS/MS로 분석하였다. 정량한계는 0.01mg/kg(M700F048, 0.02mg/kg)이었으며, 회수율은 90.2~112.7%로 유효범위를 만족하였다. 처리구별 작물잔류량은 입제처리구에서 LOQ미만, 경엽처리구(3회)에서 4.54~0.23mg/kg, 체계처리구(4회)에서 3.22~0.21mg/kg으로 시간 경과에 따라 잔류량이 감소하였고, 체계처리에 따른 잔류증가 양상은 확인되지 않았다. 등록된 PHI(수확 14일 전)시점의 경엽, 체계처리구별 작물잔류량도 0.21, 0.18mg/kg으로 모든 처리구가 엇갈이배추 잔류허용기준 3.0 mg/kg 이하이며 현재 농약안전기준(PHI/MRL)에 적합한 것으로 확인되었다. Fluxapyroxad를 한 작기 내에 파종기 입제처리와 생육 중 경엽처리 방법으로 병행처리할 경우 엇갈이배추 중 잔류량 누적에 미치는 영향은 미미한 것으로 판단하였다.

P-031

관개수 중 Carbendazim과 Tricyclazole의 상추로의 흡수 이행

박지호*, 김찬섭, 손경애, 이희동

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

관개수를 통해 공급된 carbendazim과 tricyclazole의 상추 중 흡수이행에 따른 비의도적 오염의 가능성을 평가하기 위하여 토양 특성에 따른 상추의 부위별 잔류양상과 토양 및 토양용액 중 잔류량을 확인하였으며, 상추 뿌리와 잎의 잔류량을 근거로 뿌리농축계수(root concentration factor)와 이행계수(translocation factor)를 계산하였다. 포트시험에 사용한 토양은 유기물 함량을 고려하여 발토양과 마사토의 비율을 달리하여 토양 A (발토양 100%), 토양 B (발토양:마사토(50:50, w/w)), 토양 C (발토양:마사토(25:75 w/w))를 조제하였다. 시험 농약은 저농도(0.002 mg/kg), 중간농도(0.01 mg/kg), 고농도(0.05 mg/kg)의 수용액으로 조제하여 50일간의 시험 기간 동안 100 mL씩 24회 포트에 관주하였다. 상추 잎 중 carbendazim 잔류물의 농도는 저농도, 중간농도 및 고농도 처리구에서 각각 0.001 mg/kg, 0.002-0.006 mg/kg과 0.011-0.035 mg/kg이었다. 상추 잎 중 tricyclazole 잔류물의 농도는 고농도 처리구에서 각각 0.0005-0.0015 mg/kg이었다. 상추 부위별 carbendazim 잔류량은 뿌리에서 가장 높고 줄기에서 가장 낮았으며, tricyclazole은 뿌리, 줄기, 잎 순으로 높았다. 상추 중 carbendazim의 이행 계수는 토양 B에서 저농도, 중간농도, 고농도 용액 처리구에서 각각 0.7, 0.4, 0.5였으며, tricyclazole의 이행계수는 중간농도와 고농도 용액 처리구에서 각각 0.04와 0.01이었다. 토양용액에 대한 상추 뿌리의 carbendazim 잔류농도의 비로 나타난 5배량과 25배량의 뿌리농축계수는 21-32 수준이었으며, tricyclazole의 5배량과 25배량의 뿌리농축계수는 35-60 수준이었다. 이 연구에서 얻은 결과를 종합하면 관개수 중 carbendazim과 tricyclazole이 비의도적으로 상추에 흡수 이행되어 잔류허용기준 이상으로 잔류할 가능성은 매우 낮을 것으로 판단되었다.

LC-MS/MS를 이용하여 매질보정 검량표준용액 및 시료분석을 위한 자동시료주입법(Automatic Co-injection Method) 확립

김도*, 정원태, 노현호, YUANXIU, 김창조, 김민

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

잔류농약분석에서 질량분석기의 도입은 분석시간 단축, 극미량 검출 등 분석효율이 고도화되었으나 이온화 과정 중 매질에 의해 표적물질의 이온화에 영향을 미치는 매질효과(Matrix effect)를 간과할 수 없다. 특히, LC-MSMS로 잔류농약 다성분 분석시 매질효과를 보정하기 위해 매질 추출물을 완충용액, 유기용매 등과 희석하여 검량표준용액을 제조하거나 시료를 희석하는데 사용하고 있다. 이는 실험단계에서 실험자에 의해 매뉴얼로 제조되어야 하지만 본 연구에서는 액체크로마토그래피(LC)의 auto-sampler에 내재된 자동희석주입법을 응용하여 실험단계에 수행하지 않고 자동으로 매질보정검량선 및 시료희석을 수행하는 자동주입법을 확립하였다. 자동시료주입법(Automatic Co-injection method)의 검증을 위해 일반적인 매질보정 표준용액의 검량선과 자동시료주입법으로 작성된 검량선간 직선성의 기울기를 산출하여 비교하였는데 유사한 기울기를 보였다. 또한, 검량선의 결정계수를 일반적인 방법과 비교한 결과, 자동시료주입법에서 결정계수 0.99 이상으로 측정된 농약성분이 더 우세하였다. 이러한 결과를 기반으로 실제시료에 적용여부를 평가하기 위해 임의의 농도로 처리된 시료를 활용하여 정확성 및 정밀성을 평가하였다. 그 결과 정확성은 오차범위 $\pm 20\%$ 이내였으며, 정밀성은 분석한 농약 수의 90% 이상이 상대표준편차(RSD) 10% 이내로 측정되었다.

중심어 : 매질보정, 자동희석시료주입, 잔류농약분석, LC-MSMS

연락저자 E-mail : shewaspretty@korea.kr

P-033 >>

Evaluation of Behavior of Phorate and Terbufos using Soil Column Depending on Characteristic of Soils

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

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

In this study, a comparative assessment for leachability and metabolic transformation (or degradation) in soil column trial were conducted for examining the fate of phorate and terbufos in several soil types (loam and sandy loam). The leaching test and metabolites transformation through packed soil columns were performed following the OECD guidelines. According to GUS index calculated from leaching test, both phorate and terbufos considered immobile pesticide (no residue is detected in the leachate) with low to extremely low leachability. The parent pesticides and metabolites were measured for each soil column layer, the both concentration (>90% recovered) was found in the upper layer soil (0-10 cm) followed by subsoils. In summary, the persistence, degradation, and metabolic transformation of phorate and terbufos is limited within the top soil zone (0-10 cm) and no potential groundwater contamination is emerged due to slow mobility of pesticides.

Keywords : Pesticide degradation, Column test, Metabolites

Corresponding author E-mail : shewaspretty@korea.kr

Plant Uptake Patterns of Terbufos and Phorate in Lettuce under Succession Planting

Bo-Yeon Moon*, Sang-Hyeob Lee*, Gyeong-Jin Kim, A-Reum Song,
Jin-Ho Ro, Ji-Hyock Yoo, Sang-Su Kim

Residual Agrochemical Assessment Division, Agro-Food Safety & Crop protection Department,
National Institute of Agricultural Sciences, RDA

Soil-applied pesticides can persist in soil due to multi-annual uses. To reduce the critical barrier for the positive list system (PLS) regarding the potential carry-over of such residues to non-target succeeding crops from application on preceding crops during rotation cultivation, an uptake study of terbufos and phorate was conducted in a greenhouse in Korea. Terbufos and phorate were applied to the soil at lettuce seeding, following recommended and double doses according to safe use guidelines. Lettuce was cultivated in two cropping seasons, with one treatment group applying pesticide before each season, totaling two applications. Another treatment group applied pesticide only in the first season, omitting it in the second season, enabling a comparison of residual patterns of terbufos and phorate in lettuce and soil between the two treatments (2 applications vs. 1 application). In the one-time application group, residues of terbufos and phorate in lettuce were 0.49 and 1.24 mg/kg in the first season, and 0.23 and 0.46 mg/kg in the second season, respectively. Even with a single application of terbufos and phorate, it was observed that residues were detected due to absorption and translocation to the succeeding crop. In the two-time application group, terbufos and phorate exhibited accumulative patterns in the succeeding crop, with concentrations of 0.86 mg/kg and 2.21 mg/kg, respectively. In the one-time application group, the distribution of terbufos and its metabolites was 2.9% terbufos, 58.5% terbufos-sulfoxide, and 26.9% terbufos-oxon sulfoxide in the first season, whereas in the second season, terbufos-sulfoxide decreased to 36.5%, while terbufos-oxon sulfoxide and terbufos-sulfone

increased to 34.7% and 19.8%, respectively. On the other hand, for phorate, in the first season, it was distributed as 1.4% phorate, 44.2% phorate-sulfone, and 33.5% phorate-sulfoxide, while in the second season, it decreased to 39.6% and 27.3%, respectively, but there was an increase in phorate-oxon sulfone from 9.3% to 19.5%. Parent compounds were detected in lettuce less than 1% in the second season. While terbufos and phorate are quickly degraded as organophosphates, their metabolites have relatively longer half-lives and higher water solubility, indicating a higher potential for absorption and translocation into crops. Based on these results, it is necessary to investigate the plant uptake pattern of residue pesticide in rotational crops by expanding to various crops.

Keywords : Terbufos, Phorate, Plant Uptake, Lettuce, Succession Planting

Corresponding author : Sang-Hyeob Lee, sanghyeob0105@korea.kr

수박 농가의 항생제 농약 사용실태 분석

김상수*, 이상협, 노진호, 이지원, 송아름

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

수박에서 발생하는 세균성 병인 과일썩음병 방제를 위해 항생제 농약이 사용되고 있다. 정부는 항생제 내성에 대한 선제적 대응 및 예방을 통해 국민을 항생제 내성으로부터 안전하게 보고하고자, 국내 항생제 내성균 국가 관리대책 확립을 위한 사람-동물-환경 간 내성기전 및 전파규명 연구개발을 목표로 2019년부터 ‘One Health 항생제 내성균 다부처 공동대응 사업’을 착수하였다. 농산물 및 농업환경의 대응을 위해서는 농작물별 항생제 농약 사용실태 등 기초조사 연구가 필요한 실정이다. 본 연구는 수박 재배 농가를 대상으로 농약의 사용실태 조사를 수행하였다. 2023년 3월부터 6월까지 전라북도 2개 시·군 각각 5 농가 총 10 농가를 대상으로 영농현장에 직접 방문하여 농약사용 기록장을 배부한 후 수거하여 작성 내용을 분석하였다. 연구 결과 농가별 병해충 방제를 위하여 최소 3회에서 최대 12회까지 평균 7.6회의 농약을 살포하였다. 병해충 방제 중 항생제 사용농가는 전체 농가 중 50% 농가만 1회에서 4회까지 사용하였으며, 평균 1.4회로 낮은 사용빈도를 나타냈다. 사용된 항생제 농약 성분은 폴리옥신디>폴리옥신비>가스가마이신 순이었으며, 타 채소 작물에 비하여 사용횟수 및 연용이 낮아 항생제 사용으로 인한 내성균 발현 우려가 낮을 것으로 생각된다.

Residues Patterns of Insecticide Cyantraniliprole and its Metabolite IN-J9Z38 in Minor Crops

Ji-Hyun Choi^{1*}, Hee-Jin Roh^{1*}, Ji-Eun Oh¹, Gao ChangHao¹,
Kee-Sung Kyung², Tae-Hwa Kim³ and Jang-Eok Kim¹

¹Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Department of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University,
Cheongju 28644, Korea

³Analysis Technology and Tomorrow Ltd., Daegu 42703, Korea

In this study, the residue patterns of cyantraniliprole and its metabolite IN-J9Z38 were investigated in minor crops. Cyantraniliprole is a systemic diamine insecticide that causes muscle paralysis in pests by targeting ryanodine receptors. Field trials on three minor crops(ssam cabbage, spinach, spring onion) were performed under greenhouse conditions. Commercial cyantraniliprole was sprayed twice at 7-day intervals according to the spray schedule (0, 3, 7, and 14 days before harvest) at the dose recommended by the Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), Korea. Cyantraniliprole and its metabolites were analyzed using the EN QuEChERS method and LC-MS/MS. The limit of quantifications detection(LOQ) of cyantraniliprole and IN-J9Z38 was 0.01 mg/kg. The recoveries of cyantraniliprole and IN-J9Z38 at two levels(LOQ and 10LOQ) ranged from 85.9-109.5%, with a relative standard deviation of $\leq 8.4\%$. The initial concentration of residual cyantraniliprole in spinach(4.25 mg/kg) was higher than in spring onion(1.70 mg/kg). These significant findings indicate the residue characteristics in phenotypically different minor crops. The horizontal orientation of the comparative wider leaf canopy of spinach would facilitate the initial higher deposition of applied cyantraniliprole than the vertically oriented, narrow, and cylindrical leaves of spring onion. The dissipation half-life calculated for total cyantraniliprole observed within 2.3 days. In minor crops, cyantraniliprole decreased rapidly. Based on these results, cyantraniliprole satisfied the pre-harvest interval(PHI) and MRL in minor crops.

완두 중 살균제 Prochloraz 및 대사산물 3종의 잔류특성

이예진^{1*}, 김수민¹, 정문주¹, 은혜란¹, 김소희¹, 이윤희¹, 백재운¹, 이지호², 신용호¹

¹동아대학교 응용생명과학과, ²건국대학교 식량자원과학과

Prochloraz는 진균 세포막의 주요 구성 성분인 에르고스테롤의 생합성을 저해하는 기작이 있는 imidazole계 살균제로서 시들음병, 탄저병 등을 탁월하게 방제하므로 다양한 농산물에 광범위하게 사용되고 있다. 이에 본 연구는 완두 중 prochloraz와 그 대사산물인 BTS44596, BTS44595 및 2,4,6-trichlorophenol (2,4,6-TCP)의 잔류특성을 구명하여 농약잔류허용기준 및 안전사용기준을 확보하기 위한 목적으로 시험을 수행하였다. 시험약제는 prochloraz manganese (50%) 수화제로서 2,000배 희석하여 150 L/10 a 약량으로 2회(30-21일) 및 3회(30-21-14일, 21-14-7일, 14-7-0일) 경엽 살포 후 수확 예정일에 풋완두(꼬투리 포함)와 완두콩으로 분류하여 일시 수확하였다. 시료의 전 처리는 QuEChERS (EN 15662)법을 사용하여 수행하였으며 prochloraz와 대사체 BTS44596, BTS44595는 LC-MS/MS로, 2,4,6-TCP는 GC-MS/MS로 각각 분석하였다. 잔류량을 평가하기 위한 분석법상 정량한계(method limit of quantitation; MLOQ)는 0.01 mg/kg이었으며, 검량선의 상관 계수(r^2) 값은 0.999 이상으로 우수한 직선성을 나타내었다. 회수율 시험은 풋완두의 경우 prochloraz는 MLOQ, 10MLOQ, 30MLOQ, 대사체 3종은 MLOQ, 10MLOQ, 50MLOQ 수준에서 진행하였으며, 완두콩의 경우 모화합물과 대사물 모두 MLOQ, 10MLOQ 수준으로 처리하여 수행하였다. 풋완두와 완두콩에서 prochloraz의 회수율은 각각 74.9-93.0%, 78.2-98.9%, BTS44596은 74.2-108.5%, 75.5-99.0%, BTS44595의 경우 79.3-106.7%, 83.9-105.3%, 2,4,6-TCP의 경우 80.8-90.1%, 92.0-107.1% 범위를 만족하였다. 시료의 저장기간 중 안정성을 확인하기 위해 진행한 저장안정성 시험 결과는 모화합물과 대사체 모두 80.5-109.4%로 유효 회수율 범위(70-120%)를 만족하였다. 처리구별 prochloraz의 합산잔류량의 최댓값은 풋완두에서 최종약제처리 후 0, 7, 14일 차에서 각각 0.68, 0.49, 0.38 mg/kg이었고 21일차에서는 정량한계 미만(<0.01 mg/kg)으로 경시적 감소 패턴을 보였으며, 완두콩에서는 각각 0.04, 0.05, 0.05, 0.03 mg/kg이었다.

중심어 : 완두, Prochloraz, BTS44596, BTS44595, 2,4,6-trichlorophenol, 소면적 잔류

P-038 >>

Determination of Insecticide Acetamiprid Residues in Crops Using Isotopically-Labeled Internal Standardization

Jae-Won Choi*, Kwang-Young Ji, Jin-Surk Choi and Chang-Su Seok

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

To prohibit the use of unregistered pesticides, positive list system(PLS) have implemented in Korea on January 1, 2019. To ensure the safety of agricultural products, more accurate and reliable quantitative analysis is needed to evaluate the residue of pesticides sprayed during crop cultivation. Recently, as the use of the QuEChERS method with mass spectrometry has increased, the matrix effect caused by unintentional interferences has been affected during the analysis of agricultural products. Therefore, dilution, purification, or internal standardization could be considered because the effect was different depending on the matrix. In this study, quantitative analysis was performed to estimate the residual amount and compared the matrix effects by applying internal standardization. Acetamiprid, a neonicotinoid insecticide, is primarily used to control thrips and aphids on fruit trees and vegetables by ingestion, inhalation, or penetration through the skin. For internal standardization, acetamiprid- d_3 , a deuterated isotope, was spiked in all samples according to a certain volume ratio. The samples were selected strawberry, cabbage, and plum for analysis with LC-MS/MS, and the method was validated with accuracy, repeatability, and selectivity. The matrix effect was calculated using pure standard solution and matrix-matched standard solution including internal standard solution, and residual amounts of pesticide with samples were estimated. Based on these results, it is possible to minimize the matrix effects during analysis and on the recovery rate such as volume deviations, and ultimately contribute to the safe distribution of agricultural products by accurately measuring the residual amount.

Keywords : Acetamiprid, Acetamiprid- d_3 , Internal standardization, Matrix effect

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

트리티케일 중 Methoxyfenozide와 Etofenprox의 잔류 특성

양우진, 김혜영, 강동현, 박기웅, 조광민*

(주)대승바이오팜 기업부설연구소

본 연구는 트리티케일 중 Methoxyfenozide와 Etofenprox의 잔류성을 구명하여 농약 품목등록 자료 및 농약의 안전성 평가를 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 트리티케일은 밀과 호밀을 교잡해 만든 작물로 이탈리아라이그라스, 호밀, 청보리 등과 비교해 이삭이 팸 때의 조단백질 함량이 더 높고, 가소화양분의 함량도 더 많아 사료 작물로 주목받고 있다. 트리티케일에 발생하는 병해충인 열대거세미나방에 적용하기 위해 살충제인 Methoxyfenozide와 Etofenprox을 대상으로 진행하였다. Methoxyfenozide는 21% 액상수화제를 4,000배 희석하였고, Etofenprox는 20% 유제를 2000배 희석하여 수확 전 7, 14, 21, 30, 40일에 2회 처리 하였고 약액이 충분히 흐를 정도로 경엽처리 하였다. 두 성분 모두 Acetonitrile로 추출하고 QuEChERS kit (4 g MgSO₄, 1 g NaCl, 1 g sodium citrate tribasic, 0.5 g sodium citrate dibasic)을 첨가하고 원심 분리하여 상등액을 취해 LC-MS/MS로 분석하였다. 분석법 상의 정량한계(MLOQ)는 두 약제 모두 0.01 mg/kg 이며, 정량한계, 100배 수준에서 회수를 시험을 실시한 결과 Methoxyfenozide의 회수율은 0.01 mg/kg 처리수준에서 87.8~92.1%, 1.0 mg/kg 처리수준에서 96.4~102.8%이었다. Etofenprox의 경우 0.01 mg/kg 처리수준에서 80.4~86.0%, 1.0 mg/kg 처리수준에서 90.2~96.0%였다. Methoxyfenozide의 잔류량은 7일전 처리에서 7.18 mg/kg, 14일 전 처리에서 5.07 mg/kg, 21일 전 처리에서 1.81 mg/kg, 30일 전 처리에서 0.11 mg/kg으로 약제 살포 후 초기에는 상대적으로 높은 잔류량을 보였지만 시간에 따라 잔류량 감소가 급속하게 이루어지는 경향을 확인할 수가 있었다. Etofenprox의 잔류량은 7일전 처리에서 5.15 mg/kg, 14일 전 처리에서 3.99 mg/kg, 21일 전 처리에서 0.73 mg/kg, 30일 전 처리에서 0.19 mg/kg으로 Methoxyfenozide와 마찬가지로 약제 살포 후 초기에는 상대적으로 높은 잔류량을 보였지만 시간에 따라 잔류량 감소가 급속하게 이루어지는 경향을 확인할 수가 있었다.

중심어 : 트리티케일, Methoxyfenozide, Etofenprox, QuEChERS, LC-MS/MS

연락처자 E-mail : cto@dsbiofarm.com

P-040

Dissipation Characteristics of Insecticide Lufenuron in Herbs and Spices under Greenhouse Conditions

Gao ChangHao^{*1}, Ji-Eun Oh¹, Hee-Jin Roh¹, Ji-Hyun Choi¹,
Tae-Hwa Kim², Jang-Eok Kim¹

¹Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu, 41566, Korea

²Analysis Technology and Tomorrow Ltd., Daegu 42703, Korea

Lufenuron is a benzoylurea insecticide primarily used against lepidopterans, eriophyid mites, and western flower thrips. This experiment investigated the residue characteristics of lufenuron in herbs and spices such as coriander, Korean mint and basil. For field trial, commercial lufenuron(5% EC) was sprayed twice with seven-day intervals according to the spray schedule at the recommended dose. Samples were harvested 0, 2, 3, 5, 7 and 10 days after the final application and used for pesticide residue analysis. The QuEChERS method with high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS) was used to detect the characteristics of lufenuron residues. During the validation of the analytical method, it showed good linearities($R^2 \geq 0.99$), a limit of quantification(LOQ 0.01 mg/kg), specificity and acceptable recoveries for three crops. The dissipation kinetics data showed that lufenuron in coriander, Korean mint and basil were degraded with the half-lives 2.86-7.30 days. In the case of Korean mint, the residual amount of lufenuron decreased from 17.79 mg/kg to 5.98 mg/kg with a reduction rate 66.3% after 7 days. The experimental data can provide a reference for setting the group maximum residue limits(group MRL) in minor crops.

잔류농약분석 정도관리를 위한 배추 분석표준시료 제조

김세인*, 정원태, 이효섭, 정건희, 김향희, 김택겸

농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과

본 연구에서 잔류농약분석 정도관리를 위한 배추 분석표준시료 제조기술을 확립하고자 수행하였다. 제조방법은 배추를 마쇄하여 blanding 하고 분석대상 농약 8종(chlorpyrifos, dicofol, fluopyram, zoxamide, chlorfenapyr, fenarimol, difenoconazole, indoxacarb)의 표준용액을 0.05~0.2 mg/kg에 해당하는 농도로 처리한 후 균질화를 수행하였다. 균질화된 배추는 다시 드라이아이스 첨가하여 blanding 함으로써 슬러쉬화 하였다. 이 시료를 100 g 씩 정확히 취하여 제약병에 소분화 하였고 소분된 용기 중 무작위로 10개를 선정한 다음 상·하 2부위씩 채취하여 잔류농약분석을 수행하였다. 기기분석을 통해 획득된 분석결과를 국제표준규격 ISO 13528의 통계처리에 따라 병내 표준편차(S_w), 병간 표준편차(S_b)를 측정된 결과, 모든 농약이 균질한 것으로 측정되었다. 또한, 배추 중 농약 안정성을 평가를 위해 30일간 3회 분석을 통해 잔류량을 산출하고 국제표준규격의 안정성 통계처리에 따라 평가를 실시한 결과, 모든 농약은 해당 기간동안 안정한 것으로 측정되었다. 이 연구에서 제조된 정도관리용 배추 분석표준시료는 잔류농약분석 숙련도시험에 활용에 적합한 것으로 검증되었고 실험실 내부 분석적 오류진단에 활용하여 내부정도관리를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

중심어 : 정도관리, 숙련도시험, 잔류농약분석, ISO 13528

연락처 E-mail : shewaspretty@korea.kr

P-042 >>

Residue Patterns of the Insecticide Dinotefuran in Chard

Ji-Eun Oh^{*}, Jae-Won Choi, Hee-Jin Roh, Ji-Hyun Choi, Gao Changhao, Jang-Eok Kim

Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Dinotefuran is a third generation neonicotinoid insecticide, which is widely used to control various harmful pest species, including plant bugs, plant hoppers, green rice leafhoppers. Indiscriminate use of dinotefuran is inevitably generating residues in the environment and crops, thus affecting the human health and quality of life. This study evaluated the residue patterns of insecticide dinotefuran and its metabolites(MNG, UF and DN) in greenhouse chard. Commercial dinotefuran(2% GR) was treated on soil following the recommended dose according to the safe use guidelines for chard after seeding. Chard was collected in three times such as 7 days before harvesting, harvesting day and 7 days after harvesting. Dinotefuran and its metabolites were analyzed using modified QuEChERS method and LC-MS/MS. The coefficient of correlation(R^2) was good linearity(≥ 0.99) with acceptable recoveries ranged from 88.0-117.8%. The total residue amount of dinotefuran in chard harvested at 33 d, 40 d and 47 days after planting were 0.22-0.24 mg/kg, 0.17-0.18 mg/kg and 0.07-0.08 mg/kg, respectively. Especially, dinotefuran and three major metabolites were detected 0.1 mg/kg (Dinotefuran), 0.05 mg/kg(MNG), 0.01 mg/kg(UF) and 0.03 mg/kg(DN) in 7 days before harvesting sample. Dinotefuran in chard decreased gradually from the initial concentration to approximately 69.6% after 14 days.

The Residue Patterns of Pesticide in Different Crop Parts: Case Study of Zucchini and Oats

Hui-Yeon Ahn^{*1}, Ji-Woo Yu¹, Min-Ho Song¹, Young-Soo Keum¹,
Jung-Hoon Lee¹, Geon-Woo Park, Ji-Won Shin, and Ji-Ho Lee¹

¹Department of Crop Science, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu,
Seoul, 05029, Korea.

Since the importance of food safety has increased, the studies of the residual characteristics of pesticides in foods are indispensable. Therefore, the Positive List System (PLS) was implemented in the Republic of Korea and Maximum Residue Limits (MRLs) for many crops have been established.

Thiacloprid, a widely used neonicotinoid insecticide, plays a critical role in modern agricultural practices to control a variety of pests. This study aims to compare the residue levels of thiacloprid in zucchini and zucchini leaves versus oats and oat straw, focusing on the pesticide's interaction with different crop characteristics.

There is a notable difference in pesticide residue levels between the fruits(zucchini and oat) and the non-reproductive parts (zucchini leaves and oat straw). Low residue levels were observed in their fruits, while zucchini leaves and oat straw tend to accumulate higher pesticide residues. This phenomenon is closely linked to the specific features of these crops. Due to the dilution effect caused by their volumetric growth, zucchinis are expected to demonstrate low residue levels, while oats, shielded by their husk layer, also present low levels of residue. These distinctions in pesticide residue distribution highlight the influence of crop-specific attributes on how thiacloprid is absorbed and retained within the plant.

This result will give fundamental data for establishing MRL of minor crops and be able to observe distinct patterns of pesticide residues between the fruits and non-reproductive parts of the crops.

P-044

QuEChERS 분석법 활용한 소면적 재배 작물 완두 중 Pyribencarb 와 KIE-9749 잔류특성 연구

김소희*, 이윤희, 김수민, 이예진, 정문주, 은혜란, 백재운, 신용호

동아대학교 응용생명과학과

Pyribencarb는 점무늬병 및 균핵병 방제에 사용되는 benzylcarbamate계 살균제로, 탄소-탄소 이중결합의 배열 형태에 따라 *E* (pyribencarb; major), *Z* (KIE-9749; minor) 두 개의 입체 이성질체로 나뉜다. 본 연구에서는 소면적 재배 작물인 완두 중 pyribencarb와 KIE-9749의 잔류특성을 구명하였다. 포장시험은 노지에서 실시하였으며, pyribencarb 20% 액상수화제를 2000배 희석하여 30-21일 (T1), 31-21-14일 (T2), 21-14-07일 (T3), 14-07-00일 (T4) 간격으로 각 3반복 살포하였다. 최종 약제 살포 후 종실과 꼬투리를 포함한 풋완두와 종실만 분리한 완숙 완두를 나누어 각 1 kg 이상 수확하였다. 분석 기기로 사용한 LC-MS/MS는 Shimadzu LCMS-8040이었으며, QuEChERS 분석법을 이용하였다. 전처리에는 5 g의 시료에 10 mL의 3차 증류수를 분취한 후 30분간 방치하여 흡윤화하였다. 그 후 acetonitrile 10 mL를 가하여 추출하고, EN15662 분배염(MgSO₄ 4 g, NaCl 1 g, Na₃Citr · 2H₂O 1 g, Na₂HCitr · 1.5H₂O 1 g)을 첨가하였다. 이후 PSA가 포함된 d-SPE로 정제하고, LC-MS/MS에 2 µL를 주입하여 분석하였다. Pyribencarb와 KIE-9749의 분석법상 정량한계(method limit of quantitation; MLOQ)는 0.01 mg/kg이었고, 검량범위 0.00125-0.25 µg/mL에서 검량선의 직선성은 상관계수(r^2) 0.999 이상으로 양호하였다. 분석법의 정확도 및 정밀도 확인을 위한 회수율 실험은 풋완두에서 0.01, 0.1 및 0.3 mg/kg으로 3수준, 완숙 완두에서 0.01 및 0.1 mg/kg 2수준 수행되었다. 풋 및 완숙 완두 중 pyribencarb와 KIE-9749의 회수율은 91.1-103.6% (RSD≤1.5%)으로 허용범위(70-120%, RSD≤20%) 이내를 만족하였다. 저장안정성 실험은 시료가 0.1 mg/kg이 되도록 표준용액을 처리하여 풋완두 87일, 완숙 완두 88일 보관 후 분석하였으며, 회수율 측정 결과 pyribencarb 및 KIE-9749는 99.6%-102.3% (RSD≤1.4%)로 나타나 분석법의 정확성 및 정밀성을 확보하였다. 또한 질량 분석 중 발생할 수 있는 매질에 의한 간섭현상을 확인하기 위하여 matrix effect 실험을 실시하였다. 풋완두에서 pyribencarb와 KIE-9749의 matrix effect는 각각 0.3%, -1.2%였으며, 완숙 완두에서는 -1.5%, -1.7%로 모두 soft effect 범위(≤±20%)를 만족하여 매질에 의한 간섭현상은 미미한 것으로 판단하였다. 검증된 분석법을 적용한 잔류성

연구 결과, 풋완두에서 T1의 합산잔류량은 LOQ 미만으로, T2-T4는 0.034-0.146 mg/kg의 범위 이내로 검출되었다. 완숙 완두에서는 T4를 제외한 모든 처리구에서 MLOQ 미만으로 검출되었으며, T4에서는 0.036 mg/kg의 낮은 잔류량을 보였다. 본 연구를 토대로 소면적 재배작물인 완두에 대하여 pyribencarb 및 KIE-9749의 잔류허용기준 마련과 안전사용기준설정 및 잔류특성의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

중심어 : 소면적, 완두, 작물 잔류특성, pyribencarb, KIE-9749, LC-MS/MS

P-045

HPLC-QTOF를 활용한 농산물 5종 중 농약 212성분 다성분 동시신속분석법 검증

정문주^{1*}, 김수민¹, 은혜란¹, 이예진¹, 이윤희¹, 김소희¹, 백재운¹, 문준관², 신용호¹

¹동아대학교 응용생명과학학

²한경대학교 식물자원조경학부

국내에서 일반적으로 적용하고 있는 식품 중 다중농약다성분 분석법은 저분해능 질량분석법(LRMS)를 활용한 표적분석(target analysis)으로, 개별 농약의 Multiple Reaction Monitoring(MRM) 조건 확립이 선행되어야 한다. 고분해능 질량분석법(HRMS)는 분자 질량값을 소수점 3-4째 자리까지 정확히 측정가능한 기술로, 높은 분해능에 따른 질량정확도(mass accuracy)가 증가하여 선택성이 우수하며 이로 인해 MRM 조건 미확립시에도 MS1 수준의 full scan 분석으로도 신속정확한 정성/정량 평가가 가능하다. 본 연구에서는 HRMS 중 하나인 HPLC-QTOF를 활용하여 대표 농산물 시료 5종(현미, 감자, 대두, 감귤 및 배추) 중 농약 212성분에 대한 정량한계, 검량선의 직선성, 정확성 및 정밀성을 확인하였으며, 분석법의 유효성 확인은 CODEX 가이드라인에 따라 검증을 수행하였다. HPLC-QTOF로 SCIEX X500R을 사용하였으며, full scan mode를 통한 MS1 수준의 정성/정량분석을 실시하였다. 기존의 식품공전의 잔류농약 다성분시험법-제2법을 통해 아세토니트릴(acetonitrile)으로 추출하여 EN15662 염으로 분배한 후 PSA가 함유된 d-SPE로 정제하여 최종 추출물 중 5 μ L를 HPLC-QTOF로 분석하였다. 분석법상 정량한계는 감자, 감귤, 배추의 경우 0.0025-0.05 mg/kg이고 현미, 대두의 경우 0.005-0.1 mg/kg이며 검량선의 상관계수(r^2)는 0.98 이상인 성분이 전체 중 86.8-89.6%로 직선성이 양호하였다. 회수율 시험의 처리농도는 0.01 및 0.1 mg/kg로 2 수준으로 수행하였으며, 시료 5종 중 212 성분에 대한 적정 회수율 70-120% (RSD $\leq$ 20%)에 포함되는 농약의 개수는 0.01 mg/kg 수준에서 134-185성분(63.2-87.3%), 0.1 mg/kg 수준에서 158-198성분(74.5-93.4%)이었다.

중심어 : 고분해능 질량분석기, 다성분시험법, 유효성 검증, HPLC-QTOF

연락처자 E-mail : 2271880@donga.ac.kr

당귀잎 중 살충제 Chlorantraniliprole의 농약 잔류특성 및 생산단계 잔류허용기준 설정

정문주^{1*}, 김수민¹, 김소희¹, 이윤희¹, 은혜란¹, 이예진¹, 최훈², 신용호¹

¹동아대학교 응용생명과학과, ²원광대학교 농식품융합대학 생명환경학과

Chlorantraniliprole은 디아미이드계(diamide) 살충제로 신경근육연접에서 칼슘이온의 방출을 조절하는 라이아노딘 수용체와 결합 시 과도한 근육 수축을 유발하여 당귀에기잎말이나방과 같은 나방류 및 기타 해충에 효과적이다. 본 연구는 출하 전 생산단계에서 당귀잎(*Angelica acutiloba* Kitagawa; *Angelica* leaves) 중 농약 chlorantraniliprole의 경시적 잔류감소 경향 파악 및 생물학적 반감기 산출을 위하여 수행하였다. 시험포장은 위도상 직선거리의 차이가 20 km 이상인 서로 다른 3개의 지역인 경상남도 산청군(포장 1), 전라북도 전주시(포장 2), 충청북도 제천시(포장 3)의 시설 재배지로 선정하였다. 농약의 안전사용기준에 따라 chlorantraniliprole 5% 입상 수화제를 2,000배 희석하여 14일 간격으로 2회 경엽처리하였으며, 최종 약제 살포 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10 및 14일에 걸쳐 총 8회 수확하였다. 시료의 전처리는 식품의약품안전처의 식품공전 중 잔류농약 다성분 시험법-제2법에 따라 QuEChERS (EN 15662)법으로 수행하였으며, 최종추출물 중 5 μ L를 LC-MS/MS에 주입하여 분석하였다. 당귀잎 중 chlorantraniliprole의 분석법상 정량한계(MLOQ)는 0.01 mg/kg이었으며, 검량범위 0.005-0.5 mg/kg에서의 검량선의 상관계수(r^2)는 0.999 이상으로 양호한 직선성을 보였다. 회수율 시험은 MLOQ (0.01 mg/kg), 10MLOQ (0.1 mg/kg) 및 Maximum Residue Limit (MRL; 4 mg/kg 수준으로 수행한 결과, 각각 94.5% (RSD 4.1%), 99.0% (2.2%) 및 94.9% (0.5%)의 유효한 회수율 범위를 나타내었으며, 저장안정성 시험은 1 mg/kg 수준에서 98.8% (5.0%)의 우수한 회수율 결과를 보였다. 포장별 농약 잔류량은 포장 1에서 22.0-3.02 mg/kg, 포장 2에서 14.7-0.61 mg/kg, 포장 3에서 22.6-3.05 mg/kg로 모두 경시적 잔류감소 경향을 나타내었으며, 잔류농약의 생물학적 반감기는 포장별로 각각 5.0일, 5.0일, 6.9일이었다. 해당 결과를 바탕으로 당귀(잎)의 생산단계 농약 잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit; PHRL)의 제안 및 설정을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

중심어 : 당귀잎, 생산단계 잔류허용기준, Chlorantraniliprole, LC-MS/MS, QuEChERS

연락처자 E-mail : 2271880@donga.ac.kr

P-047 >>

Direct Determination of Amitraz and 2,4-DMA Residues in Chicken and Egg by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometer

Jonghwa Lee*, Juhyeon Park, Seungwan Jee, Mi-Ok Yun

Hazardous Substances Analysis Division, Gyeongin Regional Office of Food and Drug Safety,
Incheon, Korea

A simple high-throughput liquid chromatography/tandem mass spectrometry (LC/MS-MS) method was developed for the determination of amitraz and its metabolite, 2, 4-dimethylaniline(2,4-DMA) in chicken and egg using a modified QuEChERS sample preparation method. Two multiple reaction monitoring (MRM) channels were monitored in the method for each target compound to achieve true positive identification. Different strategies for sample extraction, method validation, and data analysis are being investigated. The method was validated using a chicken and egg sample without pesticide residues used as a blank and spiked to 0.01, 0.02 and 0.10 mg/kg. Mean recoveries for pesticides ranged from 70 to 120% with $RSD \leq 15\%$. Linearity of the detector response with a minimum coefficient of determination (r^2) value of more than 0.995 was demonstrated in the range of 5 to 100 ng/mL for each analyte. This sensitive and selective method provides rapid and accurate measurement of inappropriate use of pesticides or contamination due to human activities.

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

오은빈*, 김동주, 함영진, 김준영, 이채연, 배병진¹, 박종우¹, 김태화¹, 경기성

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과

¹(주)분석기술과미래

2024년 1월 1일부터 축·수산물에서 농약 허용물질목록관리제도(positive list system, PLS)의 도입이 예정되면서 신뢰할 수 있는 잔류농약 분석법의 필요성이 제고되고 있는 실정이다. 이 연구에서는 수산물 중 잔류농약 기준을 확대하기 위해 해수어 중 넙치를 대상으로 잔류농약 195 성분에 대한 다성분동시분석법의 유효성을 검증하였다. 시료의 전처리에는 QuEChERS법을 이용하였으며, 최종 확립된 전처리법은 균질화한 시료에 아세트니트릴 10 mL를 가하여 진탕추출한 후 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 (MgSO_4 150 mg, PSA 25 mg, C18 25 mg) tube로 정제하고, 원심분리하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 모두 0.01 mg/kg이었으며, 검량선 범위 2-100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 결정계수는 $R^2 \geq 0.98$ 이상으로 나타났다. 회수를 시험 결과 195 성분 모두 LOQ 수준에서 60-120%, 변이계수 30% 이하였으며, 2LOQ 및 10LOQ 수준에서는 70-120%, 변이계수 20% 이하를 만족하여 확립한 다성분동시분석법은 적합하다고 판단되었다.

중심어 : LC-MS/MS, 광어, 수산물, 다성분동시분석, 잔류농약

연락저자 E-mail : kskyung@cbnu.ac.kr

P-049

LC-MS/MS를 활용한 소면적 작물 완두 중 Metconazole의 잔류 특성

김수민*, 정문주, 은혜란, 김소희, 이예진, 이윤희, 백재운, 신용호

동아대학교 응용생명과학과

본 연구는 소면적 작물 완두(꽃완두 및 완두콩)를 대상으로 triazole계 살균제 metconazole에 대한 잔류특성을 구명하고자 수행하였다. 시험포장은 충청북도 괴산 소재의 노지재배 농가로 시험 약제 metconazole 20% SC를 3,000배 희석하여 4개 처리구(31-21일, 31-21-14일, 21-14-7일, 14-7-0일)에 10 a 당 150 L의 약량으로 살포하였다. 시료는 최종 약제 처리일에 모든 처리구에서 일시 수확하여 분석 전까지 -20℃에서 냉동보관하였다. 꽃완두는 꼬투리를 포함한 시료 전체, 완두콩은 꼬투리를 제거한 알곡을 분석하였다. 시료 전처리를 위해 마쇄하여 균질화한 시료 5 g을 칭량하여 증류수 10 mL로 1시간 동안 습윤화한 뒤 acetonitrile 10 mL를 가하고 진탕추출하여 QuEChERS EN 염(MgSO₄ 4 g, NaCl 1 g, Na₃citrate · 2H₂O, Na₂Hcitrate · 1.5H₂O)를 첨가 후 진탕하여 원심 분리하였다. 이후 상등액 1 mL를 d-SPE (150 mg MgSO₄, 25 mg PSA)에 적하후 혼합하여 정제한 뒤 13,000 rpm에서 원심분리하여 상등액을 acetonitrile로 희석하여 매질보정한 후 그중 3 µL를 LC-MS/MS로 분석하였다. 꽃완두와 완두콩 중 metconazole의 분석법상 정량한계는 0.01 mg/kg이었으며, 검량 범위 0.00125-0.1 mg/L에서 검량선 상관계수(r^2)는 0.99 이상으로 양호한 직선성을 보였다. 분석법의 정확도 및 정밀도를 확인하기 위해 0.01, 0.1 및 1 mg/kg의 3수준으로 회수율 시험을 진행한 결과 꽃완두에서 100.8-110.4%, 완두콩에서 98.4-107.6%로 모두 유효 회수율 허용 범위인 70-120% (RSD ≤20%) 내에 포함되었다. 0.1 mg/kg 수준으로 진행한 저장안정성 연구의 회수율 결과는 꽃완두에서 97.1-102.3%, 완두콩에서 97.5-99.0%로 유효성분은 저장기간동안 화학적으로 안정하였다. 꽃완두 중 metconazole의 최대잔류량은 31-21일 처리구에서 정량한계 미만 (<0.01 mg/kg), 31-21-14일 0.04 mg/kg, 21-14-7일 0.08 mg/kg, 14-7-0일 0.83 mg/kg이었으며, 완두콩 중 metconazole의 최대잔류량은 31-21일에서 정량한계 미만, 31-21-14일 및 21-14-7일 0.01 mg/kg, 14-7-0일 0.03 mg/kg이었다. 완두는 꼬투리 구조가 있어 약액이 종실에 직접 접촉되지 않으므로 꼬투리를 포함한 꽃완두보다 꼬투리를 제거한 완두콩에서의 잔류량이 적게 나타났다고 판단된다.

수도작에서 멀티콥터(드론)을 활용한 항공 살포 시 전착제 첨가에 따른 Tricyclazole의 비산 양상 비교

은혜란*, 김소희, 정문주, 김수민, 백재운, 이예진, 이윤희, 신용호

동아대학교 응용생명과학과

농촌 인구의 감소와 고령화로 인한 노동력 감소 및 농업의 첨단화로 멀티콥터를 활용한 항공 방제의 수요가 증가하고 있다. 이러한 살포 방식의 안전성을 확보하기 위해서는 멀티콥터를 이용한 항공 살포시 발생할 수 있는 비산에 대한 대책 마련이 필요한 실정이다. 본 연구는 멀티콥터(드론)를 활용하여 농약 살포 시 전착제 첨가에 따른 수도작에서 tricyclazole의 비산 양상을 비교하고자 수행하였다. 시험 포장은 전라북도 부안군 하서면으로 선정하였으며, 포장 내 비산량 측정을 위해 각 시험구당 cellulose 재질의 patch를 살포 경로(0 m) 주변에 3장 배치 후 좌우로 1, 3, 5, 7, 10 m 간격으로 하나씩 배치하여 총 13장을 설치하였으며 각 처리구 반복($n = 5$) 당 8 m 간격으로 설정하였다. 시험 약제는 tricyclazole 8% 액상수화제를 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)이며, 각각 3 m 고도에서 11 km/h의 속도로 살포하였다. Patch는 살포 직후 즉시 수거하여 전처리 전까지 -20°C 의 온도에서 냉동 보관하였다. 비산량 측정을 위한 검량범위는 1.25-250 ng/mL이었으며, 상관계수(r^2)는 0.99 이상으로 양호한 직선성을 보였다. 잔류경향 및 비산저감율은 patch 면적을 처리면적으로 환산하여 산출하였으며, 비산 구역은 패치를 배치한 지점까지를 면적으로 하였다. 분석 결과, 살포 경로(0 m)에서의 평균 잔류량은 A, B, C, D, E에서 32 m^2 기준 각각 1,168, 1,449, 536, 938 및 495 mg으로 확인되어 전착제를 첨가한 처리구에서 잔류량이 공통적으로 증가하는 경향을 보였다. 살포 경로(0 m)로부터 거리에 따른 비산량을 확인한 결과, 모든 처리구에서 살포 경로(0 m)로부터 멀어질수록 잔류량이 감소하는 경향을 보였다. 전체 잔류량 대비 좌우 1-10 m 범위 내 비산율은 A, B, C, D, E 각각 17.6, 13.0, 37.1, 13.4 및 25.1%이며, 전착제 미포함 처리구 대비 비산저감율은 C기준으로 A, B 각각 52.5%, 64.9%, E기준으로 D는 46.6%로 전착제 첨가 시 tricyclazole 액상수화제의 비산이 저감되는 것을 확인하였다.

중심어 : 멀티콥터, tricyclazole, 전착제, 비산 저감, 수도작

P-051 >>

Large-Scale Cultivation of *Achromobacter* sp. GHC2-5, a N-methylcarbamate-Degrading Microorganism and the Formulation of Microbial Agent

Ji-hwan Lim, Sun il Seo, Haeseong Park and Pyoung Il Kim*

Center for Industrialization of Agricultural and Livestock Microorganism

Carbamate insecticides have made substantial contributions to improving agricultural productivity over an extended period. However, their excessive use and improper management practices have led to the acceleration of soil and water pollution. Recently, microbiological approaches have successfully enabled the bioremediation of contaminated farmlands. In this study, we isolated a bacterium capable of degrading N-methylcarbamate pesticide-contaminated soils. Through 16S rDNA analysis, we identified the strain GHC2-5 as a member of *Achromobacter*. GHC2-5 exhibited the ability to degrade 99% of carbofuran in R2A medium at a concentration of 100 mg L⁻¹ within 5 days. We also sought to optimize the culture medium composition and conditions for cost-effective and efficient mass production of the strain. Our research successfully determined an ideal media composition for large-scale culture, comprising 0.5% glucose, 0.8% yeast extract, 0.15% NaCl, 0.25% K₂HPO₄, 0.05% Na₂CO₃, and 0.1% MgSO₄. Moreover, we developed a microbial agent utilizing a 1.5-ton fermenter, incorporating varying concentrations of skim milk (10%, 15%, and 20%) as key components. This microbial agent demonstrated remarkable storage stability under low-temperature conditions, retaining its efficacy for at least 3 months. Based on these findings, we propose that the *Achromobacter* sp. GHC2-5 holds significant promise as a cost-effective microbial agent suitable for a wide range of agricultural applications.

P-052

Verification of an Analytical Method for Determination of 18 Pesticides in Organic Materials using Modified QuEChERS Extraction and LC-MS/MS and GC-MS/MS

Eun Joo Baek*, Hyejin Park, ChaiUk Lim, Kyungeun Yu, Han Sol Lee, SoHee Park, Dogyung Oh Namkuk kim, Seong Hun Lee and Sung-Hee Hong

Experiment and Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service

Organic farming materials that help preserve the environment and promote the organic growth of agricultural products. In Korea, organic synthetic pesticides must not be detected in organic farming materials for soil amendments and biopesticides. So, proper management of the organic farming materials must be prioritized. It is necessary to establish an analytical method that can accurately and reliably analyze residual pesticides in organic farming materials with various properties such as extracts and oil. In this study, a modified QuEChERS method for the simultaneous determination of 18 pesticide residues in organic farming materials was validated. Organic farming material samples were extracted using a solution of 1% formic acid in acetonitrile, along with 4 g of MgSO_4 and 1 g NaCl. The samples were then analyzed using LC-MS/MS and GC-MS/MS. The limit of quantification (LOQ) of methods were below 0.05 mg/kg^{-1} , and the coefficient of determination (R^2) of matrix-matched standards were > 0.98 . The method was validated using organic farming materials in oil or extract type matrices at 0.05, 0.25, 0.5 mg/kg. For 18 of the analytes, recoveries were within 70-12% for all five matrices in the validation range with relative standard deviations (RSD) 22%. In order for the developed method to be certified as an analytical method determined by the head of NAQs, cross-validation of the three labs is in progress.

Keywords : LC-MS/MS, GC-MS/MS, Organic farming materials, Pesticide, Validation

Corresponding author E-mail : qrgh1004@korea.kr

P-053 >>

Development of an Analytical Method for Rotenone in Leached Tea using LC-MS/MS

Cheol-Hwan Hwang^{*}, Hae-Soon Lee, Jin-Hyun Kim, Seung-Hyeon Jung

Food Safety Science Institute, Ottogi Corporation, Republic of Korea

Rotenone is a chemical component obtained from the roots of the legume(*Derris elliptica*) and is used as a vegetable insecticide or pesticide, and is an unauthorized pesticide in Korea. Recently, Taiwan's Food and Drug Administration(TFDA) had residual detected rotenone in Korean leached tea, so the analytical method for rotenone in leached tea was required. To verify the analysis method, specificity, linearity(matrix-matched calibration curve), accuracy, and precision were confirmed. In order to establish analysis conditions using LC-MS/MS and select an extraction method with excellent efficiency, acetonitrile and acidified acetonitrile were compared, based on the QuEChERS EN method, and the purification method was applied. The limit of quantification was 0.01 mg/kg, and the calibration curve showed a high linearity($r^2 > 0.999$). The accuracy and precision confirmed by processing at 3 concentrations were 90-95% and RSD was less than 3%, all meeting the standards required by domestic and international guidelines. Therefore, the analysis method established in this study can be used to quickly and accurately analyze the residual concentration of rotenone in leached tea.

HPLC를 이용한 Captan · Chlorothalonil 과실붕지제 분석법 확립

원미선, 박은성, 김효경, 이선영

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

본 연구는 과실붕지제로 일반과실붕지제와 달리 Captan과 Chlorothalonil의 성분이 함유되어 황금배 품종의 동녹 방지를 위해 개발된 살균제 Captan · Chlorothalonil 과실붕지제의 분석법 확립에 관한 것이다.

Captan은 1952년에 Standard Oil Development사에 의해 개발된 살균제로 국내에 1975년 등록되어 역병, 탄저병, 노균병등을 방제하는 목적으로 사용되며 Chlorothalonil은 1962년 미국 Diamond Shamrock사에 의해 개발된 유기염소계 비이행성의 경엽처리 살균제로 국내에는 1970년부터 탄저병 방제 등을 목적으로 사용되고 있다.

Captan은 무색의 결정으로 이화학 특성으로는 분자량 300.6 g/mol, 분자식 $C_9H_8Cl_3NO_2S$, 증기압 1.38 MPa(25℃)이며, Chlorothalonil은 무색의 결정으로 분자량 265.9 g/mol, 분자식 $C_8Cl_4N_2$, 증기압 0.076 MPa(25℃)으로 분자구조 등의 화학성과 물리성을 고려하여 혼합표준용액의 검량선을 작성하여 HPLC 기기분석법을 확립하고자 하였다.

주성분 및 방해성분 등의 머무름 시간, 주성분의 분리도, 직진성 등을 고려하여 외부표준법으로, 이동상은 Acetonitrile과 증류수(70:30 V/V), 컬럼은 ODS type(250mm×4.6mm, 내경 5μm)을 사용하였다.

분석법의 적합성을 검증하기 위하여 표준용액을 5point의 농도(10,20,25, 30,50ppm)로 제조하여 검량선으로 그려 직선성을 확인한 결과 상관계수(r^2)가 0.9980(Captan), 1.0000(Chlorothalonil)로 양호하였다. 또한 외부표준법을 사용하여 표준품 및 시료를 비교 분석해 본 결과 주성분과 방해물질의 분리가 양호한 것으로 판단되었고 시제품을 분석한 결과 Captan $0.0448 \pm 0.0019\%$, Chlorothalonil $0.0657 \pm 0.0067\%$ 였다. 따라서 직진성 및 표준편차 등의 결과를 종합하면 본 분석법뿐 아니라 시제품의 제제 안정성도 확립된 것으로 판단된다.

P-055 >>

Validation of an Analytical Method for the Determination of Amitraz and Pymetrozine in Organic Farming Materials using QuEChERS Extraction and Liquid Chromatography–tandem Mass Spectrometry

SoHee Park*, Hyejin Park, ChaiUk Lim, Kyungeun Yu, Han Sol Lee, Eun Joo Baek, Dogyung Oh, Namkuk Kim, Seong Hun Lee and Sung-Hee Hong

Experiment and Research Institute, National Agricultural Products Quality Management Service

Amitraz and Pymetrozine are insecticides that cannot be quantified using 463 multi-component analysis methods in organic farming materials due to their physicochemical characteristics. Therefore, this study was conducted to develop and validate an analytical method for accurately and quickly quantifying Amitraz and Pymetrozine in organic farming materials using the modified QuEChERS extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). Organic farming materials was adjusted to pH 10 using 12N NaOH and extracted with acetonitrile and QuEChERS EN buffer, and then centrifuged and detected by LC-MS/MS. To validate the method, recovery tests were performed on three types of organic farming materials at three spiking levels (0.05, 0.25, 0.5 mg/kg⁻¹). The coefficient of determination(R²) was more than 0.99 at matrix-matched calibration curves and limit of quantification (LOQ) of methods were below 0.05 mg/kg⁻¹. The recovery rate ranges for Amitraz and Pymetrozine were 70.1~94.0% and 72.5~90.2% with associated relative standard deviations(RSD) less than 10%. In order for the developed method to be certified as an analytical method determined by the head of NAQS, cross-validation of the three labs is in progress.

Keywords : LC-MS/MS, Organic farming materials, Amitraz, Pymetrozine, Validation
Corresponding author E-mail : sh0526@korea.kr

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Chlormequat 시험법 개선

배지연*, 윤다영, 곽혜민, 최원조, 장귀현, 신동우

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

중국산 흰목이버섯 중 chlormequat 검출 위해정보에 따라 전처리 과정이 복잡하고 정량한계가 PLS 기준을 미충족하는 식품의약품안전처에 고시된 현행 chlormequat 시험법을 신속하게 개선하고 향후 관련 부서의 대응관리에 활용하고자 하였다. 대표 농산물(현미, 감자, 대두, 감귤, 배추, 목이버섯)을 1% 포름산 함유 50% 메탄올 용액으로 추출한 후 HLB 카트리지로 정제하고 LC-MS/MS로 분석하였다. LC-MS/MS 분석으로 발생하는 매질효과를 고려하여 0.0002~0.05 mg/L 범위에서 무처리 시료 첨가법으로 검량선을 작성하여 정량하였으며, 검량선의 결정계수(R^2)는 0.99 이상으로 높은 직선성을 나타내었다. 정확성 및 반복성을 검증하기 위해 6종의 농산물에 정량한계, 정량한계 10배, 정량한계 50배 수준에 해당하는 농도를 처리하고 회수를 실험을 한 결과 평균 회수율은 77.0~99.2%, 상대표준편차는 7.4% 미만으로 나타났으며, 식품의약품안전평가원의 ‘식품등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)’을 만족함을 확인하였다. 식품위해정보에 대응하여 노후 시험법을 개선하고 효율적인 시험법을 마련함으로써 농산물 중 잔류농약 안전관리에 활용가능할 것으로 판단되었다.

P-057

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Lancotrione-sodium 시험법 개발

박채영*, 이수정, 구선영, 반선우, 이정미, 장귀현, 신동우

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

란코트리온-소듐은 aroylcyclohexanedione 계열 제조제로 플라스틱은 생합성 경로에 관여하는 p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD)를 억제하여 잡초의 성장을 방해한다. 란코트리온-소듐은 코덱스(Codex), 유럽(EU), 미국(EPA)에서는 미등록 농약이며, 일본(JECRF)에서는 쌀에 대하여 0.01 mg/kg으로 잔류허용기준이 설정되어 있고, 잔류물의 정의를 모화합물로 하고 있다. 국내에 신규 농약 등록을 신청함에 따라 본 연구에서는 농산물 중 란코트리온-소듐과 대사산물 2-chloro-3-[2-(1,3-dioxolan-2-yl)ethoxy]-4-(methanesulfonyl)benzoic acid(MSBA)의 잔류량을 분석하기 위한 시험법을 마련하고자 하였다. 란코트리온-소듐과 MSBA의 물리화학적 특성을 고려하여 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe)법을 응용한 0.5% (v/v) 포름산 함유 아세토니트릴을 추출용매로 하는 Original법으로 추출조건을 선정하였으며, C₁₈ 카트리지를 이용하여 정제조건을 마련하였다. 분석장비로는 정밀한 분석을 위하여 LC-MS/MS를 이용하였다. 결정계수(R²)는 모두 0.99 이상으로 우수하였으며 정량한계는 0.01 mg/kg으로 나타났다. 대표 농산물 5종(현미, 감자, 대두, 감귤, 고추)에 대하여 정량한계, 정량한계 10배, 정량한계 50배 수준으로 처리하여 회수율 실험을 한 결과 란코트리온-소듐의 경우 평균 회수율(n=5)은 77.3-107.0%, 상대표준편차(RSD)는 6.2% 이하로 나타났으며, MSBA의 경우 평균 회수율(n=5)은 81.6-97.8%, 상대표준편차(RSD)는 2.9%로 나타났다. 본 연구는 국제식품규격위원회 가이드라인의 잔류농약 분석 기준 및 식품의약품안전평가원의 '식품등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)'에 적합하였으며, 향후 공정시험법으로 활용될 예정이다.

GC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Flometoquin의 시험법 개선

윤다영*, 배지연, 곽혜민, 최원조, 장귀현, 신동우

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

Flometoquin은 quinoline 계열 살충제로 식약처에서 농산물 중 잔류허용기준(Maximum Residue Limits, MRL)은 가지 등 16종에 대하여 0.05-15 mg/kg으로 설정되어있으며, 모화합물을 잔류물의 정의로 설정하여 관리하고 있다. 2020년도에 신규 농약으로 식품 공전 시험법(7.1.3.11)이 고시되었으나, pH 조절과 감압농축, 빈번한 액액분배 과정 등 전처리법에 장시간이 소요되므로 신속하고 정확한 시험법 마련이 필요하다. 따라서 본 연구는 농산물 중 Flometoquin의 안전 관리를 위한 시험법을 개선하기 위해 수행하였다. 시료를 아세토니트릴로 추출한 후 QuEChERS-EN염을 넣어 분배하고 d-SPE를 이용한 정제법을 최적화하여 GC-MS/MS에 의한 분석법을 확립하였다. 시험법의 유효성 검증을 위해 5종의 대표 농산물(현미, 대두, 감귤, 감자, 고추)을 대상으로 정량한 계인 0.01mg/kg, 정량한계 10배 수준인 0.1mg/kg, 정량한계 50배 수준인 0.5 mg/kg의 처리농도로 회수율 실험한 결과 직선성의 결정계수 (R^2)는 0.99 이상이었으며, 실험실 내 평균 회수율은 84.8-114.1%, 상대표준편차는 13.6% 이하이었고, 실험실 간 평균 회수율은 90.1-103.6%, 상대표준편차는 12.2% 이하로 나타났다. 이러한 검증 결과는 국제식품규격위원회 가이드라인(CAC/GL 40-1993, 2003)의 잔류농약 분석 기준 및 식품의약품안전평가원의 '식품등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)'에 적합한 수준임을 확인하였다. 본 연구에서 개발한 시험법은 기존 시험법(7.1.3.11)보다 분석 시간 및 시약 소모량이 단축되었으며 현행 다성분 시험법(7.1.2.2)과 동일하여 일상 검사 시, 활용도가 높을 것으로 사료된다.

P-059

LC-MS/MS를 이용한 농산물 중 Metiltetraprole 시험법 개발

박채영*, 이수정, 구선영, 반선우, 이정미, 장귀현, 신동우

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

메틸테트라프롤은 phenylpyrazole 계열 살균제로 시토크롬bd1 효소 복합체(복합체 III)의 Qo부위(외부퀴놀산화 부위)에 결합함으로써 미토콘드리아의 호흡을 억제하고 시토크롬b와 c1 사이의 전자 이동을 차단하고 ATP의 생성을 중단시킴으로써 세포에 에너지 부족을 초래한다. 메틸테트라프롤은 코덱스(Codex), 유럽(EU), 미국(EPA)에서는 미등록 농약이며, 일본(JECRF)에서는 사탕무, 사과, 차에 대하여 각각 0.2, 7, 50 mg/kg으로 잔류허용기준이 설정되어 있고 잔류물의 정의를 모화합물로 관리하고 있다. 국내에 신규 농약 등록을 신청함에 따라 본 연구에서는 농산물 중 메틸테트라프롤과 대사산물인 1-(2-[[2-(4-chlorophenyl)-2,5-dihydro-5-oxo-1H-pyrazol-1-yl]methyl]-3-methylphenyl)-1,4-dihydro-4-methyl-5H-tetrazol-5-one (ISS7)의 잔류량을 분석하기 위한 시험법을 마련하고자 하였다. 메틸테트라프롤과 ISS7의 물리화학적 특성을 고려하여 아세토니트릴을 추출용매로 사용하는 QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe)법을 이용하여 추출 및 정제조건을 확립한 후 LC-MS/MS를 분석기기로 선정하였다. 결정계수(R^2)는 모두 0.99 이상으로 우수하였으며 정량한계는 0.01 mg/kg으로 나타났다. 대표 농산물 5종(현미, 감자, 대두, 감귤, 고추)에 대하여 정량한계, 정량한계 10배, 정량한계 50배 수준으로 처리하여 회수를 실험한 결과 메틸테트라프롤의 경우 평균 회수율($n=5$)은 86.5-106.6%, 상대표준편차(RSD)는 3.0% 이하로 나타났으며, ISS7의 경우 평균 회수율($n=5$)은 91.0-103.3%, 상대표준편차(RSD)는 2.4%로 나타났다. 본 연구는 국제식품규격위원회 가이드라인의 잔류농약 분석 기준 및 식품의약품안전평가원의 '식품등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인(2016)'에 적합하였으며, 향후 공정시험법으로 활용될 예정이다.

Quantitative Analysis of Trihalomethane as a Potential Methanogenesis Inhibitor in Green Algae

Sang-Woo Kang^{*,1}, Jin-Seong Kim¹, Kyeng-Yeol Oh¹, Jin-Hyo Kim¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Division of Applied Life Science, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828 Republic of Korea

Methane, which exhibits a greenhouse effect 84 times greater than carbon dioxide as a greenhouse gas, is predominantly emitted through anaerobic enteric fermentation in cows. Thus, the research on methane emission reduction from livestock by the feeding of low-methane emission functional feed is ongoing. Trihalomethanes (THMs), more specifically bromoform, was reported the potential of methane emission reduction in cow, and the seaweed containing bromoform was suggested as the functional feed materials. This study investigated the amount of THMs in two green algae that were harvested in Korean coast (*Codium fragile* and *Ulva lactuca*). The freeze-dried *C. fragile* and *U. lactuca* was extracted with tert-butyl methyl ether, and quantitatively analyzed chloroform, bromoform, iodoform, dibromochloromethane and bromodichloromethane by GC- μ ECD with DB-5 (0.25 μ m, 30 m x 0.25 mm). In the two green algae, only chloroform was detected on 4.5 mg kg⁻¹ for *C. fragile* and 3.4 mg kg⁻¹ for *U. lactuca*.

P-061 >>

Near Infrared Treatment Effect on Young Barley Leaf Growth

Sang-Woo Kang^{*,1}, Jin-Seong Kim¹, Kyeng-Yeol Oh¹, Jin-Hyo Kim¹

¹Department of Agricultural Chemistry, Division of Applied Life Science, Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828 Republic of Korea

The growth of plants can be affected by light quality and quantity, and these light effects are significant in the smart-farm industry because they are directly related to energy costs. Visible light (400 to 700 nm) is required for the photosynthesis and stimulation of plant metabolism; however, the effect of near-infrared (NIR), ranging from 740 to 1000 nm beyond the visible spectrum, was not apparent for the growth effect. Herein, the growth stimulation effect of NIR on young barley leaves (YBL) was investigated. YBL were cultivated through hydroponics and white LED and NIR was applied for 12 hours. The irradiated NIRs were 740nm, 850nm, and 940nm. The indoor temperature was maintained at a constant 20-22°C. The leaves were harvested when they reached to 15 cm in the length, then dried at 45°C for 48 hours. The growth of YBL was compared with the average weight of the fresh and the dried samples. The measured fresh weights were 57.50 ± 4.03 g for the non-IR group, 62.99 ± 2.60 g for the 740 nm group, 60.62 ± 3.17 g for the 850 nm, and 77.79 ± 10.30 g for the 940 nm as fresh weight, respectively.

HPLC를 이용한 Fluazaindolizine 분석법 확립

박은성*, 원미선, 김효경, 이선영

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과

본 연구는 국내 신규 도입된 살충제 Fluazaindolizine의 분석법 확립에 관한 것이다. Fluazaindolizine은 Sulfonamide계에 속하며 다양한 환경에 적절히 사용될 수 있고 작물체의 근권을 강화하여 선충에 의한 작물 피해를 감소시켜 작물체의 물과 영양분의 이용이 원활하게 함으로써 수량의 증대를 가져옴으로 중요한 해충 방제에 기여될 것으로 기대된다.

Fluazaindolizine의 물에서 용해도는 56.1 mg/L이고, 옥탄올/물 분배계수인 Log Kow (20℃)는 2.24(pH 4)로 친유성이며, 물질분류 물리적 위험성에 있어서 우려할 만한 점은 없다. 또한 연갈색 분말로서 이화학 특성으로는 분자량 468.24 g/mol, 분자식 $C_{16}H_{10}Cl_2F_3N_3O_4S$, 증기압 2.04×10^{-7} Pa (20℃), 융점 218.5℃, 밀도 1.390 g/cm³(20℃) 등이 있다. Fluazaindolizine의 분자구조 등의 화학성과 물리성을 고려하여 HPLC를 이용한 분석법을 확립하고자 하였다. 주성분 및 방해성분들의 머무름시간, 주성분의 분리도 등을 고려하여 내부표준물질로 Di-n-propyl phthalate (DNPP)를, 이동상으로는 아세트니트릴/0.1%인산용액/(60/40 v/v)를, 컬럼으로 C₁₈(250 mm × 4.6 mm, 내경 5 μm)을 사용하였다. 본 분석법의 적합성을 검증하기 위하여 5point의 농도를 조제하여 직선성을 확인한 결과 상관계수(r^2)가 0.9999로 양호하여 본 분석법은 확립된 것으로 판단되었다.

P-063

무인보트 활용 수도작 제초제 펜퀴노트리온 · 펜트라자마이드 · 이마조선틸론 액상수화제 살포 시 약효 · 약해 조사

노진호*, 박정현¹, 김상수, 류지혁, 이상협

국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과, ¹리서치팜

벼(논벼)는 2022년에 726,745ha의 면적에 재배되는 주요 작물이지만, 농가 인구 감소 및 고령화에 따라 새로운 농약살포 기술 요구 증대되고 있다. 재배면적이 좁은 벼 재배 농가의 경우에 벼 제초제 살포작업은 손살포 또는 간이 장비로 살포하는 경우가 많고, 고된 작업이어서 이에 대한 대안이 필요하다. 벼 재배면적이 넓은 농가의 경우에는 벼 제초제 살포는 무인헬기, 멀티콥터(드론) 등 회전익을 가진 농약살포 장비가 농업 현장에서 방제용으로 쓰이고 있으나, 이를 농업인이 사용하려면 충분한 교육 등이 필요하며, 공항 또는 군사시설 및 휴전선 근처에서는 사용이 제한되기 때문에 대안이 필요한 실정이다. 그리하여, 무선으로 작동하고 조정이 비교적 쉬우며 사용의 제한사항이 상대적으로 적은 무인보트(무선 조정 에어보트)가 벼 제초제 살포작업 편의성 등의 이유로 농업현장에서 사용되고 있으며, 일부 지자체에서는 무인보트에 대한 시범사업을 농업인 자부담을 포함하여 보급하고 있다. 또한, 농약회사는 무인보트 사용 제초제에 대해 광고, 판매하고 있는 실정이나, 무인보트 제초제 살포 관련 약효 관련 자료는 거의 없어서 이에 대한 자료가 필요하다. 따라서, 이 연구에서는 벼 재배 시 제초제로 널리 사용되는 fenquinotriol · fentrazamide · imazosulfuron(4+6+1.5)% 액상수화제를 무인보트를 사용해서 살포한 후 약효 · 약해를 평가하고자 하였다.

시험은 전북 완주의 농가 논지 포장에서 수행하였으며, 시험품종은 신동진이었으며, 시험농약으로는 펜퀴노트리온 · 펜트라자마이드 · 이마조선틸론 액상수화제 11.5% 액상수화제를 1회 살포하였으며, 무인보트 처리구와 손처리구로 나누어서 시험하였다. 시험결과로는 시험약제 모두 보트처리구와 손처리구에서 약효 및 약해 차이를 발견하지 못하여, 보트를 이용한 중기제초제 처리에 문제가 없을 것으로 판단되었다. 이 연구결과로 무인보트를 사용한 작물 방제에 기초자료로 활용하고자 한다.

Investigation of Phosphine Resistance of *Tribolium castaneum* Collected in 2023 Using a Phosphine Tolerance Test Kit

Ji-Eun Choi*, Won-Jeong Choi, Jun-Ran Kim, Bong-Su Kim, Kwang-Ok Moon

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea

Phosphine resistance of stored product pests has 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 Torance Test Kit(DDPTTK), is globally used for rapid detection in field populations of *Tribolium castaneum*. DDPTTK 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 21 regions in Korea were investigated by exposure to 3,000 ppm concentrations of phosphine from DDPTTK method. Results were compared with standard groups of susceptible, weak resistant, and strong resistant to phosphine, supplied from Australia. The DDPTTK results of *T. castaneum* collected in 2023 showed that KT_{50} and KT_{100} were 3.3~7.0 min, and 5.3~15.1 min, and RT_{50} and RT_{100} were 9.5~93.1 min and 42.6~158.9 min. All regions except Jincheon were indicates to be susceptible, and KT_{100} was 15.1 ± 0.4 min in Jincheon, which was confirmed to be weak resistant.

P-065

Phytotoxicity of Combined Treatment, Ethyl Formate and Phosphine with Low-temperature, on Kiwifruit

Sung-woo Cho*, Kwang-Ok Moon, Jun-ran Kim and Bong-su Kim

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea

Kiwifruit is one of the most popular fruits in Korea. Because most of kiwifruits are imported from other countries like New Zealand and Chile, it is important to prevent invasion of pests when kiwifruits are imported. Fumigation is a commonly used method to eradicate pests in plant quarantine, and it kills pests effectively within short time. But recent researches indicate that phytotoxicity may can be appeared that affect the quality of the product when fumigation. Low-temperature treatment is a physical treatment method, and it is known that it causes less damage on product quality. But low-temperature treatment takes long time to kill pests, so there may be quality degradation problem caused by long storage. In this study, phytotoxicity of low-temperature treatment on phosphine(PH₃) + ethyl formate(EF) treated kiwifruits was investigated to use as basic data for physicochemical combined treatment research. When treated with 25 mg/L of EF and 2 mg/L of PH₃, phytotoxicity was occurred from 7 days after low-temperature treatment and 21 days after treatment with 15 mg/L of EF and 0.7 mg/L of PH₃.

Effect of Ethyl Formate Treatment at Low Temperature(1°C) Followed by Cold Storage to *Drosophila Suzukii*

Jinsung Yoo*, Kwang-Ok Moon and Bong-su Kim

Animal and Plant Quarantine Agency, Republic of Korea

D. suzukii is widely distributed pest in Korea, but is not considered as a serious agricultural pest. With the export of Korean grapes (*Vitis vinifera*) to Australia, research on *D. suzukii* became important because Australia designated *D. suzukii* as quarantine pest. To export Korean grapes to Australia, low temperature treatment should be performed for more than 16 days at 1.66°C or below. In order to find a way to shorten this period, a study was conducted to fumigate with ethyl formate in a 1°C environment and store it in a 1°C environment. The concentrations of EF used were 40, 50, 60, 70, and 80 mg/L, and the treatment was performed for 2 h. Afterwards, additional low-temperature treatment was carried out in a 1°C environment for 1, 2, 4, 8, 24, 48, and 80 h, and the treatment time to achieve 100% control was confirmed from 80 h. This can shorten the existing treatment period by approximately 10 days, which is believed to reduce the treatment period of fruit and the cost used for storage.

P-067

Efficacy of Combined Treatment of Ethyl Formate and Controlled Atmosphere to the Red Flour Beetle, *Tribolium Castaneum*

Jae-ho Ban^{1,2*}, Jun-ran Kim¹, Kwang-ok Moon¹, Young ho Kim², Bong-su Kim¹

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon 39660, Republic of Korea

²Department of Plant Protection and Quarantine, Kyungpook National University,
Sangju 37224, Korea

Because of increasing phosphine resistance problem, development of proper methods to control grain pests is very important. Combined treatment of fumigant with physical treatment can increase the efficacy of fumigant with lower phytotoxicity on crops. In this study, we assessed the efficacy of combined treatment of ethyl formate(EF), a popular methyl bromide alternative fumigant, mixed with controlled atmosphere(CA) to control red flour beetle, *Tribolium castaneum*. EF was treated at 5% oxygen condition and EF concentration was 10 mg/L to 80 mg/L. As a result of treating *T. castaneum* with combined treatment of CA and EF, adults, pupae, and larvae showed a 100% mortality when treated at concentrations of 40 mg/L, 80 mg/L, and 50 mg/L, respectively. In the case of eggs, a mortality rate of 47.55% was observed when treated at a concentration of 80 mg/L. As a result of this study, it appears that the CA and EF combined treatment is effective in controlling *T. castaneum*, and further researches involving EF treatment for more than 4 hours is required to control *T. castaneum* eggs.

Insecticide Response of *Frankliniella Occidentalis* Occurring in Pepper Greenhouse Facility in Pyeongchang and Hongcheon, Gangwon-do

Hwang-bin Yu¹, Ho-wook Lee¹, Min-jae Kim¹, Rosmery Malory Noli Erquinio¹
Kyeong-woo Kim², Yi-seul Kim³, Abraham Okki Mwamula³,
Chel Jang³, Dong-Woon Lee^{1,2,3*}

¹Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, Korea

²Department of Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Korea

³Research Institute of Invertebrate Vector, Kyungpook National University, Sangju, Korea,

*Corresponding author

Western flower thrips (WFS), *Frankliniella occidentalis*, which occurs in peppers, is a major pest that causes not only primary damage by its feeding activity, but also secondary damage through vectoring pathogenic viruses. In this study, the resistance response to 10 insecticides (acrinathrin, acetamiprid, dinotefuran, spinetoram, abamectin, emamectin benzoate, chlorfenapyr, flometoquin, cyclaniliprole and fluxametamide) was investigated on WFS collected from red pepper cultivation sites in Pyeongchang and Hongcheon, Gangwon-do. The results showed differences in rates of resistance to the tested insecticides according to the mode of action. The two local populations showed a high resistance ratio of more than 300 times in the pyrethroid and neonicotinoid insecticides. However, the Hongcheon population showed a resistance ratio that was more than 20 times higher than that of the Pyeongchang population in diamide insecticides. The Pyeongchang population was more sensitive to the spynosin. In the abamectins, the resistance ratio to emamectin benzoate was more than three times higher in the Hongcheon population than in the treatment with abamectin. Thus, even in insecticides of the same mode of action, differences in resistance ratios were recorded depending on the active ingredients. Notably, both populations showed low resistance ratios of less or equal to 0.2 and 0.02 times to flometoquin and fluxametamide, respectively.

Key words: *Frankliniella occidentalis*, resistance, insecticidal activity, pepper

P-069 >>

뿌리썩이선충(*Pratylenchus spp*)에 대한 메리골드 유래 활성물질의 방제 효과

최재혁¹, 이종원¹, 이승하¹, 정인호¹, 권용훈², 나홍식¹, 조현종¹

¹(주) 누보 중앙연구소

²서울대학교 응용생물화학부

뿌리썩이선충은 우리나라 농작물에 피해를 주는 대표적인 식물기생성 선충 중 하나로 작물 뿌리 조직을 가해하여 발육 억제 및 부패를 촉진시켜 수확량 감소, 품질 저하 등의 경제적 피해를 유발한다. 근래 관엽식물과 같은 수입 식물체에서 검역 과정 중 식물기생선충인 뿌리썩이선충이 지속적으로 발견되었고, 뿌리썩이선충의 국내 유입 위험성이 증가되는 전망이다. 또한, 화학적 방제제 사용 시 인체/환경 부작용에 대한 우려가 증가함에 따라 뿌리썩이선충에 효과적이며 친환경적인 방제제 개발이 필요하다고 생각된다. 본 연구에서는 뿌리썩이선충에 살선충 활성 효과가 있다고 알려진 메리골드 유래 활성물질의 활성억제 및 살선충 활성 효과를 확인하기 위하여 실내검정을 수행하였다. 메리골드 유래 활성물질 추출액을 이용하여 뿌리썩이선충을 현탁 처리한 결과 3일차부터 활성억제 및 살선충 활성 효과를 보였다. 활성 억제는 처리 후 3일차 조사결과 5ppm이상으로 97%이상의 활성억제가 나타났으며, 5일차에서 1ppm이상 처리구에서 100% 활성억제가 나타났다. 살선충 활성은 처리 후 7일차 조사 결과 80ppm이상 처리구에서 94.9%이상 높은 살선충 효과를 나타내었다. 본 실내 연구 결과의 경우 높은 살선충 효과가 나타났으며 이 결과를 바탕으로 실제 재배지에서의 뿌리썩이선충 약효 검정이 필요하다고 판단된다.

중심어 : 메리골드 유래 활성물질, 뿌리썩이선충, 살선충 효과, 활성억제, 메리골드

**Development of a New Broad-Spectrum
Microencapsulation-Based Spray Drying Formulation
of *Bacillus Thuringiensis* Subsp. *kurstaki* IMBL-B9
for the Control of Moths**

Duraisamy Kalaiselvy¹, Nan Hee Yu¹, Seon Hwa Kim¹, Jong Hwi Baek¹,
Ji Yeon Son¹, Euna Choi¹, Min Gu Park², Jiwon Kim³, Jae Young Choi²,
Mee Kyung Sang³, Yeon Ho Je^{2,4}, and Jin-Cheol Kim^{1,5*}

¹Plant Healthcare Research Institute, JAN153BIOTECH Incorporated, 77 Yongbong-ro,
Buk-gu, Gwangju, 61186, Republic of Korea.

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University,
1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea.

³Division of Agricultural Microbiology, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development
Administration, Wanju 55365, Republic of Korea.

⁴Department of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National
University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea.

⁵Department of Agricultural Chemistry and Institute of Environmentally Friendly Agriculture, College
of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu,
Gwangju 61186, Republic of Korea.

Certain *Bacillus thuringiensis* (Bt) strains such as Bt subsp. *kurstaki* and Bt subsp. *aizawai* have been widely used for pest management in agricultural practices. However, each strain only shows high specificity for pest control against a narrow range of lepidopteran species, and numerous lepidopteran pests have developed resistance to commercialized Bt strains. Therefore, there is a need for the development of novel Bt bioinsecticides which allow for potent and broad-spectrum insecticidal activity against lepidopteran species, including *Spodoptera* spp. (Noctuidae) and *Plutella xylostella* (Plutellidae). In order to develop a novel bioinsecticide using Bt subsp. *kurstaki* IMBL-B9 (Btk IMBL-B9) that exhibits excellent insecticidal activity against three different lepidopteran species, we have developed a viable microencapsulation-based

spray drying Btk IMBL-B9 formulation. The spore-crystal complex of Btk IMBL-B9 was microencapsulated using coating materials such as gum arabic, maltodextrin, and corn starch via spray drying. The encapsulated formulation of Btk IMBL-B9 presented an increased survival rate and storage stability at $54\pm 2^{\circ}\text{C}$ for up to 6 weeks. The formulation showed similar insecticidal activity as the commercial bioinsecticide XenTari®. Under controlled greenhouse conditions, the Btk IMBL-B9 formulation was more effective against Lepidoptera spp. *S. frugiperda* and *P. xylostella*, than XenTari®. These results suggest that the microencapsulation-based spray drying formulation of Btk IMBL-B9 can be used effectively for the control of a wide range of moths.

사과원 조팝나무진딧물의 살충제 감수성

이선영*, 윤정범, 서미혜, 최경산, 조영식¹

국립원예특작과학원 원예특작환경과

¹국립원예특작과학원 사과연구소

조팝나무진딧물(*Aphis citricola*)은 신초 선단의 어린잎에 다발생하여 흡즙하며 밀도가 급증하면 배설물인 감로가 잎이나 과실을 오염시키고 그을음 증상이 되어 검게 더러워지게 된다. 2022~2023년에 걸쳐 국내 사과 주산단지인 경북 안동, 영주, 군위, 의성, 경기 포천, 강원 홍천, 평창 지역의 조팝나무진딧물의 개체군을 채집하여 10개 살충제(acetamiprid, benfuracarb, flonicamid, spirotetramat, flupyradifurone, sulfoxaflo, pyrifluquinazon, esfenvalerate, imidacloprid, afidopyropen)를 대상으로 추천농도, 배량, 반량의 농도로 나누어 생물검정을 수행하였다. 결과 추천농도에서 영주지역을 제외한 모든 지역에서 약제 처리 3일후 benfuracarb의 살충율이 100%로 효과가 좋았으며 imidacloprid의 살충활성도 83~100%로 높았다. 그 외에 지역별로 약제 간 살충 효과는 상이하였다.

Evaluation of Insecticide Susceptibility Against Green Peach Aphid, *Myzus Persicae* (Hemiptera: Aphididae), Collected from South Korea

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

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

Myzus persicae is a global pest on diverse crops causing direct damage by feeding or indirect damage by transmitting plant viruses. Furthermore, the high reproductive rates of the aphid and extensive usage of pesticides for management have led to the development of insecticide resistance in the pests. Therefore, for effective management of the aphid, it is fundamental to understand the insecticide resistance status in aphid populations. In this study, we collected wild aphid populations from three different Kimchi cabbage fields in Gyeonggi and Gwangwon provinces, respectively. Using the leaf-dipping method, we assessed the lethality at 0.5X, 1X, and 2X of respective recommended concentrations of eight different insecticides as follows: deltamethrin, imidacloprid, thiacloprid, sulfoxaflor, pyriproxyfen, spirotetramat, cyantraniliprole, and flonicamid. Then, we estimated LC_{50} values to evaluate resistance ratio (RR, LC_{50} of field population / LC_{50} of lab-reared population). The average lethality of all insecticides at 1X ranged from 64% to 100% except for deltamethrin. The lethality of deltamethrin was only 22% even at 2X, whereas higher lethality was recorded for sulfoxaflor and cyantraniliprole, yielding >80% lethality at 0.5x. In addition, RR were generally lower than 5; however, imidacloprid, thiacloprid, and sulfoxaflor yielded RR as high as 510.7, 33.2, and 34.2, respectively. These results would assist the development of effective management for *M. persicae*.

- This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ016960)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

배 해충인 주경배나무이의 겨울형 및 여름형 성충에 대한 약제검정

임희수, 전남옥, 이승진, 강아랑*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 배연구소

배는 명절 및 제수용으로 이용되는 국내 5대 과일 중 하나인 과일이다. 이러한 배에 발생하는 병해충 중주경배나무이(*Cacopsylla jukyungi*)는 배에서만 생활을 완성하는 해충으로 연중 5회 정도 발생한다. 주경배나무이는 2~3월 경 배나무의 거친껍질 밑에서 겨울을 난 후 나무 위로 올라가 산란하는데, 성충이 나무 위로 80% 정도 올라가는 시기를 월동 후 방제적기로 한다. 월동 후 방제에는 주로 기계유유제를 사용하고 있으나 저온피해가 자주 발생하거나 나무의 세력이 약한 농가는 방제 후에 언피해(동해) 발생을 우려하여 방제를 하지 않거나 기계유유제 대신 살충제를 살포한다. 월동 해충의 경우 월동 후의 발생밀도를 조절하지 못하면 생육기에 피해가 커지기 때문에 겨울형 성충에 대해 기계유유제를 대체할 수 있는 약제를 확인하고자 하였으며, 2023년 2월 EU 수출 대상 농가에 대한 아바멕틴 성분의 살충제 사용 제한 지침으로 인해 생육기에 발생하는 주경배나무이 여름형 성충에 아바멕틴 성분을 대신하여 적용 가능한 약제를 선정하고자 하였다. 2022년 12월 기준 주경배나무이를 대상으로 등록된 154개의 약제 중 87개에 포함(단용 또는 혼용)되어있는 4가지 약제를 선정하였으며, 약제(작용기작)는 아바멕틴(6), 아세타미프리트(4a), 이미다클로프리트(4a), 설폭사플로르(4c) 이다. 주경배나무이 약제검정 결과, 겨울형 성충에는 아세타미프리트 > 아바멕틴 > 이미다클로프리트 > 설폭사플로르, 여름형 성충에는 아바멕틴 > 설폭사플로르 > 이미다클로프리트 > 아세타미프리트 순으로 살충률이 확인되었다. 여름형과 겨울형 성충의 약제검정에 차이가 있어 추후 충체 특성을 비교한 후 기계유유제 및 아바멕틴 성분 대신 사용이 가능한 약제 성분을 권장할 수 있을 것으로 사료 된다.

중심어 : 배, 주경배나무이, 월동 후 방제, 생육기 방제, 약제검정

* 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01509505)의 지원에 의해 이루어진 것임.

병해충관리용 유기농업자재 허용물질의 공시현황 분석

진명수^{1*}, 김형우¹, 이상현¹, 송유진¹, 김인모¹, 심창기², 최성환^{1,3}

¹경상국립대학교 원예과학부

²국립농업과학원 유기농업과

³경상국립대학교 농식품바이오융복합연구원

유기농업자재는 허용물질을 기반으로 유기농산물의 생산, 제조 등을 위해 사용할 수 있는 자재를 의미하며 우리나라는 허용물질을 사용하여 생산된 자재인지를 확인하여 그 자재의 명칭, 주성분명, 함량 및 사용방법 등에 대하여 국립농산물품질관리원에서 공시 및 관리하고 있다. 본 조사에서는 유기농업자재에 허용물질별 공시현황을 분석하여 원료의 특성과 제품 개발에 대한 정보를 공유하고자 수행하였다. 2022년 12월 31일 기준 모든 공시품목에 사용된 허용물질을 Python의 Pyautogui, Pandas 라이브러리와 엑셀의 피벗테이블을 이용하여 분석하였다. 공시된 유기농업자재 전체 1,931품목을 분석한 결과 토양개량 및 작물생육용 자재가 955품목(49.5%)으로 가장 많았고 병해관리용 311품목(16.1%), 작물생육용 245품목(12.7%), 병해관리용 223품목(11.5%), 병해충관리용 162품목(8.4%) 및 토양개량용 35품목(1.8%) 순으로 많았으며 혼합 여부에 따라 단일성분 384품목(55.0%), 이중성분 219품목(31.5%) 및 다중성분 94품목(13.5%)으로 나타났다. 또한 자재 구분별 허용물질 빈도 조사결과 병해관리용은 규산나트륨 59종(19.4%), 충해관리용은 식물추출물 128종(25.6%), 병해충관리용은 동·식물성 오일과 식물추출물이 각각 66종(20.43%)으로 가장 높은 비중을 차지했다. 중복된 성분명을 제외한 병해충관리용 유기농업자재의 구성성분은 총 259종으로 그 중 고삼추출물과 황이 73종(6.5%), 규산나트륨이 65종(5.8%)의 순으로 많았다. 전체 성분명 조사결과 같은 물질임에도 다른 명칭으로 공시된 성분도 있었으며 일부는 분류 기준이 서로 상이한 부분이 확인되어 개선이 필요한 것으로 판단된다.

중심어 : 병해관리용자재, 유기농업자재, 충해관리용자재, 친환경농업육성법, 허용물질

연락처자 E-mail : csh1@gnu.ac.kr

Phosphine 저항성 가루좀벌레에 대한 Ethyl formate 와 Phosphine 병행처리 효과 시험

이승욱*, 이장훈, 장용오, 김영권

(주)팜한농 작물보호연구소

국내 정부양곡 보관창고에서 발생되고 있는 저곡해충인 가루좀벌레(장두)는 대부분이 Phosphine 저항성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 하지만 현재까지도 알루미늄포스파이드 정제를 사용하여 쌀 해충 방제를 실시하고 있는 실정이다. 2017년 당사에서 가루좀벌 성충을 대상으로 데시게이터(6.9L) 실험을 통해 도출된 100% 방제 가능 조건인 EF+PH₃(16.6+1g/m³), 24시간을 금속훈증상(1m³)에서 처리한 결과 가루좀벌레에 대해 100% 방제효과를 확인 하였다. 이에 본 시험(2023년)은 규모를 증대하여 컨테이너훈증상(10m³)에서도 방제효과가 나오는지 시험을 진행 하였다. 시험 결과 가루좀벌레 성충 대상으로 EF+PH₃(24.9+1g/m³), 24시간을 컨테이너훈증상(10m³)에서 처리한 결과 가루좀벌레 대해 100% 방제 효과를 확인 하였다. 향후 양곡 보관창고 훈증처리시 알루미늄포스파이드 대체제로서 EF+PH₃의 사용 가능성을 제시코자 한다.

중심어 : 가루좀벌, 저항성, Ethyl formate, Phosphine

연락처 E-mail : lhyenho@farmhannong.com

Development of Simulated-use Testing Methods of Contact Toxicity and Poison Bait Against German Cockroaches, *Blattella Germanica*

BoHun Jeong^{1*}, Yunho Yang² and Jun-Hyung Tak¹

¹Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 08825, South Korea

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, South Korea

With implementation of the Consumer Chemical Products And Biocides Safety Control Act, evaluation and approval processes for biocidal products including insecticides are in progress as of 2023. Compared to conventional insecticide testing methods, the new act stipulates that the effectiveness of the product should be evaluated based on the actual use conditions of the product. Therefore, it is required to improve the evaluation methods of spray products and poison baits, which are commonly employed formulations in insecticides. Using German cockroaches, we evaluated difference of contact toxicity based on target surfaces. In poison bait tests, permethrin, which is known to have contact irritancy, and hydramethylnone, one of the most common active ingredients for poison bait, were used to examine the utility of the testing methods according to OECD and EU guidance, and to design the behavior-monitoring test.

지역별 사과원 점박이응애에 대한 저항성 모니터링(2)

박형만*, 한만중, 유재기, 이애리, 유지윤

글로벌농업컨설팅(주)

농촌진흥청에서 지원하는 “농작물 주요 해충에 대한 농약 저항성 조사”과제의 일환으로, 사과원에 발생하는 점박이응애에 대하여 강원권 및 호남권(경기권, 영남권 각1지점 포함)의 채집지점별로 살비제의 살충력을 조사하였다(총 8지점). 시험층은 2022년 8-11월 사이에 채집하였으며, 실내에서 소형 pot에 식재된 강낭콩을 이용하여 증식하였다. 새로 키운 강낭콩 잎에 점박이응애가 서식하는 잎 절편을 붙이고, 24시간 후 잎 절편을 제거한 다음 살비제를 처리하였으며, 살비제 종류에 따라 2-4회 생충수를 조사하였다. 본 발표자료에는 기준량 처리구의 6-7일 후 성적을 제시하였다.

1. 모든 층태(알 제외)를 방제대상으로 하는 살비제 중 이바멕틴 유제(6), 아조사이클로틴 수화제(12), 아사이노나피르 액상수화제(33)는 모든 채집지점의 점박이응애에 대하여 우수한 효과를 보였다. 아세퀴노실과 비페나제이트 액상수화제(20)는 1-2지점에서 효과가 다소 낮았으나, 비펜트린과 펜프로파트린 유제(3) 및 피플루부마이드 액상수화제(25)는 채집지점 중 반 정도에서만 약효가 인정되었다. 사이플루메토펜 액상수화제(25)는 채집 지점에 따라 약효 차이가 컸다.

2. 주로 유·약충을 대상으로 하는 살비제 중 스피로메시펜과 스피로테트라멧 액상수화제 (23)는 2-3지점에서 효과가 다소 낮았으나, 플루페녹수론 분산성액제(15) 및 펜피록시메이 트 액상수화제(21)는 대부분의 채집지점에서 효과가 낮았다.

3. 알을 방제대상으로 하는 에톡사졸 액상수화제(10)는 약효를 기대하기 어려웠다.

4. 처리농도별 점박이응애 살충률은 배농도에서 증가하는 경향이나 큰 차이는 없었다.

이상의 내용은 경기권, 충청권, 영남권의 9지점에서 채집한 점박이응애에 대한 시험결과(한국농약과학회 '23 춘계학술대회 발표)와 비슷하였다.

* ()의 숫자는 작용기구기호임

Key words : 사과원, 점박이응애, 약제저항성, 살비제(살충제), 생물검정(살충력)

토양소독제, 토양살충제의 고추 총채벌레 적용가능성 검토

이대홍*, 김찬용, 김광섭, 권민지, 박성임, 장길수

경북농업기술원 영양고추연구소

고추는 한국인에게 없어서는 안 되는 양념채소이며, 우리나라에서 재배면적이 가장 넓은 채소작물이다. 그 중 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. 고추에 발생하는 총채벌레는 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), 대만총채벌레(*F. intonsa*)가 우점하는 것으로 알려져 있으며, 비가림하우스의 경우 겨울철 내부에서 월동을 하여 이듬해 고추에 피해를 준다. 비가림하우스 내부에서 월동하는 꽃노랑총채벌레의 방제가능성을 검토하기 위하여 고추에 등록된 토양소독제 3종(Dimethyl disulfide, Metam sodium, Dazomet)을 훈증소독(1월 3일 ~ 1월 10일)한 결과, 3약제 모두 자연발생개체에 대해서 7일 후 100%의 치사율을 나타내었으며, 저온순화 후 접종한 사육개체에 대해서도 3일 후 100%의 치사율을 나타내었다.

한편 고추를 가해하는 총채벌레 유충은 토양에서 번데기 기간을 보내는 특이한 생활사를 가지고 있다. 고추에 등록된 토양살충제 4종(Bifenthrin GR, Cadusafos GR, Diazinon GR, Terbufos GR)의 총채벌레 번데기 적용가능성을 검토하기 위해서, 실내에서 insect dish에 토양살충제를 처리 한 후 전용(pre-pupa) 단계의 총채벌레를 접종한 결과, 접종 5일 후 각각 21.7%, 99.3%, 95.8%, 100%의 사충률을 나타내었다. 동일한 토양살충제 4종을 비가림하우스 포장에서 정식 3일 전 토양살충제를 처리한 결과 정식 21일 후 23.9%, 36.4%, 63.1%, 53.0%, 정식 35일 후 15.3%, 14.3%, 63.1%, 60.0%의 방제효과를 나타내었다. 토양소독제와 토양살충제의 총채벌레에 대한 활성검정 결과는 총채벌레의 종합적인 방제전략 구축에 기초자료로 활용될 예정이다.

*Rhizoglyphus Robini*의 유기합성 살충제 감수성 검정

윤정범*, 최경산, 이선영, 서미혜

국립원예특작과학원 원예특작환경과

뿌리응애(*Rhizoglyphus robini*)는 양파, 마늘, 파, 부추 등의 채소류, 백합, 튤립, 프리지어 등의 화훼 구근류와 같은 원예작물의 뿌리를 직접 가해하거나 토양 유기물을 섭식하는 과정에서 식물 병원체를 몸체에 묻혀 작물체에 매개하여 복합 피해를 유발한다.

뿌리응애는 몸체가 작고 작물 지하부 토양 속에서 서식하면서 피해를 주기 때문에 육안 관찰과 초기 발생 인지가 어렵다. 또한 무분별한 살충제의 남용으로 저항성 개체가 출현하여 방제가 어려운 실정이다.

본 연구에서 15종의 유기합성 살충제에 대한 뿌리응애의 약제 감수성을 검정한 결과 fluxametamide와 carbaryl을 함유한 약제에서 각각 100%와 94%의 치사율을 보였으며 나머지 약제 시험구에서는 60% 이하의 치사율을 나타냈다.

뿌리응애의 약제 방제를 위해서는 fluxametamide와 carbaryl이 함유된 약제의 토양 처리가 효과적으로 밀도를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

국내 지역별 배추 배추좀나방(*Plutella Xylostella*)에 대한 저항성 모니터링

김희지*, 윤영남

충남대학교 농업과학연구소

배추 배추좀나방의 효과적인 약제 방제 전략과 약제 저항성 관리 대책 수립을 마련하기 위해 배추좀나방의 약제에 대한 지역별, 약제별 저항성 발생 현황을 파악이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 배추좀나방에 등록된 약제 중 저항성 발현 가능성 높은 계열이나 사용량이 많은 약제 8종을 선별하였으며, 이전 6개의 지역 저항성 평가 실험에 이어서 경기와 영남권역의 배추좀나방을 채집하여 약제 저항성을 평가하였다.

지역별 배추좀나방의 시험 결과, 모든 지역에서 감수성 개체보다 높은 LC₅₀값을 보였으며 경기 권역인 용인지역에서 채집한 개체는 감수성 개체에 대하여 LC₅₀값이 Cyantraniliprole 166.33배, Fluxametamide 195.25배 높게 나타났으며, 여주지역에서 채집한 개체는 Methoxyfenozide 114.88배, Cyantraniliprole 119배, Fluxametamide 64배 높게 나타났다. 영남권역인 김해지역에서 채집한 개체군은 감수성 개체군에 대해서 LC₅₀값이 Methoxyfenozide 80.87배, Indoxacarb 61.67배, Cyantraniliprole 138배, Fluxametamide 89.5배 나타났으며, 상주지역에서 채집한 개체는 Methoxyfenozide 85.83배, Cyantraniliprole 224.67배, Fluxametamide 303.25배 높은 저항성비를 보였다. 경기와 영남권역에서 채집한 개체의 저항성 평가에서 Cyantraniliprole, Fluxametamide는 모든 지역에서 높은 저항성비를 보였으며 지역에 따라 Methoxyfenozide, Indoxacarb 또한 높은 저항성비를 보였다.

논 노린재류의 방제전략 수립을 위한 종류조사

최용석*, 이건우, 이경주, 나한정

충청남도 농업기술원

벼는 특히 동아시아, 남아시아, 중동, 라틴 아메리카, 서인도 제도에서 전 세계 인구의 상당수가 가장 중요한 주식으로 섭취하는 곡물이다. 이러한 노린재는 벼의 집적적인 흡즙으로 인하여 벼에 가장 큰 경제적 손실을 야기하는 해충이다. 벼에 발생하는 노린재의 종류를 조사하고 농약의 사용량을 줄이면서 효율적으로 관리할 수 있는 노린재 관리전략을 제시하고자 논에 발생하는 노린재의 종류를 일반 관행재배지와 유기재배지에서 실시하였다. 논에 발생하는 노린재는 이양전 일반 관행의 경우 7과 11종, 유기재배의 경우 4과 7종으로 노린재의 종분포에 큰 차이를 보였다. 그러나 이양후에는 일반 관행의 경우 8과 20종, 유기재배의 경우 8과 20종으로 동일하였다. 그러나 천적으로 분류되는 애꽃노린재의 발생량은 유기재배에서 월등히 높았다. 따라서, 우리는 벼에서 가장 될 흡수되는 Silcon의 이용과 논주변 식생을 활용하여 농약의 사용량을 최소화 하면서 효과적으로 논에 발생하는 노린재의 방제를 위한 전략을 수립하고 그 효과를 밝히고자 한다.

중심어 : 논, 노린재, 방제

Evaluation and Genetic Analysis of Insect Killing Fungi Against Asian Tiger Mosquito, *Aedes Albopictus*

Hoe Ri Kim^{*}, Hyunwook Jung, Da Hee Kim, Seung Gyu Choe, Se Jin Lee

Department of Agricultural Life Science, Suncheon National University

The Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*, is the most important serious vectors of human diseases like malaria and is responsible for the transmission such as dengue fever and yellow fever in the world. Recently, entomopathogenic fungi have been used as an important control agent to control mosquitoes. Entomopathogenic fungi, which are environmentally friendly insect pest control agents and are used to control various pests. Herein, we treated 4 entomopathogenic fungi against mosquito larvae and selected the fungal strain with high virulence. The selected entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* JEF-157, was performed whole genome sequencing. Based on these results, it suggests that entomopathogenic fungi can control the mosquito larvae as an effective biopesticide.

Keywords : asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*, entomopathogenic fungi, fungal insecticide, *Metarhizium anisopliae*

Isolation of Entomopathogenic Fungi from Soil to Control Insect Pests of Kiwifruit Occurring in Korea

Hyunwook Jung*, Hoe Ri Kim, Seung Gyu Choe, Da Hee Kim, Se Jin Lee

Department of Agricultural Life Science, Sunchon National University

Insect-killing fungi are one of the microorganisms distributed worldwide, and they inhabit not only insects but also soils of various regions. In this study, insect-killing fungi distributed in the soil were isolated using the insect-baiting method, and the relationship between the distribution and diversity of fungi and the physical/chemical characteristics of the soil was analyzed. The soils were collected from forest areas in Korea, and several insect-killing fungal isolates were isolated from the collected soils. This study suggests that it will be helpful in understanding the relationship between the distribution and diversity of Insect-killing fungi and the physical and chemical characteristics of soil.

Keywords : *Beauveria bassiana*, entomopathogenic fungi, insect-baiting method,
Metarhizium anisopliae

P-084 >>

국내 참외하우스 담배가루이의 4개 약제에 대한 저항성 조사

유재상^{1*}, 손봉기², 성건목¹

¹충남대학교 농업생명과학대학응용생물학과

²(주) 유피엘리미티드코리아

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 넓은 숙주 범위를 가지고 흡즙하여 작물 생육억제, 잎의 퇴색 또는 낙엽, 수량감소 등의 피해를 주며 감로 배설을 통해 식물의 그을음병을 유발한다. 또한 토마토 황화위축병, 담배잎말림병 등 60 여종의 바이러스병을 매개 하여 경제적으로 큰 피해를 주는 주요 농업 해충이다. 담배가루이는 mtCO I 유전자를 근거로 생물형(Biotype)이 나뉘는데 주요한 계통은 B 계통과 Q 계통이 있고 생물형에 따라 숙주 범위, 바이러스 전염력, 살충제 내성 등의 차이가 존재 한다. 현재 대부분의 국가에서 Q 계통이 우세하고 국지적으로 B 계통이 발견된다. 본 연구는 참외 하우스 농가에서 담배가루이의 효율적인 방제를 위하여 생물형을 알아내고 4개의 살충제에 대한 저항성 수준을 확인하였다. 2023년 경상북도 칠곡군과 성주군의 참외 하우스 농가 3개 지역에서 채집한 담배가루이 성충을 대상으로 4개의 살충제에 대해 엽침지법을 활용하여 살충률을 조사하였다. mtCO I의 염기서열을 근거로 채집된 지역계통은 생물형이 모두 Q 계통으로 동정하였다. 반수치사농도(LC₅₀)는 Thiocyclam hydrogen oxalate와 Flonicamid는 지역계통이 감수성계통 보다 낮은 반면 Pyrifluquinazon과 Dinotefuran은 지역계통이 감수성계통 보다 높았지만 유의미한 차이가 없어 채집된 지역계통들은 4개의 살충제에 대해 저항성이 발달하지 않은 것으로 보인다. 권장농도에서 Thiocyclam hydrogen oxalate를 제외한 3개의 살충제는 60% 이하의 살충력을 보였고 Thiocyclam hydrogen oxalate는 약 80%의 살충력을 보였다. 담배가루이는 시설 내에서 연중 10세대 이상 발생 가능하여 빠른 저항성을 획득할 수 있어 화학적 방제에서 저항성 관리는 중요하다. 따라서 본 실험의 결과로 시설 참외 농가에서 효율적인 저항성 관리에 도움이 될 것으로 기대한다.

살비제 저항성 표현형 및 유전형 간의 상관분석을 통한 점박이응애 저항성 관련 마커 선발

권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공

점박이응애는 살비제에 대한 저항성 발달이 빠르고 다양한 작물에 영향을 미치는 주요 해충이다. 2013년에서 2015년 동안 장미, 사과, 딸기 재배지에서 채집한 점박이응애 44종을 대상으로 살비제 저항성 발달 현황을 조사하고 우수 유전자마커를 선발하였다. 살비제 저항성 정보는 잔류접촉법(Residual contact vial bioassay, RCV)과 정량적유전자분석법(Quantitative sequencing, QS)을 적용하여 7종의 살비제와 11종의 살비제 저항성 관련 돌연변이를 대상으로 수행하였다. 저항성 표현형 평가에서 chlorfenapyr에서 가장 낮은 생존율을 보였고 bifenthrin에서 가장 높은 생존율을 보였다. Pearson 상관분석을 통해 표현형과 연관이 있는 돌연변이 사이의 상관계수를 산출하였다. 그 결과, omethoate, bifenthrin, abamectin, bifenazate에는 F439W, L1022V, F1704I, G326E, G126S 돌연변이에서 0.5 이상의 통계적으로 유의미한 상관계수를 나타내었다. 따라서, 국내에서 유전자 마커를 활용한 저항성 모니터링 시 해당 마커를 활용하여 데이터를 추적하는 것이 적합할 것이다.

P-086

병해충 관리를 위한 농약 판매업자 대상 처방 관련 설문조사 분석

권덕호, 유기렬, 이세진¹, 김재수², 안을균, 홍규현, 이영희

국립한국농수산대학교 원예학부

¹국립순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과

²전북대학교 농업생명과학대학 농생물학과

농약 판매업자를 대상으로 예방 및 진단 처방 관련 현황과 애로사항에 대한 설문조사를 2022년 04월부터 2023년 03월까지 전국의 72개 농약 판매업체를 대상으로 수행하였다. 우선, 판매 현장에서 예방 및 진단적 처방 비율에 대한 질문에 응답자의 77%가 거의 1:1의 비율로 처방하여, 판매상의 역할이 진단적 처방뿐만 아니라 예방적 처방도 활발하게 수행하고 있음을 알 수 있었다. 예방적 처방을 수행하는 근거는 응답자의 81.9%가 과거의 경험을 기준으로 처방하며, 진단적 처방의 경우에는 응답자의 65.3%가 작물확인, 병해충 종동정, 그리고 과거농약사용 확인후 처방을 하였다. 진단적 처방 과정 중에 병해충 진단을 위한 해결책으로 주로 농촌진흥청 국가농작물병해충관리시스템(61%)을 사용하였으며, 주요 애로사항은 작용기작을 고려한 농약 추천(61%)이었다. 따라서 향후 판매업자 교육시 농약의 작용기작과 약효에 대한 이해를 돕는 교육이 필요한 것으로 판단된다. 병해충 종동정 및 처방 전문가 양성방안에 대해서는 긍정과 부정이 첨예하게 대립하는 양상이었고, 전문 교육 참여 필요성에 대해서는 62.5%로서 응답자의 과반이상이 참여가 필요하다고 응답하였다. 본 연구 결과는 대학, 국공립연구소, 제조 회사에서 농약 판매업자의 진단 및 처방에 관한 인식과 처방 시 애로 사항에 대한 이해를 돕는데 기여할 것이다.

가루이류의 충해 관리용 농자재에 대한 약효 반응

권덕호, 권민정, 유기렬, 박준현, 김선형, 안율균

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공

시설 재배지에서 발생하는가루이류(담배가루이 3계통, 온실가루이 2계통)를 대상으로 38종의 충해 관리용 농자재에 대한 약효 평가를 엽집지법으로 수행하였다. 각 계통의 농자재에 대한 약효는 가중산술평균사출률을 통하여 산출하였으며, 약효 반응은 농자재($F_{38,546}=9.08$, $P < 0.001$) 및 계통($F_{4,580}=34.01$, $P < 0.001$) 별로 통계적으로 유의성 있게 차이가 있는 것으로 나타났다. 시험 대상 농자재 중, 4종 농자재(O_Test_01, O_Test_34, O_Test_36, O_Test_37)가 가루이류에 대해 비교적 우수한 약효를 보였다. 시험 대상 계통 중, BT003 계통은 실험에 사용한 가루이류 중에서 농자재에 대한 약효가 낮았다($21.9 \pm 25.5\%$). 이는 화학합성농약과 마찬가지로 가루이류에서도 유기농업자재를 포함한 농자재에 대해 저항성 계통이 출현했을 수 있으므로 추가 연구를 통한 검증이 필요하다. 충해 관리용 농자재에 대한 약효 반응 연구는 농작물에 발생하는 해충의 예방 및 방제 효과 증진을 위한 약제 선발에 기여하여 친환경농산물 생산 및 농약의 가용수명 증대에 도움을 줄 것이다.

P-088 >>

채소 육묘장에서 발생하는 충해 진단 및 방제를 위한 인공지능 학습 데이터 수집 현황

권덕호, 유기렬, 신범수, 안울균

국립한국농수산대학교 원예학부 채소전공

고품질의 채소 모종을 육묘장에서 생산하기 위해서는 선제적인 충해 예찰을 통한 효과적인 해충의 관리 체계가 필요하다. 인공지능을 활용한 진단 기술을 개발하기 위해 채소 작물을 가해하는 미소 해충의 가해흔 학습 데이터를 수집하였다. 먼저 육묘장에서 발생하는 충해의 사진을 주기적으로 촬영하기 위한 자동 영상 촬영 장치를 구축했으며, 고추, 수박, 그리고 오이 모종에 진딧물, 응애, 그리고 총채벌레를 집중한 영상 정보를 수집했다. 그리고 기주식물의 종류, 가해 부위, 그리고 대상 해충을 나타내는 코드를 설정하였다. 이를 토대로 수집한 영상 정보에 'labelme' 프로그램을 활용하여 수집하고자 하는 영역을 설정한 후 코드를 부여하여 학습 데이터를 만들었다. 고추 모종에는 진딧물을 집중하여 진딧물 생충과 탈피각을 사각형으로 표시했다. 수박과 오이 모종에는 응애와 총채벌레를 집중하여 잎의 모양을 다각형으로 표시하고 해충의 가해흔이 있는 것과 무증상인 것을 구분하여 코드를 부여하였다. 그 결과, 고추 본엽의 진딧물 생충 코드는 2,199개, 탈피각은 1,197개를 수집하였다. 그리고 수박 본엽의 무증상 코드는 1,023개였고, 응애 피해흔은 1,033개였다. 오이 본엽의 경우 무증상 코드는 1,026개였고, 응애 피해흔은 1,223개, 그리고 총채벌레 피해흔은 1,002개를 수집하였다. 이후, 오이 본엽의 총채벌레 피해흔에 대해서는 가해한 자국을 사각형으로 표시하여 29,488개의 코드를 수집하였다. 향후 접종량, 접종 기간, 그리고 환경조건 등에 따른 피해 수준 변화 등의 정보를 수집하여 인공지능을 이용한 충해의 학습 알고리즘 개발 및 진단 기술 개발에 기여할 것이다.

월동 무궁화 목화진딧물의 농자재에 대한 약효 반응과 살충제 저항성 관련 돌연변이의 형질 빈도

유기렬, 박준현, 신원식, 조나연¹, 김선형, 권덕호

국립한국농수산대학교 원예학부

¹국립한국농수산대학교 농수산융합학부

목화진딧물은 무궁화에서 알의 상태로 월동한 후 봄에 부화하여 다른 기주로 이동한다. 2023년 4월부터 5월까지 경남(진주), 경북(안동, 상주), 충남(태안, 보령, 서천), 전북(김제, 완주, 부안), 충북(보은), 대전, 울산 지역에 총 17곳의 무궁화에서 월동 후 깨어난 진딧물을 채집하여 살충제에 대한 약효를 분석하고 살충제 저항성 관련 돌연변이 형질 빈도를 분석하였다. 우선, 17개의 목화진딧물을 대상으로 mtCOI 분자 마커를 이용한 종 동정을 통해 실험 대상 집단은 모두 목화진딧물임을 확인하였다. 17개의 집단 중에서 6개 집단(김제2, 완주1, 완주3, 화서, 보은, 진주)을 대상으로 엽침지법을 적용하여 유기농업자재 8종과 화학합성농약 22종에 대해 독성학적 반응을 살펴보았다. 그 결과, 전반적으로 실험 약제의 효과가 우수하였으나, 김제 계통은 피레스로이드계와 피레스린을 함유한 유기농업자재에 대해서 공통적으로 낮은 약효를 보였다. 유기인계, 피레스로이드, 네이니코티노이드계 약제 저항성 관련 돌연변이(*AChE*: A208S, S431F; *VGSC*: M918L, L1014F; *nAChR*: R81T)의 형질 빈도를 분석하였다. 특히 M918L 돌연변이를 대상으로 형질 빈도 분석 시 살아있는 1령 약충을 일정 비율로 함께 섞어 돌연변이 형질 빈도 산출용 회귀식($r^2 = 0.991$)을 도출하였다. A208S 돌연변이는 전북 지역의 3개 집단(김제2, 부안, 완주1)에서 저항성 비율이 99.7%로 높았다. S431F 돌연변이는 안동 지역을 제외하고 모든 지역에 평균 86%로 포화한 상태였다. M918L 돌연변이는 6개 집단(김제2, 태안, 대전, 보령, 완주1, 서천)에서 평균 67%의 저항성 비율을 보였고, 나머지 11개 집단에서는 발견되지 않았다. 그리고 L1014F와 R81T 돌연변이는 발견되지 않았다. 본 결과를 통하여, 일부 약제에 대한 약제 저항성 돌연변이가 무궁화 월동 개체군에서 존재하는 것을 확인하였다.

P-090 >>

충청지역 관행재배 논과 유기재배 논에서의 수서 생물상 조사

이건우, 최용석, 이경주, 나한정

충청남도 농업기술원

충청지역 내 5개 시군에서 지역별로 관행재배 논과 유기재배 논을 하나씩 선정하여 수서 생물상 조사를 수행하였다. 조사는 아산시, 천안시, 청주시, 예산군, 홍성군에서 이앙기, 분얼기에 1미터 구획조사 및 10미터 Linecensus 방법으로 3반복 실시되었다. 논 생물상 조사 결과 이앙기에는 관행재배 논에서 12목 19과 2006개체, 유기재배 논에서 15목 23과 2116개체가 조사되었으며 분얼기에는 관행재배 논에서 13목 21과 4919개체, 유기재배 논에서 16목 20과 5834개체가 조사되었다. 이앙기 조사에서는 관행재배와 유기재배 모두 깔다구과의 개체수가 가장 많았고 그 다음으로는 관행재배에서 또아리물달팽이과, 유기재배에서는 풍년새우과의 개체수가 많았다. 분얼기 조사에서는 관행재배에서 물달팽이과와 또아리물달팽이과의 개체수가 가장 많았고 유기재배에서는 물벌레과와 깔다구과의 개체수가 가장 많았다.

중심어 : 논, 생물상, 수서생물, 유기재배

전착제 약효증진 평가를 위한 시험기준 개선 연구

김민주*, 이경민, 김성빈, 이영식, 김재덕, 하현영

국립농업과학원 농산물안전성부

농약을 처리하고자 하는 대상 표면이 왁스질일 때 물은 친환력이 낮아 흘러내리기 쉽고 따라서 유효성분이 손실되게 된다. 이에, 약효 증진을 위하여 농약 제조 시 유효성분에 보조제를 첨가하거나 농약 살포 시 농약과 전착제를 혼용하여 사용한다.

전착제는 농약의 약효를 증진시키는 보조제로 농업인들이 농약 살포 시 약제를 균일하게 분산(습전성)시키거나 침투량(침투성)을 높이거나 빗물로 인한 유실을 방지(고착성)하기 위하여 사용하며 농약제품으로 관리되고 있다. 전착제 성분은 농약잔류허용기준(이하 'MRL') 설정 면제 성분이지만 약효 증진 효과 및 약해를 고려하여 작물, 병해충별로 등록해야 했다. 농촌진흥청에서는 농업현장의 애로사항을 반영하여 전착제 등록사항을 작물별로 등록할 수 있도록 2020년 개정하였다. 또한, 약효증진, 고착성, 피복도 증가 등으로 세부화된 기준을 약효증진 효과로 통합하여 검토할 수 있도록 개선하였다. 이에 다음의 기준에 적합한 경우만 전착제로 등록이 가능하다. ① 무처리구 대비 유의차가 있어야 한다. ② 시험농약 기준량의 75% 처리구 대비 방제가가 높아야 한다. ③ 대조약제구 대비 비등 이상이여야 한다. 위의 기준에 따라 국내 등록되어 있는 전착제를 대상으로 시험농약 기준량의 75% 대비 약효 증진 효과를 검증하고 시험농약 기준량의 75%의 타당성을 검토하였다.

* 본 연구는 농촌진흥청 고유연구사업(PJJP0167792023)의 지원에 의해 수행되었음

P-092

Monitoring of the Regional Insecticide Resistance of *Bemisia Tabaci* Collected from the Pepper House in the Republic of Korea

Gyeongmo Gu*, Jiseok Kim and Donghun Kim

Department of Vector Entomology, Kyungpook National University, Sangju, Republic of Korea

담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 주요 농업 해충으로 고추, 오이, 토마토 등 시설 재배 작물에 큰 피해를 준다. 담배가루이는 흡즙과 배설물을 통해 직간접인 피해를 유발한다. 더불어, TYLCV(tomato yellow leaf curl virus)를 포함하여 100여종 이상의 바이러스 매개를 통해 농작물에 큰 피해를 입힌다. 담배가루이는 일반적으로 살충제 살포를 통해서 방제가 이루어진다. 그러나 살충제를 이용한 지속적인 방제는 살충제 저항성 개체를 발생시켜 방제 효율을 감소시키며, 농가에 추가적인 경제적 손실을 야기한다. 본 연구는 국내 지역별 고추 시설재배지에서 발생하는 담배가루이의 살충제 저항성을 조사하여 지역별로 효과적인 살충제 추천 및 대체 살충제 추천 등 지속 가능한 해충관리 방안을 제시하고자 한다. 전국 12개 지역(파주, 화성, 평창, 횡성, 당진, 천안, 예천, 구미, 사천, 남원, 나주, 고흥)에서 담배가루이를 채집하였고, 살충제는 사용량이 많은 약제 중 에 작용기작별 1종씩 총 8개를 선정하였다. 엽침지를 이용하여 살충률을 확인했다. 곤충생장조절제(insect growth regulators, IGR)인 피리프록시펜은 알을 대상으로 실험하였고, 그 외 7개 약제는 2령 약충을 대상으로 실험하였다. 높은 살충력을 보인 살충제는 아버멕틴, 밀베마이신, 스피노신, METI살충제, 디아미이드이다. 아버멕틴, 밀베마이신은 권장사용농도로 처리 시 최소 84.5%, 최대 100% 살충률을 보였다. 스피노신계는 최소 86.3%, 최대 90.6% 살충률을 보였으나 천안, 파주, 사천에서 각각 59.7%, 66.6%, 79%로 다른 지역에 비해 상대적으로 낮은 살충률을 보였다. METI살충제는 최소 81.1%, 최대 98% 살충률을 보였으나 나주, 예천, 천안, 사천이 각각 61.6%, 68.8%, 68.9%, 69.2%의 상대적으로 낮은 살충률을 보였다. 디아미이드계는 최소 83.9%, 최대 91.9% 살충률을 보였으나 천안과 구미가 각각 56.6%, 59.8%로 상대적으로 낮은 살충률을 보였다. 낮은 살충력을 보인 약제는 네오니코티노이드계, 설폭시민계, 테트론산 및 테트라산 유도체, 피리프록시펜계 약제이다. 권장사용농도 처리시 네오니코티노이드계는 최소 14.1%, 최대 41.9%, 설폭시민계는 최소 17%, 최대 42.8%, 테트론산 및 테트라산 유도체는 최소 30.5%, 최대 54.9% 살충률을 보였으나 천안이 14.4%로 특히 낮은 살충률을 보였다. 피리프록시펜계는 최소 55.3%, 최대 64.3% 살충률을

보였으나 횡성이 72.2%로 상대적으로 높은 살충률을 보였으며, 파주가 35%로 상대적으로 낮은 살충률을 보였다. 실험 결과를 통해 살충제별 지역별 살충력의 차이를 확인할 수 있었다. 본 연구 결과를 통해 담배가루이에 대한 효과적인 약제 추천과 지역 맞춤형 방제 전략 제시에 도움이 되고자 한다.

국내 남부 시설오이재배지의 오이총채벌레에 대한 살충제 저항성 모니터링

정인홍*, 김이선, 김명주, 이정화, 송경희, 박흥현

국립농업과학원

침입해충의 하나인 오이총채벌레(*Thrips palmi* Karny)는 1993년 11월 국내에서 처음 발견된 이래 전국으로 확산하여 꽃노랑총채벌레와 함께 시설 오이에 있어 대표적인 해충이 되고 있다. 영농 현장에서는 살충제를 사용한 방제에 주력하고 있으며(등록살충제 83품목), 총채의 크기가 작고 빠른 증식에 따른 연간 발생세대수가 많을 뿐아니라 온실 내에서는 연중 생육이 가능하기에 살충제 노출에 따른 저항성발달이 위험이 매우 높다고 할 수 있다. 본 연구에서는 국내 오이총채벌레 지역집단에 대하여 살충제에 대한 약제저항성 조사를 실시하였다. 시험 집단은 전라도 6개, 경상도 2개 시군의 시설오이재배지에서 채집하여 누대사육하였으며, 시험약제로는 아크리나트린 액상수화제 등 계통이 서로 다른 10종이었다. 생물검증은 IRAC #010 꽃노랑총채벌레 시험법을 일부 변형한 엽침지법으로 수행하였고, 보정살충률(%)과 반수치사농도(LC50, ppm)를 도출하여 비교하였다. 그 결과, 대부분 시험약제는 추천농도에서 95%이상의 높은 살충력을 보였으며, 플로니카미드 입상수화제는 전남(구례, 순천, 광주)지역에서 90%이하의 살충력을 보였다. 그러나 아크리나트린 액상수화제의 경우는 모든 지역집단에서 매우 낮은 살충력(0.6~71%)을 보여 방제약제로 사용하기에 부적하다고 판단되었다. 반수치사농도를 감수성계통의 그것과 비교한 저항성비(Resistance ratio)는 아크리나트린 액상수화제(0.9~95.5배), 사이안트라닐리플 유제(6.9~25.6배), 플로니카미드 입상수화제(11.2~46.4배), 플룩사메타마이드 유제(2.7~17.8배), 프로메토킨 액상수화제(31.1~141.4배)로 비교적 높은 지역집단이 관찰되었으며, 비교적 최근부터 사용된 약제(플룩사메타마이드와 프로메토킨)의 저항성비가 높게 나타난 것이 특징이었다. 그 밖의 약제들의 저항성비를 매우 낮았고, 특히 스페노토람 액상수화제의 저항성비가 가장 낮았다. 결론적으로 국내 남부지역에서는 오이총채벌레의 방제를 위하여 아크리나트린을 제외한 대부분의 시험약제에서 우수한 방제효과를 보일 것으로 판단되고, 향후 저항성 발달에 따른 방제력 저하가 우려되는(저항성비가 높은)약제들은 약효 수준을 검토하면서 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

검색어 : 오이총채벌레, 오이, 시설재배, 저항성 모니터링, 약제반응

Monitoring, Occurrence of Beet Armyworm, *Spodoptera Exigua* and Selection of Appropriate Insecticide

Seoyeon Hong^{1*}, Rameswor Maharjan¹, Youngnam Yoon¹, Yunwoo Jang¹

¹Crop Production Technology Research Division, Department of Southern Area Crop Science,
Rural Development Administration

In the soybean cultivation, insect pest control is crucial for better growth and seed quality. Especially, Lepidopteran pests cause huge impact throughout the growth stages (early development to flowering) from June to September. Therefore, it is important to select, and apply the right pesticides at the appropriate time for the management of insect pests. Monitoring and occurrence of *S. exigua* were carried by installing the commercial funnel traps in the Central region (Suwon), and Southern region (Gimje, Iksan, and Miryang), Korea. Observation was made once a week. Chemical treatment study was performed in the paddy-soybean field of Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Miryang. For the insecticide selection, we evaluated three insecticides, indoxacarb, emamectin benzoate, and nupenuron, which are registered against pests of soybean. For insecticide evaluation, we used block-clip method where larvae were confined into soybean leaves with clip-block device, and then treated with each of insecticides in the field condition. Mortality of larvae was measured 7 days after treatment. Results show that higher occurrence of *S. exigua* was reported in Southern region (Miryang) than other regions in 2023. Higher abundance was found in mid-June and early July in Miryang. The occurrence and abundance of *S. exigua* was extremely low in Gimje and Iksan as compared to Suwon and Miryang. After a single insecticide treatment, the number of live larvae decreased significantly, and when treated 2 times, the density decreased twice sharply compared control. In this chemical study, no any chemical insecticides mediated phytotoxic effects on the soybean leaves was witnessed. Instead, when treated leaves with chemicals, the leaf area was found to

increase (larger and wider), and majority of the leaves remain in normal state. The positive effect of insecticide on the leaves of soybean was found in case of continuous treatment with indoxacarb than with a single treatment. To avoid pesticide resistance, and reduce damage in the early stages of growth, cross-spraying is expected to be more effective than continuous spraying of single chemical agents.

Observation of the Infection Behavior of *Diaporthe Citri* Showing Chemical Resistance on Citrus Leaves

Zar Zar Soe¹, Yong Ho Shin¹ and Yong Chull Jeun^{1, 2}

¹Sustainable Agriculture Research Institute, Jeju National University, Jeju, Korea

²The Research Institute for Subtropical Agriculture and Biotechnology, Jeju National University, Jeju, Korea

Citrus melanose, caused by *Diaporthe citri*, has been one of the most serious diseases, and chemical fungicides were used to protect many citrus orchards on Jeju Island. In the previous study of chemical resistance of *Diaporthe citri* against systemic fungicides on citrus, 12 isolates among the 40 fungal isolates were investigated as resistant to Kresoxim-methyl, which could not inhibit mycelium growth by more than 50%. Among them, isolate NEL21-2 was also resistant against benomyl, whose hyphae grew well even at the highest chemical concentration. In the present study, a couple of sets of resistant NEL7-2 and susceptible NEB7-3 isolates for Kresoxim-methyl and of resistant NEL21-2 and susceptible NEL6-1 isolates for Benomyl were used for observation of infection behavior on citrus leaves 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 pretreated leaves, both the conidial germination rate and hyphal growth of the resistant isolate were not decreased compared with those of the susceptible isolate. Similar results were observed on the Benomyl pretreated leaves as well. This lack of effect of chemicals on the infection behavior of resistant isolates in the present study coincided with the previous study, in which strong infection was observed by the resistant isolate even after pretreatment with each chemical. Therefore, the occurrence of some resistant isolates of *D. citri* against both systemic fungicides may be used as valuable data to build a strategy for protecting citrus disease.

Keywords : Crop protection, Fluorescent microscopy, Infection structure, Fungicide resistant

P-096 >>

2021년 가을배추 농약 사용 실태

이선욱*, 박주형, 엄성현, 이상엽, 오홍규

(사)한국농자재시험연구기관협회

우리나라의 대표 채소인 배추에 사용되고 있는 농약 사용실태를 조사하여 농업 연구·지도 및 정책결정 기초자료로 활용하고자 2021년 가을배추 재배농가 150 여명의 농가를 선정하여 농가별 3회 방문하여 병해충잡초 방제 기록장과 설문지 등을 통하여 실제 농약살포량 등을 조사하였다. 조사결과에서 조사농가의 연령분포는 60대가 43.7%로 가장 높았고, 50대가 29.1%, 40세 미만이 3.2%로 낮았다. 농가의 농약 구매처는 지역농협이 52.5%, 시판상이 47.1%, 기타가 0.5%이었다. 가을 배추의 농약 살포횟수는 총 15.0회로 살균제 5.2회, 살충제 8.8회, 제초제 0.4회, 살균·살충제 0.01회, 기타 0.58회 이었다. 살포 일수는 평균 5.6회로 최고는 16일, 최저일수는 3일 이었다. 가을배추 재배에 사용한 단위면적당 농약사용량을 보면 농가당 평균 사용량은 5.99 a.i. kg/ha로 살균제 4.09 a.i. kg/ha, 살충제 1.47a.i. kg/ha, 제초제 0.36a.i. kg/ha, 기타 0.07a.i. kg/ha 이었다. 가을배추 재배기간에 사용된 농약은 다조멧 등 128개 성분이었고, 많이 사용된 순으로 상위 10개 성분은 Dazomet, Fluazinam, Oxolinic Acid, Dimethomorph, Flusulfamide, Validamycin A, Diazinon, Phorate, Glufosinate-Ammonium, Mancozeb 이었다.

중심어 : 가을배추, 농약살포횟수, 농약사용량, 농약사용실태,

연락처자 : 이선욱 ds3dx5@karo.or.kr

Biocontrol of *Fusarium* Head Blight by Actinomycete Strain URR-6 in Rice

Sy Bien Vuong*, Ae Ran Park, Hang Ha Le, Hyewon Im, and Jin-Cheol Kim

Department of Agricultural Chemistry, Institute of Environmentally Friendly Agriculture, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea

Fusarium head blight (FHB), caused by several *Fusarium* species, including *F. graminearum* and *F. asiaticum*, is a destructive disease in rice, wheat, barley, and other cereal crops worldwide. FHB reduces crop yield and produces mycotoxins that harm animals and humans. Chemical fungicides have been used to control FHB due to their convenience and high control efficacy. However, the prolonged usage of chemical fungicides has brought adverse effects, including the fungicide resistance issue and environmental pollution. Actinomycete strain URR-6 isolated from rice was chosen as an environmentally benign alternative to chemical fungicides for managing FHB in this study. The strain URR-6 exhibited plant growth-promoting characteristics *in vitro* and produced extracellular enzymes including cellulase, gelatinase, and chitinase. Besides, using transgenic *Arabidopsis* plants expressing the glucuronidase fused with the *PR1* gene promoter, we confirmed the expression of the *PR1* gene, known as the induced resistance marker, in URR-6-treated plants. Furthermore, rice seedlings treated with a 2000-fold diluted URR-6 cell suspension exhibited increased expression of SA, JA, and ET signal pathway- and pathogenesis-related genes involved in the induced resistance mechanism in plants compared to untreated rice seedlings. In comparison to the untreated control, the URR-6 SC formulation and a 2000-fold attenuated URR-6 cell suspension also effectively suppressed the occurrence of FHB in rice. These findings suggest that URR-6 could be utilized effectively to develop biological control agents for FHB via the mechanism of induced resistance.

Keywords : *Fusarium* head blight, GUS, Induced resistance, Actinomycete bacterium

P-098 >>

멀티콥터를 이용한 수도작 농약 살포시 농약 보조제 첨가가 약효에 미치는 영향

이호승*, 민이기, 신용호

(사)한국농업무인항공협회

현재 우리나라에서는 무인항공기를 이용한 방제 면적이 증가하고 있다. 하지만 PLS제도가 시행되면서 농약의 살포방법, 방제효과, 비산 등의 문제들이 야기되고 있다. 본 연구에서는 항공방제의 문제들 중 비산문제를 해결하기 위한 한 가지 방법으로 무인항공기 중 멀티콥터로 방제 시 비산 저감제를 혼용하였을 때, 이 보조제가 약효에 미치는 영향을 검토하였다. 시험 대상 병해는 수도작 주요 병해인 벼 도열병을 대상으로 하였고, 농약은 Ferimzone+Tricyclazole (15+ 8)% SC 혼합제를 사용하였다. 농약 보조제는 이전의 연구에서 비산 방지에 가장 효과가 좋았던 Paraffin a.i. 24% EW와 Lecitin+MSO a.i. 50+ 25%를 사용하였다. 농약 살포는 멀티콥터 3대를 이용하여 동시에 살포하여 풍향에 대한 차이를 최소화 하였다. 농약 낙하량은 Patch를 이용하여 분석하였고, 일원배치 분산분석으로 유의차를 검정하였다. Patch 분석 결과 Paraffin과 Lecitin+MSO를 첨가하여 살포한 처리구안에 보조제를 첨가하지 않은 처리구에 비해 2배 이상의 농약이 낙하된 것으로 나타났으며, 벼 도열병에 대한 약효조사 결과 잎도열병 방제가는 Lecitin+MSO를 첨가한 처리구는 84.5%, Paraffin을 첨가한 처리구는 65.2%, 보조제를 첨가하지 않은 처리구는 81.3% 였으며, 목도열병 방제가는 각각 Lecitin +MSO 81.5%, Paraffin 63.9%, 보조제 미첨가 처리구가 80.7%로 조사되었다. Paraffin을 첨가하였을 경우는 농약의 낙하량은 2배이상 증가하였으나 오히려 약제효과가 감소하는 경향을 보였으며, Lecitin+MSO를 첨가한 처리구는 약제효과가 보조제를 첨가하지 않은 처리구에 비하여 높아진 것으로 나왔다. 벼 목도열병에서는 Paraffin을 첨가한 처리구에서 Lecitin+MSO를 첨가한 처리구와 보조제를 첨가하지 않은 처리구와 유의차가 있는 것으로 나왔다.

질경이택사 연테두리진딧물 발생과 방제약제선발

조혜련¹, 한경숙^{1*}, 이은송¹, 김용일¹, 김용구¹, 이상구²

¹국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과

²국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

질경이택사(*Alisma plantago-aquatica*)는 덩이줄기를 약용으로 이용하며, 습지에서 자라는 여러 해살이 풀로 잎이 질경이와 비슷하여 질경이택사로 불린다. 이노작용이 강하며 최근 고혈압, 고지혈증 등에 응용이 가능하다는 연구결과도 있다. 국내에서는 전남 순천에서 주로 재배되고 있으며, 8월 중,하순에 벼를 수확하고 같은 논에 후작으로 육묘한 택사를 이모작으로 심어 소득을 올리고 있다. 질경이택사에 발생하는 병해충으로는 *Cylindrocarpon sp.*에 의한 갈색잎마름병과 선충이 보고되어 있다, 2022년 8월 전남 순천에서 재배중인 질경이택사에 진딧물이 발생하였으며 수생식물에 주로 발생하는 연테두리진딧물로 확인되었다. 연테두리진딧물(*Rhopalosiphum nymphaeae*)은 노린재목 진딧물과에 속하는 곤충으로 몸체는 황색, 황갈색 또는 적갈색을 띠고 연꽃과 수련 등의 수생식물로 이주하여 흡즙가해 한다. 물속에서도 살 수 있어 필요한 경우에는 물속으로 이동하는 특성이 있다. 질경이택사는 소면적 약용작물로 농약등록이 되어있지 않아 방제약제에 대한 연구가 부족하여 이에 발생하는 연테두리진딧물 방제를 위해 약제를 선별하고자 하였으며, 시험약제로서는 사이안트라닐리프롤 유제 등 4종을 선발하여 약제간의 효과를 평가하였다.

* 본 연구는 농촌진흥청 고유사업(사업번호: PJ015145022023)의 지원에 의해 이루어진 결과임

Control Efficacy of Mixing Application of Microbial and Antibiotics Against of Bacterial Shot Hole Disease of Peach

Min-Kyoung Seo*, Hyun-Joo Yang, Jong-Kook Jung

Eco-Friendly Agri-Bio Research Center
Jeonnam Bioindustry Foundation

The purpose of this study was conducted to explore ways to utilize microorganisms to reduce antibiotic use to control peach shotgun disease. *Bacillus velezensis* BC11 strain, which has antibacterial activity against *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni*, the pathogen that causes peach bacterial shot hole disease, was isolated from the soil of a peach orchard. The isolated *Bacillus velezensis* BC11 strain had cellulase and protease activities. The effect on controlling bacterial shot hole disease in peach by using *Bacillus velezensis* BC11 in combination with a commercially available antibiotic (20% Streptomycin) was investigated under field conditions. In a field test, *Bacillus velezensis* BC11 was sprayed on the leaves three times, then the antibiotic was diluted five times and sprayed twice at 7-day intervals, and the control value was in the range of 67.0% to 70.1%. And when antibiotics (streptomycin 3%) were sprayed twice at 7-day intervals, the control value was 79.1.0-85.1%. Therefore, the combined use of antibiotics and microorganisms may be recommended as a control method to reduce antibiotic use, but additional research will be needed on how and when to use them in the future.

Genetic Variation of Brown rot Pathogen Population in Korea

Su In Lee^{1*}, Hwa-Jung Lee¹ and Youn-Sig Kwak^{1,2}

¹Division of Applied Life Science (BK21Plus), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

²Department of Plant Medicine and Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

Brown rot disease caused by *Monilia* spp. is major disease affecting pomes and stone fruit worldwide, leading to significant economic losses during pre- and post-harvest stages. The casual agents of brown rot include *M. fructigena*, *M. laxa*, and *M. fructicola* being considered the major pathogen among them. The causal agent, *M. fructicola*, is a control that primarily depends on the use of synthetic fungicides, such as benzimidazole, cyprodinil, fenhexamid, sterol biosynthesis inhibitors, succinic dehydrogenase inhibitors, and quinone external binding site inhibitors. This study utilized AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) method to acquire genetic diversity data from 86 strains isolated in five major stone fruit cultivation regions in South Korea, including Chungcheong-do, Gangwon-do, Gyeonggi-do, Gyeongsang-do, and Jeolla-do. Furthermore, the study conducted a comparative analysis of strain characteristics, such as isolation locations, host varieties, and responses to chemical fungicides. The results, based on the AFLP phylogenetic classification using 20 primer pairs, primarily indicated the presence of three groups, with strains isolated from Jeolla-do consistently forming a distinct group at a high frequency. Moreover, *M. fructicola* exhibited distinct banding patterns based on the assigned groups. Principal Component Analysis (PCA) and PERMANOVA were employed to compare strain information, generating partition patterns for AFLP. The primary criteria for separation were based on localization and host plant distinctions (PERMANOVA; $p < 0.05$). This study represents the first report utilizing AFLP methodology to investigate the genetic variability among various *M. fructicola* isolated. It underscores the importance of ongoing monitoring and management of regional pattern changes.

Keywords : AFLP, Brown rot, *Monilinia fructicola*, Stone fruit

Fungicide Efficacy Against *Stemphylium* Leaf Blight of Onion in Korea

Hyeong Ju Choi^{1,3}, Jae-ha Choi¹, Sungyu Choi¹, Soyeon Park¹,
Sungwon Park¹, Woo Man An¹, Hyeongrok Jang¹, Chang-Gi Back²,
Se-woon Hong³, Hyunkyu Sang^{1*}

¹Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University,
Gwangju 61186, Korea

²College of Life Sciences and Biotechnology, Dankook University, 31116, Korea

³Department of Rural and Bio-Systems Engineering, Chonnam National University,
Gwangju 61186, Korea

Onion (*Allium cepa*) diseases caused by fungi, bacteria, viruses, and nematodes vary depending on the cultivation area, timing, and variety. The most serious aerial disease of onion is leaf blight caused by *Stemphylium* species. Research on the effectiveness of chemical treatments to reduce *Stemphylium* spp. incidence on onions is not well established. In this study, onion leaf blight pathogen was obtained from the Korean Agricultural Culture Collection (KACC). The KACC 44529 strain was identified as *Stemphylium vesicarium* based on phylogenetic analysis of the internal transcribed spacer (ITS) region, glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) and calmodulin (CALM) genes, and morphological characteristics, including colony morphology, conidial size, length, width, and shape. The effectiveness of seven fungicides (trifloxystrobin, kresoxim-methyl, metconazole, pydiflumetofen, fluxapyroxad, iminoctadine triacetate, and propineb) of different chemical groups were tested to confirm pathogen viability and control mycelial growth of *Stemphylium* strains *in vitro*. Pydiflumetofen (succinate dehydrogenase inhibitors-SDHI group), fluxapyroxad (SDHI), and iminoctadine triacetate (bis-guanidines) were highly effective to reduce mycelial growth of *S. vesicarium* with EC₅₀ values less than 2 ppm. Currently, fungicide efficacy tests against *Stemphylium* leaf blight on onion using a mobile spraying equipment (MSE) with a motor pump and a

conventional nozzle (XR100) are in progress. Our results will suggest effective fungicides for controlling *Stemphylium* leaf blight on onion caused by *Stemphylium* species.

* Corresponding author: hksang@jnu.ac.kr

땅콩 흰비단병(*Agroathelia Rlfsii*) 살균제 방제 효과

김신화*, 김상민, 서수좌, 최수연, 정현정, 최낙중, 서보윤

국립식량과학원 작물기초기반과

흰비단병은 토양전염성 병으로 감염된 식물체는 지제부가 수침상으로 무르고, 시들며 결국 말라 죽는다. 한번 발생한 포장에서는 연작할 경우 계속해서 발생하는 경향이 크고 방제 또한 잘 되지 않는다. 본 연구를 통하여 토양전염성 병인 땅콩 흰비단병의 살균제 방제 효과를 비교하였다.

연구에 사용한 살균제는 Captan, Metconazole, Tebuconazole, Pencycuron, Pyraclostrobin 5종으로 농도는 각 약제별 추천약량의 반량, 정량, 배량을 처리하였다. 연구에 사용한 균주는 2019년부터 2022년까지 수집한 66개의 균주 중 15개 품종에 대해서 병원성 검정 결과 병원성이 강한 19SR24를 선발하였다. 땅콩 흰비단병의 방제를 위한 살균제 효과 비교를 위하여 온실 검정을 실시하였다. 실험에 사용한 땅콩(품종: 신평광)은 지름 10cm인 pot에 파종한 뒤, 본엽 4엽기까지 온실에서 재배하였다. 병원균 접종 2일 전과 2일 후에 실험 약제를 추천약량의 반량, 정량, 배량으로 농도를 맞추어 pot당 10ml씩 토양에 관주하였다. 접종원 제작은 PDA배지에 25℃ 조건으로 10일간 배양한 *Agroathelia rolfsii*의 균총을 잘게 다져 pot당 10g씩 지제부에 접종하였으며, 접종 후 온도 25-30℃, 습도 80% 이상으로 유지하며 병 발생 억제 효과를 조사하였다.

Streptomycin, Oxytetracyclin, Oxolinic Acid의 사과 개화기 꽃 감염 전·후 처리 시기에 따른 화상병 꽃 감염 억제 효과

이용환*, 이우형

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

2015년 국내 화상병이 처음 보고된 이후 화상병은 사과와 배 산업에 큰 손실을 미치고 있다. 화상병 예방을 위해서는 개화기 꽃 감염이 우려되는 시점에 화상병균을 직접 죽일 수 있는 약제를 살포하는 것이 필요한데, Streptomycin, oxytetracyclin, oxolinic acid는 미국이나 이스라엘 등에서 개화기 화상병 방제제로 가장 많이 사용되고 있는 농약이다. 농촌진흥청에서는 화상병 예방을 위하여 개화기에 2021년까지는 등록 농약을 만개 후 5일과 15일 2회 살포하도록 권고하였고, 2022년부터는 꽃 감염 위험 정보에 따라 5일 간격으로 2회 살포하도록 권고하고 있다. 본 연구에서는 만개 후 2회 살포와 꽃 감염 후 2회 살포시 꽃감염 억제 효과를 비교하고, 화상병균의 꽃 감염 전과 후의 1일, 2일 3일에 위 3종의 약제를 살포 시 꽃 감염 억제 효과를 구명하여 방제 적기를 제시하고자 하였다. 만개 후 2회 살포 시 방제가는 80% 이하로 그 효과가 떨어지는 반면 꽃 감염 후 2회 살포시 90% 내외의 방제 효과를 나타냈다. 꽃 감염 전과 후에 약제 살포 시 oxolinic acid와 oxytetracyclin은 꽃 감염 1일 전에, streptomycin은 꽃 감염 1일 후에 살포 시 방제 효과가 가장 높았고, 꽃 감염 시기와 멀어짐에 따라 그 효과가 급격히 떨어지는 것을 확인하였다. 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(Project No. RS-2021-RD009545)의 지원으로 수행하였다.

국내 등록 화상병 방제 약제의 사과 개화기 처리 간격 및 교호 처리에 따른 화상병 꽃 감염 억제 효과

이용환*, 이우형

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과

화상병 예방을 위해서는 개화기 꽃감염이 우려되는 시점에 화상병균을 직접 죽일 수 있는 약제를 살포하는 것이 필요한데, Streptomycin, oxytetracyclin, oxolinic acid는 미국이나 이스라엘 등에서 개화기 화상병 방제제로 가장 많이 사용되고 있는 농약이다. 하지만 이런 계통의 농약들을 지속적으로 사용하게 되면 약제 저항성균이 출현할 수 있는 문제점을 가지고 있다. 농촌진흥청에서는 2022년부터는 꽃 감염 위험 경보에 따라 5일 간격으로 2회 살포하도록 권고하고 있는데, 본 연구에서는 국내에서 약제 저항성균의 생성을 미리 차단하기 위하여 개화기 꽃 감염일을 기준으로 3일 또는 5일 간격으로 항생제를 교호 처리하거나 미생물제와 항생제를 교호 처리하여 꽃 감염 억제 효과를 분석하였다. 2022년에는 꽃 감염 다음 날부터 5일 간격으로 streptomycin과 oxolinic acid를 교호 살포하거나 꽃 감염 3일 전부터 oxytetracyclin, streptomycin, oxolinic acid를 교호 처리 시 방제가 68.9~75.9%로 streptomycin을 5일 간격 2회 처리 시 81.3%보다 그 효과가 낮았다. 반면에 streptomycin을 3일 간격 2회 처리 시 방제가 87.5%로 가장 높은 효과를 나타냈다. 2023년에는 저항성유도제나 미생물제를 꽃 감염 4일 전에 살포하고 꽃 감염 1일 전에 oxytetracyclin, 꽃 감염 1일 후에 streptomycin을 살포할 경우 oxytetracyclin과 streptomycin을 3일 간격으로 살포했을 경우보다 높은 방제 효과를 보였다. 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (Project No. RS-2021- RD009082)의 지원으로 수행하였다.

The Analysis of Pesticide Efficacy with Different Treatment Methods using Hyperspectral Sensors

Gyungmin Lee^{*}, Seongbin Kim, Jeadeok Kim, Minju Kim,
Youngsig Lee, Huenyoung Ha

National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, Republic of Korea

Pesticide treatment methods for disease control effects are important task in sustainable crop production, alongside the detection and identification of plant diseases. A pesticide's formulation not only determines its effectiveness but also influences its solubility, safety, storage and handling. Each formulation type has its own benefits and drawbacks. Therefore, the determination of effective pesticide treatment is necessary based on its formulation. In this study, we confirmed the effectiveness of pesticides' formulations depending on pesticide treatment using hyperspectral sensors application of non-invasive techniques.

Tebuconazole is a broad-spectrum synthetic pesticide used to control various fungal diseases. It is available in diverse formulations, including Emulsifiable concentrate(EC), Granule(GR), Microemulsion(ME), Suspension concentrate(SC), Wettable Powder(WP) for combating chili anthracnoes. According to the recommended usage standards on each pesticide label, it was applied. Using a hyperspectral sensor, data were collected at time points, including before *Colletotrichum scovillei* bacteria inoculation and on post-treatment days.

To gain a deeper understanding of the correlation between chemical pesticide efficacy and specific wavelengths, it will be necessary to investigate the interaction processes between plants and pesticides at the transcriptomics, genomics, and metabolomics levels. This study will serve as a foundational reference for pesticide treatment methods for disease control effects.

* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ017279012023)의 지원에 의해 수행되었음.

Establishment of Baseline Sensitivity of *Alternaria Mali* to Pydiflumetofen, a New Succinate Dehydrogenase Inhibitor Fungicide

Byeong Hak Jeong*, Gyeong Pyo Jo, Kwang-Yeol Yang

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

Alternaria leaf spot caused by *Alternaria mali* is a disease that affects apple leaves. Over the last decade, *Alternaria* leaf spot causes severe losses to the apple industry in most of apple growing regions of the world. The *Alternaria* leaf spot outbreak could be controlled by combination of fungicidal spray and proper cultural practices. Pydiflumetofen, a new generation succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI) fungicide, which is effective in controlling many plant diseases. Pydiflumetofen was recently registered in Korea for management of *Alternaria* leaf spot in apple. In this study, the baseline sensitivity of *Alternaria mali* to pydiflumetofen was determined using in vitro growth of mycelium. A total of 100 strains of *Alternaria mali* from 4 different regions were tested. In the mycelial growth inhibition assay, EC_{50} (effective concentration inhibiting mycelial growth by 50%) value of pydiflumetofen ranged from 0.29 $\mu\text{g/ml}$ to 4.39 $\mu\text{g/ml}$ with a mean of 1.65 $\mu\text{g/ml}$. On the whole, the *Alternaria mali* population appears to be sensitive to pydiflumetofen, and this study enables future monitoring of fungicide sensitivity.

Keywords: *Alternaria* leaf spot, *Alternaria mali*, Pydiflumetofen, Baseline sensitivity

초분광센서를 이용한 살균제의 약효 평가

김성빈*, 이경민, 김민주, 김재덕, 이영식, 하현영

국립농업과학원 농산물안전성부

초분광센서(Hyperspectral sensor)는 사람의 눈으로는 확인할 수 없는 여러 파장에서 정보를 얻을 수 있어 원격탐사를 통한 토양의 양분 분석, 항공 초분광영상 촬영을 통한 작물 근처 잡초의 판별, 1450nm ~ 1940nm 파장의 반사율을 관찰하여 콩 균핵마름병(*Macrophomina phaseolina*) 예찰 등에 활용되고 있다.

본 연구에서는 작물과 병, 병과 살균제가 어떻게 상호작용하는지를 초분광센서로 관찰하여 약효를 평가하고자 하였다. 배추 무름병에 등록되어 있는 살균제와 기주식물의 방어기구를 유도하는 약제를 처리한 후 무름병(*Pectobacterium brasiliense*)을 접종 초분광센서로 촬영하여 병이 진전됨에 따라 반사율의 변화를 관찰하였다.

스트렙토마이신 수화제 20% 등 4종의 약제를 배추에 처리하고 1DAT(Day after Treatment), 3DAT, 5DAT 별로 무름병을 접종하였다. 그 후 시간에 따라 병반 사진을 촬영한 후 ImageJ를 이용하여 병반면적율을 계산하였으며, 초분광센서로 영상을 촬영하고 반사율을 분석하였다.

향후 추가적인 연구를 수행하고 기준을 확립하여 살균제의 약효를 평가하는 새로운 방법을 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

배초향(*Agastache Rugosa*)으로부터 고추 탄저병 병원균 (*Colletotrichum Coccodes*)에 대한 항진균 활성물질 구명

박흥구*, 최용화

경북대학교 생태환경시스템학과

고추 탄저병을 유발하는 것으로 확인된 고추 탄저병 병원균인 *Colletotrichum coccodes*에 대한 친환경적 유기농자재의 개발을 위하여 천연물질을 탐색한 결과, 배초향(*Agastache rugosa*)의 Methanol 추출물이 강한 효과를 나타내는 것으로 확인되었다. 건조시킨 배초향의 엽면부(478.6g)를 MeOH로 추출하여 농축 건조시켜 MeOH 추출물(31.59g)을 얻었다. 얻어낸 MeOH 추출물을 용매분획하여 Hexane fraction(9.65g), CHCl₃ fraction(2.65g), EtOAc fraction(0.62g), BuOH fraction(1.62g), Aqueous layer(17.41g)를 얻었다. 각 fraction를 대상으로 bioassay를 실시한 결과, Hexane fraction에서 강한 항진균 활성을 확인할 수 있었다. Hexane fraction를 silica gel column chromatography로 분리하여 30개의 subfraction을 얻었다. 30개의 subfraction 중 강한 항진균 활성을 나타낸 HS-3을 다시 silica gel column chromatography로 분리하여 15개의 subfraction을 얻었다. 15개의 subfraction에 대해 bioassay를 진행한 결과 HSS-13에서 강한 항진균 활성이 확인되었다. HSS-13을 대상으로 GC/MS분석하여 Wiley library와 대조한 결과 Patchouli alcohol로 추정되어, 표준품 Patchouli alcohol 화합물과 비교 분석한 결과 항진균 화합물은 Patchouli alcohol 화합물로 구명되었다.

Key wards : *Agastache rugosa*, Antifungal active substance, *Colletotrichum coccodes*, Patchouli alcohol

Screening Fungicide Resistance of Garlic Leaf Blight (*Stemphylium Vesicarium* and *S. Eterminimum*) in Vitro

Sung-Won Park¹, Wooman An¹, Sungyu Choi¹, Hyeongju Choi¹,
Jae-ha Choi¹, Soyeon Park¹, Hyeongrok Jang², Chang-Gi Back³,
Se-woon Hong⁴, Hyunkyu Sang^{1*}

¹Department of Integrative Food, Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University,
Gwangju 61186, Korea

²Department of Bioenergy Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³College of Life Sciences and Biotechnology, Dankook University, 31116, Korea

⁴Department of Rural and Bio-Systems Engineering, Chonnam National University, Gwangju
61186, Korea;

Stemphylium vesicarium and *S. eterminimum* are garlic leaf blight pathogen that infects garlic leaf before harvesting period and dramatically reduce the yield. To control the disease, various fungicides have been used via unmanned aerial vehicles (UAVs) and other spraying methods. To suggest possibility for use of UAV spraying and better fungicide to control the disease, we assayed 4 each of *S. vesicarium* and *S. eterminimum* strains to fungicides (boscalid, difenoconazole, florylpicoxamid, ipflufenquin, iprodione, and kresoxim-methyl) to determine EC₅₀ values. In general, kresoxim-methyl and florylpicoxamid showed the least mycelial growth inhibition, boscalid and ipflufenquin showed high mycelial growth inhibition but high insensitivity was also observed. The highest estimated EC50 value of iprodione and difenoconazole were 1.18 ± 0.43 and 19.6 ± 1.26 , which indicates those are most efficient fungicide to control tested strains. To verify efficacy of the fungicides, disease control experiment using the fungicides on garlic plant is in progress. Our study will contribute to monitor fungicide resistance of garlic leaf blight and better disease control.

Keywords : Fungicides, garlic leaf blight, garlic

*Corresponding author : hksang@jnu.ac.kr

콩균핵마름병균 *Macrophomina Phaseolina*에 대한 Inpyrfluxam과 Mandestrobin의 혼합 효과

안소현¹, 김도형², 황정현², 전경진², 이상준², 채민수², 김흥태^{1*}

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물위학과

²(주)팜한농

콩균핵마름병균인 *Macrophomina phaseolina* ASH21-031에 대한 inpyrfluxam(a.i. 20%, SC)과 mandestrobin(a.i. 40%, SC)의 혼합 효과를 검정하였다. 살균제의 효과는 PDA 배지에서 한천희석법을 통해서 병원균의 균사생장 억제효과를 조사하여 비교하였다. 또한 물한천 배지를 담은 식물 배양 접시에 병원균을 접종하고, 발아한 콩 종자를 치상하여 병 발생 억제효과를 조사하였다. PDA 배지에 두 살균제의 최종 농도가 각각 10, 1, 0.1, 0.01, 0.001 $\mu\text{g/mL}$ 가 되도록 혼합하여 첨가하고, 병원균의 균사 조각(직경; 3 mm)을 접종하여 30°C에서 2일간 배양하고 균총의 직경을 조사하였다. 각 배지에서 조사한 실측치와 Abbott 공식을 이용하여 계산한 기대치를 비교하여 상승 효과 여부를 결정하였다. 그 결과 inpyrfluxam과 mandestrobin의 농도가 1.0 $\mu\text{g/mL}$ 이상 농도의 조합에서 실측치를 기대치로 나눈 값이 1.0 보다 높게 나타나, 두 살균제 간의 상승 효과가 인정되었다. *M. phaseolina* ASH21-031에 대한 각 살균제의 균사생장 억제효과를 실험하여 구한 EC_{50} 값을 이용하여 Wadley 공식에서 기대치를 구하고, 두 살균제를 혼합하여 첨가한 배지에서 구한 EC_{50} 값과 비교하여 상승 효과 여부를 재확인하였다. 그 결과 기대치가 실측치의 2.6배로 나타나, 두 살균제를 혼합함으로써 두 살균제를 각각 처리하였을 때보다 더 우수한 균사생장 억제효과를 얻을 수 있었다. 살균제의 병 방제 억제효과에서도 두 살균제를 혼합하였을 때, 상승 효과가 나타나는지를 식물 배양 접시에서 검정하였다. 각 살균제의 병 방제 효과를 계산한 결과, inpyrfluxam과 mandestrobin의 EC_{50} 값은 3.97과 0.07 $\mu\text{g/mL}$ 이었으며, 두 살균제를 혼합하여 처리한 경우 EC_{50} 값은 0.03 $\mu\text{g/mL}$ 이었다. Wadley 공식을 이용하여 계산한 기대치와 실측치를 비교한 결과, 기대치가 실측치보다 4.4배 증가한 것을 보면, 두 살균제를 혼합하였을 때 콩 균핵마름병에 대한 방제 효과가 상승할 수 있음을 보여주고 있었다.

대추탄저병균의 살균제 효과 검정 및 저항성 *Colletotrichum* 종의 특성 조사

조희수*, 김흥태

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

2021년과 2022년에 걸쳐 경북 경산시의 충북 보은군에서 이상 병징을 보이는 대추나무의 가지, 꽃, 열매, 잎을 채집해 보은 지역에서는 94균주를, 경산 지역에서는 151균주를 분리하여, *Colletotrichum* spp. 총 245균주를 확보하였다. 대추나무 탄저병 방제에 등록되어 있는 pyraclostrobin, thiophanate-methyl, tebuconazole, fluazinam에 대한 병원균의 감수성 변화를 조사하기 위하여 2015-2016년에 분리한 균주와 2021-2022년에 분리한 균주를 43균주씩 선발하여 한 천희석법으로 균사생장 억제효과를 조사하였다. Pyraclostrobin, thiophanate-methyl, tebuconazole에 대해서 2015-2016년 균주 집단에 비해 2021-2022년 균주 집단의 감수성이 저하하였으나, fluazinam에 대해서는 감수성이 상승하였다. 2021년과 2022년에 분리한 245균주 모두에 대해서 살균제 저항성 검정을 실시한 결과, 보은 지역의 8.5%, 경산 지역의 48.4%의 균주가 pyraclostrobin에 대해서 저항성 균주로 판명되었다. Thiophanate-methyl에 대해서는 보은 지역 균주의 13.8%, 경산 지역 균주의 80.1%가 저항성이었다. 분리한 균주를 다중유전자 계통분석한 결과, 9종의 *Colletotrichum* spp. 세부 종으로 재동정되었으며, 대추탄저병의 주요 종은 *C. gloeosporioides* (62.8%), *C. fruticola* (24.1%)로 판명되었다. Pyraclostrobin과 thiophanate-methyl에 대해서 다중 저항성을 보이는 *C. gloeosporioides*와 *C. fruticola* 균주를 감수성 균주와 포장 적응력을 비교하였을 때, 다중저항성인 *C. gloeosporioides* 균주가 포자 발아와 포자 침입률이 우수하였다. 또한, *C. gloeosporioides*와 *C. fruticola*의 다중저항성 균주를 사용한 병 방제 실험에서 pyraclostrobin과 thiophanate-methyl의 병 방제 효과가 감소하였다. 다중저항성을 보이는 *C. gloeosporioides* 균주들은 빠른 균사생장 속도와 높은 포자 침입률을 가지고 있기 때문에, 경산에서 분리한 대추나무탄저병균의 89.3%를 차지하는 우점종의 위치를 차지하는 것으로 생각되었다.

수목에서 가지마름 증상을 일으키는 병원균의 분리 · 동정 및 살균제의 효과 검정

윤태준, 안소현, 박봉영, 김흥태*

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

수목에서 가지마름 증상을 일으키는 원인균을 조사하기 위하여 충청북도 청주시에 식재되어 있는 팔배나무, 복자기, 이팝나무, 마가목, 단풍나무, 모과나무, 산딸나무, 무궁화, 사과나무 등 총 9종의 수목에서 마름 증상을 보이는 가지를 채집하였다. 마름 가지의 채집은 1월과 5월 총 2회에 걸쳐서 실시하였으며, 마름 증상을 보이는 부분을 표면 소독하고 병원균을 분리하였다. 분리한 병원균은 균총의 형태와 ITS 영역의 DNA 염기서열을 분석하여 동정하였다. 그 결과, *Diaporthe*, *Neopestalotiopsis*, *Botryosphaeria*, *Diplodia* 4종의 병원균이 주요 병원균으로 동정되었으며, 1월과 5월 모두 병원균이 분리되는 경향은 유사하였다. 분리한 병원균의 병원성을 조사하기 위하여 각 병원균의 균사조각(직경; 3 mm)을 접종원으로 사용하여 9종의 수목의 건전한 가지에 상처 접종하였다. 대조군으로는 PDA 배지의 조각을 사용하였다. 병원균을 접종하고 45일 후, 가지의 표피조직 아래에 형성된 병반의 크기를 측정하여 병 발생 정도를 조사한 결과, 복자기, 마가목, 모과나무, 무궁화, 사과나무에서 4종의 병원균 모두 장경이 9 cm 이상인 병반을 형성하였다. 팔배나무에서는 *Diaporthe*, *Botryosphaeria*, *Diplodia*를 접종하였을 때 병반이 형성되었으며, 이팝나무, 단풍나무, 산딸나무에서는 *Botryosphaeria*, *Diplodia*에 의한 병반이 관찰되었다. 가지 마름 증상을 일으키는 주요 병원균인 *Diaporthe*, *Neopestalotiopsis*, *Botryosphaeria*, *Diplodia*속에서 임의로 한 균주씩을 선발하여, 각 병원균에 대한 16종 살균제의 균사생장 억제효과를 한천희석법으로 검정하였다. Benzimidazole계에 속하는 benomyl과 thiophanate-methyl은 *Diplodia*에 대하여 0.16과 0.25 $\mu\text{g/ml}$ 의 EC_{50} 값을 보이며 우수한 효과를 나타내었으며, 나머지 병원균의 균주에 대해서도 0.21부터 3.95 $\mu\text{g/ml}$ 사이의 양호한 EC_{50} 값을 보였다. Simeconazole, bitertanol, difenoconazole을 제외한 5종의 에르고스테롤 생합성 저해 살균제는 1.0 $\mu\text{g/ml}$ 의 낮은 EC_{50} 값을 보였다. 다5군에 속하는 fluazinam은 4종의 병원균 모두에 대한 EC_{50} 값이 0.55 $\mu\text{g/ml}$ 이하이었다. Strobilurin계에 속하는 3종 살균제는 *Diaporthe*와 *Neopestalotiopsis*에 대한 pyraclostrobin과 trifloxystrobin의 EC_{50} 값이 0.12와 0.10 $\mu\text{g/ml}$, 그리고 4.08과 4.74 $\mu\text{g/ml}$ 이었을 뿐, 나머지는 모두 20 $\mu\text{g/ml}$

이상이었다. 보호 살균제인 dithianon의 균사생장 억제효과는 매우 낮았지만, iminoctadine-trisalbesilate는 각 병원균에 대한 EC₅₀값이 2.75, 3.12, 0.93, 0.05 $\mu\text{g/ml}$ 이었다. 결론적으로 가지마름 증상을 일으키는 병원균에 대해서 benomyl, fluazinam, 그리고 에르고스테롤 생합성을 억제하는 일부 살균제들의 균사생장 억제효과가 우수하였다. 배지 상에서 살균제의 균사생장 억제효과와 기주식물에서 병 방제 효과 간에 상관 관계가 낮은 살균제도 있지만, 본 연구 결과를 기초로, 수목에서 가지마름 증상을 일으키는 병원균을 방제할 수 있는 후보 살균제의 선발이 가능할 것으로 생각한다.

배추 무름병에 대한 옥솔린산 처리 시험

김재덕*, 김성빈, 이경민, 김민주, 이영식, 하현영

국립농업과학원 농산물안전성부

최근 배추 농가에서는 무름병이 빈번하게 번식하여 수확량이 급감하는 사례들이 종종 발생하고 있다. 무름병은 *Pectobacterium brasiliense* 세균이 토양 오염으로 일으키는 병으로 다양한 작물에 영향이 있어 발생이 확인되면 토양조건에서 완전방제가 어렵기 때문에 농경지에서 난방제 병으로 알려져 있다. 또한, 농경지 토양소독을 위해서는 막대한 비용이 요구되기 때문에 방제에 큰 어려움이 있다. 따라서 무름병에 대한 방제 약제 및 예방처리, 처리시기 등에 대한 연구는 꾸준히 요구되고 있는 실정이다. 한편, 옥솔린산은 무름병에 대해 관행 희석처리와 무인항공기 모두 등록되어 있는 약제로써 다양한 원제와의 합제로 활용되고 있는 물질이다. 본 연구진은 옥솔린산의 무름병에 대한 처리 효과를 증진시키기 위한 연구를 수행하고 있고, 합리적으로 약제를 적용하기 위해 노력을 가하고 있다. 본 연구는 가을배추(품종: 휘파람골드)를 포트에 재배하고 옥솔린산을 포함한 제품을 멀티콥터(Model: DJI AGRAS MG1-P)와 관행 희석처리를 병행하여 약효를 비교한 결과이다. 약제 처리 결과 옥솔린산은 가을배추에 발생하는 무름병에 대해서 보편적 수준 이상의 방제율을 나타내며 관행처리와 무인항공기 모두 우수한 방제 활성을 보였다. 다만, 최적의 약제 적용량에 대한 실험은 추가적으로 수행해야할 것으로 판단되어 추후 해당 연구를 꾸준히 수행할 계획이다.

* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ01727901)의 지원에 의해 수행되었음

Screening of Fungicides to Control the Southern Blight on Apple Seedling

Jin-Sil Choi¹, Jun-Woo Choi¹, Gwang-Jae Lim¹, Seong-Keun Lim¹,
Mohammad Hamizan Azmi¹, Seung-Yeol Lee^{1,2*}, Hee-Young Jung^{1,2}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Athelia rolfsii is one of the destructive soil-borne fungal pathogens causing southern blight on diverse fruit crops and vegetables worldwide. Symptoms of the disease were forming brown lesions at the infected area, followed by wilting and yellowing of the entire plant. In the case of apple rootstock grown in nurseries, leaf chlorosis was observed, along with collar and root rot at the seedling stage. However, controlling southern blight in apple orchards or nurseries are difficult, given the absence of registered fungicides in Korea. Therefore, this study was carried out by the agar dilution method to screen for effective fungicides against *A. rolfsii*, using the isolated *A. rolfsii* KNUF-YCA01 strain from the Yeongcheon apple nursery located in Gyeongbuk province in 2022. To evaluate inhibition efficacy, 20 fungicides were tested comprising six groups with different modes of action, including methyl benzimidazole carbamates (benomyl, a.i. 50%, and others), succinate dehydrogenase inhibitor (fluxapyroxad 15.3%, SC, and others), quinone outside inhibitor (pyraclostrobin, a.i. 20%, WG, and others), uncouplers of oxidative phosphorylation (fluazinam a.i. 50%, WP), demethylation inhibitor (DMI) (tebuconazole a.i. 20%, SC, and others), and multi-site contact activity (mancozeb a.i. 75%, WP, and others). The 20 fungicides, using both the recommended dose and half of the recommended dose each, were mixed with potato dextrose agar, and a plate without any addition of fungicide used as a control, was tested on. After 4 days, the growth rate of mycelial plugs and sclerotia was measured. In the results, fluxapyroxad showed 100% inhibition rate for both mycelial and sclerotia, and DMI

fungicides such as tebuconazole and prochloraz manganese revealed up to 90% inhibition ratio. However, thiophanate-methyl and dithianon fungicides presented 0 to 10% of inhibition rate in both media. These results can be used for the management of southern blight in apple, and further research and field experiments should be conducted based on the results.

Evaluating the Sensitivity of *Botryosphaeria* spp. to Pyraclostrobin Fungicide in Korea

Gwang-Jae Lim¹, Jin-sil Choi¹, Jun-woo Choi¹, Seong-Keun Lim¹,
Mohammad Hamizan Azmi¹, Seung-Yeol Lee^{1,2*}, Hee-Young Jung^{1,2}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Botryosphaeria spp., one of the major fungal agents, causes white rot and Botryosphaeria cankers on apple. QoI fungicides are used to control these diseases, and currently, 20 pyraclostrobin fungicides have been registered and widely used in Korea. The sensitivity of 235 *Botryosphaeria* spp. isolates were evaluated for QoI fungicide. To calculate the EC₅₀ values, the pyraclostrobin fungicides(a.i. 20%, WG) registered for apple were used. As the results, the EC₅₀ values of all isolates ranged from 0.05 to 34.16 µg/mL (2.98 ± 3.87 µg/mL). The average of EC₅₀ values by isolated year, region, and species were compared to evaluate the difference between strains. When comparing by decades, the mean values were 2.60, 2.69, and 3.03 µg/mL, and the results for eight different regions were ranging from 2.29 to 4.63 µg/mL. The difference between *B. sinensis* and *B. kuwatsukai* was also low, with values of 3.00 and 3.24 µg/mL, respectively. Furthermore, 30 strains that showed higher and lower EC₅₀ values have no point mutations in the cytochrome b gene. As a result, *Botryosphaeria* spp. isolated in Korea exhibited a similar inhibition rate against pyraclostrobin, but further research and field experiments should be conducted to evaluate the exact sensitivity baseline and resistance status.

Evaluating the Sensitivity of Fluazinam Against *Botryosphaeria* spp. in Korea

Jun-Woo Choi¹, Gwang-Jae Lim¹, Jin-Sil Choi¹, Seong-Keun Lim¹,
 Mohammad Hamizan Azmi¹, Seung-Yeol Lee^{1,2*}, Hee-Young Jung^{1,2}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Institute of Plant Medicine, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

White rot caused by *Botryosphaeria* spp., is considered one of the economically significant disease in apple cultivation. It was registered that 33 fungicide active ingredients, such as fluazinam, pyraclostrobin, and tebuconazole, were used to control the white rot in Korea. In this study, the sensitivity of fluazinam against *Botryosphaeria* species was assessed using agar dilution method. 136 *Botryosphaeria* strains were collected from several apple orchards in Korea. They were identified as *B. sinensis* and *B. kuwatsukai* based on sequences of internal transcribed spacer (ITS) regions, translation elongation factor 1-alpha (*TEF1α*), and β-tubulin (*TUB2*). The sensitivity was determined using the effective concentration inhibiting mycelial growth by 50% (EC₅₀) value. The EC₅₀ values were calculated on the GraphPad Prism 9 program, and ranged from 0.03 to 0.59 μg/mL (0.08 ± 0.05 μg/mL). No significant difference was observed in the mycelial inhibition rate between the *Botryosphaeria* species. This study was conducted to profile the sensitivity of *Botryosphaeria* species to fluazinam in Korea. Furthermore, these sensitivity data can be used as a baseline for monitoring the sensitivity of *Botryosphaeria* species to fluazinam.

Strobilulin계 살균제 저항성 고추탄저병균 방제를 위한 살균제 포장 처리 체계 확립

안소현*, 정은총, 김민석, 이소연, 김흥태

충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

고추 탄저병 방제를 위해서 작용기작이 다른 살균제를 7회 교호 처리하는 살균제 처리 체계를 확립하여 포장에서 사용하였다. 하지만 2015년부터 발생한 strobilulin계 살균제 저항성 고추탄저병균의 비율이 전국적으로 70%를 넘어가면서 고추 탄저병에 대한 strobilulin계 살균제의 방제 효과가 감소할 것으로 예상되었다. 따라서 본 실험에서는 2021년부터 2023년에 걸친 3년 동안 충북대학교 부속 농장에서 살균제 처리 체계의 효과와 strobilurin계 살균제 대체를 위한 효과 검정을 실시하였다. 포장 실험의 접종원으로는 strobilulin계 살균제 감수성인 *C. scovilliae* 20JDS8와 저항성인 *C. scovilliae* 20CDJ6를 상처 접종하여 발병을 유도한 후, 상온에서 완전히 건조시킨 고추 열매를 사용하였다. 접종원은 살균제 1차 처리 전후에 각 반복 당 감수성균을 접종한 열매와 저항성균을 접종한 열매를 각각 1개씩 매달고, 실험하였다. 기존 살균제 7회 처리 체계의 방제 효과는 2021년과 2022년에는 72.1%와 83.3%이었으나, 저항성균을 접종원으로 사용한 3년차인 2023년에는 55.7%로 감소하였다. 2022년과 2023년에는 BTH/mancozeb 합제와 propineb를 처리한 후, pyraclostrobin을 5회 연속 처리하고 방제 효과를 비교하였다. 탄저병에 대한 방제 효과가 2022년에는 56.1%이었지만, 2023년에는 28.6%로 급감하였다. 2023년에는 저항성균의 비율이 처리 체계의 효과에 미치는 영향과 strobilurin계 살균제를 대체하기 위한 포장 실험을 수행하였다. 저항성 비율을 달리하기 위하여 두 개 모두를 감수성균으로 접종한 열매, 한 개는 감수성균을 그리고 다른 한 개는 저항성균을 접종한 열매, 두 개 모두를 저항성균으로 접종한 열매를 각 반복 당 매달아 주었다. 감수성균을 접종한 열매만을 접종원으로 사용하였을 때에는 7회 처리 체계의 방제 효과가 75.3%, 감수성균과 저항성균으로 접종한 열매를 각각 1개씩 사용하였을 때는 55.7%, 그리고 저항성균을 접종한 열매만을 사용하였을 때는 43.4%로, 저항성균의 밀도가 높아지면서 처리 체계의 효과도 감소하였다. BTH/mancozeb 합제와 propineb의 처리 후, pyraclostrobin만을 연속 살포한 처리구 역시 49.1%, 28.6%, 22.4%로 효과가 감소하였다. 다른 처리 체계의 효과를 실험한 결과, pyraclostrobin을 fluazinam으로 대체한 처리 체계의 효과는 69.0%, 66.0%, 57.8%이었고, 차균과

카군의 합제와 카군 살균제를 교호로 살포한 처리 체계에서는 85.0%, 89.3%, 76.7%의 양호한 효과를 보였다. 결국 저항성 발생이 심한 strobilurin계 살균제를 작용기작이 다른 fluazinam으로 교체하여 처리하는 체계와, 병 발생 전부터 차군과 카군의 합제와 카군 살균제를 교호로 처리하는 처리 체계가 탄저병 감수성인 고추 품종을 재배하는 지역에서는 탄저병 방제에 효율적일 것으로 판단하였다.

Growth and Quality of Creeping Bentgrass Applying Gibberellic Acid

Tae-Wooung Kim¹, Seung-Jae Lim¹, Ji-Hye Kang¹, Woo-Sung Kim², Young-Sun Kim^{*1}

¹Department of Horticultural Science, Daegu University, Gyeongsan 38453, Korea

²Jahngryu Industries, Cheongju 28101, Korea

Abstract This study was conducted to evaluate the effects of application of gibberellic acid(GA₃) on the growth and quality of creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.). Treatment were designed as follows; non-treatment (NT), control (fertilizer treatment, 3g N/m²), 0.0015GA₃ (GA₃ 0.0015a.i. g/m²), 0.003GA₃ (GA₃ 0.003a.i. g/m²), 0.006GA (GA₃ 0.006a.i. g/m²) and 0.012GA₃ (GA₃ 0.012a.i. g/m²). Compared to NT, turf color index(TCI) and chlorophyll content in GA treatments was not significantly different. As compared to control, shoot length in 0.0015GA, 0.003GA, 0.006GA and 0.012GA treatments on 7 DATs, increased by 6, 12, 23 and 24% respectively, and after treatment on 28DAYs was 0.0015GA and 0.003GA treatments decreased by 15 and 14% respectively, and 0.006GA and 0.012GA increased by 9.0 and 9.5% respectively. Clipping yield of 0.0015GA, 0.003GA, 0.006GA and 0.012GA treatments was decreased by 62, 47, 28 and 18% than that of control, respectively. These results of the GA₃ treatment that showed shoot length similar to control (3g N/m²) was GA₃ 0.006~0.012a.i. g/m².

Keywords : creeping bentgrass, clipping yield, gibberellic acid

Corresponding author E-mail : im0sunkim@daegu.ac.kr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5645-7021>

토양처리형 제초제를 활용한 체계처리 가능성 검토

원옥재^{1*}, 이현수¹, 임성환¹, 박재성¹, 서진희¹, 윤동경¹, 한원영¹

¹국립식량과학원 생산기술개발과

농약허용기준강화제도(PLS, positive list system) 농약을 사용함에 있어 잔류허용기준과 안전사용 방법 준수를 제시하고 있다. 잔류허용기준의 경우 작물에 별도의 잔류허용기준치가 없는 경우 0.01 ppm을 기준으로 하며, 안전사용방법은 농약병의 작성되어 있는 방법에 한해서 농약을 사용하는 방안이다. 발아억제작용을 하는 토양처리형 제초제의 경우 처리시기를 파종 복토 직후, 3일 이내, 3-5일 이내로 처리시기를 파종 후 근 시일로 제시하고 있다. 그러나 농가현장에서는 토양처리형 제초제의 처리시기를 유연하게 사용하여 발아억제작용이 끝나는 시기에 맞춰서 재살포를 함으로서 잡초방제체계를 구축하고 있다. 따라서 본 실험에서는 토양처리형 제초제의 처리시기 확장을 위해 재살포에 따른 제초제의 약효·약해를 평가하여 토양처리 제초제를 활용한 체계처리의 가능성을 검토하기 위하여 실험을 수행하였다. 시험은 2023년 밀양에서 수행되었으며, 선풍콩을 대상으로 하였다. 시험약제는 알라클로르, 에스-메톨라클로르, 리뉴론을 파종직후, 파종직후+파종후 10-15일, 파종직후+파종후 30-40일에 처리하였다. 약효조사는 약제처리 후 약 30일에 초종별 본수 및 건물중을 조사하였으며, 약해조사는 약제처리 후 약 10일 간격 4회 초장 및 달관평가 하였다. 관행적 처리방법인 파종직후 1회 처리한 경우 약효조사에서 80% 이상의 효과를 보이고 있었으며, 깨풀의 경우 알라클로르와 에스-메톨라클로르에서 다소 방제가 되지 않는 모습을 보였고, 돌피와 바랭이의 경우 리뉴론에서 다소 방제효과가 감소하였다. 2회 체계처리한 경우 발생본수가 다소 감소하는 경향을 보였으며, 비슷한 수준의 방제효과가 지속되는 모습을 보였다. 다만 2회 처리에서 리뉴론은 처리 후 점차 콩이 고사되는 모습을 보여, 체계처리 제초제로 적합하지 않는 것을 확인하였다. 전체적으로 알라클로르와 에스-메톨라클로 모두 체계처리한 경우 잡초방제 지속 효과가 있었으며, 약해가 없는 것으로 확인되었으며, 리뉴론의 경우 심한 약해가 발생하는 것을 확인하였다. 따라서 약효·약해 측면으로 토양처리형 제초제의 처리시기의 확장이 가능할 것으로 보인다. 다만 제초제별 효과가 상이함으로 체계적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 향후 잔류농약분석 및 후작물약해시험, 주변작물약해시험 등을 통한 다각적 접근방안을 바탕으로 실질적 가능성에 대한 검토가 필요할 것으로 보인다. Corresponding author E-mail : ojwon@korea.kr

* 본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ017220)의 지원에 의해 이루어진 것임

드론을 활용한 제초제 입제 살포시 풍속에 따른 비산

원옥재^{1*}, 이현수¹, 임성환¹, 박재성¹, 서진희¹, 윤동경¹, 한원영¹

¹국립식량과학원 생산기술개발과

농촌인구의 감소와 1인당 경지면적의 증가로 인하여 영농조합, 농업법인, 작목법인과 같은 집단 경영체제가 증가하고 있으며, 규격화된 논에 발작물을 재배체제가 증가함으로 인하여 새로운 잡초 방제체계의 개편이 시급한 실정이다. 이러한 추세에 맞춰 병해충 방제 체계의 경우 드론을 활용한 방제가 활발히 이루어지고 있으나, 제초제의 경우 벼 재배에 있어서 국한적으로 이루어지고 있다. 살충·균제의 경우 농도나 비산에 의해 타작물에 직접적인 피해를 주지 않으나, 제초제의 경우 작물에 따라서 비산으로 인한 생육 피해가 우려되기 때문이다. 그러나 농업현장의 현 추세를 볼 경우 드론을 활용한 잡초방제가 필요한 실정이다. 따라서 본 실험에서는 제초제 입제에 한해서 풍속 정도에 따른 비산정도를 확인하여, 제초제 입제의 현장 활용의 안전성을 확인하고자 실험을 수행하였다. 시험은 2023년 한국농업기술진흥원 내의 드론 검정시설에서 수행되었다. 시험구 배치는 유효살포폭을 3.7m로 설정한 후 완충지역을 5.1m로 설계하였고, 추가로 2.4m 낙하지점을 설정하였다. 드론(SG-10P) 주행은 고도 2m와 3m에서 9km/h의 속도에 개폐율 44%를 기준으로 비행하였으며, 풍속은 0m/s, 1m/s, 2m/s, 3m/s, 4m/s, 5m/s에서 떨어지는 제초제 입제를 받아 낙하중을 측정하였다. 그 결과, 고도 2m로 비행한 경우 풍속에 따른 유효살포폭의 패턴은 2m/s 이내에서 유사한 양상을 보였으며, 이후의 풍속에서는 완충지역으로 떨어질수록 적은 양의 입제가 낙하하였고, 완충지역 이외에는 떨어지지 않았다. 고도 3m로 비행한 경우 1m/s에서 유효살포폭의 변화가 없었으며, 2m/s 이상부터 밀리는 모습을 보였으나, 완충지역 이내에 제초제 입제가 낙하하였고, 3m/s 이상부터는 밀리는 모습이 눈에 띄게 증가하였고, 완충지역을 벗어나서도 일부가 낙하하는 모습을 보였다. 현행 작물보호제 등록시험 기준에서 최대 풍속 2m/s 이내에서로 제한되어 5m의 완충지역을 둘 경우 고도 2m와 3m 모두 비산으로 인한 피해는 없을 것으로 보인다. 종합적으로 드론을 활용한 제초제 입제의 방제시 고도 2m 이내 비행에서 풍속이 2m/s 이내의 조건에서 활용할 경우 주변작물에 피해를 주지 않을 것으로 판단된다. 그러나 현행 제도적으로 드론을 활용한 제초제의 살포가 불가능함으로 제도적 개선이 선행되어야 드론을 활용한 제초제 방제가 가능할 것으로 보인다. Corresponding author E-mail : ojwon@korea.kr

* 본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2021-RD009015)의 지원에 의해 이루어진 것임

논콩 문제잡초 방제를 위한 제초제 선발

이현수¹, 임성환¹, 박재성¹, 서진희¹, 윤동경¹, 한원영¹, 원옥재^{1*}

¹국립식량과학원 생산기술개발과

우리나라의 논콩 재배면적은 2015년 5.2천ha에서 2021년 10.7천ha로 급격하게 증가하고 있으며, 논콩 생산단지 또한 2020년 44개소 3천ha에서 2021년 82개소 5천ha로 빠르게 증가하고 있다. 국내 논콩 우점 잡초는 깨풀, 한련초, 미국가막사리, 바랭이, 돌피, 자귀풀, 쇠비름 순으로 보고되고 있으며, 이중 깨풀의 경우 토양처리형 제초제 및 비선택성 제초제를 제외한 경엽처리형 제초제로도 방제가 어려운 문제잡초이다. 따라서 본 연구에서는 논콩 문제잡초 방제를 위해 콩에 등록된 제초제를 활용하여 논콩 재배시 적합한 토양처리형 제초제 선발을 위하여 실험을 수행하였다. 시험은 2023년 경주시 천북면의 논 포장에서 선풍풍을 파종하였고, 파종 직후 콩에 등록된 토양처리형 제초제인 알라클로르 등 10종을 처리하였다. 제초제 처리 후 약 30일에 발생한 잡초종의 본수 및 건물중을 조사하여 잡초방제효과를 평가하였다. 토양처리형 제초제 시험포장에서 깨풀, 돌피, 망초, 명아주, 한련초 등이 발생하였다. 알라클로르와 에스-메톨라클로르, 에스-메톨라클로르, 티오벤카브의 경우 80% 수준의 잡초방제효과를 보였으며, 나머지 토양처리형 제초제의 경우 90% 이상의 잡초방제효과를 보였다. 이는 깨풀에 대한 방제효과에 영향으로 보이며, 주로 논콩 재배시 많이 활용되는 알라클로르와 에스-메톨라클로르에서는 각각 63.7%와 78.8%로 다소 효과가 낮은 것으로 조사되었으며, 이러한 영향으로 인해 논콩 재배지에서 깨풀의 발생이 우점하는 것으로 보인다. 문제잡초인 깨풀에 대한 방제효과의 경우 리뉴론 성분을 포함한 제초제가 가장 우수한 효과를 보이는 것으로 조사되었으나, 리뉴론의 경우 벼에 대한 약해가 보고된바 있어 논콩 재배지에서 적합하지 않을 것으로 판단되며, 에틸플루날린의 경우 비교적 안전하다는 보고가 있어서 적용 가능할 것으로 보인다. 향후 논콩에 보다 안정적이고 방제효과가 우수한 제초제를 적용하기 위해서는 연차간 반복시험과 추후 논에서 벼-콩간 제초제 유출·입으로 인한 영향 평가가 필요할 것으로 보인다.

연락처자 E-mail : ojwon@korea.kr

* 본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ017220)의 지원에 의해 이루어진 것임.

일본의 무인항공기 제초제 활용 실태 조사

이영식*, 김재덕, 김민주, 김성빈, 이경민, 하현영

국립농업과학원 농산물안전성부

최근 농업현장에서는 무인항공기가 멀티콥터에 비해 가격이 저렴하여 보급이 늘어나고 있어 활용도가 급격히 증가하고 있는 추세다. 현재 농촌은 고령화 및 인구이동으로 농작업 인구가 크게 감소하고 있어, 노동력은 적게 들고 작업 효율이 높은 장비의 활용이 필요한 상황이다. 농약을 활용하는 측면에서도 농작물에 대한 안전성을 고려하여 무인항공기를 최대한 활용할 수 있도록 기술적, 정책적인 노력을 가하고 있다. 이런 과정에서 해외의 무인항공기 활용 사례를 조사하여 농약의 등록 형태를 확인하고 국내 활용 가능성을 검토하는데 참고하기 위해 일본의 무인항공기를 활용한 농약 등록실태를 점검하였다. 국내에서 무인항공기를 활용하는 농약은 살균제와 살충제가 주로 등록되어 있으며 제초제는 수도작을 중심으로 처리하고 있는 실정이다. 처리 제형 또한 제초제는 분사방식은 사용하지 않고 입제와 점적처리를 사용하고 있다. 일본의 무인항공기 기준은 농약단속법상 농약 사용방법으로서의 ‘살포’, ‘잡초경엽살포’, ‘전면토양살포’ 등의 표시는 무인항공기를 포함한 여타 살포기기 선택에 제한을 두지 않는 특징이 있으며, 안전성에 대한 부분을 농약 사용자에게 자율적으로 판단을 부여하고 있다. 제초제 적용대상별로 분류했을 경우에는 일본도 국내와 비슷한 경향으로 벼 재배지에 무인항공기를 주로 사용하고 있으며, 제형별로 분류 비교한 경우에는 입제와 수화제를 주로 사용하는데 이는 제초제 활용에서도 분사 살포 노즐을 사용하는 사례로 보여진다. 다만, 일본은 무인항공기를 사용하는 측면에서 작물 및 인축에 대한 피해에 대하여 사용자에게 각별한 주의를 요구하고 있다. 국내의 무인항공기 사용 실태를 점검하고 앞으로의 활용방안을 검토할 때 해외의 활용사례는 농작물에 대한 안전성과 장비의 안전성을 간접적으로 경험할 수 있다. 이와 같은 해외 조사 사례를 종합하여 국내의 농업 환경에 대한 적용 방안을 제시하여 발전적으로 사용 정책을 수립할 필요가 있다고 보여진다.

* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ01677919)의 지원에 의해 수행되었음

에탄디니트릴(EDN)을 이용한 대규모 목재 천막훈증 소독시 작업자안전연구

이장훈*, 이승욱

(주)팜한농 작물보호연구소

Ethanedinitrile(EDN)은 목재에 대한 침투력이 높아 목재 내부의 해충도 방제가 용이하고 처리 시간이 MB와 동등 혹은 그 이하로 짧아 MB 대체 목재 훈증제로 적합한 약제로 호주 등에서 목재 소독을 위한 훈증제로 기 등록되어 사용되고 있다. 또한 EDN의 목재에 대한 흡탈착 시험 결과 MB와 달리 온도에 거의 영향을 받지 않았으며 목재의 종류 및 수분 함량에 따라 수착 속도에 다소 차이를 나타내었다.

본 시험에 사용된 에탄디니트릴(이하 EDN)은 메틸브로마이드(이하 MB)와 달리 오존층을 파괴하지 않으며 강력한 침투성을 갖고 있어 목재류에 존재하는 검역해충을 효과적으로 방제할 수 있을 뿐만 아니라 기화점이 낮아 저온소독 시 소독효과가 뛰어나, 동절기에도 사용이 적합한 훈증제이다(기화점: EDN -21℃, MB 3.6℃).

본 시험은 당사의 목재류 EDN 소독처리기준 훈증용적(2,000m³ 초과) 적용변경을 위해 농림축산 검역본부의 승인(식물방제과-2935, '21. 7. 28)에 의해 진행되었다. EDN을 이용한 천막훈증시 작업자 안전을 고려하여 목재류 1더미의 크기를 2,000m³이하로 제한한 것에 대해 실제 현장에서 2,000m³ 이상의 대규모 천막훈증작업시 작업자의 안전성 등을 검증하였다.

본 시험을 통해 2,000m³ 초과 목재 훈증더미를 EDN으로 소독시에도 약효 및 작업자안전성에 문제가 없었다. 모든 시험구에서 24시간 처리 후의 최종가스농도는 에탄디니트릴(EDN) 소독처리 기준인 처리약량의 1%를 상회하였다. 작업자안전성관 관련하여 훈증완료 후 천막 개방시 1~3m에 서는 일시적으로 기준치 이상의 EDN 및 HCN 농도가 측정되었으나 모든 시험구에서 개방 2시간 경과 후에는 훈증더미 0m 이내에서도 EDN과 HCN 모두 작업자안전농도 이하로 측정되었다.

중심어 : 에탄디니트릴(Ethanedinitrile), 천막훈증, 작업자안전농도(TLV)

연락처자 : jhoonlee@farmhannong.com

토양방선균 유래 제초활성물질 KRA-334 배양여액의 CBA/J 마우스 피부감작성 연구

임정현*, 김민숙, 박수진, 신지영, 홍소혜, 양시영, 윤창영, 길근환, 최정섭¹, 김영숙¹

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

¹한국화학연구원 친환경신물질연구센터

국내로 유입되는 외래식물은 해마다 증가하고 있다. 외래식물의 일부는 식용, 약용, 원예용 등의 사용을 위해 의도적으로 도입되고 있지만, 대부분은 사람이나 물류가 이동하는 과정에서 비의도적으로 함께 유입되고 있다. 이러한 생태계교란 외래식물들은 농경지 및 생활주변으로 유입되어 국내 생태계를 파괴하고 있으며, 확산 속도가 빠르고, 범위가 광범위하여 대응이 쉽지 않다. 또한, 제거가 대부분 손으로 이루어지고 있어 확산을 방지하는데 더욱 어려움을 겪고 있다. 따라서, 생태계교란식물 외래잡초를 안전하고 효과적으로 관리하기 위해 친환경적이면서 지속 가능한 기술 개발이 필요한 실정이다. 한국화학연구원에서 토양방선균인 *Streptomyces achromogenes* 균주가 생산하는 이차대사산물로부터 제초활성성분 KRA-334를 추출해냈으며, 독성 스크리닝을 위해 국립농업과학원에 제공하였다.

본 연구에서는 이 제초활성물질에 대한 독성 스크리닝으로 CBA/J 마우스를 이용한 피부감작성 시험을 수행하였다. 예비시험을 통해 투여 용량을 50%, 25% 및 10% KRA-334 배양여액으로 설정하고 본시험을 진행하였다. 시험기간 동안 시험물질 투여에 의한 사망동물 및 특이한 이상증상은 관찰되지 않았으며, 체중 및 귀 두께의 변화를 관찰한 결과 대조군과 비교하여 통계학적 유의성 있는 변화는 관찰되지 않았다. 이개 림프절 내의 BrdU 양을 측정된 결과, 자극지수(Stimulate index, SI)는 KRA-334 배양여액의 경우 고용량부터 3.1, 2.8 및 0.7로 산출되었다. 이때 본 시험이 적절히 수행되었는지 확인하기 위해 양성대조물질 25% Eugenol군을 두어 시험하였으며, 25% Eugenol의 SI 지수는 4.2로 산출되었다. 이러한 결과, 본 연구의 신뢰성이 확보되었다고 판단하였다. 따라서, KRA-334배양여액은 CBA/J 마우스 국소림프절시험 결과, 25% 이상의 용량에서 피부감작성 물질로 판단된다. KRA-334 배양여액은 가시박 등의 외래잡초에 우수한 방제효과를 보였지만 피부감작성 물질로 사용에 유의하여야 한다.

* 교신저자 : 임정현, jhlim0531@korea.kr

갈따구(*Chironomus Riparius*)와 조각갈따구(*Glytotendipes Tokunagai*)에 대한 Buprofezin과 Fenpropathrin 급성독성비교

방준형*, 윤창영, 전경미, 황소정, 김주영, 김보선, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

살충제 buprofezin과 fenpropathrin은 토양과 강한 결합력을 가지고 있으며 농지의 수계환경에 노출될 경우, 퇴적도에 축적되어 저서생물에 영향을 미칠 수 있다. 현재 국내에서 진행되는 급성독성시험은 퇴적도에 흡착 및 잔류 가능성이 있는 농약에 대한 평가가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 국제적으로 독성시험에 사용되는 저서생물인 갈따구(*Chironomus riparius*)와 국내에 서식하는 조각갈따구(*Glytotendipes tokunagai*)의 buprofezin과 fenpropathrin에 대한 급성 독성을 비교하고자 하였다. 급성독성시험은 OECD test guideline 235에 준수하여 진행하였으며, 시험물질은 buprofezin(순도 98%)과 fenpropathrin(순도 98%) 원제를 사용하였고 시험용매는 acetone, 시험용수는 탈염소수를 사용하였다. 시험 기간 동안 명암주기는 16 : 8 h, 온도는 각각 *C. riparius* 20±1℃, *G. tokunagai* 25±1℃ 조건으로 유지하였고 먹이는 공급하지 않았다. Buprofezin에 대한 급성독성시험은 *C. riparius*의 경우 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 및 1.6 mg/L, *G. tokunagai*의 경우 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 및 3.2 mg/L로 수행하였다. Fenpropathrin에 대한 급성독성시험은 *C. riparius*의 경우 0.015625, 0.03125, 0.0625, 0.125 및 0.25 µg/L, *G. tokunagai*의 경우 0.625, 1.25, 2.5, 5 및 10 µg/L로 수행하였다. 각 농도 별로 4 반복구를 두었고, 반복구마다 5마리의 시험생물을 시험용액 20 mL에 투입하였다. 시험결과 buprofezin에 대한 *C. riparius*의 24 h과 48 h LC₅₀은 각각 4.072 mg/L, 0.604 mg/L이었고, *G. tokunagai*의 24 h과 48 h LC₅₀은 각각 0.902 mg/L, 0.747 mg/L이었다. Fenpropathrin에 대한 *C. riparius*의 24 h과 48 h LC₅₀은 각각 0.052 µg/L, 0.040 µg/L이었고, *G. tokunagai*의 24 h과 48 h LC₅₀은 각각 > 10 µg/L, 6.004 µg/L이었다. 두 종의 독성민감도를 비교한 결과, 48시간에서 *C. riparius*의 독성 민감도가 *G. tokunagai*보다 높은 것으로 확인되었다.

스테로이드호르몬수용체 전사활성법을 적용한 내분비독성농약의 독성평가

홍소혜*, 박수진, 임정현, 양시영, 양지연, 길근환

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

농약은 내분비계장애물질(Endocrine disruptors)이 등장한 이후, 세계야생생물보호기금, 일본의 후생성 및 유럽연합 등 내분비계장애물질의 분류에서 주요 카테고리 분류되어왔다. 경제협력개발기구(OECD)는 1998년부터 국가시험지침프로그램조정자 작업반(WNT) 산하에 내분비시험법 자문그룹을 구성하면서 본격적으로 내분비계장애물질을 검색할 수 있는 시험법을 제정하였다.

우리나라의 농촌진흥청 「농약 및 원제의 등록기준」에는 동물실험을 통해 검색하는 Level 4, 5에 해당하는 반복투여독성시험, 번식독성시험 및 생식독성시험 등이 고시되어 있다. 그러나 이러한 시험법은 복합적인 내분비 기전 및 영향에 대해 평가할 수 없고, 내분비계장애물질인지 확인하는데 오랜기간이 소요된다. 따라서 본 연구진은 내분비계의심농약을 빠르게 확인할 수 있고, 기전 자료를 제공할 수 있는 스테로이드호르몬 수용체 전사활성시험법을 확립하고, 내분비계장애 의심 농약에 대하여 적용해보고자 하였다.

본 연구진은 인체자궁세포주와 인체전립선세포주를 이용하여 시험농약이 에스트로젠 및 안드로젠 전사활성이 나타나는지 확인하기 위하여 유전자변형세포주를 활용하여 에스트로젠성 및 안드로젠성 물질을 올바르게 판별하는지 확인하였다. 그 결과, 각 세포주가 호르몬 유사물질과 길항물질을 올바르게 판별하는 것을 확인하였고, 시험법의 숙련도 또한 OECD에서 제시하는 기준에 적합한 것으로 확인하였다. 확립한 시험법을 활용하여 유럽연합의 분류기준 중에서 내분비 장애를 야기하는 잠재적 증거력이 있는 물질(Category 2)에 해당하는 농약에 대하여 스크리닝하였다.

본 연구진은 확립한 시험법을 「농약 및 원제의 등록기준」에 올해 10월 고시하였으며, 이를 통해 내분비독성이 있는 농약을 빠르게 판별할 수 있을 것으로 기대한다. 향후 국내 농약안전관리 체계를 선진화하기 위하여 이번에 구축한 시험법 이외에도 갑상선호르몬 기전 등 다양한 내분비교란기전을 확인 할 수 있는 시험법을 판별하기 위한 시험법 개발이 필요하다.

*Corresponding author: shhong99@korea.kr

농약 덤프로피리다즈 독성평가를 통한 ADI, AOEL 및 건강유해성분류기준(GHS) 설정

박수진*, 임정현, 홍소혜, 신지영, 양시영, 길근환

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

덤프로피리다즈 (CAS No. 1403615-77-9)은 바스프사에서 개발된 pyrazole carboxamide 계열 살충제로, 곤충의 현음기관(chordotonal organ, 자극감지 기능) TRPV 채널의 신호전달 차단함으로써 뉴런의 활성 저해를 통한 살충 작용기작을 나타낸다.

덤프로피리다즈의 독성을 평가한 결과, 동물체내대사시험 저농도보다 고농도에서 흡수제한적이었고, 투여 1-2시간 내 최대혈장농도에 도달하고 24-48시간 이내 배설되었으며, 주요 배설경로는 소변이었다. 경구흡수율은 80% 이상이었고, 생체이용효율은 성별(암수컷)간 차이가 없었다. 투여 초기 간, 갑상선, 신장에서 높게 분포되었으나, 조직내 축적가능성은 없는 것으로 확인되었다. 동물·가축·작물·토양·수중대사시험결과, 주요 대사물은 M550I002, M550I004, M550I015(이성질체 M550I016와 함께 용출)이었고, 대사물에서 모화합물보다 높은 독성은 우려되지 않았다. 급성독성(경구, 경피, 흡입)은 낮았고, 자극성(눈, 피부)과 피부과민성은 관찰되지 않았다. 급성신경독성시험결과, 불안정한 보행, 운동감소 등이 관찰되었으나 실험종료 이전에 회복되었다.

반복투여실험을 통한 덤프로피리다즈의 표적장기는 간으로 확인되었다.

90일 반복투여 경구독성시험결과(랫드, 마우스, 개) 간 무게 증가를 동반한 소엽중심성 간세포비대, 혈액생화화학적 변화 등 소견이 관찰되었다. 만성/발암성 병합시험(랫드)결과 간 효소 변화, 간무게 증가가 확인되었고, 발암성시험(마우스)에서는 비종양성병변(간 난형세포비대)이 관찰되었으나, 2종의 발암성시험 모두 최고투여농도에서 발암성소견은 관찰되지 않았다.

생식독성(랫드) 부모세대에서 체중증가량 감소가 확인되었으나, 생식능 및 태자발달에 미치는 영향은 확인되지 않았고, 발생독성(랫드, 토끼) 시험결과, 모체와 태자에 미치는 영향은 관찰되지 않았으며, 발생·생식독성 시험결과 최고투여농도에서 약제투여로 인한 독성영향은 확인되지 않았다.

랫드를 이용한 90일, 만성/발암성, 생식독성시험 최고투여농도 조직병리소견에서 고환 정세관 퇴화가(0-30%) 관찰되었으나, HCD 범위에 포함되었고, 발정주기, 생식능, 정자수 및 자식세대에 미치는 영향은 관찰되지 않아 약제투여에 의한 독성영향이 아닌, 부모세대 체중감소로 인한 2차영

향으로 판단하였다.

유전독성시험(복귀돌연변이시험, 유전자돌연변이시험, in vitro 및 in vivo 소핵시험)결과, 약제 투여에 의한 유전독성유발 가능성은 낮은 것으로 판단되었다.

딤프로피리다즈의 일일섭취허용량(ADI)과 농작업자노출허용량(AOEL)은 개 90일 반복투여경구 독성시험 NOAEL 10 mg/kg bw/day, 안전계수 100을 적용하여 0.1 mg/kg bw/day으로 설정하였다. (농작업자노출허용량 경구흡수율 미보정, 80% 이상)

GHS 분류기준에 따른 건강유해성물질 구분결과, 급성독성(경구 구분4) 물질로 분류되었고, 급성독성(경피, 흡입) 독성물질, 피부자극, 안자극, 피부과민성 물질, 신경독성, 발암성, 발생독성(번식, 기형), 유전독성 등의 물질로 구분되지 않았다.

*Corresponding author : jiny0451@korea.kr

Tiafenacil의 토양 생물 위해성 평가

이태구*, 송남숙, 이명호, 황경택, 김영권

(주)팜한농 작물보호연구소

Tiafenacil은 (주) 팜한농이 개발하여 미국 환경보호청(EPA)에 2020년 9월 25일에 등록된 접촉/비선택성 제초제로 등록 대상 작물은 burn down용으로 옥수수, 콩, 밀, 포도 및 비농경지이며, 건조제용으로는 면화이다. 이후 미타제(ME), 액상수화제(SC), 입상수화제 (WG)등으로 개발되어 국내는 물론 미국, 호주, 브라질, 파키스탄 등 해외에 등록되었고 각종 과수, 커피, 감자 등으로 점차 사용 영역을 확대해 나가고 있다.

Tiafenacil은 식물의 PPO(Protoporphyrinogen IX oxidase)를 저해하여 세포막 파괴를 통해 제초 활성을 갖는 pyrimidindiones 계열 원제로 같은 계열로는 butafenacil(Syngenta), saflufenacil (BASF) 등이 있다. 일반적으로 PPO 저해제 계열의 약제는 경엽 처리를 통한 접촉에 의해 활성을 나타내며, 상대적으로 포유동물에 대한 독성이 낮은것으로 알려져 있다. Tiafenacil은 saflufenacil 과 구조적으로 유사하나 토양대사에서는 차이를 보였다. Tiafenacil은 토양에서의 반감기가 호기/혐기 조건에서 각각 0.03~0.1일/3.2~8.2일 이었으나, saflufenacil은 각각 9.3~32.1일/217일로 saflufenacil이 반감기가 긴 것을 알 수 있었다. 이 결과는 필드 결과에서도 비슷하여 tiafenacil은 <1시간~0.610일의 반감기를 갖는 반면 saflufenacil은 1~36일의 반감기를 갖는것으로 나타났다. 하지만, tiafenacil은 토양광분해 반감기가 1307일로 66~84일인 saflufenacil 대비 광분해에 대해 안정적이었으며, K_{oc} 값은 tiafenacil은 6.1~30 ml/g_{oc} saflufenacil은 9.3~55 ml/g_{oc} 인 것으로 나타나 두 물질 모두 토양에서의 이동은 빠른것으로 알려졌다. $\log_p$ 값은 tiafenacil이 1.95로 saflufenacil의 2.56에 비해 낮아 생물농축이 덜할 것으로 사료 된다. 본 연구에서는 이러한 토양대사 및 물질특성의 차이를 고려하여 tiafenacil의 토양생물 위해성을 saflufenacil과 비교해 보고자 한다.

토양곤충인 톱토기(*Folsomia candida*), 응애(*Hypoaspis aculeifer*)를 대상으로 한 번식독성 시험에서 tiafenacil은 각각 NOEC $\geq$ 250 mg/kg soil, $\geq$ 1000 mg/kg soil의 결과를 보였다. 이는 tiafenacil의 1회 최대 처리량(0.067 lb ai/A)을 고려한 위해성 평가에서 RQ값이 PMRA기준 LOC 2미만, EU 기준 TER값이 5초과에 해당하는 값으로 두 토양 곤충에 무해함을 나타내었다. 또한 급성 지렁이

시험에서는 $LC_{50} > 1000$ mg/kg soil의 결과를 보여 PMRA기준 LOC 1 미만, EU기준 TER 10 초과로 무해한 결과를 나타내었고, 이어서 진행된 생식독성 시험의 $NOEC = 171.5$ mg/kg soil 값 역시, PMRA기준 LOC 1미만, EU기준 5초과에 해당하여 생식독성에도 영향이 없는 것을 알 수 있었다. 마지막으로 토양 미생물에 대한 영향 평가에서도 tiafenacil은 4.5 kg/ha까지 토양미생물의 탄소/질소 전환에 영향이 없었다. 같은 계열 약제인 saflufenacil은 급성 지렁이 시험만 수행되었으며, $LC_{50} > 1000$ mg/kg soil 으로 tiafenacil과 비슷한 수준을 보였다.

이상의 결과로 tiafenacil은 동종계열의 약제와 비슷한 수준의 지렁이에 대한 안전성을 보임을 알 수 있었고, 더불어 수행된 토양 곤충과 토양 미생물 시험의 위해성 평가 결과는 tiafenacil의 토양 생물에 대한 안전성을 더욱 뒷받침 한다. 또한 tiafenacil은 saflufenacil 대비 상대적으로 토양에서의 분해가 빠르게 일어나고 생물 농축의 가능성이 적어 반복된 처리를 하더라도 토양 생물에 대해 더 높은 안전성을 나타낼 것으로 기대된다.

Clothianidin과 Thiamethoxam에 대한 뿔가위벌(*Osmia Pedicornis*) 및 머리뿔가위벌(*Osmia Cornifrons*) 수컷의 급성 섭식독성평가

김주영¹, 전경미^{1*}, 김보선¹, 최지영¹, 윤창영¹, 황소정¹, 박경훈¹, 김상원², 이경용³

¹국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

²경북잡사곤충사업장

³국립농업과학원 농업생물부 양봉생태과

최근 EU에서는 벌 위해성 평가 개선안을 발표하였으며 보호대상으로 꿀벌, 뒤영벌, 야생벌을 포함한다. 이에 따라 꿀벌 뿐만 아니라 야생벌인 뿔가위벌류의 독성시험법 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 International Commission of Plant-Pollinator Relationships(ICP-PR)의 전문가 그룹에서 뿔가위벌류 급성독성시험법을 OECD에 공식 게재하기 위해 ring-test를 진행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 ICP-PR 시험법을 바탕으로 뿔가위벌(*Osmia pedicornis*)과 머리뿔가위벌(*Osmia cornifrons*) 수컷에 대한 네오니코티노이드계 2종 농약(clothianidin, thiamethoxam)의 급성 섭식 독성을 평가하고자 하였다. 시험기간 동안 온도는 22 ± 2 °C, 상대습도는 $60 \pm 10\%$, 명암주기는 16 : 8 시간으로 유지하였다. 개별 케이지에 한 마리씩 넣어, 각 처리군별 농도 수준당 한 마리씩 40반 복하였다. 무처리군은 자당용액(50% w/v)을 공급하였으며, 처리군은 자당용액에 시험농약을 녹여 20 µL씩 공급하였다. 노출 전후의 시험용액이 포함된 용기 무게를 측정하여 평균 먹이 섭취량의 80% 이하인 벌은 제외하고 최종적으로 각 처리군 당 30마리로 하였다. 시험결과 clothianidin과 thiamethoxam에 대한 뿔가위벌 수컷의 48시간 섭식 LD₅₀값은 각각 0.0026(0.0022-0.0031), 0.0046(0.0034-0.0059) µg a.i./bee 이었으며, 머리뿔가위벌 수컷의 섭식 LD₅₀값은 각각 0.0021(0.0017-0.0028), 0.0014(0.0011-0.0018) µg a.i./bee 이었다.

*교신저자 : 전경미, kmchon6939@korea.kr

꿀벌 엽상잔류독성시험법 개선안에 따른 클로티아니딘 액상수화제 RT₂₅ 설정

김보선, 전경미*, 김주영, 최지영, Bala Murali Krishna Vasamsetti,
윤창영, 황소정, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

최근 미국 PRTF(Pollinator Research Task Force)에서는 꿀벌 엽상잔류시험 개선안에 대한 ring-test를 수행하고 그 결과보고서를 공개하였다. 개선된 시험법에서는 꿀벌 나이, 기상 조건, 알 팔과 잎 배치 방법, 농약 살포 방법 등을 구체적으로 제시하였다. 본 연구에서는 개선된 시험 방법에 따라 클로티아니딘 액상수화제 8%의 꿀벌 엽상잔류독성시험을 수행하였다. 시험기간은 2023년 4월 17일부터 27일까지였다. 시험포장에서 재배한 알팔과가 40 cm 정도 높이로 자랐을 때 농약을 최대 살포량 기준으로 균일하게 살포하였다. 알팔과 잎은 농약살포 후 6 시간, 다음날부터 24 시간 간격으로 채취하였는데, 꿀벌 치사율 25 % 이하가 될 때까지 수행하였다. 시험농약 노출 후 알팔과 잎은 잘게 자르지 않고 12~15 cm 크기로 자른 후 15 g씩 측정하여 케이지에 수직으로 세워 배치하였다. 항온항습 인큐베이터에서 우화 후 3~5일령이 된 어린 꿀벌을 채집하여 시험에 사용하였으며, 시험케이지 당 25 마리씩 6 반복하였다. 시험 케이지는 원통모양의 투명 플라스틱 용기(밀지름 9 × 윗지름 11 × 높이 14 cm)를 사용하였으며, 케이지 뚜껑에 구멍을 뚫고 3 ml 주사기를 넣어 자당용액을 공급하였다. 노출 후 4시간, 24시간에 꿀벌 치사 및 이상증상을 관찰하였다. 시험 결과 클로티아니딘 액상수화제의 RT₂₅ 값은 10일 이상이었다.

*교신저자 : 전경미, kmchon6939@korea.kr

Lambda-cyhalothrin의 꿀벌 유충 독성 및 항산화 효소와 Acetylcholinesterase의 활성 영향 평가

최지영, 전경미*, 김주영, 김보선, Bala Murali Krishna Vasamsetti,
윤창영, 황소정, 박경훈

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

Lambda-cyhalothrin은 피레스로이드계 농약으로 전위 의존 Na^+ 통로를 변조함으로써 곤충의 신경계에 영향을 주는 살충제이다. Lambda-cyhalothrin은 진딧물, 나방 등 여러 해충 방제에 효과적이며 고추, 사과, 살구 등을 포함한 다양한 작물에 사용되고 있다. 본 연구에서는 꿀벌 유충 단회 및 반복 노출 시험을 통해 lambda-cyhalothrin에 대한 꿀벌 유충 독성을 확인하고 꿀벌 유충 만성 독성 LD_{50} , $\text{LD}_{50}/10$, $\text{LD}_{50}/20$ 으로 처리 용량을 설정해 유충 단계에서 반복 노출시켜 발달 단계(유충, 번데기, 성체) 별 체내의 항산화 효소(SOD, CAT, GST) 및 acetylcholinesterase의 활성 영향을 평가하였다. 단회 노출 시험 결과 lambda-cyhalothrin에 대한 꿀벌 유충의 72 시간 LD_{50} 값은 $0.058(0.051-0.066) \mu\text{g a.i./larva}$ 이었다. 반복 노출 시험 결과 lambda-cyhalothrin에 대한 꿀벌 유충 LD_{50} 값은 $0.040(0.033-0.046) \mu\text{g a.i./larva}$ 이고 꿀벌 유충 만성 NOED(no observed effect dose) 값은 $0.0125 \mu\text{g a.i./larva}$ 이었다. 또한 모든 시험 농약 처리군에서 우화한 성체의 기형률은 30% 이상이었고 처리 용량이 증가할수록 기형률이 증가하는 경향을 보였다.

꿀벌 효소 활성 영향 평가 결과 처리군의 유충 단계에서 superoxide dismutase(SOD)의 활성이 용매 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 감소했고 번데기 및 성체 단계에서 SOD 활성이 용매 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 증가했다. Catalase(CAT)의 활성은 처리군의 유충 단계에서 용매 대조군과 비교시 통계적으로 유의하게 증가했다. Glutathion-S-transferase(GST)의 활성은 처리군의 번데기 단계에서 용매 대조군과 비교시 통계적으로 유의하게 증가했다. Acetylcholinesterase(AchE)의 활성은 처리군의 유충 및 성체 단계에서 용매 대조군과 비교시 통계적으로 유의하게 증가했다. 이러한 꿀벌 발달 단계 별 체내의 효소 활성 변화는 산화스트레스, 생체 이물의 대사 및 신경 전달과 같은 생리적 반응과 연관되어 꿀벌 발달 및 성장에 영향을 줄 수 있을 것이라고 판단된다.

*교신저자 : 전경미, kmchon6939@korea.kr

토양 미생물 유래 KRA16-334와 AN-2064 혼합 배양여액의 어류 및 물벼룩 급성독성평가

황소정*, 전경미, 윤창영, 박경훈, 임정현, 최정섭¹, 김영숙¹

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

¹한국화학연구원 친환경신물질연구센터

국가 간의 교류가 활발함에 따라 생태계 교란 식물 및 외래 식물의 국내 유입이 증가하여 생물 다양성 및 생태계 위협이 발생하고 있다. 또한 화학농약 사용에 따른 환경오염 및 환경생물에 대한 독성이 우려되는 실정이다. 따라서 생태계 교란 식물, 농경지 침입 외래 식물의 효과적 방제를 위하여 비교적 환경에 안전한 천연물 기반의 잡초방제 소재 탐색 및 기술개발의 필요성이 대두되고 있다. 이에 한국화학연구원에서는 토양방선균 *Streptomyces drozdowiczii* 유래 추출물 KRA16-334와 *Streptomyces achromogenes* 유래 추출물 AN-2064를 제초활성 후보소재로 발굴하였으며, KRA16-334, AN-2064 배양여액을 사용하여 가시박, 돼지풀과 같은 생태계 교란 광엽식물에 대한 방제효과를 확인하였다. 본 연구에서는 토양방선균 유래 추출물 KRA16-334와 AN-2064 혼합 배양여액에 대한 환경생물 독성 스크리닝으로 송사리 및 물벼룩에 대한 급성독성시험을 수행하였다. 어류 급성독성시험 결과 송사리의 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 > 100 mg/L, 물벼룩 급성독성시험 결과 48시간 반수영향농도(EC₅₀)는 > 100 mg/L이었다. 따라서 토양방선균 유래 추출물 KRA16-334와 AN-2064 혼합 배양여액의 어류 및 물벼룩에 대한 독성은 낮은 것으로 판단된다.

과수 주산지 거주자에 대한 농약별 위해성평가

양시영*, 길근환, 박수진, 임정현, 신지영, 홍소혜

국립농업과학원 농산물안전성부 독성위해평가과

유럽연합(EU)과 미국(EPA)과 같은 해외 선진국에서는 농약 노출에 대한 건강위해성 평가를 점진적으로 강화하고 있는 추세이다. 2009년 이후부터 소비자 및 농약살포자에 대한 위해성 평가 이외에, 농약이 살포되는 지역에 거주하는 거주자에 대하여 5개의 노출경로(비산노출, 증기노출, 표면 잔류 노출, 농약살포지역 진입노출, 동시노출)에 따라 유아와 성인을 대상으로 위해성 평가를 실시하고 있다. 하지만 국내에서 이와 관련된 연구는 아직은 미비한 실정으로 국내 거주자에 대한 농약 노출에 따른 위해성 평가 연구가 필요하다.

본 연구에서는 우리나라 사과에 주로 사용되는 농약(20종)에 대하여 사과 주산지 거주자를 대상으로 농약노출량 산정 및 위해성 평가를 수행하였다. 대상 농약은 청송, 안동지역의 농약안전정보 시스템 판매량을 기반으로 상위 20종을 선정하였으며, 농약노출량 산정은 EU에서 농약노출량 산정에 활용하고 있는 EFSA OpEx (Occupational Exposure) model을 사용하였다. 농약 노출량은 농약의 실제 피부 및 경구흡수를 반영 여부에 따라 각각의 노출경로 별로 산정하였고, 농작업자노출허용량(AOEL)과 비교하여 위해성을 평가하였다.

피부 및 경구흡수율을 default 값(100%)으로 반영할 경우 크로속심메틸 액상수화제 50%와 테부코나졸 수화제 25%는 모든 노출경로의 노출량이 유아와 성인 모두 AOEL 대비 낮은 수준으로 위해성이 없었다. 이프로디온 수화제 50%의 노출량은 유아에 대해서만 모든 경로의 노출이 동시에 발생할 경우(동시노출)에 AOEL 대비 105.9%로 위해성이 있는 것으로 평가되었다. 상기 3개 품목을 제외한 17개 품목은 유아와 성인 모두 위해성이 있는 것으로 조사되었다. 실제 피부 및 경구흡수율을 반영할 경우, 17개 품목의 모든 노출경로에서는 위해성이 없었으나, 3개의 품목의 일부 노출경로에서는 위해성이 있는 것으로 조사되었다. 클로로탈로닐 수화제 75%의 노출량은 유아를 대상으로 동시노출경로와 농약살포 지역 진입노출 경로에서 AOEL 대비 각각 189.4, 132.4%로 위해성이 있는 것으로 조사되었다. 플루아지남 수화제, 플루아지남 액상수화제 50%의 노출량은 유아를 대상으로 동시노출경로와 농약 살포지역 진입노출 경로에서 AOEL 대비 각각 285.1, 210.9%로

위해성이 있었으며, 성인을 대상으로도 동일한 경로에서 각각 130.4, 117.2%로 위해성이 있었다.

농약 살포지역 진입노출은 흡수율을 default 값으로 반영하였을 때 동시노출을 제외하고 위해성이 나타나는 비율이 가장 높은 노출경로(유아/성인 16품목)이었으며, 실제 흡수율을 적용하여도 위해성이 3품목에서 나타났다. 이러한 결과는 상기 노출경로의 노출량의 산정이 현실적이지 않을 수 있다는 것을 의미하며, 추후 연구에서는 농약 살포지역 진입노출경로의 노출량을 산정하는 주요 요인 중 하나인 실제 초기엽잔류량(Dislodgeable foliar residue, DFR) 값을 적용하여, default 값을 적용하였을 때와 비교 분석하면 보다 정확하고 현실적인 평가가 이루어 질 수 있을 것으로 사료된다.

* Corresponding author : siyoungyang@korea.kr

2,3-Butanediol의 콩 한발 내성 증진 효과 검토

유혜진^{1*}, 엄문호¹, 이지현², 오세준², 김용환³

¹GS칼텍스, ²라세미아(주), ³서울대학교 농업생명과학대학

IPCC 제6차 평가보고서에 따르면 지구 평균 기온은 산업혁명 이전과 비교해 약 1.1℃ 증가했으며, 이러한 기온 상승은 지역별, 시기별 강수 편차를 심화시켜 전세계적으로 집중호우, 가뭄 등 물 관련 재해를 야기했다. 그 중 농업은 기후위기에 가장 크게 노출된 산업으로 가뭄 피해의 82%가 농업에 집중되고 있으며, 최근 연구에 따르면 기온이 1.5℃ 상승할 때, 콩은 4.7% 감수가 될 것으로 예측하고 있다. 이러한 기후위기 속에서 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. 이를 바탕으로 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, 음성 대조군, 무처리구는 동일량의 증류수로 관수 관리하였다. 2,3-Butanediol 최종 처리 후, 3일간 관수를 중단하고 재관수하는 과정에서 달관조사를 통해 표현형을 관찰하였고, 2,3-Butanediol 처리 시기별로 잎조직을 수집하여 Next Generation Sequencing를 이용한 High throughput RNA sequencing (RNA seq) 분석을 수행하였다. 분석된 유전체 정보는 미생물학적 스트레스 관련 콩 Reference 유전체 데이터 베이스를 활용하여 유전자 정보를 수집하고, 기능 확인을 위해 Gene ontology 분석을 수행하였다. 분석 결과, 2,3-Butanediol 처리에 의해 다수의 비생물성 및 생물성 스트레스 관련 유전체 발현이 변화되며, GO 분석을 통해 신호 전달 체계, 전사 인자 및 탄수화물 대사에 관여하는 다양한 유전자들의 조직적 발현 조절을 통해 한발 내성을 증진시키는 것을 추정하였다. 본 연구는 2,3-Butanediol이 작물의 수분 스트레스를 경감시키는 현상에 대한 유전체 수준에서의 작용 기작에 대한 정보를 제공하였다는 점에서 의미를 가진다.

폐 회

● 연구상 시상

♣ 우수 구두 발표상

- | | | |
|---------------|-------|-----------------------------|
| 1. 화학 | 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | | |
| 2. 생물활성 | 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | | |
| 3. 농약(살충제)저항성 | 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | | |
| 4. 독성 | 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | | |

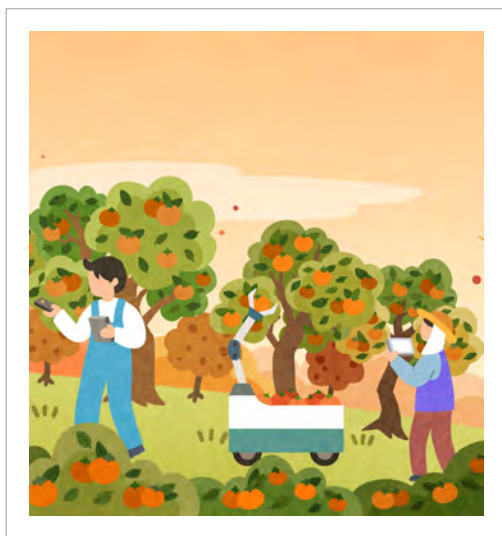
♣ 우수 포스터 발표상

- | | |
|----------|-----------------------------|
| 1. 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | |
| 2. 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | |
| ⋮ | |
| 9. 수상자 : | 회원 () |
| 논문제목 : | |

● 경품 추첨

● 2024년 정기총회 및 춘계학술발표회 개최지 소개

● 학회장 인사



〈농약과학회지〉

(투고규정, 심사규정, 윤리규정)

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, Short communication, Review papers and Notes. Original research article must be documented an originality for experimental results, theoretical consideration, and results interpretation. Short communication must report that the important preliminary results are urgent for publication in the field of research and do not warrant as a full paper. Manuscript format should be prepared the same as research article. 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 and author information
- Abstract and keywords
- Introduction

- Materials and Methods
- Results and Discussion
- Acknowledgment
- 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 Editor-in-Chief.

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.”.

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 chronologically, then alphabetically; 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 (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 • Fax. 070-8809-4087 • E-mail: kjps97@hanmail.net • Homepage: <http://www.kjps.or.kr>

『농약과학회지』 논문 투고규정

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), 연구단신(Short communication) 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 작성되 인명, 지명, 잠지명 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 소속이 다른 두 번째 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 주소가 추가로 언급될 수 있습니다. 하지만, 논문에 게재된 후에는 소속기관의 수정이나 변경이 되지 않습니다.
- *. 논문의 참여저자는 논문 투고전 면밀히 확인하여야 하며, 논문의 게재가 승인된 이후에는 저자를 추가 또는 삭제하는등 저자의 변경 및 저자 순서의 변경은 허용되지 않습니다. 논문의 수정 보완 단계에서의 저자 추가 및 삭제는 일반적으로 허용되지 않지만, 저자의 변

경 사유를 상세히 설명 후 편집장의 변경 승인이 있을 경우 가능합니다. 또한, 저자의 연구자 검증을 위해 논문을 제출하거나 수정 보완단계에서 ORCID ID를 사용하는 것을 권장하며, 저자의 직책을 표기하여야 합니다.

- * 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 서론, 재료 및 방법, 결과, 고찰(또는 결과 및 고찰), 저자정보 및 기여, 감사의 글, 이해상충관계, 인용문헌, 한글 요약을 포함하고, 영문의 경우 Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion(또는 Results and Discussion), Author Information and Contributions, Acknowledgment, Conflict of Interest, Literature cited를 포함하며 한글 요약문은 원고의 제2면에 기재한다.
11. 저자정보는 각 저자의 소속과 직위(교수, 연구원, 학생, 석사, 박사 등), ORCID번호(주저자,제1저자,교신저자)를 표기하여야 하며, 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, 박사생-Ph.D. student, 석사-Master, 석사생-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 기여 내용을 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”.

12. 연구비의 출처나 사의를 표할 필요가 있을 경우에는 ‘감사의 글’에 표기하여야 한다.
 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 합니다.
 14. 본문중 약자를 사용할 경우에는 일반적인 것이 아니면 최초로 완전한 명칭을 쓰고 약자는 괄호 안에 넣어 표기하며, 그 이후에는 약자를 사용한다. 단, 사용약자가 5개를 초과할 때에는 약자의 Index를 별도로 첨부한다.
 15. 수는 아라비아 숫자로, 단위는 가능한 국제공동단위 (SI Unit)의 기호로 표기하며, %와 °C를 제외한 모든 단위는 수와 단위를 띄어 쓴다.
 16. 본문에서 인용문헌을 표기할 때에는 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 경우에는 문헌이 발간된 순서대로 나열하고 각 저자의 구분은 세미콜론으로 한다(예 : Kim, 1980; Lee et al., 1985; Park et al., 1990).
- 인용문헌은 본문에 인용된 문헌에 한하여 일련번호 없이 alphabet 순서로 나열하며, 다수의 동일 저자 논문은 연도순으로 나열하고 동일 연도의 경우 연도 다음에 알파벳 소문자를 기재하여 구분한다. 참고문헌 기재 한 줄을 초과할 경우 다음 줄부터 2타씩 오른쪽 들여쓰기를 한다.
- 1) 정기간행물 : 저자이름, 발표년도, 논문제목, 학술지명, 권수(필요시 호수), 첫면~마지막면으로 표시한다.
 - 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, 학위종류, 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. 2020. http://pis.rda.go.kr/spcltyinfo/agchmUndstand/agchm.do?menuCode=2_1_5 (Accessed Feb. 10. 2020).

17. 인쇄안의 교정은 초교에 한하여 저자가 행함을 원칙으로 하고, 교정중의 원고는 변경 또는 추가할 수 없다. 단, 편집체제상 필요하다고 인정되는 사항은 편집위원장이 교정할 수 있다.

18. 본 학회지에 게재되는 논문의 게재료는 편당 300,000 원으로 한다.

19. 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))

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 below.

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 한국농약과학회지에 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 구성한다. 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 의결하되 피심사자가 윤리 위원회의 위원일 경우 심의에서 표결에 참여할 수 없다. ③ 위원장은 심의회 개최일로부터 최소한 1달 이전에 등기 우편으로 피심사자에게 피심 취지를 통지하여 심의회에 출석 또는 서면으로 소명할 수 있는 기회를 부여하여야 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, 심의 최종결과를 피심사자와 회원에게 학회지 홈페이지에 공개하여야 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 해당하는 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 해당하는 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.

2023년 (사)한국농약과학회 임시총회 및 추계학술발표회

발행일 2023년 11월 2일
발행인 (사)한국농약과학회장 장성식
편집인 (사)한국농약과학회 김순영
발행처 (사)한국농약과학회(www.kjps.or.kr)
경기도 수원시 팔달구 수성로 92
농민회관 제1별관 309호
TEL. 031.296.4088
인쇄처 효일문화사 02.2273.4856
