

**06**

**포스터 발표**



## 대기 환경 분야

PA-01

### 고농도 오존 기간의 다중회기분석 시의 기상요소 변수선택 방법 (Selection Methods of Meteorological Parameters for Multi-Regression Analysis During High Ozone Concentration Period)

안재호<sup>1)</sup>

Jae-Ho An<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>한경대학교 공과대학

<sup>1)</sup>Department of Civil, Safety and Environmental Engineering, Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

수도권지역 중에 특히 시화·반월과 같은 산업단지를 중심으로 한 지역의 고농도 오존현상에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 연구에서는 고농도 오존과 일 최고기온, 태양복사량과 같은 대기 중의 기상요소들 간의 다중회기분석을 수행하였다. 다중회기분석은 IBM's SPSS Ver.20 을 이용하여 수행하였다으며, 2011년 5월에서 9월까지의 대기오존농도 측정자료와 태양광선 및 기상요소에 관한 기상자료를 이용하여 다음과 같은 결론을 도출하였다. 상관성분석에서 일최고 오존농도와 최고 일사량과의 상관계수는 0.525-0.699의 범위에 있으며, 오후 1-3시 사이 평균일사량은 조금 나은 상관성을 보여 0.523-0.711의 범위를 보였으며 평균은 0.65로 개선되었다. 이는 고농도오존의 생성에서 순간 최고일사량 보다 일정시간 약 2-3 시간 정도의 강한 일사량의 유지가 더 중요한 요소임을 보여준다 하겠다. 또한 오존의 농도 범주를 20ppb 단위로 세분화 하여 작은 범주별로 나누어 다중회기분석을 수행한 결과 40ppb 단위의 큰 범주의 회기분석결과 보다 다소 개선된 R값을 확인할 수 있었다. 이를 바탕으로 예·경보 시스템의 의사결정나무 방법 등의 적용 시에 작은 범주로 구분하여 가치를 나누는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 구체적인 변수의 선택을 위하여 다중회기분석 시에 변수의 개수 및 변수의 종류에 따른 상관계수 R값을 비교 분석한 결과 4개의 변수일 때 평균 R= 0.544, 6개의 변수일 때 평균 R= 0.562, 8개 변수일 때 평균 R= 0.583으로 변수의 개수가 늘어남에 따라 R값이 증가함을 보여주었다. 다만 6개의 변수 적용 시에 현재TA, SI, WS, O<sub>3</sub>, 익일TA, 익일NO<sub>2</sub>를 선택 하였을 때도 8개의 변수(현재TA, 현재SI, 익일TA, 익일NO<sub>2</sub>, 현재HM, 현재WS, 현재오존, 현재NO<sub>2</sub>)를 적용한 결과와 상당히 유사한 결과를 보여 예·경보 모델의 구축 시에 기상자료 및 대기오염자료의 처리의 효율성을 고려해 상대적으로 높은 R값을 나타내는 6개 변수를 이용하는 것도 합리적인 선택이 될 수 있을 것으로 사료된다. 오차분석의 경우 오존농도를 20ppb 범위로 나누어 RMSE를 분석한 결과 저농도 보다 고농도로 갈수록 작아지는 경향을 보였으며 대기오염측정소별 분석에서 40ppb 이하의 농도에서는 6~9ppb의 편차값을 보이고 있으나 80~100ppb의 범주에서는 3~5ppb의 편차값을 나타내고 있다. MB의 경우 회기방정식이 산점도의 중심을 지나는 관계로 양의 편의와 음의 편의가 서로 상쇄되어 아주 작은 편의값을 보여 주었다. 대기오염측정소의 10곳의 6개의 변수를 대입한 통계분석에서 MSRE의 경우 측정지점별로 원시동과 부곡동, 정왕동의 경우 약 17ppb 내외의 값을 나타내었고, 대부동에서는 최고인 약 25ppb의 값을 보여 주

었다. 이는 시가지 내부에서는 비교적 실측값과 예측값의 MSRE가 작게 나타났고 시가지에서 먼 대부동에서 MSRE가 크게 나타나 본 연구의 회기방정식이 도심지역에서 적용할 때 좀 더 분산이 작은 결과를 보여준다 하겠다. 또한 선택된 변수에 따른 커다란 MSRE값의 차이를 보이지 않고 있다. 또한 현재TA, SI, WS, O<sub>3</sub>, 익일TA, 익일NO<sub>2</sub>를 6개의 변수를 선택하였을 때 대부분의 대기오염 측정점에서 가장 작은 MSRE값을 보여주었다. 이는 6개의 변수를 선택 시에 가장 유리한 선택임을 보여준다 하겠다.

## 감사의 글

이 논문은 2012년도 정부[교육과학기술부]의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 [No. 2012-0008506].

주제어 : 다중회기분석, 기상요소, 고농도 오존, 오존예보시스템

주연구자 연락처 : E-mail, jhan@hknu.ac.kr; Tel, 031-670-5175

## PA-02

# 유기물 처리에 따른 토양 중 이산화탄소, 메탄 가스 발생량 및 관련 토양미생물 군집 간의 정량적 상관관계

## (Quantitative Relations Between CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> Gas Emissions in Soil and Microbial Populations by Organic Matter Treatment)

정석호<sup>1)</sup> · 이은진<sup>1)</sup> · 박종찬<sup>1)</sup> · 김초원<sup>1)</sup> · 강보민<sup>1)</sup> · 한광현<sup>1)</sup>Seok-ho Jung<sup>1)</sup> · Eun-jin Lee<sup>1)</sup> · Jong-chan Park<sup>1)</sup> · Cho-won Kim<sup>1)</sup> · Bo-min Kang<sup>1)</sup> · Gwang-hyun Han<sup>1)</sup><sup>1)</sup>충북대학교<sup>1)</sup>Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

이산화탄소 (CO<sub>2</sub>), 메탄 (CH<sub>4</sub>) 및 아산화질소 (N<sub>2</sub>O) 는 농업에서 발생하는 주된 온난화가스 꼽히며, 그 중 메탄과 아산화질소는 적외선 흡수율이 높아 각각 이산화탄소의 25배, 310배에 달하는 지구 온난화지수(GWP; global warming potential)를 갖으며 주요한 인자로 작용한다. 농경지에서 발생하는 온실 가스들은 주로 토양에 투입되는 유기물이 분해되는 과정 중 발생하며, 이는 토양 미생물의 군집 및 호흡작용과 밀접한 관련이 있다. 이에 농업에서 다양하게 쓰이는 유기물의 유입에 따른 가스 발생 패턴과 관련 토양 미생물들의 동태에 대한 연구가 요구된다. 따라서 본 연구는 각각의 특성을 가진 유기자재의 처리에 따른 온난화가스 발생량을 항온배양 실험을 통하여 산화/환원조건에서 측정하였으며, 유기물의 종류에 따른 가스 발생관련 토양 미생물군집 구조 및 크기와 온난화 가스 발생량 간의 정량적인 상관관계를 조사하였다. 항온배양 실험 처리구는 대조구, 화학비료, 액비, 퇴비, 청보리, 헤어리베치이며 처리수준은 15 kg-N 10a<sup>-1</sup>, 3반복으로 산화/환원조건 모두 동일하게 시행되었다. 미생물의 호흡작용과 관련된 이산화탄소의 발생은 자체 제작한 EAHTR (Enforced aeration high temperature respirometer) 를 통하여 컬럼당 3시간마다 2분간 농도 증가분을 측정하였다. 메탄의 경우, Gas Chromatography FID detector 를 이용하여 4회 측정하였다. 유기물 특성에 따른 가스 발생관련 토양 미생물군집의 변화 및 크기는 Microbial biomass C, PLFA (PhosphoLipid Fatty Acid) 법, Quantitative PCR 법을 통하여 조사하였다. 이산화탄소의 발생은 환원상태의 경우 약 100-300시간, 산화상태의 경우 배양시작부터 100시간에 걸쳐 출현하였으며, 이분해성 유기물이 비교적 많았던 녹비작물 처리구에서 발생량이 많은 것으로 나타났다. 메탄가스의 경우, 이산화탄소 최대 발생량을 보인 이후에 최대 메탄 발생량이 출현하는 것이 확인되었다. 가스 발생에 있어 박테리아는 모든 유기물의 처리구에서 이산화탄소 발생에 관여하는 것으로 나타났으며, 비교적 큰 입자 사이즈를 갖는 유기자재의 경우에는 산화/환원조건 모두 곰팡이가 관여하는 것으로 확인되었다. 방선균의 군집량 및 그람양성균과 그람음성균의 비율을 통한 유기물 별 난분해도는 청보리, 헤어리베치, 퇴비, 액비, 화학비료 순으로 증가하였다. 처리에 따른 이산화탄소의 발생량이 많을수록 미생물군집도 증가하는 양의 상관관계가 나타났으며, 메탄의 경우에도 메탄가스의 발생량과 메탄생성균 간의 양의 상관관계가 있는 것으로 확인되었다. 경시적 변화에 따른 메탄 발생량은 항온배양 후반에 갈수록 감소하나, 메탄생성균 군집의 양은 줄지 않는 것으로 보아 활성만이 줄어드는 것으로 사료되었다.

주제어 : 온난화 가스, 토양 미생물, 미생물 군집, 유기농업

주연구자 연락처 : E-mail, hangh@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2563

## 이상기후에 따른 축산농가의 취약성 평가 (Vulnerability Assessment of an Livestock Farms According to Abnormal Climate)

오영주<sup>1)\*</sup> · 윤성탁<sup>2)</sup> · 김명현<sup>3)</sup> · 강기경<sup>3)</sup> · 나영은<sup>3)</sup>

Young-Ju Oh<sup>1)\*</sup> · Seong-Tak Yoon<sup>2)</sup> · Myung-HyunKim<sup>3)</sup> · Kee-KyungKang<sup>3)</sup> · Young-Eun Na<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>(주)한반도생물다양성연구소, <sup>2)</sup>단국대학교 식량생명공학과, <sup>3)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원

<sup>2)</sup>Korea Biodiversity Reserarch Center Co., Ltd, Pocheon 487-711

<sup>1)</sup>Crop Science and Biotechnology, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

<sup>3)</sup>National Academy of Agricultural Science, Suwon, 441-707

이상기후에 대한 농업부문의 취약성을 평가하는 것은 노출이나 스트레스로 인해 시스템이 얼마나 쉽게 영향을 받는가에 대한 척도로서 기후변화의 적응대책을 수립하는데 중요한 기반으로 작용하고 국가나 지방정부에서 적응정책 방향성을 수립하는데 중요한 근거로 활용되고 있다(UNDP, 2005). 최근 10년간(1995~2004) 각종 기상재해로 인한 총 피해규모는 17조 2천 500억원 이상에 달하며, 이 중 농산물 피해액이 5조 2천 500억원으로 총 피해규모의 30%이상을 차지하고 있다. 본 연구는 농업부문의 이상기후에 영향을 받을 수 있는 축산 농가를 중심으로 기후영향에 의한 취약성 평가를 실시하였다. 취약성 평가는 기후노출과 민감도에 적응능력을 제외하여 지도를 작성하였다. 기후노출 평가에서는 RCP 시나리오와 SRES 시나리오를 비교 하였다. 기후노출은 일최고기온의 27℃이상인 날의 횟수, 일최대풍속이 14m/s 이상인 날의 횟수, 적설량이 20cm이상인 날의 횟수, 온습도지수가 72이상인 날의 횟수를 중심으로 대응변수를 선정하였고 민감도는 가축사육두수, 가축병 발생위험율, 사육시설면적당 축사감사 피해동수, 태풍에 의한 총 피해액, 강풍에 의한 총 피해액, 대설에 의한 총 피해액을 대응변수로 선정하였다. 적응능력은 재정자립도와 1인당 지역내 총생산, 인구당 공무원수, 사육시설면적당 축산 주종사자수, 축산폐수처리 능력, PC활용 농가수/총 농가수를 대상으로 하였다. RCP 과거기초(2000년대)를 중심으로 한 이상기후에 의한 축산 농가의 취약성에서 경기남부와 북부, 전라북도 남부, 충청북도 서부가 취약한 것으로 분석되었고 RCP 8.5 2050년대로 갈수록 경기도와 전라북도, 충청북도 서부전역, 경상남도과 대구광역시에서 취약성이 높아지는 것으로 분석되었다. A1B 2050년대와 RCP 8.5 2050년대 비교에서는 RCP 시나리오와 유사한 것으로 분석되었다.

**주제어 :** 이상기후, 기후노출, 민감도, 적응능력, 취약성 평가

**주연구자 연락처 :** E-mail, cave50joo@gmail.com; Tel, 031-278-7122

## PA-04

# 토양유입 유기물 특성에 따른 분해도, 양분공급력 및 온난화가스 발생에 미치는 영향 (Decomposition Rate, Nutrient Supply, and Greenhouse Gas Emission as Influenced by Properties of Various Organic Soil Amendments)

김초원<sup>1)\*</sup> · 박종찬<sup>1)</sup> · 강보민<sup>1)</sup> · 유진희<sup>2)</sup> · 한광현<sup>1)</sup>Cho-Won Kim<sup>1)\*</sup> · Jong-Chan Park<sup>1)</sup> · Bo-Min Kang<sup>1)</sup> · Jin-Hee Ryu<sup>2)</sup> · Gwang Hyun Han<sup>1)</sup><sup>1)</sup>충북대학교, <sup>2)</sup>농촌진흥청 국립식량과학원<sup>1)</sup>Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea,<sup>2)</sup>National Institute of Crop Science(NICS), Iksan, 570-080, Korea

화학비료 사용을 자제하고 친환경 유기자재를 사용하는 농가가 늘고 있는 추세에 따라, 유기농업에서 사용되고 있는 토양유입 유기물들의 분해과정 중 발생하는 온실기체가 기후변화 및 지구온난화에 영향을 미치고 있어 전 세계적으로 지구온난화 가스 발생량 저감에 힘쓰고 있다. 따라서 본 연구는 산화 및 환원 조건에서 토양유입 유기물의 분해가 토양 양분공급력 및 온실가스 발생량에 미치는 영향을 밝혀내기 위하여 항온배양을 통해 다양한 유기물 처리에 따른 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 등의 온난화가스들을 측정하였고, 양분공급력 대비 이산화탄소 발생 부하량을 조사하여 친환경 저탄소 발생 유기자재를 선별하였다. 항온배양실험은 환원, 산화 조건의 두 번의 실험을 하였다. 환원상태의 항온배양 실험은 대조구, 화학비료, 액비, 퇴비, 청보리, 헤어리베치로 조성하였고, 4번의 샘플링 차수와 각각의 샘플링 차수마다 3반복을 두었으며, 산화상태의 항온배양 실험의 처리구는 대조구, 화학비료, 액비, 퇴비, 청보리, 헤어리베치로 조성하였으며, 각각 3반복을 두었다. 유기자재 처리수준은 두 조건의 실험 모두 15 kg-N 10a<sup>-1</sup> 으로 처리하였다. 본 실험에서 직접 제작한 고속항온배양장치 (Enforced Aeration High Temperature Respirometer) 는 항온배양 온도 35℃에서 상대습도 100%의 공기를 강제 순환시켜 토양 속에 수분과 공기를 자동으로 공급, 배양하는 장치이며, 이산화탄소의 측정은 CO<sub>2</sub> Analyzer를 이용하여 매 3시간 마다 2분 동안의 발생량을 측정하였다. 분석항목으로 토양 pH, EC, 무기태질소, 유효인, 유기물함량 등의 토양 이화학성과, 온난화가스(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)를 측정하였다. 항온배양 실험에서 산화, 환원 조건 모두 유기자재 처리 초반에 이산화탄소 발생량이 많은 것으로 나타났으며, 이는 유기물 처리 초반부에 토양유효 양분을 대부분 공급하는 것 때문으로 판단되었다. 메탄발생량의 경우에는 청보리 처리구에서 가장 많은 발생량이 관찰되었고, 경시적인 변화에서는 액비 처리가 가장 많은 것으로 나타났으며, 액비의 경우 혐기상태의 제조과정에서 메탄생성균이 메탄발생에 이용할 수 있는 기질들이 많았기 때문인 것으로 사료되었다. 환원조건의 실험에서 아산화질소 발생량의 경우, 화학비료와 액비 처리구에서 많은 발생량이 나타났는데, 이는 산소유입의 제한이 있는 환원조건에서 토양 내 질산화 과정이 활발하게 이루어지지 않았던 것 때문으로 사료되었다. 질소공급력 대비 이산화탄소 부하량 평가에서는 액비, 퇴비 및 화학비료는 비슷한 수준의 부하량을 보였으나, 청보리, 헤어리베치와 같은 녹비작물의 경우 다소 높은 부하량을 보였다. 따라서 친환경 저탄소 발생 유기농업을 위해서는 녹비작물의 직접시용은 피해야 할 것으로 사료되었다.

주제어 : 유기자재, 양분공급력, 온난화가스, 고속항온배양

주연구자 연락처 : E-mail, hangh@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2563

## GC-ECD를 이용한 농산물 중 Flutianil 잔류량 시험법 개발 및 확인 (Development and Validation of an Analytical Method for Flutianil Residues Determination on Agricultural Commodities by GC-ECD)

도정아<sup>\*</sup> · 권지은 · 박혜진 · 이지영 · 이미영 · 조윤제 ·  
이상목 · 김명애 · 최시원 · 김희정 · 김미경 · 장문익 · 이규식  
Jung-Ah Do<sup>\*</sup> · Hyejin Park · Ji-Eun Kwon · Ji-Young Lee · Mi-Young Lee · Yoon-Je Cho · Sang-Mok Lee ·  
Myung-Ae Kim · Si-Won Choi · Hee-Jeong Kim · MeeKyung Kim · Moon-Ik Chang · Kyu-Sik Rhee

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 잔류물질과  
Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and  
Drug Safety Evaluation, mfd, Osong, Cheongwon, Chungbuk, 363-700, Republic of Korea

Flutianil은 thiazolidine계에 속하는 살균제로써 고추, 오이, 가지, 수박 등의 흰가루병에 대해 높은 방제효과를 나타내며, 독성시험 및 잔류시험 결과 인축에 대해 안전성이 높다. 식물체 내에서 빠르게 분해되어 잔류정도가 낮으며 인체 내에서 빠르게 대사, 배설되는 것으로 알려져 있다. 유럽과 일본은 2009년, 국내에서는 2013년 flutianil 사용 등록이 신청되었으며, Codex(Codex Alimentarius Commission, 국제식품규격위원회), 미국, 유럽에서는 현재 flutianil에 대한 기준이 설정되지 않았으나 일본에서는 오이, 수박, 딸기 등의 작물에 대해 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)이 설정되어 있다. 국내의 경우 고추, 피망, 오이, 참외에 잔류허용기준이 설정될 예정이므로 본 연구에서는 국내 유통 농산물에 잔류할 수 있는 flutianil의 안전관리를 위해 잔류분석 시험법을 확립하고자 하였다. Flutianil은 전자친화성 그룹에 속하는 fluoride(F)기를 4개 이상 가지는 구조로 본 연구에서는 flutianil 분석을 위한 기기로 GC-ECD를 선택하였다. 추출용매는 flutianil의 용매에 대한 용해도 및 극성도를 고려하여 acetone, acetonitrile, methanol의 추출효율 비교를 통해 acetonitrile을 선택하였고, 첫 번째 정제과정인 액-액 분배단계에서는 dichloromethane 용매를 이용하여 극성의 간섭물질을 제거하였고, 두 번째 정제과정에서는 silica 카트리지를 이용하여 약제의 극성도를 고려한 다양한 용매 조성 비교를 통해 최적의 정제법을 찾아 clean-up을 실시함으로써 물질에 대한 선택성이 우수한 시험법을 개발할 수 있었다. 본 분석법은 고추, 피망에 대해 회수율 측정(96.32~107.93%)을 통해 코덱스 가이드라인(CAC/GL 40)인 회수율 70~120%, 분석오차 10 미만에 적합함을 보여주어 분석법의 정확성을 확인하였으며, GC-MS를 통한 재확인 과정을 수행함으로써 시험법의 신뢰성과 선택성을 확보할 수 있었다. 본 연구에서 개발한 시험법은 국내 유통되는 농산물 중 flutianil 잔류물의 안전관리를 위한 공정시험법으로 활용될 예정이다.

주제어 : Flutianil, 살균제, GC-ECD, GC-MS

주연구자 연락처 : E-mail, jado@korea.kr; Tel, 82-43-719-4207



## PC-02

## HPLC-UVD를 이용한 살균제 Fenpyrazamine의 시험법 개발 및 검증 (Development and Validation of an Analytical Method for Fungicide Fenpyrazamine Determination in Agricultural Products by HPLC-UVD)

도정아<sup>\*</sup> · 박혜진 · 권지은 · 이지영 · 이미영 · 조윤제 · 이상목 ·

김명애 · 최시원 · 김희정 · 김미경 · 장문익 · 이규식

Jung-Ah Do<sup>\*</sup> · Hyejin Park · Ji-Eun Kwon · Ji-Young Lee · Mi-Young Lee · Yoon-Je Cho · Sang-Mok Lee ·

Myung-Ae Kim · Si-Won Choi · Hee-Jeong Kim · MeeKyung Kim · Moon-Ik Chang · Kyu-Sik Rhee

식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 잔류물질과

Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, mfd, Osong, Cheongwon, Chungbuk, 363-700, Republic of Korea

Fenpyrazamine은 일본 Sumitomo Chemical에서 개발한 pyrazole계 살균제로 작물에 빠르게 침투하여 곰팡이의 발아관과 균사체 신장을 억제하는 작용기작으로 강력한 살균작용을 나타낸다. 채소류 등의 잣빛곰팡이병, 잣빛무늬병 등의 방제에 효과적이며, 또한 포유동물에 고도의 안전성과 낮은 환경지속성으로 인해 수확 전까지 다양한 작물에 사용이 가능하다. 미국 환경보호청(US Environmental Protection Agency)에서는 2013년에 미국 연방 살충제, 살균제, 살서제법(Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, FIFRA)에 따라 아몬드와 상추 등에 fenpyrazamine의 사용을 허가하고 0.02 ppm (아몬드와 피스타치오), 0.7 ppm (인삼), 2.0 ppm (잎상추), 5.0 ppm (산딸기류 열매) 등의 잔류허용기준을 설정하였다(78 Fed. Reg. 14,461 (3/6/13)). 국내에서는 2013년에 복숭아(2.0 mg/kg), 포도(5.0 mg/kg) 및 감귤(2.0 mg/kg)에 잔류허용기준 설정이 추진 중인 신규농약으로, 이에 따라 본 연구에서는 국내 생산 및 향후 수입되는 다양한 농산물 중 잔류할 수 있는 fenpyrazamine에 대한 안전성을 확보하기 위해 잔류량을 신속하고 정확하게 측정할 수 있는 효율적인 공정 시험법을 확립하였다. Fenpyrazamine은 증기압이  $2.89 \times 10^{-8}$  Pa(25℃)로 휘발성이 낮고 분자 구조상에서 pyrazole 구조가 있어 단파장을 흡수하는 특성을 가지고 있기 때문에 HPLC-UVD를 분석기기로 선택하였으며, 243 nm에서 최대흡광도를 나타내어 검출과장으로 선택하였다. 추출용매는 물질의 용해도와 추출효율을 고려하여 acetonitrile로 선정하였으며, n-octanol/water 분배계수(logPow, 25℃)가 3.52의 중간 비극성의 물리화학적 특징을 고려하여 액-액 분배 단계에서 dichloromethane과 물의 분배로 극성불순물을 제거하였고, 정제단계에서는 silica cartridge를 이용하여 hexane/acetone(95/5, v/v) 10 mL로 카트리지를 세척한 다음 hexane/acetone(85/15, v/v) 10 mL로 용출해 주었을 때 다양한 매트릭스 간섭 물질로부터 fenpyrazamine을 효과적으로 정제할 수 있었다. 확립된 시험법으로 복숭아, 포도, 감귤을 대상으로 처리농도 0.05, 0.5, 5.0 mg/kg으로 각각 5반복의 회수율 실험을 시행한 결과 회수율 범위가 80.5~102.7%이었고, 분석오차가 10% 미만으로 시험법의 정확성을 확인하였으며, LC-MS를 통한 재확인 과정을 수행함으로써 시험법의 신뢰성과 선택성을 확보할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 개발한 시험법은 농산물에 잔류하는 fenpyrazamine을 분석하기 위한 공정 시험법으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : Fenpyrazamine, 피라졸계 살균제, HPLC-UVD, LC-MS

주연구자 연락처 : E-mail, jado@korea.kr; Tel, 82-43-719-4207

## Development of Analytical Method for 14 Organochlorine Pesticides in Dilution Water Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC/MS를 이용한 사육수 중 유기염소계농약의 분석법 개발)

Sung-Gil Choi<sup>1)\*</sup> · Jong-Hwan Kim · Ji-Young An · Jong-Su Seo

최성길<sup>1)\*</sup> · 김종환 · 안지영 · 서종수

<sup>1)</sup>Analytical & Environmental Chemistry Center,  
Gyeongnam Department of Environmental Toxicology and Chemistry,  
Korea Institute of Toxicology, Jinju 660-844, Korea

<sup>1)</sup>안전성평가연구소경남환경독성본부분석환경화학센터

This study was conducted to develop the analytical method of 14 organochlorine pesticides (Aldrin, Dieldrin, Endrin, g-chlordane, a-chlordane, p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD, Heptachlor, Heptachlor isomer-A, Heptachlor isomer-B, Mirex, Hexachlorobenzene) by GC/MS in dilution water applied to bioconcentration test. Pyrene-d10 was used as internal standard. From the full scan spectra of total ion chromatography (TIC), precursor ions of each 14 organochlorine pesticides were selected as Aldrin (m/z 263), Dieldrin (m/z 263), Endrin (m/z 263), g-chlordane (m/z 375), a-chlordane (m/z 375), p,p'-DDT (m/z 235), o,p'-DDT (m/z 235), p,p'-DDE (m/z 246), p,p'-DDD (m/z 235), Heptachlor (m/z 100), Heptachlor isomer-A (183), Heptachlor isomer-B (m/z 353), Mirex (m/z 272), Hexachlorobenzene (m/z 284). In recovery or linearity test, the 14 organochlorine pesticides and internal standard were added to 500 mL of water (HPLC grade) to be 0.01~0.5 ng/mL and 20 ng/mL, respectively and extracted with 50 mL of dichloromethane. The extraction process was performed with three repetition. The organic layer combined through the sodium sulfate was evaporated under reduced pressure just to dryness. The residue was dissolved with 5 mL of acetone and aliquot (1 µL) was analyzed with GC/MS-selected ion monitoring (SIM). The all calibration curves showed the good linearity (>0.99) in the range of 1.0~50.0 ng/mL. This method showed MLOQs (Method limit of quantitation) of 0.05 ng/mL for 14 organochlorine pesticides. This method could be used as a determination of 14 organochlorine pesticides in dilution water to conduct the bioconcentration test.

**Key words** : Organochlorine Pesticides, GC/MS, MLOQs

**Corresponding author** : E-mail, sgil@kitox.re.kr

## PC - 04

# Glutathion *S*-Transferase Dependent Biotransformation of the Fungicide Tolclofos-Methyl (Glutathion *S*-Transferase에 의한 Tolclofos-Methyl의 Biotransformation)

Jung-Min Kim<sup>\*</sup> · Young-Hwan Jeon · Jeong-In Hwang ·  
Da-Rong Seok · Eun-Hyang Lee · Sang-Oh Jeon · Jang-Eok Kim

김정민<sup>\*</sup> · 전영환 · 황정인 · 석다롱 · 이은향 · 전상오 · 김장억

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

Tolclofos-methyl(TM) is a fungicide of thiophosphate group which is widely used to control of soil born diseases and damping-off. However, its excessive usages are lead to the accumulation of this compound on soil and crops. The major TM metabolic pathways are oxidative desulfuration of TM to oxone and related derivatives, oxidation of the 4-methyl group to alcohols and acids, cleavage of P-O-aryl and P-O-methyl linkages and conjugation of the resultant acid with glycine. Glutathione *S*-transferases(GSTs) are the enzymes that detoxify natural and exogenous toxic compounds by conjugation with glutathione(GSH). The objective of this study was to know the fate of TM in crops through the GST dependant biotransformation for detoxification. First of all, We liked to present the possibility for conjugation between TM and GSH by GST in extracts of pig liver in vitro. We verified our result by specific GST activity assay using dinitrochlorobenzene and found that enzyme activity of pig liver extract is the highest among several sample such as crops. Recoveries for TM analysis at two fortification levels of 1.0 and 5.0 mg/kg were  $93.1 \pm 1.8\%$  and  $96.8 \pm 4.7\%$ , respectively. Removal ratio of TM were 15.6~28.5% in buffer with extract of pig liver for 2day, at 30℃. The results suggested that the GST isolated from pig liver might have a role in the protection mechanism against toxic materials such as a TM.

**Key words** : Thiophosphate, Tolclofos-methyl, Glutathion *S*-transferase, Glutathione, Pig liver

**Corresponding author** : E-mail, jekim@knu.ac.kr; Tel, 82-53-950-5720 Fax 82-53-953-7233

## High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Azocyclotin and Cyhexatin in *Angelica gigas*

(고성능 액체크로마토그래피를 이용한 당귀 중 Azocyclotin 및 Cyhexatin 잔류분석법)

Beom Seok Cho<sup>1)\*</sup> · Young Deuk Lee<sup>1)</sup> · Rack Seon Seong<sup>2)</sup> · Jae Jun Lee<sup>2)</sup>

조범석<sup>1)\*</sup> · 이영득<sup>1)</sup> · 성락선<sup>2)</sup> · 이재준<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

<sup>2)</sup>Herbal Medicine Research Division, NIFDS, Osong 363-951, Korea

<sup>1)</sup>대구대학교 생명환경학부

<sup>2)</sup>식품의약품안전평가원 생약연구과

A High-performance liquid chromatographic (HPLC) method to determine residues of azocyclotin and cyhexatin in dry root of *Angelica gigas*, a medicinal herb was developed for the official inspection. Azocyclotin and cyhexatin were extracted from the moistened sample with acetone/hydrobromic acid mixture. Following to dilution of the extract with saline, the analyte was partitioned into the hexane phase. During extraction and partition steps, azocyclotin was completely converted to cyhexatin. Ion-suppressed silica gel column chromatography was employed for further purification of the extract prior to HPLC determination. In reversed-phase HPLC using an octadecylsilyl column, cyhexatin could be eluted only when hydrochloric acid and sodium chloride was added to the mobile phase and quantitated by ultraviolet absorption at 214 nm. No interference was found in the sample extract and, as a result, quantitation limit of the proposed methods ranged 0.04~0.05 mg/kg. Mean recoveries from samples fortified with azocyclotin and cyhexatin were in the range of 80.7~82.0% and 81.2~83.2%, respectively. Relative standard deviations of the analytical method were less than 10%. Even though the LC/mass spectrometry was failed due to poor ionization of cyhexatin, an alternative HPLC parameter could be applied for confirmation *in situ* as the dramatic change in retention behavior between co-extractives and the analyte was observed.

**Key words** : Azocyclotin, Cyhexatin, Residue, Analysis, *Angelica gigas*

**Corresponding author** : E-mail, ydpechem@daegu.ac.kr; Tel, +82-53-850-6753

## PC - 06

# Determination of Alachlor Residues in Pepper and Pepper Leaf Using Gas Chromatography and Confirmed Via Mass Spectrometry with Matrix Protection (고추와 고춧잎 중 가스 크로마토그래피를 이용한 alachlor의 잔류량 분석)

Md. Musfiqur Rahman · Sung-Woo Kim\* · Jong-Hyuk Park · Jae-Han Shim

무스픽 · 김성우\* · 박종혁 · 심재한

Natural Products Chemistry Laboratory, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea  
전남대학교

Alachlor residues were determined in pepper and pepper leaf, after 49 days of manufacturer-recommended single and double-dose application to the soil and plant. The samples were extracted with acetonitrile, partitioned with n-hexane, and purified through solid-phase extraction, and finally detected with a gas chromatography-microelectron capture detector. The linearity of the analytical response across the studied range of concentrations (0.05-4.0 mg/mL) was excellent, obtaining coefficients of determination ( $r^2$ ) of 0.999. Recovery studies were carried out on spiked pepper and pepper leaf samples, at two concentrations levels (0.2 and 1.0 mg/kg), with three replicates performed at each level. Mean recoveries of 73.1-109.0% with relative standard deviations of 1.3-2.3% were obtained. The method was successfully applied to field samples, and alachlor residue was found in pepper (0.02 mg/kg) and pepper leaf (0.03 mg/kg), at levels lower than the maximum residue limits (0.2 mg/kg) set by the Korea Food and Drug Administration. The field-detected residues were further confirmed with gas chromatography-mass spectrometry with the help of pepper leaf matrix protection.

**Key words :** Alachlor, Gas chromatography, Matrix protection, Pepper, Pepper leaf

**Corresponding author :** Corresponding author: E-mail, jhshim@chonnam.ac.kr; Tel, 82-62-530-2135; Fax, 82-62-530-0219

# 고추, 고춧잎, 홍고추 및 고춧가루 중 친환경 농자재 rotenone의 잔류특성 및 가공계수

## (Residual Characteristics and Processing Factors of Environment Friendly Agricultural Material Rotenone in Green Pepper, Leaves, Red Pepper and Dry Pepper)

노현호 · 이재윤 · 정오석<sup>\*</sup> · 김혜성 · 진미지 · 최지희<sup>1)</sup> · 엄애선<sup>1)</sup> · 경기성  
Hyun Ho Noh · Jae Yun Lee · Oh Seok Jeong<sup>\*</sup> · Hye Sung Kim ·  
Me Jee Jin · Ji Hee Choi<sup>1)</sup> · Ae Son Om<sup>1)</sup> and Kee Sung Kyung

충북대학교 환경생명화학과, <sup>1)</sup>한양대학교 식품영양학과  
Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture,  
Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University

<sup>1)</sup>Department of Food Science and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

고추, 고춧잎, 홍고추 및 고춧가루 중 친환경 농자재 rotenone의 잔류특성을 구명하고 건조에 따른 홍고추 중 rotenone의 가공계수 및 감소계수를 산출하기 위하여 이 연구를 수행하였다. 시험 약제는 7일 간격으로 1회 및 2회 살포 하였으며, 최종 약제 살포 당일부터 7일차까지 5회 시료를 채취하였다. 홍고추는 60℃ 순환식 열풍기로 수분함량이 약 14% 이하가 되도록 건조한 후 마쇄하여 고춧가루로 제조하였으며, 가공 전과 후의 잔류량 비로 가공계수를 산출하였다. 고춧잎과 건고추의 검출한계 및 정량한계는 각각 0.02와 0.07 mg/kg이었으며, 고추와 홍고추의 경우 각각 0.01과 0.03 mg/kg이었다. 회수율 시험은 검출한계의 10배와 50배 수준으로 수행하였으며, 77.13-97.70% 범위이었다. 고추 중 rotenone의 약제살포 후 7일차까지의 평균 잔류량은 0.05-0.29mg/kg이었으며, 고춧잎 0.56-1.60, 홍고추 0.03-0.36, 건고추 0.08-0.73 mg/kg이었다. 분석 결과 rotenone의 잔류량은 경시적으로 감소하는 경향이었으며, 고춧잎 중 rotenone의 잔류량이 가장 높게 검출되었다. 건조에 의한 rotenone의 가공계수와 감소계수는 2.03-3.13과 0.38-0.59으로 가공가정을 거치면서 잔류농도는 증가하였으나 농약의 절대량은 감소하였다.

**주제어** : Rotenone, 가공계수, 감소계수, 잔류특성

**주연기자 연락처** : E-mail, kskyung@cbnu.ac.kr; Tel, 043-261-2562

PC - 08

## Determination of Toxicity of Three Natural Pesticides Against Perilla Rust (갯잎 녹병 방제용 천연살균제의 독성 검정)

Sun Chul Kang<sup>\*</sup> · Anil Kumar Chauhan강선철<sup>\*</sup> · 아닐초한

Department of Biotechnology, Daegu University, Kyoungsan, Kyoungbook 712-714, Republic of Korea

대구대학교생명공학과

Pest control is major problem in front of farmer worldwide, an enormous economic loss is observed due to pest every year. There are several chemical pesticides available for controlling agricultural pests. Studies have shown chemical pesticides can cause significant health risks to humans, contaminate water supplies, and to plant itself. To come through this problem, we previously developed some natural pesticides i.e. oak pyroligneous liquor, rice bran and phytic acid which were tested against *Perilla frutescens* rust disease. We found good pesticide capacity of these natural extracts, so we were veracious to know whether it has toxic effect or not for that we designed the present investigation. In the present study we have determined toxicity on the basis of fish survival assay, seed germination assay and mice feed assay. Briefly, a concentration of 50 and 100 $\mu$ g/ml of all pesticides were supplied in water of fishes for 96hrs. We have taken two kind of fishes for this experiment *Misgurnus anguillicaudatus*(10) and *Cyprinus carpio*(10). After completion of the incubation period number of dead fish were calculated. Simultaneously, we determined seed germination test on four types of seed Cabbage, Radish, Black beans and Red kidney beans. A number of 20 seeds in case of red kidney beans 5 seeds were kept in sterile Petri dishes bedded with layer of tissue papers (Kimtec) which were wet with autoclaved distilled water. Treatment of pesticides was done with a concentration of 50 and 100 $\mu$ g/ml for 48 to 96 hrs. The number of non-germinated seeds was counted after the incubation period. In the case of animal toxicity test we supplied pesticides in the drinking water of mice and they were kept under investigation of body weight and death of mice. The results obtained from fish experiment suggest no toxicity of oak and rice bran but at a higher concentration one fish was found dead. In the case of seed germination assay all the seeds were observed to be germinated at both concentrations for all pesticides. No decrease in body weight was found in mice experiment as well as all mice were live. In accordance with all data, we concluded that the use of Oak, Rice bran and Phytic acid as a pesticide is safe and effective especially in the case of *Perilla* rust disease.

**Key words** : Oak Pyroligneous Liquor, Rice Bran, Phytic Acid, Toxicity detection.

**Corresponding author** : E-mail, sckang@daegu.ac.kr; Tel, +82-53-850-6553

## Multiresidue Analysis Method for Determining Pesticides in Agricultural Products by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (농산물에 대한 LC-MS/MS를 이용한 농약의 다성분분석법 확립)

Young-Hwan Jeon<sup>1)\*</sup> · Jeong-In Hwang<sup>1)</sup> · Jung-Min Kim<sup>1)</sup> · Da-Rong Seok<sup>1)</sup> · Eun-Hyang Lee<sup>1)</sup> · Sang-Oh Jeon<sup>1)</sup> · Jung-Ah Do<sup>2)</sup> · Jae-Ho Oh<sup>2)</sup> · Jin-Hwan Hong<sup>2)</sup> · Young-Deuk Lee<sup>3)</sup> · Jang-Eok Kim<sup>1)</sup>  
전영환<sup>1)\*</sup> · 황정인<sup>1)</sup> · 김정민<sup>1)</sup> · 석다룡<sup>1)</sup> · 이은향<sup>1)</sup> · 전상오<sup>1)</sup> ·  
도정아<sup>2)</sup> · 오재호<sup>2)</sup> · 홍진환<sup>2)</sup> · 이영득<sup>3)</sup> · 김장억<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2)</sup>Korea Food and Drug Administration, Osong 364-951, Korea

<sup>3)</sup>Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

<sup>1)</sup>경북대학교 응용생명과학부, <sup>2)</sup>식품의약품안전평가원, <sup>3)</sup>대구대학교 생명환경학부

This study was carried out in order to establish a multiresidue analysis method applicable to the Positive List System(PLS) in Korea. A simple, sensitive selective method with liquid chromatography-tandem mass spectrometry(LC-MS/MS) has been developed to detect 91 pesticides in brown rice, orange and green pepper. This method was using the official method of KFDA for multi class pesticide multiresidues. Samples were prepared using acetonitrile saturated with sodium chloride, followed by solid phase dispersive clean up. The quantification was done with matrix-matched calibration curves. The limits of quantification were in the range 0.0003-0.01 mg/kg. The recoveries at 0.01 and 0.1 mg/kg were within 55-162%(n=6) associated relative standard deviations <25%.

Based on these results, this multiresidue analysis method described here has been proven to be a highly efficient, robust and accurate approach suitable for the monitoring of LC amenable pesticides in accordance with PLS requirements. This method can surely be used as the official method for monitoring pesticides applicable to the PLS of imported agricultural products in Korea.

**Key words** : PLS, Pesticides, Multiresidue analysis, LC-MS/MS

**Corresponding author** : Jang-Eok Kim, jekim@knu.ac.kr



## PC - 10

## 농산물 중 Dichlorprop의 잔류분석방법 개선 (Development of Analytical Method for Dichlorprop Residue in Agricultural Commodities)

이상목<sup>1)</sup> · 김재영<sup>1)</sup> · 김태훈<sup>1)</sup> · 이한진<sup>1)</sup> · 최시원<sup>1)</sup> · 조운제<sup>1)</sup> · 도정아<sup>1)</sup> · 김명애<sup>1)</sup> · 김희정<sup>1)</sup> · 장문익<sup>1)</sup> · 김미경<sup>1)</sup> · 이규식<sup>1)</sup>  
Sang-Mok Lee<sup>1)</sup> · Jae-Young Kim<sup>1)</sup> · Tae-Hoon Kim<sup>1)</sup> · Han-Jin Lee<sup>1)</sup> · Si-Won Choi<sup>1)</sup> · Yoon-Jae Cho<sup>1)</sup> ·  
Jung-Ah Do<sup>1)</sup> · Myung-Ae Kim<sup>1)</sup> · Hee-Jeong Kim<sup>1)</sup> · Moon-Ik Chang<sup>1)</sup> · MeeKyung Kim<sup>1)</sup> · Gyu-Seek Rhee<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

<sup>1)</sup>Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Department of Food Safety Evaluation,  
National Institute of Food and Drug Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety,  
Cheongwon 363-700, Republic of Korea

Dichlorprop(DCPP)는 phenoxyalkanoic acid계의 생장조정제로서 국내에서 장기간 널리 사용해 온 auxin 유사활성의 화합물이다. 또한, 인체에 유해한 Fenoprop, 2,4-D 및 Daminozide의 대체 약제로 국내에서 이용되고 있다. 그러나 중국 등에서는 수박 및 오이 등 농산물에 생산량 증대를 목적으로 불법적인 사용 사례가 빈번하게 나타나고 있어, 생장조정제인 DCPP에 대한 국내 유통 농산물의 잔류 실태 모니터링을 실시하고자 하였다. 이를 위해서 현재 DCPP가 허용된 사과(0.05 mg/kg)를 제외한 농산물에 대한 모니터링을 수행하고자 현행 시험법을 개선하였다.

DCPP는 pKa가 3.0인 약산성 화합물로서 pH 1 이하로 조절하면 유기용매로 전량 가용된다. 따라서 0.2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 첨가하여 pH를 조절한 후, acetone으로 추출하였다. 추출물은 감압 여과하여 농축한 후, ion-associated partition법으로 유지 등의 불순물을 제거하였다. 먼저 4% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>을 첨가하여 약염기화시킨 후, acid 대상성분을 수용성화 시켜 dichloromethane으로 분배하여 유지와 같은 비극성 불순물을 제거하였다. 이 과정에서 남은 수용액 층은 pH를 1 이하로 조절하여 대상 acid 성분을 유용성의 비해리 형태로 전환하였고, 다시 dichloromethane을 첨가하여 분배한 후, 대상 성분을 효율적으로 회수하였다. 이 dichloromethane층을 농축하고, 5 mL의 methanol로 재용해하였다. 이 중 2 mL를 취해 BF<sub>3</sub>-methanol 용액을 첨가하고 heating block에서 80℃로 가온하여 15분간 methylation하였다. 이를 5% NaCl 수용액과 hexane을 이용해 분액갈때기에 옮긴 후, 분배하여 hexane층을 취하였다. hexane층은 농축하고, 2 mL의 hexane으로 재용해 한 후, GC/ECD로 분석하였다. DCPP는 2개의 염소원자를 가지고 있고, methylation에 의해 휘발성이 증대됨으로써 GC/ECD로 우수한 감도 결과를 얻을 수 있었다.

분석법의 검증을 위해 5종의 대표 농산물에 적용하여 회수율, 정량한계 및 분석오차를 국제식품 규격위원회(CODEX) 가이드라인에 준하여 실시하였다. 그 결과, DCPP의 정량한계는 모든 검체에 0.05 mg/kg이었고, 회수율은 감귤 89.5-94.3%, 감자 79.4-87.4%, 고추 90.5-102.2%, 대두 78.8-101.1%, 현미 90.5-100.4%였으며, 분석오차는 감귤 2.5-9.5%, 감자 1.4-2.6%, 고추 2.7-3.9%, 대두 3.4-7.3%, 현미 1.2-2.1%이었다. 검증 결과는 모두 CAC 가이드라인 규정에 만족하는 수준으로 개선된 분석법은 농산물 중 잔류하는 생장조정제 DCPP의 분석법으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서 개선된 분석법은 국내 유통 농산물을 대상으로 생장조정제 잔류 실태 조사 연구에 활용될 계획이다.

**주제어** : Dichlorprop, Pesticide, Growth regulator, Analytical method, GC/ECD

**주연구자 연락처** : E-mail, 1004@korea.kr; Tel, 82-43-719-4204

## 미나리 중 Azoxystrobin과 대사체 R230310의 잔류특성 및 안전성 평가 (Residual Characteristics of Azoxystrobin and Its Metabolite R230310 in Water Celery and Their Risk Assessment)

노현호 · 이재윤<sup>\*</sup> · 정오석 · 김혜성 · 진미지 · 윤상순<sup>1)</sup> · 안만영<sup>1)</sup> · 경기성  
Hyun Ho Noh · Jae Yun Lee<sup>\*</sup> · Oh Suk Jung · Hye Seong Kim ·  
Me Jee Jin · Sang Soon Yun<sup>1)</sup> · Man Young An<sup>1)</sup> · Kee Sung Kyung

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1)</sup>국립농산물품질관리원 충북지원  
Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences,  
Chungbuk National University, <sup>1)</sup>Chungbuk National Agricultural Products Quality Management Service

이 연구는 미나리 중 azoxystrobin과 대사체 R230310의 잔류특성을 구명하고 그에 따른 안전성을 평가하기 위하여 수행하였다. 포장시험은 충북 청원군에 위치한 미나리 시설재배지를 임차하여 수행하였으며, 시험농약을 수확 3일 전까지 1회 및 2회 살포한 후 수확 예정일에 일시 수확하여 HPLC-DAD로 분석하였다. 시험농약의 검출한계(limit of detection, LOD)는 azoxystrobin과 R230310 모두 0.02 mg/kg이었으며, 분석법의 회수율은 각각 87.60-96.33과 90.62-93.23%로 양호하였다. 잔류농약 분석결과 azoxystrobin의 대사체 R230310의 잔류량은 모두 검출한계 미만으로 나타났으며, azoxystrobin의 잔류량은 수확 3일전 2회 처리구에서 4.08 mg/kg으로 가장 높게 나타났다. 시험농약의 잔류량을 바탕으로 안전성을 평가한 결과 잔류량이 가장 높은 수확 3일 전 2회 처리구에서의 일일섭취추정량(estimated daily intake, EDI) 대비 최대섭취허용량(maximum permissible intake, MPI)은 0.05%로 나타났다.

**주제어** : Azoxystrobin, 미나리, 안전성평가, 잔류특성

**주연구자 연락처** : E-mail, kskyung@cbnu.ac.kr; Tel, 043-261-2939

## PC - 12

# 블루베리 중 Chlorantraniliprole, Methoxyfenozide 및 Thiamethoxam의 경시적 잔류특성 (Residual Patterns of Chlorantraniliprole, Methoxyfenozide and Thiamethoxam in Blueberry)

박효경 · 이대원 · 김 균 · 장희라\*

호서대학교 바이오응용독성학과 및 안전성평가센터

대상 약제인 chlorantraniliprole, methoxyfenozide 및 thiamethoxam은 블루베리에 대하여 국내 잔류허용기준(maximum residue level, MRL)이 설정되어 있지 않아 약제 살포 후 농약 잔류량의 감소추이를 파악하여 농약의 안전사용기준 설정(안)을 마련하기 위한 기초자료로 활용하고 더불어 생산단계 농약잔류허용기준 설정의 기초자료로 활용코자 본 연구를 수행하였다. 시험품종은 보편적으로 보급되어 있는 페트리어트를 선정하였고 시설재배 조건에서 안전사용기준설정 시험계획서에 따라 대상약제별로 1회 및 2회 처리한 후 약제 살포 당일, 1, 2, 3, 4, 7, 9 및 14일까지 총 8회 시료를 채취하여 잔류량을 확인하였다. Chlorantraniliprole, methoxyfenozide 및 thiamethoxam 분석법의 검출한계는 각각 0.004, 0.004 및 0.002 mg/kg이었고, 정량한계는 모두 0.01 mg/kg이었다. 정량한계의 10배 및 50배 수준에서 평균회수율은 chlorantraniliprole은 93.26-107.2%, methoxyfenozide 88.90-107.4%, thiamethoxam은 104.8-118.4%이었다. 블루베리 중 chlorantraniliprole, methoxyfenozide 및 thiamethoxam의 잔류량 결과로부터 산출된 반감기는 1회 처리구에서 각각 7.9일, 6.5일 및 2.3일이었으며, 2회 처리구에서 11.3일, 7.8일 및 2.1일이었다. 1회 및 2회 약제처리 후 7일차의 잔류량을 확인한 결과, chlorantraniliprole은 0.15 mg/kg, 0.40 mg/kg, methoxyfenozide는 0.32 mg/kg, 0.54 mg/kg, thiamethoxam은 0.11 mg/kg, 0.25 mg/kg으로 확인되었다.

**주제어 :** Pesticide residues, Blueberry, Chlorantraniliprole, Methoxyfenozide, Thiamethoxam

**주연구자 연락처 :** E-mail, hrchang@hoseo.edu; Tel.82-41-540-9696

## 상추와 오이 중 Rotenone의 잔류 특성 구명 (Residual Characteristics of Rotenone in Lettuce and Cucumber)

노현호<sup>\*</sup> · 이재윤 · 정오석 · 김혜성 · 진미지 · 최지희<sup>1)</sup> · 엄애선<sup>1)</sup> · 경기성

Hyun Ho Noh<sup>\*</sup> · Jae Yun Lee · Oh Seok Jeong · Hye Sung Kim ·

Me Jee Jin · Ji Hee Choi<sup>1)</sup> · Ae Son Om<sup>1)</sup> · Kee Sung Kyung

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1)</sup>한양대학교 식품영양학과

Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, <sup>1)</sup>Department of Food Science and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

이 연구는 상추와 오이 중 친환경 농자재 rotenone의 잔류특성을 구명하기 위하여 수행하였다. 시험약제를 1,000배 희석하여 비닐하우스에서 재배중인 상추와 오이에 1주일 간격으로 1회 및 2회 경엽 살포하였으며, 경시적 잔류량 변화를 구명하기 위하여 최종 약제 살포 후 0일차부터 7일차까지 5회 시료를 채취한 후 고성능액체크로마토그래프(high performance liquid chromatograph, HPLC)를 이용하여 잔류농약을 분석하였으며, 상추와 오이 중 rotenone의 검출한계는 각각 0.02와 0.001 mg/kg이었다. 분석법의 적합성을 검증하기 위하여 회수율 시험을 수행하였으며, 90.9-99.5%로 적합한 수준이었다. 최종 약제살포 후 0일차 1회 및 2회 처리구 상추 중 rotenone의 평균 잔류량은 각각 0.91과 1.15 mg/kg이었으며, 7일차 시료의 경우 각각 0.16과 0.19 mg/kg이었다. 오이 중 rotenone의 경우 1회 및 2회 처리구 모두 약제살포 후 1일차까지만 검출되었으며, 각각 0.001-0.005와 0.001-0.006 mg/kg이었다. 생육이 빠른 작물의 특성상 생육에 의하여 시험작물 중 rotenone의 농도가 희석된 결과로 판단되었다. 또한 저장 기간 중 시험 약제의 안정성을 시험한 결과 상추와 오이 각각 저장 59일과 64일 후까지의 회수율은 91.6-96.6%이었다.

**주제어** : Rotenone, 상추, 오이, 잔류분석

**주연구자 연락처** : E-mail, kskyung@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2562

## PC - 14

## 상추와 오이 중 친환경 농자재 Matrine의 잔류특성 (Residual Characteristics of Environment Friendly Agricultural Material Matrine in Lettuce and Cucumber)

노현호 · 이재윤 · 정오석 · 김혜성 · 진미지<sup>\*</sup> · 박소현<sup>1)</sup> · 최지희<sup>2)</sup> · 엄애선<sup>2)</sup> · 경기성

Hyun Ho Noh · Jae Yun Lee · Oh Seok Jeong · Hye Sung Kim ·

Me Jee Jin<sup>\*</sup> · So Hyun Park<sup>1)</sup> · Ji Hee Choi<sup>2)</sup> · Ae Son Om<sup>2)</sup> · Kee Sung Kyung

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1)</sup>한국생물안전성연구소, <sup>2)</sup>한양대학교 식품영양학과

Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture,  
Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University · <sup>1)</sup>Korea Bio-Safety Institute Co. Ltd.

<sup>2)</sup>Department of Food Science and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

상추와 오이 중 친환경 농자재 matrine의 잔류특성을 구명하기 위하여 고삼의 뿌리 추출액인 matrine을 1,000배 희석한 후 비닐하우스에서 생육중인 상추와 오이에 7일 간격으로 1회 및 2회 살포하고 경시적으로 시료를 채취하여 잔류농약을 분석하였다. 상추와 오이 중 matrine의 검출한계는 각각 0.02와 0.001 mg/kg이었으며, 시험 약제의 회수율은 두 농약 모두 80.49-96.92%, 변이계수는 모두 5% 미만으로 양호하였다. 상추 중 matrine의 잔류량은 0.05-0.34 mg/kg 의 범위이었으며, 경시적으로 잔류량은 감소하는 경향이였다. 오이의 경우 0일차의 잔류량은 0.003 mg/kg이었으나 1, 3, 5, 7일차의 경우 1회 및 2회 처리구 모두 검출한계 미만으로 검출되었다.

주제어 : Matrine, 상추, 오이, 잔류분석

주연구자 연락처 : E-mail, kskyung@cbnu.ac.kr; Tel, 043-261-2562

## 식물추출물을 이용한 병해충관리자재 중 농약 다성분 분석법 개발 (Pesticide Multi-residue Analysis Method Development in Pest Control Agent from Plant Extracts)

곽준성<sup>1)\*</sup> · 진초롱<sup>1)</sup> · 김진호<sup>1)</sup> · 오경석<sup>1)</sup> · 김두호<sup>1)</sup> · 최근형<sup>1)</sup>

Jun Sung Kwak<sup>1)\*</sup> · Cho Long Jin<sup>1)</sup> · Jin Hyo Kim<sup>1)</sup> ·

Kyoung Seok Oh<sup>1)</sup> · Doo Ho Kim<sup>1)</sup> · Geun Hyoung Choi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>국립농업과학원 농산물안전성부 화학물질안전과

<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

현재 농업의 추세는 농업환경의 개선과 농산물의 안전성이며 해결방안의 하나로 친환경농자재의 사용이 증가하고 있다. 이러한 친환경농자재는 식물추출물 또는 유용미생물의 주성분으로 얻어지는 살균 및 살충제이며, 본 연구에서는 식물추출물을 주성분으로 구성된 친환경농자재를 대상으로 하였다. 친환경농자재의 생산과정 중 식물자체에 유기오염물질이 잔류하여 식물추출물에 혼입이 되거나 친환경농자재의 약효를 증가시키기 위한 의도적인 혼입을 가정하여 친환경농자재 중 유기오염물질 및 농약검출 가능성을 모색하고 GC에 의한 최적의 검출법을 개발하는데 목적이 있다. 실험방법은 현재유통 중인 친환경농자재 희석액에 혼입우려가 높은 살충제 및 살균제 56종을 처리하여 ENVI-carb cartridge 정제과정을 거친 후 GC-FID로 분석하여 회수율을 확인하였다. 시험농약 56종의 검출한계는 0.5mg/kg~4.4mg/kg, 정량한계는 1.6mg/kg~14.8mg/kg범위에서 확인되었고, RSD값은 4성분을 제외한 47성분이 10%이하였으며, 회수율 70~110%범위는 34성분으로 회수율 범위별로 70~79%성분은 16개, 80~99%범위는 17개, 100~110%범위는 1개였다. 회수율범위 69%이하의 17개, 시험농약56종 중 hymexazole, hexaflumuron, acephate등 5개 성분은 미검출 되었는데 이는 휘발성이 높고 GC온도조건에서 열분해된 결과로 보이며, 회수율 허용범위에 미달, 초과되는 성분은 친환경농자재 제품의 성상에 따라 변화할 수 있어 앞으로 회수율 향상을 위한 실험을 진행해야할 것으로 판단된다.

**주제어 :** 친환경농자재, 농약, 다성분 분석

**주연기자 연락처 :** Email, tendergreen@korea.kr; Tel, +82-31-290-0522

## 농식품 분야

### PF-01

#### Determination of Total Arsenic, Inorganic Arsenic and Cadmium in Powdered Rice FAPAS 07187 using HPLC-ICP/MS and ICP/MS (HPLC-ICP/MS 와 ICP/MS를 이용한 FAPAS 07187 쌀의 총비소, 무기비소, 카드뮴 측정)

Hyun-Myung Noh<sup>1), 2)\*</sup> · Ji-Young Kim<sup>1)</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · Min-Ji Kim<sup>1), 2)</sup> ·  
Gyeong-Jin Kim<sup>1)</sup> · Ki-moon Park<sup>2)</sup> · Ji-hyock Yoo<sup>1)</sup> · Doo-Ho Kim<sup>1)</sup> · Young-Ja Lee<sup>1)</sup>  
노현명<sup>1), 2)\*</sup> · 김지영<sup>1)</sup> · 김원일<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> ·  
김민지<sup>1), 2)</sup> · 김경진<sup>1)</sup> · 박기문<sup>2)</sup> · 류지혁<sup>1)</sup> · 김두호<sup>1)</sup> · 이영자<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

<sup>2)</sup>Department of Food Science & Biotechnology, Sungkyunkwan University

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부, <sup>2)</sup>성균관대학교 식품생명공학과

Metal(loid)s such as environmental contaminants affect food safety. Metal(loid)s exist trace extremely in agriculture products. Therefore it is important to analyze accurately about trace these metals.

High resolution techniques and quality controls are needed to analyze these materials. In order to achieve quality results, standardized methods and techniques are required. So ISO(International Organization for Standardization) of laboratory proficiency testing is determination of laboratory testing performance by means of inter-laboratory comparison. The values have been derived as a consensus of a number of laboratories using a variety of methods. Proficiency tests were applied to analyze the metal(loid)s [inorganic arsenic (As), total As and cadmium (Cd)] in powdered rice FAPAS 07187 (Food Analysis Performance Assessment Scheme; February-April 2013). The rice powder sample was extracted with 1% HNO<sub>3</sub> for inorganic As for microwave-assisted extraction using water at 95°C for 90 min and their analysis by HPLC/ICPMS. Also, HNO<sub>3</sub> for total As and Cd using microwave-assisted extraction using at 200°C for 50 mins and analysis by ICP/MS. Validation check was performed for accuracy using CRM (NMIJ CRM 7503-a) for inorganic As, and CRM (IRMM-Rice CRM) for total arsenic and cadmium. The result were satisfactory. FAPAS 07187 the z-scores of inorganic As, total As and Cd in powdered rice were -1.8, -0.9 and 0.2 (|z| < 2, respectively).

**Key words** : Total arsenic, Inorganic Arsenic, Cadmium, FAPAS

**Corresponding author** : Ji-Young Kim E-mail jkim98@korea.kr ; Tel, 031-290-0530

## Validation of Analytical Method to Determine the Contents of Alternaria Toxins in Cereals

### (곡류 중 알테나리아독소 시험법 밸리데이션)

Ock-Jin Paek<sup>1)\*</sup> · Hyung-Soo Kim<sup>1)</sup> · Jung-Hyuck Suh<sup>1)</sup> · Young-Woon Kang<sup>1)</sup> · Bong younghoon<sup>1)</sup> · Hoon Choi<sup>1)</sup> · Joon-Goo Lee<sup>1)</sup> · Ji-Yeon Kwak<sup>1)</sup> · Seung-Il Lee<sup>1)</sup> · Min-Hong Sin<sup>1)</sup> · Nam-Gweon Baek<sup>1)</sup> · Sun-Hee Park<sup>1)</sup> · 백옥진<sup>1)\*</sup> · 김형수<sup>1)</sup> · 서정혁<sup>1)</sup> · 강영운<sup>1)</sup> · 이준구<sup>1)</sup> · 봉영훈<sup>1)</sup> · 최훈<sup>1)</sup> ·곽지연<sup>1)</sup> · 이승일<sup>1)</sup> · 박기훈<sup>1)</sup> · 김보미<sup>1)</sup> · 문정식<sup>1)</sup> · 박선희<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Food Contaminants Division, Food Safety Evaluation Department, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon 363-951, Korea

<sup>1)</sup>식품의약품안전처 식품위해평가부 오염물질과

Alternaria toxins have been found to be natural food contaminants in grains, sunflowers seeds, and some visibly decayed fruits in many countries. Their natural occurrence in cereals has been reported in different countries. Several studies have reported the relevance of this genus in crop. However, there are no studies on the method validation of alternaria toxin in cereals in our country. A simple and sensitive analytical method based on HPLC with PDA and mobile phases using 0.1% phosphoric acid and acetonitrile was developed for simultaneous determination of alternaria toxins. A method validation for the determination of alternaria toxins in cereals was validated. In short, the method is as follows : A test portion of a sample is extracted with a mixture of methanol/water(90/10, v/v). This raw extract is then diluted, filtered, and applied to an SPE column. After washing and elution with acetonitrile, the elute is evaporated to dryness. After toxins in the dry residue in mobile phase are injected into a high performance liquid chromatography, and detected and quantified by PDA. For alternaria toxins in the cereals, Recovery test, calibration curves(Linearity), LOD and LOQ were successfully confirmed and Reproducibility relative standard deviations(RSD<sub>R</sub>) and Repeatability relative standard deviations(RSD<sub>r</sub>) for cereals samples were below 15% for the spiked cereals at 100 ug/kg. Since all these parameters lie well within the acceptable range set forth in EU mycotoxin method validation legislation. This method is The proposal method is sensitive, repeatable and rapid enough to apply to official routine inspection of agricultural products including cereals.

**Key words** : Mycotoxin, Alternaria toxins, Cereal, Validation

**Corresponding author** : E-mail, ojpaek@naver.com; Tel, 82-43-719-4254



## PF-03

# BioConcentration Factor (BCF) of Heavy Metals from Agricultural Soil to Agricultural Products

(농작물 재배지 토양 내 비소, 카드뮴 및 납의 농산물로의 생물농축계수 산출)

Gyeong-Jin Kim<sup>\*</sup> · Ji-Young Kim · Won-Il Kim · Hyun-Myung Noh · Min-Ji Kim · Doo-Ho Kim

김경진<sup>\*</sup> · 김지영 · 김원일 · 노현명 · 김민지 · 김두호

Department of Agro-Food Safety, National Academy of Agricultural Science,  
Rural Department Administration, Suwon 441-707, Korea

농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부

The transfer of heavy metals from soil to plants under conditions of soil pollution is a process of significant importance, because it is considered as the main pathway of human exposure to heavy metal through foodchain. BioConcentration Factor (BCF) is an indicator of heavy metal mobility in soils and a factor that quantifies bioavailability of heavy metals to agricultural products. BCF is defined as ratio of heavy metal concentration in vegetable (dry weight) to that in soil (dry weight). This study was carried out to measure the transfer ability of Arsenic(As), Cadmium(Cd), and Lead(Pb) from soil to agricultural products. We investigated heavy metals (As, Cd and Pb) concentrations in 8 agricultural products (sesame leaf, spinach, chinese cabbage, lettuce, chinese chive, ginseng, deodeok, balloonflower) as well as in cultivated soils. BCF for heavy metals from soil to vegetables for three elements including As, Cd, and Pb was calculated based on total soil concentration. The result showed that BCF values was calculated average 0.006~0.026 (As), 0.015~1.395 (Cd), 0.015~0.076 (Pb). The mean BCF value was the highest as ginseng 0.026 in As, balloonflower 1.395 in Cd, chinese chive 0.076 in Pb. It were dependent on the vegetable type and species. Root vegetables are showed higher than leafy vegetables in As and Cd. We found that BCF are useful in predicting the uptake of heavy metals. Further study of uptake and accumulation mechanism of toxic metals by agricultural products will be required to assess the human health risk associated with soil contamination.

Table 1. BioConcentration Factor (BCF) of As, Cd, and Pb from total in soil to eight kinds of agricultural products

Toxic element	Sesame leaf	Spinach	Chinese cabbage	Lettuce	Chinese chive	Ginseng	Deodeok	Balloonflower
As	0.020	0.007	0.009	0.022	0.017	0.026	0.010	0.006
	(0.009 ~ 0.038)*	(0.001 ~ 0.029)	(0.000 ~ 0.069)	(0.000 ~ 0.145)	(0.000 ~ 0.068)	(0.000 ~ 0.215)	(0.000 ~ 0.042)	(0.000 ~ 0.035)
Cd	0.015	0.526	0.068	0.739	0.133	1.175	1.250	1.395
	(0.000 ~ 0.090)	(0.095 ~ 2.813)	(0.000 ~ 0.228)	(0.070 ~ 2.001)	(0.000 ~ 0.786)	(0.000 ~ 19.146)	(0.149 ~ 16.503)	(0.000 ~ 5.738)
Pb	0.023	0.015	0.023	0.020	0.076	0.022	0.022	0.021
	(0.000 ~ 0.039)	(0.004 ~ 0.041)	(0.000 ~ 0.084)	(0.005 ~ 0.070)	(0.008 ~ 0.535)	(0.000 ~ 0.049)	(0.004 ~ 0.115)	(0.004 ~ 0.066)

\* Mean (Min-Max)

**Key words** : BioConcentration Factor (BCF), Agricultural products, Heavy metals, Monitoring, Soils

**Corresponding author** : E-mail jykim98@korea.kr ; Tel, 031-290-0530

# Isolation of Volatiles from *Nigella sativa* Seeds Using Microwave-Assisted Extraction: Effect of Whole Extracts on Canine and Murine CYP1A (마이크로파 추출법을 이용한 *Nigella sativa*중의 휘발물질 분리: 추출물이개와 쥐의 CYP1A에 미치는 영향)

Jong-Hyouk Park · Xue Liu · Sung-Woo Kim<sup>\*</sup> · Jae-Han Shim

박종혁 · 유학 · 김성우<sup>\*</sup> · 심재한

Natural Products Chemistry Laboratory, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea  
전남대학교

The volatile components of *Nigella sativa* seeds were isolated using microwave-assisted extraction (MAE) and identified using gas chromatography. Further investigations were carried out to demonstrate the effects of whole extracts on canine (dog) and murine (rat) cytochrome P450 1A (CYP1A). The optimal extraction conditions of MAE were as follows: 25 mL of water, medium level of microwave oven power and 10 min of extraction time. A total of 32 compounds were identified under the conditions using GC-FID and GC-MS. Thymoquinone (38.23%), p-cymene (28.61%), 4-isopropyl-9-methoxy-1-methyl-1-cyclohexene (5.74%), longifolene (5.33%), α-thujene (3.88) and carvacol (2.31%) were the main compounds emitted from *N. sativa* seeds. Various extracts including pure compounds, essential oil, nonpolar partition, relatively high-polar/nonpolar partition, and polar partition extracts effectively inhibited the reaction of ethoxyresorufin O-de-ethylation, which is specified for CYP1A activity both in dog and rat. This in vitro data should be heeded as a signal of possible in vivo interactions. The use of human liver preparations would considerably strengthen the practical impact of the data generated from this study.

**Key words :** *Nigella sativa*, Volatile compounds, Microwave-assisted extraction, Ethoxyresorufin O-de-ethylation

**Corresponding author :** E-mail, jhshim@chonnam.ac.kr; Tel, 82-62-530-2135; Fax, 82-62-530-0219

## PF - 05

# Risk Assessment and Survey of Mercury in Vegetables Collected from the Korean Market

## (채소류 중 수은 실태조사 및 위해평가)

Hoon Choi<sup>1)</sup> · Hyung-Soo Kim<sup>1)</sup> · Jung-Hyuck Suh<sup>1)</sup> · Ock-Jin Paek<sup>1)</sup> ·  
 Young-Woon Kang<sup>1)</sup> · Joon-Goo Lee<sup>1)</sup> · Young-Hoon Bong<sup>1)</sup> · Ji-Yeon Kwak<sup>1)</sup> ·  
 Seung-Il Lee<sup>1)</sup> · Min-Hong Sin<sup>1)</sup> · Nam-Gweon Baek<sup>1)</sup> · Sun-Hee Park<sup>1)</sup> ·  
 최훈<sup>1)</sup> · 김형수<sup>1)</sup> · 서정혁<sup>1)</sup> · 백옥진<sup>1)</sup> · 강영운<sup>1)</sup> · 이준구<sup>1)</sup> ·  
 봉영훈<sup>1)</sup> · 곽지연<sup>1)</sup> · 이승일<sup>1)</sup> · 신민홍<sup>1)</sup> · 백남권<sup>1)</sup> · 박선희<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Food Contaminants Division, Food Safety Evaluation Department,  
 Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon 363-951, Korea

<sup>1)</sup>식품의약품안전처 식품위해평가부 오염물질과

This study was carried out to survey the levels of mercury in root vegetables and assess dietary exposure / risk to the Korean population health. Various samples including *Panax ginseng*, *C. A. mayer*, *Codonopsis lanceolata*, and *Platycodon granditloun* were collected from markets across Korea. The concentrations of mercury were measured using automatic mercury analyzer. The analytical and sampling methods in this study were full validated. The mercury content in root vegetables was determined below 100  $\mu\text{g/kg}$  (maximum residue of mercury for salt established in Korea). For risk assessment, probable daily intake was calculated and compared with PTWI (tolerable weekly intake) established by JECFA. The level of overall exposure to mercury for Korean through root vegetables was below 1% of the recommended JECFA levels, indicating of little possibility of risk. Whereas, MFDS was conducted to assess the dietary exposure to mercury from food intake, based on several reports regarding mercury published by MFDS in the 2000s. The mean and 95<sup>th</sup> percentile for exposure to dietary mercury were 4.29 and 12.48  $\mu\text{g/day}$ , corresponding to 13.6% and 39.7% of PTWI, respectively.

**Key words :** Mercury, *Panax ginseng*, *C. space A mayer*, *Codonopsis lanceolata*, *Platycodon granditloun*

**Corresponding author :** E-mail, chemurgy@korea.kr; Tel, 82-43-719-4261

## 카드뮴 및 청국장 첨가 식이가 랫드의 카드뮴 분포에 미치는 영향 (Effect of Additional Cadmium and *Cheonggukjang* Diets on Cadmium Distribution in Rat)

김재영<sup>1)\*</sup> · 강경원<sup>2)</sup> · 김운성<sup>3)</sup> · 문광현<sup>4)</sup> · 장문익<sup>1)</sup> · 김효진<sup>5)</sup> · 김성조<sup>6)</sup> · 백승화<sup>7)</sup>  
Jae-Young Kim<sup>1)\*</sup> · Kyeong-Won Kang<sup>2)</sup> · Un-Sung Kim<sup>3)</sup> · Kwang-Hyun Moon<sup>4)</sup> ·  
Moon-Ik Chang<sup>1)</sup> · Hyo-Jin Kim<sup>5)</sup> · Seong-Jo Kim<sup>6)</sup> · Seung-Hwa Baek<sup>7)</sup>

<sup>1)</sup>식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

<sup>2)</sup>한국식품산업협회, <sup>3)</sup>한국보건산업진흥원 품질향상평가팀, <sup>4)</sup>순창군청 건강장수과

<sup>5)</sup>전북농업기술원, <sup>6)</sup>원광대학교 생물환경화학과, <sup>7)</sup>충북도립대학교 바이오식품생명과학과

<sup>1)</sup>Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Department of Food Safety Evaluation, National Institute of Food and Drug Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon 363-700, Korea

<sup>2)</sup>Korea Food Research Institute, Seoul 137-867, Korea

<sup>3)</sup>Quality Improvement Evaluation Team, Korea Health Industry Development Institute, Cheongwon 363-700, Korea

<sup>4)</sup>Department of Health and Longevity, Sunchang County Office, Sunchang 595-805, Korea

<sup>5)</sup>Jeonbuk Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>6)</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>7)</sup>Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Okcheon 373-806, Korea

본 연구는 카드뮴의 축적을 완화하는 식품 소재를 구명하고자 기본사료에 청국장 분말을 0, 0.25, 0.50, 1.00 및 1.50% 되게 혼합시킨 식이와 Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>로 조제한 100 ppm 용액을 음용수로 랫드에 자유롭게 섭취케 하여 장기 조직의 카드뮴 함량을 조사하였다. 실험군은 기본사료를 섭취하는 정상군(TN), 기본사료에 카드뮴을 섭취케 한 대조군(TC), Cd+0.25% 청국장군(T1), Cd+0.50% 청국장군(T2), Cd+1.00% 청국장군(T3) 및 Cd+1.50% 청국장군(T4) 으로 구성하여, 1주간 기본사료로 적응시킨 후, 8주사육기간 동안 매일 정한 시간에 식이량 및 카드뮴 섭취량 조사, 5일 마다 체중을 측정하였고, 9주 후 랫드를 해부하여 간, 신장, 허파, 비장, 심장, 고환, 뇌 및 근육 조직을 적출 · HNO<sub>3</sub> : HClO<sub>4</sub>(v/v, 2:1) 혼산 용액으로 습식 분해하여 ICP Emission Spectro Analyzer로 카드뮴 함량을 분석하였다.

랫드의 식이 섭취량은 TC군에 비해 청국장 첨가군(T1, T2, T3 및 T4군)이 평균 3.5% 높았다. 평균 체중 증가량은 청국장 첨가군이 TC군에 비해 약 2.79% 높았다(p<0.05). 식이효율은 청국장 섭취군이 평균 5.02로 TC군보다 높았으나, 유의성은 없었다. 음용수 섭취량은 카드뮴이 함유된 TC군 및 청국장 첨가군이 19.44-21.66 mL/day로 32.44 mL/day를 나타낸 TN군 보다 낮은 경향이였다. 랫드의 조직에 축적된 Cd 함량은 간>신장>비장>심장>허파>고환>뇌>대퇴부 근육>대퇴골>경골>전혈 순이었으며, 특히 간(33.2%), 신장(31.2%), 비장(6.1%)에서 약 70%의 축적률을 보였다. 청국장 첨가군은 TC군에 비해 카드뮴 함량이 낮았고, 특히, 청국장 1% 이상의 첨가군이 비교적 낮은 함량을 나타내어 카드뮴의 축적을 완화하는 효과가 있는 것으로 판단되었다(p<0.05).

주제어 : Cadmium, *Cheonggukjang*, Rat

주연구자 연락처 : E-mail, jinho@cpu.ac.kr; Tel, 82-43-220-5386

## PF - 07

## 콜레스테롤 노출 랫드의 조직 변화에 끼치는 쌀된장의 식이 효과 (Effect of Rice-*Doenjang*-Added Diets on Histological Changes in Rats by Cholesterol Exposure)

백승화<sup>1)\*</sup> · 김재영<sup>2)</sup> · 김운성<sup>3)</sup> · 문광현<sup>4)</sup> · 강경원<sup>5)</sup> · 장문익<sup>2)</sup> · 김호진<sup>6)</sup> · 한성수<sup>7)</sup> · 김성조<sup>7)</sup>  
Seung-Hwa Baek<sup>1)\*</sup> · Jae-Young Kim<sup>2)</sup> · Un-Sung Kim<sup>3)</sup> · Kwang-Hyun Moon<sup>4)</sup> · Kyeong-Won Kang<sup>5)</sup> ·  
Moon-Ik Chang<sup>2)</sup> · Hyo-Jin Kim<sup>6)</sup> · Seong-Soo Han<sup>7)</sup> · Seong-Jo Kim<sup>7)</sup>

<sup>1)</sup>충북도립대학교 바이오식품생명과학과, <sup>2)</sup>식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과  
<sup>3)</sup>한국보건산업진흥원 품질향상평가팀, <sup>4)</sup>순창군청 건강장수과, <sup>5)</sup>한국식품산업협회  
<sup>6)</sup>전북농업기술원, <sup>7)</sup>원광대학교 생물환경화학과

<sup>1)</sup>Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Okcheon 373-806, Korea

<sup>2)</sup>Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Department of Food Safety Evaluation, National Institute of Food and Drug Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon 363-700, Korea

<sup>3)</sup>Quality Improvement Evaluation Team, Korea Health Industry Development Institute, Cheongwon 363-700, Korea

<sup>4)</sup>Department of Health and Longevity, Sunchang County Office, Sunchang 595-805, Korea

<sup>5)</sup>Korea Food Research Institute, Seoul 137-867, Korea

<sup>6)</sup>Jeonbuk Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>7)</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

고지혈증 유발 완화 기능성을 조사하기 위하여 고지혈증 유도 기본식이에 1.5% cholesterol+0.05% choline chloride와 쌀된장(Rice-*Doenjang*: RD) 및 분말쌀된장(Powder Rice-*Doenjang*: PRD)을 각각 0, 2, 4 및 6% 되도록 조제하여 4주 동안 사료와 음용수를 자유롭게 섭취시키고 매일 오전 10시에 섭취량을 측정, 체중은 5일마다 정해진 시간에 측정하여 체중 증가율 및 식이 효율을 구하였다. 실험식이 4주 후, 간, 신장 및 비장조직을 적출하여 haematoxylin-eosin으로 염색한 후 검경하여 랫드의 조직 변화를 조사하였다.

최종 체중은 사료로 구성된 {정상군}과 {대조군, RD 및 PRD} 사이에 유의성이 인정되었으나 {대조군}, {RD}, {PRD} 사이에 유의성은 없었다( $p < 0.05$ ). 식이 효율은 0.258-0.394 범위로 정상군이 가장 높고, PRD 6% 군이 가장 낮았다. 간, 비장 및 신장 조직을 haematoxylin-eosin으로 염색하여 검경한 결과, 간 조직의 경우만 변성 지방구가 확인되었고, 비장과 신장은 정상이었다. 간에 생성된 변성지방구는 쌀된장과 분말쌀된장의 섭취량 증가로 감소되는 경향이였다.

이상의 결과로 기본식이에 2-4% 분말쌀된장의 첨가가 기능성 지질화합물을 증가시키는 효과적인 수준으로 판단되었다.

**주제어** : Rice-*Doenjang*, Histological changes, Kidney, Spleen, Liver, Degeneration of lipid droplet

**주연구자 연락처** : E-mail, jinho@cpu.ac.kr; Tel, 82-43-220-5386

## Antioxidant and Oxidative DNA Damage Protection Effect of Methanol Extract of Red Tea Stem

### (홍차줄기 메탄올 추출물의 항산화 및 산화적 DNA 손상에 대한 보호효과)

Sun Chul Kang<sup>\*</sup> · Anil Kumar Yadav

강선철<sup>\*</sup> · 아닐야답

Department of Biotechnology, Daegu University, Kyoungsan, Kyoungbook 712-714, Republic of Korea  
대구대학교생명공학과

In aerobic metabolism, free radicals like superoxide radical ( $O_2^{\cdot -}$ ) hydroxyl radicals ( $\cdot OH$ ) and singlet oxygen ( $^1O_2$ ) are constantly generated as byproduct. Besides endogenous metabolism process, exogenous sources such as ionizing radiations, UV light, pesticides are also involved in production of highly reactive free radicals. Most of the tea produced in the world can be classified as non-fermented/aerated green tea, semi-fermented (oolong) tea and fermented black tea. Black tea, also known as Red tea, is more oxidized than green, oolong, and white teas and has a characteristic color and taste, mainly due to multimeric polyphenols. Despite the upsurge of interest in the therapeutic potential of plants as sources of natural antioxidants few studies has been carried-out using black tea. This study was undertaken to determine free radical scavenging capacity and oxidative DNA damage protecting activity of methanol extract of Red Tea stem. The extract was subjected to assess their antioxidant potential using various *in vitro* systems such as DPPH $\cdot$ , ABTS $\cdot^+$ , super oxide and nitric oxide free radical with  $IC_{50}$  values of  $68.88 \pm 1.1$ ,  $12.08 \pm 0.65$ ,  $404.38 \pm 1.6$ ,  $93.6 \pm 2.7$ , respectively. Red Tea stem extract also showed ferric reducing ability (FRAP) with  $2606.85$  mmol Fe (II)/g of extract. Furthermore, Methanol extract of Red Tea stem showed concentration dependent significant DNA damage protecting activity in concentration dependent manner against  $H_2O_2$  + UV induced photolysis on pUC 19 plasmid DNA. Results of this study showed that the methanolic extract of *Red Tea* stem has strong antioxidant potential along oxidative DNA damage protecting capacity that would be the significant sources of natural antioxidants, which might be helpful in preventing the progress of various oxidative stress generated diseases. Further study is necessary for isolation and characterization of the active antioxidants, which may serve as a potential source of natural antioxidant.

**Key words** : Red Tea, Oxidative DNA Damage, Antioxidant, Superoxide, Nitric Oxide

**Corresponding author** : E-mail, sckang@daegu.ac.kr; Tel, +82-53-850-6553

## 자연 생태 분야

PN - 01

# Effects of Light Environmental Control on Growth of Pak Choi (*Brassica rapa*) in a Plant Factory System (식물공장 시스템내 광환경 제어가 청경채 생장에 미치는 영향)

Jeong-Wook Heo<sup>\*</sup> · Dong-Eok Kim · Gong-In Lee · Jung-Beom Yoon · Kyung-Hong Choi허정욱<sup>\*</sup> · 김동억 · 이공인 · 윤정범 · 최규홍

Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science,

Rural Development of Administration, Suwon 441-707, Korea

농촌진흥청 국립농업과학원

Closed-type plant factory system using artificial light sources instead of sunlight is an ultimated method for plant production without any pesticides comparing to conventional greenhouse structure. Control of the light environment such as a light quality or intensity in the plant factory system using artificial lights is an essential technique for improving the growth and development of plant species. It has been reported that the light environment significantly influences on growth in many kinds of leafy plants cultured under the plant factory system. In this experiment, effects of light quality and intensity under hydroponic culture system were mentioned on growth of green and red Pak Choi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) seedlings. The Pak Choi seedlings which developed 2~3 unfolded leaves were cultured in Yamazaki nutrient solution controlled at 1.4 ds m<sup>-1</sup> EC and 5.6 pH, respectively on the plant factory of horizontal type. The seedlings were exposed by monochromic or mixture light-emitting diodes (LEDs) of blue+white (BW treatment), red (R treatment), or blue+red+white (BRW treatment) with 50, 100, or 250  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  light intensity for 5 weeks. Increment of fresh and dry weights in the green and red Pak Choi was significantly affected by blue+red+white or red light qualities. However pigmentation was inhibited by the monochromic red light in both of the green and red Pak Choi seedlings. In BRW treatment, fresh weights per seedling of green and red Pak Choi grown under 250  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  light intensity were 5.5 and 8.4 times promoted, respectively compared with fluorescent light considered as a control. Pigmentation in the Pak Choi seedlings increased under BRW treatment with higher light intensity than in lower treatment. From the results, it is suggested that the mixture radiation with higher light intensity gave the maximum growth of Pak choi seedlings with higher quality comparing with monochromic light. Optimum light intensity for leafy plant growth inside the plant factory system using artificial light sources should be decided for commercial production with a lower electric cost.

**Key words** : Horizontal-type plant factory system, Light-Emitting Diodes (LEDs), Light intensity, Light quality, Pesticide-free

**Corresponding author** : E-mail, wooncho@korea.kr; Tel, 82-31-294-0855

## Effects of Red Light on Fruit Quality in Grape (포도 품질에 미치는 적색광 효과)

Seung-Chang Hong<sup>\*</sup> · Soon-Ik Kwon · Min-Kyeong Kim · Mi-Jin Chae ·

Goo-Bok Jung · Jung-Taek Lee · Kyu-Ho So

홍성창<sup>\*</sup> · 권순익 · 김민경 · 채미진 · 정구복 · 이정택 · 소규호

Climate Change & Agroecology Division, NAAS, RDA, Suwon, 441-707, Korea

국립농업과학원 기후변화생태과

In these days, the plastic-house cultivation area of grape has been increasing. The bad coloration of grape fruit caused mainly by shortage of sunshine duration, bad ventilation, and high temperature of plastic-house. The content of solid sugar and coloration of grape fruit affect prices for farmers of grape. In this study, we investigated the effects of red LED (light-emitting diode) on the growth and fruit coloration of grape. Two variety of grapes, Campbell Early (*Vitis vinifera*) and Kyoho (*Vitis vinifera* x *Vitis labrusca*), were used. The intensity of light treatment was 1.8~4.0  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  PAR (Photosynthetic Active Radiation) by using red LED (660nm). The times of red light treatment were 03:00~05:00 plus 20:00~22:00 (red light 1), and when solar intensity below 20W/m<sup>2</sup> during daytime plus 20:00~06:00 (red light 2). The period of light treatment was five month from April to August in 2012. The fruit weight, number of berry, and berry weight were increased with red light treatment but not showed the significantly differences in Campbell Early, While the Kyoho variety the red irradiation increased significantly the content of solid sugar and weight of berry than control. Among them red light 2 was the highest. The coloration of grape fruit was improved with red light treatment in Kyoho. Presumably, these responses induced by activation of photosynthesis and action of phytochrome by red light in the leaves. These results represent the possibility of using red LED in grape production under plastic-house environment.

**Key words** : Fruit colouration, Fruit quality, Grape, LED, Red light.

**Corresponding author** : E-mail, schongcb@korea.kr, Tel, 031-290-0224



Table. 1. Effects of red light on growth and fruit characteristics in Campbell Early and Kyoho grape

Light treatment	Campbell Early				Kyoho			
	Weight of fruit (g/fruit)	No of berry (No/fruit)	Weight of berry (g/berry)	Solid sugar (° Brix)	Weight of fruit (g/fruit)	No of berry (No/fruit)	Weight of berry (g/berry)	Solid sugar (° Brix)
Control(No light)	302.6	53.9	5.6	15.5	395.2	40.8	9.7	13.9
Red light 1 <sup>*</sup>	414.8	67.5	6.1	15.0	458.8	39.6	11.6	15.2
Red light 2 <sup>*</sup>	335.5	54.8	6.1	14.3	431.8	35.3	12.3	15.9
LSD (0.05)	125.4(ns)	17.8(ns)	0.5(ns)	0.9 <sup>*</sup>	81.7(ns)	7.6(ns)	0.8 <sup>***</sup>	1.8 <sup>*</sup>

<sup>\*</sup> Red light 1 : 03:00~05:00 + 20:00~22:00

<sup>\*</sup> Red light 2 : when solar intensity below 20W/m<sup>2</sup> during daytime + 20:00~06:00



Control



Con RL1 RL2



Red light treatment

Fig 1. Scene of the red LED light treatments (right) and effects of red light on coloration of grape fruit in Kyoho (middle, Con : control, RL1 : red light 1, RL2 : red light 2)

## Red Light Induced Flower and Growth Characteristics in Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*. L) (적색광에 의한 리시안서스의 꽃과 생육특성)

Seung-Chang Hong<sup>\*</sup> · Soon-Ik Kwon · Min-Kyeong Kim · Mi-Jin Chae · Goo-Bok Jung · Kyu-Ho So

홍성창<sup>\*</sup> · 권순익 · 김민경 · 채미진 · 정구복 · 소규호

Climate Change & Agroecology Division, NAAS, RDA, Suwon, 441-707, Korea

국립농업과학원 기후변화생태과

*Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*, L.) is an ornamental, herbaceous annual plant. In order to maintain the growth, flowering, and market value of commercial plants the optimal solar irradiation has to be supplied. Artificial light sources such as high pressure sodium lamp, metal halide lamp, and mercury lamp can be used for plant growing as supplemental light sources. But these artificial light sources consume a lot of electricity. In this study, we investigated the effects of red LED (light-emitting diode), on the growth and flower characteristics of lisianthus. Two variety of lisianthus used in this study were White and Violet. The red light was irradiated by red LED on growing lisianthus under plastic-house. The red LED used in this study had wavelength 660 nm. The period of light treatment was six months from March to August in 2012. The time of irradiation was five hour from 21:00 to 02:00 every each day. The intensity of the red light was 1.8~4.0  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$  PAR (Photosynthetic Active Radiation). The plant length, leaf fresh weight, and stem diameter of White variety were significantly increased with supplemental red light. The Violet variety grown under the red light marketable flower number, flower fresh weight, and petal number significantly increased. The red light treatment reduced the blind, underdeveloped flower, of lisianthus. The increment of marketable flower number was induced by the reduction of blind and increase of flower and petal. Presumably, these responses were induced by the activation of photosynthesis and action of phytochrome by red light in the leaves. These results showed the red LED can be utilize as a supplemental light sources for lisianthus cultivation.

**Key words** : Flower, Growth, LED, Lisianthus, Red Light

**Correspondence author** : E-mail, schongcb@korea.kr, Tel, 031-290-0224

**Table. 1.** Effects of supplemental red light on growth and flower characteristics in lisianthus

Variety	Light treatment	Plant length (cm)	Leaf number (no/plant)	Leaf fresh weight (g/plant)	Stem fresh weight (g/plant)	Stem diameter (mm)	Marketable flower number (no/plant)	Petal number (no/plant)	Flower fresh weight (g/plant)
White	Control <sup>*</sup>	96.1	24.4	24.5	10.1	3.1	2.1	12.2	2.5
	Red LED	104.3	25.8	26.5	10.7	3.4	2.8	12.9	2.4
	LSD	5.5 <sup>**</sup>	ns	1.1 <sup>**</sup>	ns	0.2 <sup>**</sup>	ns	ns	ns
Violet	Control	83.3	24.0	24.2	10.7	2.7	1.8	11.3	2.2
	Red LED	91.7	25.8	27.2	13.1	3.0	2.9	14.0	2.7
	LSD	3.2 <sup>***</sup>	1.5 <sup>*</sup>	1.0 <sup>***</sup>	1.5 <sup>**</sup>	ns	0.6 <sup>**</sup>	1.4 <sup>**</sup>	0.2 <sup>***</sup>

<sup>\*</sup> Control : no lighting, <sup>\*\*</sup> :  $P < 0.05$ , <sup>\*\*\*</sup> :  $P < 0.01$

PN - 04

## Indolacetic Acid Production by P-Solubilizing Microorganisms Isolated from *Panax ginseng* Rhizosphere (인삼 근권 토양에서 분리된 미생물의 IAA 생성)

Khalid Hussein<sup>\*</sup> · Jin Ho Joo칼리드 후세인<sup>\*</sup>, 주진호

Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

강원대학교 바이오자원환경학과

Recently, there are worries of the side-effects due to the use of agrochemicals. A novel biotechnology of using of beneficial microorganisms to improve plant health and productivity has therefore been extensively concerned. In the current study, more than 120 bacterial and fungal strains belonging to 27 species were isolated from the rhizosphere of *Panax schinsen*, and then tested in *vitro* for phosphate solubilization and indole acetic acid (IAA) production. Pikovskaya's media was used to estimate the rhizomicrobial isolates to solubilize the tricalcium phosphate  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . *Pseudomonas fluorescence* and *Azotobacter chroococcum* demonstrated the highest phosphate solubility of ( $885.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) and ( $863.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), respectively. The phosphate solubilization activity of rhizofungi isolates was 82 %; however, rhizobacteria isolates showed phosphate solubilization percentage only 57.1 %. The overall rizobacteria isolates showed IAA productivity in percentage of 47.62 %, while (64.7 %) of the rhizosphere fungal isolates were able to produce IAA. *Mucor* sp. showed strong IAA productivity of  $42.3 \mu\text{g mL}^{-1}$  on Czapek's-tryptophane medium, and the highest fungal species to solubilize the inorganic phosphate of ( $237.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ). Rhizobacteria were more powerful than rhizofungi in both activities of phosphate solubilization and IAA production. The study explores high P-solubilizing potential and IAA producer of *Azotobacter chroococcum*, *P. fluorescens*, and *Mucor* sp, which can be exploited for the solubilization of unavailable phosphates present in the soil and produce IAA, so improve soil fertility and plant growth.

**Key words** : Rhizobacteria, Rhizofungi, Phosphate solubilization, IAA.

**Correspondence author** : Corresponding author: E-mail: jhjoo@kangwon.ac.kr; Tel, 82-33-250-6448

## Plant Growth Promotion by Rhizobacteria Isolated from *Pinus koraiensis* on Chinese Cabbage (*Brassica rapa*) (근권토양 분리 세균의 배추 생육 효과)

Khalid Hussein<sup>\*</sup> · Jin Ho Joo

칼리드 후세인 · 주진호

Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon, Korea  
강원대학교 바이오자원환경학과

The development of satisfactory alternatives for supplying the nutrients needed by crops could decrease the problems associated with conventional NPK chemical fertilizers. In this study, the effects of bacterial and fungal effective microorganisms (EM) on the growth of Chinese cabbage (*Brassica rapa*) were evaluated. This investigation was carried out in comparison with conventional NPK chemical fertilizer and one type of commercially sold microbial fertilizer. Sterile water and molasse were used as controls. *Azotobacter chroococcum* effect also was studied either alone or in combination with the effective microorganisms on the growth parameters. In contrast the bacterial EM, the fungal EM alone without *A. chroococcum* had a more stimulating effect than fungal EM combined with *A. chroococcum*. Results showed that seedling inoculation significantly enhanced *B. rapa* growth. Shoot dry and fresh weight, and leaf length and width significantly were increased by both bacterial and fungal inoculation. The results indicated that the NPK chemical fertilizer deteriorates the microflora inhabiting the soil, while the effective microorganisms either fungal or bacterial ones increased the microbial density significantly. This study implies that both of fungal and bacterial EM are effective for the improvement of the Chinese cabbage growth and enhance the microorganisms in soil. The results showed antagonism occurred between *A. chroococcum* and each of *Penicillium* sp and *Trichoderma* sp in both agar and planta assays. The data were statistically analyzed by ANOVA and Dunnett test.

**Key words** : Effective microorganisms, Chinese cabbage, *Azotobacter chroococcum*, Antagonism

**Correspondence author** : Corresponding author: E-mail: jhjoo@kangwon.ac.kr; Tel, 82-33-250-6448

## PN - 06

## Soil Bacterial Diversity of the Lava-Formed Gotjawal Forest in Jeju Island and the Art of Screening Strategy of Biosurfactant-Producing Bacteria (제주 용암숲 곶자왈의 토양세균다양성과 생물계면활성제 생산 미생물 스크리닝 전략)

Jong-Shik Kim<sup>1)\*</sup> · SeonYeong Jin<sup>1)</sup> · Dae-Shin Kim<sup>2)</sup> · Suk-Hyung Ko<sup>2)</sup>

김종식<sup>1)\*</sup> · 진선영<sup>1)</sup> · 김대신<sup>2)</sup> · 고석형<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Gyeongbuk Institute for Marine Bioindustry, Ulsan, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Research Institute for Hallasan, Jeju, Republic of Korea

<sup>1)</sup>경북해양바이오산업연구원, <sup>2)</sup>한라산연구소

Our goal was to increase the general understanding of microbial diversity in the soil environment of a Gotjawal forest. The Gotjawal forests are unique within the primitive ecology of the mountainous areas of Jeju Island and are the richest biota shelter sites from urbanization. Gotjawal in Jeju Island covers 6% of the landmass. The forest is crucial for recharging the only source of water for Jeju's half-million population, and also nurses a unique flora and fauna, including some endangered species and others endemic to the island.

We phylogenetically analyzed bacteria collected from the soil of Gyoraee Gotjawal forest. Using domain-specific primers, a region of the 16S rRNA gene was amplified using PCR, and the product was subsequently used to create a clone library. A total of 142 bacteria were identified. The 142 bacteria clones were affiliated with the following groups: Acidobacteria(13 clones), Actinobacteria (28), Proteobacteria (80), Chloroflexi (3), Bacilli (1), Cyanobacteria(3), and Planctomycetes(2). Within the class Proteobacteria, 56 of 80 clones were tentatively identified as 12 unclassified genera. Several new genera and a family were discovered within the Actinobacteria (25) clones.

In addition to bacterial clone analysis, culture-based surveys of bacteria members were conducted on soil samples from Gyoraee Gotjawal and Sanyang Gotjawal. Three different bacteria, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* and *Chryseobacterium* member at Gyoraee Gotjawal and only *Bacillus* at Sanyang Gotjawal were most abundant from cultured bacteria.

One strategy to screen the phenotype potential of biosurfactant-producing bacteria that predominate in the environment of Gotjawal soil is to apply drop-collapse method involved in measuring activity of bacterial culture. Culture positive by the drop-collapse method would constitute cultures that produce biosurfactants and more fine scale comparison of biosurfactant producing capacity is in progress. Bacterial diversity of the Gotjawal soil may be very high than any other samples and further study is necessary to elucidate what are the main factors sustaining the forest including biosurfactants producing microorganisms.

**Key words** : Gotjawal soil, Soil bacteria, Bacterial diversity, Biosurfactant

**Corresponding author** : E-mail, jskim@gimb.or.kr ; Tel, 05-780-3451

## 겨울철 논외 담수처리에 따른 실지렁이류의 생육특성 (Growth Characteristics of Tubificidae sp. by Flooding During Winter in Paddy Fields)

조광진<sup>1)\*</sup> · 한민수<sup>1)</sup> · 김명현<sup>1)</sup> · 강기경<sup>1)</sup> · 나영은<sup>2)</sup> · 김미란<sup>1)</sup> · 최락중<sup>1)</sup>  
Kwang-Jin Cho<sup>1)\*</sup> · Min-Su Han<sup>1)</sup> · Myung-Hyun Kim<sup>1)</sup> · Kee-Kyung Kang<sup>1)</sup> ·  
Young-Eun Na<sup>2)</sup> · Miran Kim<sup>1)</sup> · Lak-Jung Choe<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과

<sup>1)</sup>Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

본 연구는 겨울철 논외 담수처리에 따른 실지렁이류의 생육특성을 파악하여 논에서 친환경농법을 위한 대체생물로서의 이용가능성과 논생태계의 생물다양성 증진에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다. 2010년부터 2012년까지 3년간 강화군, 수원시, 화성시(봉담읍, 팔탄면)에 겨울철 담수논에서 월동 후(3-4월) 실지렁이의 생육특성을 파악하였다. 그리고 강화군에 위치하는 무담수경과논, 담수경과논, 담수경과휴경논을 대상으로 담수처리여부에 따른 벼 재배기간(6-8월)동안의 실지렁이류의 서식특성을 파악하였다. 그 결과, 월동 후 실지렁이류의 개체밀도는 벼 수확기에도 물이 마르지 않고 수심이 얇은 봉담읍에서 가장 높았고 수심이 깊고 담수시기가 늦은 팔탄면에서 가장 낮았다. 이는 논에 담수하는 시기가 빠를수록 실지렁이류의 성장기간이 길어져 번식에 유리하고 얇은 수심은 햇볕이 바닥까지 닿아 유기물의 분해가 촉진되고 수온이 높아져 실지렁이류의 성장과 번식에 유리하기 때문인 것으로 생각되었다. 따라서, 실지렁이류의 개체수 증진을 위하여 수확 후 단기간에 얇은 수심의 담수논 조성이 필요하며, 더불어 담수기간을 최대한 늘리는 것은 논 생태계의 생물다양성 증진과 친환경농업을 위한 필수적인 과정이라 사료되었다. 강화군에서의 담수처리여부에 따른 벼 재배기간 동안의 실지렁이류의 개체밀도는 무담수경과논에 비해 담수경과논과 담수경과휴경논에서 각각 170배, 319배 높게 조사되었다. 또한 겨울철 담수논의 조성 후 실지렁이류는 6월과 7월에 가장 높은 개체밀도를 보였다. 실지렁이류의 개체밀도가 일정수준 이상이 되면 벼 재배 시 잡초방제효과가 있는 것으로 알려져 있기 때문에 담수논 조성을 통한 실지렁이류의 개체수를 증가시킨다면 실지렁이류를 이용한 친환경농법을 기대할 수 있을 것으로 생각되었다.

**주제어 :** 농업생태계, 담수논, 무담수논, 실지렁이류

**주연구자 연락처 :** E-mail, 4233125@hanmail.net; Tel, 82-31-290-0234

PN - 08

## 논 생태계에서 영농방법이 미꾸라지 개체군에 미치는 영향 (Effects of Agricultural Practices on Mudfish Population in Paddy Fields)

강기경<sup>1)</sup> · 한민수<sup>1)</sup> · 조광진<sup>1)\*</sup> · 남형규<sup>2)</sup> · 나영은<sup>3)</sup> · 김미란<sup>1)</sup> · 김명현<sup>1)</sup> · 최락중<sup>1)</sup>  
Kee-Kyung Kang<sup>1)</sup> · Min-Su Han<sup>1)</sup> · Kwang-Jin Cho<sup>1)\*</sup> · Hyung-kyu Nam<sup>2)</sup> · Young-Eun Na<sup>3)</sup> · Miran  
Kim<sup>1)</sup> · Myung-Hyun Kim<sup>1)</sup> · Lak-Jung Choe<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2)</sup>경희대학교 생물학과 한국조류연구소, <sup>3)</sup>농촌진흥청 연구정책국

<sup>1)</sup>Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

<sup>2)</sup>The Korea Institute of Ornithology and Department of Biology,  
Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

<sup>3)</sup>R&D Coordination Division, Research Policy Bureau,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

본 연구는 영농방법에 따른 미꾸라지개체군의 차이를 확인하고, 그 원인을 구명하기 위하여 전국 8지역의 유기재배 및 관행재배 논에서 미꾸라지와 저서무척추동물을 채집하였다. 조사지역에서 포획된 미꾸라지는 총 1,882개체였으며, 영농방법별로 유기재배 논에서 1,333개체, 관행재배 논에서 549개체가 조사되었고 2.4배 차이가 확인되었다. 조사지역별로는 주변 자연환경조건이 좋은 문경시와 안성시의 미꾸라지 개체수가 높게 나타났다. 조사지역에서 채집된 저서무척추동물은 3문 6강 19목 46과 68속 74종으로 유기재배 논에서 3문 6강 17목 41과 62속 66종이, 관행재배 논에서 3문 6강 18목 42과 60속 66종이 확인되었다. 우점종으로는 깔다구류, 새각류, 패형류, 요각류 등이 있었고 영농방법별로 큰 차이는 없는 것으로 확인되었다. 미꾸라지의 개체수와 저서무척추동물 중에서 미꾸라지의 주요 먹이원인 깔다구류, 요각류, 새각류를 비교해 본 결과, 깔다구류, 요각류 및 새각류의 개체수가 증가함에 따라 미꾸라지의 개체수가 증가하는 양상을 나타내었으나 새각류는 통계적으로 유의하지 않은 반면 깔다구류와 요각류는 통계적으로 유의한 결과를 나타내었다. 따라서 미꾸라지 개체수는 인위적인 간섭빈도가 높은 시가지 비율이 낮고 주요 먹이원인 깔다구류와 요각류의 출현율에 의해 영향을 받는 것으로 확인되었다. 결론적으로 논 생태계에 서식하는 미꾸라지개체군의 크기를 결정하는 요인으로는 주변의 자연환경조건과 영농방법에 의한 먹이원의 양적 상태로 판단되었다.

**주제어** : 영농방법, 유기재배, 관행재배, 저서무척추동물, 미꾸라지

**주연기자 연락처** : E-mail, kkkang@korea.kr; Tel, 82-31-290-0215

국내담수새우인 새뱅이(*Neocaridina denticulata*)를 이용한 다양한 물질에 대한  
급성독성평가  
(Acute Toxicity Test of Various Material Using Korean Fresh Water  
Shrimp, *Neocardina denticulata*)

이재현<sup>1)\*</sup> · 김미선<sup>2)</sup> · 조재구<sup>2)</sup> · 김 균<sup>1), 2)</sup>  
Jae-Hyun Lee<sup>1)\*</sup> · Mi-Seon Kim<sup>2)</sup> · Jae-Gu Cho<sup>2)</sup> · Kyun Kim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>호서대학교 바이오응용독성학과, <sup>2)</sup>호서대학교 안전성평가센터

<sup>1), 2)</sup>Hoseo university, 20, Hoseo-ro 79beon-gil, Baebang-eup, Asan-si, Chungcheongnam-do, 336-795, Korea

유해화학물질에 대한 환경 중 영향을 평가하기 위하여 생태독성시험이 필수적으로 요구되고 있다. 또한 국내 생태계에 보다 적합한 위해성평가를 수행하기 위해서는 국내에 서식하는 생물종을 이용한 독성평가 자료가 필요하다. 그러나 아직까지 국내에 서식하고 있는 생물종을 이용한 체계적인 생태독성연구가 많이 진행되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에 서식하고 있는 새뱅이(*Neocaridina denticulata*)를 이용하여 생태독성 시험종으로서의 가능성을 확인하고자 하였다. 새뱅이는 절지동물문 갑각강 십각목 새뱅이과 얼룩새잉이속에 속하는 생물로써 국내에도 넓게 분포되어 서식하는 것으로 보고되어 있다. 시험에 사용한 새뱅이는 충청남도 청원군 초정리 내수읍 큰외골 저수지에서 채집하였으며, 채집한 새뱅이는 실험실내 사육장에서 순화 후 시험에 사용하였다. 시험물질은 Pentachlorophenol sodium salt, Potassium dichromate와 국내에 널리 쓰이는 농약의 주성분에 따라서 Organophosphorus계(Phenthoate, Fenitrothion), Avermectin계(Emamection benzoate), Oxadiazine계(Indoxacarb), Pyrethroid계(Deltamethrin)로 나누어 96hr 동안 노출하였다. 그 결과, 96hr의 반수치사농도(LC<sub>50</sub>)는 Pentachlorophenol sodium salt는 0.35 mg/L이었고, Potassium dichromate는 1.35mg/L이었다. 그리고 Phenthoate는 1,037 $\mu$ g/L, Fenitrothion 0,579 $\mu$ g/L로 나타났으며, Emamection benzoate의 경우 22 $\mu$ g/L, Indoxacarb 0,567 $\mu$ g/L, Deltamethrin는 0,002 $\mu$ g/L로 나타났다. 이와 같은 결과로 볼 때 새뱅이는 물벼룩, 어류와 다른 독성민감도를 보이는 것으로 판단되었다. 따라서 새뱅이를 생태독성 시험종으로써 활용할 가능성이 있을 것으로 사료되었고, 향후 보다 더 다양한 물질들을 적용하여, 새뱅이의 독성민감도를 확인 할 예정이다.

주제어 : *Neocaridina denticulata*

주연구자 연락처 : E-mail, kkim@hoseo.edu



PN - 10

## 논 생태계 내 둥병의 저서성 대형무척추동물 분포 특성 (Distribution Characteristics of Benthic Macroinvertebrates in Irrigation Ponds Within Paddy Field Ecosystem)

최락중<sup>1)\*</sup> · 강기경<sup>1)</sup> · 김미란<sup>1)</sup> · 조광진<sup>1)</sup> · 나영은<sup>2)</sup> · 김명현<sup>1)</sup> · 한민수<sup>1)</sup>  
Lak-Jung Choe<sup>1)\*</sup> · Kee-Kyung Kang<sup>1)</sup> · Miran Kim<sup>1)</sup> · Kwang-Jin Cho<sup>1)</sup> ·  
Young-Eun Na<sup>2)</sup> · Myung-Hyun Kim<sup>1)</sup> · Min-Su Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2)</sup>농촌진흥청 연구정책국

<sup>1)</sup>Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

<sup>2)</sup>R&D Coordination Division, Research Policy Bureau,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

둥병은 농업생태계 내 생물다양성 보전 측면에서 중요한 기능을 하는 것으로 알려져 있으나, 농업환경의 변화로 과거에 비해 급감한 실정이다. 하지만 최근 친환경농업의 중요성이 강조되면서, 일부 지자체를 중심으로 친환경 농업 육성과 관련하여 둥병의 복원이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 둥병의 생태적 중요성을 확인하고, 저서성 대형무척추동물 군집과 둥병의 입지여건간의 상관관계를 분석하여 둥병 복원의 기초자료를 제공하고자 하였다. 둥병의 저서성 대형무척추동물 채집은 20010-2012년 3년간 연 2-4회 조사를 실시하였다. 정량조사에는 Hand-net (Mesh size, 0.1mm; Diameter, 27cm)을 이용하였으며, 단위노력당 채집 개체수(CPUE)를 정량 단위로 분석하였다. 저서성 대형무척추동물의 다양성은 종다양도 및 밀도를 이용하였으며, 그룹 간 비교는 ANOVA, independent t-test를 이용하였다. 조사기간 동안 전체 둥병에서 출현한 저서성 대형무척추동물은 131종 137,118개체로 국내 최대 습지인 우포와 비교할 정도로 높은 종 다양성을 보였다. 서식처 특성상 정수성 환경에 잘 적응한 딱정벌레목, 잠자리목, 노린재목의 다양성이 높은 것으로 나타났다. 둥병의 경관과 조성시기에 따라 저서성 대형무척추동물의 다양성에 차이를 보였으며, Cluster analysis 결과 군집 분포는 지역적으로 유사도가 높은 것으로 나타났다. DCA ordination 결과 저서성 대형무척추동물 군집 분포는 경관적 특성을 결정짓는 입지 요소와 상관성이 높은 것으로 나타났으며, 둥병의 수변부 유형 및 조성시기도 군집 분포에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 둥병 복원 시 경관적 특성과 함께 수변부 유형을 고려해야 할 것으로 판단된다.

**주제어** : 둥병, 논 생태계, 생물다양성, 저서성 대형무척추동물, 경관, 복원

**주연구자 연락처** : E-mail, wildflower72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0234

## 논 생태계 무인생물모니터링 시스템 개발 및 활용 (Development of Unmanned Monitoring System of Higher Organisms in Paddy Ecosystem and Its Application)

김미란<sup>1)</sup> · 김명현<sup>1)\*</sup> · 조광진<sup>1)</sup> · 최락중<sup>1)</sup> · 한민수<sup>1)</sup> · 강기경<sup>1)</sup> · 나영은<sup>2)</sup>  
Miran Kim<sup>1)</sup> · Myung-Hyun Kim<sup>1)\*</sup> · Kwang-Jin Cho<sup>1)</sup> · Lak-Jung Choe<sup>1)</sup> ·  
Min-Su Han<sup>1)</sup> · Kee-Kyung Kang<sup>1)</sup> · Young-Eun Na<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2)</sup>농촌진흥청 연구정책국

<sup>1)</sup>Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

<sup>2)</sup>R&D Coordination Division, Research Policy Bureau,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

농경지는 식량 생산뿐만 아니라 연중 다양한 생물에게 서식처를 제공하고 있다. 특히 논은 담수 기간 동안에 다양한 수서생물의 서식지로 이용되고 있으며 담수 후에는 많은 철새들에게 취식과 휴식을 위한 장소가 되고 있다. 이렇게 다양한 생물들이 서식함에도 불구하고 농경지를 대상으로 한 연구는 제한적으로 수행되어 왔다. 최근 농업환경 전반에 영향을 줄 수 있는 기후변화에 대한 대응책 마련을 위해서는 안정적이고 장기적인 생물모니터링시스템의 구축이 필요하다. 본 무인생물모니터링 시스템은 논 생태계를 지속적이고 안정적으로 모니터링하기 위해서 개발되었다. 무인생물모니터링시스템의 특징은 목적에 따라 각 분류군에 맞도록 고안되었다는 점과 자료를 이미지화 하여 조사자와 상관없이 객관적인 자료의 장기적 축적이 가능하다는 점이다. 또한 이앙시기, 시기, 수확시기, 물떼기 등의 영농 정보들도 함께 얻을 수 있어 논 환경 변화에 대한 자료 축적이 가능하다. 현재 개발된 무인생물모니터링 시스템은 조류(鳥類), 수서생물(수서곤충, 어류 등), 지상부곤충(비행성 곤충), 배회성곤충(딱정벌레류, 거미류 등), 식물 등 총 5개 분류군에 적용될 수 있도록 설계되었다. 시스템들은 공통적으로 친환경 에너지인 태양광을 이용한 전력 공급 장치와 촬영 시간과 간격 등을 조절할 수 있는 소프트웨어가 탑재된 1200만 화소의 고화질 카메라로 이루어져 있다. 수서생물과 지상부곤충용 시스템의 경우 야간에 생물을 유인하여 촬영할 수 있도록 유인등이 함께 부착되어 있으며 채집하지 않고 촬영을 통해 자료를 축적할 수 있는 이점이 있다. 2012년부터 시스템들을 개발하여 현재는 기온에 따라 위도 별로 당진, 부안, 해남, 새만금 등 총 5개 지역에 설치 중에 있다. 2012년 3월부터 2013년 2월까지 경기도 수원시 권선구에 위치한 논에 무인모니터링시스템을 설치한 결과 논을 이용하는 조류는 중백로, 쇠백로, 황로, 왜가리 등의 백로류와 흰뺨검둥오리, 큰기러기 등의 오리 · 기러기류와 참새, 멧비둘기, 까치, 떼까마귀 등이 있었고, 지상부곤충으로는 하루살이류, 장님노린재류, 실노린재류, 매미충류, 물뽕뽕이류, 바구미류, 반날개류, 갈따구류, 각다귀류, 날도래류 등이 관찰되었다. 논둑에 서식하고 있는 식물은 돌피와 한련초, 여뀌바늘이 우점하고 뚝새풀, 망초, 방동사니, 알방동사니 등이 있었고 수서생물로는 실잠자리유충, 어류와 패류 등을 확인할 수 있었다. 본 무인모니터링시스템을 활용하면 논 생태계에 일어나는 변화를 모니터링하고 장기적인 자료를 축적하여 변화를 예측하고 대응 방안을 모색하는데 유용하게 이용될 것으로 생각된다.

**주제어 :** 생물모니터링, 무인모니터링시스템, 논 생태계

**주연구자 연락처 :** E-mail, wildflower72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0234

## PN - 12

## 논 생태계 생물다양성 증진에 미치는 둠병의 생태적 효과 (Ecological Effects of Irrigation Pond on Biodiversity Enhancement in Rice Field)

김명현<sup>1)\*</sup> · 최락중<sup>1)</sup> · 강기경<sup>1)</sup> · 김미란<sup>1)</sup> · 조광진<sup>1)</sup> · 나영은<sup>2)</sup> · 한민수<sup>1)</sup>

Myung-Hyun Kim<sup>1)\*</sup> · Lak-Jung Choe<sup>1)</sup> · Kee-Kyung Kang<sup>1)</sup> ·

Miran Kim<sup>1)</sup> · Kwang-Jin Cho<sup>1)</sup> · Young-Eun Na<sup>2)</sup> · Min-Su Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2)</sup>농촌진흥청 연구정책국

<sup>1)</sup>Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea

<sup>2)</sup>R&D Coordination Division, Research Policy Bureau, RDA, Suwon, 441-707, Korea

농업 생태계 내 생물다양성 증진에 있어 둠병(Irrigation Pond)의 중요성은 잘 알려져 있다. 특히 논은 지구상 전체 습지의 약 18%를 차지하고 있어, 논 생태계의 생물다양성은 더욱 중요하다. 하지만 아직까지 둠병이 논 생태계의 생물다양성 증진에 있어 미치는 효과에 대한 검증은 이루어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 논 생태계 저서성 대형무척추동물의 분포 특성을 규명하고, 둠병이 논 생태계 생물다양성 증진에 있어 미치는 효과를 검증하고자 한다. 저서성 대형무척추동물의 야외조사는 3년 동안 8월-9월에 수행하였다. 정량 채집은 사각형의 아크릴 틀(50×20×20cm)을 벼 포기사이에 고정한 후 틀 내부 물과 저질로부터 채집망(mesh size 150μm, 30×30cm)을 이용하여 생물을 걸러내었으며, 논 1필지 당 3회 반복 조사한 결과(individuals/3,000cm<sup>2</sup>)를 정량자료로 활용하였다. 둠병의 생물다양성 증진 효과에 대한 검증은 두 유형 논의 저서성 대형무척추동물 다양성 비교와 BEED(Biodiversity Enhancement Effect Degree, in this study)의 비교를 이용하였다. 연구결과 논 생태계 저서성 대형무척추동물의 분포 특성은 일반적인 습지생태계와 유사하였다. 두 가지 논의 저서성 대형무척추동물 다양성은 둠병의 유무는 물론 지역적인 영향을 받는 것으로 나타났다. 반면 BEED를 통한 둠병의 생물다양성 증진 효과는 지역보다는 각 분류군에 따라 달리 적용되는 것으로 나타났다. 이는 둠병의 생물다양성 증진 효과가 분류군의 분산 능력과 관계가 있으며, 둠병 조성 시 지역에 관계없이 생물다양성 증진효과를 기대할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구결과를 통하여 논 생태계의 생물다양성 유지 및 증진 방안으로 둠병의 조성이 효과적임을 검증할 수 있었으며, 논 생태계 생물다양성 증진을 위한 방안으로 둠병의 조성은 타당한 것으로 판단된다.

주제어 : 주제어 : 논 생태계, 농업생태계, 생물다양성, 저서성 대형무척추동물, 분산

주연구자 연락처 : E-mail, wildflower72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0234

## 영농방법에 따른 논 생태계 저서무척추동물 분포 특성 (Characteristics of Benthic Invertebrates Distribution in Paddy Field Ecosystem Affected by Agricultural Practices)

한민수<sup>1)</sup> · 남형규<sup>2)</sup> · 강기경<sup>1)</sup> · 김미란<sup>1)</sup> · 나영은<sup>3)</sup> · 김혜림<sup>1)</sup> · 최락중<sup>1)</sup> · 김명현<sup>1)</sup>\*

Min-Su Han<sup>1)</sup> · Hyung-kyu Nam<sup>2)</sup> · Kee-Kyung Kang<sup>1)</sup> · Miran Kim<sup>1)</sup> ·

Young-Eun Na<sup>1)</sup> · Hye Rim Kim<sup>1)</sup> · Lak-Jung Choe<sup>1)</sup> · Myung-Hyun Kim<sup>1)</sup>\*

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2)</sup>경희대학교 생물학과 한국조류연구소, <sup>3)</sup>농촌진흥청 연구정책국

<sup>1)</sup>Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

<sup>2)</sup>The Korea Institute of Ornithology and Department of Biology,  
Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

<sup>3)</sup>R&D Coordination Division, Research Policy Bureau,  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

최근 사회의 발전과 더불어 소비자들의 요구가 다양화되고, 환경에 대한 관심이 증가하면서 생산성 증대에서 환경 보전에 기여하는 농업으로의 전환의 필요성이 커지게 되었다. 유기농법과 관행농법과 같은 재배 방식의 차이는 생물 서식지에 다양한 영향을 끼치기 때문에 실제 유기농업이 생물에게 미치는 영향을 확인하기 위해서 두 농법에 따른 생물다양성 차이를 비교할 필요가 있다. 본 연구는 유기농법 지역과 관행농법 지역의 저서무척추동물의 군집 특성을 비교하기 위해 수행되었다. 조사 기간은 2009년부터 2011년까지였고 11개 지역을 조사 대상으로 하였다. 영농방법에 따라 개체수, 종수, 종구성 특성을 비교하였다. 저서무척추동물은 유기농법 지역에서 훨씬 많은 개체수와 종수가 기록되었으며, 종수와 개체수의 범위도 관행농법 지역에 비해 월등히 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 산림 지역으로 둘러싸인 지역에서 유기농법으로 재배할 경우 다른 경관적 요소로 둘러싸인 지역보다 저서무척추동물의 종수 및 개체수 증가에 더 큰 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 종 다양성을 유지 또는 회복하기 위해서 농약과 같은 화학물질의 사용을 제한해야 하며, 특히, 산간 지역의 논 생태계에서 유기농법으로 벼를 재배할 경우 저서무척추동물의 종 다양성이 크게 높아질 것으로 기대된다.

**주제어 :** 주제어 : 저서무척추동물, 관행농법, 유기농법, 논 생태계

**주연구자 연락처 :** E-mail, wildflower72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0234

## **뚝방과 논에 서식하는 생물의 이동특성 연구** **(Using Stable Isotopes to Investigate Movement of Fish in Paddy Fields)**

김재옥\* · 이재용<sup>1)</sup>Jae-Ok Kim\* · Jae-Yong Lee<sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원, <sup>1)</sup>강원대학교 환경과학과  
Rural Research Institute, KRC, Ansan, 426-170, Korea

동아시아 지역에서 논은 소형 담수어의 먹이 공급처, 곤충의 서식처 등 다양한 생물의 서식처로서 그 가치가 매우 높다(Aditya *et al.*, 2010; Vromant and Chau, 2005). 특히 어류 중 미꾸라지는 중요한 내수면 양식 자원으로서 소규모 하천이나 농업지역에 넓게 서식하고 있다.

전통적인 논 농업에서는 벼 재배 이력을 살펴보면, 지역에 따라 차이를 보이기도 하지만, 5월 하순경에 씨레질을 하고, 모내기를 한다. 모내기 이후에는 6월 하순부터 7월 중순에 걸쳐 중간 낙수를 하고, 그 이후에 다시 물을 넣고, 이삭이 패는 시기에는 간헐적으로 용수를 공급해 준다. 이러한 논 농업환경에서 논과 함께 뚝방은 어류, 수서곤충, 양서류 등 다양한 생물의 서식처를 제공한다. 최근에 Aditya *et al.*(2010)은 논과 주변 수로의 서식 생물상을 조사한 결과, 간헐적인 용수공급 특성을 보이는 논과 항상 물이 고여 있는 수로에서 출현하는 어류 군집이 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한, 논의 용수공급 특성에 따른 어류 군집의 변화를 살펴보기 위하여 마킹 후 재포획하는 방법으로 논과 주변 지역 어류이동을 조사한 연구도 있다(Kim *et al.*, 2011).

탄소와 질소 안정동위원소( $\delta^{13}\text{C}$  와  $\delta^{15}\text{N}$ )는 에너지 흐름과 영양단계를 통한 생물과 생물 그리고 생물과 무생물과의 상호작용을 이해하는데 있어 효율적인 도구로 사용되고 있다(Maruyama *et al.*, 2001; Mukai *et al.*, 2005). 일본의 대형호수인 비와호에서는 육붕화된 문절망둑(*Rhinogobius* sp.)을 대상으로 탄소와 질소 안정 동위원소를 측정하여 하천과 호수 생태계 사이에 어류 이동을 추적하는 도구로 사용되기도 하였다(Maruyama *et al.*, 2001).

본 연구는 논과 뚝방에 각각 서식하는 어류 및 수서곤충을 대상으로 생물군집 내 영양단계 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) 및 에너지 흐름 ( $\delta^{13}\text{C}$ )을 파악하여 서로 다른 수환경에서 분포하는 어류 및 수서곤충 사이의 포식자와 피식자의 관계를 파악하고 서식환경 사이에 대한 어류의 이동 가능성을 파악함으로써 논 생태계에서 뚝방의 중요성 및 어류의 서식환경 개선을 위한 방안을 모색하고자 한다.

논을 포함한 논 농업생태계에서 어류의 이동은 용·배수로를 포함한 주변의 환경(수심, 배수로 형상)에 의해 영향을 받는다. 또한  $\delta^{13}\text{C}$ 와  $\delta^{15}\text{N}$ 의 차이를 통해서 논과 뚝방 사이의 어류 서식처 이동특성을 파악할 수 있다. 안정동위원소 분석을 통해 논에 서식하는 어류는 논 중간 낙수기와 가을, 겨울에 논에 물이 없어지는 시기에는 뚝방으로 이동하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 탄소와 질소 안정동위원소를 이용하여 논과 뚝방 사이에서 어류들의 서식처 이동특성에 관한 부분을 집중적으로 다루었다. 결과적으로 본 연구에서는 논 생태계에서 중간 낙수기에 논에 서식하는 어류들은 뚝방으로 이동하여 주변환경에 의하여 서식처를 이동하는 특성을 알 수 있었다.

주제어 : 논, 뚝방, 미꾸라지, 피난처

주연구자 연락처 : 김재옥, kjokim@ekr.or.kr, 031-400-1837

## 미생물호흡장치(Respirometer)를 이용한 바이오가스 발생량의 측정 기술 (Biogas Measuring Technology Using Respirometer)

황지훈<sup>1)</sup> · 사미<sup>1)</sup> · 신범수<sup>2)</sup> · 오상은<sup>1)</sup>

Hwang Ji-Hoon<sup>1)</sup> · Sami Flimban<sup>1)</sup> · Sin Beom-Soo<sup>2)</sup> · Oh Sang-Eun<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>강원대학교 바이오자원환경학과, <sup>2)</sup>강원대학교 바이오시스템공학과

<sup>1)</sup>Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>2)</sup>Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

석유값이 폭등하고 그에 따라 천연가스의 가격도 함께 올라가면서 세계의 이목은 새로운 연료인 바이오연료에 집중되고 있다. 바이오연료의 한 종류인 바이오가스란 미생물 등을 사용해서 생산된 수소·메테인 등과 같은 가스 상태의 연료를 말하며, 에너지 소비의 일부를 보충할 수 있다. 바이오가스는 혐기성미생물에 의한 하수슬러지, 축산분뇨, 음식물쓰레기 등의 혐기발효에 의해서 생성되며, 가스의 발생량은 미생물호흡장치를 이용해 측정한다. 이전의 미생물호흡장치는 발생하는 공기방울의 개수만 확인하였기 때문에 정확한 호흡량의 측정이 어렵다고 판단되어 실험을 진행하였으며, 이번실험의 목적은 공기방울의 이동속도로부터 산출한  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ 를 이용하여 정확한 공기방울의 크기를 알아내고, 이를 이용하여 정확한 부피를 측정할 수 있는 공식을 찾아내 바이오가스의 총 생산량을 정확하게 측정하는 것이다. 본 연구는 분당 유입되는 공기의 유량을 각각 다르게 한 후 유량별로 공기방울의 부피를 측정하여 그 차이를 비교하였다. 공기는 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 3.0, 5.0 mL/min의 유량으로 총 4 mL를 주입하였고 공기방울 한 개당의 실제부피는 주입된 공기량을 공기방울의 개수로 나누어 측정했다. 공기방울의 높이( $h$ )는 공기방울의 윗부분과 이동 후 공기방울의 아랫부분의 이동간격인  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ 의 값을 이용하여 측정되었다. 공기방울의 지름( $d$ )은 공기방울 주입될 때의 사진을 촬영한 후 사진상의 길이측정과 비례식을 이용하여 측정되었다. 공기 주입 시의 공기방울의 모양은 반드시 정확한 구형이 되지 않기 때문에 구, 타원, 타원+구, 원통, 원통+타원의 부피를  $d$ 와  $h$ 를 이용하여 계산하고 비교하였다. 그 결과로, 원통은 구형 등에 비해 부피가 크며 이론적으로도 원통이 포함된 계산식은 실제 부피보다 상당히 크다는 것을 알 수 있었다. 그리고 실제 부피와 유사한 값이 측정된 모양은 구+타원이다. 이번실험을 통해  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ 를 이용해 공기방울의 부피를 측정할 수 있다는 결론이 나왔다. 이 결과를 토대로, 시간에 따른 공기의 유량을 다르게 하여 계산한 부피와 실제 총 부피를 비교하는 실험을 할 것이고, 최종적으로 바이오가스가 발생하는 실제 반응조에 적용을 할 예정이다.

주제어 : Respirometer, Biogas, Microorganism

주연구자 연락처 : hjhgreen@nate.com; Tel, 86-033-243-6449

PN - 16

## 새싹 채소를 이용한 동물용 항생제의 작물 흡수량 평가 (Evaluation of Veterinary Antibiotics Uptake in Sprout)

박섫별 · 정소희 · 홍영규 · 이병주 · 김선주 · 김성철\*

Saet-Byul Park · So-Hee Jung · Young-Gyu Hong · Byung-Joo Lee · Sun-Ju Kim · Sung-Chul Kim\*

충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과

<sup>1)</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, Chungnam National University, Daejeon 305-764

최근 동물용 항생제가 환경에 유입됨에 따라 작물재배 환경뿐만 아니라 인간의 건강에 미치는 악영향에 대한 관심이 증가하고 있다. 동물용 항생제의 경우 분뇨에 의해 체외로 배출된 후 퇴비나 액비의 형태로 농경지에 유입되어 작물의 재배 환경에서 작물내로 흡수된다. 하지만 현재 이러한 동물용 항생제의 작물 흡수량 및 메커니즘에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 동물용 항생제의 작물 흡수량을 평가하기 위해 새싹채소의 재배환경에 따른 동물용 항생제의 작물 흡수량을 평가하였다. 선정된 동물용 항생제는 7종류(Tetracycline, Chlortetracycline, Oxytetracycline, Sulfathiazole, Sulfamethazine, Sulfamethoxazole, Tylosin)였으며, 2종류의 새싹채소인 적양 (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *rubra*)과 적무(*Raphanus sativus*)를 대상으로 작물 흡수량을 평가하였다. 작물 재배는 Growth chamber에서 실시하였으며 총 재배기간 8일중 처음 3일 동안은 암조건을 유지하여 발아를 시킨 후 4-8일 동안은 광조건과 암조건을 각각 16시간, 8시간으로 유지하였다. 재배 온도는 22-23℃로 유지하였으며 동물용 항생제의 농도는 재배 기간 동안 5mg L<sup>-1</sup>로 유지하였다. 작물체 내 항생제의 잔류 농도는 HPLC/MS/MS로 분석하였다. 실험 결과 7종류의 항생제 모두 작물에 흡수되었으며 작물체 내 항생제의 잔류량은 항생제의 종류에 따라 0.04-13.2 mg kg<sup>-1</sup>인 것으로 조사되었다. 항생제 종류 중 Tylosin의 작물 잔류량이 적양과 적무에서 각각 8.3, 13.2 mg kg<sup>-1</sup>로 가장 높았으며 작물의 생체 중량에 대비하여 항생제의 흡수량을 평가한 결과 적양의 경우 0.89-15.98 %, 적무의 경우 0.19-54.27%인 것으로 조사되었다. 본 연구에서는 항생제의 작물 체내 농도 분석 및 생체 중량 대비 항생제의 흡수량을 평가하였으며 연구결과를 바탕으로 농업 환경 내 항생제의 최적 관리 방안 수립이 필요하다고 사료된다.

주제어 : 농업환경, 동물용 항생제, 새싹 채소, 작물 흡수량

주연구자 연락처 : E-mail, sckim@cnu.ac.kr; Tel, 82-42-821-3737

표 1. 새싹 채소 내 동물용 항생제의 흡수율

(단위: %)

	적양	적무
Tetracycline	6.67	2.94
Chlortetracycline	5.02	3.96
Oxytetracycline	3.14	3.40
Sulfathiazole	0.89	0.19
Sulfamethazine	1.48	0.38
Sulfamethoxazole	15.98	0.19
Tylosin	14.77	54.27

## 부영양 농업용저수지인 전대저수지의 다년간 조류대발생 원인종과 특성 (Annual Variation and Causal Organisms of Algal Bloom in Jundae Reservoir)

이의행<sup>1)\*</sup> · 남귀숙<sup>1)</sup> · 김병석<sup>1)</sup> · 서하나<sup>1)</sup> · 유선아<sup>1)</sup> · 엄한용<sup>1)</sup>  
Euihaeng Lee<sup>1)\*</sup> · Guisook Nam<sup>1)</sup> · Byoungseok Kim<sup>1)</sup> · Hana Seo · Suna Yoo, Hanyong Um<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원

<sup>1)</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Ansan 426-908, Korea

우리나라 농업용저수지 중, 부영양화 되었거나 이미 조류대발생을 경험하고 있는 농업용저수지는 대부분 수심이 얕거나(< 5 m 이하), 생성연도가 오래된 수리시설물로 농업지역의 비점오염원과 두꺼운 유기물 퇴적층을 가지는 공통적인 특성을 가지고 있다. 이러한 부영양 농업용저수지의 조류대발생 원인종과 조류발생 특성을 알아보기 위하여, 본 연구에서는 우리나라에서 오염도가 높은 충남지역의 농업용저수지 중, 부영양화로 인한 조류발생이 심각한 전대저수지를 대상으로 상·하류간 3개 정점을 선정하여 3년간(2010년~2012년)의 모니터링을 실시하였으며, 지점별·시기별 조류현존량 및 종조성, 우점종 분석과 함께 조류발생 특성분석을 위해 부영양화지수(Trophic State Index, TSI)를 분석하였다. 전대저수지의 조류현존량은  $0.7 \sim 75.8 \times 10^5$  cells/ml (평균  $19.6 \times 10^5$  cells/ml)의 범위로 대부분의 시기에 남조류(Cyanophyceae)가 우점하였다. 시기별로는 대부분의 시기에 *Oscillatoria* sp.가 우점하였으며, 3~4월에 *Anabaena* sp., 9~10월에 *Microcystis* sp.가 우점하기도 하였고, 2012년 11월에는 갈색편모조류(Cryptomonadaceae)인 *Cryptomonas* spp.가 우점하였다. 전대저수지의 부양화지수(TSI)는 TSI(TN) 58.8~77.0(평균 68.4), TSI(TP) 58.7~94.7(평균 77.4), TSI(Chl-a) 55.3~83.8(평균 73.4), TSI(SD) 67.4~90.6(평균 75.3)로 나타나, 전반적으로 과영양상태(TSI > 70)로 심각한 부영양화가 진행된 것으로 나타났다. 수체 내 영양염류 변동에 의한 조류발생 특성분석에 따르면, 대부분의 시기에 TSI(Chl-a)가 TSI(TP)와 TSI(SD)에 비해 높게 나타나, 광제한 보다는 인(TP)이 주요 제한요인으로 작용하였으며, 특히 유입부인 JD1에서 부영양화가 가장 심각한 것으로 나타나, 전대저수지 상류에서 유입되는 고농도의 영양염류에 의해 저수지의 부영양화가 더욱 촉진되고 있는 것으로 판단되었다. 또한, 수심이 낮은 전대저수지는 집중강우와 강풍에 의해 수층이 교란되기 쉬우며, 이시기에는 미세한 무기성부유물(Inorganic solids, NVSS)에 의한 광제한이 녹조발생을 억제한 것으로 판단되었다.

**주제어** : 부영양 농업용저수지, 조류대발생 원인종, 부영양화지수, 조류발생 특성

**주연구자 연락처** : E-mail, end220@ekr.or.kr; Tel, 86-31-400-1879



## 인공 조성된 습지의 식생 변화 추이 (Vegetational Succession of Artificial Wetlands)

Hyun-Sang Shin<sup>1)\*</sup> · Jae-Ok Kim<sup>1)</sup> · Won-Jang Kim<sup>1)</sup> ·  
Kwang-Jae Ji<sup>2)</sup> · Jung-Bin Suh<sup>1)</sup> · Han-Yong Um<sup>1)</sup> · Jae-Ku Kim<sup>3)</sup>  
신현상<sup>1)\*</sup> · 김재옥<sup>1)</sup> · 김원장<sup>1)</sup> · 서정빈<sup>1)</sup> · 엄한용<sup>1)</sup> · 지광재<sup>2)</sup> · 김재구<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Korea Rural Community Corporation Rural Research Institute, Gyeonggi-do, 426-908, Korea

<sup>2)</sup>Korea Rural Community Corporation Saemangeum Project Office, Jeollabuk-do, 576-804, Korea

<sup>3)</sup>Chungrok Environmental Ecosystem Reserach Institute, Gyeonggi-do, 431-070, Korea

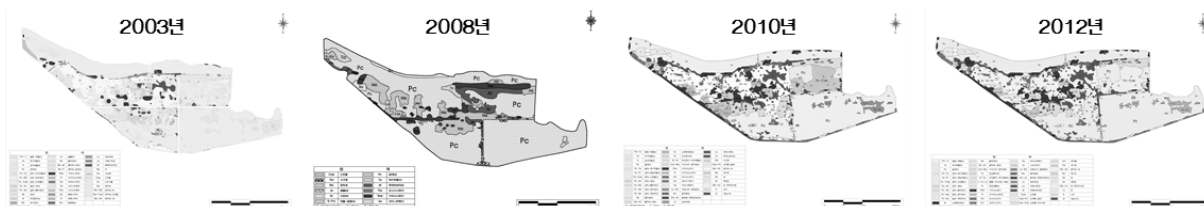
<sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원, <sup>2)</sup>한국농어촌공사 새만금사업단, <sup>3)</sup>(주)청록환경생태연구소

습지생태계는 기후변화에 따른 홍수조절, 침식 방지 등 환경적으로 다양한 공익적 기능을 수행하고 있으며, 다양한 생물의 서식처 역할을 하고 있다. 또한, 지구온난화에 따른 기후변화는 범지구적 문제로서, 전 세계 모든 나라들은 탄소배출감축을 위한 노력을 기울이고 있다. 이에 따라 국가적 차원에서 습지의 보존과 생태적 관리는 미래의 기후변화에 대응하기 위한 전략적 측면에서 중요한 가치를 가진다. 따라서 본 연구에서는 인공 조성된 간척습지의 조사결과와 더불어 간척 습지의 식물상을 파악하여 간척습지 생태계의 관리(보존, 건전한 이용, 복원 등)전략을 수립하고자 한다.

본 연구의 조사지점은 경기도 안산시 소재에 있는 인공 조성된 습지에서 2003년, 2008년, 2010년, 2012년의 식생을 비교·조사하였다. 식생 조사방법은 상관식생에 의한 식물군락을 조사하고, 기존의 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, Z-M학과 방법)에 따라 실시하였으며, 입지적 특성을 감안하여 방형구(Quadrat)와 선상법(Line transect method)을 이용하여 조사하였다.

인공 조성된 습지에서 조사시기에 식생 변화를 비교한 결과, 가장 넓은 면적을 분포하는 갈대군락의 경우 2003년, 2008년에 비하여 다소 비율이 감소하는 것으로 조사되었다. 한편, 2003년과 비교하여 참억새-새군락(4.68%), 아까시나무군락(4.73%), 족제비싸리군락(2.41%) 등의 비율이 증가하는 것으로 조사되었고, 기존에 확인되지 않은 생태계교란야생식물인 돼지풀군락이 2012년도에 확인되었다(그림 1). 이와 같은 결과는 시간이 경과하면서 간척습지 내의 건조화가 진행되면서 목본류, 중·건생 초본식물 및 귀화식물의 유입으로 인한 결과로 판단된다.

본 연구의 인공 조성된 습지는 생태적 천이와 관련하여 육화가 진행되고, 수생식물의 분포면적이 점차 줄어들고 있으나, 육상식물이나 외래귀화식물의 분포역이 확대되고 있는 상태이다. 이러한 현상은 간척습지에서 나타나는 전형적인 특징으로 간척습지를 안정된 상태로 유지하기 위해서는 효과적인 관리가 필요하다.



〈그림 1〉 조사시기별 인공 조성된 습지의 식생도

주제어 : 인공 습지, 습지, 식생, 식생도, 변화 추이

주연구자 연락처 : E-mail, chivalry96@ekr.or.kr; Tel, 86-31-400-1865

## 인공 조성된 습지의 육상곤충 및 저서성대형무척추동물 분포 특성 (Distribution Characteristics of Insects and Benthic Macro-Invertebrates in Artificial Wetlands)

Won-Jang Kim<sup>1)\*</sup> · Jae-Ok Kim<sup>1)</sup> · Hyun-Sang Shin<sup>1)</sup> · Han-Yong Um<sup>1)</sup> · Sung-Man Ryu<sup>2)</sup>

김원장<sup>1)\*</sup> · 김재옥<sup>1)</sup> · 신현상<sup>1)</sup> · 엄한용<sup>1)</sup> · 류성만<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Korea Rural Community Corporation Rural Research Institute, Gyeonggi-do, 426-908, Korea

<sup>2)</sup>Chungrok Environmental Ecosystem Research Institute, Gyeonggi-do, 431-070, Korea

<sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원, <sup>2)</sup>(주)청록환경생태연구소

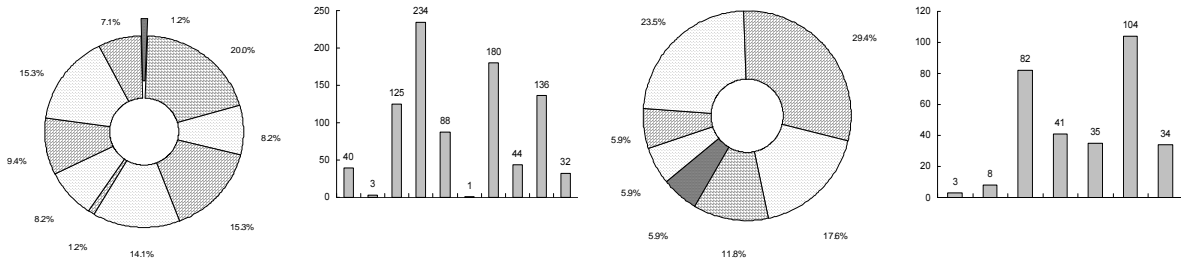
습지는 일반적인 육상환경 또는 수환경과는 달리 독특한 환경적 요소를 포함하는 생태계를 형성한다. 습지의 동물분류군 중 곤충류는 가장 많은 종을 포함하고 있다. 이러한 곤충류들도 각기 서식처에 따라 종 특이성을 보이고 있으며, 특히 식물상과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 본 조사는 인공 간척습지에 분포하는 육상곤충과 수서곤충 상을 파악하고, 이를 바탕으로 간척습지 생태계 관리 및 보전을 위한 기초조사를 목적으로 한다.

본 연구의 조사시기 및 지점은 경기도 안산시 소재에 있는 인공 습지에서 생물이 출현하는 계절적 특성을 고려하여 2012년 5월부터 10월까지 총 3회에 걸쳐 조사가 이루어졌다. 육상곤충 조사는 이동성을 고려하여 습지 전체를 대상으로 조사하였다. 한편 저서성대형무척추동물의 조사지점은 습지의 수로나 웅덩이를 중심으로 1개 지점씩 선정하여 총 4개 지점에 대해 조사하였다.

육상곤충의 채집은 일반적인 채집방법인 포충망을 이용하여 채집하였으며, 저서성대형무척추동물의 현장조사는 정량적 방법과 정성적인 방법을 병행하였다. 정량 채집된 육상곤충 및 수서곤충은 군집의 안정도를 평가하기 위하여 우점도지수, 종 다양도, 종 풍부도, 종 균등도의 4가지 항목을 산출하였다.

육상곤충에 대한 현지조사 결과 10목 45과 85종 883개체가 조사되었다. 분류군별 출현 종 수의 경우, 딱정벌레목이 17종(20.0%)으로 가장 많은 종들이 분포하는 것으로 조사되었으며, 파리목과 노린재목이 각각 13종(15.3%), 잠자리목이 12종(14.1%), 메뚜기목이 8종(9.4%) 등의 순으로 확인되었고, 분류군별 출현 개체수의 경우, 노린재목이 234개체로 가장 많은 개체가 조사되었으며, 딱정벌레목이 180개체, 파리목이 136개체 등의 순으로 확인되었다. 출현종 조성을 분석한 결과 초지 등지에 널리 분포하는 종이 우세하게 분포하는 것으로 조사되었다. 초지 등지에 널리 분포하며, 개체크기가 작고 군서하는 애긴노린재가 우점종, 말매미충이 아우점종으로 확인되었으며, 군집분석결과 안정적인 군집구조를 형성하는 것으로 분석되었다(그림 1).

저서성대형무척추동물에 대한 현지조사 결과 2문 3강 7목 14과 17종 307개체가 조사되었다. 딱정벌레목이 5종(29.4%)으로 가장 많은 종이 분포하는 것으로 조사되었으며, 잠자리목이 4종(23.5%), 노린재목이 3종(17.6%) 등의 순으로 확인되었고, 분류군별 출현개체수의 경우 노린재목이 104개체로 가장 많은 개체가 조사되었고, 십각목이 82개체 등의 순으로 확인되었다. 정수성 수계에 널리 분포하는 새뱅이가 우점종으로 확인되었으며, 섭식기능군 중 잡아먹는 무리(PR)가 12종(70.6%), Zone 1이 13종으로 가장 많은 종이 조사되었다. 수서곤충류의 경우 4목 11과 14종(82.3%) 214개체(69.7%)로 비곤충류에 비해 높은 점유율을 나타내었다(그림 2).



〈그림 1〉 분류군별 출현 종 수 비율(좌) 및 개체수 현황(우)      〈그림 2〉 분류군별 출현 종 수 비율(좌) 및 개체수 현황(우)

주제어 : 인공 습지, 습지, 육상곤충, 수서곤충, 곤충

주연구자 연락처 : E-mail, kwjkim@ekr.or.kr; Tel, 86-31-400-1834

## 전북 지역에서 생산된 복분자의 색도 및 당 함량 (Color Values and Carbohydrate Contents of *Bokbunja* Produced in Jeonbuk Area)

김효진<sup>1)\*</sup> · 김재영<sup>2)</sup> · 강대원<sup>3)</sup> · 문광현<sup>4)</sup> · 백승화<sup>5)</sup>

Hyo-Jin Kim<sup>1)\*</sup> · Jae-Young Kim<sup>2)</sup> · Dae-Won Kang<sup>3)</sup> · Kwang-Hyun Moon<sup>4)</sup> · Seung-Hwa Baek<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>전북농업기술원, <sup>2)</sup>식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

<sup>3)</sup>한얼사이언스, <sup>4)</sup>순창군청 건강장수과, <sup>5)</sup>충북도립대학교 바이오식품생명과학과

<sup>1)</sup>Jeonbuk Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>2)</sup>Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, Department of Food Safety Evaluation, National Institute of Food and Drug Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongwon 363-700, Korea

<sup>3)</sup>Hanearl Science, Seongnam 462-721, Korea

<sup>4)</sup>Department of Health and Longevity, Sunchang County Office, Sunchang 595-805, Korea

<sup>5)</sup>Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Okcheon 373-806, Korea

본 연구는 전북 지역에서 생산된 복분자를 수집하여 품질 특성에 영향을 주는 당 함량 및 색도를 비교 조사하였다. 복분자는 통계청의 재배면적 조사를 근거로 생산량이 가장 높은 3개 행정구역 내의 3개 면을 선정하여 총 9개 구역에서 수집하였다. 당 분석은 식품공전의 HPLC법, 색도 분석은 색차계(백색판; L: 92.68, a:-0.83, b:0.85)로 Hunter's의 L, a, b 값을 측정하여 지역에 따른 차이를 분석하였다.

유리당 중 glucose 및 fructose 함량은 A 지역이  $2.32 \pm 0.10\%$  및  $3.49 \pm 0.12\%$ 로 B 및 C 지역보다 유의적으로 높았으며( $p < 0.05$ ), sucrose는 검출되지 않았다. 총당 함량은 유리당과 동일하게 A 지역에서 가장 높은 경향이었다. 색도는 L 값이 20.79-21.35, a 값이 2.23-2.62, b 값이 0.86-0.99로 유의적 차이는 없었으나, A 지역이 다른 지역보다 낮음을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합하면, 전북 지역에서 생산된 복분자의 품질은 지역별로 당과 색도에서 차이가 있음을 확인하였다.

**주제어** : *Bokbunja*, Jeonbuk, Carbohydrate contents, Color values

**주연구자 연락처** : E-mail, hyojin1018@korea.kr; Tel, 82-63-290-6143

## 토양 환경 분야

PS - 01

# Assessment of Microbial Community in Paddy Soils Cultivated with *Bt* and Nakdong Rice (*Bt* 벼의 토양미생물상 영향 비교평가)

Soo-In Sohn<sup>1)\*</sup> · Tae-Hoon Ryu<sup>1)</sup> · Byung-Kwan Cho<sup>2)</sup> · Bong-Kyun Jeon<sup>3)</sup> ·  
Jeung-Won Lee<sup>3)</sup> · Kong Sik Shin<sup>1)</sup> · Hyun-Suk Cho<sup>1)</sup>  
손수인<sup>1)\*</sup> · 류태훈<sup>1)</sup> · 조병관<sup>2)</sup> · 전봉균<sup>3)</sup> · 이정원<sup>3)</sup> · 신공식<sup>1)</sup> · 조현석<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>National Academy of Agricultural Science, Suwon, 441-707, Korea

<sup>2)</sup>Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

<sup>3)</sup>Smateome Co., Ltd., Suwon, 441-100, Korea

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>2)</sup>충남대학교, <sup>3)</sup>㈜스마테움

The cultivation of genetically modified (GM) crops has increased due to their economic and agronomic advantages. Before commercialization of GM crops, however, we must assess the potential risks of GM crops on human health and environment. The aims of this study was to investigate the possible impact of *Bt* rice on the soil microbial community. Microbial communities were isolated from the rhizosphere soil cultivated with *Bt* rice and Nakdong, parental cultivar and were subjected to be analyzed using both culture-dependent and molecular methods. The total counts of bacteria, fungi, and actinomycetes in the rhizosphere of transgenic and conventional rice were not significantly different. Denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) analysis of PCR-amplified 16S rRNA genes revealed that the bacterial community structures during cultural periods were very similar each other. Analysis of dominant isolates in the rhizosphere cultivated with *Bt* and Nakdong rice showed that the dominant isolates from the soil of *Bt* rice and Nakdong belonged to the *Proteobacteria*, *Cloroflexi*, *Actinobacteria*, *Firmicutes*, and *Acidobacteria*.

These results indicate that the *Bt* rice has no significant impact on the soil microbial communities during cultivation period. Further study remains to be investigated whether the residue of *Bt* rice effect on the soil environment.

**Key words :** *Bt* rice, Soil microbial community, 16S rDNA, Pyrosequencing

**Corresponding author :** E-mail, sisohn@korea.kr; Tel,031-299-1144

## Characteristic of CH<sub>4</sub> Flux in an Upland Soil Under Different Cover Crop Management

### (녹비 작물이 시용된 밭 토양에서의 메탄 배출 특성 평가)

Cuello, J.<sup>1)\*</sup> · Kim, P.J.<sup>1), 2)</sup>

제니퍼팔마쿠엘로<sup>1)\*</sup> · 김필주<sup>1), 2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science (BK 21 Program), Graduate School, Gyeongsang National University

<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University

경상대학교응용생명과학부 (BK 21 program)

경상대학교농업생명과학연구원

In temperate countries like Korea, cover cropping is commonly adapted agricultural method to conserve the soil during the onset of winter season and after which, the produced biomass yield of winter cover crop then serves as green manure amendments for the subsequent summer crop cultivation. Soil could both serves as CH<sub>4</sub> source or sink; however, no study has been conducted about the characteristics of CH<sub>4</sub> fluxes under different cropping managements. The objective of the study was to evaluate the characteristics of CH<sub>4</sub> fluxes in an upland soil applied under different types of cover crop managements that include the winter cover crop cultivation and summer crop cultivation, respectively. A field experiment study was conducted at the Agricultural Experimental Station of Gyeongsang National University. The study has two consecutive phases viz (i) winter cover cropping (November 2011-June 2012) and (ii) summer cover cropping (June-September 2012). For winter cover cropping, barley (*Hordeum vulgare* L.) a non-leguminous crop and hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) a leguminous crops were seeded at a rate of 180 kg ha<sup>-1</sup> for barley and 90 kg ha<sup>-1</sup> for hairy vetch based from Korean RDA, recommended rate. The aboveground biomass of cover crops were then chopped finely and incorporated into the soil by a rotary cultivator at a rate of 12 tons ha<sup>-1</sup> barley and 24 tons ha<sup>-1</sup> hairy vetch. Corn (*Zea mays*) was planted as summer crop with a planting distance of 50cm x 40 cm. The treatments of the study include the control (Ct), barley amended plot (BP) and hairy vetch amended plot (HVP). During winter cover cropping, the highest CH<sub>4</sub> emission rate was obtained from BP followed by HVP and then the Ct. However, during summer cultivation, where cover crops are incorporated as green manure, a different trend was observed. The emission rate was highest in the HVP treatment followed by Ct and then BP wherein most of the CH<sub>4</sub> emission rate values were negative. Cumulative CH<sub>4</sub> flux for winter cover crop season followed the order of BP (3.4 kg ha<sup>-1</sup>) > HVP (2.1 kg ha<sup>-1</sup>) > Ct (1.8 kg ha<sup>-1</sup>) on the other hand, cumulative CH<sub>4</sub> flux for summer crop cultivation followed the order of HVP (10.5 kg ha<sup>-1</sup>) > Ct (3.7 kg ha<sup>-1</sup>) > BP (-8.8 kg ha<sup>-1</sup>). From the whole duration of the study, HVP gave the highest total CH<sub>4</sub> flux (10.5 kg ha<sup>-1</sup>) followed by Ct (3.7

kg ha<sup>-1</sup>) and then BP (-8.8 kg ha<sup>-1</sup>). For the total global warming potential (GWP) from both winter cover crop cultivation and summer crop cultivation, the contribution of HVP was 265 kg CO<sub>2</sub> kg ha<sup>-1</sup> while Ct contributed by around 51 kg CO<sub>2</sub> kg ha<sup>-1</sup>. BP on the other hand, has a value of 226 kg CO<sub>2</sub> kg ha<sup>-1</sup>, which was consumed by microbial oxidation in high proportion. In terms of corn grain yield, HVP (3.7 tons ha<sup>-1</sup>) and Ct (3.4 tons ha<sup>-1</sup>) did not significantly differ in its yield productivity; however, a significantly lower grain yield was obtained in BP (2.5 tons ha<sup>-1</sup>). The result of the study concerning CH<sub>4</sub> fluxes during winter cover crop cultivation and summer crop cultivation can be used to consider the appropriate agricultural management to be implemented in order to mitigate CH<sub>4</sub> emission, but it may also be important to consider the crop yield productivity for the following crop.

**Key words :** Winter cover cropping, Summer crop cultivation, Methane emission, Global warming potential

**Corresponding author :** pjkim@gnu.ac.kr. (Tel. 055-772-1966)

## DNDC Model을 이용한 논토양에서 간단관개에 온실가스 배출량 저감효과 평가 (Evaluation of Intermittent Irrigation Potentials for Decreasing Greenhouse Gases Emission by DNDC Model in Green Manure Amended Paddy Soil)

김길원<sup>1)\*</sup> · 모하마드 모자멜 하끄<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1), 2)</sup>

Gil Won Kim<sup>1)\*</sup> · MD. Mozammel Haque<sup>1)</sup> · Pil Joo Kim<sup>1), 2)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK 21 program), <sup>2)</sup>경상대학교 농업생명과학 연구원

<sup>1)</sup>Department of Applied Life Science (BK 21 program), Graduate School, Gyeongsang National University

<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University

우리나라에서 대표적으로 사용되는 겨울철 녹비 작물에는 보리, 호밀, 헤어리베치, 자운영 등이 있으며 녹비 작물의 재배는 겨울철 토양의 침식을 방지하며 토양의 물리성 및 화학성을 개선시키는 효과가 있으며 녹비 작물 환원 시 토양의 유기물 함량을 증진시키는 효과 있어 화학비료 대체제로 녹비 작물 시용이 추천되고 있다. 하지만 녹비 작물의 환원으로 인해 증가된 토양의 유기물 함량은 논토양의 담수 특성상 벼 재배 기간 중 메탄(CH<sub>4</sub>)의 배출량을 크게 증가시켜 온난화를 가속화시키는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라 본 연구자는 DNDC 모델을 이용하여 녹비 작물 환원 논토양에서 CH<sub>4</sub> 발생량 저감 방법에 대해서 연구를 실시하였다. 실험에 사용된 포장은 경상대학교 내에 위치하고 있으며, 녹비 작물로는 보리와 헤어리베치를 혼파하여 사용하였고 혼파 비율은 각각 75%, 25%였으며, 녹비작물의 환원 비율은 0, 25, 50, 75, 100%로 설정 하였다. DNDC 모델을 활용하여 벼 재배 기간 중 CH<sub>4</sub>을 발생량을 효과적으로 저감시키기 위한 방법으로 중간 낙수를 선택 하였다. 낙수 시기는 메탄이 가장 많이 발생하는 이앙 후 30일과 관행적으로 흔히 사용되고 있는 이앙 후 45일과 60일로 선택 하였으며, 낙수 기간은 3일, 5일, 10일로 선택 하였다. CH<sub>4</sub>의 발생량은 녹비 작물의 환원 비율에 따라 유의적으로 증가 하였으며 DNDC 모델을 이용한 예측량 역시 이와 유사한 경향을 나타내었다. DNDC 모델을 이용하여 중간 낙수를 적용한 결과 이앙 후 30일경 중간 낙수를 실시하는 것이 CH<sub>4</sub> 발생량을 저감하는데 가장 효과 적인 것으로 나타났으며 낙수 시기가 3일에서 10일로 점차 증가함에 따라 CH<sub>4</sub> 발생량은 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 하지만 낙수 기간이 증가함에 따라 아산화질소(N<sub>2</sub>O)의 발생량이 증가 하는 경향을 나타내어 온실 가스 측면에서는 적절한 낙수 기간 설정이 필요한 것으로 나타났다. 결론적으로 녹비 작물 시용 논토양에서 벼 재배 기간 중 온실 가스를 저감 하는 가장 좋은 방법은 이앙 후 30일경 5일간 중간 낙수를 실시하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 이때 벼 생육 반응 검토 및 수량도 함께 조사 되어야 할 것으로 판단된다.

주제어 : DNDC, CH<sub>4</sub>, 녹비작물 환원, 온실가스

주연구자 연락처 : 김필주 (PJKIM@GNU.AC.KR) (Tel : 055)772-1966)



## PS - 04

# Impact of Fresh and Composted Cow Manure Applications on Methane Emission in Paddy Soil During Rice Cultivation (벼 논에서 생우분과 우분퇴비의 시용이 메탄 배출에 미치는 영향)

Sang Yoon Kim<sup>1), 2)\*</sup> · Hyun Young Hwang<sup>1)</sup> · Sung Tak Jung<sup>1)</sup> · Pil Joo Kim<sup>1), 2)</sup>

김상윤<sup>1), 2)\*</sup> · 황현영<sup>1)</sup> · 정승탁<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1), 2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science (BK 21 Program), Gyeongsang National University, Jinju

<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK 21 program), <sup>2)</sup>경상대학교 농업생명과학연구원

Cattle manure has been widely used as an organic matter source to improve soil quality and crop productivity. Cattle manure application can supply easily available carbon (C), but increase methane (CH<sub>4</sub>) emission from rice paddy soil during cultivation. We hypothesized that applying composted manure which contained more stable and complex organic matter than fresh manure may effectively mitigate CH<sub>4</sub> emissions in rice paddy soil during cultivation. However, the field investigation which can compare CH<sub>4</sub> emission characteristics between fresh and composted manure applications are still limited. In order to investigate the effects of fresh and composted cow manure applications as a soil organic amendment on CH<sub>4</sub> emission, rice yield and soil chemical properties, five treatments were installed such as NPK(no manure as control), NPK+Composted cattle manure, NPK+Fresh cattle manure, NPK+Composted dairy manure, and NPK+Fresh dairy manure at a rate of 5 Mg ha<sup>-1</sup> based on dry weight, respectively, in a temperate mono-rice paddy field in 2011-2012. Total CH<sub>4</sub> flux which was investigated by the closed chamber method during rice cultivation drastically increased with fresh manure additions to ca. 255-371% over the NPK treatment (269-374 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>). However, composted manure applications significantly ( $P<0.05$ ) decreased seasonal CH<sub>4</sub> flux to ca. 57-62% over fresh manure treatments (954-1268 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>). These results indicated that the increase in the stabilization of C compounds may be attributed to decrease labile C contents in composted manure applied plots, which possibly reduce CH<sub>4</sub> emission during rice cultivation. Labile C contents in soils also showed highly positive correlation ( $P<0.05$ ) with CH<sub>4</sub> emission rates in this study. Rice productivity increased with fresh manure additions to ca. 3-22% over the NPK treatment (5.6-7.2 Mg ha<sup>-1</sup>), but more significantly improved with composted manure applications to ca. 3-25% than fresh manure treatments. As a result, the total CH<sub>4</sub> flux per grain yield which can simultaneously compare both grain yield and greenhouse gas impact in the field studies, significantly increased with fresh manure applications (148-172 g CH<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> grain), but were not significantly different between the NPK treatment (38-67 g CH<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> grain) and composted manure treatments (47-68 g CH<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> grain). Our finding suggested that composted manure application could be a promising way to mitigate CH<sub>4</sub> emission and to improve rice productivity in mono-rice cultivation systems.

**Key words :** Cattle manure, CH<sub>4</sub> emission, Composted manure, Labile C, Paddy soil, Rice cultivation

**Corresponding author :** E-mail, pjkim@gnu.ac.kr; Tel, 82-55-772-1966

## Individual Contributions of Soil and Rice Plant on CH<sub>4</sub> Emission During Rice Cultivation in Green Manure-Amended Paddy Soil (녹비를 사용한 벼논에서 토양과 벼를 통한 메탄 배출 특성 및 기여도 평가)

MD. Mozammel Haque<sup>1)\*</sup> · Sang Yoon Kim<sup>1)</sup> · Tatoba R. Weghmode<sup>1)</sup> · PilJoo Kim<sup>1), 2)</sup>  
모하마드모자멜하끄<sup>1)\*</sup> · 김상윤<sup>1)</sup> · 타토바 R. 와그모드<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1), 2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science (BK 21 Program), Graduate School, Gyeongsang National University  
경상대학교응용생명과학부 (BK 21 program)

<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University  
경상대학교농업생명과학연구원

Many researchers have documented that rice-mediated transport is the major pathway potentially accounting for more than 90% of the total CH<sub>4</sub> emitted from soils over the growing season. However, characterization of the individual CH<sub>4</sub> transport like ebullition as gas bubbles and rice plant has not been well elucidated in green-manure amended mono-rice paddy soil. A mixture of barley (75% of the recommended dose, RD), and hairy vetch (hereafter, vetch, 25% of the RD) seeds were broadcasted after riceharvesting in the experimental farm of Gyeongsang National University (36° 50' N and 128° 26' E), Jinju, South Korea, and the above-ground biomass (34-36 Mg ha<sup>-1</sup> with 67-69 % moisture content) were harvested before rice transplanting in 2011 and 2012. The fresh biomass was chopped in a 5-10 cm length and incorporated with different ratios (0-100%) one week before ricetransplanting under the same chemical fertilization (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O= 90-45-58 kg ha<sup>-1</sup>). The combination of cover crop biomass was applied at the rate of 0, 9, 18, 27 and 36 Mg ha<sup>-1</sup> on fresh weight basis to investigate their effect on CH<sub>4</sub> emission through direct ebullition from the soil and rice-mediated transport during rice cultivation. With increasing biomass application, the plant-mediated CH<sub>4</sub> transport sharply increased until the vegetative stage of the plant, while CH<sub>4</sub> emission through direct ebullition from soil was higher at the reproductive stage of the plant than plant-mediated transportation. Our result predicts that ca. 9 and 91% of CH<sub>4</sub> emitted through plant-mediated transport and direct ebullition, respectively in paddy soil applied with green manure applications. Incorporation of cover crop biomass at 9 Mg ha<sup>-1</sup> was optimum for the reduction of CH<sub>4</sub> emissions in soil and its increased application can significantly increases CH<sub>4</sub> emission during rice cultivation.

**Key words** : Cover crop, Rice plant, Rice paddy soil, Methane emission

**Corresponding author** : pjkim@gnu.ac.kr (Tel: 055-772-5466)

## PS - 06

# Uptake of Arsenic and Cadmium by *Raphanus sativus* in the Presence of Organic Amendments and Red Soil

## (유기개량제 및 황토처리에 따른 알타리무의 비소와 카드뮴의 흡수)

Anitha Kunhikrishnan<sup>\*</sup> · Won-Il Kim · Woo-Ri Go · Jeong-Mi Lee ·

Ji-Young Kim · Ji-Hyuck Yoo · Doo-Ho Kim

Anitha Kunhikrishnan<sup>\*</sup> · 김원일 · 고우리 · 이정미 · 김지영 · 류지혁 · 김두호

Chemical Safety Division, Department of Agro-Food Safety, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Republic of Korea

농촌진흥청 국립농업과학원 화학물질안전과

Agricultural soils contaminated by arsenic (As) and cadmium (Cd) have become an important issue as a result of industrial activities in the vicinity of agricultural areas, excessive application of contaminated fertilizers and manures, and irrigation with metal(loid)s-contaminated water. This study investigated the effect of organic amendments (vermicompost (VC), and hairy vetch (HV) and sesame meal biochars (SS BCs)) and red soil (RS-2% and 4%) on the availability of As and Cd in radish (*Raphanus sativus*) in a highly and medium contaminated As soil. A highly As-contaminated (HA) soil (1341.54 mg As kg<sup>-1</sup>, 2.99 mg Cd kg<sup>-1</sup>, pH 6.85) and a medium As-contaminated (MA) soil (112.45 mg As kg<sup>-1</sup>, 1.98 mg Cd kg<sup>-1</sup>, pH 7.66) was incubated for a week in the presence of RS and other organic amendments and used for pot experiment. The results indicated that HV BC and 2% RS decreased total As and Cd significantly in HA soil, whereas in MA soil, As uptake was reduced significantly by HV and SS BCs, and VC. Cadmium uptake in MA soil was not reduced significantly by any amendments and also RS (2 and 4%) increased the As and Cd uptake compared to the control in MA soil. Total As and Cd uptake in VC was higher than the control in HA soil, whereas it decreased in the MA soil. The dry matter content decreased in HA soil in the presence of all the amendments, while in MA soil only 4% RS increased the dry matter. The bioconcentration factor (BCF) values for Cd and As in HA and MA controls were 7.5 and 0.4, and 0.34 and 0.13, respectively. The BCF values decreased in amended HA As and Cd soils compared to control and the lowest value was observed in HV BC soil whereas, it increased in MA Cd soils. In MA As soil, the values decreased in BC treatments and increased in others. Although the amendments reduced the BCF values compared to control, the translocation factor (TF) values were >1 in HA As and Cd soils which shows that the bioavailability and translocation of As and Cd from root to shoot was enhanced. The TF value was >1 in MA As control and 4% RS soils and <1 for others with significant decrease observed in BCs-treated soils. In MA Cd soil, the amendments have only slightly decreased the transfer of Cd from root to shoot compared to control. The results obtained varied widely between the soils, elements and the treatments. This study suggests that radish in the absence of amendments could be used for phytostabilisation of Cd in HA soil and for phytoextraction of As and Cd in MA soils. In the case of amendments, only BCs offer some promising results in the remediation of medium As-and Cd-contaminated soils. However, a field experiment is required to confirm the results obtained from the glass house study to carefully understand the behavior of amendments in the presence of As and Cd.

**Key words** : Arsenic, Cadmium, Radish, Organic amendments

**Corresponding author** : wikim721@korea.kr (031-290-0527)

## 농산물과 토양에 대한 Perchlorate 함량 및 생물농축계수 산출 (BioConcentration Factor (BCF) of Perchlorate from Agricultural Soil to Agricultural Products)

김민지<sup>1), 2)\*</sup> · 김지영<sup>1)</sup> · 김원일<sup>1)</sup> · 김경진<sup>1)</sup> · 노현명<sup>1), 2)</sup> · 김두호<sup>1)</sup> · 박기문<sup>2)</sup>

Min-Ji Kim<sup>1), 2)\*</sup> · Ji-Young Kim<sup>1)</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup> · Gyeong-Jin Kim<sup>1)</sup> ·

Hyun-Myung Noh<sup>1), 2)</sup> · Doo-Ho Kim<sup>1)</sup> · Ki-Moon Park<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>국립농업과학원 화학물질안전과, <sup>2)</sup>성균관대학교 식품생명공학과

<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, National Academy of Agricultural Sciences, RDA

<sup>2)</sup>Department of Food Science & Biotechnology, Sungkyunkwan University

염소산화물의 일종인 Perchlorate는 물에 쉽게 용해되고 화학적으로 안정하여 쉽게 분해되지 않는 성질을 가지고 있어 토양, 지하수, 지표수 등을 오염시킨다. Perchlorate에 오염된 토양이나 물을 농업용으로 사용하게 되면 농산물 또한 Perchlorate에 오염된다고 보고되고 있다. Perchlorate에 오염된 농산물을 섭취함으로써 인체도 Perchlorate에 노출되게 되는데 인체가 Perchlorate에 노출되면 갑상선 기능저하 및 영유아에게는 성장발달에 영향을 끼치는 등 위해성의 범위가 매우 크다. 이러한 연구결과를 토대로 국내에서 재배하고 있는 농산물과 토양에 대한 Perchlorate의 함량 및 생물농축계수를 산정하기 위해 본 연구를 실시하였다. 시료채취는 전국 각 생산지에서 농산물 및 토양을 함께 수거하였으며 조사 대상 시료는 곡류 3종(쌀, 보리, 옥수수), 채소류 7종(콩류, 상추, 호박, 상추, 깻잎, 부추, 토마토), 과일류 3종(사과, 배, 감귤)으로 선정 하였다. 농산물의 분석은 시료의 수분함량에 따라 저수분 시료는 1% 아세트산과 아세토니트릴로 추출하였고 고수분 시료의 경우에는 1% 아세트산으로 추출하였다. 추출한 시료는 원심분리 후 카트리지를 이용해 정제를 거친 후 여과하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 토양시료는 증류수를 이용해 24시간 추출하여 원심분리 후 여과하여 LC-MS/MS로 분석하였다. 확립된 분석방법에 대한 유효성 검증 결과 회수율은 87.72~111.26%로 나타났으며, 재현성 및 반복성은 RSD 1.67~5.33%로 나타났다. 농산물과 토양에 대한 Perchlorate함량 분석결과를 토대로 생물농축계수를 산정하였으며, 생물농축계수(BCF: BioConcentration Factor)의 산정은  $C_p(\text{농작물 내 Perchlorate 농도, DW mg/kg}) / C_s(\text{토양 내 Perchlorate 농도, mg/kg})$ 로 계산하였다. 농산물 함량은 채소류 0.52~23.06  $\mu\text{g/kg}$ , 곡류 0.19~7.46  $\mu\text{g/kg}$ , 과일류 0.19~21.42  $\mu\text{g/kg}$ 으로 나타났으며, 토양 함량은 채소류 0.34~12.60  $\mu\text{g/kg}$ , 곡류 N.D~16.13  $\mu\text{g/kg}$ , 과일류 0.82~1.25  $\mu\text{g/kg}$ 로 나타났다. 생물농축계수는 깻잎>귤>옥수수>시금치>부추>상추 순으로 나타났으며 채소류에서 전이율이 높은 것으로 나타났다.

**Key words** : Perchlorate, BioConcentration Factor

**Corresponding author** : Ji-Young Kim E-mail jkim98@korea.kr ; Tel, 031-290-0530

## PS - 08

## 농업부문 바이오매스 잠재발생량 및 에너지 잠재량과 지역별 분포 특성 (Investigation for Regional Distribution of Potential Biomass Generation and Energy in the Agricultural Sector)

박우균\* · 신중두 · 이선일 · 권순익 · 소규호

Woo-Kyun Park\* · Joung-Du Shin · Sun-Il Lee · Soon-Ik Kwon · Kyu-Ho So

농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과

Department of Climate Change and AgroEcology, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

농촌지역의 농업부산물 발생량을 추정하는 방법은 단위 재배 면적당 생산되는 부산물 발생 비율로 구하는 방법과 단위 재배 면적당 곡물 생산량에 대한 부산물량의 비율로 구하는 방법이 있다. 그러나 단위 면적당 부산물 발생비율을 이용하여 추정하는 방법은 각종 주변 환경변화에 따라 곡물 생산량 및 바이오매스 생산량에 차이가 발생할 수도 있다. 따라서 작물의 품종, 비배관리, 기상 등 환경에 영향을 최소화하면서 바이오매스 잠재발생량을 추정할 수 있는 바이오매스 환산계수를 산정하고 이를 적용하여 바이오매스 잠재 발생량을 추정코자 하였다.

농업부산물의 바이오매스 발생량은 실제 조사를 통해 산출하는 것이 바람직하지만, 현실적으로 전수조사가 불가능하기 때문에 작물통계자료를 활용하는 방법을 선택하였다. 이들 방법 중 작물 재배면적을 이용한 방법보다 곡물 생산량과 바이오매스 비율을 이용한 농업부산물 바이오매스 산정이 적절할 것으로 판단된다. 바이오매스 환산계수는 최근 5년간 농작물 단위면적당 곡물생산량의 평균값과 농업부산물의 단위 면적당 바이오매스 발생량으로 산출하고 이를 근거로 바이오매스 잠재발생량을 추정하였다.

또한 바이오매스 에너지 잠재량을 추정하기 위해서 주요 농업부산물의 에너지원단위를 산정하였는데, 이는 바이오매스의 발열량을 분석하고 단위중량으로 열량 환산계수를 결정하였다. 초본류는 벼 등 17작물을 대상으로 21종에 대하여 에너지 원단위를 산정하였는데, 바이오매스 발열량 kg당 약 3,800~4,500 kcal 범위를 보였다. 주요 농업부산물의 바이오매스 에너지 잠재량은 바이오매스 잠재 발생량에 에너지 원단위를 곱하여 산출하였으며, 에너지 원단위는 에너지 잠재량을 계산할 때 필요한 단위중량당 에너지량 ( $\text{kcal kg}^{-1}$ )을 계수로 산정한 값으로 사용하였다. 주요 농업부산물의 에너지 잠재량은 연간 벧짚이 2,564천 TOE로 가장 높게 나타났으나, 벧짚 및 왕겨는 다른 바이오매스에 비해 이용률이 높아 에너지 전환으로 사용 할 수 있는 가능량은 적을 것으로 판단된다. 기타 농부산물의 에너지 잠재량은 고추대(줄기)가 연간 431천 TOE, 사과 전정가지 274천 TOE, 고구마 줄기 115천 TOE, 콩대 54천 TOE에 해당되는 양이었다.

농촌지역에서 발생하는 대표적인 바이오매스 자원은 벧짚을 꼽을 수 있는데, 전국적인 발생 분포는 충남, 전북, 전남이 발생밀도가 높았다. 고추대는 전남, 경남이 사과 전정가지는 경북에서 높은 밀도를 보였으나 벧짚을 제외한 기타 바이오매스 발생량은 충북, 전남, 경북, 경남이 높게 나타났다.

농업부문 바이오매스 자원의 잠재에너지 부존량은 바이오매스 자원 잠재발생량과 같은 경향을 보이고 있는데, 벧짚의 에너지 잠재량 전국적 분포는 충남, 전북, 전남이 발생밀도가 높게 나타났다. 고추대는 경남이 사과 전정가지는 충북, 경북에서 높은 밀도를 보여주었고 기타 바이오매스 자원의 에너지 잠재량은 전남, 경북, 경남이 높게 나타났다. 바이오매스 자원 잠재 발생량과 에너지 잠재량 분포의 차이는 밀도 범위 설정에 따른 차이로 보여 진다.

주제어 : 바이오매스, 농산부산물, 바이오매스 환산계수, 바이오매스 에너지 잠재량

주연구자 연락처 : E-mail, sunrise7000@korea.kr; Tel, 031-290-0239()

## 당근연작재배지에서 녹비작물이 토양의 화학성에 미치는 영향 (Effect of Green Manure Crop on Soil Chemical Property in Carrot Continuous Cropping Cultivation)

김성현<sup>1)\*</sup> · 박종환<sup>1)</sup> · 서동철<sup>2)</sup> · 조주식<sup>2)</sup> · 허종수<sup>1)</sup>

Seong-Heon Kim<sup>1)\*</sup> · Jong-Hwan Park<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>2)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)&농업생명과학원.

<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경과학부.

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science(BK21 Program)&Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life and Environmental Sciences, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea

일반적인 시설재배환경에서는 과다한 시비조건 하에서 3-4년 정도 특정작물을 연작하게 되면 염류장해와 토양병해가 발생하여 생산물의 품질과 수량도 떨어진다. 이러한 시설재배토양을 개량하기 위하여 객토, 심경, 관수, 제염작물 재배 등의 기술을 이용하고 있으나, 시설재배를 장기간 지속시키기 위해 활용되는 이러한 다양한 방법들에는 여러 가지 제약조건들이 따르며 효과도 미미하다. 이에 본 연구는 녹비작물이 시설하우스 당근연작재배지에 미치는 영향에 대한 기반연구로서 관행 처리와 녹비작물 처리에 따른 토양의 화학적 특성을 조사하였다. 관행 처리의 경우 농촌진흥청 작물별 시비처방기준에 의하여 N : P : K = 20 : 9.6 : 12.2 kg 10a<sup>-1</sup>을 기준으로 처리하였으며, 녹비작물 처리구는 크로타라리아와 수단글라스를 처리하였다. 각 처리구별 작부체계는 2012년 5월에 당근을 수확하고 다른 처리 없이 11월에 당근을 파종하였으며, 5월에 당근을 수확하였다. 녹비처리구의 경우는 2012년 5월에 당근을 수확하고 녹비작물을 파종하였으며, 10월 말경에 녹비작물을 토양에 환원 하고 11월에 당근을 파종하여 5월에 수확하였으며, 각 처리조건에서 2012년 당근 수확 후 토양과 2013년 당근 수확 후 토양의 화학적 특성을 비교하였다. 각 처리구별 pH는 공시토양과 6.42-6.63의 범위로 별 다른 차이 없이 비슷한 경향이었으며, EC는 공시토양의 경우 3.02 dS m<sup>-1</sup>에 비해 크로타라리아 및 수단글라스 처리구는 2.84 dS m<sup>-1</sup> 및 2.74 dS m<sup>-1</sup>로 감소하는 경향이었으나, 관행 처리구의 경우 3.14 dS m<sup>-1</sup>로 약간 증가하는 경향이였다. 각 처리구별 질소의 함량은 관행처리구 (1.94 g kg<sup>-1</sup>) ≥ 공시토양 (1.89 g kg<sup>-1</sup>) ≥ 수단글라스 (1.86 g kg<sup>-1</sup>) ≥ 크로타라리아 (1.84 g kg<sup>-1</sup>) 순으로 관행 처리구는 공시토양에 비해 증가하는 경향이었고, 녹비작물 처리구는 감소하는 경향이였다. 각 처리구별 유효인산의 함량은 공시토양은 2,127 mg kg<sup>-1</sup>에 비해 녹비작물 처리구인 크로타라리아는 2,012 mg kg<sup>-1</sup>, 수단글라스는 1,994 mg kg<sup>-1</sup>로 감소하는 경향이였으나, 관행처리구의 경우는 2,288 mg kg<sup>-1</sup>로 증가하는 경향이였다. 이상의 결과를 미루어 볼 때, 당근연작재배지에서 녹비작물의 이용은 토양염류를 감소시킴에 따라 장해율이 감소되고, 그에 따른 당근 생산성이 향상 될 것으로 판단된다.

**주제어** : 수단글라스, 연작재배, 염류장해, 크로타라리아

**주연구자 연락처** : 주연구자 연락처: E-mail, jsheo@gnu.ac.kr, Tel, +82-55-772-1963

## PS - 10

# **돈분의 화학성이 담수 토양 내 메탄 생성 잠재력에 미치는 영향** **(Effect of Chemical Properties of Swine Manures as an Organic Amendment on CH<sub>4</sub> Production Potential Under the Flooded Soil)**

정승탁<sup>1)\*</sup> · 김길원<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1), 2)</sup>Seung-Tak Jeong<sup>1)\*</sup> · Gil-Won Kim<sup>1)</sup> · Pil-Joo Kim<sup>1), 2)</sup><sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부, <sup>2)</sup>경상대학교 농업생명과학 연구원<sup>1)</sup>Department of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University

축분은 토양의 유기물 공급과 작물의 생산성을 향상시키기 위해 농경지에 유기물원으로 널리 사용되고 있다. 반면, 토양 내 투입된 축분은 논토양과 같은 혐기적 조건에서 주요 온실가스인 메탄(CH<sub>4</sub>)을 발생시키는 것으로 알려져 있다. 메탄의 발생은 주로 유기물의 조성과 함량 등과 같은 화학적 특성에 크게 영향을 받는 것으로 보고되어 있다. 특히, 가축의 사육관리 방법에 따라서 축분 내 화학성은 큰 차이를 나타내는 것으로 보고되었으며, 가축분이 농경지로 투입될 경우 메탄 발생량 또한 큰 차이가 날 것으로 판단된다. 하지만 대부분의 연구는 사육관리에 따른 가축분의 화학성 변화에만 국한되어 있으며, 메탄 발생에 미치는 영향성에 대한 평가는 아주 미흡한 실정이다. 사육관리에 따른 돈분의 유기물 조성 및 화학성 차이가 담수 토양에서 메탄 생성에 미치는 영향을 알아보기 위해 사육관리가 서로 다른 임신돈, 포유돈, 육성돈, 유기농 돈분을 선발하여 이들의 화학성 및 전체 무기화탄소(CH<sub>4</sub>-C+CO<sub>2</sub>-C) 중 생성된 메탄(CH<sub>4</sub>-C)의 비율인 메탄 생성 잠재력(CH<sub>4</sub> production potential)을 분석하였다. 각 돈분 별 담수 토양 내 메탄 생성 잠재력을 조사하기 위해 건토 20g에 돈분을 건중기준으로 0.2g씩 동량을 가하여 30℃에서 암조건으로 2주간 배양실험을 실시하여 CH<sub>4</sub>와 CO<sub>2</sub>를 정량 분석 하였고, 유기물 조성 및 화학성을 알아보기 위해 각 돈분의 organic labile carbon 및 화학성을 분석하였다. 그 결과 메탄 생성 잠재력은 육성(51.0), 포유(50.3), 임신(40.5) 돈분에 비해 유기농(26.1) 돈분이 14.4 이상 낮았으며, CWEC(cold water extractable carbon), HWEC(hot water extractable carbon) 함량 또한 포유(129, 169 g kg<sup>-1</sup>), 육성(117, 156 g kg<sup>-1</sup>), 임신(81, 121 g kg<sup>-1</sup>) 돈분에 비해 유기농(44, 75 g kg<sup>-1</sup>) 돈분에서 매우 낮았다. 중금속 중 Al과 Fe 함량은 관행 돈분에 비해 유기농 돈분이 더 높았으며, Cu와 Zn 함량은 유기농 돈분에서 현저히 낮게 나왔다. 돈분의 메탄 생성 잠재력과 돈분의 화학적 특성 및 organic labile carbon 함량과의 상관관계를 분석해본 결과, CWEC(0.864<sup>\*\*\*</sup>) 및 HWEC(0.867<sup>\*\*\*</sup>)에서 메탄 생성량과 매우 높은 정의 상관관계를 보였다. 메탄 생성균의 효소(methyl-coenzyme M reductase) 보조인자인 Ni함량과 CH<sub>4</sub> production potential의 상관관계는 확인되지 않았으며, 메탄 산화균의 효소(methane monooxygenase) 보조인자인 Cu, Fe 함량 역시 CH<sub>4</sub> oxidation potential과의 상관관계는 확인되지 않아, 이들이 메탄 배출에 미치는 영향은 작은 것으로 판단되었다. 결론적으로 축분 시용 토양에서 메탄 발생량의 결정은 organic labile carbon에 가장 많은 영향을 받는 것으로 평가되었다.

주제어 : 돈분, 사육관리, 메탄(CH<sub>4</sub>), Organic labile carbon

주연구자 연락처 : 김필주 (PJKIM@GNU.AC.KR) (Tel : 055)772-1966)

## 미래 기후 변화에 의한 임하댐 유역 토양유실량 변화 (Evaluation of Soil Erosion Change According to Future Climate Change at Imha Watershed)

장춘화<sup>1)\*</sup> · 성윤수<sup>1)</sup> · 이동준<sup>1)</sup> · 임경재<sup>1)</sup>

Chunhwa Jang<sup>1)\*</sup> · Yoonsu Sung<sup>1)</sup> · Dong Jun Lee<sup>1)</sup> · Kyoung Jae Lim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>강원대학교 농업생명과학대학

<sup>1)</sup>College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

기후 변화란 현재의 기후가 자연적인 요인과 인위적인 요인에 의하여 점차 변화하는 것을 뜻하나, 고도로 도시화가 이루어진 현재는 자연적인 요인에 의한 변화 보다는 인위적인 요인인 인간 활동에 의해 발생하는 변화를 주로 말한다. 기후변화에 영향을 미치는 인위적인 요인에는 화석연료 과다 사용에 의해 발생한 온실기체에 따른 대기조성변화, 도시, 산업 발달에 따른 토지이용변화 등이 있다. 이러한 기후변화는 도시, 산업 개발이 계속됨에 따라 지속적으로 이루어지고 있으며, 기후변화에 따른 토양유실량 변화 또한 지속적으로 변동될 것으로 전망한다. 현재 우리나라는 자원으로써의 토양 보전을 위해 다양한 정책들이 실시되고 있으나 기후변화에 대비한 정책 수립과 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기후변화센터(CCIC)에서 제공하는 SRES A1B 시나리오의 한반도 자료를 이용하였으며, 편이보정을 통해 미래의 기상자료를 현재 기상자료에 적용할 수 있도록 보정하여 사용하였다. 미래 기후 자료는 2020세기(2015년~2025년), 2040세기(2035년~2045년), 2060세기(2055년~2065년), 2080세기(2075년~2085년)의 강우자료를 이용하여 토양유실량 평가를 위한 USLE R factor를 산정을 위해 사용하였다. 본 연구의 대상지역은 토양유실에 따른 탁수문제가 다년간 지속되고 있는 낙동강 수계에 위치한 임하댐 유역이며, 토양유실량 산정을 위해서 USLE 방법을 사용하였다. 2020세기, 2040세기, 2060세기, 2080세기 미래 기후변화에 따른 토양유실량 변화를 비교 분석하고 수 년 간의 현장조사를 통해 제시한 평균 토양유실량과의 비교를 통하여 미래 기후 변화가 임하댐 토양유실량에 미치는 영향을 평가하였다. 본 연구를 통하여 미래 기후변화에 따른 토양유실량의 변동성을 파악할 수 있으며, 미래 기후변화에 따른 정책 및 기준 수립이 필요함을 전망할 수 있다.

**주제어 :** 기후변화, 토양유실량, 임하댐, USLE, SRES A1B

**주연구자 연락처 :** E-mail, jch891030@hanmail.net; Tel, 82-033-241-6468



## PS - 12

# **바이오에너지 작물을 이용한 중금속 오염 농경지의 식물복원 연구** **(Research of Phytoremediation Using the Bio-Energy Crops in Heavy Metal Contaminated Soil)**

고우리<sup>1), 2)\*</sup> · 김원일<sup>1)</sup> · 이정미<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · 김지영<sup>1)</sup> · 류지혁<sup>1)</sup> · 김두호<sup>1)</sup> · 김계훈<sup>2)</sup>

Woo-Ri Go<sup>1), 2)\*</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup> · Jeong-Mi Lee<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> ·

Ji-Young Kim<sup>1)</sup> · Ji-Hyock Yoo<sup>1)</sup> · Doo-Ho Kim<sup>1)</sup> · Kye-Hoon Kim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 화학물질안전과, <sup>2)</sup>서울시립대학교 환경원예학과

<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>2)</sup>Department of Environmental Horticulture, The University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

중금속 오염지는 보통 단일 중금속으로 오염된 것이 아니라 복합적으로 오염되어 있다. 그렇기 때문에 비소, 아연, 카드뮴, 구리 등의 복합오염에 대한 축적 능을 확인하기 위한 흡수양상과 현장 적용에 대한 연구가 수행되어야 한다. 이에 본 연구는 중금속 오염 농경지 M포장, T포장 두지역과 대조군 S포장에서 해바라기, 옥수수, 수수, 돼지감자 재배시험을 통해 바이오에너지 작물의 식물복원 가능성에 대한 연구를 진행하였다. 시험에 사용된 두지역의 중금속 함량은 우리나라 토양환경보전법에서 제시하는 농경지 토양오염 우려기준에 비소함량이 M포장은 4배, T포장은 54배 수준으로 매우 높으며 M포장의 경우 카드뮴 함량, T포장은 납의 함량이 우려기준을 초과하는 오염지이다. 작물 파종 후 8~10주 후 생육조사를 하였고, 12~14주 후 시료를 채취하여 60℃에서 건조시킨 후 분석시료로 사용하였다. 농경지의 중금속 농도차이에 따른 지역별 생육의 차이가 확인되었으며 특히 비소함량이 높은 T포장에서 M포장과 S포장에 비해 초기생육이 저하되었고, 수량이 감소함을 보였다. 또한 토양의 중금속 농도가 높을수록 생체 중 중금속 농도가 높게 나타났으며 비소, 카드뮴, 납, 아연 등의 농도가 S포장과 M포장에 비해 T포장에서 크게 높게 나타났다. 생물체량을 고려한 총 흡수량도 T포장에서의 함량이 높은 경향이었으나 작물별로 다소 차이를 보였다. 따라서 작물의 중금속 흡수량이 토양의 중금속 오염에 대한 식물정화 종으로 선정하기에는 기준에 미치지 못하는 것으로 생각된다. 그러나 최근 중금속 오염 농경지에서 생산되는 농산물이 중금속 허용기준을 초과하고 있으며 이에 따른 휴경 등 지속적으로 사회 문제를 발생하고 있는 점을 고려해야 한다. 또한 국제 곡물 가격 상승과 더불어 화석연료의 고갈에 따른 바이오에너지 생산에 국가적 관심이 증대되고 있어 에너지 원료작물을 생산하여 경제적 효과와 더불어 복원 농경지의 사용에 따른 지속 가능한 농업 생산성을 유지하고, 생태관광산업의 유치 등 농가소득증대가 예상되는 적극적인 중금속 오염 농경지 개량방법으로 사료된다.

**Key words** : Heavy metals, Bio-energy crop, Phytoremediation, Soil contamination

**Corresponding author** : wikim721@korea.kr (031-290-0527)

## 블루베리 친환경재배 토양표면관리를 위한 솔잎멀칭에 의한 잡초억제효과와 근권토양 환경에 미치는 영향

### (Effects of Rhizosphere Soil Environment and Weed Control by Soil Mulching of Pine Needles for Soil Surface Management in Blueberry Eco-Friendly Cultivation)

안인<sup>1)\*</sup> · 김삼현<sup>1)</sup> · 맹운영<sup>1)</sup> · 이인애<sup>1)</sup> · 이종진<sup>2)</sup>

In Ahn<sup>1)</sup> · Sam-Hyun Kim<sup>1)</sup> · Woon-Young Maeng<sup>1)</sup> · In-Eae Lee<sup>1)</sup> · Jong-Jin Lee<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(사)한국친환경농자재협회, <sup>2)</sup>(주)판코리아 연구소

<sup>1)</sup>Korea Eco-Friendly Agromaterials Association, Seoul 137-942, Korea

<sup>2)</sup>Pharmaceuticals Agro Nutriceuticals Korea, Daejeon 305-335, Korea

블루베리 친환경재배시 멀칭을 하지 않고 노지로 방치할 경우 강우에 의한 토양 침식으로 인해 천근성인 블루베리의 뿌리가 노출되거나 잡초 번무에 의한 양·수분의 경합, 토양건조로 생육이 불량해 지는 등의 문제점을 해소하기 위해 지표면에 벼짚, 왕겨, 파쇄목, 톱밥, 피트모스, 메밀껍데기, 나뭇잎 등의 유기물을 멀칭하는 재배농가가 늘고 있다. 그러나 벼짚, 왕겨는 잡초종자 혼입 우려와 화재 위험성이 있고, 톱밥은 분해되면서 질소성분을 흡착하는 성질이 있으며, 피트모스는 토양표면을 딱딱하게 하기 쉬워 수분통과가 어려워지며, 파쇄목과 메밀껍질 및 피트모스는 비교적 가격이 비싼 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 블루베리 식재 골사이를 친환경부직포 피복과 동시, 주변 야산에서 쉽게 채취할 수 있는 소나무 낙엽인 솔잎을 이용하여 멀칭재배를 한 전북 무주군 및 옥천군 2군데 유기재배 농가포장과 멀칭하지 않은 무주군 및 옥천군 유기재배농가포장의 잡초 발생 억제효과[(1-멀칭구의 잡초총건물중/무멀칭구의 총 건물중)× 100]와 블루베리가 식재된 표토 5cm를 제외한 근권토양을 채취하여 토양 pH와 유기물 함량을 비교분석 하였다.



블루베리 솔잎멀칭에 의한 잡초억제 효과를 조사한 결과 블루베리 품종에 상관없이 발생초종은 바랭이, 개망초, 쇠비름, 참비름, 방동산이, 명아주, 쑥, 냉이, 닭의장풀, 개여뀌, 씀바귀, 깨풀, 개여뀌 등이 발생되었던 바, 바랭이가 가장 우점이었고, 그 다음으로 개망초, 쇠비름, 명아주, 방동산이가 많이 발생되었으며, 그 밖에 쑥, 닭의장풀, 냉이, 개여뀌 등이 소량 발생되었다. 솔잎 멀칭구는 1.7/m<sup>2</sup>이 발생되어 무 멀칭구 85.0/m<sup>2</sup> 대비 방제가 98%의 우수한 잡초억제 효과를 나타내었다. 한편 솔잎멀칭이 근권토양 환경에 미치는 영향을 규명하기 위해 솔잎 멀칭포장과 비멀칭 포장의 블루베리 재배지 근권토양을 채취 유기물 함량을 비교분석한 결과, 옥천지역은 솔잎멀칭포장이 2.98%, 비멀칭 포장은 3.01로 차이가 없었고, 무주지역은 솔잎멀칭포장은 1.3%, 비멀칭포장은 1.6%로서 큰 차이는 아니지만 오히려 비멀칭포장에서 유기물 함량이 약간 높은 것으로 나타나 유기물 보충효과는 인정할 수 없었으나,

블루베리 솔잎멀칭구 5cm 부근의 토양을 조사한 결과 모든 멀칭구에서 잡초억제의 부수적 효과로서 배수, 보수성, 통기성 등 토양보습 개선효과는 양호한 것으로 나타났다. 따라서 블루베리 친환경재배시 식재 골 사이를 친환경 부직포로 피복하고 블루베리 나무주변을 솔잎멀칭할 경우 잡초억제 및 보습효과 등 여러 장점이 있어 어느 멀칭재료보다도 블루베리 토양표면관리를 위한 효율적인 멀칭재배 수단으로 판단된다.

주제어 : 블루베리 친환경재배, 잡초억제효과, 솔잎멀칭, 토양PH, 유기물함량

주연구자 연락처 : E-mail, ahn5046@hanmail.net; Tel, 82-011-9888-6179

〈표 1〉 블루베리 솔잎멀칭에 의한 잡초억제 효과

구분	발생초종	발생량(D.W)	발생사진
멀칭	바랭이, 참비름 등	1.7/m <sup>2</sup>	
무멀칭	바랭이, 개당초, 쇠비름, 방동산이, 명아주, 쑥, 냉이, 참비름, 닭의장풀, 개여뀌, 쑥바귀, 깨풀, 개여뀌 등	85.0/m <sup>2</sup>	

〈표 2〉 블루베리 솔잎멀칭에 의한 근권토양 환경에 미치는 영향 조사를 위한 토양분석

구분	처리구	토양분석	
		pH(1:5, w/w)	OM(%)
무주군 (솔잎멀칭)	A	4.62	1.15
	B	4.96	0.87
무주군 (무멀칭)	A	4.63	1.61
	B	4.80	1.57
옥천군 (멀칭)	A	5.14	2.79
	B	5.23	3.10
옥천군 (무멀칭)	A	6.42	3.29
	B	6.55	2.71

## 새만금 간척지구의 토양 중금속 함량 (Distribution of Contents of Heavy Metals in Saemangeum Area)

최선우 · 김갑철 · 안병구 · 고도영 · 정성수 · 고연실

Seon-wu Choi · Kab-Cheol Kim · Byung-Koo Ahn · Do-young Ko · Seong-soo Cheong · Yuen-sil Ko

전라북도농업기술원

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, Korea

새만금 간척지는 새로운 농업용지 확보를 위하여 개간되고 있으며, 본 시험은 간척지 농업용지에서 생산될 농산물의 안정성을 평가하기 위하여 수행되었다. 중금속조사는 전라북 도내에 위치한 새만금간척지의 99지점을 선정하여 2009년 4-5월, 9-10월에 표토(0-20cm)와 심토(20-40cm)로 나눠 시료를 채취하여 Cr, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, As, Hg 8개 항목을 토양공정시험법에 따라 분석하였다. 중금속성분은 Cr 0.75, Cd 0.012, Pb 3.75, Cu 1.36, Ni 9.19, Zn 34.03, As 0.49, Hg 0.048mg/kg 으로 환경부의 토양오염 우려기준(1지역 등급) 이하로 중금속에 안전한 것으로 분석되었다. 기준 초과 성분은 모두 지점에 나타나지 않았다. 조사시기별로는 하반기의 농도가 높은 경향을 나타냈다. 토양깊이에 따른 중금속 함량은 Cr, Pb, Cu, Ni가 심토에서 약간 높은 경향을 보였다. 토양중에 존재하는 중금속과 토양특성과의 관계를 조사한 결과, 중금속 Pb, Cu, Ni, Zn은 토양 pH에 의한 영향보다는 토양유기물과 양이온교환용량 간에 정의 상관관계를 보였다. 새만금 간척지 토양은 토양오염 우려기준과 비교하여 그다지 우려할 수준은 아니어서, 농업용지로 사용할 수 있다. 자연생태계는 환경오염물질을 스스로 분해 또는 완충하는 역할을 함으로써 오염원을 스스로 정화할 수 있는 기능을 지니고 있다. 그러나, 오염물질이 토양의 허용한계 이상으로 유입되면 자정능력을 상실하여, 환경문제를 야기시킬 수 있으므로, 간척농경지에서 재배되어 얻어지는 생산물의 안정성과 건전한 농업환경을 유지하기 위해서 추후 지속적인 모니터링과 관리가 필요할 것으로 판단된다.

주제어 : 새만금, 중금속

주연구자 연락처 : scw@korea.kr, 063-290-6192

Table 1. Concentrations of heavy metals in Saemangeum Area soil

(Unit : mg/kg)

Survey Month	Selections	Cr	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	As	Hg
4-5	Mean	0.64	0.004	2.99	1.21	9.53	32.3	-	-
	SD	0.287	0.009	1.164	1.005	1.0059	11.684	-	-
	Max	1.31	0.053	6.97	3.42	18.28	60.8	-	-
	Min	0.00	0.000	0.00	0.00	4.66	15.1	-	-
9-10	Mean	0.86	0.019	4.51	1.52	8.86	35.87	0.48	0.048
	SD	0.303	0.023	1.707	1.118	4.037	14.76	0.296	0.0295
	Max	1.70	0.077	9.75	4.30	18.00	75.2	0.99	0.099
	Min	0.35	0.000	1.93	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
평균		0.75	0.012	3.75	1.36	9.19	34.03	0.49	0.048

## PS - 15

# **시비수준 및 식재간격에 따른 해바라기의 토양 중 중금속 제거 효과** **(Effects of Fertilization Level and Seedling Distance of Sunflower on** **Phytoextraction of Heavy Metals in Soil)**

박종찬<sup>1)\*</sup> · 김초원<sup>1)</sup> · 강보민<sup>1)</sup> · 이은진<sup>1)</sup> · 김동욱<sup>2)</sup> · 한광현<sup>1)</sup>

Jong-chan Park<sup>1)\*</sup> · Cho-won Kim<sup>1)</sup> · Bo-min Kang<sup>1)</sup> · Eun-jin Lee<sup>1)</sup> · Dong-Wook Kim<sup>2)</sup> · Gwang-Hyun Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>충북대학교, <sup>2)</sup>화이젠 연구소

<sup>1)</sup>Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

<sup>2)</sup>Phygen Inc., Yuseong-gu, Daejeon, 305-301, Korea

중금속의 식물재배정화법은 일반적으로 토양 내 존재하는 중금속을 식물체 내로 흡수, 이동시키고 그 식물을 오염지에서 제거함으로써 이루어진다. 따라서 오염지 및 오염원에 대한 특성 및 오염물질에 대한 식물체의 생리 특성 또한 식물재배정화법에 있어 중요한 요소로 여겨진다. 따라서 본 연구는 식물재배정화법을 이용하여 시비수준 및 식재간격에 따른 해바라기의 생육 및 식물체 내로의 중금속 흡수 특성을 조사하였다. 식물체 체내의 중금속함량을 분석하기 위하여 시료를 건조 후 분쇄하여  $H_2SO_4 \cdot HNO_3 \cdot HClO_4$  법을 이용하여 분해한 뒤 ICP-OES 로 니켈, 카드뮴, 아연, 구리, 납, 비소 등 6항목에 대한 중금속 함량을 측정하였다. 생육 후기 해바라기의 높이는 약 139 cm 으로 시비수준 및 식재간격에 따른 차이는 미미한 것으로 나타났으나, 건중량의 경우에는 평균 235.5 g 로 시비수준이 증가하고 식재간격이 넓어질수록 건중량 또한 증가하는 경향이 확인되었다. 해바라기를 뿌리, 줄기, 잎, 꽃, 씨앗 등 5개 부분으로 구분하였을 때, 전반적으로 식재거리가 멀수록 건중량이 큰 경향이 나타났다. 또한 해바라기 생육 후반에 이룰수록 단위 식물체당 흡수된 중금속량은 증가하는 경향이 있었으며 이 때 시비수준이 증가할수록 더 많은 중금속이 흡수되는 경향이 나타났다. 해바라기 내의 6개 중금속 분포는 생육 초기 모두 잎과 뿌리에 많이 있었으나 생육이 진행됨에 따라 줄기의 중금속 함량이 증가하는 경향이 있었다. 또한 모든 중금속 원소들에 대해 시비량이 많고 식재거리가 좁을수록 단위면적 당 중금속 흡수량이 늘어나는 경향이 확인되었다. 해바라기가 제거할 수 있는 최대 중금속 흡수량은 시비수준의 경우, 무비구보다 2배 시비 처리구가 1 ha 당 약 1.4~1.9배가량 증가하였으며 식재거리 60 cm 처리구보다 20 cm 처리구의 중금속 흡수량이 6.7~16.1배가량 증가하였다. 따라서 시비수준 보다는 식재거리를 조절하여 개체수를 늘리는 경우에 더 많은 양의 중금속을 제거할 수 있을 것으로 사료되었다. 중금속 흡수 효율이 가장 높았던 처리구에서의 생육 초기 중금속 함량대비 제거율이 높은 순서는 니켈 (2.93%), 카드뮴 (1.90%), 아연 (1.18%), 구리 (0.53%), 납 (0.25%), 비소 (0.14%) 순으로, 니켈 제거율이 가장 높았고 비소가 가장 낮았다.

**주제어** : 식물재배정화, 토양중금속이용도, 미생물고정중금속함량, 토양미생물군집

**주연구자 연락처** : 저자 연락처 : E-mail, hangh@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2563

## **캄보디아 벼 재배지 특성 및 생산성 향상을 위한 기초생산기반 구축 지원 방안** **(Properties of Cambodian Rice Soil and Perspectives on Enhanced Productivity by an International Collaboration)**

박종찬<sup>1)\*</sup> · 김초원<sup>1)</sup> · 조성찬<sup>1)</sup> · 사동민<sup>1)</sup> · 정근욱<sup>1)</sup> · 한광현<sup>1)</sup>  
 Jong-chan Park<sup>1)\*</sup> · Cho-won Kim<sup>1)</sup> · Sung-Chan Cho<sup>1)</sup> · Tong-Min Sa<sup>1)</sup> ·  
 Keun-Wook Chung<sup>1)</sup> · Gwang-Hyun Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>충북대학교

<sup>1)</sup>Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

캄보디아의 농업은 2008년 기준 GDP 의 28.8% 를 차지하고 전체 고용인구의 59.1%를 차지하는 중요한 산업이고, 특히 쌀이 캄보디아의 주요 생산 작물이다. 쌀은 전체 작물재배면적의 80%에 해당하는 2,613천 ha를 차지하여 캄보디아의 중요 작물 중 하나이며, 국가식량공급의 기반이다. 그러나 관개·배수 시설이 부족하고 농업 기술력 및 전문가들이 부족하여 농경지 토양관리시스템이 미비하고 농업부분의 투자가 충분치 못하여 벼 생산성은 주변 국가인 인도네시아와 베트남의 1/2 수준으로 낮은 실정이다. 또한 캄보디아 토양의 경우, pH 5 수준의 산성토양으로 토양양분이 유실될 가능성이 크며, EC, 유효인 함량, 전 질소함량, 유기물 함량, CEC 각각 우리나라 권장대비 함량이 37.5%, 0.28%, 29.4%, 13.2% 17.4% 로 토양비옥도가 불량한 상태이다. 이에 본 연구는 캄보디아의 농업생산성 향상을 통하여 경제발전 및 빈곤퇴치, 사회안정에 기여하기 위해 실시되었다. 먼저 캄보디아의 토양 개량과 비옥도 향상을 위하여 고가의 석회물질을 대체하여 현지에서 얻을 수 있는 야생해바라기/녹비 작물, 화력발전소/농가 연소부산물 등을 통해 토양산도를 교정하고 토양 유기물 함량 증대 및 양분 보유능을 향상시켜 친환경 기술기반의 토양개량 및 비옥도를 향상시킬 수 있을 것으로 사료되었다. 캄보디아 토양의 경우 양분함량이 매우 낮고 연중 온난하여 미생물비료사용에 대한 장점이 큰 것으로 사료 되었다. 이에 캄보디아에 적합한 질소고정균, 인산가용화균, 황산화균, 메탄을 자화세균 등의 미생물비료 균주 선발 및 현지 적용을 통하여 질소, 인산, 황 공급을 증가시키고 IAA 등의 분비를 통해 식물생육을 촉진시켜 값비싼 화학비료를 대체하여 작물의 영양물질 공급 및 생장을 촉진할 수 있을 것으로 판단되었다. 또한, 현지의 재래 혐기발효 방법에서 벗어나 현지의 재활용 가능한 탄소/질소원을 활용한 고효율 강제 순환식 시스템의 선진 퇴비화 공정을 적용 및 확대 보급하여 화학비료를 대체할 수 있는 식물 생장 양분공급원을 확보하고, 토양 유기물 함량 및 양분 보유력을 증대시킴으로써 캄보디아의 낮은 토양 비옥도를 개선 할 수 있을 것으로 사료되었다. 따라서, 이를 통하여 토양비옥도 관리기술 전수에 따른 농업기술력 향상 및 미생물비료, 퇴비 활용을 통한 친환경 생산기반을 구축할 수 있을 것으로 판단되었다.

**주제어** : 해외농업기술개발, 토양 비옥도관리, 퇴비화공정시스템, 미생물비료

**주연구자 연락처** : E-mail, hangh@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2563

## PS - 17

## 해바라기 재배를 통한 식물정화방법에 따른 토양 중금속 분획 및 미생물 군집의 변화 (Changes in Soil Heavy Metal Fractions and Microbial Populations by Plant Purification Method During Sunflower Growth)

박종찬<sup>1)\*</sup> · 김초원<sup>1)</sup> · 강보민<sup>1)</sup> · 이은진<sup>1)</sup> · 김동욱<sup>2)</sup> · 한광현<sup>1)</sup>  
Jong-chan Park<sup>1)\*</sup> · Cho-won Kim<sup>1)</sup> · Bo-min Kang<sup>1)</sup> · Eun-jin Lee<sup>1)</sup> ·  
Dong-Wook Kim<sup>2)</sup> · Gwang-Hyun Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>충북대학교, <sup>2)</sup>화이젠 연구소

<sup>1)</sup>Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

<sup>2)</sup>Phygen Inc., Yuseong-gu, Daejeon, 305-301, Korea

Phytoremediation 은 토양 오염 복원에 있어 최근 중장기적인 토양관리와 정화비용 등의 문제로 주목받고 있다. Phytoremediation 은 생물체를 이용한 정화방법이기 때문에 토양 미생물, 식물체에 의한 토양 중금속 분획 및 미생물 군집 변화에 대한 이해가 필요하다. 이에 본 연구는 해바라기를 이용한 식물재배정화법에 있어 토양 중금속 분획 및 미생물 군집변화에 대하여 조사하였다. 토양 중금속 분획은 중금속 전 함량, 가용성 중금속, 이동성 중금속에 대해 조사하였다. 먼저 중금속 전 함량은 토양오염공정시험법에 준하여 실시하였고, 가용성 중금속함량은 0.1 M HCl, 이동성 중금속 함량은 0.01 M CaCl<sub>2</sub> 로 추출하였다. 토양 미생물 군집을 분석하기 위해서 PLFA 방법을 이용하였고, Q-PCR 을 통해서 박테리아 군집크기를 분석하였다. 조사 결과, 해바라기 식재 전 토양의 중금속 전 함량은 Cd, Cu, Pb, Zn, Ni 각각 3.7 mg kg<sup>-1</sup>, 70.3 mg kg<sup>-1</sup>, 14.6 mg kg<sup>-1</sup>, 133.4 mg kg<sup>-1</sup>, 6.0 mg kg<sup>-1</sup> 이었고, 토양 중 중금속은 대부분 안정한 형태로 존재 하였다. 해바라기 재배 후에는 각 원소에 대하여 식재 전 중금속 전 함량에 비해 가용성 중금속 함량은 2-40%, 이동성 중금속 함량은 0.1-2% 수준으로 분포하였다. 해바라기가 성장하는 동안 전반적으로 가용성 중금속함량은 증가하는 것을 확인할 수 있었고, 비료를 시비하지 않았을 경우보다 시비하였을 때 토양 미생물 생체량이 증가하는 경향을 보였다. 또한 시비수준을 증가시키면 가용성 중금속함량은 감소하는 경향을 보였다. 이는 해바라기가 성장하면서 근권이 발달할 뿐만 아니라 식물 성장 증가에 의해 식물 체나 미생물들이 안전성 중금속을 가용성 중금속의 형태로 전환한 것으로 여겨진다. 식재간격에 따른 경향은 해바라기 성장 활성이 높았던 시기에 토양 미생물 생체량이 식재간격이 좁아질수록 감소하는 경향을 보였다. 토양미생물(박테리아)군집 크기의 경우 시비수준이 증가할수록 증가하였고, 식재간격이 좁아질수록 박테리아군집크기 또한 작아지는 경향이 있었다. 토양미생물상 특성의 경우 시비수준 및 식재간격에 따라 유의한 변화는 없었으나, 미생물군집 구성 비율이 가장 큰 박테리아(>50%)가 중금속 흡수에 대부분 관여하는 것으로 사료되었다.

주제어 : 토양중금속분획, 토양중금속이용도, 토양미생물군집변화

주연구자 연락처 : E-mail, hangh@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2563

## Interpreting the Effect of Elevated CO<sub>2</sub> and Temperature on Retention of Organic Carbon in Soil Using Isotope Technique

### (안정성동위원소 기술을 이용한 토양의 유기물 보유에 대한 대기 CO<sub>2</sub> 및 온도 상승의 효과 해석)

Seok-In Yun<sup>1)</sup> · Jeong-Eun Lee<sup>1)\*</sup> · Jung-Hwa Seo<sup>1)</sup> · Hee-Myong Ro<sup>2)</sup>

윤석인<sup>1)</sup> · 이정은<sup>1)\*</sup> · 서정화<sup>1)</sup> · 노희명<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>2)</sup>Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

<sup>1)</sup>원광대학교 생물환경화학과, <sup>2)</sup>서울대학교 농생명공학부

The role of soil organic matter in attenuating or accelerating climate change is one of the major concerns. Decomposition of soil organic matter can influence the global carbon balance due to possible feedback by warming to greenhouse gas emissions and climate change. To predict the effect of global warming and elevated-air CO<sub>2</sub> on soil organic matter, we studied the variation in contents and isotope composition with soil depth under elevated CO<sub>2</sub> (ambient + 300 ppmv) and temperature (ambient + 5° C). The carbon isotope compositions ( $\delta^{13}\text{C}$ ) under elevated CO<sub>2</sub> condition were apparently higher than those under ambient CO<sub>2</sub> condition, indicating that carbon isotope composition under elevated CO<sub>2</sub> condition can be a possible integrator to trace carbon dynamics in soils. The higher carbon contents and the lower  $\delta^{13}\text{C}$  values in soils under elevated CO<sub>2</sub> compared with ambient condition indicated that the influx of organic matter into soil was increased and its retention was also increased. However, soil organic matter decomposed fast under elevated temperature condition compared with ambient condition, which was reflected by the  $^{13}\text{C}$  enrichment with elevating temperature. Our results suggested that elevated CO<sub>2</sub> and temperature would increase the influx of organic matter into soils but the organic matter would decompose faster with elevating temperature and that the carbon isotope signature of soil could be used as a reliable tool to interpret carbon dynamics in soils.

**Key words** : Carbon sequestration, Elevated CO<sub>2</sub>, Global warming, Soil organic carbon

**Corresponding author** : E-mail, siyun@wku.ac.kr; Tel, 063-950-6677



## Evaluation of Baseline Emission Factor to Estimate National Methane Gas Inventory in Korean Rice Paddy (우리나라 논에서의 CH<sub>4</sub> 배출계수 산정)

Hyo Suk Gwon<sup>1)\*</sup> · Hee Kwon Kim<sup>2)</sup> · Jun Hong Park<sup>3)</sup> · Hyun Cheol Jeong<sup>4)</sup> ·  
Ok Jung Ju<sup>5)</sup> · Pil Joo Kim<sup>1), 6)</sup>

권호숙<sup>1)\*</sup> · 김희권<sup>2)</sup> · 박준홍<sup>3)</sup> · 정현철<sup>4)</sup> · 주옥정<sup>5)</sup> · 김필주<sup>1), 6)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Applied Life Science, Graduate School, Gyeongsang National University

<sup>2)</sup>Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services

<sup>3)</sup>Gyeongsangbukdo Agricultural Research and Extension Services

<sup>4)</sup>National Institute of Crop Science

<sup>5)</sup>Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services

<sup>6)</sup>Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부, <sup>2)</sup>전라남도농업기술원, <sup>3)</sup>경상북도농업기술원,

<sup>4)</sup>농촌진흥청 국립식량과학원, <sup>5)</sup>경기도농업기술원, <sup>6)</sup>경상대학교 농업생명과학 연구원

Atmospheric methane (CH<sub>4</sub>) is recognized as one of the most important greenhouse gases and may account for 20% of anticipated global warming. Flooded rice fields are a significant source of atmospheric CH<sub>4</sub>. The emission is the net result of opposing bacterial processes, production in anaerobic microenvironments, and consumption and oxidation in aerobic microenvironments, both of which can be found side by side in flooded rice soils. There are two methodological tiers in the Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Guidelines). Measurement of methane emission using a Tier 2 approach is accurate in that the data reflects conditions specific to the agronomic practices, soil properties, and climate of site-specific studies within a country. The accuracy and precision of Tier 2 methane emission estimates increase with both the number of sites tested and the frequency and number of measurements at each site. A standard measurement technique is recommended in the IPCC Guidelines. Total CH<sub>4</sub> emission level in national scale could be estimated by multiplying emission factor (EFs) and activities, and emission factor (EF) could be calculated by Baseline emission factor (EFc) x Scaling Factors (SFs). Other data such as area studies, soil maps, and climate information are necessary to the success of the reported data. Crop yield and other grain production data are also important in assessing the quality and accuracy of methane emission levels. In order to develop our own CH<sub>4</sub> emission factor, mean EFc was estimated by using the field CH<sub>4</sub> emission data, which were investigated from 5 typical rice paddy fields (Jinju, Daegu, Gwangju, Hwasung and Suwon) for 3 years (2010-2012). Our mean EFc was 2.21 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> with error range  $\pm 0.330$  kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, which was higher IPCC default CH<sub>4</sub> baseline emission factor 1.30 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> with error range 0.80-2.20 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> assessing no flooding for less than 180 days prior to rice cultivation, and continuously flooded during rice cultivation without organic matter. To enhance data accuracy, the relationship between CH<sub>4</sub> emission rates and other related properties such as soil, meteorological and crop characteristics was analyzed. Our CH<sub>4</sub> emission rates have significantly positive correlation with soil organic matter content, air and soil temperatures, and rice biomass productivity. Conclusively, CH<sub>4</sub> baseline emission factor (EFc) of Korean paddy soil assumed with around 2.21 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, and this EFc value could be used as the baseline emission factor for developing national CH<sub>4</sub> inventory and calculating national CH<sub>4</sub> emission factor from rice paddy soil.

**Key words** : Methane emission factor, IPCC guideline

**Corresponding author** : pjkim@gnu.ac.kr (Tel.055-772-1966)

## 우리나라 토양의 납 안정동위원소의 비율 및 특성조사 (Studies on the Distribution of Background Ratio of Stable Pb Isotopes of Soils in Korea)

채미진<sup>\*</sup> · 윤순강 · 정구복 · 권순익 · 홍성창 · 김민경 · 소규호  
Mi-Jin Chae<sup>\*</sup> · Sun-Gang Yun · Goo-Bok Jung · Soon-Ik Kwon ·  
Seung-chang Hong · Min-Kyeong Kim · Kyu-ho So

국립농업과학원 기후변화생태과  
Climate Change & Agroecology Division, NAAS, RDA, Suwon, 441-707, Korea

납 안정동위원소를 이용한 중금속 오염원의 기원 추적은 향후 오염원을 차단하고 복원대책을 수립하는데 중요한 정보가 된다. 납은  $^{204}\text{Pb}$ (1.4%),  $^{206}\text{Pb}$ (24.1%),  $^{207}\text{Pb}$ (22.1%),  $^{208}\text{Pb}$ (52.4%)의 동위원소로 구성되어 있는데  $^{204}\text{Pb}$ 만이 지구 생성시부터 안정한 동위원소이고, 나머지 동위원소들은 각각  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  및  $^{232}\text{Th}$ 의 방사성 붕괴에 의하여 생성된 방사기원 동위원소이다. 방사기원 동위원소가 더 이상 형성되지 않는 광산과 계속적으로 형성되는 주변암석과는 Pb 안정동위원소 비율이 다를 것이라는 가정아래 Pb의 오염원을 해석하는데 적용되고 있다. 본 연구에서는 취약 농경지나 제련소로 인한 Pb오염지를 대상으로 Pb오염원을 추정하기 위해서는 비오염원의 비교치 배경값이 우선적으로 필요하다고 판단되어 현 연구를 수행하였다. 배경치로 활용된 자연토양은 전국 비오염 산림 토양을 화성암, 변성암, 퇴적암 등 모암특성별로 구분하여 잔적층 토양 322점을 대상으로 납 동위원소 비율을 측정하였다. 그 외에도 토양 층위별 Pb안정동위원소 비율( $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ) 및 농도를 측정하였으며 비율간의 상관관계와 비율과 농도와의 상관관계에 대한 경향성을 추정하여 관계해석에 이용하였다. 이용된 분석기기로는 ICP-MS(agilent 7500a)로 대략적인 해석을 위해 이용되었으며 향후 필요한 데이터를 추려 MC-ICP-MS를 활용하여 다양한 해석을 시도할 예정이다.

**주제어 :** 납 안정동위원소, 중금속 오염원, 배경값, MC-ICP-MS

**주연구자 연락처 :** E-mail, chmj011@korea.kr, Tel, 82-31-290-0231

## PS - 21

## 우리나라 토양의 모암별 중금속 자연함량 조사 (Background Metal Concentrations of the Soil by Parent Rocks in Korea)

권순익<sup>\*</sup> · 정구복 · 김원일 · 홍성창 · 김민경 · 채미진 · 소규호Soonik Kwon<sup>\*</sup> · Goobok Jung · Wonil Kim · Seongchang Hong · Minkyong Kim · Mijin Chae · Kyuho So

농촌진흥청 국립농업과학원

National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea

우리나라의 농경지 토양은 농업환경변동 조사사업으로 매년 일반농경지인 논, 밭, 과수원, 시설재배지 및 취락농경지의 중금속 함량을 모니터링하고 있다. 우리나라 토양의 모암별 자연함량을 조사하여 배경농도로의 활용 가능성을 검토하기 위하여 전국을 대상으로 총 322점(화성암 55지점 176점, 변성암 27지점 72점, 퇴적암 27지점 74점)의 시료를 채취하여 마이크로웨이브로 분해하여 중금속 총함량을 분석하였다. Cd은 화성암과 변성암보다 퇴적암 유래의 토양에서 함량이 높았으나 가장 높은 값도 토양오염우려기준(4 mg/kg)에 미치지지는 못하였다. Cr은 화성암에 비하여 변성암과 퇴적암유래의 토양에서 월등히 높았으며, 퇴적암의 경우 350 mg/kg이 넘는 시료도 있었다. Cu는 화성암 유래의 토양에서 변성암 및 퇴적암 유래 토양보다 높은 함량을 보였다. Ni은 Cu와는 반대로 화성암보다 변성암 및 퇴적암 유래의 토양에서 높은 함량을 보였는데, 퇴적암의 경우 토양오염우려기준(100 mg/kg)을 넘어서는 시료도 있었다. Pb은 모암에 따른 총함량의 차이는 보이지 않았으나 '11년 조사된 일반 논토양의 함량보다 높았다. Zn은 화성암보다 변성암 및 퇴적암 유래의 토양에서 높은 함량을 보였는데, 변성암의 경우 토양오염우려기준(300 mg/kg)을 넘어서는 함량을 보인 경우도 있었다. 이와 같이 모암에 따라 토양 중금속의 분포특성이 다르므로 농경지 토양 중금속의 효율적인 관리를 위해서는 모암의 특성을 고려하여야 할 것으로 생각된다.

주제어 : 모암, 중금속, 자연함량, 배경농도

주연구자 연락처 : E-mail, sikwon@korea.kr; Tel, 031-290-0227

〈표 1〉 우리나라 토양의 모암별 중금속 자연함량

(단위 : mg/kg, 총함량)

구 분		Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
화성암		0.21	22.3	46.1	10.9	24.3	22.2
변성암		0.15	48.8	15.5	27.2	23.2	69.4
퇴적암		0.32	57.8	22.3	33.9	25.7	59.1
전체	평 균	0.22	36.4	33.8	19.8	24.4	41.3
	표준편차	0.3	30.8	25.6	23.1	17.0	43.7
	중앙값	0.06	29.4	27.8	13.8	20.5	39.3
	95%	0.91	74.2	78.1	50.0	50.8	81.5
	최대값	2.37	356.1	141.9	202.5	164.0	582.9
	최소값	0.00	1.61	1.19	0.86	2.32	0.18
'11 논토양평균1)		0.59	-	15.2	14.2	18.3	53.6
'01 세계토양 평균 <sup>2)</sup>		0.53	54	20	22	25	64
'84 일본 농경지 임야 <sup>3)</sup>		0.41	41.3	37.0	23.7	20.4	63.8

출처 1) 농촌진흥청(2012), 2) Kabata-Pendias(2001), 3) 일본환경청(1984).

## 열분해 온도에 따른 담뱃대 biochar의 비료학적 가치 평가 (Evaluation of Fertilizer Value of Biochar Obtained from Pyrolysis of Tobacco Stalk Under Different Pyrolysis Temperatures)

강세원<sup>1)\*</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 이상규<sup>1)</sup> · 서영진<sup>1)</sup> · 박주왕<sup>1)</sup> · 최익원<sup>1)</sup> · 허종수<sup>2)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>  
Se-Won Kang<sup>1)\*</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>1)</sup> · Sang-Gyu Lee<sup>1)</sup> · Young-Jin Seo<sup>1)</sup> ·  
Ju-Wang Park<sup>1)</sup> · Ik-Won Choi<sup>1)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>순천대학교 생물환경학과, <sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 농업생명산업 글로벌 인재 육성 사업단) & 농업생명과학원

<sup>1)</sup>Department of Bio-environmental Sciences, Suncheon National University, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Korea

우리나라에서 발생하는 농업 부산물은 해마다 증가하고 있으며, 매우 낮은 활용도를 보이고 있어 농업 부산물의 자원화 및 재활용 방안이 시급한 실정이다. 이에 본 연구는 담뱃대를 biochar로 제조하여 토양개량제로서의 활용가능성을 검토하기 위하여 열분해 온도별 (300, 500 및 700℃)로 제조된 담뱃대 biochar의 비료학적 가치를 평가하였다. 담뱃대는 경상남도 거창군 신원면에서 채취하였으며, 단위면적 ( $\text{m}^2$ )당 biomass는  $430 \text{ g m}^{-2}$ 이었다. 유기물 함량은 94.6%이었고, T-N 함량은 1.27%이었으며, T-P 및  $\text{K}_2\text{O}$ 의 함량은 각각 0.23 및 1.84%이었다. 담뱃대 biochar의 수율은 열분해 온도가 증가될수록 biochar 수율은 감소하였으며, 이에 따른 단위면적 ( $\text{m}^2$ )당 생산량은 열분해 온도가 300, 500 및 700℃ 조건에서 각각 170, 127 및  $104 \text{ g m}^{-2}$ 이었다. 담뱃대 biochar의 열분해 온도별로 표면 특성을 조사한 결과 열분해 온도에 상관없이 biochar의 표면은 불균일한 형태를 취하고 있었으며, 다양한 크기의 돌기들이 나타났다. 열분해 700℃ 조건에서는 표면이 녹아내려 다른 열분해 조건에 비해 매끄러운 형태로 관찰되었다. 열분해 온도별로 제조된 담뱃대 biochar의 표면성분을 분석한 결과 열분해 온도에 상관없이 K, C, O, Mg, P, Ca 및 Si 등의 다양한 성분이 검출되었으며, 성분비에 따른 원자량은 전반적으로 C가 가장 많았다. 담뱃대 biochar의 pH 및 EC는 열분해 온도가 증가함에 따라 점차 증가하는 경향으로  $700^\circ\text{C} > 500^\circ\text{C} > 300^\circ\text{C}$ 이었다. 특히 담뱃대 biochar의 EC는 열분해 700℃ 조건에서 500℃ 조건에 비해 급격히 높았다. 열분해 온도별 담뱃대 biochar의 T-N 함량은 열분해 온도가 증가할수록 감소하는 경향으로 열분해 온도가  $300^\circ\text{C} > 500^\circ\text{C} \geq 700^\circ\text{C}$  순으로 많았다. 담뱃대 biochar의 T-P 및  $\text{K}_2\text{O}$ 의 함량은 T-N 함량과 반대되는 경향으로  $700^\circ\text{C} \geq 500^\circ\text{C} \geq 300^\circ\text{C}$  순으로 열분해 온도가 증가할수록 T-P 및  $\text{K}_2\text{O}$ 의 함량이 증가하는 경향이었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 담뱃대 biochar는 비료학적으로 가치가 충분하였으나 열분해 온도에 따른 물리·화학적 특성이 다르기 때문에 이를 고려하여 토양개량제로 활용하면 농업부산물의 자원화와 재활용을 위한 하나의 방안이 될 수 있겠다.

주제어 : Biochar, 담뱃대, 비료학적 가치, 열분해, 토양개량제

주연구자 연락처 : E-mail, chojs@sunchon.ac.kr; Tel, 86-61-750-3297

## PS-23

# Trace Metal Extraction Using Dilute Salt/Acid Solutions and Correlation with Plant Uptake

## (용액의 이온강도와 종류에 따른 토양 중금속 추출성 및 작물 흡수와의 상관성)

Ji-Hyock Yoo<sup>1)\*</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup> · Hyun-Myung Noh<sup>1), 2)</sup> · Lin-Hwan Kim<sup>1)</sup> ·  
Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · Ji-Young Kim<sup>1)</sup> · Doo-Ho Kim<sup>1)</sup>  
류지혁<sup>1)\*</sup> · 김원일<sup>1)</sup> · 노현명<sup>1), 2)</sup> · 김린환<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · 김지영<sup>1)</sup> · 김두호<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, Dep. of Agro-Food Safety, NAAS, RDA

<sup>2)</sup>Dep. of Food Science & Biotechnology, Sungkyunkwan University

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 화학물질안전과

<sup>2)</sup>성균관대학교 식품생명공학과

This study was conducted to investigate the extractability of trace metals (Cd, Pb, Cu, Zn and Ba) in polluted soils depending on ionic strength of dilute salt solutions, the kinds of dilute acid solutions and relationship between metal content in soils and the content in crop. We used 5 different upland soils polluted mainly with Pb and the ranges of Cd, Pb, Cu, Zn and Ba content were 0.1-0.5, 41.5-271, 10.8-82.5, 26-110 and 15.7-89.3 mg/kg, respectively.

To determine directly available metal content to plant, 0.01 M and 0.002 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> solutions were used. The Cd, Pb, Zn and Ba content extracted with 0.01 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> solution were 1-5.5 times higher than that of 0.002 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extraction, however, Cu content from 0.01 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extraction was only 70-80% of 0.002 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extraction, showing no effect of different ionic strength on Cu extractability.

To extract active metal pool in soils, two kinds of dilute acid solutions were used. The solutions were 0.43N HNO<sub>3</sub> used in European country including the Netherlands and 0.1 N HCl mainly used in Asian country including Korea and Japan. For Pb and Cu, the extracted content using 0.43N HNO<sub>3</sub> were 1.7-3.4 times higher than that of 0.1 N HCl, however, the content of Cd, Zn and Ba from the two solutions showed little differences for each element.

The study soils were filled in the pots and radish was grown to see correlations between extractable metal content in soils and the content in radish at harvest. The relationships between Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extractable Cd, Zn and Ba in soils and the content in radish were significant (Pearson  $r=0.84-0.91$ ) irrespective of ionic strength but the relation for Cu was not significant ( $r=0.27$ ). For Pb,  $r=0.55$  in case of 0.002 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extraction but there was no relation for 0.01 M Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> extraction. The correlation between two dilute acid extractable Ba and Ba in radish was significant ( $r=0.7$ ), however, for other elements the relations were low ( $r \leq 0.45$ ). The relationships between soil and radish were well linked with plant uptake factors (PUF) of Cd, Pb and Zn, however, a significant relation of Ba was not matched with low PUF (0.0024) suggesting that another factor might interact with Ba uptake by plant within soil-soil solution-plant system.

**Key words** : Trace metal, Soil, Uptake, Ionic strength, Extraction

**Corresponding author** : E-mail idisryu@korea.kr ; Tel, 031-290-0529

## 유기농 쌀 품질향상을 위한 유기질비료 시비방법 설정 (Development of New Spray Technique for Fertilizer Application to Improve Quality of Organic Rice)

문영훈<sup>1)\*</sup> · 최인영<sup>1)</sup> · 장치진<sup>1)</sup> · 안병구<sup>1)</sup> · 정성수<sup>1)</sup> · 김득수<sup>2)</sup>

Young-Hun Moon<sup>1)\*</sup> · In-Young Choi<sup>1)</sup> · Chi-Jin Jang<sup>1)</sup> ·

Byung-Koo Ahn<sup>1)</sup> · Seong-Soo Cheong<sup>1)</sup> · Deug-Soo Kim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>전라북도농업기술원, <sup>2)</sup>군산대학교 대기환경연구소

<sup>1)</sup>Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704

<sup>2)</sup>School of Civil and Environmental Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701

안전한 농산물에 대한 소비가 증가하면서 환경 친화적인 유기농업이 발전하게 되었고, 이로 인해 다양한 농자재를 사용하게 되었으며, 유기농업을 실천하고 있는 농가에서는 자체적으로 제조하여 사용하는 자재나 시판되고 있는 유기농제품에 대하여 국가연구기관에서 효과를 검증하여 줄 것을 요구하고 있다. 또한 일부 단체에서는 비료·농약은 환경을 오염시킬 뿐만 아니라 이들을 사용하여 재배한 농산물은 건강에 유해하므로 친환경농자재를 사용한 친환경농산물 생산을 권장하고, 자재 생산업체는 자재별 공정규격을 설정하여 공급확대 및 품질관리가 가능하도록 제도적 장치를 마련해 줄 것을 요구하고 있다. 따라서 본 연구는 농가에서 용이하게 구입하여 사용하고 있는 입상유기질비료의 무기화되는 속도를 조사하고 작물에 대한 활용 효과를 평가하기 위하여 수행하였다. 본 시험은 전북 익산시 웅포면 고창리 친환경재배단지에서 신동진벼를 2012년 6월 10일 포트묘를 기계 이앙하였다. 처리내용은 이앙 전 3일, 10일, 20일, 30일에 입상유기질비료를 전량 밑거름으로 시용하였으며, 처리구는 각각 단구제로 배치하였다. 입상유기질비료의 성분은 N 4%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2%, K<sub>2</sub>O 1%이었으며, 처리량은 질소를 기준으로 처리하였다. 모든 처리구의 시비방법은 농업과학기술원(RDA, 2010)의 일반답 시비기준에 준하여 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=9.0-4.5-5.7kg 10a<sup>-1</sup> 수준으로 처리하였으며, 6월 6일 정지작업 후 시비량의 100%를 전층시비 하였다. 시험전 토양은 EC 0.61 dS m<sup>-1</sup>, 유기물 함량은 21 g kg<sup>-1</sup>, 인산 117 mg kg<sup>-1</sup>, 규산 104 mg kg<sup>-1</sup>, 등이었고, 수확기 토양의 EC, 유기물, 인산, 규산 등이 시험전에 비해 감소하는 경향이였다. 식물체 중 무기성분 함량은 이앙 전 3일에 비해 모든 처리구에서 약간 높은 경향을 보였으며, 이앙 전 10일과 이앙 전 20일은 비슷한 경향을 보였다. 초장은 처리간에 증가폭이 유사한 경향을 나타냈고, 농가관행에 비해 이앙 전 20일 처리구에서 초장, 경수가 높았으며, 이앙 전 10일, 20일, 30일 처리구에서 초장, 경수는 비슷한 경향을 보였다. 엽록소 함량은 이앙 전 20일 > 이앙 전 10일 > 이앙 전 30일 > 이앙 전 3일 처리구 순이었고, 처리별 수량구성요소와 수량은 이앙 전 20일 처리구가 가장 많았으며, 이앙 전 3일에서 가장 적었으나 처리간 큰 차이는 없었다. 10a당 수량은 이앙 전 20일 > 이앙 전 10일 > 이앙 전 30일 > 이앙 전 3일 순이었으며, 쌀의 몇 가지 이화학성분과 식미치를 조사한 결과 처리간 아밀로오스 함량 차이는 18.2~18.5%로서 미미하였고, 식미를 예측할 수 있는 중요한 특성으로 알려져 있는 단백질 함량은 6.3%~6.6%로 나타났다.

주제어 : 벼, 유기질비료

주연구자 연락처 : E-mail, moon0149@korea.kr; Tel, 82-63-290-6082

## PS - 25

# 유기자재 처리를 통한 토양 용적밀도 조절이 마늘재배지의 동절기 보온성과 생육에 미치는 영향

## (Adjustment of Soil Bulk Density by Treatment of Organic Matter and Its Effect on Winter Season Heat Insulation for Field Growing of Garlic)

강보민<sup>1)\*</sup> · 박종찬<sup>1)</sup> · 김초원<sup>1)</sup> · 이은진<sup>1)</sup> · 황세구<sup>2)</sup> · 사동민<sup>1)</sup> · 한광현<sup>1)</sup>  
Bo-min Kang<sup>1)\*</sup> · Jong-chan Park<sup>1)</sup> · Cho-won Kim<sup>1)</sup> · Eun-Jin Lee<sup>1)</sup> ·

Se-Gu Hwang<sup>2)</sup> · Tong-Min Sa<sup>1)</sup> · Gwang-Hyun Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>충북대학교, <sup>2)</sup>충청북도 농업기술원

<sup>1)</sup>Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea.

<sup>2)</sup>Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongweon 363-883, Korea.

친환경 농업은 농업의 생산을 지속적으로 가능하게 하는 형태로, 농산물 안전성을 확보하면서 환경에 부정적인 영향을 최소화하는 농업이다. 이에 국내의 마늘 재배에 대한 연구는 주로 수량증수와 품질향상에 대한 연구를 주로 해왔으나, 친환경 재배기술의 개발이 미미한 실정으로 농산물 안전성 확보에 대한 연구와 친환경 재배기술 확립의 필요성이 증가하였다. 이에 본 연구는 마늘 수확기 중 유기자재를 처리한 토양의 용적밀도 조절이 마늘 재배지의 동절기 보온성 및 수분 보유능과 마늘의 생육 및 생산량에 미치는 영향을 알아내기 위해 마늘 생육기간 중 단양 마늘 연구소에 시험 포장지를 마련하여 조사하였다. 토양 용적밀도 조절을 위해 각각 물성이 다른 3종류의 유기자재 (코코피트, 퇴비, 우드칩)를 처리하여 대조구, 코코피트, 퇴비, 우드칩과 코코피트 혼용처리로 구분하였고 이들 각각에 대해 밀도 1.0, 0.8 g cm<sup>-3</sup> 수준으로 실험구를 제작하였다. 토양 온도와 수분함량은 Data logger 와 CR-1000 모델을 이용하여 온도센서는 T-type Thermocouple 로 2, 5 cm 깊이에서 측정하였고 수분센서는 EC-5 을 사용하여 0-10 cm 깊이에서 실시간으로 모니터링 하였다. 마늘의 생육은 생육 전, 후반기 초장, 엽폭, 엽수, 엽초경을 각각 10반복 하여 측정하였고 토양 용적밀도는 Core can (직경 5 cm, 높이 5 cm) 을 이용하여 조사하였다. 조사 결과 동절기 보온성은 퇴비, 우드칩, 코코피트 순으로 높았고 모든 처리구에서 토양 온도의 변화폭은 용적밀도가 낮을수록 감소하는 것으로 보아 토양 용적밀도 조절이 동절기 보온성과 마늘의 내한성에 긍정적으로 기여할 것으로 여겨졌다. 또한 대조구에 비해 토양 용적밀도 1.0 g cm<sup>-3</sup> 에서는 보온성이 2-5% 증가, 0.8 g cm<sup>-3</sup> 에서는 3-15% 증가였다. 토양의 수분함량은 토양 용적밀도가 낮을수록 공극률이 증가하여 강우 시 증가하였으나, 수분 보유력은 감소하는 것으로 보아 구 비대기 중 한발피해에 대해 불리한 것으로 여겨졌다. 마늘의 생육에 있어서는 코코피트, 우드칩 처리구의 경우, 생육기간동안 생육이 원만하여 영양상태나 화학성에는 크게 변화가 없었으나, 퇴비 처리구의 경우에는 엽류 집적, 가스 장애 등 생육이 불량하였고 엽 농도, 유효인, 무기태 질소 함량이 높은 수준으로 나타났으며, 용적밀도를 1.0 g cm<sup>-3</sup> 보다 낮게 조절하였을 경우에는 한발에 의해 수확량이 뚜렷하게 감소하였다. 따라서 토양 용적밀도를 1.0 g cm<sup>-3</sup>, 0.8 g cm<sup>-3</sup> 로 조절하였을 경우, 동절기 보온성이 상승하여 마늘 종구의 발아와 생육을 촉진하였으나, 토양 수분보유능이 감소하여 구비대기 한발피해에 민감하였고 코코피트와 우드칩과 같은 고 C/N 유기자재를 사용하였을 경우, 질소기아와 같은 영양부족 상태는 유발되지 않았으나, 퇴비를 사용하였을 경우, 엽류집적, 영양불균형, 가스장애 등에 의해 생육저해가 발생하였다.

주제어 : 토양 용적밀도, 마늘 생육, 마늘 생산량, 토양 수분함량, 토양 온도

주연구자 연락처 : E-mail, hangh@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2563

## 전기 Biochar 제조장치에서 제조된 과수전정지 Biochar의 화학적 특성 (Chemical Characteristics of Biochar Obtained from Pyrolysis of Fruit Tree Waste Using Electronic Biochar Apparatus)

박종환<sup>1)\*</sup> · 김성현<sup>1)</sup> · 서동철<sup>2)</sup> · 조주식<sup>2)</sup> · 허종수<sup>1)</sup>

Jong-Hwan Park<sup>1)\*</sup> · Seong-Heon Kim<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>2)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)&농업생명과학원.

<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경과학부.

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science(BK21 Program)&Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life and Environmental Sciences, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea

우리나라 과수 재배면적은 81천ha으로 단위 면적당 과수전정지 발생량은  $1,742 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 이며, 연간 발생량은 1,411천톤으로 농업부산물 중 벚짖 다음으로 많이 발생된다. 이러한 과수전정지 중 잔가지는 파쇄하여 퇴비로 사용하며, 굵은 가지는 땔감으로 사용하거나 또는 과수원 내에 방치하고 있는 실정이다. 이에 과수전정지의 활용도를 높이면서 동시에 농업 및 환경정화제로 이용가능한 biochar가 대두되기 시작하였다. Biochar는 혐기적 조건에서 열분해를 통해 얻은 숯으로 많은 연구진에 의해 탄소격리, 온실가스 저감, 토양개량제로서 효과 등이 구명되고 있다. 본 연구는 배, 복숭아, 사과 및 단감 재배포장에서 과실의 수확이 끝난 뒤 전정 작업을 통해 수거된 과수전정지를 전기가열형 biochar 장치에서 열분해 온도 및 시간을  $600^{\circ}\text{C}$ , 6시간으로 조절하여 저속열분해 하였으며, 제조된 biochar의 수율, 무기성분 특성을 조사하였다. 과수전정지 종류별 제조된 biochar의 수율은 사과나무 (22.46%) > 감나무 (25.25) > 배나무 (20.28%) > 복숭아나무 (18.86%)순으로 사과나무 및 감나무가 가장 높았다. 과수전정지 종류별 biochar의 pH는 원재료에 비해 증가하는 경향이었으며, 배나무, 복숭아나무, 사과나무, 감나무 원재료의 EC는  $1.12, 0.95, 0.84, 1.04 \text{ dS m}^{-1}$  인데 비해 열분해 후 EC는  $14.7, 26.2, 12.8, 17.5 \text{ dS m}^{-1}$ 로 급격히 증가하는 경향이였다. 과수전정지 종류별 biochar의 T-N 함량은 원시료에 비해 증가하는 경향이었고, 과수전정지 종류별로 비교했을 때 배나무가 1.47%로 가장 높았으며, 사과나무가 0.49%로 가장 낮은 함량을 보였다. 과수전정지 종류별 T-P 함량은 별 다른 차이 없이 1.25-1.74% 범위였다. 과수전정지 종류별 biochar의 K의 함량은 원시료 0.13-0.35% 범위에서 열분해 후에는 0.93-1.25%의 범위로 증가하는 경향이였으며, Ca의 함량도 K와 동일한 경향이였으며, 복숭아나무에서 1.41%로 가장 높았고, 배나무가 0.91로 가장 낮았다. 과수 전정지 종류별 Mg의 함량은 사과나무에서  $2,011 \text{ mg kg}^{-1}$ 이었으며, 사과나무를 제외한 전정지의 경우는  $1,745\text{-}1,790 \text{ mg kg}^{-1}$ 의 범위로 별 차이 없었다. 이상의 결과를 미루어 볼 때, 전기가열식 열분해 과정을 통해 생산된 과수전정지 biochar는 다량의 무기성분 함유하고 있었으며, 특히 농업적으로 이용시 화학비료의 절감 효과를 기대할 수 있을 것이라 판단된다.

주제어 : Biochar, 과수전정지, 저속열분해, 전기 biochar 장치

주연구자 연락처 : E-mail, jsheo@gnu.ac.kr, Tel, +82-55-772-1963



## 전라북도 시설재배지 토양미생물 분포 (Microbial Distribution in Jeonbuk Area Greenhouse Plots)

안병구<sup>1)\*</sup> · 김갑철<sup>1)</sup> · 최선우<sup>1)</sup> · 정성수<sup>1)</sup> · 원항연<sup>2)</sup> · 이진호<sup>3)</sup>  
B.K. Ahn<sup>1)\*</sup> · K.C. Kim<sup>1)</sup> · S.W. Choi<sup>1)</sup> · S.S. Jeong<sup>1)</sup> · H.Y. Weon<sup>2)</sup> · J.H. Lee<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>전라북도농업기술원 기후변화대응과

Division of Climate Change, JBARES, Iksan, Korea

<sup>2)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원

National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea

<sup>3)</sup>전북대학교 생물환경화학과

Department of Bioenvironmental Chemistry, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

전라북도 시설재배지 토양에 분포하고 있는 미생물 군집을 평가하기 위해 5작물(고추, 토마토, 딸기, 상추, 수박) 25 지점의 토양을 채취하여 물리화학적, Pyrosequencing 분석, Biomass C, Dehydrogenase activity 등을 조사하였다. 조사한 토양의 Biomass C은 165~1,629 mg/kg 범위였고, 평균은 604 mg/kg 이었으며, Dehydrogenase activity는 12.3~169.2 ug TPF/g/24h 범위였고, 평균은 59.4 ug TPF/g/24h 이었다. Biomass C과 Dehydrogenase activity가 토양유기물 함량과의 관계는 각각,  $Y=10.1X-36(r=0.645^{***})$ ,  $Y=2.44X-31.8(r=0.513^{***})$  관계식으로 정의 관계를 보였다. Pyrosequencing 분석결과 분석 염기서열수는 평균 4,518개였고, 종류는 631종이었다. 종풍부도 추정치를 전국평균과 비교한 결과 Chao, Ace 추정치는 높았고, 다양성 지수의 Shannon 값은 전국 평균과 같았지만, Tnvsimpson 값은 낮았다. 조사한 세균의 우점 문(phylum) 수준의 상대풍부도는 Proteobacteria 32.2%, Actinobacteria 18.4%, Unclassified 16.0%, Firmicutes 8.4%, Acidobacteria 7.3% 등이 분포하고 있었다. 조사지점의 작물분포는 고추 3, 토마토 10, 딸기 3, 수박 6, 상추 3 이었다. 작물별 세균 종수는 딸기>상추>고추>토마토>수박 순이었고, 딸기 재배지에서 종풍부도 Chao 3,038, Ace 6,301, 다양성지수 Shannon 6.45, Invsimpson 802로 가장 높았고, 수박재배지에서 종풍부도 Chao 1,550, Ace 2,731, 다양성지수 Shannon 5.9, Invsimpson 272로 가장 낮았다. 조사지점의 토성은 미사질양토 12지점, 사양토와 양토가 각각 5지점, 미사질양토가 3지점이었고, 토성별 미생물 종수는 양토가 664종으로 가장 많았고, 미사질양토가 585종으로 가장 낮았다. 종풍부도와 다양성지수 역시 양토가 가장 높았다.

**주제어** : 시설재배지, 토양미생물, Pyrosequencing, Biomass C, Dehydrogenase activity

**주연구자 연락처** : E-mail, ahnbk61@korea.kr; Tel, 86-063-290-6193

## 제주도 화산회 토양에서 IC를 활용한 6가크롬 분석 (Analysis of Hexavalent Chromium Using IC in Volcanic Ash Soils of Jeju)

김대운<sup>\*</sup> · 김연백 · 민동명 · 유용남 · 양석준 · 고미라 · 진석희<sup>\*</sup>  
Dae-woon Kim<sup>\*</sup> · Yeon-baeg Kim · Dong-myung Min · Yong-nam Yu ·  
Seok-jun Yang · Mi-ra Ko · Seok-hee Jin<sup>\*</sup>

국립농산물품질관리원 제주지원  
National Agricultural Products Quality Management Service, Jeju Provincial Office

6가 크롬 토양오염우려기준의 과학적인 근거 자료로 활용하기 위해 기존의 분석법을 유기물 함량이 높은 제주지역 토양에 맞게 개선하고 제주지역 토양 중 6가 크롬의 배경농도를 조사하였다.

제주도 토양의 주 모암은 현무암이고, 일부 조면암 및 조면암질 안산암에서 유래되었으며, 이들 모암이 화산 활동 시 화산회, 화산사 등으로 분출되어 퇴적된 화산회토가 제주도 토양의 대부분을 차지하고 있어 중금속 함량이 높은 것으로 밝혀지고 있다. 특히 2010년도 제주도 친환경 토양 모니터링 결과, 총 크롬 평균 함량이 109.8mg/kg로 전국 토양 평균 25.4 mg/kg를 4.3배 초과하였다. 그러나 이는 토양 환경 조건 변화에 의해 다양한 산화 환원 상태로 존재하는 총 크롬의 분석 결과이며, 토양 중 가장 많이 존재하는 Cr(III)과 Cr(VI) 중, 독성이 강하여 토양오염우려기준이 설정된 Cr(VI)의 선택적 분석과 모니터링이 필요하다.

Cr(VI) 분석방법은 기존의 토양 시료를 산성조건에서 Cr(VI)을 diphenylcarbazide(DPC)와 착물을 형성시켜 생성하는 적자색의 화합물의 흡광도를 540nm에서 분광광도계로 정량하는 분석방법 대신, RC-membrane filter로 정제 한 Cr(VI) 토양 시료를 이온 크로마토그래프(IC)의 이온교환 컬럼으로 분리 한 후 diphenylcarbazide(DPC)와 결합하여 생성되는 착화합물을 UV Detector로 측정하는 분석법으로 개선하였다. 이 분석법은 검량선의 상관계수(R)가 0.99994로 나타나 Cr(VI)과 피크 면적 간에는 높은 선형관계가 있었으며 이 분석법의 정량한계는 0.25mg/kg로 나타나 모두 저농도의 Cr(VI) 측정에 적합하였다. Cr(VI) 인증 표준물질의 평균 회수율은 75.3%(74.9~75.6%)이었고, 정밀도는 0.44%이었으며, 기기안전성은 변이계수가 2.64%로 낮은 변이율을 나타냈다.

본 연구를 위하여 2010년도 제주지역 친환경 토양 모니터링 점수 중 30%에 해당되는 43지점을 지역별로 선정하여 분석하였으며, 분석 결과 Cr(VI)의 농도는 평균 3.0mg/kg, 최대 8.8mg/kg이었으며, 특히 조사지역의 15%인 7개 지점에서 토양오염우려기준 5mg/kg을 초과하는 것으로 조사되었다. 총 크롬은 전국 평균 25.4 mg/kg 보다 2.7배 높은 68.7 mg/kg이었고, 총 크롬대비 Cr(VI) 비율이 평균 4.4%(0.4~12.7%)로 나타났으며, 6가 크롬 함량이 높은 지점의 경우 총 크롬대비 Cr(VI) 비율이 평균 8.4%(4.8~12.7%)로 나타났으나, 총 크롬과 Cr(VI)의 상관관계(R)는 0.335로 낮은 상관성을 보였다. 따라서 향후 제주지역 토양에서 Cr(VI) 함량이 높은 원인과 특성을 구명하기 위해 토양산화환원능, 토양 산도 등 다양한 요인에 대한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

**주제어** : 화산회 토양, Cr(VI), 이온 크로마토그래프(IC)

**주연구자 연락처** : E-mail jcozy@korea.kr Tel 82-64-728-5282, E-mail vvadda@korea.kr Tel 82-64-728-5283

## PS - 29

# 중금속 오염 농경지에서 유채의 중금속 흡수 이행의 품종간 비교 (Varietal Differences of Rapeseed on the Heavy Metal Uptake Grown at the Agricultural Soils Near Closed Mines)

이정미<sup>1)</sup> · 고우리<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · 김지영<sup>1)</sup> · 류지혁<sup>1)</sup> · 김두호<sup>1)</sup> · 김원일<sup>1)</sup>  
 Jeong-Mi Lee<sup>1)</sup> · Woo-Ri Go<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · Ji-Young Kim<sup>1)</sup> ·  
 Ji-Hyock Yoo<sup>1)</sup> · Doo-Ho Kim<sup>1)</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 화학물질안전과

<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

중금속 오염 농경지에서 복원에 이용 가능한 유채의 품종을 선발하여 바이오에너지 작물의 식물학적 복원에 대한 이용 가능성 및 효율성을 평가하기 위하여 2개의 중금속 오염 포장(T, M)과 대조구(S)에서 유채 10품종을 재배하여 생육 및 중금속 흡수량을 조사하였다. 시험에 사용된 2개 포장의 중금속 함량은 우리나라 토양환경보전법에서 제시하는 농경지 토양오염 우려기준에 비해 As 함량이 M포장의 경우 4배, T 포장의 경우 54배 수준으로 매우 높은 함량을 보였고, M 포장의 경우 Cd 함량이, T 포장의 경우 Pb의 함량이 기준치를 초과하였다. 유채의 생육조사 결과 고농도의 비소 오염에도 불구하고 정상적인 생육을 보였으며 품종간, 지역간의 유의적인 차이는 확인되지 않았다. 품종 간 중금속 흡수량은 T토양에서 M68품종이 As는 0.77 g/plant으로 가장 높은 흡수율을 나타냈으며, 다음으로 HR, M111품종이 각각 0.57 g/plant, 0.52 g/plant으로 높게 조사되었다. Pb 흡수량은 M111이 0.51 g/plant였고 순차적으로 M68, HR이 각각 0.37 g/plant, 0.26 g/plant으로 높은 중금속 흡수율을 나타냈으며, NH 품종은 As와 Pb이 각각 0.04 g/plant, 0.02 g/plant으로 가장 낮은 중금속 흡수율을 보였다. 초기 토양의 중금속 오염이 크지 않았던 S와 M 토양에서는 대부분의 유채에서 As는 0.1 mg/plant, Pb는 0.05 mg/plant, Cd는 0.01 mg/plant 이하의 낮은 흡수율을 보였으며, 품종간의 중금속 흡수율에서도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 10가지 품종들 중 가장 중금속 흡수율이 높게 조사된 M68, HR, M111의 흡수량은 일반적으로 토양 중에서 중금속의 농도와 관계없이 구리, 니켈, 아연 등의 중금속을 건물 기준으로 0.1%, 카드뮴의 경우 0.01%이상을 축적할 수 있는 식물종을 정화종으로 선정하는데는 미치지 못하는 것으로 조사되었다.

**Key words** : Heavy metals, Varietal difference, Rapeseed, Soil contamination

**Corresponding author** : wikim721@korea.kr (031-290-0527)

## 토양유기탄소측정법의 방법비교 : 습식산화법과 건식연소법 (Method Comparison of Soil Organic Carbon Measurement: Wet-Oxidation & Dry Combustion Method)

조민경\* · 김선영 · 임영수

Min-Kyung Cho\* · Sun-Young Kim · Young-Soo Lim

한국농어촌공사 농어촌연구원

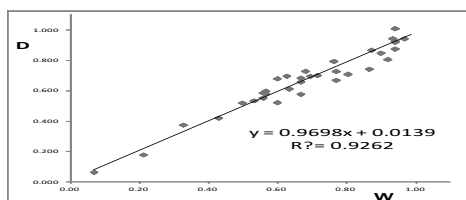
Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Gyeong-gi 426-908, Korea

농업환경에서 탄소의 순환은 대기, 수질, 토양을 통하여 이루어진다. 지구온난화의 주원인이 되는 대기 중의 이산화탄소, 수질오염기준이 되는 총유기탄소(TOC)와 더불어 토양 중 유기탄소의 형태로 순환하게 된다. 이러한 탄소순환의 고리에서 토양 중 유기탄소의 함량은 대기나 수질 중의 탄소함량에 비하여 저장고 역할을 하며, 전체 순환을 결정하는 위치에 있다.

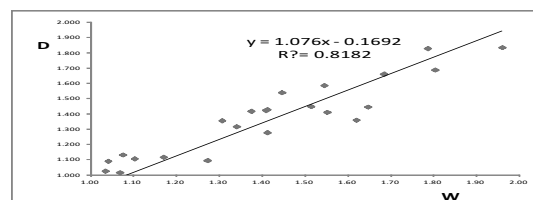
토양 중의 유기탄소를 측정하는 방법으로 가장 널리 사용되어져 온 습식산화법으로는 Tyurin법과 Walkley-Black법이 있다. 강력한 산화제인 중크롬산을 이용하여 유기탄소를 산화시켜 정량하는 방법으로, 높은 회수율을 가지며, 정량적인 결과를 얻을 수 있으나, 유독성 화합물인 중크롬산칼륨과 진한 황산을 사용하기 때문에 시험조작시 위험할 수 있고, 다량의 폐액이 발생한다. 이에 비하여 건식연소법인 원소분석기 측정법은 토양 및 액상에서도 유기탄소 함량을 측정할 수 있고, 빠르고 편리하며 부산물 발생이 적어 환경친화적인 분석법이라 할 수 있다.

습식산화법과 건식연소법을 비교하기 위하여 습식분석법으로는 Walkley-Black법을 사용하였고, 건식연소법은 원소분석기(LECO, TruSpec)를 이용하였다. 0.5 mm 표준체에 통과시킨 풍건토양을 분석시료로 사용하고, Walkley-Black법은 중크롬산칼륨을 황산과 함께 사용하여 유기물을 산화시킨 후, 남은 중크롬산 잔여량을 산화-환원 적정법을 통하여 분석함으로써 산화된 유기물 양을 정량하였다. 원소분석기 측정법은 950℃에서 시료를 완전히 연소시켜, 유기탄소를 모두 이산화탄소로 생성시킨 후 IR 검출기로 이산화탄소의 양을 측정하여, 토양 유기탄소로 정량하였다. 유기물 내 탄소함량은 일정상관계수를 갖기 때문에 유기탄소의 양으로부터 유기물의 함량을 계산하였다.

시험에 사용된 시료는 유기물 함량별로 크게 1% 미만, 1~2%, 2%이상으로 구분하여 그룹별로 습식분석법과 건식연소법 결과를 비교하였다. 유기물 함량 1% 미만의 그룹에서는 두 결과의 일치도가 매우 높았다. Walkley-Black법과 원소분석기로 분석된 결과를 회귀분석하여 얻은 방정식이 높은 직선성을 갖는 것을 확인하였다. 1~2% 범위의 시료는 1% 미만 보다는 작지만, 어느 정도 유사한 결과를 보인다는 것을 확인하였다.



〈그림 1〉 회귀분석, 유기물1%미만



〈그림 2〉 회귀분석, 유기물 1~2%

주제어 : 토양유기탄소, 습식산화법, Walkley-Black법, 원소분석기, 건식연소법

주연구자 연락처 : 저자 연락처 : E-mail, postlyme@naver.co.kr; Tel, 82-31-400-1622

## 토양 중금속 오염측정의 비교 분석법 개발에 관한 연구 (Comparative Method Development of Soil Heavy Metal Contamination Measurement)

정중환\* · 이복자 · 임영수

Jung-Hwan Jeong\* · Bok-Ja Lee · Young-Soo Lim

한국농어촌공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Gyeong-gi 426-908, Korea

토양 내 중금속 항목을 분석하는 방법은 크게 시료 전처리와 측정단계로 구분할 수 있다. 전처리 단계에서는 토양을 추출하는 용매 및 분해장치의 종류 등에 따라 다양한 시험방법이 있다. 또한 측정장비에 따라 원자흡수분광광도법(AAS), 유도결합플라즈마 원자발광분광법(ICP-AES), 유도결합플라즈마 질량분석법(ICP-MS) 등으로 분류할 수 있다. 현행 토양오염공정시험기준은 환류냉각 분해장치를 이용하여 왕수(aqua regia)로 추출한 후, AAS 또는 ICP-AES로 측정하는 방법을 채택하고 있지만, 전처리방법, 장비의 종류, 측정과장 등의 기기조건 등에 따라 분석결과가 크게 차이나는 등의 문제점이 발생하고 있다. 현재 다수의 토양분석기관에서 사용 중인 ICP-AES는 동시에 여러 원소를 분석할 수 있는 장점을 가지고 있으나, 분석과장과 간섭하는 원소의 파장이 가까울 때, 공존원소의 농도가 높을수록 복사선의 세기가 강하여 분광학적 방해를 일으켜 정확하지 않은 결과를 나타낼 수 있다. 또한 유기물 함량이 높고 Fe, Mn, Al, Ca, Mg 등의 다량 존재하는 토양시료 분석 시, 분석대상 항목에 방해를 주는 원소의 종류 및 함유량을 정확히 알아야 하며, 방해유형의 종류도 파악하여야 한다.

본 연구에서는 다양한 원소의 함유량을 확인할 수 있는 독일연방표준과학원 인증표준물질(CRM)인 BAM-U110 등을 공시토양으로 사용하여, KS I ISO 11466 및 EPA method 3050B 두 가지 전처리 방법에 따라 중금속을 추출하였고, ICP-AES, AAS, ICP-MS 3가지 분석장치로 측정, 회수율을 계산하여 시료의 이화학적 특성 및 분석장비에 따른 차이를 확인하였다.

ICP-AES 분석시, 토양오염공정시험기준상의 제 1 측정과장으로 분석하였으나, 토양 무기이온의 방해를 받아 상대적 감도가 낮은 항목인 As와 철 함량이 높을 때 간섭이 발생하는 것으로 알려져 있는 Cd의 경우, 두 개 과장(As: 193.70nm, 189.04nm Cd: 226.50nm, 214.44nm)을 이용하여 측정, 값을 비교하였다. 또한 유기물이 함량이 분석결과에 미치는 영향을 판단하기 위해 Wakley-Black 법으로 유기물 함량을 측정하였는데, 대체로 오염물 함량이 비교적 높은 경우, 철함량이 높은 경우에 분석 대상원소 농도의 측정편차가 커지고 회수율이 낮은 경향을 보였다. 특히, Cd 분석시 일부 과장(226.50nm)에서 간섭 영향이 심하게 나타나는 것으로 확인하였다. 또한 유기물이 높은 시료의 경우 전처리 분해효율이 떨어지는 등의 영향으로 대부분 항목의 회수율이 다소 낮게 나타났다. 측정시 낮은 분해능으로 감도가 떨어지는 Pb 등의 항목에서는 농도편차가 커지는 경향을 보였다. 고농도 시료에서는 대체로 AAS 측정값의 회수율이 높게 나타났고, 유기물함량도 높을 경우 Cu 등의 항목에서 ICP-MS 측정값의 회수율이 높게 나타났다. 반면, 저농도 시료에서는 크게 차이가 나타나지 않는 것으로 확인되었다. 전처리방법간의 비교에서는 유기물 함량이 높을 경우, EPA method 3050B에 따른 방법이 회수율이 높게 나타나는 것으로 확인되었다. 이와 같이 공존물질로 인한 간섭이 발생하는 토양시료 분석의 경우, 선택된 검정범위에서 간섭이 최소화 될 수 있는 과장을 선택하여 보정해야 한다. 과장선택에 있어서 분석자는 원소별 분해능, 감도, 사용하는 장비의 특성, 분석할 시료의 조성도 감안하여 선택하여야 한다. 또한 정확도 높은 분석을 위해서는 장비여건 등이 가능하다면, 시료의 특성 및 분석대상물질의 종류에 따른 전처리 및 측정장비의 선택적 분석수행도 고려할 필요가 있다고 판단된다.

주제어 : 주제어 : 중금속, AAS, ICP-AES, ICP-MS, 측정과장, 간섭, 공존원소, 회수율

주연구자 연락처 : 저자 연락처 : E-mail, 2101138@ekr.or.kr, Tel, 82-031-400-1623

## 폐광산 인근 농경지 토양의 중금속 유효도 분포와 유효도에 영향을 미치는 토양특성 (Distribution of Phytoavailable Heavy Metals in Agricultural Soils Affected by the Abandoned Mining Sites and Soil Properties Influencing on the Phytoavailable Metal Pools)

임가희<sup>1)\*</sup> · 김계훈<sup>1)</sup> · 서병환<sup>2)</sup> · 김권래<sup>2)</sup>

Ga-Hee Lim<sup>1)\*</sup> · Byoung-Hwan<sup>2)</sup> · Kwon-Rae Kim<sup>2)</sup> · Kye-Hoon Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>서울시립대학교, <sup>2)</sup>경남과학기술대학교

<sup>1)</sup>Department of Environmental Horticulture, College of Natural Sciences, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

<sup>2)</sup>Department of Agronomy and Medicinal Plant Resources, College of Science and Natural Resource Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

우리나라 중금속 오염 농경지는 상당수가 폐광산 인근에 분포하고 있고, 작물생산을 위한 영농활동이 지속적으로 이루어지고 있다. 이러한 지역에서 생산된 농산물의 안전성 문제가 제기되고 있어, 생산 단계에서 작물의 중금속 흡수를 저감시키기 위한 관리방안이 필요한 실정이다. 식물에 의한 중금속 흡수는 토양 중 중금속 총농도에 의한 영향보다 중금속 유효도에 영향을 받으므로 유효도 관리에 초점을 맞추어야 할 필요성이 있다. 토양 내 중금속 유효도는 토양 pH, 유기물함량, 양이온교환용량, 점토함량 등 다양한 이화학적 특성에 따라 결정된다는 많은 연구결과가 보고되고 있다. 따라서 안전한 농산물 생산을 위해서는 토양 내 중금속 유효도와 토양특성을 함께 고려해야 한다. 본 연구에서는 폐광산 인근 오염 농경지에 대한 관리방안을 모색하고자 하는 연구의 일환으로 폐광산의 영향을 받은 농경지 토양의 중금속 유효도와 이에 영향을 미치는 토양특성을 알아보고자 하였다.

우리나라 폐광산 인근 농경지 토양 142점을 채취하여 실험 재료로 사용하였으며, 풍건한 토양의 pH, 유기물(O.M.), 용존유기탄소(DOC), 점토함량, 알루미늄 · 철 · 망간 산화물 함량, 왕수분해법에 의한 중금속(Cd, Cu, Pb, Zn) 총농도, 1 M  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  침출법과 0.02 M  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  침출법에 의한 중금속 유효태 농도를 측정하였다. 각 측정값은 pH와 점토함량을 제외하고, 로그값으로 변환 후 토양특성과 중금속 함량 및 유효도 간의 상관관계를 선형회귀분석을 통해 분석하였다.

중금속 유효태 농도에 대한 중금속 총농도의 비율로 산출한 분배계수  $K_d^d$ ,  $K_d^e$ 값은 토양의 중금속 유효도를 나타낸다. Cu를 제외하고 Cd, Pb, Zn의  $K_d$ 값은 토양 pH와 양의 상관관계를 나타냈는데, 이는 토양 pH가 상승함에 따라 중금속 유효도가 감소한다는 일반적인 이론과 상응하는 결과였다.  $K_d$ 값과 유기물 및 DOC와의 상관관계에 있어서는 Cd, Cu, Pb, Zn 모두가 대체적으로 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났고 이는 유기물이 증가할수록 토양 내 중금속 유효도가 증가한다는 것을 의미한다. 알루미늄 · 철 · 망간 산화물 함량과  $K_d$ 값과의 상관관계는 Cd, Cu, Pb, Zn 모두에서 양의 상관관계를 나타냈으며 이는 양이온흡착능력이 많은 토양일수록 중금속을 흡착하는 능력도 커져 유효도가 감소하는 것을 의미한다. 이상 결과를 종합해 볼 때 중금속 종류별로 상관관계 정도의 차이는 있으나 토양 pH, 유기물 및 DOC, 알루미늄 · 철 · 망간 산화물의 함량이 중금속의 유효도를 결정하는 주요 인자로 판단된다. 따라서, 유효도 관리를 위해서 이들 인자들이 고려되어야 할 것이다.

주제어 : 중금속, 유효도, 분배계수, 오염 농경지, 토양특성

주연구자 연락처 : E-mail, lgh86@uos.ac.kr; Tel, 02-6490-5609

Table 1. Correlation coefficients of the linear regression analysis between partitioning coefficients ( $K_d$ ) of heavy metals in soils and soil properties.

<b>Cd</b>	<b>Log(<math>T^a</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>A^b</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>A^c</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^d</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^e</math>-Cd)</b>
pH	(+)0.59***	-	-	(+)0.57***	(+)0.66***
Log(OM)	(-)0.25**	-	-	(-)0.20*	(-)0.24*
Log(DOC <sup>f</sup> )	-	-	-	-	(-)0.24*
Log(DOC <sup>g</sup> )	(-)0.42***	(-)0.19*	-	(-)0.31***	(-)0.39***
Log(Al+Fe+Mn)	(+)0.34***	-	-	(+)0.29**	(+)0.29**
Clay(%)	(-)0.21*	(-)0.23**	(-)0.22**	-	-
<b>Cu</b>	<b>Log(<math>T^a</math>-Cu)</b>	<b>Log(<math>A^b</math>-Cu)</b>	<b>Log(<math>A^c</math>-Cu)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^d</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^e</math>-Cd)</b>
pH	(+)0.53***	(+)0.23**	-	-	-
Log(OM)	-	-	-	(+)0.22*	-
Log(DOC <sup>f</sup> )	-	(+)0.22*	-	(-)0.27**	(-)0.32*
Log(DOC <sup>g</sup> )	(-)0.30***	-	-	(-)0.27**	(-)0.41**
Log(Al+Fe+Mn)	(+)0.46***	-	(+)0.43**	(+)0.34***	-
Clay(%)	-	-	-	-	-
<b>Pb</b>	<b>Log(<math>T^a</math>-Pb)</b>	<b>Log(<math>A^b</math>-Pb)</b>	<b>Log(<math>A^c</math>-Pb)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^d</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^e</math>-Cd)</b>
pH	(+)0.40***	-	-	(+)0.64***	(+)0.70***
Log(OM)	-	-	-	-	-
Log(DOC <sup>f</sup> )	-	-	-	-	-
Log(DOC <sup>g</sup> )	(-)0.30***	-	(-)0.25*	-	(-)0.29**
Log(Al+Fe+Mn)	(+)0.32***	-	-	(+)0.38***	(+)0.52***
Clay(%)	(-)0.19*	-	(-)0.26**	-	-
<b>Zn</b>	<b>Log(<math>T^a</math>-Zn)</b>	<b>Log(<math>A^b</math>-Zn)</b>	<b>Log(<math>A^c</math>-Zn)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^d</math>-Cd)</b>	<b>Log(<math>^{\dagger}Kd^e</math>-Cd)</b>
pH	(+)0.52***	(-)0.38***	(-)0.32***	(+)0.66***	(+)0.62***
Log(OM)	-	-	-	-	-
Log(DOC <sup>f</sup> )	-	(+)0.19*	-	(-)0.17*	(-)0.18*
Log(DOC <sup>g</sup> )	(-)0.26**	(+)0.17*	-	(-)0.31***	(-)0.31***
Log(Al+Fe+Mn)	(+)0.35***	-	-	(+)0.25**	(+)0.22**
Clay(%)	-	-	-	-	-

<sup>a</sup> Total concentration of heavy metals using *aqua regia* digestion method<sup>b</sup> Available concentration of heavy metals using 1M  $NH_4NO_3$  extraction method<sup>c</sup> Available concentration of heavy metals using 0.02M  $Ca(NO_3)_2$  extraction method<sup>d</sup> by 1M  $NH_4NO_3$  extraction method<sup>e</sup> by 0.02M  $Ca(NO_3)_2$  extraction method<sup>f</sup> by water extraction method<sup>g</sup> by  $Ca(NO_3)_2$  extraction method<sup>†</sup> Solid-liquid partition coefficient (ratio of metal in a soil to the metal in the solution)\*, \*\*, \*\*\*: Significant at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  and  $p < 0.001$ , respectively

## 폐광속 광산 하천계의 퇴적물 중 납 동위원소 비 분포 특성 (The Distributions of Pb Isotope Ratios in Stream Sediments Around a Closed Mine)

최종우<sup>1)</sup> · 유은진<sup>1)</sup> · 이강현<sup>1)\*</sup> · 김명진<sup>1)</sup> · 이원석<sup>1)</sup> · 한진석<sup>1)</sup>

Jong-Woo Choi<sup>1)</sup> · Eun-Jin Yoo<sup>1)</sup> · Khanghyun Lee<sup>1)\*</sup> · Myungjin Kim<sup>1)</sup> · Won-Seok Lee<sup>1)</sup> · Jin-Seok Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>국립환경과학원, 환경측정분석센터

<sup>1)</sup>Environmental Measurement and Analysis center, National Institute of Environmental Research, Incheon, 404-170, Korea

폐광산에서 유출되는 중금속 오염물질이 인근 토양 및 하천 퇴적물의 오염에 미치는 영향은 주로 잔류량 조사를 통하여 이루어져 왔다. 그러나 주변에 다수의 오염원이 존재할 경우, 농도 자료만으로는 각 오염원의 기여율에 대한 개별적인 파악이 어렵기 때문에 효과적인 저감대책을 수립하는데 한계가 있다. 본 연구에서는 납 안정동위원소 비를 이용하여 폐광산 유출수와 지류가 합류되는 단일 오염원 하천계와 농토, 농가 및 인공 저수지 등 추가 오염원이 존재하는 다중 오염원 하천계에서 각각의 오염원이 하류 지역에 미치는 특성을 비교하였다.

토양 및 퇴적물 시료는 HNO<sub>3</sub>, HF, HClO<sub>4</sub> 등의 혼합산으로 산 분해한 후 음이온 교환 컬럼을 이용하여 납을 정제하였고, MC-ICP-MS (Multi-Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry)를 이용하여 납 안정동위원소 비를 분석하였다. 단일 오염원 하천계의 <sup>208</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) 비는 폐광산 유출수가 2.1143~2.1238 (0.8507~0.8537), 지류가 2.0749 (0.8374), 하류 지점이 2.0919 (0.8439)이었다. 다중 오염원 하천계의 <sup>208</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb (<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb) 비는 폐광산 유출수 2.1175~2.1280 (0.8518~0.8552), 지류 2.2948~2.2905 (0.8428~0.8447), 하류지점 2.1032 (0.8472)인 반면에, 농토인 발은 2.0070~2.0674 (0.8131~0.8305), 농가 생활하수 2.2053 (0.8215), 인공 저수지 2.1030~2.1137 (0.8429~0.8444)로 다른 특징을 보였다. <sup>208</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb vs. <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb의 3-isotope plot을 살펴보면 폐광산 유출수와 지류, 하류지점의 납 안정동위원소 비 간에 각각  $y=3.035x-0.468$ ,  $R^2=0.997$  (단일 오염원 하천계),  $y=3.086x-0.511$ ,  $R^2=0.997$  (다중 오염원 하천계)의 높은 직선 선형관계를 보인 반면 다중 오염원 하천계 추가 오염원의 납 안정동위원소 비는 선형관계에서 벗어나 있는 것으로 나타났다. 따라서 하류 지점 납의 주요 기원이 폐광산 유출수의 납 오염물질과 지류의 자연적인 납인 것을 확인할 수 있었다.

폐광산 유출수와 지류를 각각의 end member로 하는 binary mixing equation 계산 결과 단일 오염원 하천계와 다중 오염원 하천계에서 폐광산 기원 납이 하류 지점에 미치는 상대 기여도는 각각 37~42 %, 35~36% 으로 나타났다. 또한 IsoSource program을 통해 다중 오염원 하천계의 추가 오염원을 모두 고려하여 계산하면 각 오염원의 기여도가 35~67 % (폐광산 유출수), 0~3 % (농토), 0~14 % (농가 생활하수), ~1 % (인공 저수지) 이며, 자연적인 납의 기여율은 17~65 % 인 것으로 나타났다.

**주제어 :** 납 안정동위원소 비, MC-ICP-MS, 폐광산, 하천퇴적물, 오염원 상대기여도

**주연구자 연락처 :** E-mail, panthallasa@korea.kr; Tel, 82-032-560-8386



## PS - 34

## 페로니켈슬래그를 이용한 비료의 시용이 배추의 생육에 미치는 영향 (Effect of Fertilizers Using Ferro-Nickel Slag on Cabbage Growth)

최익원<sup>1)\*</sup> · 강병화<sup>2)</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 강세원<sup>1)</sup> · 서영진<sup>1)</sup> · 이상규<sup>1)</sup> · 박주왕<sup>1)</sup> · 허종수<sup>3)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>  
Ik-Won Choi<sup>1)\*</sup> · Byung-Hwa Kang<sup>2)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>1)</sup> · Se-Won Kang<sup>1)</sup> · Young-Jin Seo<sup>1)</sup>  
Sang-Gyu Lee<sup>1)</sup> · Ju-Wang Park<sup>1)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>3)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>순천대학교 생물환경학과, <sup>2)</sup>효석(주),

<sup>3)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 농업생명산업 글로벌 인재 육성 사업단) & 농업생명과학원

<sup>1)</sup>Department of Bio-Environmental Sciences, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

<sup>2)</sup>Hyosok, Co., LTD, 857 Kumho-dong, Gwangyang, Korea

<sup>3)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Korea

국내 페로니켈 제련소가 2008년에 완공되어 15만톤/년 이상의 페로니켈(Ferro-Nickel)이 생산되고 있으며, 이 제련과정에서 100만톤/년 이상의 페로니켈슬래그(Ferro-Nickel Slag)가 발생되고 있다. 페로니켈슬래그는 천연사문석과 화학적 조성이 유사하고, 기존의 슬래그보다 염기도가 낮아 농업적 이용가능성이 높다. 따라서 페로니켈 슬래그에 풍부하게 함유되어 있는 SiO<sub>2</sub> 와 MgO 성분을 이용하여 FNS 고토비료와 FNS 토양개량비료를 제조하고 제조된 비료와 기존의 규산질비료의 시비에 의한 배추의 생육특성, 배추의 양분흡수 특성, 토양의 이화학적 특성 그리고 작물 피해를 조사하였다. 배추생육특성은 생육기, 수확기 모두 대조구에 비해 모든 처리구에서 생육이 우월하였다. 생육기의 지상부 생체중은 FNS 토양개량비료 처리구가 대조구에 비해 73.3% 증가하였다. 수확기의 주중은 규산질비료 처리구가 대조구보다 26.0% 증가하였으며, 결구긴도는 대조구보다 FNS 토양개량비료 처리구에서 21.1% 더 우월한 것으로 나타났다. 구폭, 구고 또한 대조구에 비해 FNS 토양개량비료 처리구에서 우월하게 나타났다. 배추의 무기성분 및 중금속 함량 특성에서 무기성분 함량은 생육기에 비해 수확기에 배추에서 낮아지는 현상을 보였으나, 뿌리에서는 대조구 및 모든 처리구에서 Na<sub>2</sub>O가 증가 하였다. 식물체 중금속 함량에서 대조구나 각 처리구의 비료종류에 따른 어떠한 경향을 보이지는 않았다. 토양의 이화학적 특성은 생육시험 전보다 생육시험 후에 EC와 T-N이 모두 증가 하였고, CEC는 대조구에서만 증가하였다. 중금속 함량은 대조구나 처리구 모두 유사하며, Ni함량 역시 유사하게 나타났다. 본 연구결과 FNS를 이용한 토양개량비료 및 FNS 고토비료는 배추재배에서 피해를 보이지 않았으며 시비효과도 양호하였다.

**주제어** : 페로니켈슬래그, 규산질 비료, 배추, 생육특성, 토양변화

**주연구자 연락처** : E-mail, chojs@sunchon.ac.kr; Tel, 82-61-750-3297

Table 1. 공시비료의 종류 및 화학성분 함량

종류	가용성 규산	구용성 고토	알카리 분	가용성 석회
	-----(%)------			
FNS 토양개량	26.3	9.8	49.1	22.0
기존규산질비료	28.3	3.5	43.9	34.5
FNS 고토비료	-	60	-	-

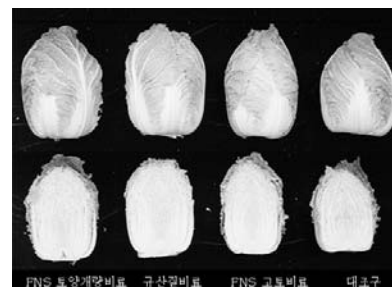


Fig. 1. 비료처리에 따른 배추의 생육사진

## 표준비료사용기준에 근거한 농경지의 중금속 부하량 평가 (Loading Capacity of Agricultural Soils for Heavy Metal by Standard Fertilizer Requirement in Korea)

정구복\*, 권순익, 홍성창, 김민경, 채미진, 소규호, 윤순강  
Goobok Jung\* · Soonik Kwon · Seongchang Hong · Minkyong Kim ·  
Mijin Chae · Kyuho So · Sungang Yun

국립농업과학원 기후변화생태과  
Climate Change & Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea

국제적으로 환경오염물질의 각종 규제가 강화되면서 농작물 및 재배환경 내 중금속 기준설정도 확대되고 있는 추세이다. 본 연구는 농업자재 투입에 따른 농경지 내 중금속 부하량을 평가하기 위하여 화학비료, 토양개량제 및 부산물비료 중의 중금속 분석치, 우리나라 표준비료사용기준량을 근거로 하여 토양의 중금속 부하량과 부하 농도를 계산하였다. 중금속 부하량을 평가하기 위하여 적용한 표준비료사용기준(2010, 국립농업과학원)은 논(벼)은  $N-P_2O_5-K_2O = 110-30-30$  kg/ha, 규산질비료 1.5 ton/ha, 퇴비 12 ton/ha, 밭(곡류)은  $N-P_2O_5-K_2O = 89-43-44$  kg/ha, 석회질비료 2 ton/ha, 퇴비 15 ton/ha이었다. 연간 단위면적(ha)에 대한 중금속 부하량(g/ha)은 표토의 토양무게(1,500 ton/ha)로 하여 토양 내 부하농도(mg/kg)를 계산하였다. 여기에서 토양무게(1,500 ton/ha)는 토양오염공정시험기준 상의 표토 채취기준(0~15cm) 및 가비중 1.0을 적용하여 계산하였다.

농업자재별 중금속 함량은 화학비료 중에서는 대체로 인산질비료가 높았으며, 규산질비료에서는 카드뮴 및 납이, 부산물비료(퇴비)는 구리, 아연 및 크롬 함량이 높은 경향을 보였다. 또한 단순 표준비료사용기준과 농업자재별 중금속함량 분석치에 의한 연간 중금속 부하량 기여도는 퇴비에서 가장 높았고, 화학비료에서는 질소, 칼리질 비료보다 인산, 석회 및 규산질비료가 상대적으로 높게 나타났다. 논 및 밭의 비료사용처방기준에 근거하여 농경지 내 중금속 부하량을 평가한 결과, 논에서 납(Pb)의 부하량이 높았을 뿐 다른 모든 중금속(Cd, Cu, Zn, Ni, Cr)은 밭에서 높게 나타났다. 중금속 종류별 연간 원단위 부하량 및 부하농도는 아연>구리>크롬>니켈>납>카드뮴 순으로 높게 나타났다. 퇴비에 의한 구리 및 아연의 부하농도는 각각 1.18 mg/kg/year, 아연 3.72 mg/kg/year 이었고, 농경지 내 부하비율도 99% 정도로 매우 높게 나타났다.

주제어 : 농경지, 표준비료사용기준, 중금속, 부하량, 부하농도

주연구자 연락처 : E-mail, gbjung@korea.kr; Tel, 017-252-7773

Table 1. Loading capacity and concentration of heavy metals in paddy and upland soil with various agricultural materials by standard fertilizer requirement

Loading capacity		Cd	Cu	Pb	Zn	Ni	Cr
Paddy soil	Total load	4.61	1431.4	109.3	4482.3	148.6	174.4
	Loading content	0.0031	0.954	0.073	2.99	0.099	0.116
Upland soil	Total load	5.26	1793.6	84.2	5654.6	202.8	222.1
	Loading content	0.0035	1.196	0.056	3.77	0.135	0.148

## 수질 환경 분야

PW - 01

# The Accuracy and Precision Study of Hydrogen and Oxygen Isotope Composition Using the Isotope Ratio Mass Spectrometer(IRMS) (IRMS를 이용한 수소와 산소 안정동위원소의 정확도 및 정밀도 연구)

Jong-Yeon Hwang<sup>1)\*</sup> · Bo-Kyong Kim<sup>1)</sup> · Min-Seob Kim<sup>1)</sup> · Won-Seok Lee<sup>1)</sup>황종연<sup>1)\*</sup> · 김보경<sup>1)</sup> · 김민섭<sup>1)</sup> · 이원석<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Environmental Measurement and Analysis Center

National Institute of Environmental Research

Environmental Research Complex, Gyongseo-dong, Seo-gu

Incheon, 404-708 Korea

국립환경과학원 환경측정분석센터

The isotope ratio mass spectrometer (IRMS) is an instrument that measures both of the elemental contents and isotope ratios of hydrogen, oxygen, carbon, nitrogen and sulfur in environmental samples at the same time. In this study, a recently introduced IRMS was used to analyze produced certified reference materials(CRMs), which helped establish analysis conditions of oxygen and hydrogen isotope ratios. It is important to ensure the reliability and present the accuracy and precision prior to applying environmental samples. In this study, three international standard materials such as VSMOW2, GISP and SLAP were employed. Among them, GISP was used for the calibration as it represents the intermediate hydrogen and oxygen isotope composition, while VSMOW2 and SLAP were applied to find the two end-points of  $\delta D$  and  $\delta^{18}O$  values, respectively. In addition, the validation of accuracy and precision was performed with two CRMs indicating different isotope compositions. In analyzing  $\delta D$  and  $\delta^{18}O$  values, the single analysis of each showed higher accuracy and precision than the simultaneous analysis of both during the calibration with GISP. The measured  $\delta^{18}O$  values of the two end-points were the same as the certified values of VSMOW (0 ‰) and SLAP (-55.5 ‰). However, the measured  $\delta D$  values, which were found -7.68 ‰ and -423.99 ‰, respectively, did not reach the certified values of VSMOW (0 ‰) and SLAP (-428 ‰). It is considered that the range (428 ‰) of hydrogen isotope ratios between the two international standards is quite wider than the range (55.5 ‰) of oxygen isotope ratios. Nonetheless, the gap between the two end-points was found to be narrowed from -0.57 ‰ of VSMOW to -420.87 ‰ of SLAP after calibration with VSMOW once  $H_3^+$  factor correction was frequently performed every 1~3 hours. The  $\delta^{18}O$  value of CRM certified as -19.64 ‰ fell within the certified value  $\pm 2\sigma$  in the range over around 39.9 nA, but the  $\delta D$  value of CRM certified as -152.02 ‰ was within the certified value  $\pm 4\sigma$ . In order to agree with the accepted values defined by VSMOW and SLAP, the measured  $\delta D$  values were switched over to the certified values through linear regression. As a result of normalization, the calculated  $\delta D$  values of CRM fell within the certified value  $\pm 2\sigma$ . In this study, the accuracy and precision of IRMS were assessed using CRMs, thereby establishing optimal analysis conditions for tracing environmental pollution sources.

**Key words** : Isotope ratio,  $\delta D$  value,  $\delta^{18}O$  value, VSMOW, SLAP, GISP, Precision, Accuracy

**Corresponding author** : E-mail ; hgy6711@korea.kr, Tel : 032-560-8389

## Batch실험에서 활성화된 고춧대 Biochar의 인 흡착능력 (Adsorption Capacity of Phosphorus in Activated Biochar Obtained from Pyrolysis of Pepper Stem in Batch Experiment)

박종환<sup>1)\*</sup> · 김성현<sup>1)</sup> · 서동철<sup>2)</sup> · 조주식<sup>2)</sup> · 허종수<sup>1)</sup>

Jong-Hwan Park<sup>1)\*</sup> · Seong-Heon Kim<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>2)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)&농업생명과학원.

<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경과학부.

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science(BK21 Program)&Institute of Agriculture and Life Sciences,  
Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life and Environmental Sciences, Suncheon National University,  
Suncheon, 540-742, Korea

우리나라 대표적 채소작물인 고추의 경우 2007년 이후 평균 재배면적이 6만 ha로 가장 많고, 총 생산액도 매년 약 1조원으로 농가의 환금성 작물로 중요한 작물이다. 우리나라의 연간 고추 생산량은 약 42만 ton이며, 이에 따른 고춧대 발생량은 약 90만 ton이다. 고춧대는 보릿짚이나 벼짚류와 같이 농업부산물로 얻을 수 있는 biomass지만 고춧대는 단단하고 견고한 구조를 가지고 있어 가축의 사료나 산업의 원료로 이용되지 못하고 있다. 이에 고춧대의 활용도를 높이고, 고춧대가 가지는 특성을 이용하여 기존의 활성탄을 대체할 수 있는 수처리용 biochar를 개발하기 위해 고춧대 biochar의 인 흡착능력을 조사하였다. 실험에 사용된 biochar는 전기가열형 biochar 장치에서 열분해 온도 및 시간은 600℃, 4시간하에서 제조되었으며, ZnCl<sub>2</sub>로 활성화한 후 biochar의 활성화에 따른 인 흡착특성을 비교하였다. 고춧대 biochar의 인 흡착능력은 Freundlich 및 Langmuir 등온흡착실험에 의해 산출하였다. 고춧대 biochar의 인 흡착능력을 조사한 결과 활성화하지 않은 biochar는 흡착능력이 매우 낮았다. 하지만 활성화된 biochar의 인 최대 흡착능력은 13,717 mg kg<sup>-1</sup> (Langmuir 등온흡착식)으로 매우 높았으며, Freundlich 등온흡착식도 유사한 경향이였다. 이상의 결과를 미루어 볼 때, 활성화된 고춧대 biochar는 단단하고 견고한 구조로 입상형 biochar 제조가 가능 할 것으로 판단되며, 인 흡착특성 결과 기존의 활성탄 대체제로의 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어** : Biochar, Freundlich isotherm, Langmuir isotherm, PO<sub>4</sub>-P

**주연구자 연락처** : E-mail, jsheo@gnu.ac.kr, Tel, +82-55-772-1963

Table. Freundlich 및 Langmuir 등온흡착식에 의한 고춧대 biochar의 PO<sub>4</sub>-P 흡착능 (K), 흡착강도 (1/n), 최대흡착능 (a) 및 결합세기 (b)

	Freundlich adsorption isotherm			Langmuir adsorption isotherm		
	K	1/n	r	a	b	r
Pepper stem	4,8150	0,2157	0,9092	13,717	0,0729	0,0729

## PW-03

# 농업부산물인 담뱃대를 이용하여 제조한 Biochar의 인 흡착특성 (Adsorption Characteristic of Phosphorus in Biochar Obtained from Pyrolysis of Tobacco Stem)

박종환<sup>1)\*</sup> · 김성현<sup>1)</sup> · 서동철<sup>2)</sup> · 조주식<sup>2)</sup> · 허종수<sup>1)</sup>Jong-Hwan Park<sup>1)\*</sup> · Seong-Heon Kim<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>2)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>1)</sup><sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)&농업생명과학원.<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경과학부.<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science(BK21 Program)&Institute of Agriculture and Life Sciences,  
Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea<sup>2)</sup>Division of Applied Life and Environmental Sciences, Suncheon National University,  
Suncheon, 540-742, Korea

우리나라의 잎담배 재배면적은 2011년 기준으로 698,700ha이며, 총산량은 17,307톤을 잎담배를 생산하고 있다. 담배식물에서 잎을 제거한 담뱃대는 부산물로 취급되며, 그에 대한 활용도가 매우 낮은 실정이다. 현재 담뱃대를 처리하는 방법으로는 대부분 소각하거나 분쇄하여 토양에 시용한다. 하지만 이러한 방법들은 소각의 경우 CO, Hydrocarbon, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>로 인한 대기오염의 원인 물질을 배출하게 되며, 토양에 시용하는 경우는 담뱃대의 부숙에 따른 유기산과 가스발생, 질소기아 현상 등을 야기한다. 이에 담뱃대의 활용도를 높이고 수처리용 biochar 개발을 위한 기초연구로서 전기가열형 biochar 제조장치에서 제조된 담뱃대 biochar의 인 흡착특성을 조사하였다. 전기가열형 biochar 장치에서 열분해 온도 및 시간은 600℃, 4시간이었으며, 제조된 biochar를 ZnCl<sub>2</sub>로 활성화시켰다. 활성화된 biochar를 이용하여 Freundlich 및 Langmuir 등온흡착식에 적용하여 담뱃대 biochar의 인 흡착특성을 조사하였다. 담뱃대 biochar의 PO<sub>4</sub>-P 흡착실험 결과를 Freundlich 등온흡착식에 적용한 결과 흡착능 (K)은 2.3834이었으며, 흡착강도 (1/n)는 0.2933이었다. 담뱃대 biochar의 PO<sub>4</sub>-P 흡착실험 결과를 Langmuir 등온흡착식에 적용한 결과 최대흡착능 (a)은 9,216 mg kg<sup>-1</sup>이었으며, PO<sub>4</sub>-P 결합세기 (b)는 0.1085이었다. 따라서 전기가열형 biochar 제조장치에서 제조된 담뱃대 biochar는 인 흡착능력이 매우 우수한 것으로 판단되며, 향후 활성탄 대체제로서의 활용이 가능할 것으로 판단된다.

주제어 : Biochar, Freundlich isotherm, Langmuir isotherm, PO<sub>4</sub>-P

주연구자 연락처 : E-mail, jsheo@gnu.ac.kr, Tel, +82-55-772-1963

Table. Freundlich 및 Langmuir 등온흡착식에 의한 담뱃대 biochar의 PO<sub>4</sub>-P 흡착능 (K), 흡착강도 (1/n), 최대흡착능 (a) 및 결합세기 (b)

	Freundlich adsorption isotherm			Langmuir adsorption isotherm		
	K	1/n	r	a	b	r
Tabacco stem	2.3834	0.2933	0.9062	9,216	0.1085	0.1085

## SWAT모형을 이용한 해안면 만대천 유역의 미래 기후 지하수 함양량 평가 (Evaluation of Groundwater Recharge at Mandae Stream Watershed due to Climate Changes Using SWAT)

이지민<sup>1)\*</sup> · 금동혁<sup>1)</sup> · 이관재<sup>1)</sup> · 임경재<sup>1)</sup>  
Ji Min Lee<sup>1)\*</sup> · Dong-hyuk Kum<sup>1)</sup> · Gwan Jae Lee<sup>1)</sup> · Kyoung Jae Lim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>강원대학교 지역건설공학과

<sup>1)</sup>College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

최근 이상기후 현상들로 인해 용수 공급이 안정적이지 못한 실정이다. 우리나라 전체 수자원 이용량 중 농업용수가 45% 이상 차지하고 있으며, 농업용수 이용량 중 지하수 이용량 또한 점차 증가하고 있는 것으로 분석되었다. 현재 국내에서는 지하수위 저하로 용수부족 및 지하수질 악화, 이로 인한 건기 하천 생태계 파괴 등과 같은 다양한 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지하수 함양량 평가가 수행되어야 하나, 이를 위한 기초자료가 제대로 구축되어 있지 않은 상태이며, 또한 최근 기후변화에 의한 지하수 함양량 변화에 관한 연구도 제한적으로 수행되어 오고 있다. 유역에서의 지하수 함양량 평가를 산정하기 방법에는 여러 가지 공식이나 HSPF(Hydrological Simulation Program-Fortran), MODFLOW(Modular Ground Water Model), SWAT(Soil and Water Assessment Tool) 모형 등이 사용 될 수 있다. 본 연구에서는 위와 같은 방법 중 유역 수문-수질 모의가 가능한 SWAT 모형을 이용하여 지하수 함양량을 평가 하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 해안면 유역에 대해 보정된 SWAT 모형과 기후변화 시나리오 자료를 이용하여 지하수 함양량의 시간적·공간적 변화 특성을 분석하였다. 또한 기후변화정보센터(CCIC)에서 제공하는 기후모델인 A1B 시나리오를 편의보정(Bias-correction)한 후 미래 기후변화에 따른 지하수 함양량을 분석하였다. 분석 결과 유역내 다양한 지형, 토양, 토지이용특성에 따라 지하수 함양량에 있어 큰 차이가 있었으며, 기후변화에 의해 지하수 함양량 또한 많은 변화가 있는 것으로 분석되었다. 본 연구의 결과는 해안면 유역의 지하수 관리를 위해 유용하게 활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

**주제어 :** 지하수 함양량, SWAT, 기후변화

**주연구자 연락처 :** E-mail, wlals217@naver.com; Tel, 033-241-6468

## PW-05

## 드럼형 Biochar 제조장치에서 제조된 콩대 및 참깨대 Biochar의 표면특성 (Surface Characteristics of Soybean and Sesame Straw Biochars by Drum Biochar Apparatus)

김성현<sup>1)\*</sup> · 박종환<sup>1)</sup> · 서동철<sup>2)</sup> · 조주식<sup>2)</sup> · 허종수<sup>1)</sup>

Seong-Heon Kim<sup>1)\*</sup> · Jong-Hwan Park<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>2)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)&농업생명과학원.

<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경과학부.

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science(BK21 Program)&Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life and Environmental Sciences, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea

농업부산물 중 벼짚을 제외한 부산물들은 그 활용도가 매우 낮은 편으로 이러한 부산물을 처리하는 방법으로는 크게 소각, 토양시용 및 논으로부터 제거 후 이용으로 크게 3가지로 구분할 수 있다. 하지만 이러한 방법들은 온실가스 방출, 작물의 생육저하 및 환경오염 등을 야기시킨다. 이에 농업부산물의 활용도를 증가하기 위한 방법으로 biochar가 대두되었는데 biochar는 산소가 없는 조건에서 유기물질을 가열하여 얻는 숯(charcoal)으로 ‘바이오숯’으로 불리며, 토양의 지력향상, 친환경경제 및 이산화탄소 흡수하는 장점이 있다. 이에 본 연구는 농업부산물을 이용한 농업 및 환경정화용 biochar 생산을 위한 기초연구로서 콩과 참깨 재배농가에서 수확이 끝난 콩대와 참깨대를 수거하여 드럼형 biochar 제조장치에서 열분해하였으며, SEM (Scanning Electron Micrograph), EDS (Energy Dispersive Spectroscopy), FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectrometer)를 이용하여 제조된 biochar의 표면 관찰, 성분함량, 작용기를 조사하였다. 제조된 biochar의 SEM 측정 결과 콩대 및 참깨대 모두 표면은 다공성 구조였으며, 원시료의 식물체가 가지고 있는 구조가 일부 변형되고 손상되긴 했으나, 유기물이 제거된 나머지 부분들은 그대로 형태로 유지하고 있는 것을 관찰 할 수가 있었다. EDS를 이용하여 콩대 및 참깨대 biochar의 시료표면 성분함량을 측정한 결과 대부분이 탄소와 산소로 구성되어 있었고, 탄소와 산소함량은 콩대의 경우 각각 40.83 및 34.16%이었으며, 참깨대의 경우 각각 47.51 및 24.52%이었다. 또한 콩대 및 참깨대 biochar의 K, Ca, Mg 함량은 미량으로 존재하였다. FT-IR을 이용하여 제조된 biochar의 작용기를 분석한 결과 참깨 및 콩대 모두 공통적으로 750 cm<sup>-1</sup>에서 C-H, 1,120 cm<sup>-1</sup>에서 지방족 C-OH stretching, 1,350 cm<sup>-1</sup>에서 C-N구조가 나타났으며, 1,460 cm<sup>-1</sup>에서-CH<sub>2</sub>, 1,610 cm<sup>-1</sup>방향족 carbonyl/carboxyl C=O, 1,680 cm<sup>-1</sup>에서 방향족 C=C ring stretching, 2,880 cm<sup>-1</sup>에서 C-H가 나타났으며, 3,400 cm<sup>-1</sup>에서 O-H 작용기가 확인되었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때, 콩대와 참깨대 biochar의 경우 농업적으로 이용시 토양 물리성 개선에 효과적일 것으로 판단되며, 환경정화용으로 이용시 오염물질 흡착에 효과적일 것으로 판단된다.

주제어 : Biochar, EDS, FT-IR, SEM, 드럼형 biochar 제조장치

주연구자 연락처 : E-mail, jsheo@gnu.ac.kr, Tel, +82-55-772-1963

## 비점오염원 처리를 위한 영산강 본류 대체습지의 정화효율 평가 (Evaluation of Purification Efficiency in Replacement Wetlands Surrounding Yeongsan River for Treating Non-point Source Pollution)

박주왕<sup>1)\*</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 강세원<sup>1)</sup> · 이상규<sup>1)</sup> · 서영진<sup>1)</sup> · 최익원<sup>1)</sup> · 허종수<sup>2)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>  
Ju-Wang Park<sup>1)\*</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>1)</sup> · Se-Won Kang<sup>1)</sup> · Sang-Gyu Lee<sup>1)</sup> · Young-Jin Seo<sup>1)</sup> ·  
Ik-Won Choi<sup>1)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>순천대학교 생물환경학과, <sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 농업생명산업 글로벌 인재 육성 사업단) & 농업생명과학원

<sup>1)</sup>Department of Bio-environmental Sciences, Suncheon National University, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Korea

본 연구는 비점오염원 처리를 위한 영산강 본류 대체습지의 정화효율을 평가하고자 광주권역, 7공구, 동림2지구, 월산보 하류 좌안에 조성된 대체습지에서 3개월간 오염물질 정화효율을 조사하였다. 조사된 대체습지는 줄 및 부들이 우점하고 있는 수질정화형습지로 인근의 비닐하우스와 농경지에서 배출되는 유출수를 처리하기 위해 조성되었다. 이에 본 연구는 시기별(8, 9 및 10월)로 유입수와 유출수의 BOD, SS, T-N 및 T-P의 함량을 조사하였다. 공시수질의 BOD, SS, T-N 및 T-P 함량은 각각 5.10, 8.97, 4.73 및 0.32 mg L<sup>-1</sup>이었다. 시기별 유입유량은 8.64~30.24 ton day<sup>-1</sup> 범위였고, 시기별 유출유량은 5.18~22.62 ton day<sup>-1</sup> 범위이었다. 시기별 BOD의 함량은 유입부에서 4.26~5.98 mg L<sup>-1</sup> 범위였고, 유출부에서 2.52~4.00 mg L<sup>-1</sup> 범위였으며, 33~41%의 처리효율을 보였다. SS의 함량은 시기에 상관없이 유입부에서 3.26~19.00 mg L<sup>-1</sup> 범위였으며, 유출부에서는 2.46~22.00 mg L<sup>-1</sup> 범위로-16~26%의 불안정한 처리효율을 보였다. 시기별 T-N의 함량은 유입부에서 3.40~6.53mg L<sup>-1</sup> 범위였으며, 유출부에서는 2.11~4.13 mg L<sup>-1</sup> 범위였고, 12~51%의 처리효율을 보였다. T-P의 함량은 유입부에서 0.21~0.45 mg L<sup>-1</sup> 범위였고, 유출부에서 각각 0.22 mg~0.27 mg L<sup>-1</sup> 범위였으며,-4~40%의 처리효율을 보였다. 조성초기의 대체습지의 BOD, SS, T-N 및 T-P의 평균 처리효율은 각각 38%, 12%, 33% 및 21%이었다.

**주제어 :** 영산강, 대체습지, 비점오염원, 오염물질, 정화효율

**주연구자 연락처 :** E-mail, chojs@suncheon.ac.kr; Tel, 86-61-750-3297



## PW-07

## 우리나라 농업용 하천수와 지하수 수질의 상태지표 (State Indicator of Water Quality for Agricultural Surface Water and Groundwater in Korea)

김민경\* · 권순익 · 홍성창 · 채미진 · 정구복 · 윤순강 · 노안성<sup>1)</sup> · 최승출<sup>2)</sup> · 최원일<sup>3)</sup> · 이종은<sup>4)</sup> · 김갑철<sup>5)</sup> · 김병호<sup>6)</sup> · 박상조<sup>7)</sup> · 이성태<sup>8)</sup> · 양상호<sup>9)</sup>

Min-Kyeong Kim\* · Soon-Ik Kwon · Seong-Chang Hong · Mi-Jin Chae · Goo-bok Jung · An-Sung Ro<sup>1)</sup> · Seung-Chul Choi<sup>2)</sup> · Won-Il Choi<sup>3)</sup> · Jong-Eun Lee<sup>4)</sup> · Kab-Cheol Kim<sup>5)</sup> · Byeong-Ho Kim<sup>6)</sup> · Sang-Jo Park<sup>7)</sup> · Seong-Tae Lee<sup>8)</sup> · Sang-Ho Yang<sup>9)</sup>

국립농업과학원, <sup>1)</sup>경기도농업기술원, <sup>2)</sup>강원도농업기술원, <sup>3)</sup>충청북도농업기술원, <sup>4)</sup>충청남도농업기술원, <sup>5)</sup>전라북도농업기술원, <sup>6)</sup>전라남도농업기술원, <sup>7)</sup>경상북도농업기술원, <sup>8)</sup>경상남도농업기술원, <sup>9)</sup>제주도농업기술원

National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea

<sup>1)</sup>Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services, Hwaseong 445-972, Korea

<sup>2)</sup>Gangwon Agricultural Research and Extension Services, Chuncheon 200-150, Korea

<sup>3)</sup>Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 363-883, Korea

<sup>4)</sup>Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Yessan 340-861, Korea

<sup>5)</sup>Jeonbuk Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

<sup>6)</sup>Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

<sup>7)</sup>Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-708, Korea

<sup>8)</sup>Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-950, Korea

<sup>9)</sup>Agricultural Research and Extension Services, Jeju Special Self-Governing Province, 697-500, Korea

농업환경지표(Agri-Environmental Indicators, AEIs)란 농업이 환경에 미치는 영향과 환경이 농업에 미치는 영향을 파악할 수 있는 분야를 선정하여 일정한 기준에 따라 산정된 대표적인 값으로 농업용수 수질 상태지표는 수질변화로 인한 농업생산 활동의 변화를 나타낼 수 있는 지표이다. 따라서 본 연구에서는 수질환경에 대한 농업의 긍정적 및 부정적 영향을 평가하기 위하여 2007년부터 2011년 우리나라 농업용 하천수와 지하수 수질에 대한 변동 조사결과를 활용하여 OECD 기준과 우리나라 농업용수 수질기준에 의한 수질 상태지표를 산정하였다. OECD 수질 상태지표의 기준은 국가 음용수 수질기준치를 초과한 질산염과 인을 함유하는 하천수와 지하수 조사지점 비율을 나타내는데 우리나라 음용수 수질기준은 질산태 질소가 10 mg/L이며 인에 대한 기준은 없다. 우리나라 농업용수 수질기준은 하천수의 경우 환경정책기본법의 생활환경기준 IV등급을 따르며 지하수의 경우 지하수법의 농·어업용수 기준을 따르는데 이 기준치를 초과한 하천수와 지하수의 조사지점 비율을 나타낸다. OECD 기준에 의한 우리나라 농업용 지하수의 질산염 상태지표는 14.4~16.5%이었는데 본 연구에 활용된 수질 변동 자료는 지하수의 질산태 질소만 있어 OECD 수질 상태지표의 경우 이에 대한 수질 상태지표만을 산정하였다. 또한 우리나라 수질기준에 의한 하천수의 수질 상태지표는 pH 3.3~7.7%, DO 0.0~0.3%, BOD 0.4~1.1%, COD<sub>Mn</sub> 1.3~3.7%, T-P 3.0~4.7%, SS 0.0~1.6%이었으며 지하수의 수질 상태지표는 pH 2.4~7.2%, NO<sub>3</sub>-N 1.8~4.0%, Cl<sup>-</sup> 0.0~0.3%, Cd 0.0%, As 0.0~0.8%, Pb 0.0% 이었다. 농업용수 수질 상태지표를 통해서 나타난 것처럼 최근 문제되고 있는 농업용수 수질기준 항목 중 농작물에 필수 영양성분인 질소와 인에 대한 기준이 너무 엄격하게 설정되어 있어 우리나라 농업용수의 상당부분이 수질기준을 초과하는 것으로 나타

났다. 이는 농산물 생산의 걸림돌이 되는 동시에 우리나라 수자원의 상당량을 활용하지 못하게 하는 결과를 초래하고 있다. 따라서 우리나라 농업용수 수질 현황을 고려한 이수목적의 농업용수 수질기준 및 정책 수립이 절실히 필요하다고 생각된다.

**주제어 :** 농업용수, 하천수, 지하수, 수질, 상태지표

**주연구자 연락처 :** E-mail, kimmk72@korea.kr; Tel, 031-290-0223

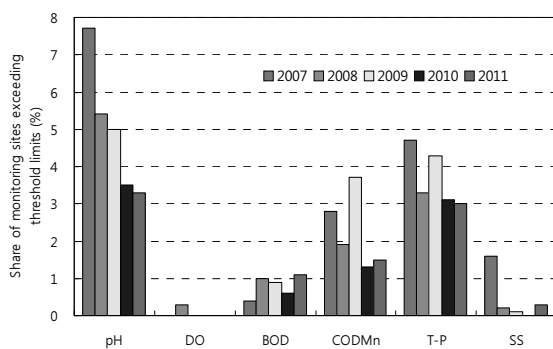


Fig. Share of monitoring sites in agricultural areas that exceed Korean agricultural water threshold limits in surface water.

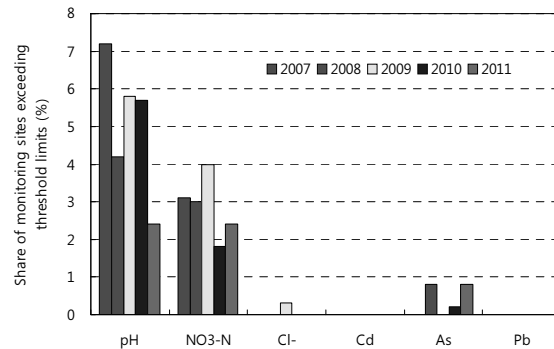


Fig. Share of monitoring sites in agricultural areas that exceed Korean agricultural water threshold limits in groundwater.

## PW-08

## 유기오염 지표 TOC의 수계별 특성 및 COD, SS와의 상관관계 분석 (Analysis of Characteristics and Correlation Between TOC and COD, SS Concentration in According to River Watershed)

서하나<sup>\*</sup> · 이진경 · 민혜정 · 이인재Ha-Na Seo<sup>\*</sup> · Jin-Kyung Lee · Hye-Jung Min · In-Jae Lee

한국농어촌공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Gyeong-Gi 426-908, Korea

하천과 호소에서 생물화학적산소요구량(BOD)과 화학적산소요구량(COD)은 대표적 유기물 오염 지표로서 활용되었다. 그러나 분석 오차가 크고 난분해성 오염물질을 반영하기 어려운 한계점을 가지고 있어, 이를 보완하기 위해 신속한 분석이 가능하고, 오염물질의 생물독성 및 난분해성 오염물질의 영향이 적은 총유기탄소(TOC)가 최근 큰 관심을 받고 있다. 이러한 이유로 TOC는 환경정책기본법 시행령(2013.1.1.) 호소의 수질환경기준에 포함되었다. 이에 본 연구에서는 전국의 농업용 저수지를 한강, 낙동강, 금강, 영산강 수계권역으로 구분하여 총유기탄소(TOC)의 특성을 파악하고 화학적산소요구량(COD) 및 부유물질(SS)과의 상관관계를 분석하였다. 수계권역은 한강권역 165개 저수지, 낙동강권역 246개 저수지, 금강권역 186개 저수지, 영산강권역 98개 저수지에 대하여 조사였으며, 조사기간은 2012년 1년 동안 계절별로 총 4회 조사하였다. 조사항목은 COD, TOC, SS이며, TOC 분석은 GE Instrument사의 SIEVERS 900을 이용하여 수질오염공정시험기준에 따라 분석하였다.

권역별 TOC와 COD의 상관관계 분석결과(TOC/COD), 한강권역 57.9%(결정계수  $R^2=0.9602$ ), 낙동강권역 51.8%(결정계수  $R^2=0.9666$ ), 금강권역 58.3%(결정계수  $R^2=0.9516$ ), 영산강권역 58.3%(결정계수  $R^2=0.9562$ )으로 조사한 모든 권역에서 높은 상관관계를 나타내는 것으로 분석되었다. 이를 통해 TOC가 COD와 함께 대표적 유기물 오염지표로 의의가 있음을 확인하였다. SS에 따른 TOC와 COD의 상관관계를 분석하기 위해 호소의 수질환경기준 등급 중 좋음(5 mg/L)과 농업용수 기준인 약간 나쁨(15 mg/L)을 기준으로 농도별로 구간을 나누어 조사한 결과, 대체로 모든 농도 구간에서 결정계수  $R^2=0.93$  이상의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 권역별 차이는 있으나 SS 15 mg/L 이상일 때 상당히 높은 상관관계를 나타낸 반면, 전체 권역의 SS 농도별 조사구간 중 한강권역의 SS 15mg/L 이상에서 결정계수  $R^2=0.8$ 로 가장 낮은 상관관계를 보였다. 권역별 SS에 따른 TOC와 COD의 상관관계가 높은 순서로는 낙동강 권역 > 영산강 권역 > 금강 권역 > 한강 권역으로 분석되었다.

TOC는 유기물 산화를 통해 측정되는 총탄소(TC)에 대해  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  등 총무기탄소(IC)의 농도 차이로 측정된다( $\text{TC}=\text{TOC}+\text{IC}$ ). 높은 수온으로 인해 부영양화가 발생하는 여름철(7,8월)의 TOC와 무기탄소비율(IC/TC)에 대해 분석한 결과, 한강권역 TOC 3.37 mg/L, 무기탄소비율(IC/TC) 42.8%, 낙동강권역 TOC 3.92 mg/L, 무기탄소비율(IC/TC) 36.1%, 금강권역 TOC 3.63 mg/L, 무기탄소비율(IC/TC) 39.9%, 영산강권역 TOC 3.73 mg/L, 무기탄소비율(IC/TC) 32.1%로 조사되었다. 영산강권역에서 무기탄소비율(IC/TC)이 가장 낮게 조사되어, 다른 권역에 비해 상대적으로 Organic Carbon의 함량이 Inorganic Carbon 함량보다 높게 나타남을 확인할 수 있다.

Table 1. The relation between TOC and IC-TC ratio in according to River Watershed

Han River Watershed			Nakdong River Watershed			Geum River Watershed			Yeongsan River Watershed		
COD (mg/L)	TOC (mg/L)	IC/TC	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	IC/TC	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	IC/TC	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	IC/TC
5.8	3.37	42.8%	6.2	3.92	36.1%	6.3	3.63	39.9%	6.1	3.73	32.1%

대표적 유기물 오염지표로서 TOC에 대한 COD, SS와의 상관관계 분석결과와, 4대강 수계권역의 TOC 특성 분석결과를 통해 권역별 수계의 수질관리 기초자료로 활용 가능하리라 사료된다.

주제어 : 총유기탄소(TOC), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질(SS), 총탄소(TC), 총무기탄소(TIC)  
 주연구자 연락처 : E-mail, hana84@ekr.or.kr; Tel, 82-031-400-1622

## PW-09

## 전라북도 농업용수 수질 평가 (Irrigation Water Qualities of River Watershed in Jeollabuk-Do Ares)

김갑철\* · 안병구 · 최선우 · 정성수 · 고연실

Kab-Cheol Kim\* · Byung-Koo Ahn · Seonwu Choi · Seong-soo Cheong · Yuensil Ko

전북농업기술원 기후변화대응과

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 570-704, Korea

농업용수는 연중 사용되는 공업용수와는 달리 농사짓는 기간에만 필요하므로 질 좋은 농산물을 생산하고 수확을 증대하기 위해서는 적절한 시기에 오염되지 않는 충분한 양의 물을 공급해야 한다. 오늘날 각국에서는 자국수역의 오염방지와 이미 오염된 수질의 복구를 위하여 연구·법적규제·시설투자 등을 활발히 하고 있으며, 범지구적인 환경보전을 위하여 국제간의 협력이 진행되고 있다. 하천수는 기상 조건의 영향을 받기 쉽고 강우 이후에는 수질환경의 변화가 크게 나타내는 경우가 많으며, 수온과 수질은 계절에 따라 변동하는 경향이 있어 안전한 농산물을 생산하기 위해서는 재배단계에서부터 농산물의 안전성을 저해 하는 위해요소들을 사전에 차단하고, 물의 오염 여부를 판단하는 모니터링이 무엇보다 중요하다. 따라서, 본 수질조사는 전라북도내에서 농업용수원으로 사용되고 있는 주요 하천 (동진강, 만경강, 금강, 섬진강)의 수계 31지점을 선정하여 2012년 4, 7, 10월에 수질분석용 시료를 채취하여 pH, BOD, 중금속 등 27성분을 수질오염공정시험방법으로 분석 하였다. 농업용 하천수 31지점에 대한 분석결과 pH 7.7, EC 0.19 dS/m, BOD 3.6 COD<sub>Mn</sub> 3.8, T-N 2.85, T-P 0.07, SS 9.24, Ca 17.63, K 4.26, Mg 4.12 mg/L로 농업용수 수질환경기준(IV 등급)에 적합한 수질환경을 유지하고 있는 것으로 조사 되었다. 중금속 성분은 Fe 0.471, Zn 0.030, Cd 0.004, Cr 0.002, Pb 0.014, Al 0.418, Cu 0.006, Mn 0.578, Ni 0.192 mg/L로 하천수의 수질환경 기준이하로 중금속에 안전한 것으로 분석되었다. 하천수 조사지점의 농업용수 수질기준 초과성분은 BOD 2지점(초과율 6.5%), COD<sub>Mn</sub> 2지점(초과율 6.5%), T-P 0지점 이었다. 조사시기별로는 4월의 수질분석결과 농도가 높은 경향을 나타냈으며, 동진강, 만경강 등 수계별로는 큰 차이를 보이지 않았다. 전북지역 주요 하천의 조사지점 수질은 환경부 농업용수 수질기준(IV등급)에 적합한 수질환경을 유지하고 있으며, 대장균군을 제외한 pH, BOD, SS, DO, 중금속성분은 생활용수 수질 기준(Ⅲ등급) 이하의 수질환경을 유지하는 것으로 분석되었다.

주제어 : 농업용수, 하천수, 수질

주연구자 연락처 : kimk@korea.kr, 063-290-6191

Table. 1 Quality of agricultural water in Jeollabuk-do river

Month	pH	EC (dS/m)	DO	BOD	COD <sub>Mn</sub>	NH <sub>4</sub> -N	T-N	T-P	SS	Ca	K	Mg	Na
(mg/L)													
Apr.	7.6	0.20	8.6	4.0	3.6	0.83	3.18	0.05	11.80	18.94	5.18	5.08	17.54
Jul.	7.7	0.20	6.4	4.2	4.2	0.94	3.26	0.08	8.08	17.90	4.38	4.00	9.35
Oct	7.9	0.18	7.6	2.5	3.6	0.62	2.10	0.07	7.83	16.06	3.23	3.29	12.35
Ave.	7.7	0.19	7.5	3.6	3.8	0.80	2.85	0.07	9.24	17.63	4.26	4.12	13.08

## 주암호 생태습지에서 식생분포와 습지조합방법이 영양염류 제거에 미치는 영향 (Effect of Plant Distribution and Wetland Type on Nutrient Removal in Juam Lake Eco-Wetland)

이상규<sup>1)\*</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 최익원<sup>1)</sup> · 강세원<sup>1)</sup> · 서영진<sup>1)</sup> · 박주왕<sup>1)</sup> · 허종수<sup>2)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>  
Sang Gyu Lee<sup>1)\*</sup> · Dong Cheol Seo<sup>1)</sup> · Ik Won Choi<sup>1)</sup> · Se Won Kang<sup>1)</sup> · Young Jin Seo<sup>1)</sup> · Ju Wang  
Park · Jong Soo Heo<sup>2)</sup> · Ju Sik Cho<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>순천대학교 생물환경학과, <sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 농업생명산업 글로벌 인재 육성 사업단) & 농업생명과학원

<sup>1)</sup>Department of Bio-environmental Sciences, Sunchon National University, Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Korea

자유수면형 습지 (FWS CWs)에서 특정 수생식물의 우점은 영양염류 정화효율을 증가시키며, 자유수면형 습지가 지하흐름형 습지 (SSF CWs)와 함께 조성될 경우 자유수면형 습지에서 처리가 어려운 영양염류까지 정화가 가능하다. 따라서 습지의 오염물질 처리효율은 식생분포와 습지조합방법에 따라 변화되기 때문에, 본 연구는 서로 다른 식생분포와 습지조합방법을 가진 A, B 및 C 시스템으로 구성된 주암호 생태습지의 영양염류 제거효율을 조사하였다. 주암호 생태습지의 각 시스템은 자유수면형 습지와 지하흐름형 습지로 구성되어있으며, A 시스템은 FWS-FWS-FWS-SSF-SSF CWs 순으로 구성되어 있고, B 시스템과 C 시스템은 FWS-FWS-FWS-FWS-SSF CWs 순으로 구성되어 있다. 주암호 생태습지에서 시스템별 우점 식물체와 습지 내 분포면적을 조사하였으며, 유입부와 유출부에서 수질 시료를 채취하여 BOD, SS, T-N 및 T-P 등을 분석하고 최종적으로 영양염류 제거효율을 시기별 및 시스템별로 조사하였다. A 시스템에서 우점 수생식물인 연, 수련 및 부들의 분포면적은 각각 297 m<sup>2</sup>, 235 m<sup>2</sup> 및 78 m<sup>2</sup>이었으며, B 시스템에서 우점 수생식물인 연의 분포면적은 2585 m<sup>2</sup>이었고, C 시스템에서 우점 수생식물은 연 (1280 m<sup>2</sup>), 부들 (1095 m<sup>2</sup>) 및 수련 (88 m<sup>2</sup>)이었다. BOD 처리효율은 봄과 가을에 안정적인 처리효율을 나타내었으며, A 시스템에서 8%, B 시스템에서 5%, C 시스템에서 12%로 C 시스템이 12%로 처리효율이 가장 높았다. SS 처리효율은 여름이 봄과 겨울에 비해 안정적인 처리효율을 나타내었으며, B 시스템의 처리효율이 35%로 모든 시스템 중에서 가장 높은 경향이었다. T-N 처리효율은 겨울에 낮았고 여름에는 높은 경향이었으며, A, B 및 C 시스템에서 각각 28%, 39% 및 57%로 비교적 안정적인 처리효율을 나타내었다. T-P 처리효율은 봄과 여름에 안정적인 처리효율을 나타내었으며, A 시스템에서 30%, B 시스템에서 40%, C 시스템이 35%로 평균 약 35%의 처리효율을 나타내었다. 이상의 결과에서 우점 수생식물의 분포 면적이 비교적 넓은 B 시스템 (2585 m<sup>2</sup>)과 C 시스템 (2463 m<sup>2</sup>)이 면적이 좁은 A 시스템 (610 m<sup>2</sup>)에 비해 영양염류 제거효율 높은 경향이었다. 따라서 주암호 생태습지에서 영양염류 제거효율은 습지조합방법 보다 식생분포에 의한 영향이 컸으며, 특히, 식생분포면적이 증가할수록 영양염류 제거효율이 향상되었다.

**주제어 :** 습지, 자유수면형, 지하흐름형, 식생분포, 습지조합방법, 처리효율

**주연구자 연락처 :** E-mail, chojs@sunchon.ac.kr; Tel, 86-61-750-3297

## PW-11

## 침강지를 이용한 강우시 농촌비점 정화 (Purification of Rural Non-Point Source Pollution Using Sedimentation Basin During Rainfall)

김형중<sup>1)\*</sup> · 김동환<sup>1)</sup> · 정진희<sup>1)</sup> · 엄한용<sup>1)</sup>Hyung-Joong Kim<sup>1)\*</sup> · Dong-Hwan Kim<sup>1)</sup> · Chin-Hui Chong<sup>1)</sup> · Han-Yong Um<sup>1)</sup><sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원<sup>1)</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Gyeonggi-do 426-908, Korea

농촌지역에서 강우시 유출되는 오염물질을 정화하여 저수지로 유입시키기 위하여 인공습지와 침강지 등이 설치되고 있다. 인공습지는 주로 평상시와 30 mm/d 이하의 강우 유출수를 정화하고, 30 mm/d 이상의 강우시 이를 전부 정화하기 위해서는 많은 부지가 필요하기 때문에 30 mm/d를 초과하는 유량분에 대해서는 침강지에서 정화하여 저수지로 유입시키는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 강우시 침강지의 수질정화효율을 분석하기 위하여 충남 홍성의 홍동저수지 유입부에 설치된 침강지를 대상으로 2011~2012년 사이에 조사를 실시하였다.

조사기간 동안 수온은 유입수가 평균 18.9 °C이고 유출수는 21.6 °C로써 다소 높아졌는데, 이는 침강지는 식물이 자라지 않아 대기에 노출되어 있기 때문이다. pH는 유입수와 유출수가 각각 평균 7.7, 8.0, EC는 각각 평균 266.5  $\mu$ S/cm, 233.5  $\mu$ S/cm, DO는 각각 6.4 mg/L, 7.8 mg/L로써 유입수와 유출수 사이에 큰 차이가 없었다. SS는 유입수가 평균 161.7 mg/L인데, 유출수는 39.5 mg/L로 낮아졌다. BOD와 COD도 각각 10.0 mg/L에서 4.2 mg/L, 29.7 mg/L에서 12.9 mg/L로 낮아졌다. TN은 유입수가 8.8 mg/L였는데 유출수는 3.0 mg/L로 낮아졌고, TP는 유입수와 유출수가 각각 1.92 mg/L, 0.43 mg/L로써 유입수에 비해 유출수에서 낮아지는 경향을 보였다. 이와 같이 모든 항목이 강우시에 침강지에서 농도가 낮아지는 경향을 보였다.

부하량을 이용한 항목별 수질정화효율은 SS의 경우 유입 부하량이 평균 289.5 kg-SS/d였는데, 유출 부하량은 평균 57.4 kg-SS/d로 낮아져 80.2 %의 높은 정화효율을 보였다. 따라서 체류시간을 증가시켜 유속을 느리게 하여 부유성 오염물질을 침강시키는 침강지의 기능이 유지되고 있는 것을 알 수 있다.

BOD의 경우는 유입 및 유출 부하량이 각각 평균 23.4 kg-BOD/d, 5.7 kg-BOD/d이고, COD의 경우는 각각 평균 62.4 kg-COD/d, 19.5 kg-COD/d로써 유입 부하량에 비해 유출 부하량이 낮아져 BOD는 75.4 %, COD는 68.8 %의 높은 정화효율을 보였다. 이와 같이 유입 농도가 높아지는 강우시 침강지에서 유기물도 많이 정화되고 있는 것을 알 수 있다.

TN은 유입 부하량이 평균 14.5 kg-TN/d인데, 유출 부하량은 평균 4.6 kg-TN/d로 낮아져 68.1 %의 정화효율을 보였다. TP의 경우는 평균 4.2 kg-TP/d가 유입되고, 평균 0.7 kg-TP/d가 유출되어 83.5 %의 높은 정화효율을 보였다.

이상과 같이 침강지는 강우시 비점오염물질을 정화하는 기능이 있으므로 저수지 본체의 수질정화에 기여할 것으로 판단된다.

주제어 : 저수지, 침강지, 농도, 부하량, 정화효율

주연구자 연락처 : E-mail, iamwater@ekr.or.kr; Tel, 031-400-1828

## 2012년 농업용수 수질측정망조사 결과 분석 (Analysis of Agricultural Water Monitoring Results on 2012)

이인호\* · 이종택 · 장규상 · 엄한용 · 강의태

In-Ho Lee\* · Jong-Taek Lee · Kyu-Sang Jang · Han-Yong Um · Eue-Tae Kang

한국농어촌공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Kyung-gi 426-908, Korea

농업용수 수질측정망조사는 전국의 주요 농업용 저수지를 대상으로 매년 4회 정기적으로 실시하는 조사이다. 조사내용은 대상 유역의 오염원과 환경기초시설현황, COD T-N, T-P 등 주요 수질항목들이다. 조사결과는 현재의 수질현황 파악과 향후 수질관리 정책 수립, 수질개선사업의 기초자료로 활용되고 있다.

2012년 봄철 장기가뭄, 여름철 이상고온, 3개 태풍 연속상륙 등 이상기후가 빈번해지면서 농업용수 관리기준인 호소 수질기준 IV등급(농업용수 관리기준)을 초과한 시설은 16.7%로 전년대비 2.9%가 증가하였으며 평균 COD농도는 5.6 mg/l로 조사되었다. 지역별 수질현황은 대전과 충남지역이 평균 COD 7.4 mg/l, IV등급 초과시설이 34.9%로 가장 높았다. 반면에 수질이 가장 좋은 지역은 강원지역으로 평균 COD 3.7 mg/l로 조사되었다. 권역별 호소 IV등급 수질기준 초과율은 금강권역이 21.2%로 가장 높았으며 한강(17.6%), 낙동강(17.4%)순으로 나타났다. 권역별 평균 COD는 금강권역 6.4 mg/l, 영산강권역 5.8 mg/l, 낙동강권역이 5.7mg/l로 농업용수 관리기준 이하의 수질을 보였다.

조사시기별 수질현황은 2분기(4~6월)가 가장 나빴으며 원인은 장기간에 걸친 봄가뭄, 짧은 장마 이후 고수온과 일조량 증가 등으로 판단된다. 1분기(1~3월)에 수질이 가장 양호하였으며 이는 낮은 수온, 외부 오염원 유입량 감소, 안정된 수층 등의 영향으로 나타났다. 측정망시설의 주요 오염원은 토지계(44.4%), 생활계(27.6%), 축산계(27.5)순으로 나타났다. 최근 10년간 오염원별 변화는 비점오염원인 토지계가 지속적으로 증가하고 생활계가 감소하는 추세를 보이고 있어 농촌비점오염원 관리의 필요성이 증대되고 있다. 한편, 호소 IV등급 초과시설인 경우, 주요오염원은 축산계(49.3%)와 생활계(38.4%)로 나타나 보다 적극적인 점오염원 관리가 시급한 실정이다.

저수지의 영양상태는 R.V Vollenweider 방법과 한국형 부영양화지수(TSI<sub>KO</sub>)에 따라 분류하였다. R.V Vollenweider 방법을 이용한 호소의 영양상태는 중영양이 50.2%, 중부영양 37.8%, 부영양이 7.0%, 빈영양이 4.1%로 나타났다. TSI<sub>KO</sub>에 의한 영양상태는 부영양으로 나타났다.

최근 10년간 농업용 저수지의 영양상태도 부영양상태로 조류발생에 취약한 것으로 나타났다. 농식품부·환경부에서는 호소 IV등급(COD, T-P기준-삭제(T-N도 고려)) 초과시설에 대해 매년 중점관리 농업용 호소로 지정·관리하여 수질오염 감시 및 방지활동을 위한 다각적인 노력을 하고 있다.

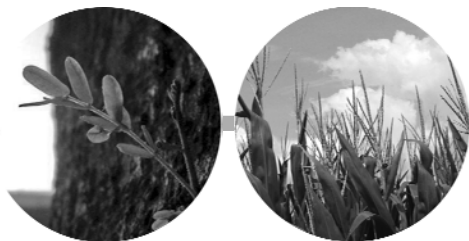
농업용 저수지의 수질관리의 어려운 점은 농촌지역에 위치하여 생활하수를 처리할 수 있는 마을하수도 부족과 가축분뇨에 대한 관리미흡으로 강우시 농경 비점오염원으로 유입되기 때문이다. 그 결과 호소 IV등급 초과시설의 주요오염원이 생활계와 축산계로 조사되었다.

농업용저수지의 수질개선사업의 효율성을 높이기 위해서는 유입오염원 대책이 우선되어야 한다. 중점관리시설의 주요오염원인 축산계 비점오염물질과 생활하수처리를 위한 마을하수도 설치가 우선되어야 한다. 또한 농업 비점오염물질 저감을 위한 정책 발굴이 적극적으로 고려되어야 한다.

주제어 : 농업용 저수지, 농업용수 수질측정망조사, 농업용수 관리기준

주연구자 연락처 : E-mail, adeli@ekr.or.kr; Tel, 86-031-400-1863





**07**

## **식품의약품안전처 SESSION**



## 인삼 중 농약의 Codex 및 미국 잔류허용기준 설정 (Establishment of the Codex and USA Maximum Residue Limits for Pesticides in Ginseng)

노현호 · 이재윤 · 김진찬 · 정오석 · 김혜성 · 이용훈 · 진미지 · 이용재<sup>1)</sup> · 백인호<sup>1)</sup> ·  
도정아<sup>2)</sup> · 장문익<sup>2)</sup> · 이규식<sup>2)</sup> · 경기성<sup>\*</sup>

Hyun Ho Noh · Jae Yun Lee · Jin Chan Kim · Oh Seok Jeong · Hye Sung Kim · Yong Hoon · Me Jee  
Jin · Yong Jae Lee<sup>1)</sup> · In Ho Baeg<sup>1)</sup> · Jung Ah Do<sup>2)</sup> · Moon Ik Chang<sup>2)</sup> · Gyu Seek Rhee<sup>2)</sup> · Kee Sung Kyung<sup>\*</sup>

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, <sup>1)</sup>㈜한국인삼공사, <sup>2)</sup>식품의약품안전평가원  
Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National  
University, 1Korea Ginseng Corp., 2National Institution of Food and Drug Safety Evaluation

인삼에 등록되어 사용 중인 tebuconazole과 trifloxystrobin 및 mancozeb의 잔류특성과 가공에 따른 잔류량 변화를 구명하여 국제 잔류허용기준 설정 자료로 활용하기 위하여 tebuconazole과 trifloxystrobin은 지역이 다른 3개소의 4년근 인삼 포장에 안전사용기준에 준하여 2년간 연속살포하고 매년 수확한 수삼, 가공품인 홍삼, 건삼 및 농축액 중 잔류농약을 분석한 후 가공계수를 산출하여 Codex에 잔류허용기준의 설정을 제안할 것이다. 또한 mancozeb의 미국 잔류허용기준을 설정하기 위하여 각각 다른 지역에 위치한 경시적 잔류시험 포장과 수확물 중 잔류량 분석 시험포장에 안전사용기준에 따라 mancozeb를 살포한 후 경시적 잔류시험포장은 최종약제살포 후 0, 25, 35, 45, 55일에 각각 시료를 수확하고, 수확물 중 잔류량 분석 시험포장은 수확예정일에 수확하여 건삼을 제조한 후 수삼과 건삼 중 잔류농약을 분석하여 잔류특성을 구명하고 가공계수를 산출하여 미국 EPA에 인삼 중 잔류허용기준 설정을 제안할 것이다. 상기 연구가 종료되면 인삼 수출의 활성화에 기여할 것으로 기대한다.

**주제어 :** 인삼, 잔류농약, 잔류허용기준

**주연구자 연락처 :** E-mail, kskyung@chungbuk.ac.kr; Tel, 043-261-2562

## 수출용 파프리카 중 Difenoconazole과 Fluquinconazole의 잔류특성

김미선 · 박효경 · 이재현 · 장희라 · 도정아<sup>1)</sup> · 이규식<sup>1)</sup> · 김 균\*

호서대학교 안전성평가센터, <sup>1)</sup>식품의약품안전평가원

국내 유망 수출 식품 중 잔류농약으로 인하여 수출 장애가 있는 식품을 대상으로 문제가 되는 농약에 대해 Codex 및 수출국의 농약잔류 허용기준 제안을 위한 작물잔류 시험을 수행하고자 한다. 파프리카(단고추)를 대상으로 difenoconazole과 fluquinconazole의 잔류특성과 농약잔류 허용기준(안)을 도출하고자 한다.

Difenoconazole은 살균제로 파프리카의 탄저병 방제에 사용되고 있으며, 국내에 설정된 농약잔류허용기준(MRL)은 1.0 mg/kg이고, fluquinconazole은 탄저병 및 흰가루병 방제에 사용되고 있으며 국내 잔류허용기준은 2.0 mg/kg으로 설정되어 있다. 파프리카 시험포장은 수출단지가 조성되어 있는 진주 지역과 부여 등 6개의 site를 선정하였다. 포장선정 조건 및 방법은 수출용으로 계약 재배중인 포장과 difenoconazole 및 fluquinconazole 무처리 포장을 선정하였다. 약제 살포는 difenoconazole의 경우 수확 17일전부터 10일 간격으로 2회 살포할 예정이고, fluquinconazole은 수확 23일전부터 10일 간격으로 3회 살포할 예정이며, 파프리카시료의 수확은 최종 약제 살포 후 0, 1, 3, 7, 14, 28일 간격으로 수행할 예정이다.

Difenoconazole의 분석은 식품공전에 따라 GC/ECD로 분석하였다. Difenoconazole의 method validation 결과는 LOD 0.05 ng, S/N $\geq$ 3.7 이었고, LOQ는 0.1 ng, S/N $\geq$ 13.5, 직선성은  $R^2 > 0.99$ 였고, 재현성은 1 mg/kg 농도 수준에서 RSD(%) < 0.02였다. 회수율은 0.02, 0.2, 2 mg/kg 농도로 수행할 예정이며, fluquinconazole의 분석조건은 확립 중에 있다.

**Key words** : Difenoconazole, Fluquinconazole, Codex, MRL, Method validation, 파프리카

**주연구자 연락처** : kkim@hoseo.edu

## 수출 식품 중 농약의 잔류허용기준 설정 연구 중 과일류 잔류허용기준 설정 연구(II) (The Study on the Establishment of Pesticide Tolerance for Exporting Fruits (II))

김태화<sup>\*</sup> · 박종우 · 채석 · 심재룡 · 정진욱

TaeHwa Kim<sup>\*</sup> · JongWoo Park · Seok Chae · JaeRyong Shim · JinWook Jung

(주)분석기술과 미래

Analysis Technology and Tomorrow, Daegu 702-832, Korea

우리나라의 과일류의 수출량은 해마다 증가하고 있으며 수입국 또한 자국민의 건강을 보호하고 시장구조의 개선과 무역장벽의 하나로 잔류농약 검사에 대하여 각별한 관리를 실시하고 있다. 세계 각국은 수입농산물에 대한 안전성 관리를 강화하고 있으며 우리가 수출한 농산물 및 식품들이 수입국의 규제와 농약잔류허용기준을 충족하지 못할 경우 수입금지 및 반송 등으로 수백억원의 무역 손실이 우려되고 있다. 따라서, 수출 유망 과일류에 대하여 수입국 및 Codex 농약 잔류허용기준(안) 설정을 위한 과학적 근거 자료 마련을 위하여 본 연구가 수행되었다. 본 연구를 수행하기 위해 국제기준에 맞는 포장잔류시험을 수행하고 농산물 및 가공품 중 잔류농약 분석 및 가공계수 산출하여 배 및 사과 중 chlorothalonil의 Codex 및 수입국의 농약 잔류허용기준 설정 요청 자료 생산 및 기준(안) 마련하고자 하였다. Codex 및 수출국 기준 제안을 위한 시험계획 수립을 위해 각 주요수출 국가별 Import tolerance 설정 가이드라인을 조사하고 포장잔류시험 및 가공과정 중 잔류시험 계획을 수립하였다. 시험 수행을 위해 시험 대상작물로 사과와 배를 선정하고 시험농약으로 사과의 경우 클로로탈로닐 수화제(다코닐, 경농), 배에 대해서는 클로로탈로닐 · 크레속심메틸 액상수화제(경탄, 영일케미컬)를 선정하였고 Codex 및 수출국 MRL설정 기준에 적합한 잔류시험을 위해 6포장시험에 약제처리는 각 시험포장당 4반복 시험구를 두었다. 시험장소의 선발은 ‘2011년 맥류, 봄감자, 사과, 배 재배면적 조사 결과’(통계청 보도자료, 2011. 6. 28)를 근거로 국내 재배면적 상위 6개소에서 시험장소를 선발하여 사과의 경우 경주(영천), 예산, 경남지역, 충주, 경북북부지역 및 전남지역을 선정하였고, 배의 경우는 경주 · 울주, 경북지역, 예산, 안성, 나주 및 충북지역으로 선정하였다. 약제의 살포는 사과의 경우, 사과 점무늬낙엽병 방제를 위한 농약안전사용기준에 따라 약제를 살포하기 위해 희석배수 600 배, 살포약량은 500 L/10 a, 살포횟수는 10일 간격으로 5회 살포 그리고 살포시기는 수확예정 21일전까지 10일 간격으로 5회 살포로 시험을 계획하였고 배의 경우는 배 검은별무늬병 방제를 위한 농약안전사용기준에 따라 약제를 살포하기 위해 희석배수 1,000 배, 살포약량 500 L/10 a, 살포횟수는 10일 간격으로 4회 살포, 살포시기는 수확예정 21일전까지 10일 간격으로 4회 살포한 후 시료의 수거는 최종약제 살포 직후, 3일, 7일, 14일, 21일, 28일 및 35일 후 시료를 수거할 예정이다. 각 작물의 포장시험은 2013년 8월 1일경에 시작하여 10월 중순까지 수행한 후, Codex 및 수출국 가이드라인에 충족할 수 있는 농산물에 대한 가공식품 제조(쥬스화) 및 가공과정 중 농약잔류량 변화 연구 및 각 포장에서의 농약의 잔류감소연구를 수행하고자 한다. 이 연구를 통해 Chlorothalonil의 사과 및 배에 대한 Codex 기준설정과 수출 식품에 대한 잔류농약 안전성 확보, 수출 식품의 국제 기준 설정에 따른 국내 위상 제고 및 식품 수출 증대를 통한 국익 창출에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어 :** 농약, 잔류허용기준, Codex, Chlorothalonil, 사과, 배

**주연구자 연락처 :** E-mail, atnt\_thkim@daum.net : Tel, 82-53-951-6801

[본 연구는 2013년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(13162식품안009)에 의해 수행 되었으며 이에 감사드립니다.]

## Development and Validation of an Analytical Method for the Determination of Dimethomorph and Pyridaben in Pepper and Pepper Leaf (고추와 고춧잎 중 Dimethomorph와 Pyridaben의 분석법 개발 및 검증)

Sung-Woo Kim<sup>\*</sup> · Jong-Hyouk Park · Md. MusfiqurRahman · Ah-Young Ko · Jin Jang · Jae-Han Shim

김성우<sup>\*</sup> · 박종혁 · 무스픽 · 고아영 · 장진 · 심재한

Natural Products Chemistry Laboratory, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea  
전남대학교

Pepper is a very important vegetable in Korea because of its heavy consumption, high nutritional value and profitability for farmers. Dimethomorph and pyridaben are used for the control of downy mildews, late blights, crown and root rots. There is no doubt that pesticides have enhanced food production and overall quality of food products, however, the indiscriminate use of pesticides has resulted in undesirable side effects on environmental quality and human health. Consequently, analyses of residual quantities of pesticides in raw agricultural crops are one of the principal preventive measures employed to ensure public health and safety. Therefore, this paper presents a simple and sensitive method for detection and quantification of dimethomorph and pyridaben in pepper and pepper leaf. Samples were extracted with single-step modified quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe (QuEChERS) method using acetonitrile as an extraction solvent. Residues were confirmed via LC-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) in positive-ion electrospray ionisation (ESI<sup>+</sup>) mode. The linearity of the calibration curves was excellent. Recovery test was carried out at three different concentrations with optimized method. Good recoveries and RSDs were achieved for target pesticides. The developed method can be used as an analytical method for determination of dimethomorph and pyridaben in pepper and pepper leaf simultaneously, efficiently and reasonably.

**Key words** : Dimethomorph, Pyridaben, LC-MS/MS, Pepper

**Corresponding author** : E-mail, jhshim@chonnam.ac.kr; Tel, 82-62-530-2135; Fax, 82-62-530-0219

## 잔류농약의 안전성 자료 연구 (Study on the Safety Data of Residue Pesticides)

권민<sup>1)</sup> · 강태구<sup>1)</sup> · 이영섭<sup>1)</sup> · 백인영<sup>1)</sup> · 도정아<sup>2)</sup> · 오재호<sup>2)</sup> · 한범석<sup>1)</sup>  
Min Kwon<sup>1)</sup> · Tae-Gu Kang<sup>1)</sup> · Young-Sub Lee<sup>1)</sup> · In-Young Baek<sup>1)</sup> ·  
Jeong-A Do<sup>1)</sup> · Jae-Ho Oh<sup>1)</sup> · Beom-Seok Han<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>호서대학교 안전성평가센터

<sup>2)</sup>식품의약품안전평가원, 식품의약품안전처

<sup>1)</sup>Hoseo Toxicological Research Center (HTRC), Hoseo University, Asan, Chungnam

<sup>2)</sup>National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Health Safety

현재 식품 중 잔류농약 위해평가 체계에 대한 비교 연구는 거의 전무한 상태이며, 농약의 안전성 자료는 각 나라마다 상이할 수가 있으므로, CODEX, 유럽, 미국, 일본 등 국가별 자료를 비교·분석하여 국내 잔류농약의 위해평가 체계를 확립할 필요가 있다. 본 연구에서는 조사대상 농약 200종에 대한 식품 중 잔류농약에 대한 코덱스, 일본, 유럽, 미국, 한국 등의 위해성 국제평가기관에서 발표한 안전성 자료를 분석한 후 프로파일을 작성하고, 국외 주요 독성 자료 Data base를 구축하여 식품 중 잔류농약 기준·규격 제·개정의 근거 자료로 활용하고, 안전관리 지원의 과학적 근거를 제공하고자 하였다. 식품을 통해 소량의 농약을 섭취하더라도 인체에서의 대사 반응에 의해 제거될 수 있으며, 일생동안 섭취를 해도 건강에는 영향이 없음을 국제적으로 과학적 근거로 제시하는 것이 ADI(Acceptance Daily Intake, 일일섭취허용량)이다. ADI는 국제기구나 각 국가의 농약관리기관에서 독성전문가들이 농약의 독성자료를 검토하여 위해성평가 전문가회의를 통해서 설정하게 된다. 각국의 안전성 자료를 분석한 결과 설정된 ADI는 주요국가 기관 등의 독성의 endpoint, SF, NOAEL 선정 등 설정지침에 따라 일반증상, 체중변화, 사료섭취량변화, 혈액학적 변화, 조직병리학적변화 등의 독성영향이 있었으며, 최저 NOAEL이 선정된 독성시험은 주로 만성독성(개), 만성/발암성 병합시험(랫드), 생식/발생독성시험 등에서 나타났다. 설정된 ADI의 근거 endpoint는 각국의 주요 기관의 안전성자료에서 조직병리학적조건이 가장 많았고, 다음으로 생리학적인 변화(혈액, 뇨 등)의 사례가 많은 것으로 나타났다. 또한 각국의 주요기관 농약의 안전성 자료에서 ADI 값은 acetochlor 외 12종이 기관별로 상이한 것으로 조사되었다. 설정된 ADI값은 12종을 제외하고 대부분 동일하거나 유사하였으며, 주요국가 기관별 ADI 값의 차이는 안전계수의 차이와 실행한 독성시험의 종류가 다른 것으로 조사되었고, 각국 전문가의 독성자료에 대한 견해차이가 있으므로, 추후 농약의 안전성 자료에 대한 자세한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

**주제어 :** 잔류농약, 위해평가, 일일섭취허용량, 독성

**주연구자 연락처 :** E-mail, bshan@hoseo.edu ; Tel, 041-540-9677

## 식품 중 농약 안전관리 제도의 국제 동향 (International Trends of Regulation on Residual Pesticide Safety Assurance in Foods)

우희동\* · 신유정 · 이종근

Hee-Dong Woo\* · Yoo-Jung Shin · Joong-Keun Lee

한국보건산업진흥원 식품산업정책팀

Food Policy Team, Korea Health Industry Development Institute

187 Osongsaengmyeong-2-ro, Osong-eup, Cheongwon-gun, Chungcheongbuk-do 363-700, Korea

글로벌화 되고 있는 식품산업 환경에서 요구되는 식품안전 확보에 필수적인 잔류농약 안전관리 국제화 방안 마련을 위해 국제사회의 식품 중 잔류농약 안전관리 제도를 조사분석 하였다. 식품 중 잔류농약의 안전한 관리를 위한 CODEX (국제식품규격위원회) 및 주요 국가의 활동을 파악하기 위해 2013년 5월 개최된 the 45th CODEX Committee on Pesticide Residue (CCPR)의 아젠다 및 주요 회의결과를 분석하였다. 주요 아젠다 중 ‘6(a)-Draft and Proposed draft maximum residue limits for pesticides in foods and feeds at step 7 & 4’의 회의결과, 국내에서 제출한 자료를 토대로 Azoxystrobin의 인삼에 대한 MRL을 확정하였고, ‘10-Revision of the Risk Analysis Principles applied by the Codex Committee on Pesticide Residues’의 회의결과는 주기적인 검토 대상 성분 관련 내용을 제외한 위험도 분석 (Risk Analysis) 원칙을 세부적으로 검토하여 수정 내용을 다음 단계로 진행하였다. ‘12(a)-Outcome of the Pilot Project for JMPR Recommendation of MRLs Before National Governments or other Regional Registration Authorities for a Global joint Review Chemical’에 대한 회의에서는 MRLs의 신속한 국제조화에 필요한 JMPR 및 관련 국가의 자료심사를 위해 2011년 진행한 Sulfoxaflor에 대해 논의하였다. Pilot Project 수행 및 Joint Review의 진행 경과를 효율적인 것으로 보고되었고, 일부 국가별로 등록 및 심사 단계의 상이함을 제시하였다. 그리고 식품 중 잔류농약의 위해평가의 근거자료를 보다 정확하게 산출하기 위해 수행하는 국가별 농약 사용량 조사 및 식품 중 잔류농약 노출량 평가 방법을 분석하였다. OECD는 농약 사용량 조사를 위한 조사대상 선정방법 및 분석방법 등이 포함된 지침을 수립하여, 조사를 통해 농약 사용 작물 재배 면적, 농약 사용 작물의 비중 등의 결과를 발표하고 있다. 미국과 캐나다는 보다 과학적인 잔류농약 노출량 평가를 위해 Percent Crop Treated (PCT)의 통계적 추계방법 확립을 목적으로 하는 공동 연구를 진행하고 있다. 우리나라의 경우 농촌진흥청 국립농업과학원에서 주기적으로 과채류, 과수, 벼 및 엽채류에 대해 대표 농가를 선정해서 농약 사용량을 조사하고 있다. 그리고 식품 중 잔류농약 위험도 평가 (Risk Assessment)의 과학화를 위해 국내에서 개발한 식품 원재료 섭취량 산출 프로그램 및 잔류농약 노출량 산출 프로그램을 지속적으로 유지보수하고 있다. 추후 본 조사분석 결과를 바탕으로 식품 중 잔류농약 안전관리의 국제화 방안을 수립하고 제시할 계획이다.

주제어 : CCPR, Global Joint Review, Food Safety, Percent Crop Treated, Risk Assessment

주연구자 연락처 : E-mail, whd23@khidi.or.kr; Tel, 82-43-713-8447



## 식품 중 잔류농약 위해도 결정 및 안전역 확보를 위한 연구 (Establishment of Risk Assessment and Maximum Residue Limits of Pesticide Residues in Foods)

이영득

Young Deuk Lee

대구대학교 생명환경학부

Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

총 섭취 식품의 80%를 차지하는 농산물을 안정적으로 생산하기 위하여 현대 농업에서 농약의 사용은 필수불가결하다. 농작물 재배 중 해충 방제 효율을 확보하기 위해서는 농약의 특성별로 살포 시기 및 횟수를 일정 수준 허용하여야 하므로 농산물 중 잔류농약에 의한 위해 유발 가능성은 필연적이며 농약별로 잔류 수준의 변이 폭은 상당히 크게 나타난다. 각 농약별 만성독성학적 안전성 척도인 ADI는 잔류농약에 의한 위해성의 상한선이다. 잔류 수준과 ADI 사이에서 실용적으로 안전성을 확보하는 수단으로 잔류허용기준이 설정되고 있으며 이론적으로 산출되는 TMDI가 ADI를 초과하지 않는 범위로 관리되고 있다. 그러나 국내에서는 이러한 잔류허용기준을 농약 및 작물별로 다수의 작물잔류성 시험결과로부터 산출된 통계적 유의성에 근거하여 설정하지는 못하고 있다. 즉, 단일 작물잔류성 시험결과를 단순히 타 국가의 허용기준과 비교하거나 임의의 변이성을 부여, round-up하는 소위 전문가들의 eyeball method에 근거하여 설정하고 있다. 그렇다고 국제적으로 인정되는 통계적 유의성을 확보하기 위하여 작물잔류성 시험수를 대폭 늘리는 것도 현실적으로 매우 어렵다. 따라서 국제적으로 최소기준을 만족하면서 국내 연구실정에 부합되는 적절한 잔류허용기준의 설정체계가 요구된다. 다행히 국토 면적이 좁고 기후대가 편중되어 있으며 농약 사용에 대한 관리 체계가 비교적 잘 정비되어 있는 점을 효과적으로 이용할 수 있다. 따라서 소실속도에 따른 농약군 및 대표 작물을 지역별 GAP 관리에 따라 작물잔류성 시험을 수행하고 이러한 시험결과로부터 보편적으로 통용될 수 있는 통계학적 분산 척도를 산출, 적용한다면 보다 과학적으로 안전성이 확보된 잔류허용기준 설정 체계를 수립할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 이러한 최종 잔류수준에 영향을 미치는 주요 인자를 제안하고 지역 및 기후대별 통계학적 실험설계를 고안함과 동시에 잔류자료의 해석 및 새로운 허용기준 설정체계를 위한 연구방향을 제시하고자 하였다.

**주제어** : 식품, 잔류농약, 위해도, 안전역 설정

**주연구자 연락처** : E-mail, ydpechem@daegu.ac.kr; Tel, +82-53-850-6753

## 농약잔류허용기준 적용을 위한 Codex 식품분류 개정에 관한 연구: 엽채류 · 근채류 (Research on Codex Food Classification for Maximum Residue Limits (MRLs): Leafy Greens and Root Vegetables)

이정호  
Jungho Lee

녹색식물연구소  
Green Plant Institute, Bio Valley SNU #2-202, Seoho-ro 89, Kwonsun, Suwon 441-853

농산물의 유해물질에 대한 안전성은 국민건강에 직결되어, 식약처에서는 식품별로 허용되는 농약품목과 각 농약의 잔류 허용기준을 설정하고 있다. 세계기준을 위해 FAO/WHO에서 설립한 국제식품규격위원회(Codex)에서는 국제 잔류 허용기준을 표준화하는 일을 한다. 잔류 설정의 기준을 위하여 식품 · 사료 분류목록의 국제표준화를 하고 있으며, 이것이 Codex 분류목록이다. 서구를 중심으로 한 식품분류의 세계화 작업으로 그 개정에 있으며, CCPR(Codex Committee on Pesticide Residues)에서 이일을 담당하며, 한국은 식물분류 전문가로 한국대표단에 포함하는 등 이 개정에 적극 참여하여 ① 동아시아를 중심으로 재배되는 ‘감’과 ‘대추’의 한국 기준안 반영, ② 유자, 복분자 등의 한국의 과일을 포함하는 등의 개정에 기여했다. 2012년부터는 채소분류(Type 02)의 개정이 시작되어 진행 중에 있다. 2013년 현재 7월 현재, 채소류의 일부인 ① Group 10의 결구배추류(6단계), ② Group 13의 엽채소류(6단계), ③ Group 17의 엽경채소류(6단계), ④ Group 16의 근채류(3단계)가 개정되고 있다. 한국의 쌈채소 등의 다양한 채소류의 Codex 반영을 제안하고 있으며, 2012년에 한국이 제안한 배추(Kimchi Cabbage)등 10 여 품목의 한국 채소류가 Codex목록에 반영되어 유지되고 있으며, 2013년에는

더덕(Deodeok), 도라지, 칩, 잔대, 와사비, 참마, 천마, 연근, 올방개 등 한국 근채류 9 품목, 두릅(Dureup shoot)을 포함하여 독활, 음나물, 고구마줄기, 토란줄기 등 한국 엽경채류 5 품목, 갯잎(Perilla leaves), 고추잎, 비름나물, 아욱잎, 콩잎, 파드득나물, 둥글레잎, 씀바귀, 고들빼기, 산마늘, 원추리, 돌나물, 보리순, 엇갈이배추, 고구마잎, 토란잎, 호박잎 등 엽채류 17 품목의 Codex 등록, 학명 변경, 명칭 변경 등의 Codex 목록화를 진행하였다. 그 결과 2013년 5월 북경에서 열린 45차 CCPR에서 우리나라 재배 농산물 25 품목이 CODEX 국제식품분류에 등재 되었다. 이것은 8단계까지 진행하여 지속적인 유지가 필요하며, 채소류에서 아직 시작되지 않은 버섯류, 구근류와 더불어 향신료와 비교 · 분석하여 추후 연구를 진행할 예정에 있다.

Codex에서 한국안의 반영은 지식기반의 식품분류에 참여한다는 것으로 국격을 높이는 일로, 앞으로도 지속적으로 한국안의 반영에 노력해야 할 것이고, 더불어 개정되거나 개정될 Codex 기준을 반영할 한국의 식품분류체계의 국제조화가 필요하다. 개별 MRLs, 그룹 MRLs 와 외삽 등 직면한 현안에 장기적이고 체계적으로 국제화를 해야 하며, 농약등록과 잔류허용의 이원화된 관리 시스템은 우리나라가 해결해야 하는 숙제이다. Codex를 중심으로 한 국제조화에는 정부의 지속적인 지원과 일원화된 국제변화의 대처가 필요하다.

주제어 : 코덱스, 농약잔류분과회의, 농약잔류허용기준, 국제식품규격, 식품분류, 과실, 채소, 배추

Key words : Codex, CCPR, Kimchi cabbage, MRLs, food Classification

주연구자 연락처 : email: jlee@greenplant.re.kr

## 농산물 중 비극성 살충제의 잔류분석법 (Determination of Nonpolar Acaricide Residues in Agricultural Commodities)

이영득\* · 조범석  
Young Deuk Lee\* · Beom Seok Cho

대구대학교 생명환경학부  
Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

대표 농산물을 대상으로 bromopropylate, chlorfenapyr, etoxazole, pyrimidifen, spiroadiclofen 등 비극성 살충제 5종에 대한 공정 잔류분석법을 개발하고자 하였다. 통합적으로 분석용 시료를 조제하되 각 성분들은 개별적으로 정밀 정량함으로써 분석의 효율성을 높임과 동시에 잔류허용기준의 위반 여부를 명확히 판별할 수 있는 개별 분석법을 확립하였다. 적용 농산물 군의 대표 농산물로서 현미, 사과, 감귤, 고추, 배추의 5종을 선정하였으며 각 함수 시료로 부터 대상 성분들을 acetonitrile로 동시에 추출하였다. 추출물을 흡인 여과한 후 농축 과정 없이 다량의 식염수로 희석한 후 직접 비극성 용매로 분배 추출하였으며 유지 함유 시료는 *n*-hexane-acetonitrile 분배법을 추가하여 비극성 방해물질을 제거하였다. 분배 추출액은 Florisil column chromatography로 최종 정제하여 기기분석에 공시하였다. Bromopropylate, chlorfenapyr, pyrimidifen 및 spiroadiclofen은 GLC/ECD, etoxazole 및 pyrimidifen은 GLC/NPD와 HPLC/UV를 적용하여 최적 기기분석 조건을 설정하였다. 확립된 시료 조제 및 기기분석법의 결과 무처리 농산물 시료 중 간섭물질은 관찰되지 않았다. 분석법 검증실험의 결과, 잔류분석기준인 정량한계 0.05 mg/kg 이하 및 허용기준의 1/2과 회수율 70~120% 이내를 충분히 만족하였으며 분석오차는 대상 농약과 농산물 시료에 상관없이 10% 이내였다. 시료 중에서 검출된 잔류분에 대한 정성적 신뢰성을 확보하기 위하여 추가의 크로마토그래피법과 질량분석기를 이용한 재확인법을 제시하였다.

**주제어 :** 농산물, 살충제, 잔류, 공정분석법

**주연기자 연락처 :** E-mail, ydpechem@daegu.ac.kr; Tel, +82-53-850-6753

# Determination of Quintozene Residue in Agricultural Commodities Using GC/ECD/MS

## (GC/ECD/MS를 이용한 농산물 중 Quintozene의 잔류분석)

Kyung-Geun Ahn<sup>1)\*</sup> · Gi-Ppeum Kim<sup>1)</sup> · Young-Wook Cho<sup>1)</sup> · Young-Sun Hwang<sup>1)</sup> · Su-Jin Lee<sup>2)</sup> · Won-Kap Yun<sup>2)</sup> · Min-Ju Kang<sup>1)</sup> · Seula Kim<sup>1)</sup> · Young Deuk Lee<sup>3)</sup> · Myoung-Gun Choung<sup>1)</sup>  
안경근<sup>1)\*</sup> · 김기쁨<sup>1)</sup> · 조영욱<sup>1)</sup> · 황영선<sup>1)</sup> · 이수진<sup>2)</sup> · 윤원갑<sup>2)</sup> · 강민주<sup>1)</sup> · 김슬아<sup>1)</sup> · 이영득<sup>3)</sup> · 정명근<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Gangwon, Korea

<sup>2)</sup>Gyeongbuk Institute for Marine Bioindustry, Gyeongbuk 767-813, Korea

<sup>3)</sup>Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

<sup>1)</sup>강원대학교 생약자원개발학과, <sup>2)</sup>경북해양바이오산업연구원, <sup>3)</sup>대구대학교 생명환경학부

Quintozene, pentachloronitrobenzene(PCNB) is a contact fungicide for control of soilborne phytopathogenic fungi during cultivation of diverse crops. It was introduced to agricultural use around 1930's as a substitute for mercurial disinfectants. Although quintozene had been first registered in Korea in 1969 but now banned to use due to its high residue levels in selected harvests, high possibility is expected that the residue may be contained in imported agricultural commodities as it is still used widely over the world. Therefore, this study was conducted to establish a determination method for quintozene residue in crops using GC/ECD/MS. Quintozene residue was extracted with acetonitrile from representative samples of five raw products which comprised hulled rice, soybean, Chinese cabbage, green pepper, and apple. The extract was diluted with saline water, and *n*-hexane partition was followed to recover quintozene from the aqueous phase. Florisil column chromatography was additionally employed for final clean up of the extract. The quintozene was quantitated by GLC with ECD, using a DB-1 capillary column. The crops were fortified with quintozene at 3 levels per crop. Mean recoveries ranged from 79.9% to 102.7% in five representative agricultural commodities. The coefficients of variation were less than 4.3%. Quantitative limit of quintozene was 0.004 mg/kg in representative five crop samples. A GC/MS with selected-ion monitoring was also provided to confirm the suspected residue. Therefore, this analytical method was reproducible and sensitive enough to determine the residue of quintozene in agricultural commodities.

**Key words :** Quintozene, GC/ECD/MS, Crop analysis, Residue analysis

**Corresponding author :** E-mail, cmg7004@kangwon.ac.kr; Tel, 82-33-540-3321

## Simultaneous Analysis of 112 Pesticide Multi-Residues in Rice by GC-MS/MS (GC-MS/MS를 이용한 현미 중 112 잔류농약의 다성분 동시 분석)

Jong Hwa Lee · Kyung Hoon Cha · Jin beum Lee · Byung-Joon Kim · Hyeri Lee · Eun hye Kim · Su Hee Kim · Jeong-Han Kim<sup>\*</sup>  
이종화 · 차경훈 · 이진범 · 김병준 · 이혜리 · 김은혜 · 김수희 · 김정한<sup>\*</sup>

Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-742, Korea  
서울대학교 농생명공학부

A multi-residue method for simultaneous analysis of 112 pesticides by GC-MS/MS (gas chromatography-tandem triple quadrupole mass spectrometry) in rice was developed. Three sample preparation methods such as QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe), KFDA method and PLS (Japanese positive list system method) were applied to rice for analysis pesticide. Recovery, matrix effect and process efficiency of the sample preparation methods were compared. For GC-MS/MS, two MRM (multiple reaction monitoring) transitions per compound were optimized to increase confidence in identification. Correlation coefficients ( $R^2$ ) of calibration curves and LOQ (limit of quantitation) were in range  $>0.99$  and  $0.001$ - $0.050$   $\text{mg kg}^{-1}$ , respectively. Quantitation was determined using matrix matched calibration curves at concentration ranging from  $0.002$   $\text{mg kg}^{-1}$  to  $0.2$   $\text{mg kg}^{-1}$ . To evaluate performance of the each sample preparation method, recovery tests were carried out on rice at spiking levels  $0.01$  and  $0.05$   $\text{mg kg}^{-1}$ . A most of compounds could be recovered with QuEChERS method as well as with the PLS method, while the KFDA method could not recover 10 pesticides. Average recovery in the range of  $70$ - $120\%$  ( $\text{RSD} \leq 20\%$ ) at the lower fortification level of  $0.01$   $\text{mg kg}^{-1}$  were approximately  $91.1\%$  (QuEChERS),  $89.3\%$  (KFDA method) and  $83.0\%$  (PLS method) of 112 compounds. At higher fortification levels of  $0.05$   $\text{mg kg}^{-1}$ , approximately  $99.1\%$  (QuEChERS),  $45.5\%$  (KFDA method) and  $93.8\%$  (PLS method) of 112pesticides were in the range of  $70$ - $120\%$  ( $\text{RSD} \leq 20\%$ ) which is a validation criteria of European Union in single residue analysis. The QuEChERS method was found to produce least matrix effect while the KFDA method produced highest. In aspect on process efficiency, the QuEChERS method demonstrated the advantage of less-time, less-reagents, and less-labor consuming in sample preparation procedure, and gave best recovery rates.

**Key words** : GC-MS/MS, Pesticide Multi-residues, QuEChERS, Rice

**Corresponding author** : kjh2404@snu.ac.kr; Tel, 82-02-880-4644

## 고감도 신속 다중농약 다성분 검색/검사법 개발 연구-LC-MS/MS법 (Development of Sensitive and Rapid Multiresidue Method by LC-MS/MS)

전영환 · 황정인 · 김정민 · 석다룡 · 이은향 · 전상오 · 김장억\*  
Young-Hwan Jeon · Jeong-In Hwang · Jung-Min Kim · Da-Rong Seok ·  
Eun-Hyang Lee · Sang-Oh Jeon · Jang-Eok Kim\*

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

현재 세계적으로 자유무역협정(FTA : Free Trade Agreement)으로 인하여 수입식품의 양과 종류도 매년 지속적으로 증가하여 시중 어디서든지 손쉽게 수입농식품을 구할 수 있다. 수입농산물의 양이 점점 늘어감에 따라 수입농산물의 안전성 평가가 주요한 현안으로 등장하고 있다. 따라서 식품 안전에 대한 국내외적 경쟁력 확보를 위하여 잔류농약관리의 PLS 체계 도입 필요하다. 본 연구는 LC-MS/MS를 이용하여 PLS 체계용 고감도 신속 다성분 검색법 개발하고자 한다.

국내에 등록 된 91종 농약의 다성분 동시분석법을 개발하기 위하여 식품공전상의 “다중농약다성분 동시분석법-제2법”에 적용하였다. 현미, 오렌지와 고추시료를 acetonitrile 로 추출한 후, 이를 감압여과 한 후 여액에 sodium chloride을 넣어주었다. 여과액을 흔들어 섞어 주고 정치하여 acetonitrile층과 물층을 분리시켰다. 상등액인 acetonitrile층 취하여 감압 농축한 후 잔류물을 재용해하여 이를 정제하였다. SPE cartridge를 이용하여 정제한 후 재용해하여 LC-MS/MS로 분석하였다.

국내미등록 농약 91종 대한 잔류분석법의 벨리데이션을 실시한 결과 대상 분석성분 부근에 시료 중 불순물에 의한 간섭은 관찰되지 않았으며, 검량선의 matrix-matched법으로 사용하였다. 본 연구에서 확립된 시료조제 및 기기분석과정을 수행하여 얻은 회수율을 산출한 결과는 55~162%(n=6)로 나타났으며, 분석오차는 25% 이내로 나타났고, 정량한계는 0.01 mg/kg 이하였다.

본 시험에 의해 확립된 91종에 대하여서는 간단한 모니터링으로는 사용이 가능할 것으로 생각되며, 앞으로도 나머지 농약에 대하여서 PLS체계를 위한 다성분 분석법 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

**Key words :** PLS, Pesticides, Multiresidue analysis, LC-MS/MS

**Corresponding author :** Jang-Eok Kim, jekim@knu.ac.kr