K O R E A N   S O C I E T Y   O F   S O I L   S C I E N C E   A N D   F E R T I L I Z E R

2022 한국토양비료학회

제54차 총회 및 정기학술대회

국제농업개발사업에서 토양비료학회의 역할

10월 20일(목) ~ 22일(土)

소노캄 제주

| 주최 | (사)한국토양비료학회

| 주관 | (사)한국토양비료학회, 농촌진흥청, 경상국립대학교, 경상국립대학교 농업생명과학 연구원

www.ksssf.org

사단법인 한국토양비료학회
Korean Society of Soil Science and Fertilizer

농촌진흥청

GNU 경상국립대학교
Gyeongsang National University

GNU 농업생명과학연구원
경상국립대학교

KFA 한국비료협회

남해화학㈜ · ㈜조비 · ㈜카프로 · ㈜팜한농 · ㈜풍농 · ㈜한국협화 · ㈜세기 · KG케미칼㈜

KOREAN SOCIETY OF SOIL SCIENCE AND FERTILIZER

2022 한국토양비료학회

제54차 총회 및 정기학술대회

국제농업개발사업에서 토양비료학회의 역할

10월 20일(목) ~ 22일(土)

소노캄 제주

| 주최 | (사)한국토양비료학회

| 주관 | (사)한국토양비료학회, 농촌진흥청, 경상국립대학교, 경상국립대학교 농업생명과학 연구원

www.ksssf.org

사단법인 한국토양비료학회 Korean Society of Soil Science and Fertilizer

농촌진흥청

GNU 경상국립대학교 Gyeongsang National University

GNU 농업생명과학연구원 경상국립대학교

개 회 사

여러분 반갑습니다. 한국토양비료학회장 김필주입니다.

코로나 상황이 좋아져 아름다운 제주도에서 2022년도 한국토양비료학회 정기총회 및 학술발표대회를 개최할 수 있게 되어 매우 기쁘게 생각합니다. 교통이 많이 불편함에도 멀리 제주도 학회에 참석해주신 회원 여러분께 깊이 감사드립니다.

우리 학회에서는 2014년에 이곳 제주도에서 개최되었던 제20차 World Congress of Soil Science (WCSS)의 성공을 기념하기 위해 International Union of Soil Science (IUSS)에 제주어워드를 설치해 오고 있습니다. 40살 이하의 전도유망한 토양학자를 선발하여 기념메달과 제반 경비를 모두 부담해오고 있습니다. 지난 7월 영국 Glasgow에서 있었던 제22차 WCSS에서 미국 Sandia National Laboratories에 Umakant Mishra 박사에게 영광스러운 상을 수여할 수 있었습니다. 오늘 이 자리에 Umakant 박사가 참여해서 기념 강의를 해주실 예정입니다. 바쁘신 가운데 초청에 임해주신 Umakant Mishra 박사님께 다시 한 번 깊이 감사드립니다.

이번 학술대회에서는 5분의 전문가를 모시고 '국제농업개발사업에서 토양비료학회의 역할'이라는 주제발표와 토론을 통해 발전방안을 논의할 예정입니다. 잘 아시는 것처럼 수출을 국가성장의 동력을 삼고 있는 우리나라 상당히 많은 금액을 공적개발원조(ODA: Official Development Assistance)에 투자하고 있습니다. 2021년도에 약 28억 달러 이상의 금액을 공식적으로 원조한 바 있습니다. 이 중에 약 50%가 농업분야에 투입되고 있으나, 토양비료학 분야의 참여는 대단히 미미한 상태입니다. 공적개발원조 금액의 규모는 우리나라 경제 규모가 커짐에 따라 계속적으로 증가할 것으로 예상하고 있습니다. 이번 학술대회를 통해 우리학회가 해당 사업에 보다 적극적으로 참여할 수 있는 기회를 마련할 수 있기를 희망합니다. 국내외서 관련 사업분야의 전문가들을 모셨습니다. 바쁘신 가운데도 주제발표와 토론에 참여해주신 한국정밀농업연구소 남재작 박사님, 국립농업과학원 김민경 박사님, 한경대학교 윤덕훈 교수님, 일본 Kyoto Prefecture University의 Junta Yanai 교수님, 그리고 말레시아 University of Malaya의 Rosazlin Abdullah 교수님께 깊이 감사드립니다.

그리고 김석철 전임 회장님의 학술상 수상강연과 4분의 신진과학자 발표, 표토사업단 특별 세션에서 발표해주실 4분의 회원님, 제22차 WCSS에서 있었던 세계토양조사경진대회에 참여해서 좋은 성적을 올렸던 이초롱 회원님의 발표, 이외에도 구두와 포스터발표에 참여해주시고 있는 모든 회원님들께 깊이 감사드립니다.

지난 8월 경기도 안성 한경대학교에서 있었던 제8회 대학생 토양조사경진대회에 22개 팀, 총 85명이 참여해서 성황리에 행사를 가질 수 있었습니다. 행사를 준비하느라 고생하신 학회 임원진과 한경대학교에 깊이 감사드립니다. 그리고 수상들에게 진심어린 축하를 보냅니다. 2022년도 제4회 토양사랑사진전에 총 186점의 사진이 접수되었습니다. 엄정한 심사과정을 통해 총 9편의 우수사진을 선발하여 학회 홈페이지 전시하고 있습니다. 행사가 대중에서 알려지면서 사진경진대회 규모는 지속적으로 커질 것으로 예상하고 있습니다. 수상자분들에 축하드리고, 많은 회원님들의 적극적 참여와 깊은 관심을 부탁드립니다.

1년 중 가장 좋은 계절, 10월 중순에 아름다운 제주에 모였습니다. 코로나를 넘어 서로 얼굴을 맞대고 학술대회를 할 수 있게 되어 대단히 행복합니다. 먼 길을 오신만큼 의미 있는 성과를 얻으시고 아름다운 추억을 쌓아 가실 수 있기를 기원하겠습니다. 저를 포함한 학회 임원진은 학회발전을 위해 최선을 다하겠습니다. 회원 여러분의 지속적인 관심과 적극적인 참여를 부탁드립니다.

끝으로 한국토양비료학회 회원님들의 건강과 가내에 행운이 함께 하길 기원합니다.

감사합니다.

2022년 10월 20일

한국토양비료학회장 **김 필 주**

▎2022년도 한국토양비료학회 제54차 총회 및 정기학술대회 ▎

❑ 일　자 : 2022년 10월 20일(목) ~ 22일(토)
❑ 장　소 : 소노캄 제주
❑ 주　제 : 국제농업개발사업에서 토양비료학회의 역할

2022. 10. 20. (목) **장소: DIAMOND**

<table>
<tr><th>시간</th><th colspan="2">발표 및 내용</th><th>사회자/좌장</th></tr>
<tr><td>08:30~09:00</td><td colspan="3">○ 등록 및 이사회</td></tr>
<tr><td>09:00~10:00</td><td colspan="2">○ 개회식 및 정기총회
- 개회사(학회장)
- 시상: 토양조사경진대회, 토암상, 학술상</td><td>성좌경
(충북대학교)</td></tr>
<tr><td>10:00~10:30</td><td colspan="2">○ 제주어워드 수상자 초청강연
- Current Knowledge on Soil Organic Carbon Storage and Dynamics
- Dr. Umakant Mishra(미국)</td><td rowspan="2">김권래
(경상국립대학교)</td></tr>
<tr><td>10:30~12:00</td><td colspan="2">○ 신진과학자 발표
- 이현호(연세대학교), 홍영규(충남대학교), 박현진(전남대학교), Ronley Canatoy(경상국립대학교)</td></tr>
<tr><td>12:00~13:30</td><td colspan="3">점심식사(장소: GRAND BALLROOM)</td></tr>
<tr><td>13:30~14:00</td><td>○ 학술상 수상자 강연
- 저탄소 토양관리를 위한 지방농촌진흥기관의 역할
- 김석철 원장(경기도농업기술원)</td><td rowspan="8">○ 포스터 발표
(PA, PB, PC)
○ 포스터 심사
(PA, PB)
- 심사시간:
17:00~18:00
- 장소: EMERALD</td><td rowspan="8">김성철
(충남대학교)</td></tr>
<tr><td>14:00~14:30</td><td>○ 주제발표 1
- 국제농업개발협력 사업의 동향과 농업 및 농업 스타트업의 해외진출 가능성
- 남재작 박사(한국정밀농업연구소)</td></tr>
<tr><td>14:30~15:00</td><td>○ 주제발표 2
- 농촌진흥청 글로벌 농업기술협력 현황 및 토양과학 협력 사례
- 김민경 연구관(국립농업과학원)</td></tr>
<tr><td>15:00~15:20</td><td>Coffee Break</td></tr>
<tr><td>15:20~15:50</td><td>○ 주제발표 3
- 해외농업개발협력 사업의 참여 활성화를 위한 역량강화 방안
- 윤덕훈 교수(한경대학교)</td></tr>
<tr><td>15:50~16:20</td><td>○ 주제발표 4
- Challenges to the International Agricultural Cooperation Projects: A Case Study on Long-Term Changes in Paddy Soil Fertility in Tropical Asia from 1960s to 2010s
- Prof. Junta Yanai(일본)</td></tr>
<tr><td>16:20~16:50</td><td>○ 주제발표 5
- Soil Management for Sustainable Agriculture in Malaysia
- Dr. Rosazlin Abdullah(말레이시아)</td></tr>
<tr><td>16:50~17:30</td><td>○ 종합토론</td></tr>
<tr><td>18:00~20:30</td><td>○ 간친회
- 시간: 18:30~20:30
- 장소: GRAND BALLROOM</td><td>○ 젊은 토양학자의 밤
- 시간: 18:00~20:30
- 장소: GRAND BALLROOM</td><td>오택근
(충남대학교)</td></tr>
</table>

2022. 10. 21. (금) 장소: DIAMOND

<table>
<tr><th>시간</th><th colspan="2">발표 및 내용</th><th>사회자/좌장</th></tr>
<tr><td>09:00~12:00</td><td>○ 젊은 토양학자 발표(15분/발표자)
- 이여명(순천대학교)
- 박소영(경상국립대학교)
- 석영주(충북대학교)
- 채호경(경상국립대학교)
- 이주희(순천대학교)
- 조주영(경상국립대학교)
- Galgo Snowie Jane(경상국립대학교)
- Fauzia Mahanaz Shorobi(충북대학교)
- Vyavahare Govind(충북대학교)
- 강윤구(충남대학교)
- 하지수(경상국립대학교)
- 김진욱(충남대학교)</td><td>○ 표토연구단 특별세션
- 시간: 10:00~12:00
- 장소: SAPHIER
- 양재의 교수(강원대학교)
- 김성철 교수(충남대학교)
- 김혁수 교수(강원대학교)
- 윤정환 박사(강원대학교)</td><td>이용복
(경상국립대학교)</td></tr>
<tr><td>12:00~13:30</td><td colspan="3">점심식사(장소: GRAND BALLROOM)</td></tr>
<tr><td>13:30~14:00</td><td>○ 세계토양조사경진대회 발표
- 이초롱 연구사(국립농업과학원)</td><td rowspan="4">○ 포스터 발표(PA, PB, PC)
○ 포스터 심사(PC)
- 심사시간: 14:00~15:00
- 장소: RUBY</td><td>박진희
(충북대학교)</td></tr>
<tr><td>14:00~15:00</td><td>○ 분야별 구두발표
- 제1세션: 토양조사, 토양물리, 토양보전, 토양수분</td><td>정강호
(국립식량과학원)</td></tr>
<tr><td>15:00~16:15</td><td>○ 분야별 구두발표
- 제2세션: 토양화학, 식물영양, 양분관리, 비옥도</td><td>성좌경
(충북대학교)</td></tr>
<tr><td>16:15~17:00</td><td>○ 분야별 구두발표
- 제3세션: 토양미생물, 중금속, 농업환경 분야</td><td>김상윤
(순천대학교)</td></tr>
<tr><td>17:00~18:00</td><td colspan="2">○ 시상식 및 폐회식
- 시상: 감사패, 동오농업과학기술인상, C&H학술상, 학술발표상, 토양사랑사진전</td><td>성좌경
(충북대학교)</td></tr>
</table>

2022. 10. 22. (토)

시간	발표 및 내용	사회자/좌장
09:00~11:00	○ **논문작성 및 연구윤리 교육** - 장소: SAPHIER	최우정 (전남대학교)

○ 분야별 구두발표

〈제1세션: 토양조사, 토양물리, 토양보전, 토양수분〉

2022. 10. 21. (금) **오후 14:00~15:00**

시간	발표 및 내용	사회자/좌장
14:00~14:15	- **새만금간척지에서 토양수분수지 변동 해석에 의한 참깨 물소모 양상 평가** - 정강호(국립식량과학원)	**정강호 (국립식량과학원)**
14:15~14:30	- **바이오차의 처리가 사과원 토양의 물리 · 화학성에 미치는 영향** - 정승탁(국립원예특작과학원)	
14:30~14:45	- **MIR 근접토양센싱 기법 활용 한국 토양특성 예측 방법 개발** - 전상호(국립농업과학원)	
14:45~15:00	- **스프링클러와 분수호스 관개에서 HYDRUS-1D를 이용한 토양수분 추정** - 김동현(국립농업과학원)	

〈제2세션: 토양화학, 식물영양, 양분관리, 비옥도〉

2022. 10. 21. (금) **오후 15:00~16:15**

시간	발표 및 내용	사회자/좌장
15:00~15:15	- Energy Use Efficiency (EUE) for Crop Production: Aspect of Plant Physiology - 성좌경(충북대학교)	**성좌경 (충북대학교)**
15:15~15:30	- **전사체 및 표현형 기반 L형-아미노산의 식물 내 작용 기작 연구** - 오영주(CJ제일제당)	
15:30~15:45	- **L형-아미노산 기반 생장촉진제 처리에 따른 대두의 가뭄 스트레스 경감 효과** - 김규리(CJ제일제당)	
15:45~16:00	- Growth Responses of Peanut (*Arachis hypogaea*) with Varieties Affected by Soil Salinity Levels in Saemangeum Reclaimed Land - 옥희경(국립식량과학원)	
16:00~16:15	- **통합 혐기소화액을 이용한 액비 제조 및 벼 시용효과 연구** - 변지은(국립농업과학원)	

〈제3세션: 토양미생물, 중금속, 농업환경 분야〉

2022. 10. 21. (금) **오후 16:15~17:00**

시간	발표 및 내용	사회자/좌장
16:15~16:30	- Effect of Combined Organic and Inorganic Fertilizations on Mitigating Greenhouse Gas and NH_3 Emissions in Upland Soils during Maize and Cabbage Cultivation - 김상윤(순천대학교)	**김상윤 (순천대학교)**
16:30~16:45	- **유효도 기반 중금속 오염농경지 관리기술 활용을 위한 제언** - 김권래(경상국립대학교)	
16:45~17:00	- Mitigative Role of Auxin Against Oxidative Stress in Rice (*Oryza Sativa* L.) Seedlings - Vimalraj Kantharaj(경상국립대학교)	

CONTENTS

수상자 강연

신 진 과 학 자

주 제 발 표

젊은 토양학자

표토연구단 특별세션

구 두 발 표

포 스 터 발 표

수상자 강연

제주어워드 수상자 초청강연

Current Knowledge on Soil Organic Carbon Storage and Dynamics

Umakant Mishra
Computational Biology & Biophysics, Sandia National Laboratories, Livermore, CA 94550, USA

Soil organic carbon (SOC) determines multiple ecosystem services that soils provide to humanity. However, land use and climate change may alter the current soil carbon balance and convert the land surface into either a source or sink of atmospheric CO2, altering soil properties and functions. Recently, using a large number of global soil profile observations, datasets of environmental factors and a variety of modeling approaches, we conducted studies to (1) quantify the magnitude and uncertainty of global and regional SOC estimates, (2) predict the SOC changes under future warming scenarios, and (3) investigate how the coupled model inter-comparison project phase six (CMIP6) earth system models project the future changes in global SOC stocks. We found large ranges in global estimates of surface (0-0.3m) and profile (0-1m) SOC stocks with varying predictive accuracies across depth intervals and biomes. The cropland SOC estimates were comparatively more accurate than the SOC estimates of other biomes. We found depth dependent SOC losses, with soils becoming a carbon source to the atmosphere under future surface air warming scenarios. In contrast, the CMIP6 earth system models predict global soil carbon gain under high emission scenarios. In summary, a large knowledge gap exists in our understanding of both the current global SOC storage, and it's fate under changing climate. Global collaborative efforts on (1) harmonizing SOC profile observations, (2) conducting in-situ warming experiments across depths and environmental gradients, and (3) representing soil-forming processes and pedogenic feedbacks in earth system models are needed to reduce the uncertainty that exists both in the magnitude and fate of SOC.

Speaker: Umakant Mishra is a computational soil scientist, who studies land use and climate change impacts on soil biogeochemistry. Using field observations, remote sensing and environmental datasets, and geospatial and process-based modeling he quantifies anthropogenic and climatic impacts on the soil system. He serves as Associate Editor in Vadose Zone Journal and Soil Science Society of America Journal. Currently, he serves as a Chair of the International Soil Science Award Committee of Soil Science Society of America and a Co-Chair of the Data & Observation Model Link science panel and an Executive Board member of the International Soil Modeling Consortium.

학술상 수상자 강연

저탄소 토양관리를 위한 지방농촌진흥기관의 역할

The Roles of Agricultural Extension Agency of the Local Government for Low-Carbon Soil Management

김석철*, 소호섭
Seokcheol Kim* and Hoseup Soh
경기도농업기술원
Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Gyeonggi-do, Republic of Korea

농업은 기후에 대한 의존도가 높은 산업으로 기온, 강수량 등의 기후요소의 변화가 심할수록 안정적 농산물 생산 및 보급에 어려움을 겪게 된다. 이에 농업인이 농업 생산과정 전반에 투입하는 비료, 농약, 농자재 및 에너지 절감을 통해 온실가스 배출을 줄이고 정밀하고 고도화된 토양관리를 통한 저탄소 농업의 실천이 필요한 실정이다.

농촌진흥청 국립농업과학원「농업환경변동조사사업」에 의하면 2020년까지 논 12,387점, 시설재배지 6,773점, 밭 8,583점, 과수원 7,120점의 토양을 4년 1주기로 각도농업기술원과 함께 조사한 결과 pH, 유효규산 함량이 지속적으로 증가하였다. 이 사업은 전국 농경지의 화학성 뿐만 아니라 물리성, 농업수질, 양분사용 등 농업환경 자원을 각도농업기술원, 시군농업기술센터, 대학 등 관계기관의 협업으로 조사하여 모니터링하고 데이터를 관리함으로써 지속가능한 환경 보전을 위해 비옥도를 유지하고 건전한 농경지를 관리하는 농업환경 기반을 조성하는 정책사업이다.

지방농촌진흥기관인 경기도농업기술원은 1999년부터 농경지 토양 및 농업용수 변동조사 및 DB구축 등 농업환경 영향평가를 수행하였다. 논, 밭, 시설재배지, 과수원의 토양화학성과 중금속 변동현황을 670점 조사하고 농업용 하천수 32점, 지하수 20점에 대하여 매년 수질화학성 변화를 조사한 결과 논 토양을 제외하고 밭, 시설재배지 및 과수원 토양의 유효인산 함량은 점점 감소하였으며 중금속 함량은 토양환경보전법상 우려 및 대책 기준보다 낮게 분포하였다. 농업용 하천수와 지하수의 평균 pH와 EC는 작물재배에 적합한 수준이었으며, NO_3-N와 Cl^-은 농업용수 수질 관리기준을 만족하였다. 그리고 지역, 지목별로 선정된 대표필지 18,697점에 대한 토양검정 결과를 DB화하여 토양화학성을 적정범위내로 유지하기 위해 관리하고 있다. 또한 경기도내 19개 시군을 대상으로 토양화학성 분석 정확도를 높이기 위해 표준시료를 활용한 정도관리를 진행한 결과, 현장컨설팅 대상으로 분류된 시군이 2021년도 대비 5개 시군에서 2개 시군으로 감소하는 등 정도관리에 의한 분석 정확도가 향상되었다.

그리고 지속가능 환경보전형 토양관리를 위해 천연킬레이트제를 이용한 토양염류 집적 경감, 장력계 수분센서를 이용한 스마트팜 자동관수 기술개발 및 소면적 작물 들깨, 비름, 돌나물, 순무 및 근대의 토양검정에 의한 비료사용처방 기준을 설정하고 있다. 또한 기후변화 대응 이상기상에 따른 농업가뭄 재해경감을 위해 도내 22개 시군 약 350필지의 농업가뭄 취약지역 현장실태조사를 하며, 기후변화 완화를 위한 농경지 온실가스 배출량 평가 및 저감기술을 개발하고 있다. 그리고 농산부산물 및 우분을 이용하여 농경지 탄소저장 및 가축분 이용기술을 확대 보급하고 있다.

한편 토양 입단화 등 토양을 개량하고, 유·무기물 분해 및 합성 등 물질순환 기능성이 우수한 유용미생물의 친환경 토양관리 현장적용 실용화 기술 개발을 위하여 연구를 추진중에 있다. 토마토의 수량을 증진시키는 생육촉진용 미생물과 상추 뿌리썩음병에 방제에 효과가 있는 병 방제용 미생물을 선발하였으며, 시군센터에서 공급하고 있는 미생물에 대한 주기적인 품질관리와 기능성 특성이 우수한 원균을 보급하여 비료사용 절감 등 농가현장의 생산성 향상에 기여하고 있다.

이와 같이 지방농촌진흥기관은 지역특성에 맞는 연구개발 및 기술보급을 실시하고 중앙-지방 농촌진흥기관간 협력체계를 강화해야 하며. 중앙정부는 지방농촌진흥기관, 대학교 등 산학연 협력체계를 구축하여 조사결과를 취합하고 기반조성 정책을 수립해야 한다.

또한 농업환경자원 변동평가 D/B 구축으로 토양개량제 및 친환경농자재 지원사업, 공익직불제 등 농업정책에 반영하고 지방정부의 분석 담당자의 분석 정확도 향상 및 신뢰도 확보를 위해 매년 주기적인 정도관리를 실시하여 전문성을 확보해야 하며 분석 점수 증가에 따른 장비 추가 구입예산과 인력을 확충해야 한다. 그리고 미생물 처리방법 구명 등 현장적용 기반기술 연구 및 시군 미생물 담당자 역량강화 교육을 통해서 미생물제 농가현장 적용시 재현성이 낮아지는 문제점을 해결하고 양질의 미생물을 공급할 필요가 있으며, 탄소중립을 이루기 위해서는 단순히 식량 '생산'영역의 탄소감축을 넘어 가공과 유통 등을 포괄한 '먹거리 시스템'에 대한 총체적인 접근이 필요하다.

인류가 직면한 기후위기는 우리 모두의 노력으로 해결하기 위해 각자의 영역에서 할수 있는 모든 것을 동원해야 한다. 또한 이러한 기술을 조속히 보급 확산하기 위해서는 산업체, 대학교, 연구소 등 지역 네트워크 기반 산학연 클러스터를 구축하고 기후변화 위기에 공감대를 형성하여 농업의 생산성 향상과 지속가능한 사회를 향한 저탄소 토양관리를 함께 실천해야 할 것으로 기대한다.

주제어: 저탄소 토양관리, 탄소중립, 기후변화, 지방농촌진흥기관
주연구자 연락처: sckim12@gg.go.kr

신진과학자 발표

신진과학자 1

Effect of Different Tillage Practice and Green Manuring on Nitrous Oxide Emission and Nitrate Leaching from Upland Arable Soils

Hyun Ho Lee*, Hojeong Kang, and Chang Oh Hong[1]
이현호*, 강호정, 홍창오[1]
School of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University, Seoul, 03722, Republic of Korea
[1]Department of Life Science and Environmental Biochemistry, Pusan National University, Miryang, 50463, Republic of Korea
연세대학교 건설환경공학과, [1]부산대학교 생명환경화학과

Maximum up to 50% of the N input is not used by crops, and these are released to the environment in the form of N_2O emission and NO_3 leaching. Traditional soil management, reduced tillage and green manuring, increase N use efficiency and decrease adverse inorganic N from arable soils. However, so far, many studies have suggested that guidelines for tillage operations and green manuring have differences in effects on N_2O emission and NO_3 leaching in upland arable soils. The reason is that it is affected by the duration of managements, climatic conditions and soil characteristics. The objective of this study was to determine the effect of different tillage practices and green manuring on N_2O emission and NO_3 leaching from upland arable soils.

The results from a field experiment for three years clearly demonstrated the effect of tillage practice and green manuring on N_2O emission and NO_3 leaching from upland arable soil and crop productivity. No-till practice and green manurings were effective soil management for reducing N_2O emission and NO_3 leaching. In addition, mixed two effects of both soil managements showed different trends for agricultural economics and the environment. Overall, No-till significantly decreased the mean value of cumulative N_2O emission and NO_3 leaching by 19% and 44% than conventional tillage. Also, these results were attributed to preventing excess WFPS by improving soil physical properties. Changes in the mean value of cumulative N_2O emission, NO_3 leaching, and maize ear yield by green manuring have been influenced by the amount of N input (Fallow > Hairy vetch > Mixture > Barley ≥ Control). No-till with Hairy vetch and Mixture, was the optimum soil management for reducing N_2O emission and NO_3 leaching based on high maize yield and N use efficiency. A combination of Hairy vetch and No-till could be more environmentally and economically beneficial to soil management.

Cumulative N_2O emission and NO_3 leaching were higher in Inceptisols than Andisols. Although the copies number of 16s rRNA in Andisols was higher than that in Inceptisols, Inceptisols had much greater relative abundances of nitrifier and denitrifier compared to Andisols. The high heterotrophic potential in Andisols reduces the NH_4^+ concentration in the soil, which can lead to inhibition of nitrification. N_2O emissions and NO_3 leaching decreased with minimizing tillage operations in Andisols but increased in Inceptisols. This was related to soil water movement affected by soil physical properties. Interestingly, N_2O emission and NO_3 leaching were sharply reduced in Andisols with applied green manures despite even more N added. More inorganic N was immobilized by microorganisms in Andisols with greater microbial abundance. Therefore, when applying tillage and green manuring on the arable fields, it is necessary to modify the soil management method considering the soil organic matter concentration to mitigate N loss rather than standardized guidelines.

This study suggested that the tillage practices and green manuring could reduce N_2O emission and NO_3 leaching by guaranteeing maize productivity and N use efficiency in the viewpoints of economic viability and environmental conservation. It is necessary to closely check the soil characteristics when applying reduced tillage practice and green manuring that are different from conventional agricultural activity.

Keywords: Nitrous oxide emission, Nitrate leaching, Tillage practices, Green manuring
Correspondence: soilchem@pusan.ac.kr (055-350-5548)

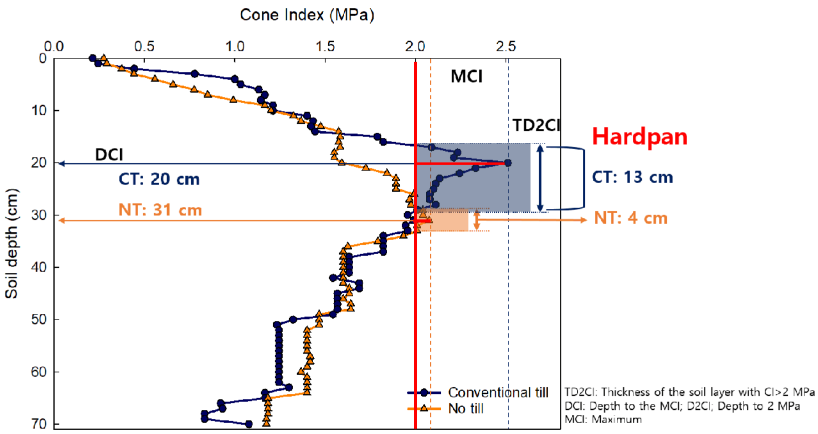


Fig. 1. The classification for cone index profiles shapes of tillage practices (CT and NT) (MCI: Maximum, DCI: Depth to the MCI, D2CI: Depth to 2 MPa, TD2CI: Thickness of the soil layer with CI > 2 MPa).

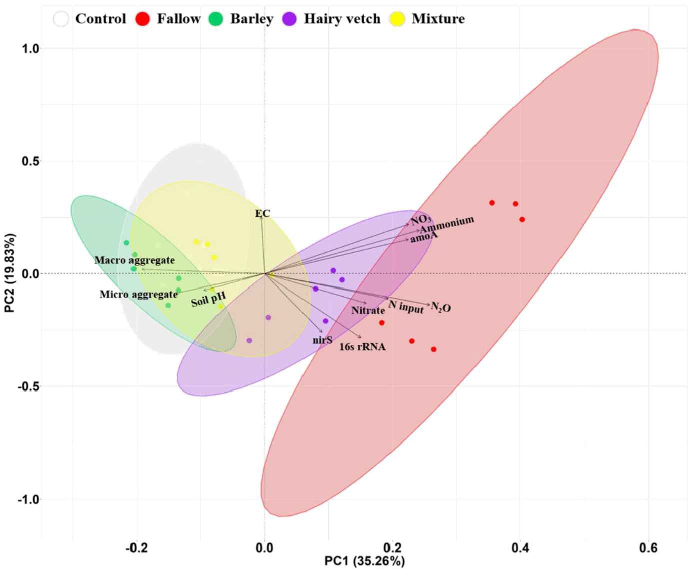


Fig. 2. Principal components analysis using variables of soil biological, chemical, and physical properties as influenced by different green manuring (Control, Fallow (Urea), Barley (B), Hairy vetch (H), Mixture (B+H)).

신진과학자 2

바이오차(Biochar)와 바이오황(Bio-Sulfur)을 활용한 흡착제의 중금속 저감 메커니즘 규명

The Mechanism of Heavy Metal Reduction by Biosulfur-Modified Biochar in the Aqueous

홍영규*, 김진욱, 김성철
Young Kyu Hong*, Jin Wook Kim, and Sung Chul Kim
충남대학교
Chungnam National University, Daejeon, 34134

토양 내 중금속은 작물 전이를 통한 생물 축적으로 인해 인체에 영향을 미칠 수 있다. 이로 인해 토양 내 생물유효태(bioavailable) 중금속을 저감하는 안정화(stailization) 연구가 수행되고 있으며, 특히, 자원의 재활용을 위해 다양한 소재를 중금속 안정화용 개량제로 활용하기 위한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 바이오차(Biochar, BC)와 바이오황(Bio-sulfur, BS)을 결합하여 제조한 BCBS(BC+BS)의 중금속 흡착 특성 및 효율성 평가를 통해 중금속 저감을 위한 안정화제로서의 활용 가능성을 평가하였다. BCBS 제조를 위한 최적 조건은 sulfur solution (BS) : biochar를 10:1(v/w)으로 1시간 동안 증류수와 혼합했을 때이며 이 조건 하에서 BCBS의 황(S) 함량이 48.6% 가장 높아, 이 조건으로 제조한 BCBS를 수용액 내 중금속 저감 실험에 사용하였다. 카드뮴(Cd)과 납(Pb)을 대상으로 저감 효율 평가 결과 BCBS (15.8%, 69.2%) > BS (11.9%, 52.4%) > BC (13.9%, 33.9%) 순으로 BCBS가 BC 또는 BS에 비해 Cd과 Pb의 흡착 효율이 높았다. 흡착 실험에서 도출된 결과를 반응 속도(kinetics) 모델식과 등온흡착(isotherms) 모델식에 적용한 결과 pseudo-second-order, Langmuir model이 BCBS의 중금속 흡착 반응 속도와 흡착을 잘 모사하였으며, 각 모델에서 도출된 Cd과 Pb의 평형 상태에서의 흡착량(Q_e) 및 최대흡착용량(Q_m)은 BCBS > BS > BC 순으로 BCBS가 흡착 효율이 높은 것으로 나타났다. 이 결과를 흡착제의 표면 전하를 나타내는 pzc (point of zero charge) 분석 결과와 비교해보았을 때, 정전기적 상호작용에 의한 물리적 흡착보다 화학적 흡착에 기인하는 것으로 확인되었다. 흡착 실험 이후 SEM-EDS, FT-IR, 그리고 XPS의 기기분석을 활용하여 흡착제의 중금속 저감 형태를 확인하였다. SEM-EDS를 통한 BCBS 표면 관찰 결과 BC 표면에 황이 결합 된 것을 알 수 있었다. FT-IR 분석 결과 BCBS에서 sulfites group과 sulfate ions(SO_4^{2-})이 확인되었으며, 흡착 시험 후 작용기가 줄어들거나 없어지는 결과를 통해 Cd과 Pb의 흡착은 BCBS 표면의 황을 포함한 작용기와의 결합에 의한 것으로 판단되었다. XPS 분석을 통해 BC와 BCBS의 중금속 흡착 형태가 다른 것을 확인하였으며, BC의 경우 $CdCO_3$, $Cd(OH)_2$, $PbCO_3$, $Pb(OH)_2$ 의 형태를 통해 carboxyl group에 의한 저감이 이루어지는 반면, BCBS는 황화물(sulfide) 및 황산염(sulfate)에 의한 CdS, $CdSO_4$, PbS, $PbSO_4$ 형태로 흡착이 이루어지는 것으로 확인되었다. 이를 통해 BCBS는 BC와 BS의 황에 의해 Cd, Pb 저감 요인이 BC, BS보다 많아 효율이 더 높아진 것으로 판단된다. 본 연구 결과를 통해 바이오차나 바이오황으로 제조한 BCBS를 토양개량제로 활용할 경우 중금속 저감 효율성뿐만 아니라 자원의 재활용도 가능할 것으로 판단된다.

주제어: Bio-sulfur, Biochar, Heavy metal, Adsorption, Kinetics, Isotherms
주연구자 연락처: 042-821-7882 (hyk102030@naver.com)

신진과학자 3

Warming and Elevated CO_2 Affect Paddy Soil Carbon Dynamics by Changing Biomass and Chemistry of Rice Residues

Hyun-Jin Park* and Woo-Jung Choi
박현진*, 최우정
Department of Rural & Biosystems Engineering and AgriBio Institute of Climate Change Management, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
전남대학교 지역·바이오시스템공학과(BK21), 전남대학교 기후변화대응농생명연구소

Rice (*Oryza sativa* L.) residues including root and straw are typical carbon (C) sources in the paddy soils, which can play an important C sink role due to the slow decomposition of organic matter under submerged conditions. However, the quantity and chemical composition of rice residues are likely to be changed by co-elevated atmospheric CO_2 concentration ([CO_2]) and air temperature (T_{air}). The changed substrate availability and quality should further affect paddy soil C dynamics such as microbial decomposition and its temperature sensitivity (Q_{10}). Therefore, this study was conducted to investigate the changes in biomass, chemical composition, and decomposition of rice residues, as well as Q_{10} of decomposition, by elevated [CO_2] and T_{air}. Co-elevated [CO_2]-T_{air} increased biomass of both rice root and straw, while decreasing C-to-nitrogen (N) ratio (C/N) and lignin (recalcitrant C)-to-N ratio (L/N) due to the greater impact of increased N assimilation than N dilution. Decomposability of rice root produced under co-elevated [CO_2]-T_{air} (C/N: 93.4; L/N: 36.4) was greater than that produced under co-ambient [CO_2]-T_{air} (C/N: 120.9; L/N: 53.7), although the such pattern was not found for straw. These findings indicate that under future co-elevated [CO_2]-T_{air}, paddy soils may receive more rice residue (particularly root) with high quality and thus emit more CO_2 to the atmosphere via microbial respiration. However, it was also found that the Q_{10} values of rice residue decomposition were not changed despite the changed residue chemistry. The results of this study provide a novel insight into the potential changes in C dynamics in paddy soils under co-elevated [CO_2]-T_{air} that are necessary to predict changes in paddy soil C sequestration under global warming.

Keywords: Carbon sequestration, Global warming, Paddy soil, Rice residue, Microbial decomposition
Correspondence: hjpark53@jnu.ac.kr

신진과학자 4

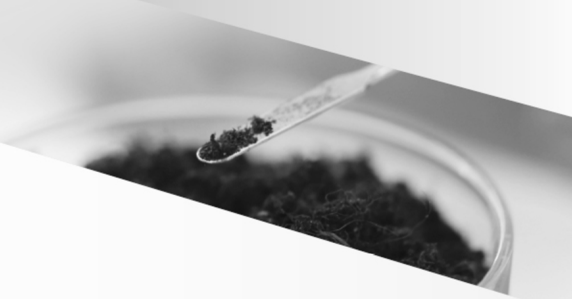
Life Cycle Assessment of Biochar Utilization and its Impact to Mitigate Global Warming in Rice Cropping System

Ronley C. Canatoy[1], Hogyeong Chae[1], Ji Su Ha[1], Snowie Jane C. Galgo[1], Ali Fakhar[1], and Pil Joo Kim[1,2]
[1]Division of Applied Life Science (BK 21+Program), Gyeongsang National University, Republic of Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Republic of Korea

Biochar and compost were accepted as stable organic amendments that functionally increase soil C stock as well as decrease greenhouse gas (GHG) emissions in rice paddy. However, in most studies, the effects of these stable organic amendments on GHG fluxes were evaluated only within the cropping sector without considering the industrial process of biochar production. To evaluate net effect of utilizing these stable organic amendments on global warming within the whole rice cropping system boundary that is from industrial to cropping processes, an estimation through life cycle assessment was conducted. Fresh, compost, and biochar manures were selected as main treatments applied at a rate of 12 Mg ha^{-1} (dry weight) in a typical rice paddy and total GHG fluxes were evaluated using the closed chamber method. In comparison with fresh manure, compost utilization decreased its net global warming potential (GWP) which refers to the integrated GHG fluxes and soil C stock changes in CO_2 equivalent by 43% within rice cropping sector, via 25% decrease in CH_4 flux and 39% increase in soil C stock. However, 34 Mg CO_2-eq. of GHGs were additionally contributed during the composting process to produce 12 Mg of compost and then increased the net GWP by 34% within the whole system boundary. In comparison, biochar turned rice paddy soil into a GHG sink, via 56% reduction in CH_4 fluxes and 13% increase in soil C stock. However, pyrolysis process released a total of 19 Mg CO_2-eq. of GHGs to generate 12 Mg of biochar. As a result, biochar utilization decreased its net GWP by approximately 28% over fresh manure within the whole system boundary. Rice grain productivity was not different between biochar and compost manures, albeit compost considerably increased grain yield over fresh manure. Consequently, biochar utilization significantly decreased GHG intensity which indicates net GWP per grain yield by 33% over fresh manure, while compost increased by 22%. In conclusion, biochar could be a sustainable organic amendment to effectively reduce the global warming impact of rice paddy; however, compost utilization requires careful consideration primarily due to its huge additional GHG emissions during the composting process.

Keywords: Net global warming potential, Pyrolysis, Rice paddy, Greenhouse gas intensity, Soil organic carbon stock

Correspondence: rcanatoy@gmail.com



주제발표

주제발표 1

국제농업개발협력 사업의 동향과 농업 및 농업 스타트업의 해외진출 가능성

Trends in International Agricultural Development and Cooperation Projects and the Possibility of Korean Agriculture and Agricultural Startups Entering Global Markets

남재작*
Jae Jak Nam*
한국정밀농업연구소
Korea Precision Agriculture Research Institute, Suwon, 16679, Korea

우리나라의 2021년 ODA 예산은 유무상원조를 합쳐 3조 7천억원에 이른다. 이중 양자간 원조가 78%로 대부분을 차지하고 있으며, 양자사업 중 무상원조가 56%로 비중이 상대적으로 크다. ODA 예산 중 농림수산 분야는 2,497억원으로 전체의 8.7%를 차지했다. 이는 2020년의 9.7%에 비해 1%p가 줄어든 것이다. 그렇지만 아직 농업계에서는 ODA 사업을 국내 농업의 가치사슬의 확장이라는 관점에서 바라보지 않고 있다. 2021년 국내 농림수산식품 수출액 및 수입액은 각각 11,374백만달러 및 48,053백만달러에 달한다. 수입액이 4배 이상 더 크다. 이뿐만 아니라 우리나라에서 소비하는 곡물의 80%는 해외에서 수입된다. 이렇듯 우리나라의 농식품 시장은 이미 국외 농업 및 식품산업과 밀접하게 상호연계 되어있다. 이런 관점에서 글로벌농업가치사슬(Global Agricultural Value Chain)에 대해 관심을 가질 필요가 있다. 국내의 우수한 농업과학기술을 활용하여 개도국의 농업 생산성을 향상한다면 수원국 농민의 소득증대뿐 아니라 세계 식량위기 해소에도 기여할 수 있다. 물론 이는 수원국만 혜택을 보는 것은 아니다. 국내 농업 R&D 예산은 연간 1조 2천억원에 달한다. 그렇지만 국내 농업기술 시장만으로는 R&D의 투자 효율성을 확보하기가 어려울 수밖에 없다. 최근에는 농업 스타트업을 중심으로 이러한 한계를 돌파하려는 움직임이 본격적으로 나타나고 있다. 농산물 무역 스타트업인 트릿지 사는 해외농산물을 조달하려는 글로벌 식품기업들을 대상으로 농장개발, 품질관리, 통관, 시장정보 등 통합서비스를 제공하고 있다. 트릿지 사의 기업가치는 이미 3조 6천억원으로 투자시장에서 평가되었다. 이외에도 농기계 R&D 센터 및 농산물 가공센터 구축, 딸기 등 첨단 스마트팜 신축, 스마트 농업기술의 전수 등 다양한 농업개발사업이 농업 ODA 사업으로 추진된다. 그렇지만 현재까지 농업 ODA 사업은 국내 농업 및 농업스타트업의 해외 진출과 농업가치사슬 연계라는 관점에서 바라보지는 않았다. 본 발표에서는 농업 ODA 사업의 현황을 돌아보고 우리나라 농업 및 농업스타트업의 글로벌 진출의 가능성과 해결과제를 살펴보고자 한다. 이러한 접근방법은 침체된 국내 농업 R&D 사업 및 농업투자에 새로운 가능성을 제시해줄 것으로 기대한다.

주제어: 해외농업개발, 국제개발협력, ODA, 스타트업, 글로벌농업가치사슬
주연구자 연락처: jake@pragin.kr (031-202-4385)

주제발표 2

농촌진흥청 글로벌 농업기술협력 현황 및 토양과학 협력 사례

Current Status of Global Agricultural Technology Cooperation and Case Study on Soil Science

김민경[1]*, 전영아[2], 한은정[2], 홍송원[2], 이선화[2]
Min-Kyeong Kim[1]*, Young-ah Jeon[2], Eun-Jung Han[2], Song Won Hong[2], and Seonhwa Lee[2]
[1]국립농업과학원 기후변화평가과, [2]농촌진흥청 기술협력국
[1]Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, 55365, Korea
[2]Technology Cooperation Bureau, Rural Development Administration, 54875, Korea

국제협력은 국가별 지식기반 자본을 축적하고 글로벌 경제적 가치 창출을 위한 핵심 수단으로 부각되고 있다. 이에 국제사회는 자국의 이익을 위해 호혜적인 국제협력을 지속적으로 확대하고 있다. 선진국은 기술 경쟁력을 지속적으로 유지 및 향상시키기 위한 글로벌 협력을 추진하고 있으며, 신흥국 및 개도국은 선진국 중심의 협력을 완화하고 기술 경쟁력 획득을 위한 협력을 강화하고 있다. 농촌진흥청은 기술혁신과 현안해결에 중점을 둔 국제협력 강화와 해외 농업기술개발지원 사업의 효율적 성과 제고를 목적으로 글로벌 농업기술협력 사업을 추진하고 있다. 국제농업기술협력 사업은 국제기구 및 기술 선도국과 국제협력을 통한 현안해결과 기술혁신 가속화를 목적으로 '22년 현재 10개 국가와 25과제 및 7개 국제기구와 9과제를 추진하고 있다. 해외농업기술협력 사업은 우리나라의 농업개발 경험을 바탕으로 협력국의 농업정책과 연계한 맞춤형 농업기술을 개발 보급하여 글로벌 동반성장에 기여하고자 다자 및 양자간 사업을 추진하고 있다. 해외농업기술개발 사업(KOPIA)은 개발도상국 현지에 KOPIA 센터를 설치하고 농업기술 전문가를 소장으로 파견하여 국가별 맞춤형 농업기술을 개발·실증·보급하는 사업이다. KOPIA 사업의 민관협업 및 부처협력 강화로 벼 가치사슬 확대를 위한 생산·가공 분야 민관협력 사업 추진 등 농식품부(농어촌공사), 외교부(KOICA), 산업부(KIAT), 기재부(EDCF) 등과 13개국 18개 프로그램의 유·무상 협업사업을 지속적으로 추진하고 있다. 또한, 시범마을 사업 확대를 통한 기술 보급 및 사업성과 확산을 위해 캄보디아, 우간다, 파라과이에 신규 시범마을 조성하고 장·단기 전문가를 22개국 65명 현지 파견하여 기술 지원을 하고 있다. 다자간 협의체(AFACI, KAFACI, KoLFACI) 사업은 아시아 13개국·아프리카 20개국·중남미 10개국의 회원국과 함께 대륙별 공통현안을 해결하기 위한 총 16개 공동과제를 추진하고 있다. 해외 농업기술협력 사업의 성과 제고를 위하여 관련부처 간 사업 연계 및 민관협력 확대뿐만 아니라, UN 지속가능 개발목표(SDGs) 및 OECD 개발원조위원회(DAC) 등 국제기구 수준의 사업 효율성, 효과성 및 지속가능성 확보를 위해 성과중심의 사업관리 운영시스템을 도입하고 있다. 토양과학 분야 협력은 토양정보, 농경지 양분 및 물관리, 농업자재, 농업기상 등에서 아시아 및 중남미 다자간 협력 사업을 중심으로 6개 사업이 추진되고 있다. 대표적인 사업으로 아시아 토양지도 및 토양정보시스템 구축 및 중남미 토양환경정보 시스템 구축 사업과 중남미 적정 물관리 시스템 활용을 통한 벼 생산성 향상 실증 연구 사업이 있다. 또한 전문가 파견을 통한 협력은 KOPIA 시범마을 사업에 식량, 원예, 축산, 농촌지도 및 양잠 분야 12개국 26명의 전문가를 파견하였는데 토양과학 분야는 직접적인 참여는 아니지만, 농경지 물 및 양분관리 등 현지 문제해결 및 교육 등을 통해 참여하고 있다. 향후 토양과학 분야의 경력 있는 전문가들이 KOPIA 센터 소장으로 참여하거나 토양과학 관련 대학졸업생 및 재학생이 KOPIA 센터 연구원 및 연수생으로 참여한다면 작물 생산성 향상을 통한 식량문제 해결이라는 글로벌 공통 목표를 해결해 나가는 초석이 될 것으로 기대해 본다.

주제어: 농업기술협력, 농촌진흥청, 토양과학
주연구자 연락처: kimmk72@korea.kr (063-238-2525)

주제발표 3

해외농업개발협력 사업의 참여 활성화를 위한 역량강화 방안

A Plan for Capacity-Building to Promote Participation in Overseas Agricultural Development Cooperation Projects

윤덕훈*, 김보미
Deokhoon Yoon* and Bomi Kim
국립한경대학교
Hankyong National University, Anseong, 17579, Korea

우리나라의 국제개발협력 사업 규모는 약 4조425억 원(2022년)에 달하며, 지자체를 포함한 44개 기관에서 1,765개 사업을 추진하고 있다. 우리나라의 ODA사업규모는 연평균 10%씩 증가하고 있지만, 개발 협력 생태계는 아직 초기 단계로서 ODA분야 입문자원을 충분히 수용·성장시키기 어려운 환경을 가지고 있다. 이에 따라 정부는 「국제개발협력기본법」, 「제2차 국제개발협력 기본계획」 등 법령과 국가계획을 통해 전문인력 양성에 노력하고 있다. 국제개발협력 사업에 참여하는 인력의 체계적 양성은 국제개발협력 사업의 양적 확대에 대응하고, 질적 수준을 향상하기 위해서도 매우 중요하다. 따라서 인력양성 프로그램은 사업분야, 사업업무, 지역전문성의 '삼각역량'을 개발하는 프로그램의 개발과 운영이 필요하며, 특히 청년인력에 대한 경력관리와 현장전문가로의 육성이 매우 중요하다. 우리나라에서 국제개발협력에 종사하는 인력은 크게 3개 분야에서 양성되고 있는데, 먼저 농촌진흥청, 해외농업자원개발협회에 의한 '공공부문'과, 한국국제협력단(KOICA) 및 경제개발협력기금(EDCF)의 '공공기관', 그리고 대학, 민간연구소, 민간 컨설팅업체, NGO 등의 '민간부문'으로 구분되어 있다.

국재개발협력사업에 종사하는 전문인력은 크게 2개 분야로 구분된다. 먼저 사업책임자(PM)나 사업보조(PAO) 등의 '개발협력전문가'와 토양, 작물재배, 농기계 등의 '분야전문가'로 나눌 수 있으며, 전문가별 세부 역할을 기분으로 보면 ① Project·Program Manager는 국제개발협력 관련 프로그램 혹은 프로젝트를 수주하여 실질적으로 사업 전반을 관리·운영하고, 그 결과에 대한 전반의 책임을 지는 자, ② Regional·Country Director는 사업 해당 지역 전문가 혹은 현지에서 해당 사업을 실질적으로 진행하는 자, ③ Program Coordinator는 정부부처, 전담 기관 등에서 관련 프로젝트 혹은 프로그램을 지시, 관리 감독, 협조하는 조력자, ④ Evaluation Specialist는 사업 진행시 사전, 중간, 종료, 사후 평가 등을 수행하는 평가자, ⑤ Field Specialist는 해당 프로그램 혹은 프로젝트의 세부 분야별 업무를 담당하는 실질적 전문가, ⑥ Training Program Leader는 자체 및 연수사업 전반을 관장하고, 관련 프로그램을 개발, 적용하는 전문가 등이다.

해외농업개발협력 사업 참여 주체의 역량 강화를 위한 정책으로는 첫째, 농업 실무 경험이 풍부한 농촌지역의 전문가를 육성하여야 한다. 둘째, 역량 강화 프로그램의 대상자를 분야별 전문가까지 확대해야 한다. 셋째, 역량 강화 활동의 현장성을 강화해야 한다. 넷째, 사업 참여 전문가들이 충분한 시간을 가지고 학습하여 실제적인 사업계획을 수립하도록 하여야 한다. 다섯째, 사업 참여 전문가들의 학습조직 활동을 촉진하여 사업실행 조직을 견고하게 구성해야 한다. 이와 같은 정책 방향에 기초하여 해외농업개발 참여 전문가의 역량 강화 방안을 중앙정부(공공부문, 공공기관)가 주도해야 할 것과 민간단체(대학교 등 학계 포함)가 주도해야 할 것으로 구분할 필요가 있다. 중앙정부는 현재 실시하고 있는 교육·훈련 프로그램을 세 가지 측면에서 개선할 필요가 있다. 첫째, 해외농업개발 전문가 육성 프로그램을 다양한 분야로 확충할 필요가 있다. 둘째, 전문가 교육·훈련 과정의 기획 및 평가를 더욱 체계화해야 한다. 셋째, 변화하는 정책환경에서 전문가의 사업계획·수행 역량 강화가 절실한 시점이므로, 이에 대응하는 교육·훈련 프로그램을 개발·운

영할 필요가 있다. 민간단체는 두 가지 측면에서 해외농업개발사업 참여 전문가의 역량을 강화하려는 노력을 경주할 필요가 있다. 첫째, 해외농업개발사업을 추진하는 과정에서 학습조직 활동(실무+외국어 등 역량교육, 봉사활동+사업기획 등 소규모 현장사업)을 적극적으로 개발하고 운영하는 것이다. 둘째, 농촌개발 거버넌스(governance)를 형성하는 것이다. 수혜국 내에서 진행되는 여러 가지 개별 사업들에 참여하는 주체들이 사회적 관계를 형성하도록 촉진하고, 그리고 사업대상 지역 주민들이 소규모 시범사업부터 시작해 점차 경험을 축적하면서 더 큰 규모의 사업을 주도할 수 있도록 점진적으로 접근함으로써 거버넌스를 형성할 수 있을 것이다.

해외농업개발사업에 대한 지속적 인력양성을 위하여 주니어 전문가의 양성도 시급한 문제이다. 공공부문 및 공공기관에서 배출된 청년인력의 지속성 유지면에서 일자리 연속성이 결여되어 전문성을 가진 인력양성이 미흡한 실정이다. 사업 수행에서 분야별 전문가 투입 시, 청년인력을 주니어 컨설턴트 혹은 주니어 전문가로서 병행하여 투입함으로써 시니어 전문가의 경험을 전수받음과 동시에 현장 실무 경험을 갖출 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 또한 외국어 전공자들의 적극적 교육과 활용이 필요하다. 분야별 전문가는 해당 실무에는 경험이 많으나 어학 부족으로 의사소통의 문제가 발생하는 사례가 많다. 따라서 어학분야 학부 졸업생을 대상으로 국제협력대학원(가칭) 등을 통하여 전문가 양성이 필요하다.

국제개발협력은 학제간 연계가 필요한 분야이다. 국제개발협력을 전공한 사람들은 대개 사회과학 분야의 배경을 가지고 있는 경우가 많으며, 국제개발협력의 담론 및 주요 이슈들을 다양하게 공부하나 실질적으로 현장에서 활용되는 특정 분야의 전문성(농업 등)을 갖추지 못한 경우가 많다. 다양한 분야의 학문적·실무적 배경을 가진 인력이 국제개발협력 분야에 참여한다면 수원국의 경제 및 사회개발에 크게 기여할 것이다.

주제어: 해외농업협력, 역량강화
주연구자 연락처: tropagri@hknu.ac.kr (031-678-4897)

주제발표 4

Challenges to the International Agricultural Cooperation Projects - A Case Study on Long-Term Changes in Paddy Soil Fertility in Tropical Asia from 1960s to 2010s -

Junta YANAI
Kyoto Prefectural University, Kyoto 606-8522, JAPAN
Japanese Society of Soil Science and Plant Nutrition (Director of Partner Relations)

International cooperation is one of the most essential strategies to carry out soil and fertilizer research in wider perspective. For example, a case study was carried out to investigate long-term changes in paddy soil fertility in tropical Asia from 1960s to 2010s, based on the understanding that 1) over 50 years of the Green Revolution since the 1960s, the global population has increased by 2.5 times, cereal production by 3.3 times, and the use of N, P and K fertilizers by 9.4, 4.2, and 4.3 times, respectively, and 2) information is still limited on the influence of these impacts on the fertility status of agricultural soils. The influence of the Green Revolution on 142 paddy soils in three tropical Asian countries, i.e., Thailand, the Philippines and Malaysia, were investigated by repeated soil sampling in the 1960s and 2010s at or near the same locations. We revealed that the phyto-availability indices of three macronutrients, i.e., available P, total N, and exchangeable K, showed 743% ($p<0.01$), 12%, and 1% increase on average, respectively, while total C showed 9% decline. Comprehensive investigation of overall fertility status by factor analysis using 11 soil parameters suggested that only the factor scores associated with "available P status" increased drastically in all the three countries ($p<0.01$) whereas those associated with "organic matter and N contents" and "inherent potentiality" did not exhibit any consistent changes. We concluded that intensive soil/fertilizer management systems under the Green Revolution have successfully improved the nutrient status, especially P status, of paddy soils with slight decrease of total C, while a large amount of N and K applied has been released to the outer environments. Conversion to a high-efficiency system of external nutrient inputs with organic matter-conserving strategies would be required to secure sustainable food production while restoring the environment during the coming decades (Yanai et al. 2022: *Eur. J. Soil Sci.*, 73, e13193). Such research could be possible because international cooperation has been established with the countries for such a long-term. In conclusion, investigation of scientifically important topics related to soil and fertilizer management in collaboration with other countries would enable us to obtain not only wider-scope understanding of the topics but also better understanding of the relative situation of our own country. International collaboration based on the framework of ESAFS (East and Southeast Asia Federation of Soil Science Society) would be a promising way to promote fundamental research with wider scope in space and time.

Keywords: ESAFS, Green Revolution, International cooperation, Long-term change, Paddy soil fertility
Correspondence: yanai@kpu.ac.jp (+81-75-703-5649)

주제발표 5

Soil Management for Sustainable Agriculture in Malaysia

Rosazlin Abdullah
Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, Universiti Malaya, 50603, Kuala Lumpur, Malaysia

Agriculture is one of the main land use in Malaysia, which has made a substantial contribution to the economic growth of the nation by providing food, employment, export revenue, and raw materials for agro-based industries. Malaysia has a total land area of approximately 33.03 million hectares. About 13 million hectares are situated in West Malaysia, and the rest in East Malaysia. About 47% of the land in West Malaysia is considered unsuitable and marginal for agriculture, and the percentage in East Malaysia is even higher. Malaysian soils are highly weathered, acidic and not very fertile for crop production. About 75% of these soils fall under the Ultisols and Oxisols soil groups. There are also several group of soils, which are normally referred to as problematic soils due to some physical and chemical (localized) constraint to plant growth that these soil exhibit such as acid sulfate soil, peat soils, tin tailings and BRIS (Beach Ridges Interspersed with Swales). Hence, there is an increasing need to use the problematic soils for agriculture. Productivity of the soil is improved by identifying the problem for the development of proper soil management techniques with some features must be taken into account such as topography, climate, soil erosion, flooding and soil fertility. Various actions have been taken by the Malaysian government to rectify it. As a result, Malaysia is the world's second-largest palm oil producer despite facing the constraint of soil fertility. Meanwhile, current issues and challenges pertaining to food security have been primarily considered in the process of formulating nation's policies including the need for dynamic food system transformation to ensure the agrofood sector remains significant and relevant in the national socio-economic development in Malaysia. To support the aspirations of National Agrofood Policy 2021-2030, the adoption of Fourth Industrial Revolution (4IR) technologies through modernization and smart agriculture is very important to increase agricultural productivity to ensure sustainable national food security. Agronomists, soil scientists, policy-makers, the government, and the private sector all have different perspectives on soil, but they all agree on one thing: soil sustains life. Adaptation of technology is the way forward in sustainable soil management for crop productivity and to achieve the continuous sufficiency of food supply in Malaysia.

Keywords: Soil management, sustainable agriculture, Malaysia, problematic soil
Correspondence: rosazlin@um.edu.my (603-79674360)

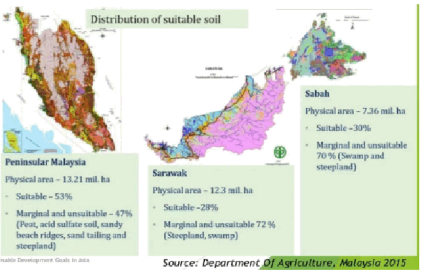
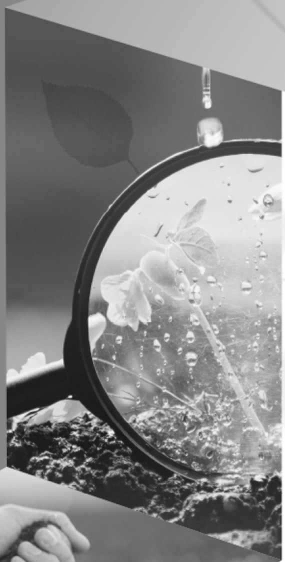


Fig. 1. Distribution of suitable soil in Malaysian.

Land use Type	Hectare	Percentage (%)
Paddy	674,332	8.99
Plantation crops	6,316,406	84.25
Minor plantation crops	149,765	2.00
Fruits	197,533	2.63
Vegetables	67,777	0.90
Cash crops	19,270	0.26
Herbs and spices	7,159	0.10
Flower	2,227	0.03
Aquacultures	38,835	0.52
Livestock area	23,872	0.32
Total	**7,497,1476**	**100**

Source: Ministry of Agriculture, 2014

Fig. 2. Agriculture land use in Malaysia.



젊은 토양학자 발표

젊은 토양학자 1

Effect of Adjusting Rice Transplanting Dates on Greenhouse Gas Emissions and Productivity in a Paddy Field during Cultivation

Yeomyeong Lee[1], Juhee Lee[1], Hyerin An[1], Sohee Yoon[1], and Sang Yoon Kim[1,2]*
이여명[1], 이주희[1], 윤소희[1], 안혜린[1], 김상윤[1,2]*
[1]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[2]Department of Agricultural Life Sciences, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[1]순천대학교 농화학과 & BK21 IT-Bio융합시스템전공, [2]순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과

The rice transplanting dates can have a significant impact on greenhouse gas (GHGs) emissions, especially methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O) due to influencing rice growth characteristics and soil moisture conditions in paddy soils. Particularly, delaying transplanting date may shorten overall flooding days and limit favorable anaerobic conditions, which can significantly affect GHGs dynamics in rice paddies. However, these impacts have not been systematically evaluated yet. This study was carried out to recommend the optimum transplanting date on minimizing GHGs (CH_4, CO_2 and N_2O) emissions without significant loss of rice productivity in a Korean rice paddy field. Two different types of rice cultivars (*Sindongjin* as late maturing and *Jomyeong no.1* as early maturing, which were recommended in Southern part of Korea) were transplanted on four different dates on May 10 (*Time 1*), May 25 as local recommended date (*Time 2*), June 10 (*Time 3*), and June 25 (*Time 4*) at every 15 days interval in 2022. Our study showed that there were little differences on overall GHGs emission patterns among all the treatments. However, total GHGs fluxes were highest at the early transplanting date (*Time 1*), and then gradually decreased with delaying rice transplanting date, mainly reducing CH_4 emissions probably due to the changes in meteorological properties, plant growth characteristics, and flooding periods. Among all GHGs, CH_4 was a main contributor of net global warming potential (GWP) (ca. 89%) over the total GWP. CO_2 and N_2O were comparatively negligible on increasing net GWP, showing ca. 11% and 0.6%, respectively. Overall GHGs emissions were significantly influenced by rice transplanting dates but showed little impacts on rice varieties in this study. Total GHGs emissions per rice cultivation days (total GWP per cultivation day) was gradually decreased with delaying the rice transplanting dates, suggesting that delaying the rice transplanting date could be one of the promising mitigation strategies. There were no significant differences on rice productivity among all the treatments, indicating that delaying transplanting date could not deteriorate overall yield. In conclusion, delaying rice transplanting date could be one of the new options to effectively reduce GHGs emissions without significant loss of rice productivity in a Korea paddy soil.

Keywords: CH_4, GHGs emissions, Methane, Paddy soil, Rice cultivar, Total GWP per cultivation day
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (82-61-750-5189)

젊은 토양학자 2

Effect of Soil Carbon Saturation Degree on Global Warming Potential in Rice Paddy

논 토양에서의 토양 내 유기 탄소 포화도가 지구 온난화에 미치는 영향

So Yeong Park[1]*, Hyeon Ji Song[1], and Pil joo Kim[1,2]
박소영[1]*, 송현지[1], 김필주[1,2]
[1]Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Republic of Korea
[2]Institute of Agricultural & Life Sciences, Gyeongsang National University, Republic of Korea
[1]경상국립대학교 응용생명과학부(BK21), [2]경상국립대학교 농업생명과학연구원

Periodical organic amendment application has been strongly recommended to improve soil quality and mitigate global warming in able lands. However, each soil has its own C saturation degree which is generally decided by silt and clay content. Amended organic matter can be stabilized into stable form (i.e., mineral-associated organic C) under a low soil C saturation degree. However, under a high soil C saturation state, this amendment can increase labile organic C fraction and then increase greenhouse gas (GHG) emission impact, via high methane (CH_4) emission in rice paddies. To evaluate the effect of soil C saturation degree on global warming potential (GWP), the same level (4.28 Mg ha^{-1}) of cover crop biomass was applied in different C saturation degrees of soils (58, 60, and 65%), and net GWP which was integrated by CH_4 and N_2O fluxes and soil organic carbon (SOC) stock change with CO_2 equivalent was characterized during rice cultivation. Methane fluxes were exponentially increased with increasing soil C saturation, but N_2O flux was not clearly influenced. Soil C stock increase which was estimated by analyzing net ecosystem carbon budget (NECB) was deceased with increasing soil C saturation degree, mainly due to highly increased mineralized C loss (CO_2-C+CH_4-C), but the net primary production (NPP) of rice as a C input source was not different among soils. As a result, organic amendment application very highly increased the net GWP under higher soil C saturation. In conclusion, no-stabilized organic amendment like green manure should be carefully managed in highly C-saturated soils. In contrast, its addition can make severe greenhouse gas emission impact in rice paddies.

Keywords: methane, nitrous oxide, net ecosystem carbon budget, net GWP
Correspondence: Pil Joo Kim (055-772-1966, pjkim@gnu.ac.kr)

젊은 토양학자 3

요소 처리 토양에서 목초액이 질소 용탈 및 토양 미생물 활성에 미치는 영향 평가

Evaluation of the Effect of Pyroligneous Acids on Nitrogen Leaching and Microbial Activity in Urea Fertilized Soil

석영주*, 박진희
Yeong Ju Suk* and Jin Hee Park
충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과
Department of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

질소 비료의 효율 증대 및 환경오염 방지를 위해 요소의 분해를 저감하는 친환경적인 방안이 연구되고 있다. 기존의 연구에서 목초액이 요소가수분해 효소인 urease의 활성을 저해하여 요소에서 암모늄태 질소의 용출을 감소시키는 것이 확인되었다. 그러나 목초액이 토양 내 질소 용탈에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 상황이다. 또한 목초액은 농경지 병원균에 대한 항균성을 나타내는 것으로 보고되었으나, 목초액이 토양의 유용 미생물에 미치는 영향에 대한 연구는 적다. 따라서, 본 연구의 목적은 목초액의 처리가 질소 용탈 및 토양 미생물의 활성에 미치는 영향을 평가하는 것이다. 질소의 용탈과 토양 미생물 활성의 평가를 위해 컬럼 용탈 및 배양 실험을 수행하였다. 질소의 용탈을 평가하기 위해 토양 컬럼을 통과한 용탈수 내 암모늄태 및 질산태 질소의 농도를 측정하였으며 토양 미생물 활성은 배양한 토양의 기초호흡과 nitrification 박테리아 활성을 측정하여 평가하였다. 용탈 실험 결과 용탈수의 암모늄태 질소 농도는 목초액 처리와 무처리 사이 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 양이온인 암모늄태 질소가 토양 입자에 흡착되었기 때문인 것으로 판단된다. 질산태 질소는 목초액 무처리에서 용탈량이 증가했으나 처리구별 편차가 커 유의미한 차이는 없었다. 배양 실험에서 시간에 따라 암모늄태 질소의 농도는 감소하고 질산태 질소의 농도는 증가하는 경향을 보였으며, 목초액 처리에서 질산태 질소의 유의한 감소가 나타났다. 토양 호흡은 목초액 처리구에서 유의하게 증가하여 미생물 활성이 높은 것으로 나타났다. 따라서, 목초액은 토양 내 질산태 질소 함량을 감소시켜 질소의 용탈량을 저감하고 토양 미생물 군집에 유해한 영향을 주지 않는 친환경적인 urease 저해제로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 목초액, 질소 용탈, 미생물 활성, 암모늄태 질소, 질산태 질소
주연구자 연락처: pjinh@chungbuk.ac.kr (043-261-2564)

젊은 토양학자 4

Effects of Plastic Film Mulching on Soil Organic Carbon Stock Changes with Organic Amendments in Maize Cropping System

Ho Gyeong Chae[1]*, Jeong Gu Lee[2], Ronley C. Canatoy[1], Hyeon-Ji Song[1], Snowie Jane C. Galgo[1], Ji Su Ha[1], So Yeong Park[1], and Pil Joo Kim[1,2]
[1]Division of Applied Life Science (BK21 Program), Gyeongsang National University, South Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, South Korea

Recently, plastic film mulching (PFM) is popularly utilized to enhance crop productivity, via controlling weeds and improving soil properties. However, PFM can increase not only the net primary production (NPP) as a C input source but also soil organic carbon (SOC) decomposition as a C output source by improving soil temperature and moisture condition. SOC is important key in the soil quality and fertility because it significantly affects soil physical, chemical, and biological properties, which can improve crop production. To increase SOC stock in the fields, organic amendment could be effective. We hypothesized that SOC stock changes will be different depending on the stability of organic amendment under PFM. To determine the effects of PFM and organic amendments on SOC stock changes, PFM and no-mulching were designed as main treatment. For the sub-treatment, chemical fertilizer (NPK) and organic fertilizer were installed. In organic fertilizer, fresh cover crop biomass incorporation (GM-Fresh) and pyrolyzed cover crop biomass incorporation (GM-Biochar) were placed. PFM improved NPP over no-mulching by 54-78%, regardless of fertilization. However, fresh and pyrolyzed cover crop incorporation dramatically decreased NPP. Irrespective of fertilization, respired C loss was increased under PFM by 12-34%. Compared to NPK, respired C loss was increased in the GM-Fresh by 22-30% whereas decreased in the GM-Biochar by 42-53%. Although biochar significantly increased NECB value by 67-81%, all the NECB values showed negative values. PFM increased the negative impact because more than 70% of the NPP was removed as grain and stover. In conclusion, biochar was very effective to decrease negative impact of PFM on SOC stock, but additional organic matter application such as stover recycling is recommended to increase SOC stock.

Keywords: Soil temperature, Organic matter decomposition, Maize productivity
Correspondence: hgchae55@gmail.com

젊은 토양학자 5

Strong Potential of Ammonium Sulfate Application to Mitigate NH_3 Volatilization without Significant Increases in Greenhouse Gas Emissions during Rice Cultivation

Juhee Lee[1], Yeomyeong Lee[1], Hyerin An[1], Sohee Yun[1], and Sang Yoon Kim[1,2]*
이주희[1], 이여명[1], 안혜린[1], 윤소희[1], 김상윤[1,2]*
[1]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[2]Department of Bio-Environmental Sciences, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[1]순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합시스템전공(BK21+), [2]순천대학교 생물환경학과

Inappropriate nitrogen fertilization can significantly increase ammonia (NH_3) volatilization and greenhouse gases (GHG) emission in particular nitrous oxide (N_2O), simultaneously deteriorating air quality and agro-ecosystem. As compared to urea, ammonium sulfate (AS) is effective on decreasing pH in soil and surface water, potentially mitigating NH_3 volatilization in rice paddy soils. However, AS incorporation may adversely increase GHG emissions and offset the benefits of mitigating NH_3, which still remains unclear. In this study, the field experiment was carried out to investigate NH_3 volatilization and GHG emissions in rice paddy soils amended with different type of N fertilizers, urea [$(NH_2)_2CO$], and AS [$(NH_4)_2SO_4$], at a rate of 0 (PK, control), 45, 90, and 180 kg N ha^{1} before the rice transplanting. Moreover, we monitored GHGs emissions (CO_2, CH_4 and N_2O) by using closed chamber method. Chemical properties of soil and irrigation water including extractable Ns, pH and EC etc. were also investigated. Both N fertilizations significantly increased NH_3 volatilization rates as compared to control. NH_3 emissions significantly increased with increasing N application levels, irrespective of type of fertilizers. As expected, ammonium sulfate application was effective on mitigating NH_3 volatilization during cultivation mainly due to significant decrease in pH of irrigation water. Both N fertilizations significantly increased N_2O and CO_2 emissions as compared to control. But there was no significant difference in CH_4 emissions in this study. The application of urea significantly increased N_2O and CO_2 emissions with increasing N application levels. In contrast, AS application adversely decreased N_2O and CO_2 emissions, mainly reducing N_2O emission as compared to urea treatment. This result might be due to the decrease in the activity of nitrifying microorganisms caused by lower pH in soil and irrigation water in paddy ecosystem. N fertilizations significantly increased global warming potential (GWP) as compared to control, but there was no statistical difference between urea and AS. In conclusion, AS application could be a effective way to mitigate NH_3 volatilization without significant increase in GWP in rice paddies.

Keywords: Ammonia, Nitrogen, N fertilizer, GHG, Paddy soil, Urea
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (061-750-5189)

젊은 토양학자 6

부산석고 시용이 토양의 이화학적 특성과 작물의 수량 및 품질에 미치는 영향

Influences of Phosphogypsum Application on Soil Physicochemical Properties and Crop Yield and Quality

조주영*, 최현지, 최준혁, 쇼흐라 하젤, 윤영은[1], 김영남, 이용복[1]
Ju Young Cho*, Hyeonji Choe, Jun Hyeok Choi, Chohra Hadjer,
Young-Eun Yoon[1], Young-Nam Kim, and Yong Bok Lee[1]
경상국립대학교 응용생명과학부 (BK21), [1]경상국립대학교 농업생명과학연구원
Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[1]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

부산석고 (PG, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$)는 인광석과 황산을 반응시켜 인산비료를 생산하는 습식공정 (wet process)을 통해 발생되는 부산물로써, 인산비료 1 톤 생산 시 약 4-6 톤 정도 발생된다. 전 세계적으로 인산비료의 생산량은 해가 거듭될수록 증가하고 있으며, 2022년 기준 생산되는 인산비료에 의한 부산석고 발생량은 2-3억 톤으로 예상된다. 부산석고는 칼슘, 황산염, 인산염 등을 함유하고 있어 농경지 처리 시 양분 공급 및 토양개량제 효과를 기대할 수 있다. 본 연구는 부산석고 시용이 토양 특성, 작물의 수확량 및 품질에 미치는 영향을 조사하고, 적정 부산석고 시용량을 산정하고자 수행하였다. 포장 시험지로는 산청과 남해 소재 밭 토양을 선정하여 각각 양파와 마늘을 재배하였다. 부산석고 처리는 대상 농경지 토양의 칼슘 포화도 65%를 기준으로 하여, 이의 0% (PG0), 50% (PG50; 104 kg $10a^{-1}$), 100% (PG100; 208 kg $10a^{-1}$) 및 150% (PG150; 312 kg $10a^{-1}$)를 처리하였다. 무기질비료 (NPK)는 모든 처리구에 작물별 표준시비량 기준에 따라 시비하였다. 부산석고 시용량 증가에 따라 양파와 마늘 재배지 토양의 pH는 감소하였으며, EC, 유기물, 유효인산, 치환성 칼슘 함량은 증가하였다. PG150 처리구에서 토양 EC 값 (양파: 1.93 dS m^{-1}, 마늘: 2.02 dS m^{-1})이 가장 높았으며, 모든 토양 깊이 (0-70 cm)에서 칼슘 및 황산이온의 농도가 가장 높게 나타났다. 양파와 마늘의 수량은 PG100 처리구에서 공통적으로 가장 많았다. 양파 중 질소와 인 함량은 PG0 처리구에 비해 PG50과 PG100 두 처리구에서 더 높았지만 PG150 처리구에서는 낮았고, 칼륨과 황 함량은 부산석고 시용량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 마늘의 경우, 질소, 칼슘 및 황 함량은 PG0 처리구보다 PG100 처리구에서 상당히 높았지만, 인, 칼륨, 마그네슘 함량은 부산석고 시용량에 따라 유의한 차이가 없었다. 양파와 마늘의 총 아미노산 함량은 부산석고 시용량에 따라 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 시스테인 및 메티오닌 함량은 부산석고를 시용함에 따라 증가하였으며, 특히 PG100 처리구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 본 연구를 통해 부산석고가 양파 및 마늘 재배지의 토양개량제 및 양분공급원으로써 높은 잠재력이 있음을 확인할 수 있었지만, 과다시용 시 토양의 EC 증가로 인한 염해가 유발될 수 있으므로 적정량을 시용해야 할 것으로 사료된다.

주제어: 부산석고 시용량, 전기전도도, 무기성분, 아미노산
주연구자 연락처: yblee@gnu.ac.kr (055-772-1967)

젊은 토양학자 7

Importance of Silicate Fertilization on Rice Production in a Global Warming Environment

Snowie Jane C. Galgo[1], Hyeon Ji Song[1], Ronley C. Canatoy[2], Jisu Ha[1], Ali Fakhar[1], Hogyeong Chae, and Pil Joo Kim[1,2]*
[1]Division of Applied Life Science (BK 21+ Program), Gyeongsang National University, Jinju 52828, South Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, South Korea

Global warming aggravates various impacts on rice production due to increased temperature and atmospheric carbon dioxide (CO_2) concentration. These changes can improve photosynthesis and rice biomass yield. However, global warming also reduces pathogen resistance, grain productivity, and quality, thus posing a threat to food security. Silicate fertilizer made from blast furnace slag, a byproduct of iron making process contains high contents of silicate (SiO_2) compounds, and silicon (Si) was known as a beneficial element for plant growth. In particular, rice accumulates SiO_2 by over 10% of its biomass. Since SiO_2 is accumulated in the epidermal cell, it can protect against pathogens and lodging damage. The accumulation of SiO_2 can improve rice plant erectness and then enhance photosynthetic activity. Silicate fertilizer also contains oxidized iron (Fe) and manganese (Mn) as electron acceptors that have higher acceptability than CO_2 and compete with methanogens thus suppressing methane (CH_4) production under extremely reduced conditions. However, no study investigated the effect of silicate fertilization on rice production under future climate conditions. We hypothesized that silicate fertilization could improve rice productivity and reduce CH_4 emissions under global warming conditions. To validate these claims, control (no silicate fertilizer application) and silicate fertilizer were installed as the main treatment in a flooded pot experiment, and two climate conditions (present and future) were installed as sub-treatments. The future climate condition (+200ppm CO_2 and +2°C of the present condition) was installed via Open Top Chamber (OTC). Silicate fertilizer was applied at the rate of 1.5 Mg ha^{-1}. Rice plants (Ilmi cultivar, Japonica type) were selected, pots were arranged in a randomized complete block design, and each treatment was replicated three times. Results revealed that global warming generally increased rice straw biomass but decreased grain yield. However, silicate fertilization increased rice straw biomass by 18% and grain yield by 15% over the control due to higher SiO_2 uptake and photosynthetic rate under global warming environment. The scanning electron microscope (SEM) images of rice leaf epidermis applied with silicate fertilizer showed higher SiO_2 accumulation than the control. Moreover, silicate fertilization increased the transpiration rate, stomatal conductance, and stomatal length over the control. This amendment induced transpiration-mediated cooling and permits atmospheric CO_2 uptake for photosynthetic assimilation under global warming environment. Generally, the CH_4 emission was increased under future climate conditions. However, silicate fertilization decreased CH_4 flux by 23% over control. This amendment decreased CH_4 flux intensity, which indicates the total CH_4 flux per grain yield by around 37% over the control. Therefore, in future climate conditions, silicate fertilizer as a soil amendment is effective to sustain rice productivity and reduce CH_4 emission.

Keywords: blast furnace slag; global warming; methane; rice paddy; soil amendment
Correspondence: pjkim@gnu.ac.kr

젊은 토양학자 8

Phytotoxicity of Polyethylene Terephthalate (PET) on Two Common Root Vegetables: Radish and Carrot

Fauzia Mahanaz Shorobi and Jin Hee Park*
Department of Agricultural Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea

Microplastic particles (MPs) can affect plant growth and development, physiology, or metabolism by attaching to the root surface and releasing toxic chemicals. The most common thermoplastic polymer, polyethylene terephthalate (PET) releases estrogen-like chemicals, phthalates, and antimony. This study aimed to determine the influence of PET microplastics on the growth, nutrient accumulation, chlorophyll content, and stress conditions of the two most consumed root vegetable crops (i.e., radish and carrot) in South Korea. PET-MPs less than 2 mm were used to treat plants in a hydroponic condition. Plants were exposed to PET-MPs for 1 week, and the exposure to PET-MPs affected the total biomass of plants, nutrient accumulation, chlorophyll content, and stress levels of the tested plant species. Although plant biomass and nutrient accumulation were not affected significantly by PET-MP treatment, chlorophyll content decreased in radish leaves after PET-MP treatment. Malondialdehyde (MDA) increased in PET-MP-treated plants. Moreover, proline content significantly increased in PET-MP-treated radish indicating that stress was imposed on the plant. These findings support the hypothesis that PET-MPs increase phytotoxicity by releasing toxic chemicals or interacting with roots in plants.

Keywords: Polyethylene terephthalate (PET), microplastics, hydroponic, plant growth, phytotoxicity, malondialdehyde (MDA), proline
Correspondence: pjinh@chungbuk.ac.kr (043-261-2564)

Acknowledgement: This study was conducted with the support of the Korea Research Foundation's Microplastic Distribution and Microplastic Absorption Evaluation of Plants in Agricultural Land.

젊은 토양학자 9

Diverse Screening of Biochar Derived from Agro-Industrial Waste for the Effective Removal of Cationic Synthetic Textile Dyes

Govind Vyavahare and Jin Hee Park*
Department of Environmental & Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, 28644, Republic of Korea

The present study was undertaken to screen the potent biochar prepared from low-cost agricultural waste material at various pyrolytic temperatures for the effectual treatment of toxic textile dyes with special emphasis on low-cost agroindustrial waste biomasses. Sugarcane bagasse (SB), Mango leaves (ML), Cotton waste (CW), Groundnut shell (GS), Rice husk (RH), Paper waste (PW), Coconut shell (CS), Banana pith (BP), Soybean straw (SS), and Coconut husk (CH) biomasses were adopted for the preparation of biochar at 400, 600, and 800°C. In this study, experimental data clearly showed that the dye sorption increases with increasing the pyrolytic temperature from 400 to 800°C under the experimental conditions of 500 mg L^{-1} dye concentration, 60 mins time incubation with shaking at 120rpm. 100% sorption (500 mg L^{-1} Conc.) of malachite green, crystal violet, and brilliant green textile dye was observed onto sugarcane bagasse biochar (SCB), mango leaves biochar (MLBC), and soybean straw biochar (SSB) prepared at 800°C respectively. The present study reveals hidden potential in agricultural waste for the efficient removal of environmental pollutants and can be further studied to explore at a large scale.

Keywords: Biochar, Pollutant, Pyrolysis, Sorption, Textile dyes
Correspondence: pjinh@chungbuk.ac.kr (043-261-2564)

젊은 토양학자 10

A Study on Growth Assessments of Chinese Cabbage (*Brassica rapa* L.) Based on Different Nitrogen Fertilizer Application

Yun-Gu Kang, Jin-Hyuk Chun, Jae-Han Lee, and Taek-Keun Oh
강윤구, 천진혁, 이재한, 오택근
Department of Bio-Environmental Chemistry, College of Agriculture and Life Science,
Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
충남대학교 생물환경화학과

Inorganic nitrogen fertilizers such as urea, ammonium sulfate and ammonium nitrate are widely used in process of plant cultivation. However, the excessive use of inorganic fertilizers can create a nutrient imbalance, soil acidification and unrecoverable environmental pollution, resulting in lower crop yields. For these reasons, the choice and utilization of organic fertilizers has gradually increased worldwide. This study assessed the influences of nitrogen fertilizers type on the growth of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.) including its functional compounds glucosinolates (GSLs). The organic fertilizers used in experiment were divided into conventional organic fertilizers (CF_A and CF_B) and biocharbased organic fertilizers (BF_A and BF_B). The head growth parameters (e.g., fresh weight, head height and head width) and leaf growth parameters (e.g., leaf length, leaf width and chlorophyll content) of Chinese cabbage were higher than those of inorganic fertilizers. In addition, co-application of organic and inorganic fertilizers (CF_X + NPK and BF_X + NPK) was more efficient than individual treatment of organic and inorganic fertilizers, respectively. However, GSLs contents of Chinese cabbage was represented the negative correlation with growth of Chinese cabbage. The GSLs contents were lower with the individual application of the organic fertilizers (CF_B, BF_A and BF_B) except for CF_A. The chemical properties of soil were changed by fertilizers type and dosage. Especially, the characteristics of experimental soil were mostly affected by inorganic fertilizers. Therefore, this study indicates the replacement possibility of organic fertilizers to reduce the use of inorganic fertilizers. In addition, the results of this research were represented the basis for an eco-friendly strategies that can increase productivity and functionality of Chinese cabbage in comparison with traditional cultivation.

Keywords: Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.), Glucosinolates, Nitrogen fertilizer, Organic fertilizer
Correspondence: ok5382@cnu.ac.kr (042-821-6731)

젊은 토양학자 11

Unexpected Decrease of Heterotrophically Respired Carbon Loss in Silicate Fertilizer Applied Soils

Ji Su Ha[1]*, Snowie Jane C. Galgo[1], and Pil Joo Kim[1,2]
하지수[1]*, 스노위 제인 갈고[1], 김필주[1,2]
[1]Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Republic of Korea
[2]Institue of Agricultural & Life Science, Gyeongsang National University, Republic of Korea
[1]경상국립대학교 응용생명과학부(BK21), [2]경상국립대학교 농업생명과학연구원

Silicate fertilizer made from blast furnace slag (BFS), a byproduct of the iron-making process, has been utilized as a soil amendment to improve soil pH and productivity in a rice paddy for over 50 years. In general, liming is known to activate microbial activity in soils and then depletes soil organic carbon (C) stock. However, the effect of silicate fertilizer application on soil C stock changes was not properly investigated. To estimate the influence of silicate fertilizer application on soil organic C stock changes, two different type of silicate fertilizers (conventional-SF_0 and improved-SF_5) were applied as soil amendments before rice transplanting. The conventional silicate fertilizer (SF_0) was made from pure BFS, and the improved silicate fertilizer (SF_5) was made by adding 5% of iron rust (>99% Fe_2O_3) to BFS. The control treatment (no silicate fertilizer application) was installed for comparison. Heterotrophically respired C loss (CO_2-C and CH_4-C) was monitored using the closed chamber method. Silicate fertilizer application clearly improved soil pH during the rice cropping season, but different from the general concept, this amendment significantly decreased the respired C loss by 12% and 17% over the control in SF_0 and SF_5, respectively. This reduction was mainly influenced by the suppressed CO_2-C emission with 80-90% of coverage. Silicate fertilizer was very effective to decrease CH_4-C flux by 32-46% over the control. Except for the contribution of electron acceptors like oxidized Fe and Mn on reducing the respired C loss, the chelating between metals (i.e., Al and Fe) and organic matter might inhibit microbial decomposition of soil organic matter and then decrease heterotrophic respiration. We could find indirect evidence from less respired C loss in the improved silicate fertilizer (SF_5) application plot. Silicate fertilizer clearly decreased bacteria and archaea activities in soils, and the improved silicate fertilizer was more effective to decrease these microbial activities. In conclusion, silicate fertilizer application can be a good soil amendment to increase soil C stock in the rice paddy.

Keywords: soil carbon sequestration, liming, soil carbon stock changes, rice paddy

젊은 토양학자 12

농업 환경 중 축산용 항생제의 계절별 변동 특성 모니터링

Monitoring of Seasonal Variation Characteristics for Veterinary Antibiotics in Agricultural Environment

김진욱[1], 홍영규[1], 류송희[2], 권오경[3], 김성철[1]*
Jinwook Kim, Youngkyu Hong, Songhee Ryu, Ohkyung Kwon, and Sungchul Kim*
[1]충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과
[2]농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 잔류화학평가과
[3]국립한경대학교 식물생명환경과학과
[1]Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea
[2]Chemical Safety Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea
[3]Department of Plan Life and Environmental Science, Hankyong National University, Anseong, 17579, Korea

가축분뇨나 퇴비를 통해 농업 환경 중으로 유입된 축산용 항생제는 농업생산 활동 같은 인간의 영향이나 강우 등의 자연 현상으로 인해 끊임없이 순환하며, 이 과정에서 토양이나 수 환경 중 미생물들의 항생제 내성을 증가시킨다. 본 연구에서는 인위적 및 자연적 영향으로 인한 농업 환경 중 항생제의 거동 특성을 알아보기 위하여 충청남도 청양군에 위치한 가축분뇨자원화시설 인근의 농경지 및 하천을 대상으로 잔류 항생제를 분석하였다. 분석 항목으로는 국내에서 판매되는 축산용 항생제 중 Penicillin 계열 3종 (amoxicillin, ampicillin, penicillin G), Tetracycline 계열 3종 (chlortetracycline, oxytetracycline, tetracycline), Macrolide 계열 2종 (spiramycin, tylosin), Sulfonamide 계열 4종 (sulfadiazine, sulfamethazine, sulfamethoxazole, sulfathiazole)등 총 12종을 선정하였으며, 고체상추출(solid phase extraction)법을 이용하여 시료 중 항생제를 추출한 뒤 액체크로마토그래피-텐덤질량분석기(LC-MS/MS)를 이용하여 분석하였다. 총 21개의 시료에서 12종의 항생제 중 8가지의 축산용 항생제가 검출되었다. 농경지 토양 및 저니토에서는 chlortetracycline이 100%의 빈도로 검출되었으며, 4월 시료에서는 3.41-97.34 μg kg^{-1}의 범위로, 7월 시료에서는 3.24-203.36 μg kg^{-1}의 범위로 검출되었다. Penicillin G는 환경 중 짧은 반감기를 가지고 있어 4월 농경지 토양 및 저니토에서 1.55-5.11 μg kg^{-1}의 범위로 검출되었지만, 7월 시료에서는 검출되지 않았다. 또한 7월 중 잦은 강우로 인해 대부분의 농경지 토양 내에서 sulfamethazine의 농도가 평균 74% 정도 감소하였다. 또한 연구 지역 내 액비화 시설 인근의 저니토에서 다른 지점보다 높은 수준의 chlortetracycline이 검출되었으며, 이는 시설에서 유출된 잔류 항생제가 지속적으로 하천으로 유입되어 축적된 것으로 판단된다. 이러한 환경 중 잔류 항생제의 계절적 변화에 대한 연구 결과들은 추후 농업 환경 중 잔류 항생제의 관리 방안 및 오염원 추적 연구의 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

주제어: Agricultural environment, Solid phase extraction, LC-MS/MS, Surface water, Soil
주연구자 연락처: sckim@cnu.ac.kr (042-821-6737)

표토연구단 특별세션

표토연구단 특별세션 1

표토 환경과 생태계서비스: Overview

Surface Soil Environment and Ecosystem Service: Overview

윤정환, 이상필, 김혁수, 김성철[1], 양재의*
Jung-Hwan Yoon, Sang-Pil Lee, Hyucksoo Kim, and Jae E. Yang*
강원대학교 바이오자원환경학과, [1]충남대학교 생물환경화학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea
[1]Department of Bio-Environmental Chemistry, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

전 세계적으로 다양한 기능과 생태계서비스를 제공하는 토양의 중요성을 인식하고 이를 보존하고 지속가능하게 이용할 수 있는 관리 방법 및 정책 등에 관한 다양한 연구가 진행되고 있다. 토양은 식량생산의 기반으로 인류에게 아주 큰 역할을 하는 소중한 자원이며, 정주 공간 제공 기능 외에도 생물다양성 유지, 수자원의 함양과 보전, 자원함양과 순환, 에너지 생산, 생태계의 건전성, 환경오염 물질의 수용체와 분해, 기후변화 대응 및 적응 등 다양한 생태계서비스 기능을 제공하는 유한한 생명자원이므로, 그 기능을 유지하고 향상시킬 수 있도록 보존하고 관리하는 것이 중요하기 때문이다. 토양 기능들은 양분 및 수자원 저장, 바이오매스 생산, 탄소저장, 원자재 공급, 오염물질 여과, 생물다양성 보전 등이 있으며, 이들은 토양의 특성에 따라 각 기능별 능력이 달라지게 된다. 즉, 토양 특성에 따라 토양 기능이 달라지고 결국 생태계서비스 및 인간복지에 영향을 주게 된다. 토양 중 지표층에 위치하는 표토는 유기물, 미생물이 풍부하고, 식물에 양분과 수분을 공급하는 역할을 하며, 인간에게 제공하는 생태계서비스의 가장 중요한 위치에 있다. 이에 표토의 특성을 관리하여 토양의 기능과 생태계서비스를 지속적, 안정적으로 제공하도록 한다면 전 세계적으로 문제가 되는 기후변화, 생물다양성, 물안보, 식량안보 등의 문제 해결에 표토가 중요한 역할을 할 수 있다고 판단된다. 그러나 우리나라에서는 아직 표토 환경의 생태계서비스를 평가하고 관리할 수 있는 방안과 정책들이 미흡한 실정이다. 이에 표토환경전략연구단에서는 표토 환경의 생태계서비스를 평가하고 관리할 수 있는 방안을 도출하고 이를 통합한 표토환경·생태계서비스 정보 관리시스템을 개발하여 표토의 가치 향상과 국민의 건강과 삶의 질 향상에 기여하고자 한다.

주제어: 표토환경, 생태계서비스, 토양 보전, 지속가능성, 토양안보
주연구자 연락처: yangjay@kangwon.ac.kr (033-250-7247)

표토연구단 특별세션 2

표토의 특성 및 기능을 활용한 생태계 서비스 평가 방법 개발

Method Development for Surface Soil Assessment Based on Soil Properties and Functions

홍영규, 김진욱, 김혁수[1], 윤정환[1], 이상필[1], 양재의[1], 김성철*
Youngkyu Hong, Jinwook Kim, Hyucksoo Kim[1], Junghwan Yoon[1], Sangphil Lee[1], Jae. E. Yang[1], and Sungchul Kim*
충남대학교, [1]강원대학교
Chungnam National University, Daejeon, 34134
[1]Kangwon National University, Chuncheon, 24341

토양 생태계 서비스(SES, Soil ecosystem service)는 토양안보와 연관성이 높아 많은 연구자들에 의해 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만 토양 생태계 서비스를 평가하는 방법은 아직 확립되어 있지 않은 실정이다. 본 연구에서는 토양 생태계 서비스 평가 방법을 확립하고 이를 국내 표토에 적용하여 평가하는 것이다. 토양의 이화학적 및 생물학적 특성 자료는 국립농업과학원 흙토람 자료와 연구진이 보유하고 있는 DB를 활용하였다. 토양 생태계 서비스 평가에는 용적 밀도, 모래 및 점토 함량, 유효 수분함량, 토양 pH, 전기전도도, 토양 유기물, 유효 인산, 양이온 교환 용량, 토양 호흡 및 토양효소를 포함한 총 11가지 토양 특성을 활용하였다. 토양 특성 및 토양 생태계 서비스에 따라 모델은 3가지 유형(less better, optimum, more better)으로 구분되며, 모든 토양 특성은 0.0-1.0 사이로 지수화하였다. 본 연구에서 개발된 토양 생태계 서비스 평가 방법을 적용하기 위해 우리나라의 상수 보호 구역과 수변 지역에서 총 250개의 토양 시료를 채취하였으며, 11가지 토양 특성을 분석하여 개발된 평가 방법에 적용하였다. 분석결과에 평가 방법을 활용한 결과 토양 생태계 서비스 항목 중 공급(provision), 조절(regluation), 지지(surpporting) 3가지 항목의 평균 지수가 각각 0.50, 0.68, 0.82로 산출되었다. 양분 순환 기능(nutrient cycle regulation)의 지수값이 0.87로 가장 높았으며, 서식지 제공(habitat provision)의 지수값이 0.37로 가장 낮았다. 본 연구에서 개발된 토양 생태계 서비스 평가 방법은 전반적으로 국내 토양의 다양한 특성에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 토양 생태계 서비스, 토양안보, 토양질, 모델, 토양 기능
주연구자 연락처: sckim@cnu.ac.kr(042-821-6737)

표토연구단 특별세션 3

도시가로수 토양의 건강성 평가: 서울과 세종 지역을 중심으로

Assessment of Urban Roadside Soil Health: A Case Study of Seoul and Sejong

김혁수*, 윤정환, 김연호, 이찬규, 박병준, 윤혁진, 양재의
Hyucksoo Kim*, Junghwan Yoon, Yeonho Kim, Changyu Lee,
Byungjun Park, Hyeokjin Yun, and Jae E. Yang
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

도시 가로수는 도시민과 도시 환경에 다양한 생태계서비스를 제공하는 중요한 기능을 수행한다. 더욱이 가로수가 식재되어 있는 토양은 가로수의 생육 뿐만 아니라 탄소 격리, 양분 및 물 순환 등의 혜택을 인간에게 제공한다. 따라서 도시 가로수 토양의 건강성 관리는 도시 가로수를 포함한 생태계 보전에 매우 중요하다. 하지만 가로수 토양은 관리 방식 및 주변 환경에 따라 특성이 매우 다를 수 있고, 이로 인한 토양의 건강성도 달라진다. 따라서 본 연구에서는 서울특별시와 세종시의 가로수 토양의 물리, 화학, 생물학적 특성을 분석하여 토양의 건강성을 평가하였다. 이를 위해 서울에서 65점, 세종에서 115점의 가로수 토양을 채취하여 용적밀도, 공극률, 토성, 내수성입단화율, pH, EC, 치환성 Ca, Mg, K 함량, CEC, 유기물 함량, 유효인산, 총질소, dehydrogenase, β-glucosidase, phosphatase, urease, CFU 및 토양호흡을 분석하였다. 분석데이터는 표준화 後 PCA (Principal Component Analysis) 분석을 통해 최소인자군 (Minimum Data Set; MDS) 도출한 후 이들 인자들에 대해 0-1점 범위 내에서 점수화 하여 합산점수를 토양 건강성 점수로 산정하였다. 본 연구에서 채취한 토양 180점을 대상으로 분석 결과를 바탕으로 MDS를 도출했을 때, 용적밀도, 점토함량, 치환성 Ca, 유기물, dehydrogenase, phosphatase, urease, CFU 항목이 선정되었으며, 이들 항목으로 토양 건강성 점수를 산정 시 서울지역의 가로수 토양 건강성 점수는 4.06점, 세종의 가로수 토양 건강성 점수는 4.94점으로 최근 가로수가 식재된 환경의 토양 건강성 점수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 가로수 토양 환경이 주변 환경에 많은 영향을 받아 나타난 결과로 보여지며, 토양 건강성 회복 및 유지를 위해서는 지역 특성을 고려하여 가로수 환경의 지속적인 관리가 필요한 것으로 사료된다.

주제어: 도시 가로수, 토양 건강성, 생태계서비스, 최소인자군
주연구자 연락처: kimhs25@kangwon.ac.kr (033-250-6442)

표토연구단 특별세션 4

기후변화 적응 및 탄소중립을 위한 토양관리 전략

Soil Management Strategy for Climate Change Adaptation and Carbon Neutrality

윤정환*, 정석순, 이상필, 김혁수, 양재의
Jung-Hwan Yoon*, Seok Soon Jung, Sang-Pil Lee, Hyucksoo Kim, and Jae E. Yang
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

기후변화 대응을 위해 전 세계적으로 온실가스 배출을 줄이고, 흡수, 제거하여 탄소 순배출이 '0'이 되는 탄소중립을 선언하며 이를 실천하기 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 우리나라에서도 올해부터 탄소중립기본법이 시행되었으며, '2050 탄소중립 시나리오'를 발표하여 구체적인 계획을 수립하였다. 국가 뿐만 아니라 글로벌 기업과 국내 기업 모두 자체적으로 탄소중립을 이루기 위해 다양한 사업을 진행하고 있다. 이러한 탄소중립 시대에서 토양은 탄소 저장고로 가치가 그 중요성이 더욱 커지고 있다. 토양은 전 세계적으로 2조5000억톤의 탄소를 저장하고 있는 것으로 추정되고 있으며, 유기탄소를 토양에 저장하는 탄소격리(sequestration)로 약 4 -12억톤의 탄소를 격리할 수 있다고 보고되었고, 세계기후변화 협의체인 IPCC도 2019년 보고서를 통해 토양 탄소저장은 효과적인 기후변화 완화 수단으로 분류하였다. 이처럼 토양의 탄소 저장은 탄소를 상쇄(offset)하여 탄소중립을 실현하는데 큰 기여를 할 수 있는 방안 중 하나이며, 매년 토양 탄소의 0.4%를 토양에 환원시켜 온실가스 배출 증가를 0으로 하는 '4P1000' initiative 운동과 같이 토양탄소 관련 정책들이 개발 및 적용되고 있다. 그리고 기후변화에 대응하기 위한 효과적인 방법으로 표토환경을 보전하고 관리하는 방안으로 지속가능한 토양관리(sustainable soil management: SSM) 등이 있다. 또한, 자발적 탄소감축 시장도 매년 성장해가고 있어 다국적 기업들은 자발적 탄소 감축 사업을 통해 여러 탄소 관련 프로젝트를 진행하고 있다. 그러나 아직 우리나라에서는 토양 관리에 따라 변화되는 토양 탄소량을 온실가스 인벤토리에 반영하고 있지 않기 때문에 토양 탄소 증진에 따른 탄소 감축사업이 진행되고 있지 않다. 이에 우리나라에서도 탄소를 저장하여 탄소중립에 기여할 수 있는 중요한 자원인 토양에 대한 기후변화 대응 관리전략과 정책의 도입이 필요하다고 판단된다.

주제어: 탄소중립, 기후변화, 표토환경, 탄소격리, 지속가능한 토양관리
주연구자 연락처: yoonfnfg@hanmail.net (033-250-7247)

구두발표 논문초록

OS-01

새만금간척지에서 토양수분수지 변동 해석에 의한 참깨 물소모 양상 평가

Water Consumption Patterns of Sesame Evaluated with Soil Moisture Balances in Saemangeum Reclaimed Land

정강호*, 이광승, 서보성, 이학성, 오양열, 옥희경
Kangho Jung*, Kwangseung Lee, Boseong Seo, Haksung Lee, Yangyeol Oh, and Heekyoung Oh
농촌진흥청국립식량과학원
National Institute of Crop Science, Wanju, 55365, Korea

새만금간척지 농생명용지는 밭 전용의 대규모 경지로 조성되어 경제적 농업이 가능하나 수분의 보유력이약해 가뭄의 위험성이 크고 지하수위가 높아 습해의 위험성 역시 크다. 본 연구는 새만금간척지에 서 참깨 재배시 깊이별 토양수분함량(v/v, %)을 측정하고 토양수분수지를 산정하여 물부족과 습해의 위험성을 평가하고자 하였다. 공시 품종은 건백으로 5월 4일파종하여 8월 31일 수확하였다. 토양수분함량은 프로파일형 센서를 이용하여 10 cm 간격으로 토심 120 cm까지 측정하였다. 기준 증발산량은 펜만 몬타이쓰법으로 산정하였으며 증발산량은 토양수분감소량으로 산정하였다. 강우일은 증발산량 계산에서 배제하였다. 재배기간총강우량은 616.9 mm, 총기준증발산량은 499.5 mm였다. 6월 초까지 토양수분은 토심 20 cm 이내에서 주로 소비되었으나 6월 중순이후 토심 50~60 cm에서도 토양수분의 감소가 나타 났다. 토심 70 cm 이하에서는 토양수분함량이 유사한 수준으로 유지되었다. 토심 20 cm 토양수분저장량 의 감소량을 증발산량으로 가정하여 평가할 경우 생육초기 작물계수(Kc ini)는 0.38, 최성기 작물계수(Kc mid)는 0.72, 생육후기 작물계수(Kc end)는 0.23이었으며, 토심 50 cm와 토심 120 cm 토양수분 자료의 활용시 Kc ini/mid/end는 각각 0.39/1.09/0.61과 0.39/1.10/0.63이었다. 따라서 토양수분수지를 이용하여 참깨의 물 소모량을 평가하기위해 적어도 50 cm 토양수분저장량의 측정이 요구되었다. 6월 10일 이전까지 토 심 120 cm 토양수분저장량은 5월 30일 314 mm로 가장 적었고 7월 6일 391 mm로 가장 많았다. 7월 초 6일에 걸쳐 164 mm의 강우가 내렸으며 이때 10-20 cm의 수분함량은 40% 이상, 기상률 15% 이하로 통기 불량이 우려되었으며 작물계수도 0.51에불과하였다. 본 연구결과 새만금간척지에서 참깨의 안정 생산을 위해서는 여름 집중호우 시 통기 불량을 저감할 배수 기술의 개발이 시급하다고 판단된다.

주제어: 새만금, 참깨, 토양수분, 관개
주연구자 연락처: stealea@korea.kr (063-238-5311)

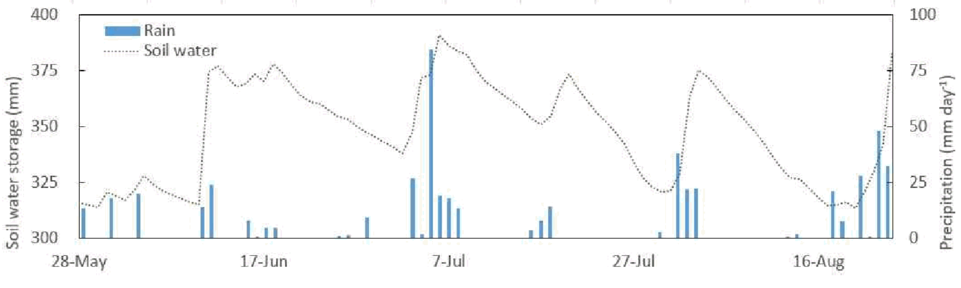


Fig. Changes in soil water storage within 120 cm depth under sesame cultivation in Saemangeum.

OS-02

바이오차의 처리가 사과원 토양의 물리 · 화학성에 미치는 영향

Effect of Biochar Application on Physiochemical Properties of Apple Orchard Soil

정승탁*, 이인복, 이평호
Seung Tak Jeong*, In-Bog Lee, and Pyoung Ho Yi
농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예특작환경과
Horticultural and Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Wanju, Korea

바이오차는 혐기적 환경에서 유기물을 연소시켜 만든 탄소함량이 높고 분해 저항성이 큰 고체이다. 지구온난화가 가속화됨에 따라 토양 내 탄소를 격리하기 위해 바이오차의 역할이 중요해지고 있다. 바이오차는 토양 내 탄소 격리 역할뿐만 아니라 넓은 표면적과 높은 양이온 흡착능으로 토양 개량에도 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 하지만 많은 에너지와 양분을 가진 유기자재를 연소시켜 만든 바이오차 자체에는 에너지와 양분이 적어 바이오차의 시용이 원재료의 시용보다 토양 개량에 효과적인지는 의문이다. 따라서 본 연구에서는 사과원 토양에 전정지 파쇄목과 같은 양의 전정지 바이오차를 처리하고 2년 후 토양의 물리·화학성을 비교해 보았다. 처리구는 경운만 실시한 무처리구, 사과 전정지 파쇄목을 처리한 파쇄목 처리구, 사과 전정지를 350℃에서 4시간 혐기 연소하여 만든 바이오차를 처리한 바이오차 처리구를 두었다. 사과나무에서 60cm 떨어진 곳에 폭 60 cm, 길이 200 cm, 깊이 60 cm로 토양을 굴취한 후 기존의 토양을 사과 전정지 파쇄목 35.5 kg과 골고루 섞어준 후 그 자리에 매립하였다. 바이오차도 파쇄목과 같은 양을 같은 방법으로 토양에 처리하였다. 각 처리구는 6반복으로 수행되었다. 2년 후 각 처리구에서 오거를 사용하여 깊이 0~60 cm의 토양을 골고루 채취한 후 토양 경도, 용적밀도, pH, 전기전도도, 탄소·전질소·암모늄태 질소·질산태 질소·유효인산·교환성양이온 함량을 분석하였다. 파쇄목 처리와 바이오차 처리는 무처리에 비해 토양 경도와 용적밀도가 낮았으며, pH, 전기전도도, 탄소·전질소·암모늄태 질소·질산태 질소·교환성 칼슘 함량이 높았다. 바이오차 처리는 파쇄목 처리보다 토양 탄소함량은 증가시켰으나, 전질소·암모늄태 질소·질산태 질소·유효인산·교환성양이온 함량은 낮았으며, 토양 경도와 용적밀도가 높아 파쇄목 처리보다 토양 물리·화학성 개선에 불리한 것으로 나타났다. 결론적으로 바이오차의 토양 처리는 토양의 물리·화학성을 개선시킬 수 있으나, 단기적 관점에서 원재료를 처리한 것보다 효과가 적음을 알 수 있다.

주제어: 전정지, 바이오차, 토양, 토양 물리성, 토양 화학성
주연구자 연락처: jst0ry@korea.kr (063-238-6354)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01513602)의 지원에 의해 이루어진 것임.

OS-03

MIR 근접토양센싱 기법 활용 한국 토양특성 예측 방법 개발

Development of Korean Soil Characteristics Prediction Using Proximal Sensing MIR Spectroscopy

전상호*, 김명숙, 이태구, 정하일
Sangho Jeon*, Myung-Sook Kim, Tae-Goo Lee, and Ha-il Jung
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences,
Rural Development Administration, Wanju, Jeonbuk 55365, Republic of Korea

토양은 식량안보, 물부족, 생물다양성, 기후변화 및 생태계서비스 제공과 같은 인류생존에 필수적인 재생불가한 자원이다. 지속 가능한 토지이용을 위해 토양질의 변화 평가 그리고 그에 따른 적정비료, 토양개량제 사용 등의 유지관리가 매우 중요하다. 그러나 실험실 토양분석법(Wet chemistry)은 많은 시간, 노력, 비용이 요구된다. 이런한 문제점의 해결 방법으로 최근 MIR 분광법을 이용한 신속간편 토양분석법이 대안으로 제시되고 있다. 이 연구는 MIR(Middle infrared) 분광계를 활용한 토양분석 모델의 개발 및 평가를 통한 국내 적용성을 확인하고자 수행하였다. 모델 개발을 위한 567개의 토양시료(종속변수)의 채취 및 pH, 유기물, 전질소 등의 실험실분석을 수행하였다. 독립변수인 MIR 스펙트럼 수집을 위해 토양의 분쇄 및 MIR 분광계(Invenio-r, Bruker)를 이용한 측정을 수행하였다. MIR 근접토양센싱 모델 구축을 위해 머신러닝 모델(예: PLSR, Cubist, SVM) 그리고 구축된 모델의 평가를 위해 k-fold 교차검증(k=15) 방법을 사용하였다. 평가결과는 아래 그림에서 제시된 것처럼 유기물, pH, 전질소, CEC의 R^2는 각각 0.94, 0.76, 0.91, 0.85 로 평가되었다. 연구 결과에 따르면 MIR 분광데이터 기반 토양분석은 기존의 실험실 분석과는 달리 신속, 화학물질의 사용이 없어 안전, 최소한의 토양시료로 분석 가능, 시료의 소모 없이 반복 측정이 가능한 장점을 가진다.

주제어: 근접토양센싱, Middle infrared, proximal soil sensing
주연구자 연락처: jeon45@korea.kr

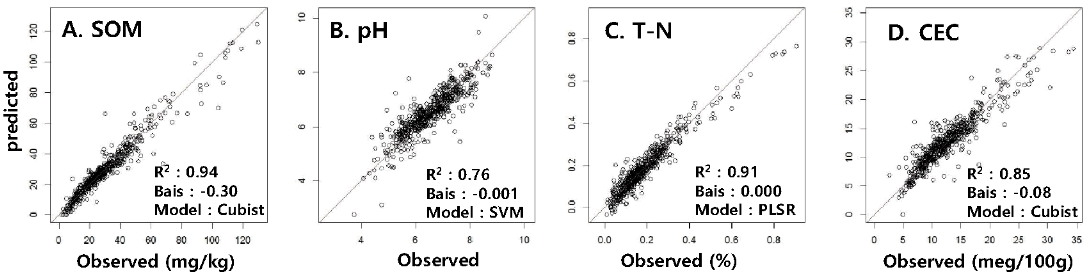


Fig. Scatterplot of the comparison between lab analysis and machine learning performance for soil properties. the solid line is the 1:1 line.

OS-04

스프링클러와 분수호스 관개에서 HYDRUS-1D를 이용한 토양수분 추정

Estimation of Soil Water Content under Sprinkler and Spray Hose Irrigation using HYDRUS-1D

김동현*
Donghyun Kim*
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365

스프링클러와 분수호스 관개는 지형조건의 영향을 적게 받으며, 넓은 면적을 관개할 수 있어, 우리나라에서 많이 사용되는 관개방법이다. 두 관개방법에서 관개 균일도 및 관개 효율에 관한 연구는 많이 되고 있으나, 작물 재배 시 토양에 적용되는 관개수의 이동에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다. 본 연구에서는 스프링클러 관개를 하며 콩 재배 시, 토양에서의 물의 이동을 시뮬레이션하고 실험값과 비교하여 시뮬레이션 모델을 평가하였다. 현장 실험은 국립식량과학원 남부작물부 실험포장의 사양토 토양에서 대원콩을 재배하며 수행되었으며, 비교를 위해 무관개 처리구를 두었다. 토양수분 측정은 층위별 수분측정센서를 설치하여 10cm 단위로 0~40cm 깊이에서, 1시간 간격으로 토양수분을 측정하였으며, 기상데이터는 포장 내 기상대를 설치하여 강수량, 기온 등의 데이터를 수집하였다. 관개는 근권부인 토양깊이 10cm 지점의 토양수분 함량을 적절하게 유지되도록 자동 관개 시스템을 설정하였다. 실험값과 시뮬레이션 값을 비교 해 본 결과, 전체 깊이에서의 평균 RMSE는 스프링클러(0.041), 분수호스(0.023), R^2은 스프링클러(0.663), 분수호스(0.623)으로 나왔으며, HYDRUS 모델의 허용가능한 범위 내에서 비교적 토양수분의 변화를 유의성 있게 예측하였다. 관개 특성상 작물의 잎에 관개되어 증발된 물이 시뮬레이션에는 반영이 되지 않기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다. 향후 관개방법 별 관개 효율에 대한 보정을 고려하여 시뮬레이션을 한다면, HYDRUS 모델은 토양수분 이동의 예측에 더욱 활용도가 높게 사용되어 정밀농업 분야에 기여할 수 있을 것이다.

주제어: 스프링클러, 분수호스, 토양수분, HYDRUS, 시뮬레이션
주연구자 연락처: kdh4389@korea.kr (010-8903-4389)

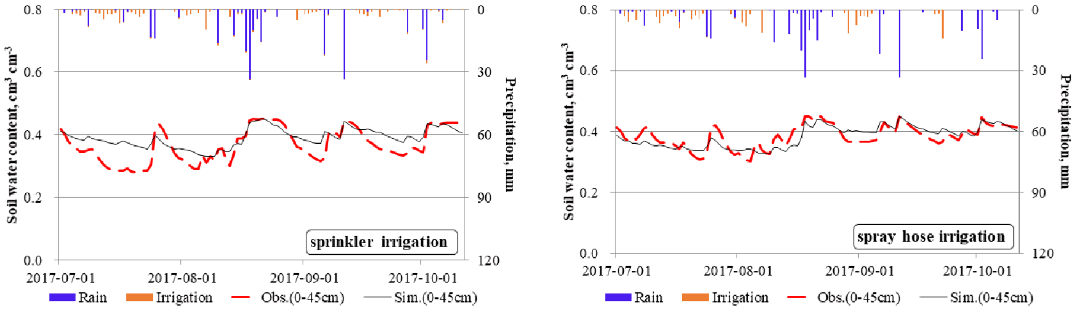


Fig 1. Comparison of the mean of observed and simulated values of soil water content

OS-05

Energy Use Efficiency (EUE) for Crop Production: Aspect of Plant Physiology

식물 생리학적 관점에서 작물 생산성 향상을 위한 자원이용효율 평가

Jwakyung Sung*, Gahyun Kim, and Gaeun Kim
성좌경*, 김가현, 김가은
Department. of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju 28644, Korea
충북대학교 농학과

Higher plants in terrestrial environments face to numerous unpredictable environmental challenges, which lead to a significant impact on plant growth and development. Of environmental parameters surrounding agricultural ecosystem, the energy resources such as solar radiation, water and mineral nutrients might be defined as a key determining plant's survival. From this point of view, it is necessary to comprehensively understand the energy use efficiency (EUE) so that an improved (customized) methodology can be applied to evaluate the EUE of crop plants for enhancing production and quality. In the context of the EUE, this report has concentrated on describing physiological responses, root suberization, aquaporins and nitrogen transporters of rice plants against different water potential and nitrogen application. Root suberization which is located at the root endodermis is directly involved in the movement of water and nutrients. Aquaporins, a channel protein for water flow, are greatly regulated by abscisic acid (ABA) under drought. Nitrogen (N) is one of essential macro-nutrients for plant growth and development, and main forms acquiring from the soil are nitrate (NO_3^--N) and ammonium (NH_4^+-N). To find a clue to our curiosity, we implemented two independent experiments; 1) an induction of water stress using polyethylen glycol (PEG), and 2) an employment of soil pH (acidic/alkaline) + fertilization (six types), and investigated the expression of genes encoding enzymes. The expression patterns of selected genes were greatly dependent upon the strength of drought, moderate (8%, initial wilting), severe (10%, permanent wilting) and irreversible (20%). In the range of initial to permanent wilting point, ABA bio-synthetic- (*OsNCED1*, *OsABA2*) and ABA signaling-genes (*OsPP2C09*) were 2 to 8-times higher compared to the control (1/2-strength of Hoagland nutrition only), and suberin biosynthetic-genes (*OsCYP86B1*, *OsGPAT5*, *OsGPAT16*) significantly increased by 5 to 12-fold. Nitrate was preferential form in an alkaline soil condition, whereas the uptake of ammonium didn't differ from both soil conditions. UAE-customized application in an alkaline soil resulted in the significant expression of high affinity nitrate transporters, *OsNRT2.1* and *OsNPF2.4*. The higher expression of genes involved in nitrogen assimilation process in both shoot and root was obvious in the shortage of nitrogen application. Under an alkaline soil condition, the gene expression associated with ammonium transport was not different from all types of fertilization. From our current study, it was found that physiological defense via the development of a physical barrier against drought stress was within the range of wilting point of plants. In addition, it was also suggested that rice plants preferentially absorb nitrate form under unfavorable soil conditions.

Keywords: Suberization, Aquaporins, Nitrogen metabolism, Nitrogen, Soil pH, Drought
Correspondence: jksung73@chungbuk.ac.kr (010-4017-3789)

OS-06

전사체 및 표현형 기반 L형-아미노산의 식물 내 작용 기작 연구

Functional Studies of L-amino Acids as a Biostimulant: Integration of Transcriptomics and Phenomics Traits

오영주*, 손주연, 김규리, 강유나
YoungJoo Oh*, Ju-Yeon Son, GyuRee Kim, and YuNa Kang
CJ제일제당 바이오기술연구소
CJ CheilJedang BIO R&D Institute, Suwon, 16495, Korea

글로벌 기후 변화로 인한 생산성 감소 및 탄소 중립과 ESG 경영 실현을 위하여 지속 가능한 농업에 대한 수요가 증가하고 있다. 생장촉진제(biostimulant)는 양분 효율성 증대, 수확량 및 품질 향상, 식물의 스트레스 경감 등의 용도로 사용이 증가하고 있으며, 가수분해 단백질, 해조추출물, 유기산과 같은 원료들을 기반으로 하고 있다. 이 중 아미노산은 가장 효과적인 물질 중의 하나로 알려져 있으나 대부분의 아미노산 제품은 동물성 원료를 가수분해한 제품으로, 제품 내 개별 아미노산 함량 및 성분이 명확하게 보증되지 않으며, 식물 내 작용 기작 및 그 효능에 대한 연구는 미흡하다. 본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위해 모델 식물인 애기장대 (*Arabidopsis thaliana*) 대상 전사체 분석 기술을 활용하여 L형-아미노산 20종의 식물 내 작용 기작 연구를 수행하였다. DEG (Differentially Expressed Genes) 분석 (fold change >2, $P<0.05$)을 통한 L형-아미노산 20종을 각각 처리한 애기장대의 전사체 분석 결과, 아미노산 별 특이적 유전자 발현 변화를 확인하였으며, 발현량 변화를 보이는 유전자 대상 GO(Gene ontology)분석 ($P<0.05$)을 하여 이를 기반으로 20종 아미노산을 그 기능 별로 4개의 카테고리인 생식 생장, 영양 생장, 환경 스트레스 혹은 생물학적 스트레스 관련 기작 조절로 분류하였다. 연구 결과에 따르면, 특정 하나의 기능만을 하는 아미노산, 또는 2~3개의 카테고리에 해당하는 기능을 하는 아미노산이 존재하였으며, 이는 애기장대 대상 표현형 시험에서도 동일하게 확인되었다. L형-아미노산의 작용 기작 연구에 이어 생육 촉진 혹은 환경스트레스 경감 효능 우수 L형-아미노산들 간의 시너지 및 길항 작용 연구를 수행한 결과, 각 아미노산 간 시너지 작용 및 길항 작용도 애기장대 표현형 및 유전자 발현 수준에서 확인되었다. 본 연구 결과를 기반으로 시장의 니즈에 부합하는 최적의 아미노산 배합비 기반의 생장촉진제 개발을 수행할 계획이다.

주제어: 아미노산, 작용 기작 (MoA), 전사체, 애기장대
주연구자 연락처: youngjoo.oh1@cj.net (031-8099-2315)

OS-07

L형-아미노산 기반 생장촉진제 처리에 따른 대두의 가뭄 스트레스 경감 효과

Effect of Soybean Drought Stress Relief by Treatment with L-amino Acid-Based Biostimulant

김규리*, 손주연, 오영주, 강유나
GyuRee Kim*, Ju-Yeon Son, YoungJoo Oh, and YuNa Kang
CJ제일제당 바이오기술연구소
CJ CheilJedang BIO R&D Institute, Suwon, 16495, Korea

최근 기후 변화로 인한 환경 스트레스로 작물의 생육 및 수확량에 피해를 미치는 사례가 종종 발생하고 있다. 이러한 환경 스트레스에는 가뭄, 저온, 고온, 침수 등에 의한 피해가 있는데 특히 가뭄으로 인한 피해가 세계 곳곳에서 발생하고 있다. 브라질의 경우 올해 2월에 가뭄으로 인해 대두, 쌀, 옥수수 등 3대 곡물의 생산량이 지난해와 대비 2천520만톤 가량 감소할 것으로 전망하였다. 본 연구는 CJ 제일제당에서 생산하는 L형-아미노산들을 활용한 가뭄스트레스 경감 생장촉진제 개발을 목표로 하였다. 모델 식물인 애기장대(*Arabidopsis thaliana*)를 이용하여 20종 아미노산 중 가뭄스트레스 경감 효능 우수 L형-아미노산들을 선발하고, 이를 활용하여 가뭄스트레스 효능 우수 아미노산 생장촉진제를 설계하였으며 후보 경감제들은 포트 시험 조건에서 대두(Glycine max)대상 그 효능을 검증 하였다. 가뭄 스트레스 (관행 관주량의 약 50%)는 대두 개화 초기부터 꼬투리 형성 시기, 약 50일 동안 유지 되었으며, 가뭄 스트레스 1주일 후부터 약 10일 간격으로 경감제를 3회 엽면(0.2% 희석액, 12.5mL/plant) 처리한 후 수량지표인 수확량을 조사하였다. 대두 대상 시험 결과, 수확량은 무처리구 대비 CJ1 제품 처리구에서는 8%, CJ2 제품 처리구에서는 17%, CJ3 제품 처리구에서는 18% 증가하여 CJ3 제품에서의 가뭄 스트레스 경감 효과가 가장 우수하였다(ANOVA and Fisher's LSD test ($p < 0.05$). CJ3 제품의 식물 내 작용 기작 연구를 위하여 대두 가뭄 스트레스 관련 마커 유전자를 선정하였고, 경감제 처리 전후 대두 잎 샘플로부터 각 유전자의 발현량을 측정하였다 (quantitative RT-PCR). CJ3 제품 처리 시 대조구 대비 가뭄 스트레스 신호전달에 관여하는 유전자(RD29A, MYB84, WRKY20)의 발현이 증가하였으며, 활성산소 생성과 기공 개폐에 관여하는 유전자(SRO5-1, RbohD, RbohF)의 발현이 증가하였다. 따라서 본 아미노산 기반 경감제 처리시 가뭄 스트레스 신호전달 과정 및 활성 산소관련 프로세스를 활성화시켜 기공을 닫음으로써 가뭄 스트레스를 경감하는 것으로 판단된다.

주제어: 아미노산, 가뭄 스트레스, 대두(Glycine max), 생장촉진제(Biostimulant)
주연구자 연락처: gyuree.kim@cj.net (031-8099-2365)

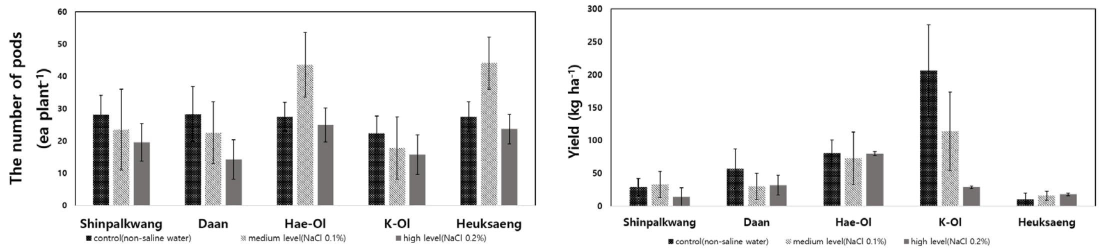
OS-08

Growth Responses of Peanut (*Arachis hypogaea*) with Varieties Affected by Soil Salinity Levels in Saemangeum Reclaimed Land

Heekyoung Ock*, Yang-yeal Oh, Haksung Lee, Kwangseung Lee, and Kangho Jung
옥희경*, 오양열, 이학성, 이광승, 정강호
Reclaimed Land Agriculture Research Team, NICS, RDA, Wanju-gun 55365, Korea
농촌진흥청 국립식량과학원 간척지농업연구팀

In Reclaimed land, crop growth is usually limited by high salinity and exchangeable sodium content in soil. This study was conducted to evaluate the salinity adaptability of peanut with varieties at the NICS experimental station located in Saemangeum reclaimed land. Growth was investigated with three salinity levels under rain-shield condition and salinity level was controlled by salt concentrations in irrigation water: control (non-saline water), medium level (NaCl 0.1%), and high level (NaCl 0.2%). Five peanut varieties were examined including Shinpalkwang, Daan, Hae-Ol, K-Ol, Heuksaeng from May to October in 2021. At the medium level, the number of pods per plant was the greatest in Heuksaeng as 44.1 followed by Hae-Ol, Shinpalkwang, Daan and K-Ol as 43.6 23.5, 22.5 and 17.8, respectively and the yield was the greatest in K-Ol as 114 kg ha^{-1} followed by Hea-Ol, Shinpalkwang, Daan and Heuksaeng as 73 kg ha^{-1}, 33 kg ha^{-1}, 30 kg ha^{-1} and 10 kg ha^{-1}, respectively. At the high level, the number of pods per plant was Hae-Ol as 25.0 followed by Heuksaeng, Shinpalkwang, K-Ol and Daan as 23.7, 19.6, 15.7 and 14.2, respectively and the yield was the greatest in Hae-Ol as 80 kg ha^{-1} followed by Daan, K-Ol, Heuksaeng and Shinpalkwang as 32 kg ha^{-1}, 29 kg ha^{-1}, 18 kg ha^{-1} and 14 kg ha^{-1}, respectively. Based on the number of pods and the yield, Hae-Ol was proposed the most adaptable variety in reclaimed land.

Keywords: Peanut, Reclaimed land, Salinity, Yield
Correspondence: qhem33@korea.kr (063-238-5471)



(a) The number of pods (b) Yield

Fig. The number of pods and Yield response with five varieties affected by soil salinity in Saemangeum reclaimed land.

OS-09

통합 혐기소화액을 이용한 액비 제조 및 벼 시용효과 연구

Studies on Liquid Fertilizer Production and Application Effects on Rice Cultivation Using Anaerobic Co-digestate

변지은
Ji-Eun Byeon
국립농업과학원 토양비료과
Soil and Fertilizer Management Division, National Institute of Agriculture Sciences,
Rural Development Administration, Wanju, 55365, Korea

혐기소화액은 혐기소화공정에서 배출되는 액으로 비료로 활용될 수 있으나 후처리 과정 없이 사용 시 악취, 비해 등의 문제가 있다고 알려져 있다. 이에 본 연구는 혐기소화액의 후처리 공정으로 폭기처리 (연속주입, 간헐주입) 및 폭기처리 과정에 산처리(pH 6.5, 7.0)를 적용하여 후처리 기간 동안의 부숙 정 도와 암모니아 배출 특성을 평가하였다. 또한 폭기처리한 혐기소화액(혐기소화발효액비)의 작물 및 토양 영향평가를 위해 사용량별 벼 재배 실험을 통해 작물 및 토양에 미치는 영향을 평가하였다. 연구 결과 혐기소화액을 폭기처리 시 모든 처리구에서 폭기처리 기간이 증가할수록 종자 발아지수가 증가하였고, 폭기처리 과정에 산처리(pH 6.5, 7.0) 적용 시 무처리에 비해 산처리구에서 종자 발아지수가 증가하였다. 폭기처리 과정 중 암모니아 발생량을 평가한 결과 pH 7.0과 6.5로 조절한 처리구에서 폭기처리 30일차 에 암모니아 농도가 각각 7 ppm, 1 ppm으로 pH를 조절하지 않은 혐기소화액보다 암모니아 농도가 낮 았다. 혐기소화액 폭기처리를 통해 생산된 혐기소화발효액비 종류(돈분 혐기소화발효액비, 돈우분 혐기 소화발효액비 및 돈분 사과착즙박 혐기소화발효액비) 및 사용량(질소 기준 100, 120 및 140%)에 따른 작물 적용시험 결과 돈분, 돈우분 혐기소화발효액비에서 질소 기준 100%만 시용하여도 화학비료 처리구 와 유사한 생산량을 보였고, 돈분 사과착즙박 혐기소화발효액비의 경우에는 100% 시용 시 화학비료 처 리구보다 생산량이 적었으나 혐기소화발효액비의 농도별로는 벼의 생산량이 차이를 보이지 않았다. 본 연구결과 혐기소화액을 폭기처리를 통해 후숙 후 사용하면 작물의 작해가 줄어들고, 액비화(폭기처리) 공정에 산처리를 추가하였을 때 암모니아 가스 농도를 저감시킬 수 있다. 또한 후처리 공정으로 폭기처 리 후 생산된 액비는 화학비료 대체제로서 활용이 가능할 것으로 보이나 작물에 적용하기 위해서는 혐 기소화액 후처리 공정을 통해 생산된 액비를 이용한 많은 작물재배 연구가 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 혐기소화액, 폭기처리, pH 조절, 혐기소화발효액비
주연구자 연락처: byeonje@korea.kr

OS-10

Effect of Combined Organic and Inorganic Fertilizations on Mitigating Greenhouse Gas and NH_3 Emissions in Upland Soils during Maize and Cabbage Cultivation

밭토양에서 암모니아와 온실가스 배출 저감 및 생산성 증진을 위한 합리적인 토양관리 기술

Sang Yoon Kim* and Yeomyeong Lee
김상윤*, 이여명
Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합시스템전공(BK21+)

Inappropriate nitrogen (N) fertilization adversely increases crop productivity in agriculture, leading to increase ammonia (NH_3) and greenhouse gases emissions (GHGs). Therefore, development of rational fertilization strategies should be required for a better agricultural environment. Organic fertilizer as a source of soil organic matter like a compost can enhance soil cation exchangeable capacity (CEC), resulting in decreasing reactive N losses, and increasing crop productivity. However, the effect of organic and inorganic combinations on mitigating GHGs and NH_3 emissions and enhancing productivity was not clear. NH_3 and GHGs emissions were monitored by using static chamber method during maize and cabbage cultivation, and GHG intensity (GHGI), soil properties, and crop yield were investigated at the harvesting stages. Four different fertilization regimes were installed under the equivalent N dose such as NPK (sole inorganic fertilizer), compost (sole compost), NPK+compost (inorganic fertilizer and compost, 50%:50% based on N amount) except control (no fertilizer). Total NH_3 volatilizations were significantly increased with all fertilizations as compared to the control. Combination of both organic and inorganic fertilizers significantly mitigated NH_3 volatilizations during cultivation despite the same amount of N addition in all treatments except the control. Compost, NPK+compost applications reduced N_2O emissions by ca. 54-60% as compared to NPK treatment, but was no significant difference in other greenhouse gas (CO_2 and CH_4) emissions. Maize and cabbage productivity significantly improved with N fertilizations and was highest at sole NPK treatment, showing no statistical difference with NPK+compost. These results indicated that combinations improved overall soil quality, which could reduce potential N losses and increase crop productivities in upland cropping systems. The GHGI as a sustainable index was lowest in the NPK+compost during whole cropping periods. Conclusively, the combined use of inorganic and organic fertilizers could be a sustainable soil management strategy to mitigate reactive N losses, greenhouse gas emissions, and to enhance productivity and soil quality in upland soils.

Keywords: Ammonia, Arable Soil, Compost, Fertilizers, GHGs, GHGI
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (061-750-5189)

Acknowledgement: This research was supported by “Regional Innovation Strategy (RIS)” through the National Research Foundation of Korea funded by the Ministry of Education (MOE)(2021RIS-002).

OS-11

유효도 기반 중금속 오염농경지 관리기술 활용을 위한 제언

Proposal for Practical Use of Phytoavailability Based Management Protocols in Heavy Metal Contaminated Arable Soils

김권래*
Kwon-Rae Kim*
경상남도 진주시 동진로 33 경상국립대학교 칠암캠퍼스 스마트농산업학과
Department of smart agro-industry, Gyeongsang National University

우리나라는 1990년대 이후 폐금속광산 주변 농경지가 중(준)금속으로 많이 오염된 사실이 보고되고 있다. 정부에서는 이 문제를 해결하기 위해서 오염지역 모니터링 및 오염농경지 토양을 복원하기 위한 사업을 하고 있는데, 기본적으로 '토양환경보전법'에서 정하고 있는 총함량 기준을 적용하여 모니터링 및 복원사업을 하고 있다. 그러나, 작물을 생산하는 농경지의 특수성을 고려할 때 총함량에 기초한 모니터링 및 관리 방법보다는 식물유효태 농도에 기초한 관리 방안을 모색할 필요가 있다. 중국, 일본, 유럽의 여러 나라에서는 유효태 관련 토양관리 기준 수치를 법제화하여 사용하고 있으며, 최근 우리나라도 유효태 기준을 마련하기 위한 연구를 진행하였고 이를 법제화하기 위해서 관련 기관과 연구자들이 노력하고 있다. 유효태 기준 법제화를 위해서는 기준 수치도 중요하지만 향후 모니터링 및 복원을 위한 관리 방법을 마련해야 한다. 특히, 유효태 기준을 초과한 농경지를 복원하기 위한 기술 중에서 농경지 토양의 기능을 유지 혹은 개선할 수 있는, 즉, 농경학적으로 사용이 가능한 유효도 저감 기술(예, 안정화제 사용)을 검토해야 한다. 또한 안정화제 사용 후 성공 여부를 판단할 수 있는 평가 기술을 개발해야 한다. 지금까지 유효태 기준 농도 설정이나 안정화제 투입 후 유효도 저감 정도를 측정하는데, 여러 가지 추출법(1 M NH_4NO_3, 0.05 M EDTA, Mehlich3 등)을 활용하고 있다. 그러나, 추출법은 안정화제 처리 후 단기간 내 중금속의 화학적 변화를 모니터링하는 데는 한계가 있는 것으로 나타나고 있다. 또한, 원칙적인 식물유효도의 의미는 화학적인 추출법에 따른 개념이 아니라 식물이 직접 흡수하는 정도로 나타내는 것이므로 식물체를 활용하여 토양 중 중(준)금속 유효도 변화를 평가하는 기술 개발이 필요하다. 이와 같은 일련의 필요 요소들이 해결된다면 ① 유효태 농도 기준에 따른 오염도 평가 및 그에 따른 농산물 모니터링 ② 오염된 농경지 안정화제 투입 및 성공 여부 평가 ③ 사후 관리와 같은 실용적으로 오염된 농경지를 관리할 방안이 마련될 수 있을 것이다.

주제어: 중금속, 식물유효도, 중금속 안정화(제)
주연구자 연락처: kimkr419@gnu.ac.kr (010-7120-9188)

OS-12

Mitigative Role of Auxin Against Oxidative Stress in Rice (*Oryza Sativa* L.) Seedlings

Vimalraj Kantharaj*, Young-Eun Yoon, Young-Nam Kim[1], Keum-Ah Lee,
Hyeonji Choe[1], Ju Young Cho[1], Jun Hyeok Choi[1], and Yong Bok Lee[1]
Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[1]Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

Rice is the most important staple food in the world, with ~50% of the world's population depending on it as their main source of caloric intake. To meet a growing global food demand, rice yields need to increase by ~28% in the next three decades. However, the frequency and intensity of various environmental conditions triggered oxidative stress are predicted to increase due to global climate change, threatening the sustainability of crop production in many countries, including China, India, the United States, Thailand, and others. Interestingly, Plant growth hormones are reported to undergo synergistic and antagonistic interaction with reactive oxygen species (ROS) and redox signalling to protect the plants from environmental stress conditions. Therefore, in this study, we artificially induced the oxidative stress on the rice seedlings in the growth chamber-controlled conditions to enhance the understanding on physiological, biochemical, and molecular effect, using toxic chemical hydroxyurea (HU) that are known to induce DNA damage. Furthermore, we also investigated the protective role of auxin (indole-3-acetic acid; IAA) in mitigating HU-induced toxicity in rice seedlings. The results outcome demonstrated that IAA application improved the growth of the seedlings and biomass production by maintaining photosynthesis metabolism under HU stress. This was associated with reduced H_2O_2 and malondialdehyde (MDA) contents and improved antioxidant enzyme [superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), and peroxidase (POD)] activity that was affected under HU stress. Furthermore, IAA application potentially alleviated the HU stress-induced DNA damage and upregulated the RNR, transcription factor 2 (E_2F_2), cyclin-dependent kinase (CDK), and cyclin (CYC) genes that are vital for DNA replication and cell division. Collectively, this study provides the physiological and molecular evidence of mitigating effect of IAA against HU-induced phytotoxicity by activating the plant antioxidant defense mechanism.

Keywords: Indole-3-acetic acid, hydroxyurea, reactive oxygen species, malondialdehyde, peroxidase
Correspondence: vimalrajk25@gmail.com

포스터발표 논문초록

PA-01

중량식 라이시미터 활용 고추 재배시 비닐피복 여부에 따른 물수지 산정

Estimation of Water Balance for Red Pepper Cultivation under Plastic Mulching Application Using Weighable Lysimeters

옥정훈*, 이세인, 허승오, 오부영, 황선아, 손정우
Jung-hun Ok*, Se-in Lee, Seung-oh Hur, Bu-yeong Oh, Seon-ah Hwang, and Jeong-woo Son
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365

본 연구는 토성이 다른 밭토양의 중량식 라이시미터에서 고추 재배시 표토피복 여부에 따른 물수지를 산정하고 비교하였다. 중량식 라이시미터(UGT, Germany)는 국립농업과학원(위도 35°49′29″, 경도 127°02′46″)에 설치되어 있으며, 표면적 1 m^2, 깊이 1.5 m의 원통코어형의 비교란 밭토양이다. 물수지는 무게 변화(로드셀)로, 지하유출량은 티핑카운터(tipping counter)로, 유거수량은 발생한 물량의 무게를 직접 측정하였다. 기상데이터는 라이시미터 인근에 설치된 기상대(AWS)로 시간별 일사량, 기온, 강수량 등의 데이터를 수집하였다. 고추는 5월 14일에 정식하여 9월 15일까지 표준재배법으로 재배하였으며, 토성은 식질(식양토)과 사양질(사양토)의 처리구로, 물관리는 무관개와 적습관개(30 kPa) 처리구를 두어 시험을 실시하였다.

고추 재배기간 동안 총강수량은 853.0 mm이었고 평년과 비교하여 5, 8, 9월에 높게 나타났고 평균온도는 비슷한 경향을 보였으나 누적일사량은 10% 낮게 나타났다. 물수지 분석 결과, 총유입량(강수량+관개량)은 여러번의 강우이벤트로 관개방법에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 반면 총유출은 같은 토성 내에서 식질(식양토)에서는 피복여부에 따른 유의한 차이는 확인할 수 없었으나 사양질(사양토)의 경우에서는 지하유출량은 비닐피복 처리구가 26% 높게, 증발산량은 무피복 처리구가 15% 높게 산정되었다. 고추의 생육단계별(유묘기, 경엽신장기, 개화결실기1, 개화결실기2, 성숙기) 작물계수는 0.87, 0.87, 0.94, 1.37, 1.39로 산정되었으며 총 물 필요량은 평년 507.9 mm, 2021년 457.8 mm로 산정되어 평년과 비교하여 11% 낮게 나타났다. 하지만 본 연구에서 도출한 고추의 작물계수 및 물 필요량 산정 결과는 1년간의 결과로 다년간의 연구시험을 통하여 보정할 필요가 있는 것으로 판단된다.

주제어: 중량식 라이시미터, 물수지, 토성, 고추
주연구자 연락처: okjh@korea.kr (063-238-2433)

표. 고추 재배시 비닐피복 여부에 따른 토성별 물수지 비교(2021.5.~2021.9.) (단위: mm)

물수지 요소		식질(식양토)		사양질(사양토)	
		무피복	비닐피복	무피복	비닐피복
물유입	강우량	853.0	853.0	853.0	853.0
	관개량	45.4	46.7	44.4	44.7
	총유입	898.5	899.7	897.4	897.7
물유출	지하유출량	402.0	406.1	223.4	281.6
	증발산량	552.9	551.0	731.6	636.1
	총유출	954.9	957.1	955.0	917.7
토양수분증감		-56.5	-57.5	-57.6	-20.0

PA-02

조생종 벼 재배시 관개방법에 따른 물수지 산정: 라이시미터 연구

Evaluation of Water Balance for Early Maturing Rice Cultivation on Different Water Management: Lysimeter Study

이세인*, 옥정훈, 허승오, 오부영, 황선아, 손정우
Se-In Lee*, Jung-hun Ok, Seung-oh Hur, Bu-yeong Oh, Seon-ah Hwang, and Jeong-woo Son
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365

본 연구는 라이시미터를 활용하여 조생종 벼 재배시 관개방법에 따른 물수지를 산정하고 물 이용효율을 비교하였다. 전라북도 완주군에 위치한 국립농업과학원(위도 35° 49′29″, 경도 127° 02′46″) 내의 중량식 라이시미터(UGT, Germany)는 표면적 1 m^2, 깊이 1.5 m로 비교란 논토양이다. 물수지 분석을 위한 증발산량, 관개량, 지하유출량 등은 무게 변화(로드셀), 티핑카운터(tipping counter) 등의 센서로 측정하였으며, 유거수는 60 L통에 직접 받아 물무게를 측정하였다. 기상데이터는 라이시미터 인근 기상대(AWS)에서 일사량, 평균기온, 습도 등을 시간별로 수집하였다. 조생종 벼 적기재배구는 5월 20일~9월 6일까지, 만기재배구는 7월 9일~10월 12일까지 표준재배법에 준하여 재배하였다. 물관리에서 연속관개는 담수위 5 cm를 유지하였고, 간단관개는 이앙 후 약 30일 후부터 3일 담수, 2일 낙수하는 것으로 관개를 실시하였다. 물이용효율은 증발산량 기준으로 벼 수확량을 반영하여 산정하였다.

조생종 벼 재배동안 물수지를 분석한 결과, 관개방법에 따른 물수지 비교에서는 연속관개와 비교하여 간단관개가 상대적으로 관개량에서 5~23% 낮게 나타났다. 지하유출량은 관개방법에 따른 차이보다는 토성 간 유의한 차이가 있음을 확인할 수 있었으며 사양질(사양토)에서 높게 나타났고, 증발산량은 벼 생육이 다소 좋았던 식질(식양토)에서 높게 산정되었다. 증발산량 기준 조생종 벼의 물이용 효율(kg/10a/ETmm)을 산정한 결과, 식질(식양토)에서 연속관개 0.83, 간단관개 0.93로, 사양질(사양토)에서 연속관개 0.72, 간단관개 0.92로 나타나 간단관개가 연속관개보다 물이용 효율이 높은 것으로 평가되었다.

주제어: 중량식 라이시미터, 물수지, 관개방법, 조생종 벼
주연구자 연락처: sein7913@korea.kr (063-238-2451)

표. 조생종 벼 재배시 관개방법에 따른 토성별 물수지 비교 (단위: mm)

물수지 요소		식질(식양토)		사양질(사양토)	
		연속관개	간단관개	연속관개	간단관개
물유입	강우량	810.9	810.9	810.9	810.9
	관개량	376.4	291.3	633.5	603.0
	Total	1,187.3	1,102.2	1,444.4	1,413.9
물유출	지하유출량	124.9	126.8	462.2	605.0
	증발산량	620.0	639.7	586.2	573.1
	유거수량	234.5	62.9	178.3	175.8
	Total	979.4	829.4	1,226.7	1,353.8
토양수분 증감		207.9	272.9	217.7	60.0

PA-03

Monitoring on the Physical Properties of Orchard Soils in Chungnam Province

Jang-Yong Choi*, Su-Dong Kim, Yeo-Uk Yun, So-Hye Choi, Jin-Il Lee, Jeong-Woo Son[1], and Seung-Oh Hur[1]
최장용*, 김수동, 윤여욱, 최소혜, 이진일, 손정우[1], 허승오[1]
Chungcheonnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea
[1]National Academy of Agricultural Science, Wanju 55365, Republic of Korea
충청남도농업기술원, [1]국립농업과학원

Monitoring on soil physical properties in agricultural land is a project that is being conducted every four years on soils of paddy, upland, orchard, and plastic film house at the national level in order to preserve agricultural environmental resources and use them as basic data for agricultural policies. The soil physical properties have an effect directly on the growth and yield of crops. The physical properties of orchard soils are expected to change with climate changes and enlargement of agricultural machinery. In order to understand about the physical properties of orchard soils in Chungnam region, the soil samples for this study were selected 40 places to the point that represents the distribution rate of orchard field, and investigated the agricultural condition as the kind of crops, structural condition and land-use pattern and examined the soil physical properties as soil texture, three phases of soil, and bulk density and the soil chemical properties as pH, EC and OM. Soil textures of the surveyed orchard soils were mostly loam and sandy loam. The rate of cultivated crops were ordered as pear(16plots), apple(13), grape(7), peach(2), and were cultivated sweet persimmon, prunus mume. The depth of A-horizon was 21.6 cm and the results of bulk density were topsoil 1.34 Mg m^{-3} and subsoil 1.51. The rates of three phases of the topsoil were composed of solid 50.7%, liquid 29.4, and gas 19.9, however the rates of the subsoil were composed of solid 56.8%, liquid 30.8, and gas 12.4. The distribution rates of the particle size in topsoil samples were sand 43.9%, silt 37.1, and clay 18.9, however the subsoil samples were distributed with sand 42.8%, silt 37.9, and clay 19.3. The soil hardness of subsoil was 23.0 mm. Since the physical properties of bulk density and solid phase ratio have deteriorated compared with the data surveyed 4 years ago, it is necessary to improve long-term soil physical properties with methods such as deep tillage and application of organic matter.

Keywords: Physical properties, Soil texture, Bulk density, Three phases, Hardness
Correspondence: jang4757@korea.kr (041-635-6102)

Table. Soil physical properties of orchard field surveyed in Chungnam region

Year	Class	A-horizon (cm)	Bulk density (Mg m^{-3})	Three phases (%)			Particle size distribution (%)			Hardness (mm)
				Solid	Liquid	Gas	Sand	Silt	Clay	
2022	Topsoil	21.6	1.34	50.7	29.4	19.9	43.9	37.1	18.9	-
	Subsoil		1.51	56.8	30.8	12.4	42.8	37.9	19.3	23.0

PA-04

고추 재배지에서 작물 생장과 아산화질소 배출량: 화학비료와 가축분퇴비 처리 효과

Crop Growth and Nitrous Oxide Emission in Red Pepper Soils: Effects of Chemical Fertilizer and Livestock Manure Compost Treatments

최효정*, 서상영, 최선우, 엄미정, 안민실
Hyo-Jung Choi*, Sang-Young Seo, Seon-U Choi, Mi-Jeong Uhm, and Min-Sil Ahn
전북농업기술원 농업환경과
Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

농경지에서 배출되는 온실가스 중에 아산화질소는 비료 사용과 함께 배출량이 증가해왔고, 이를 줄이려는 지속적인 노력이 필요하다. 아산화질소 발생량 저감을 위한 영농밥법 개발을 위해서는 비료 종류별 사용량에 따른 발생량에 대한 정확한 평가가 이루어져야 하기 때문에 본 연구에서는 동일한 농경지에서 동일한 종류 및 양의 퇴비를 2년 연속 투입하였을 때 연간 아산화질소 배출량의 변동을 파악하기위해 노지에서 실외 포장실험을 수행하였다. 각 처리구는 12 m^2이고, 재식거리는 100×35 cm였으며, 각 시험구당 고추모를 30주씩 재배하였다. 처리구는 가축분퇴비처리구(분상, 입상)와 화학비료처리구, 무처리구를 두었다. 화학비료는 고추 표준시비량에 준하여 처리하였고, 가축분퇴비는 표준시비량 인산기준으로 전량 밑거름 처리하였으며, 질소 및 칼리 부족량은 화학비료를 이용하여 밑거름과 웃거름으로 처리하였다. 고추작물의 아산화질소 포집 방법은 밀폐형 챔버법을 적용하여 1주일에 1번 가스 시료를 샘플링하여 가스크로마토그래피로 분석하였다. 그 결과 온실가스 배출에 대한 가축분퇴비의 효과는 퇴비의 입자형태에 따라 차이가 있었고, 화학비료와도 차이가 나타났다. 또한 화학비료, 분상과 입상 형태의 가축분 퇴비에 따라 작물생산량도 차이가 있었다. 화학비료 처리구의 아산화질소 배출량은 11.6 kg N_2O-N ha^{-1}이었고, 가축분 분상퇴비와 가축분 입상퇴비 처리구의 아산화질소 배출량은 각각 5.6와 5.5 kg N_2O ha^{-1}로 화학비료 처리 대비 온실가스 배출을 평균 48% 줄였다. 고추 수확량은 화학비료와 가축분 퇴비 처리구 사이에 유의적인 차이는 없었지만, 가축분 퇴비 처리구에서 화학비료 처리구의 70.8~94.7% 수준이었고, 이는 질소 이외에 다른 영양 성분의 부족에 따른 결과라고 판단된다. 본 연구결과는 작물 수량 변동과 아산화질소 배출량 변동을 비교하였을 때, 화학비료에 비해 가축분 퇴비의 아산화질소 방출 저감 효과가 더 컸음을 보여주었다. 또한 가축분 퇴비에서 질소 이외에 다른 양분의 균형을 조절할 경우 아산화질소 방출 감소와 함께 작물 수확량 증가도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 화학비료, 가축분퇴비, 아산화질소, 작물생장
주연구자 연락처: soilchoi80@korea.kr (063-290-6084)

Table 1. Emissions of nitrous oxide in soil after the first and second cultivations

처리구	N_2O 배출량 (kg ha^{-1})			GWP** (kg CO_2-eq. ha^{-1})		
	1년차	2년차	평균	1년차	2년차	평균
무처리	2.4c^z	1.0c	1.7c	743c	313c	528c
화학비료	18.5a	4.6a	11.6a	5,735a	1,440a	3,588a
가축분퇴비(분상)	7.2b	4.0ab	5.6b	2,228b	1,244ab	1,736b
가축분퇴비(입상)	8.8b	2.3b	5.5b	2,724b	702b	1,713b

**지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP): 이산화탄소가 지구온난화에 미치는 영향을 기준으로 각각의 온실가스가 지구온난화에 기여하는 정도를 수치로 표현한 것

PA-05

논 잡초관리 농법에 따른 제초효과 비교: 관행재배와 생물자원을 활용한 친환경재배

Comparison of Weeding Effects according to Rice Weed Management Farming Methods: Conventional Cultivation and Eco-Friendly Cultivation Using Biological Resources

최효정[1]*, 서상영[1], 최선우[1], 엄미정[1], 안민실[1], 홍성준[2]
Hyo-Jung Choi[1]*, Sang-Young Seo[1], Seon-U Choi[1], Mi-Jeong Uhm[1], Min-Sil Ahn[1], and Sung-Jun Hong[2]
[1]전북농업기술원 농업환경과, [2]국립농업과학원 유기농업과
[1]Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea
[2]Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea

최근 생물자원을 활용한 논 잡초의 생물적 방제는 농약보다 더 효과적이며 간편해 일반 관행 농가까지 사용이 확산되고 있다. 생물자원 중 특히 왕우렁이에 대한 관심도와 제초효과가 높기 때문에, 외래종인 왕우렁이의 생태계 위해성 우려를 해소하면서, 농업에서 효과적인 활용을 도모하고, 지속적인 잡초관리 기술 개발을 하기 위해 종합적이고 체계적인 연구가 필요하다고 판단하였다. 이에 친환경 벼 재배시 생물자원(왕우렁이, 미꾸라지, 메기)과 관행농법으로 농약(제초제)을 사용하여 관행대비 친환경 벼 재배시 제초효과를 비교하기 위해 포장실험을 수행하였다. 신동진 10일묘를 재식거리 80주/3.3 m^2 (30×14 cm)로 이앙하고, 이앙후 6일에 생물자원을 투입하였고, 제초제 처리는 2번에 걸쳐 하였으며, 초기는 이앙직후 입제형태로 3kg/10a 처리하였고, 중기는 이앙 15일 후 유제형태인 제초제를 500ml/10a 투입 하였다. 또한 써레질 전 15일 기비로 유박비료를 10a 당 200 kg 처리하였고, 15일 후 경운하여 땅을 고르게 섞어주고, 평탄화작업을 수행하였다. 처리구는 무처리구(N), 제초제 처리구(H), 왕우렁이(G), 미꾸라지(L), 메기(C) 처리구 등 5개 처리구를 두었으며, 수서동물인 미꾸라지와 메기의 특성을 고려하여 두 처리구에는 유입수 방향으로 둠벙을 조성하여 생물이 논과 둠벙을 자유롭게 이동할 수 있도록 하였다. 왕우렁이는 10a 당 5 kg 수준으로 처리하였고, 미꾸라지와 메기는 각각 10a 당 200, 100 kg씩 처리하였다. 처리구별 평방 1 m^2로 설정된 잡초밀도 및 수량 조사구간을 설정하여 주기별로 잡초 종류별 수량을 조사하였고, 10주에 대한 벼 생육구간을 설정하여, 주기별로 벼 초장 및 분얼수를 기록하였다. 그 결과 잡초 제초효과는 왕우렁이 처리구에서 100% 제초효과를 보였고, 그 다음으로 제초제>미꾸라지>메기 처리구 순으로 잡초 발생 방제 효과를 볼 수 있었다. 주된 잡초 종류로는 일년생과 다년생으로 구분하여, 일년생으로는 물달개비, 매화마름, 마디꽃 등의 잡초수량이 많았고, 다년생으로는 올챙이고랭이, 올미 등이 발생하여 처리구별로 수량이 다수로 발생하는 잡초의 종류는 달랐다. 생육조사 결과, 초장은 제초제 처리구에서 평균 75cm로 가장 높았고, 왕우렁이 74cm, 미꾸라지 71cm 수준으로 나타났다. 분얼수는 제초제 처리구에서 평균 21개로 가장 높았으며, 왕우렁이 및 미꾸라지 처리구에서 각각 15개, 무처리구와 메기 처리구에서 각각 11개로 나타났다. 무처리구를 100%로 봤을 때 초장 및 분얼수에서 지수는 제초제 처리구에 100~186 까지 나타났으며, 왕우렁이 처리구에서도 104~137 수준까지 나타나 생물자원 중 왕우렁이을 활용했을 경우, 제초제 처리구와 비슷한 생육 및 잡초발생 경향을 보였다. 제초제 처리구와 왕우렁이 처리구에서 잡초발생 억제효과 및 생육경향은 유사 하였기 때문에, 제초제 대신 왕우렁이를 적용했을 경우 관행과 친환경농법에서 벼 생육 및 수량에는 큰 차이가 없으며, 환경 및 공익적 측면을 고려한다면, 친환경 논벼 제초관리가 장기적으로 볼 때 더 유용할 것으로 판단된다. 또한

친환경농업을 위한 왕우렁이를 적용한 벼 재배시, 왕우렁이에 관한 연구는 사회적으로 이슈가 될 경우 일시적이고 제한적으로 수행되고 있기 때문에 왕우렁이 생태계 위해성 우려를 최소화하고 농업에서 효과적인 활용을 도모하기 위해서는 지속적인 잡초방제 안전관리 기술개발이 필요하다고 판단된다.

주제어: 생물자원, 왕우렁이(Golden apple snail), 제초제(herbicide), 친환경, 유기농재배, 미꾸라지(Loach), 메기(Catfish)
주연구자 연락처: soilchoi80@korea.kr (063-290-6084)

Table 1. 벼 제초방법에 따른 잡초 종류 및 수량

구분	올챙이고랭이	물달개비	매화마름	마디꽃	여뀌바늘	올미	왕골	기타	합계
	---- (본수/m²) ----								
무처리	33.7	29.0	55.0	-	2.5	49.0	2.0	-	171.2
손제초	13.3	7.0	-	6.7	1.0	1.0	-	-	29.0
제초제(관행)	3.3	1.0	-	-	-	-	-	2.0	6.3
왕우렁이	-	-	-	-	-	-	-	-	0
미꾸라지	3.0	4.5	45.0	-	1.0	11.0	-	4.0	68.5
메기	26.5	31.0	96.7	-	-	8.0	-	7.0	169.2
합계	79.8	72.5	196.7	6.7	4.5	69.0	2.0	13.0	444.2

PA-06

2022년 가뭄기 토양유효수분율 기준 밭가뭄 변동 분석

Analysis of Upland Drought Variation Based on Soil Available Water Contents in the 2022 Drought Period

황선아*, 옥정훈, 오부영, 허승오
Seon-ah Hwang*, Jung-hun Ok, Bu-yeong Oh, and Seung-oh Hur
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365

2016년 행정안전부는 밭토양 유효수분율을 농업가뭄의 주요지표로 선정하였다. 그에 따라 국립농업과학원에서는 상시화되는 밭가뭄에 대비하기 위하여 토양, 작물, 기상 자료를 통합하여 토양유효수분율을 평가할 수 있는 모형을 개발하였다. 전국 167개 시군에 대한 밭가뭄 평가 자료는 영농기인 4월부터 10월까지 주 1회, 가뭄기엔 주 2회 제공하고 있다. 밭가뭄 단계는 정상(토양유효수분율 60%초과), 관심(45%초과~60%이하), 주의(30%초과~45%이하), 경계(15%초과~30%이하), 심각(15%이하) 5단계로 구분된다. 토양유효수분율은 총유효수분량 중 현재 유효수분량의 비율을 퍼센트(%)로 표현한 값으로, 강우량과 기준증발산량, 작물계수, 수분스트레스 계수 등을 활용하여 산정할 수 있다. 2022년에는 가뭄 심화에 따라 5월 24일부터 6월 27일까지 주 2~5회 자료를 제공하여 전국 밭가뭄 현황을 신속하게 파악할 수 있도록 하였다. 5월 전국 평균 강수량이 6.4mm였으며, 5월 24일에 전국 평균 토양유효수분율은 57.3%로 167개 시군 중 144개 시군(86%)이 밭가뭄 관심 단계로 확인되었다. 6월 3일에 전국 평균 토양유효수분율은 40.3%로 146개 시군(87%)이 주의, 19개 시군(11%)이 관심 단계로 확인되어 밭가뭄이 점차 심화되었다. 6월 7일 전국 평균 17.1mm의 강수로 일부지역은 일시적으로 밭가뭄이 정상 단계가 되었지만 전국 50%가 넘는 지역은 여전히 관심과 주의 단계를 유지하였다. 6월 13일부터 경기와 충남 일부지역이 경계 단계로 확인되었으며, 일부지역은 강수량에 따라 밭가뭄이 일시적으로 해소되었지만, 완전히 해갈되진 못하였다. 5월 24일부터 전국 토양유효수분율은 37.4~68.4%의 범위를 유지하다가 6월 13일에 전국 평균 34.2mm의 강수로 밭가뭄 정상 단계로 회복하기 시작하였다.

주제어: 밭가뭄, 토양유효수분율, 강수량
주연구자 연락처: hsa9697h@korea.kr (063-238-2435)

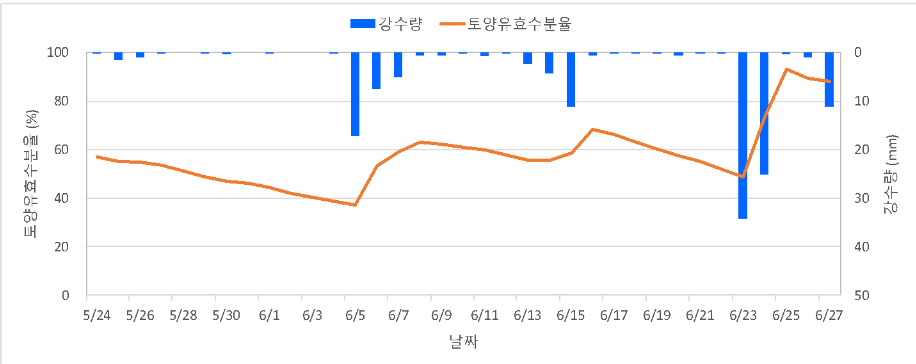


그림. 전국 평균 토양유효수분율과 강수량 분포 변화.

PA-07

Survey on the Physical Properties of Orchard Soils in Gyeongnam Province in 2022

Dong-Chun An*, Hee-Jeong Je, Eun-Heui Han, Jae-Hyeok Choi, Seung-Oh Hur[1], and Jung-Woo Sohn[1]
안동춘*, 제희정, 한은희, 최재혁, 허승오[1], 손정우[1]
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 570, Republic of Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Republic of Korea
경상남도농업기술원, [1]국립농업과학원

Soil physical properties determine soil quality in aspect of root growth, water and nutrient holding capacity. The monitoring of soil physical properties is important for sustainable agricultural production. Therefore, this study was conducted to obtain basic data of the physical properties of orchard soils in Gyeongnam Province in 2022. In order to understand about the physical properties of orchard soils in Gyeongnam Province, the soil sample for this study was selected 40 sites to the point that including depth of topsoil, bulk density, hardness, soil texture, and the soil chemical properties as pH, EC and OM. The choice of target soils was the average physical properties of all investigated sites were following; The depth of topsoil was 22.0 cm, bulk density were top soil 1.00 Mg m^{-3} and subsoil 1.30 Mg m^{-3}. The rates of three phases of the top soil were composed of solid 37.6%, liquid 27.4, and air 35.0, however the subsoil were composed of solid 49.0%, liquid 29.6, and air 21.4. The distribution rates of the particle size in top soil sample were sand 40.9%, silt 42.5, and clay 16.6, however the subsoil samples were distributed with sand 44.5%, silt 38.1, and clay 17.4%. The hardness of soils were subsoil 21.7 mm and organic matter content was 21.8 g kg^{-1}. The result of physical properties of top and sub soil samples was similar.

Keywords: Soil physical properties, Orchard soils
Correspondence: arosa1011@korea.kr (055-254-1312)

Table. The physical properties of orchard soils in Gyeongnam Province in 2022

Sample site		Depth of topsoil (cm)	Bulk density (Mg m^{-3})	Porosity	3 Phases			Hardness (mm)	OM (g kg^{-1})
					SP[J]	LP	GP		
				------------------ (%) ------------------					
Orchard soils (40 site)	Topsoil	22.0	1.00	62.4	37.6	27.4	35.0	-	40.6
	Subsoil	-	1.30	51.0	49.0	29.6	21.4	21.7	21.8

[J] SP, Solid phase ratio; LP, Liquid phase ratio; GP, Gas phase ratio; OM, Organic matter.

PA-08

Evaluation on Irrigation Water Use Efficiency and Soybean Growth by Irrigation Scheduling

Sang Hun Lee*, Hyen Chung Chun, Dong Hyok Gong, and Ki Yuol Jung
이상훈*, 전현정, 공동혁, 정기열
Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang, 50424, Republic of Korea
농촌진흥청 국립식량과학원 생산기술개발과

Sensor based scheduling is the most often used method to determine the timing and amount of irrigation. However, little information about the irrigation water use efficiency and soybean production by various sensor based irrigation scheduling is available on subsurface drip irrigation systems in Korea. The objective of this study is to evaluate about the irrigation water use efficiency by irrigation scheduling under subsurface drip irrigation system. Subsurface drip irrigation system with driplines of 30cm drip interval and 1.6L/h effluent rate was installed at 40cm depth from soil surface. Average soil water contents by soil water sensor and soil tensiometer based irrigation were 26.6% and 26.5%, respectively. Irrigation water use efficiency was greater by soil tensiometer based irrigation, but the evapotranspiration based irrigation showed the lower water use efficiency. Irrigation timing was also influenced on irrigation water use efficiency. Irrigation timing at 60% depletion of plant available water showed the greater irrigation water use efficiency(2.56kg/m^3) in the study soil, which was decreased in the order of 50%(2.31) and 40%(2.21) depletion of plant available water. Soybean yield with subsurface drip irrigation treatment had the greater compared to the sprinkler irrigation method. The results of this study show that irrigation scheduling method can be influenced on the irrigation water use efficiency and therefore, the best irrigation scheduling method should be consider to improve irrigation water use efficiency at given soil and climate conditions.

Keywords: Subsurface drip irrigation, irrigation scheduling, sensor based irrigation, irrigation water use efficiency
Correspondence: sangusa@korea.kr (055-350-1256)

Table 1. Irrigation water use efficiency by irrigation timing

	Irrigation water timing(%)			
	19.9%	17.8%	16.7%	15.6%
Irrigation amount(ton/10a)	150	90	93	82
Irrigation water use efficiency(kg/m^3)	1.40	2.21	2.31	2.56

PA-09

우리나라 리모델링 농경지 토양의 분류를 위한 제안

Suggestion for Soil Classification of Remodeling Agricultural Lands

이단비*, 서병환, 고우리, 조송래, 손연규
DanBi Lee*, ByungHwan Seo, WooRi Go, SongRae Cho, and YeonKyu Sonn
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences,
Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

인위 토양은 인간의 인위적인 영향으로 토양이 바뀌거나 새롭게 만들어진 것을 의미한다. 이러한 토양은 단기간에 인위적으로 형성되어 토양의 특성뿐만 아니라 지형까지 달라질 수 있으므로 자연토양과 다르게 분류해야 한다. 현재 세계적으로 많이 사용되는 토양분류체계는 미농무성(USDA)의 Soil Taxonomy와 FAO의 WRB가 있다. Soil Taxonomy는 토양의 특성에 따라 12개의 목(Order)으로 분류하고 있으며, 인위토 분류위원회(ICOMANTH, 1999)도 만들어 활동하고 있지만 인위 토양을 분류할 수 있는 목은 아직 없는 실정이다. FAO/WRB는 32개의 RSG(Reference Soil Group)로 토양을 분류하며 그 중 인위 토양은 두 개의 RSG로 나누어져 있다. RSG 아래의 분류 단위는 Principle Qualifiers와 Supplementary Qualifiers로 토양의 특성을 구분하여 분류한다. 우리나라의 인위 토양은 농업적인 활동뿐만 아니라 인간의 영향으로 만들어진 토양이 다수 분포한다. 인간의 영향으로 만들어진 대표적인 토양은 리모델링 농경지(7,727ha)로 매립 적토형 인위 토양으로 분류할 수 있다. 리모델링 농경지는 강의 준설토를 채취하여 표토를 걷어낸 농경지 위에 쌓고, 그 위에 다시 표토를 쌓아서 만들어진다. 리모델링 농경지 토양은 다른 나라에는 존재하지 않는 특이하게 만들어진 토양이기 때문에 토양의 효율적인 관리와 활용을 위하여 적절한 분류가 필요하다. 따라서 본 연구는 FAO/WRB 분류체계 중 Technosols을 검토하고, 그 개정사항을 제안하고자 한다. FAO/WRB는 인위 토양을 Anthrosols과 Technosols로 분류하는데, Anthrosols은 농업 활동으로 생성된 인위 토양을 의미하며, Technosols은 많은 양의 인위적인 물질(Artefacts)을 포함하고 있는 토양을 의미한다. 리모델링 농경지를 FAO/WRB로 분류하게 되면 Technosols의 조건에 충족되지 않아 Regosols(약하게 발달된 자연토양) Arenic/Clayic/Loamic/Siltic, Densic, Drainic, Transportic로 분류하게 된다. Regosol는 자연토양이며, 리모델링 농경지(매립 적토형 인위 토양)는 인근 강바닥에서 다량의 준설토를 농경지 토양에 매립했기 때문에 이를 Technosols로 분류하려면 Artefact에 대한 정의를 고려하여야 하며 아울러 Principle Qualifiers에 Arenic/Clayic/Loamic/Siltic, Densic, Drainic, Transportic의 추가를 제안하고자 한다.

주제어: 인위 토양, 리모델링 농경지, FAO/WRB, Technosols
주연구자 연락처: dblee91@korea.kr

PA-10

스프링클러 관개에서 HYDRUS-1D를 이용한 토양수분 추정

Estimation of Soil Water Content under Sprinkler Irrigation Using HYDRUS-1D

김동현*
Donghyun Kim*
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365

스프링클러 관개는 지형조건의 영향을 적게 받으며, 넓은 면적을 관개할 수 있어, 우리나라에서 많이 사용되는 관개방법이다. 스프링클러 관개에서 관개 균일도 및 관개 효율에 관한 연구는 많이 되고 있으나, 작물 재배 시 토양에 적용되는 관개수의 이동에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다. 본 연구에서는 스프링클러 관개를 하며 콩 재배 시, 토양에서의 물의 이동을 시뮬레이션하고 실험값과 비교하여 시뮬레이션 모델을 평가하였다. 현장 실험은 국립식량과학원 남부작물부 실험포장의 사양질 토양에서 대원콩을 재배하며 수행되었다. 토양수분 측정은 10, 20, 30, 40cm 깊이에 FDR 센서를 설치하여 측정하였으며, 기상데이터는 포장 내 기상대를 설치하여 강수량, 기온 등의 데이터를 수집하였다. 스프링클러 관개는 근권부인 토양깊이 10cm 지점의 토양수분이 30% 이하가 되면 관개가 시작되며, 30% 이상이 되면 관개가 중지되도록 자동 관개 시스템을 설정하였다. 실험값과 시뮬레이션 값을 비교 해 본 결과, 전체 깊이에서의 평균 RMSE는 0.041, R^2은 0.663으로 다른 관개 방법에 비해 비교적 낮은 값으로 나왔지만, HYDRUS 모델은 허용가능한 범위 내에서 비교적 토양수분의 변화를 유의성 있게 예측하였다. 스프링클러의 관개 특성상 작물의 잎에 관개되어 증발된 물이 시뮬레이션에는 반영이 되지 않기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다. 향후 관개방법 별 관개 효율에 대한 보정을 고려하여 시뮬레이션을 한다면, HYDRUS 모델은 토양수분 이동의 예측에 더욱 활용도가 높게 사용되어 정밀농업 분야에 기여할 수 있을 것이다.

주제어: 스프링클러, 토양수분, HYDRUS, 시뮬레이션
주연구자 연락처: kdh4389@korea.kr (010-8903-4389)

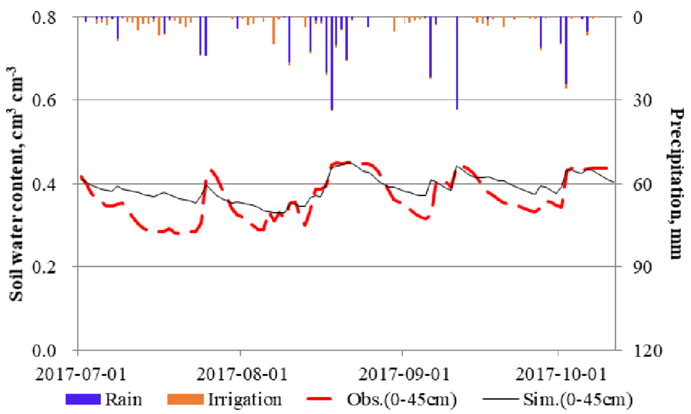


Fig. 1. Comparison of the mean of observed and simulated values of soil water content.

PA-11

배수불량 논 토양의 트랙터 부착형 왕겨 충전 무굴착 암거배수 효과

Effect of Rice Husk Filling Type Subsurface Drainage System for Multipurpose Utilization in Poorly Paddy Fields

정기열*, 이상훈, 전현정, 공동혁
Kiyuol Jung*, Sanghun Lee, Hyenchung Chun, and Donghyeok Gong
농촌진흥청 국립식량과학원 생산기술개발과
National Institute of Crop Science, RDA, 50424, Miryang, Korea

배수가 불량한 논에서 밭작물을 재배하면 과습피해를 받게 되고 수량감소 및 생육 장애를 초래하게 되어 안정적인 밭작물 재배를 위해서는 암거배수 관리가 필요하다. 그러나 지금까지 암거배수 공법은 중장비로 땅을 파고, 유공관을 매설 후 소수재로 자갈로 채우고 되메우기를 하는 과정을 거치기 때문에 시공비용이 많이 소요되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 땅속에 소수재로 왕겨를 압축 시공하는 트랙터 부착형 왕겨 충전형 암거배수 기술을 개발하였다. 본 연구는 배수가 불량한 논에서 왕겨 충전형 암거배수 기술 적용에 따른 배수개선 효과와 콩 수확량과의 관계를 평가하고자 수행하였다. 본 시험은 중장비 이용 굴착식 배수공법(CPDM), 트랙터 부착형 무굴착 배수공법(TPDM), 트랙터 부착형 왕겨 충전형 배수 공법(RHDM)의 3가지 공법을 적용하였다. CPDM은 땅속 70cm 깊이에 7m 간격으로 시공하였고, TPDM은 50cm 깊이에 직경 50mm의 랩핑 배수관을 3m 간격으로 시공하였다. RHDM은 트랙터 부착형 시공기계를 이용하여 50cm 깊이에 2, 3, 5m 간격으로 각각 콩 재배기간 중 토양수분 함량, 지하수위 변화, 콩의 생육특성을 각각 조사하였다. RHDM 공법의 근권부 평균 토양수분 함량을 조사한 결과 46.7%로 CPDM 공법 47.7%와 TPDM 공법 46.9%와 차이가 없었다. RHDM 공법의 시공간격에 따른 평균 지하수위는 3m 및 5m 간격에 비해 2m 간격에서 -41.1cm로 무배수 -28.6cm에 비해 크게 낮았고, CPDM 공법 -50.5cm와 큰 차이를 보이지 않았다. 지하수위 30cm를 초과한 일수의 합(SED_{30})은 무배수(대조구)에서는 25일로 높았지만 RHDM 공법 2m 간격에서는 3일로 크게 낮았고, 과잉수분에 의한 작물 스트레스 지표(Stress day factor; SD)로 이용되는 지하수위 30cm를 초과한 일평균 지하수위의 상승빈도(SEW_{30})는 무배수 848.9cm에 비해 RHDM 공법 2m 간격에서 206.5cm로 크게 낮은 결과를 보였다. 콩 수량은 무배수(2,396kg ha^{-1})에 비하여 2m 간격에서 34%(3,220kg ha^{-1}) 많았다. 따라서 왕겨 충전형 암거배수 공법은 논에서 콩 재배를 위한 배수개선 및 콩 수확량 증대에 도움이 될 것으로 기대된다.

주제어: 암거배수, 왕겨, 암거배수 매설기계, 콩, 지하 배수량
주연구자 연락처: jungky@korea.kr.kr (055-350-1263)

표. 암거배수 시공공법별 토양수분 및 지하수위 변화

배수방법 및 시공간격		수분함량 평균 (%, V/V)	수분함량 최대값 (%, V/V)	수분함량 최소값 (%, V/V)	지하수위 평균 (cm)	지하수위 SED_{30}[a] (day)	지하수위 SEW_{30}[b] (cm)	지하수위 감소량 (mm)
무배수(대조구)		67.9	89.7	19.3	-28.6	25	-848.9	-23
굴착식(관행)		47.7	82.8	16.9	-50.5	0	-196.8	-44
무굴착 땅속배수		46.9	70.1	12.3	-45.0	3	-214.5	-38
왕겨충진 땅속배수	2m	46.7	69.1	15.7	-41.1	3	-206.5	-30
	3m	48.0	75.8	24.6	-43.5	5	-464.9	-29
	5m	52.8	79.5	11.3	-31.5	15	-794.0	-31

[a] SED_{30}: 지하수위 30cm를 초과한 일수의 합, [b] SEW_{30}: 지하수위 30cm를 초과한 수위의 합

PA-12

유기자원 장기연용이 시설재배 수박 수량과 토양 특성에 미치는 영향

Effects of Long-Time Use of Organic Materials on Watermelon (*Citrullus vulgaris* Schrad.) Yield and Soil Properties in Plastic Film House

임정현*, 안병구, 조승현, 정주형, 이은영, 서경원[1]
Jeong-Hyeon Lim*, Byung-Koo Ahn, Seung-Hyun Cho, Ju-Hyung Jeong, Eun-Young Lee, and Kyoung-Won Seo[1]
전북농업기술원 수박시험장, [1]전북농업기술원 과채류연구소
Watermelon Experiment Station, Jeonbuk ARES, Gochang 56469
[1]Fruit Vegetables Research Institute, Jeonbuk ARES, Gunsan 54062

안전한 먹거리 생산과 수박 재배 농가의 부가가치 향상을 위해 수박 유기농 재배기술을 개발하고자 하였다. 따라서 본 연구는 수박 유기농 시설재배 기술을 확립하기 위해 유기자원을 5년간 연용하면서 수박 품질과 토양 특성 변화를 조사하였다. 처리 방법은 매년 수박 정식 30일 전에 유기자원을 단독 또는 혼합처리 하였다. 시설수박 재배농가가 일반적으로 사용하는 수준인 볏짚 10 Mg/ha 처리구를 대조구로 하였고, 볏짚 20 Mg/ha 단독처리구와 볏짚 20 Mg/ha에 흰점박이꽃무지분 5 Mg/ha, 왕겨숯 Mg/ha, 목재박 10 Mg/ha를 각각 혼합한 처리구를 두었다. 수박품종은 삼복꿀이었으며, 정식은 4월 1일에 실시하였다. 덩굴은 활착 후 어미덩굴을 적심하여 아들덩굴 3개를 유인하였고, 수정은 양봉꿀벌을 투입하여 실시하였다. 병해충방제는 하우스 측장과 출입구에 방충망과 내부에 끈끈이트랩을 설치하였고, 콜레마니진디벌을 투입하고 유기농 전용 약제를 사용하였다. 수박 영양생장기 특성, 착과율, 과실특성 및 수확기 토양 특성을 조사하였다. 매년 수확기에 조사한 토양 pH는 1년차에 증가후 변화가 없었고, 유기물함량은 볏짚 단독처리구를 제외하고 증가하였으며, EC는 1년차에 감소폭이 컸고 2년 이후에는 안정화(5년차, 0.8~1.3dS/m)를 보였다. 교환성 K은 3년차까지 증가하다 감소 후 안정화되었고, 교환성 Mg은 3년차까지는 변화가 없었지만 4~5년차에는 감소하였다. 수박무게는 모든 처리구에서 연차별로 증가하였으며, 왕겨숯>목재박>볏짚 20 Mg/ha>흰점박이꽃무지분>볏짚 10 Mg/ha 순으로 증가율이 높았다. 수박당도는 유기자원 장기연용에 따라 점차 증가하였다.

주제어: 유기자원, 흰점박이꽃무지분, 왕겨숯, 목재박, 수박, 토양
주연구자 연락처: rhyj@korea.kr (063-290-6372)

Table 1. Fruit quality of watermelon as influenced by the applications of different management practices during the experimental years

Treatment†	Refractometric sugar content(°Bx)				
	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차
RS1	10.4	10.4	10.8	11.4	11.4
RS2	10.1	10.5	10.7	10.9	11.1
RS2+PLM	10.1	10.6	10.7	11.1	11.4
RS2+RHB	10.9	10.5	10.7	11.0	11.1
RS2+WC	10.3	10.2	10.9	11.1	11.2

†RS1, 10 Mg/ha of rice straw; RS2, 20 Mg/ha of rice straw; RS2+PLM, 5 Mg/ha of *Protaetia brevitarsis* larvae manure; RS2+RHB, 10 Mg/ha of rice hull biochar; RS2+WC, 10 Mg/ha of wood crumb.

PA-13

토양적성등급 적용을 위한 유사작물군 분류 방법에 대한 연구

Classification Methods of Similar Crops for Soil Suitability Classes Application

고우리*, 손연규, 서병환, 조송래
Woori Go*, Yeonkyu Sonn, Byunghwan Seo, and Songrae Cho
국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

토양적성등급은 작물 생산량을 기준으로 하여 토양의 잠재력을 상대적인 등급으로 구분한 것이다. 작물별 생산량이 높은 순으로 최적지, 적지, 가능지, 저위생산지로 구분되며, 농업인 등이 농경지 고유특성을 고려하여 작물을 재배할 수 있도록 작물선택 의사결정에 도움을 주고 있다. 현재 66 작물에 대한 토양적성등급이 설정되어 있으나 소(小) 면적에 다양한 작물 재배 및 기후변화로 인한 아열대 작물의 재배면적 증가 등에 따라 농가에서 작물의 토양적성정보에 대한 요구도가 증가하고 있다. 등급설정은 작물별 실제 재배면적, 생산량, 토양조사를 통해 종합적으로 평가하여 이루어져야 한다. 그러나 본 연구는 비교적 단시간에 토양적성등급 설정 대상 작물을 확대하기 위한 대안으로 유사작물을 분류하여 적용하고자 한다.

작물분류는 식물학적, 농업 용도, 생태·생리적 특성, 재배·이용에 의한 분류 등이 있으며 본 연구는 작물 생리특성을 적용한 분류 방법을 선택하였다.

토양적성등급이 설정된 작물을 포함한 100작물의 생태형(C3, C4, CAM), 월동 여부, 질소고정균 공생 여부, 생리특성(고온내성, 내건성, 내랭성, 내동성, 내산성, 내습성, 내염성, 내한성, 저온내성)에 대한 자료를 수집한 후 통계분석(군집, 다차원척도법)을 통해 작물을 그룹화하였다. 통계는 R 프로그램, 그룹화(군집)는 ward 방법을 사용하였다.

100작물이 최대 30개의 그룹으로 분류되었으며 최적의 그룹 수 결정을 위해서 그룹 수(5, 10, 15, 20, 25, 30)별 분류특성을 비교한 결과 5개 그룹은 2개(월동여부, 질소고정균 공생여부), 15개 그룹은 3개(+생태형), 30개 그룹은 4개(+생리특성) 요인에 따라 분류되었고, 10, 20, 25개 그룹은 2개(월동여부, 질소고정균 공생여부) 및 생태형 또는 생리특성의 일부 특성만 고려되어 분류되었다. 즉 그룹화 우선순위 요인은 월동여부+질소고정균 공생 여부(1순위), 생태형(2순위), 생리특성(3순위) 순으로 확인되었으며, 모든 요인을 고려하여 분류된 30개의 그룹으로 분류하는 것이 적합하다고 생각된다. 또한 같은 그룹 내 토양적성등급이 설정된 작물이 복수(2작물 이상)인 경우에는 어떤 작물의 기준을 적용할지에 대한 판단이 필요하며 이를 위한 추가적인 자료 수집 및 분석이 진행되어야 한다.

주제어: 토양적성등급, 유사작물, 작물생리, 작물분류, 토양정보
주연구자 연락처: gwr77@korea.kr (063-238-2455)

PA-14

새만금간척지에서두둑피복방법이사료용옥수수수량에미치는영향

Effect of Ridge Covering Method on Maize Yielf in Saemangeum Reclaimed Land

조현숙*, 강방훈, 이광승, 이수환, 정강호, 오양열, 옥희경, 이학성, 류진희
Hyeoun-Suk Cho*, Banghun Kang, Kwangseung Lee, Suwhan Lee, Kangho Jung, Yangyeol Oh, Heekyoung Ock, Haksung Lee, and Jin Hee Ryu
농촌진흥청 국립식량과학원
Reclaimed Land Agri. Research Team, NICS, 181 Hyeoksin-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Korea

간척지 토양은 공유수면을 매립하여 만든 간척농지로 토양 내 염농도가 높고 유기물 함량이 낮으며 양분함량이 불균일하여 작물재배시 생산성이 낮은 것이 특징이다. 새만금간척지는 밭작물을 재배하기 위하여 조성된 곳으로 토양특성은 다른 사양질 간척지에 비해 투수성이 느리고 점토함량이 낮아 토양침식 성이 심한 곳이다. 밭작물 재배시 두둑을 형성하여 작물을 재배하는데 새만금간척지에서 형성된 두둑은 일반 노지재배에 비하여 2배이상 빨리 침식되어 재배작물에 영향을 미친다. 따라서 새만금간척지에서 두둑을 보호하기 위하여 두둑 볏짚피복, 고랑 식생재배, 두둑 볏짚피복+고랑식생재배를 처리하여 사료용 옥수수를 재배하였다. 사료용옥수수 재배기간 동안 토양을 피복했던 두둑 볏짚피복, 고랑 식생재배, 두둑 볏짚피복/고랑식생재배 처리구에서 관행재배구보다 두둑 높이가 적게 감소되어 토양피복으로 두둑 무너 짐이 감소되었다. 그러나 강우가 적었던 2019년에는 피복방법에 따른 차이는 적게 나타난 반면 강우가 심하게 내린 2020년(강우량 1,218mm)에는 고랑식생재배보다 두둑 볏짚피복 처리에서 두둑 무너짐이 더 적게 나타났다. 새만금 간척지에서 토양피복이 옥수수 생육에 미치는 효과는 매우 적어 관행 처리구와 차이가 적었으며 피복방법에 따른 차이도 없었다. 그러나 사료용옥수수 수량은 두둑 볏짚피복과 고랑식 생재배구에서 관행처리구보다 더 많이 생산되었다. 또한 옥수수 생육기간 동안 두둑의 무너짐이 심할수록 옥수수 수량도 같이 감소되는 경향을 보여 두둑피복 효과가 옥수수 수량에 긍정적인 영향을 미쳤음을 확인하였다. 따라서, 새만금간척지에서 사료용옥수수를 안정적으로 수확하기 위하여 두둑을 높게 형성할 것을 추천하며 이때 토양피복 방법으로는 두둑 볏짚피복, 고랑 식생재배 모두 토양 유실방지 효과가 우수하여 사용 가능하다. 그러나 여름에 강우량이 많거나 폭우가 잦은 지역은 두둑 볏짚피복 방법이 더 효과가 우수하여 이 방법을 이용하는 것을 추천한다.

주제어: 새만금간척지, 사료용옥수수, 두둑피복, 옥수수 수량
주연구자 연락처: chohs@korea.kr (063-238-5470)

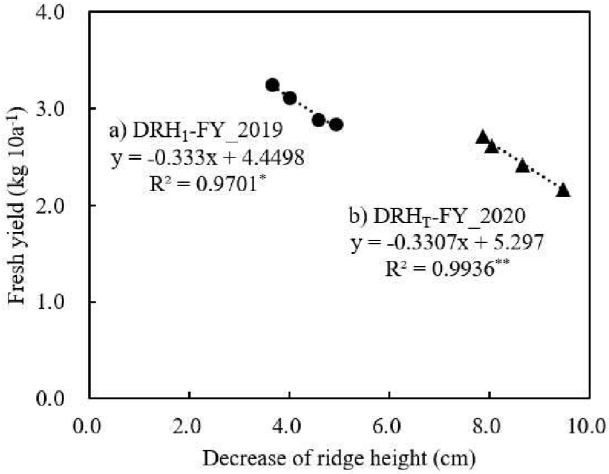


Fig. 1. Relationships between: a) fresh yield of maize in 2019 and the first decrease of ridge height (DRH1st); b) fresh yield of maize in 2020 and total decrease of ridge height (DRHT). Symbols for statistical significance are: *P < 0.05; **P < 0.01.

PA-15

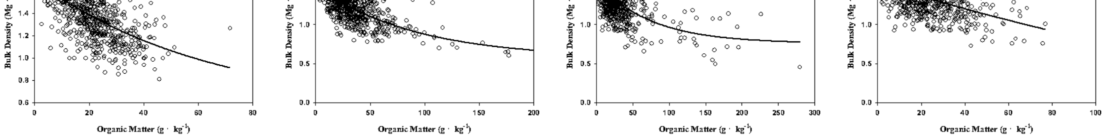
토양물리성 변동조사 결과에 따른 농경지에서 용적밀도와 토양 유기물함량과의 관계

The Relation of Bulk Density & Soil Organic Matter to Farmland by Results of Soil Physical Properties Monitoring

허승오*, 손정우, 옥정훈, 황선아
Seungoh Hur*, Jeongwoo Sonn, Junghoon Ok, and Seonah Hwang
국립농업과학원
National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea

기후변화로 인한 농업생산성의 충격을 완화하고 탄소중립 기반의 식량안보 달성을 위해서는 농업생산의 기반이 되는 농경지를 건전하게 관리하는 것이 중요하다. 농경지의 건전성은 토양 이화학성, 토양생물상, 중금속 오염정도 등을 통해 다양하게 나타낼 수 있다. 그 중 토양물리성은 농경지 토양의 양·수분 보유특성, 물빠짐이나 경도(단단함) 등을 나타낼 수 있는 특성으로서 토양의 질 지표를 평가하는데 중요한 요소의 하나이다. 본 연구는 '친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률'에서 농진청에 위임하고 있는 농업환경변동조사 중 일반농경지 토양물리성 변동조사 결과의 일부로서 용적밀도와 토양 유기물 함량과의 관계를 파악하고자 실시되었다. 용적밀도(Bulk Density, BD)는 토양의 단위부피당 건조중량을 나타내는 것으로 떼알구조가 발달될수록 공극이 많을수록 용적밀도는 작아지는 경향을 나타낸다. 토양유기물 함량도 용적밀도에 큰 영향을 주는데, 유기물 함량이 높아지면 높아질수록 용적밀도도 작아지는 것으로 알려져 있다. 토양물리성 변동조사는 2007년부터 수행이 되어 왔으며, 논-시설하우스-밭-과수원의 순서로 4년 1주기로 하여 전국 320지점을 정점조사하고 있다. 본 연구는 2019년부터 2021년까지 논-시설하우스-밭에 대한 용적밀도와 유기물 함량과의 관계를 나타낸 것이다. 논토양에서 BD와 토양유기물 함량(SOM)은 SOM이 많아질수록 BD가 지수함수 형태로 감소하는 경향을 나타냈다. 시설재배지 토양과 밭 토양도 논토양과 마찬가지 경향을 보여주고 있다. 밭 토양의 경우에는 전국자료와 유기물 함량이 높은 제주도를 제외한 경우로 구분하였다. 각각의 관계식에 대한 결정계수(R^2)는 논 0.3333, 시설재배 0.4103, 밭(전국)이 0.3585, 밭(제주제외)이 0.2509를 보여주고 있다. 이러한 결과는 유기물 함량이 용적밀도에 어떤 영향을 미치는지 이해할 수 있는 결과이나, 용적밀도에 미치는 다른 영향이 있음을 추가적으로 분석할 필요가 있음을 보여주고 있다.

주제어: 농업환경변동조사, 토양물리성, 용적밀도, 유기물함량
주연구자 연락처: soilssohur@korea.kr (010-3886-7432)



(a) Paddy Soil (b) Greenhouse Soil (c) Upland-Nation (d) Upland-Except for Jeju

Fig. Relation of bulk density(BD) & SOM to farmlands(paddy land, upland, greenhouse).

PA-16

가뭄지수 및 토양유효수분율 기준에 따른 가뭄평가의 결과 비교

Comparison of Drought Assessment Results Using Drought Indices and Standard of Soil Available Water Capacity

오부영*, 손정우, 허승오, 황선아
Bu-yeong Oh*, Jeong-woo Son, Seung-oh Hur, and Sun-ah Hwang
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, NAS, RDA, Wanju, 55635, Korea

본 연구의 목적은 기존 가뭄지수와 국립농업과학원에서 제공하고 있는 토양유효수분율을 기준으로 산정된 가뭄을 비교하여 평가하는 것이다. 다양한 가뭄지수들은 각각의 목적에 따라 개발되었고, 각 가뭄지수별 장단점을 갖고 있어 특정 지수의 우월성을 따지기 곤란하다. 또한 심도와 기간을 명확하게 정의하기 어려운 가뭄을 평가하고 이에 따른 대응 및 대책을 수립하기 위해서는 가뭄지수들간 수평적인 비교를 통한 가뭄 정량화가 필요하다. 이를 위해 3가지 기준(SPI, SPEI, 토양유효수분율)으로 가뭄을 산정하고, 가뭄사상을 정량적으로 비교하였다. 1980년~2021년 기상자료를 바탕으로 산정된 가뭄지수 중 최근 10년을 대상으로 세밀하게 분석함으로써 가뭄사상에 대한 정량적 가뭄평가를 수행하고자 하였다. 기존의 월(month)단위 SPI와 SPEI를 수정한 주(week)단위 SPI와 SPEI를 활용하였으며, 산정된 지수값은 미국에서 사용되고 가뭄 판단기준과 토양유효수분율을 기준으로 분류되는 기준으로 가뭄을 평가하였다. 3가지 기준으로 평가된 가뭄의 비교는 가뭄발생일수, 지속기간, 크기, 강도 등의 분석과 피어슨 상관계수 및 스피어만 상관계수를 통해 실시한다. 본 연구는 적용지역의 기상학적 특성과 여건을 고려한 가뭄산정 및 평가를 통하여 재난관리 담당자가 가뭄 진행상항을 모니터링하고 전략적 대응계획을 수립하는 것에 활용할 것으로 기대된다.

주제어: 가뭄지수, SPI, SPEI, 토양유효수분, 가뭄평가
주연구자 연락처: ofyoung@korea.kr (063-238-2432)

Table 1. Drought severity classification of Drought Index and Soil Available Water Capacity

Category	Description	SPI and SPEI value	Level	Soil Available Water Capacity
D0	Abnormally Dry	-0.5 to -0.7	정상	More 61%
D1	Moderate Drought	-0.8 to -1.2	관심	46 - 60%
D2	Severe Drought	-1.3 to -1.5	주의	31 - 45%
D3	Extreme Drought	-1.6 to -1.9	경계	16 - 30%
D4	Exceptional Drought	-2.0 or less	심각	0 - 15%

PA-17

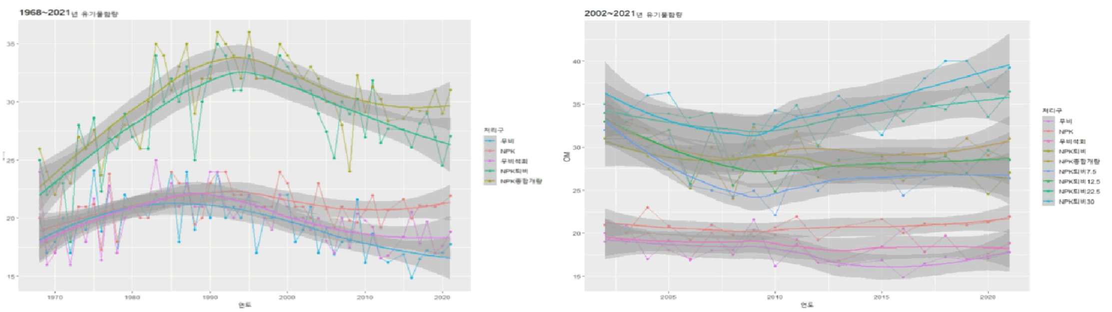
시계열 분석을 통한 토양탄소 변동 양상 분석

The Analysis on Aspect of Soil Organic Carbon Change by Time Series

허승오[1], 박성진[2], 손정우[1], 오부영[1], 권순익[1], 아모콰 임마누엘[1]
Seungoh Hur[1], Seongjin Park[2], Jeongwoo Sonn[1], Buyoung Oh[1], Soonik Kwon[1], and Emmanel Amokawah[1]
[1]국립농업과학원, [2]농촌진흥청
[1]National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea
[2]Rural Development Administration, Jeonju, 54875, Korea

기후변화 시대 지속가능한 농업을 위한 탄소중립 관련 정책이나 기술은 온실가스 발생을 저감하거나 적응에 중요한 요소로서 인정받고 있다. 대부분 탄소배출이 주가 되는 산업적 활동에 비하여 탄소를 저감하거나 저장하는 토양의 능력은 농경지와 산림토양에서 주로 이루어지며, 특히 농경지 토양은 토양비옥도를 위해 유기물을 인위적으로 공급하고 있어 토양탄소 저장이나 감축에 더욱 중요하다. 국립농업과학원은 1954년부터 동일비료 장기연용 포장을 조성·운영하고 있다. 이 포장은 무기질 비료 외에 유기물 투입구를 두어 유기물이 토양에 장기 투입되었을 때의 토양 내 유기물 변동양상을 지속적으로 모니터링 한다. 본 연구는 이러한 유기물 장기 투입시(1968~2021) 토양탄소의 변동양상을 시계열 분석을 통해 파악하고자 수행되었다. 무비구, 무비와 석회처리, NPK 처리 및 논 볏짚 퇴비 처리시의 토양유기물의 변화 양상(a)을 전체적으로 살펴보면 어느 기간 동안 증가하다가 그 이후 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 퇴비가 투입되지 않은 처리구의 토양 유기물 함량이 시간이 지날수록 퇴비가 투입된 처리구보다 낮게 나타나고 있으며, 함량은 35 $g \cdot kg^{-1}$을 넘어가지 못하고 있다. 이것은 여름철 고온다습한 기상조건으로 미생물에 의한 분해가 활발해서 발생한 결과로 추측된다. 2002년부터 2021년까지 별도로 퇴비 처리 수준별 토양유기물 변동양상(b)을 살펴보면 퇴비처리가 없는 시험구에서는 변화가 거의 나타나지 않거나 약간 감소하는 경향을 보이는 반면, 퇴비처리가 된 시험구는 감소하다 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이것은 전체적인 경향에서 파악할 수 있었던 35 $g \cdot kg^{-1}$을 향해 증진할 것으로 여겨진다. 이는 추후의 모니터링을 통해 확인해볼 필요가 있다.

주제어: 농업환경변동조사, 토양물리성, 용적밀도, 유기물함량
주연구자 연락처: soilssohur@korea.kr (010-3886-7432)



(a) Soil organic carbon change by rice straw manure (b) Soil organic carbon change by rice straw manure level

Fig. Soil organic carbon change by time series.

PA-18

물장오리오름 산정 화구호 인접 지역 분포 토양의 분류

Classification of the Soils Distributed near Crater Lake of Muljangori Oreum

박원표, 김지호, 고석형[1], 현해남, 송관철*
Won-Pyo Park, Ji-ho Kim, Suk-Hyung Ko[1], Hae-Nam Hyun, and Kwan-Cheol Song*
제주대학교 생물산업학부 식물자원환경전공, [1]제주특별자치도 세계유산본부
Faculty of Bioscience and Industry, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea
[1]World Heritage Office, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju 63143, Korea

물장오리 오름은 한라산 정상 동북방의 해발 938 m 지점인 한라산 국립공원 내에 위치하며, 2010년에 천연기념물 517호로 지정, 보호되고 있다. 물장오리 정상에 있는 산정 화구호는 2008년에 람사르 습지로 지정, 등록되었다. 물장오리 습지는 둘레가 약 1.5 km로 제주도에 분포하는 화구호 중에서 담수 면적이 가장 넓다. 물장오리 산정 화구호 인접 지역에 분포하고 있는 토양의 형태적 특성을 조사하고, Soil Taxonomy의 표준 분석방법인 Soil Survey Laboratory Methods Manual에 따라서 토양을 분석하여 Laboratory data sheets를 작성하였다. A′층 (0-18 cm)은 심홍색 (10R 3/3)의 자갈이 있는 미사질양토이고, A층 (18-32 cm)은 심홍색 (2.5YR 3/2)의 미사질양토, Bw1층 (32-56 cm)은 약적색 (10R 4/4)의 식양토이며, Bw2층 (56-90 cm)은 적색 (5YR 4/4)의 자갈이 있는 미사질양토이다. 토양 표면에서부터 18 cm 깊이까지 외부 토양으로 덮혀 있는 토양으로 한라산 천연보호구역에 분포하는 다른 토양과는 달리 Bw1과 Bw2층 (32-90 cm)에서 반습시 약간 단단하고 점착성과 가소성이 있다. 전 토층에서 인산흡착능 94.6% 이상, $Al_o+1/2Fe_o$ 함량이 2.6% 이상으로 andic 특성을 충족시키고 있으므로 전형적인 화산회토인 Andisols로 분류할 수 있다. Udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 아목은 Udands로 분류되고, Typic Hapludands의 분류 기준을 충족시키고 있다. 토양수분 제어부위에서 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토양수분함량이 풍건 시료의 경우 12% 이상이며, 비풍건 시료의 경우 30-100% 범위 내에 있으므로 토성 대체속은 medial에 속한다. Oxalate 침출성 Si×8과 oxalate 침출성 Fe×2를 합한 값이 5% 이상이고 oxalate 침출성 Si×8 값이 oxalate 침출성 Fe×2 값보다 높으므로 광물속은 amorphic에 속한다. 토양온도상이 mesic에 속하므로 이 토양은 medial, amorphic, mesic family of Typic Hapludands로 분류된다. 물장오리 호수 인접 지역에 분포하는 토양은 유기물 함량이 A층에서만 높고, 토양 pH가 비교적 높으며, 양이온교환용량이 높고, 치환성 양이온 함량과 염기포화도가 매우 낮은데도 치환성 Al 함량도 낮은 것과 같이 한라산 천연보호구역 내 분석구에 분포하는 다른 토양들과 같은 특성을 나타내고 있다.

주제어: andic 토양특성, Allophane, Typic Hapludands, 화구호 인접 지역 토양
주연구자 연락처: kcsong12@naver.com (010-7292-9108)

PA-19

사라오름 산정 화구호 토양의 분류

Classification of the Soils Distributed in Crater Lake of Sara Oreum

박원표, 박경아, 라은서, 고석형[1], 현해남, 송관철*
Won-Pyo Park, Kyeoung-Ah Park, Eun-Seo La, Suk-Hyung Ko[1], Hae-Nam Hyun, and Kwan-Cheol Song*
제주대학교 생물산업학부 식물자원환경전공, [1]제주특별자치도 세계유산본부
Faculty of Bioscience and Industry, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea
[1]World Heritage Office, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju 63143, Korea

사라오름은 한라산 동방에 위치하며, 해발 1,325 m의 분석구로서 산정 화구호를 보유하고 있다. 이 산정 화구호는 제주도 분석구 중 제일 높은 곳에 위치한다. 사라오름 산정 호수에 분포하고 있는 토양의 형태적 특성을 조사하고, Soil Taxonomy의 표준 분석방법인 Soil Survey Laboratory Methods Manual에 따라서 토양을 분석하여 Laboratory data sheets를 작성하였다. A층 (0-26 cm)은 암적갈색 (2.5YR 3/3)의 양토이고, Bw1층 (26-56 cm)은 암적회색 (2.5YR 3/1), 적갈색 (2.5YR 4/3), 적색 (2.5YR 4/6)의 미사질양토로 혼합색은 암적갈색 (2.5YR 3/3)이다. Bw2층 (56-90 cm)은 암적갈색 (2.5YR 3/2), 적갈색 (2.5YR 4/3), 적색 (2.5YR 4/6)의 미사질식양토로 혼합색은 암적갈색 (2.5YR 3/3)이다. 따라서 이 토양의 배수 등급은 호수 토양이면서도 배수 불량, 또는 배수 약간 불량이 아니라 배수 약간 양호이다. A층, Bw1층 및 Bw2층에서 oxalate 침출성 (Al + 1/2Fe) 함량이 각각 6.3%, 8.1%, 6.7%로 높고 인산보유능이 각각 97.7%, 99.9% 98.1%로 매우 높다. A층과 Bw1층에서 용적밀도가 각각 0.73, 0.65 Mg m^{-3} 으로 andic 특성의 조건을 충족시키고 있다. 따라서 이 토양을 전형적인 화산회토인 Andisols로 분류할 수 있다. Udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 아목은 Udands로 분류되고, Hapludands 대군의 분류 기준을 충족시키고 있다. 무기질 토양 표면에서부터 100 cm 이내 깊이에서 평년에 누적으로 30일 이상 물로 포화되므로 아군은 Oxyaquic Hapludands로 분류할 수 있다. Oxalate 침출성 Si×8과 oxalate 침출성 Fe×2를 합한 값이 5% 이상이고 oxalate 침출성 Si x 8 값이 oxalate 침출성 Fe x 2 값보다 높으므로 광물속은 amorphic에 속한다. 토성 대체속이 medial에 속하고, 토양온도상이 mesic에 속하므로 이 토양은 medial, amorphic, mesic family of Oxyaquic Hapludands로 분류된다. 사라오름 산정 화구호에 분포하는 토양은 유기탄소 함량이 비교적 높고, 습윤시 명도와 채도가 2를 초과하는 암적갈색 토양으로 호수 토양이면서도 산림 지역 분석구에 분포하는 토양과 유사한 특성을 보인다.

주제어: andic 토양특성, Allophane, Oxyaquic Hapludands, 화구호 토양
주연구자 연락처: kcsong12@naver.com (010-7292-9108)

PA-20

한라산 천연보호구역 내 고원 초지토양의 특성

Classification of High Altitude Grassland Soils in Hallasan Natural Reserve Area

박원표, 이호성, 고석형[1], 현해남, 송관철*
Won-Pyo Park, Ho-sung Lee, Suk-Hyung Ko[1], Hae-Nam Hyun, and Kwan-Cheol Song*
제주대학교 생물산업학부 식물자원환경전공, [1]제주특별자치도 세계유산본부
Faculty of Bioscience and Industry, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea
[1]World Heritage Office, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju 63143, Korea

한라산 기슭 1,400-1,700 m 지대에는 고원 초원지대가 넓게 분포하고 있으며, 이 지역에 분포하는 토양은 주로 산림토양인 흑악통으로 분류되고, 일부는 산악지 분석구 주위에 분포하는 토양인 노로통이나 논고통으로 분류되고 있다. 한라산 고원 초원지대에 분포하는 토양의 특성을 구명하기 위하여 윗세오름 북방의 고원 초원지대에 분포하며 흑악통으로 분류되고 있는 토양의 형태적 특성을 조사하고, Soil Taxonomy의 표준 분석방법인 Soil Survey Laboratory Methods Manual에 따라서 토양을 분석하여 Laboratory data sheets를 작성하였다. A층 (0-21 cm)과 AB층(21-45 cm)은 농암갈색 (10YR 2/2)의 돌이 있는 미사질양토이고, Bw층(45-71 cm)은 농암회갈색 (10YR 3/2)의 돌이 있는 미사질양토이며, Oa층은 흑색 (10YR 2/1)의 식토이다. A층, AB층 및 Bw층에서 oxalate 침출성 (Al + 1/2Fe) 함량이 각각 3.5%, 3.6%, 3.8%로 높고 인산보유능이 각각 96.5%, 98.5% 98.7%로 매우 높다. Oa층 (71-140 cm)에서는 용적밀도, 인산흡착능, Al_o+1/2Fe_o 함량 모두 andic 특성의 조건을 충족시키나, 유기탄소 함량 25% 미만이라는 조건을 충족시키지 못하고 있다. 0-71 cm 깊이에서 andic 특성을 보유하고 있으므로 Andisols로 분류된다. Udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 아목은 Udands로 분류된다. A층 및 AB층에서 습윤시 명도와 채도 값이 2 이하이고, 유기탄소 함량이 각각 152, 114 g kg^{-1}이며, melanic index가 각각 1.39, 1.41로 melanic epipedon의 분류조건을 충족시키고 있다. 따라서 대군은 Melanudands로 분류된다. AB층 및 Bw층에서 NH_4OAc 침출성 염기와 KCl 침출성 Al 함량을 합한 값이 0 cmol(p) kg^{-1}으로 2 cmol(p) kg^{-1} 미만이므로 아군은 Acrudoxic Melanudands로 분류된다. 토양수분 제어 부위에서 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토양수분함량이 풍건 시료의 경우 12% 이상이며, 비풍건 시료의 경우 30-100% 범위 내에 있으므로 토성 대체속은 medial에 속한다. Oxalate 침출성 Si×8과 oxalate 침출성 Fe×2를 합한 값이 5% 이상이고 oxalate 침출성 Si×8 값이 oxalate 침출성 Fe×2 값보다 높으므로 광물속은 amorphic에 속한다. 토양온도상이 mesic에 속하므로 이 토양은 medial, amorphic, mesic family of Acrudoxic Melanudands로 분류된다. 즉 한라산 기슭의 고산 초원지대에 분포하는 토양은 산림토양이 아니라 초지토양의 특성을 보유하고 있다.

주제어: andic 토양특성, Allophane, Acrudoxic Melanudands, 초지토양
주연구자 연락처: kcsong12@naver.com (010-7292-9108)

PA-21

한라산 천연보호구역 내 5.16 도로 인근 산림토양의 분류

Classification of Forest Soils Distributed around 5.16 Road in Hallasan Natural Reserve Area

박원표, 장진현, 고석형[1], 현해남, 송관철*
Won-Pyo Park, Jin-Hyeon Jang, Suk-Hyung Ko[1], Hae-Nam Hyun, and Kwan-Cheol Song*
제주대학교 생물산업학부 식물자원환경전공, [1]제주특별자치도 세계유산본부
Faculty of Bioscience and Industry, Jeju National University, Jeju, 63243, Korea
[1]World Heritage Office, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju 63143, Korea

5.16 도로는 해발 753 m에 위치하는 성판악 휴게소를 정점으로 하여 한라산 동쪽 기슭을 남북 방향으로 관통하고 있다. 성판악 휴게소 북방 600-750 m 지대의 5.16 도로 동서 방향으로 넓은 지역이 무성한 삼림으로 이루어져 있다. 이 지역에 분포하는 토양은 산림토양인 흑악통, 산림 지역 분석구 토양인 적악통, 산림 지역 분석구 주위 토양인 노로통으로 분류되고 있다. 이들 지역에 분포하는 토양들이 산림지역이면서도 초지 토양의 형태적 특성을 보유하고 있기에 10개 지점에서 토양을 채취하여 토양특성을 분석한 결과, 5.16도로 동방, 해발 732 m 지점에서 채취한 토양만 산림토양의 특성을 보유하고 있고, 그 외의 토양은 초지 토양의 특성을 보유하고 있었다. 이들 토양 중 물장오리 동북방 5.16도로 서방 250 m, 해발 647 m 지점에 분포하는 노로통으로 분류되고 있는 토양의 형태적 특성을 조사하고, Soil Taxonomy의 표준 분석방법인 Soil Survey Laboratory Methods Manual에 따라서 토양을 분석하여 Laboratory data sheets를 작성하였다. A1층 (0-19 cm)과 A2층 (19-43 cm)은 흑색 (10YR 2/1)의 돌이 있는 미사질양토이고, AB층 (43-62 cm)은 농암갈색 (10YR 2/2)의 돌이 있는 미사질양토이며, Bw층은 갈색 (10YR 4/3)의 돌이 있는 미사질양토이다. 전 토층에서 용적밀도 0.50 Mg m^{-3} 이하, 인산흡착능 98.6% 이상, oxalate 침출성 (Al + 1/2Fe) 함량 3.6% 이상으로 andic 특성을 보유하고 있다. 따라서 유기질 토양의 특성을 일부 보유하고 있으나, 전형적인 화산회토인 Andisols로 분류할 수 있다. Udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 아목은 Udands로 분류된다. A1, A2, AB층 (0-62 cm)에서 유기탄소 함량이 60 g kg^{-1} 이상, 습윤시 명도와 채도가 2 이하, melanic index가 1.70 이하로 melanic 감식표층을 보유하고 있다. 따라서 대군은 Melanudands로 분류되며, 산림토양이 아니라 초지 토양의 특성을 보유하고 있다. 한라산 천연보호구역에 분포하는 다른 토양들에 비하여 이 토양은 KCl 침출성 Al 함량이 매우 높다. 무기질 토양 표면에서 60 cm 이내 깊이에서 50 cm 이상 두께의 토층에서 유기탄소 함량이 6.0% 이상이고 움브릭 감식표층의 분류 기준을 충족시키므로 아군은 Pachic Melanudands로 분류된다. Oxalate 침출성 Si×8과 oxalate 침출성 Fe×2를 합한 값이 5% 이상이고 oxalate 침출성 Si×8 값이 oxalate 침출성 Fe×2 값보다 높으므로 광물속은 amorphic에 속한다. 토성 대체속이 medial에 속하고, 토양온도상이 mesic에 속하므로 이 토양은 medial, amorphic, mesic family of Pachic Melanudands로 분류된다. 삼림지대에 분포하고 있으면서도 산림토양이 아니라 초지 토양의 특성을 보유하고 있는 것은 이 지역이 과거에 오랫동안 초지로 이용되었던 결과로 추정된다.

주제어: Andic 토양특성, Allophane, Pachic Melanudands, 초지토양
주연구자 연락처: kcsong12@naver.com (010-7292-9108)

PA-22

Root Growth Characteristics in Doraji (*Platycodon grandiflorum*) Container Cultivation by Difference of Soil Mixture Ratio

Yong Nam Cho*, Jae Young Heo, Sang Eun Lee, Yoon Suk Kim, Heung Soo Lee, and Tae-Won Kim[1]
조용남*, 허재영, 이상은, 김윤숙, 이흥수, 김태원[1]
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 570, Republic of Korea
[1]Korean Intellectual Property Office, Government Complex Daejeon Building 4,
189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea
경상남도농업기술원, [1]특허청

This study was conducted to investigate the effect of high-quality Doraji(*Platycodon grandiflorum*) production and physical properties on the growth characteristics of root through the selection of soil suitable for container cultivation. It has been reported that physical characteristics such as germination rate and stem growth have a great influence on plant growth, and that the higher the bulk density and moisture content, the higher the disease incidence rate. The size of the container used for cultivation is 770×520×400 mm, and Soil mixture ratio is T1 (sandy loam 100%), T2 (sandy loam 75% : culture soil 25%), T3 (sandy loam 50% : culture soil 50%), T4 (sandy loam 25%: culture soil 75%) T5 (culture soil 100%) was used for 5 treatments and 3 repetitions of the test were performed. The bulk density(Mg/㎥) for each treatment condition were 1.26 in T1, 0.95 in T2, 0.65 in T3, 0.48 in T4, 0.22 in T5 and 1.20 in control. Bulk density tends to increase with increasing sandy loam content. Also, soil hardness(mm) were 18.3 in T1, 16.3 in T2, 9.6 in T3, 6.6 in T4, 2.0 in T5 and 10.3 in control. Length, rhizome, number of roots, and weight of fresh roots were investigated as the growth characteristics of doraji container cultivatopn. The root length was the longest at 255.2cm in T3, and it was thick at 16.2mm in T4. Raw root weight was 26g/plant heavy in T3, and the mortality rate was lowest in T5. Overall, growth was good in T3, and compared to conventional cultivation, the root length and number of roots were large, but the rhizome and fresh root weight were small. However, the mortality rate of conventional cultivation was 20% higher than T3.

Keywords: *Platycodon grandiflorum*, Container cultivation
Correspondence: ynj3276@korea.kr (055-254-1684)

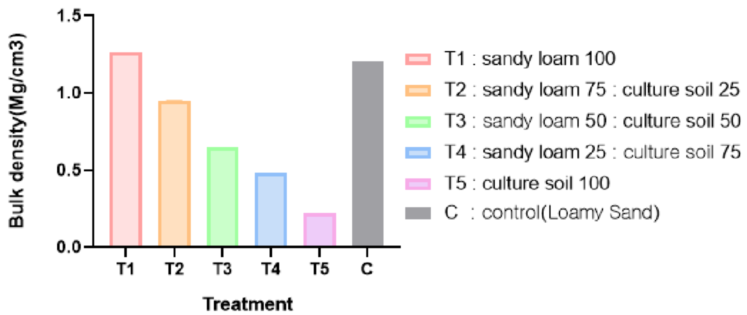


Fig. Bulk density by difference of soil mixture ratio.

PA-23

Soil Aggregates and Aggregate-Associated Carbon in Response to Different Fertilization under Organic Maize Farming System

Hyun-Young Hwang*, Da-In Kang, Nan-Hee An, Sang-Min Lee, Cho-Rong Lee, and Jeong-Ah Jeong
황현영*, 강다인, 안난희, 이상민, 이초롱, 정정아
Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea
농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과

A 7-year field experiment with different fertilization system (MC; Manure Compost, GM; Green Manure, NPK; Chemical Fertilizer, NF; No Fertilization) was conducted in typical upland soil in South Korea. Our objectives were: i) to quantify the soil organic carbon (SOC) storage under different fertilization methods, ii) to determine the SOC contents in water-stable aggregates (WSA) of different size (<53 um, 53~250 um, 250~2000 um, >2000 um) and their stability indices at 0~20 cm bulk soil depth.

The results showed that the organic manured plots (MC and GM) significantly increased the concentrations of SOC and active carbon fractions (Light fraction organic C (LOC) and Particulate oragnic C (POC)) within the bulk soil and increased the mass proportion of macroaggregates (>250 μm) compared with NPK or NF. Among aggreate sizes, the highest SOC concentration was observed in soil macroaggregates (>250 μm) in all treatments, especially MC treatment. The WSA values was found 67.6, 71.7, 78.1 and 82.9% in NPK, NF, MC and GM, respectively.

The results indicated organic fertilization played a positive role in promoting the formation of the soil macroaggregate structure and aggreates stability. By studying the responses of SOC and water-stable aggregate contents to different fertilization managements, the application of organic material could be a sustainable integrated soil management strategy for organic maize cropping system.

Keywords: Water stable aggregates, Soil carbon, Soil aggregation, Size fraction, Organic agriculture
Correspondence: hyhwang2325@korea.kr (063-238-2563)

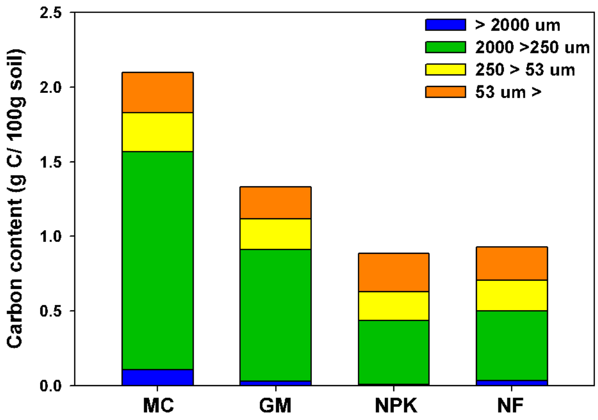


Fig. Soil aggregates-associated carbon in different aggregate sizes and fertilization systems.

PA-24

새만금간척지에서 토양수분수지 변동 해석에 의한 땅콩 물소모 양상 평가

Water Consumption Patterns of Peanut Evaluated with Soil Moisture Balances in Saemangeum Reclaimed Land

이학성*, 정강호, 이광승, 서보성, 오양열, 옥희경
Haksung Lee*, Kangho Jung, Kwangseung Lee, Boseong Seo, Yangyeol Oh, and Heekyoung Oh
농촌진흥청 국립식량과학원
National Institute of Crop Science, Wanju, 55365, Korea

새만금간척지 농생명용지는 수분의 보유력이 약하고 지하수위가 높아 가뭄과 습해의 위험성이 크다. 본 연구는 새만금 간척지에서 땅콩 재배시 깊이별 토양수분함량(v/v, %)을 측정하고 토양수분수지를 산정하여 물 부족과 습해의 위험성을 평가하고자 하였다. 공시품종은 신팔광으로 5월 4일 파종하여 10월 6일 수확하였다. 토양수분함량은 프로파일형 센서를 이용하여 10 cm 간격으로 토심 120 cm까지 측정하였다. 기준증발산량은 펜만 몬타이쓰법으로 산정하였으며 증발산량은 토양수분감소량으로 산정하였다. 강우일은 증발산량 계산에서 배제하였다. 재배기간 총강우량은 731.5 mm, 총기준증발산량은 626.9 mm였다. 6월 초까지 토양수분은 토심 20 cm 이내에서 주로 소비되었으나 6월 중순이후 토심 50~60 cm에서도 토양수분의 감소가 나타났다. 토심 70 cm 이하에서는 토양수분함량이 유사한 수준으로 유지되었다. 토심 120 cm 토양수분저장량의 감소량을 증발산량으로 가정하여 평가할 경우 생육초기 작물계수(Kc ini)는 0.63, 최성기 작물계수(Kc mid)는 1.18, 생육후기 작물계수(Kc end)는 0.53으로 평가되었다. 토심 20 cm와 토심 50 cm 토양수분 자료의 활용시 Kc ini/mid/end는 각각 0.54/0.81/0.53과 0.59/1.15/0.73으로 토양수분수지를 이용하여 땅콩의 물소모량을 평가하기 위해서는 적어도 50 cm까지의 토양수분 저장량을 평가해야 하는 것으로 판단되었다. 7월 중순부터 9월 하순까지가 최성기로 구분되었다. 토양수분저장량은 8월 20일 328 mm로 가장 낮았으며 이 시기의 작물계수는 0.82로 최성기 평균 1.18의 70%에 불과하였다. 9월 이후 토양수분저장량은 400 mm 내외로 적정한 수준으로 유지되었다.

주제어: 새만금, 땅콩, 토양수분, 관개
주연구자 연락처: lhs0221@korea.kr (063-238-5472)

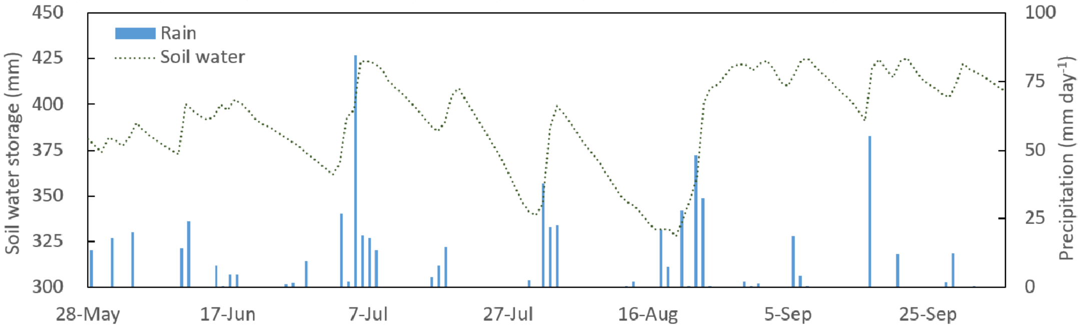


Fig. Changes in soil water storage within 120 cm depth under peanut cultivation in Saemangeum.

PA-25

장기연용 논에서 토양 유기물 함량에 따른 벼 생산량의 변화

Changes of Grain Yield according to Soil Organic Matter Contents in Paddy Field of Long-Term Application

변지은, 이윤혜, 김성헌, 아모콰 엠마뉴엘, 심재홍, 권순익*
Ji-Eun Byeon, Yun-Hae Lee, Seong-Heon Kim, Emmanuel Amoakwah, Jae-Hong Shim, and Soon-Ik Kwon*
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Soil and Fertilizer Management Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Korea

퇴비는 양분을 함유하고 있는 토양 개량제로서 유기물을 증가시키는 등 토양의 이화학적 특성 개선을 통해 작물 생산량에 영향을 준다고 알려져 있다. 본 연구는 퇴비 투입량에 따라 장기연용을 하였을 때 토양 유기물 함량에 따른 벼 생산량의 변화를 검토하고자 수행하였다. 시험포장은 1954년부터 운영중인 논포장으로 처리구는 무비구(NF), NPK, NPK+퇴비 7.5 ton ha^{-1}(NPKC7.5), NPK+퇴비 15 ton ha^{-1}(NPKC15), NPK+퇴비 22.5 ton ha^{-1}(NPKC22.5), NPK+퇴비 30 ton ha^{-1}(NPKC30)로 구성하였고, 사 용한 퇴비는 볏짚퇴비이다. 화학비료(N-P_2O_5-K_2O)는 표준시비량이 달라짐에 따라 1954~1970년에 75-75-75 kg ha^{-1}, 1971~1978년에 100-75-75 kg ha^{-1}, 1979~1985년에 150-86-86 kg ha^{-1}, 1986~2016년 에 110-70-80 kg ha^{-1}, 2017년부터는 90-45-57 kg ha^{-1}로 시용하였다. 토양 유기물 함량과 벼 생산량의 관계를 알아보기 위해 최근 20년간(2002~2021년)의 자료를 활용하여 상관관계를 분석하였으며, 분석 결과 토양 유기물과 벼의 생산량이 양의 상관관계를 보였다. 2021년에 토양의 유기물 함량은 NPKC30 (42 g kg^{-1}) > NPKC22.5 (38 g kg^{-1}) > NPKC15 (28 g kg^{-1}) = NPKC7.5 (28 g kg^{-1}) > NPK (22 g kg^{-1}) > NF (17 g kg^{-1}) 순으로 나타났으며, 퇴비 투입량이 많을수록 토양의 유기물 함량이 높았다. 벼의 생 산량은 NPKC22.5에서 9.6 ton ha^{-1}로 가장 많았으나 NPKC30 (9.2 ton ha^{-1}), NPKC15 (8.9 ton ha^{-1})과 차이를 보이지 않았으며, 모든 퇴비 처리에서 NF (3.6 ton ha^{-1})와 NPK (7.8 ton ha^{-1})보다 벼의 생산량 이 많았다. 본 시험 결과 토양 유기물 함량이 어느 수준을 넘으면 벼의 생산량은 차이를 보이지 않았지 만, 유기물 함량이 벼 생산량에 영향을 미치므로 토양 유기물을 25 g kg^{-1} 이상으로 관리해줄 필요가 있다.

주제어: 장기연용, 퇴비, 유기물, 벼
주연구자 연락처: sikwon@korea.kr

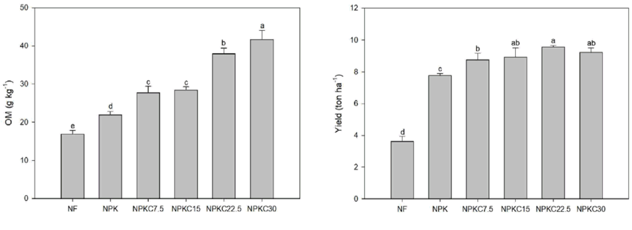


Fig. 1. Organic matter and Grain yield according to long-term application of compost(2021).

Table 1. Correlation between the organic matter and grain yield

Pearson's correlation(r)	OM
Grain yield	0.552**

** $p<0.01$

PA-26

새만금간척지에서 부분경운직파기를 이용한 사료작물 재배 효과 연구

A Study on the Cultivation of Forage Crops Using Partial Tillage Seeder in Saemangeum Reclaimed Land

이광승*, 정진, 강방훈[1], 조현숙
Kwangseung Lee*, Jin Jung, Banghun Kang[1], and Hyeounsuk Cho
국립식량과학원, [1]농촌진흥청
National Institute of Crop Science, Wanju, 55365, Korea
[1]Rural Development Administration, Jeonju, 54875, Korea

우리나라의 곡물자급률은 2020년 기준 19.3%로 경제협력개발기구(OECD) 38개국 중 최하위에 속한다. 곡물자급률 향상을 위해서는 국내 생산 비중이 낮은 사료용 곡물의 생산량을 늘려야 할 필요가 있다. 새만금간척지는 필지당 면적이 2ha 이상의 대면적으로 구성되어 대규모 경작이 가능하나 노동시간이 길고 대형농기계의 사용이 요구된다. 본 연구에서는 대규모 경작이 가능한 새만금간척지에서 시비+경운+파종+배토가 일관화된 부분경운직파기를 이용하여 사료작물 경작시 관행경운 파종 대비 노동력 절감 효과 및 생육을 비교하였다. 시험에 사용된 포장은 사료용 옥수수를 재배한 포장으로 수확 후 옥수수그루터기와 잡초가 자라는 상태였다. 사료작물은 호밀(곡우)과 트리티케일(조성)을 선정하였으며, 관행경운 파종(시비→경운(2회)→구획작업→파종(산파)→배토)과 부분경운직파기(줄뿌림)를 이용하여 파종량 호밀 240 kg/ha와 트리티케일 220 kg/ha를 각각 파종하였다. 부분경운직파기를 이용하여 사료작물을 파종한 결과 관행경운(산파)에 비해 농작업 시간은 약 72.4%, 작업인력은 약 77.8%가 절감되었다. 또한 부분경운직파기는 전면 경운에 의한 비산먼지 감소와 기계 농작업의 간편화를 통해 노동력 절감뿐만 아니라 농작업자의 편의성도 높아질 것으로 판단된다. 간척지에서 부분경운직파기를 이용하여 파종한 호밀과 트리티케일의 단위면적당 출현율은 모두 부분경운직파에서 높았으며, 단위면적당 경수는 부분경운(호밀 1,690개/m^2, 트리티케일 840개/m^2)이 관행경운(호밀 745개/m^2, 트리티케일 775개/m^2)보다 월등히 높았다. 수확기 건중량 역시 부분경운(호밀 12.2Mg/ha, 트리티케일 14.4Mg/ha)이 관행경운(호밀 9.5Mg/ha, 트리티케일 12.2Mg/ha)보다 높았다. 본 연구를 통해 새만금간척지에서 부분경운직파기를 이용하여 사료작물을 파종하면 노동력 절감과 함께 사료작물 생산이 유리하였다. 다만 간척지에서 부분경운직파기를 이용한 사료작물의 안정생산 재배방법에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

주제어: 부분경운직파기, 호밀, 트리티케일, 새만금간척지
주연구자 연락처: kslee15@korea.kr (063-238-5478)

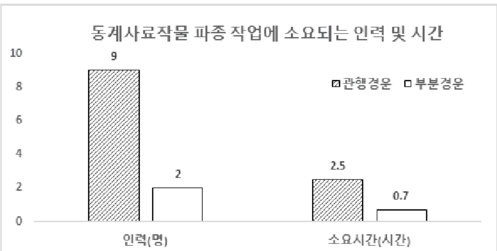
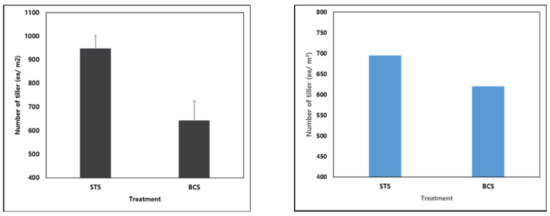


Fig. Effect of reduce labor for sowing.



(Rye) (Triticale)

Fig. Number of stems according to sowing method.

PA-27

최소경운을 실시한 논에서의 휴경기 중 온실가스 배출 변화

Change of Greenhouse Gas during Rice Paddy of Fallow Season to Minimum Tillage

진주현, 최은정, 이형석, 이종문, 이선일, 박혜란, 유예슬, 권효숙*
Juhyeon Jin, Eunjung Choi, Hyeongseok Lee, Jongmun Lee, Sunil Lee, Hyeran Park, Yeseul Yu, and Hyosuk Gwon*
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

최소경운은 땅을 갈아엎는 것을 생략하고 작물 정식이 이루어지는 일부분만 경운 하는 농작업을 일컫는다. 토양 입단이 보존되어 물리성을 개선하고 유기물 함량을 증진시킬 수 있는 농법으로 잘 알려져 있다. 특히 논에서는 최소경운을 실시하였을 때 경운 대비, 68%의 메탄(CH_4) 감축 사례가 확인되기도 하였다. 그러나 선행연구는 작기 중 메탄 배출량만을 조사한 것으로, 작기와 달리 호기적 환경인 휴경기에서 최소경운의 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 휴경기 논에서 최소경운이 온실가스 배출에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그리고 차후 최소경운에 의한 연중 온실가스 배출 특성 평가를 위한 기초자료로 활용, 온실가스 감축 전략 수립에 도움이 되고자 한다. 연구는 경운대조구(tillage, T)와 최소경운구(minimum tillage, MT)로 구분하여 관리된 논 토양에서 벼 수확 이후부터 이듬해 논에 물을 대기 전까지 조사를 실시하였다. 토양으로부터 온실가스 배출은 폐쇄형 챔버법을 이용하여 시료를 채취, 기체크로마토그래피를 활용하여 정량 분석하였다. 동시에, NECB (Net Ecosystem Carbon Budget)법을 활용하여 경운 여부에 따른 토양 탄소 변화량을 구하여 순 온실가스배출량(net global warming potential, net GWP)을 산정하였다. 실험결과 경운구와 최소경운구에서 메탄은 각각 0 kg ha^{-1}, 9.22 kg ha^{-1}, 아산화질소(N_2O)는 1.69 kg ha^{-1}, 1.42 kg ha^{-1}이 배출되었다. 토양 탄소 변화량은 경운구가 -979.56 kg C ha^{-1}, 최소경운구는 -1140.14 kg C ha^{-1}로 휴경기 논에서의 탄소 유출이 확인되었다. 그 결과 온실가스 배출 및 토양 탄소 변화량을 반영한 net GWP 값은 경운구 4.09 Mg CO_2-eq. ha^{-1}, 최소경운구 4.92 Mg CO_2-eq. ha^{-1}로 나타났다. Net GWP의 값에서 대부분 두 처리구 모두 NECB의 값이 85%이상 비율을 차지하였고 다음으로 N_2O의 비율은 경운구와 최소경운구에서 각각 12%, 8.6% 차지하였다. 본 결과를 토대로 차후 연중 최소경운의 온실가스 배출 특성을 반영한 온실가스 감축 전략 수립 시 휴경기에는 토양 탄소 및 N_2O 배출 관리에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 최소경운, 온실가스, 휴경기, 논
주연구자 연락처: j199911@naver.com (010-3690-5035)
***교신저자 연락처:** gwonhs@korea.kr (063-238-2485)

사사: 이 연구는 “PJ015587(논에서 온실가스 감축을 위한 최소경운 농법의 현장 실증 및 저탄소 표준재배기술 개발)”의 지원으로 수행되었습니다.

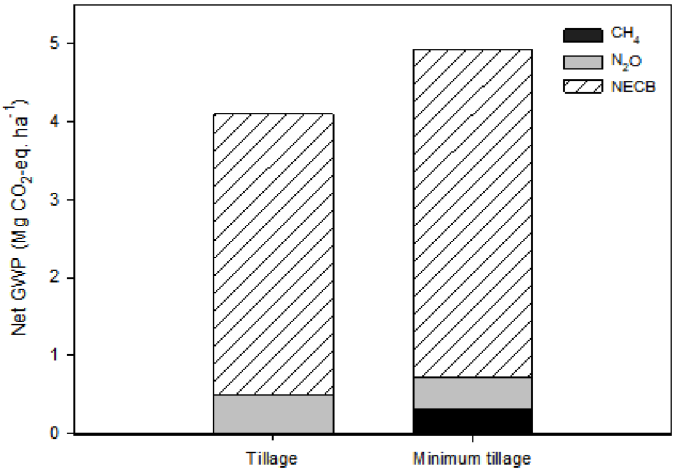


Fig. 1. Net global warming potential (net GWP) under different tillage systems during fallow season in rice paddy.

PA-28

계사의 수분조절능력 향상을 위한 깔짚소재별 수분흡수속도 평가

Evaluation of Water Absorption Speed for Litter Materials to Improve the Water Control Ability of Broiler Litter

박유진*, 이수림, 이재훈, 최아영, 박종환[1], 서동철
Yu-Jin Park*, Su-Lim Lee, Jae-Hoon Lee, Ah-Young Choi, Jong-Hwan Park, and Dong-Cheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21&농업생명과학연구원), [1]동아대학교 생명자원산업학과
Division of Applied Life Science (BK21&Institute of Agriculture and Life Science),
Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[1]Department of Life Resources Industry, Dong-A University, Busan, 49315, Korea

육계를 사육하기 위해서는 깔짚의 관리가 중요하다. 깔짚의 수분함량이 높아지면 깔짚이 뭉쳐지고 닭의 다리에 묻어 여러 질병을 유발한다. 현재 국내 육계 농가에서는 주로 왕겨와 톱밥을 깔짚 재료로 사용하고 있다. 왕겨는 농가에서 많이 사용하고 있지만 수분 흡수율이 좋지 않아 계사바닥이 오염되기 쉽거나 질어 질 수 있다. 톱밥은 수분 흡수율 측면에서 보면 우수하지만 가격이 비싸고 구하기 어렵다. 몇몇 연구진에 의해 깔짚 재료로 바이오차, 피트모스, 코코피트 등을 사용한 깔짚화 연구가 진행되고 있다. 이에 본 연구에서는 왕겨, 톱밥, 바이오차, 피트모스 및 코코피트에 실제 육계분을 투입하여 깔짚소재별 수분함량과 수분흡수속도를 평가하고자 하였다. 1일 발생량에 해당하는 계분뇨를 매회 1일씩 투입하여 깔짚과 섞어주고 하루 뒤에 수분함량을 조사하였다. 수분함량은 전체적으로 계분뇨 투입량이 증가함에 따라 초기에 급격하게 증가하는 경향을 보였지만 일정한 수분함량에 도달하고 나서는 더 이상 증가하지 않는 경향을 보였다. 60일 동안 계분뇨를 투입한 결과 수분함량은 피트모스 > 왕겨 ≒ 톱밥 ≒ 코코피트 > 바이오차 순으로 높았다. 계분뇨 투입에 따른 깔짚의 수분함량을 이용하여 깔짚에 처리된 계분뇨 처리일수에 따른 일차 수분흡수속도 방정식과 구간별 수분흡수속도를 조사하였다. 깔짚소재별 초기 수분흡수 속도는 코코피트(0.092) > 바이오차(0.0771) > 톱밥(0.055) > 피트모스(0.054) > 왕겨(0.044) 순으로 빨랐다. 이러한 결과들을 바탕으로 바이오차, 피트모스 및 코코피트는 왕겨와 톱밥을 대체하여 육계 사육에 쓰이는 깔짚 재료로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 육계분, 깔짚, 수분함량, 수분흡수속도
주연구자 연락처: dcseo@gnu.ac.kr (055-772-1963)

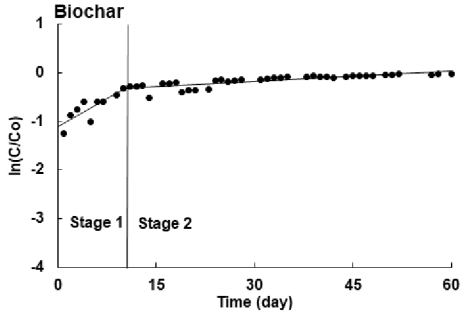


Fig. 1. 계분뇨 투입량에 따른 바이오차의 흡수속도.

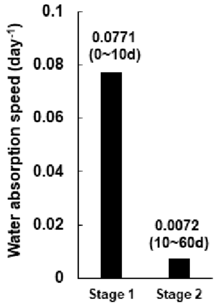


Fig. 2. 각 단계별 바이오차의 수분흡수속도.

PA-29

토양정보의 표준화를 위한 우리나라 농경지의 용적밀도 추정 모델 적용성 검토

Review of Applicability of Bulk Density Estimation Model for Korean Agricultural Land for Standardization of Soil Information

손연규, 고우리, 서병환, 조송래, 박성진
YeonKyu Sonn, WooRi Go, ByungHwan Seo, SongRae Cho, and SeongJin Park
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences,
Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

토양에서 용적밀도는 단위부피당 존재하는 토양의 질량으로 농경지 토양의 이화학성을 판단하는 중요한 인자이며 실제로 측정하기가 쉽지 않아 데이터가 많이 없는 실정이다. 용적밀도는 또한 토양탄소 저장량을 산정하기 위한 필수요소이다. 그러나 농경지 토양조사에서는 자갈함량이 많은 토양, densic 토양 등 용적밀도 함량이 측정되지 못한 경우가 많다. 많은 학자들이 토양 데이터에서의 용적밀도 함량 결여를 해결하기 위하여 Pedotransfer function(PTF)을 이용하여 용적밀도를 추정하기 위한 모형을 개발하여 왔다. 국내에서는 토양조사분류자료의 모래와 유기물함량을 가지고 Adams(1973) 식에 대입하여 추정한 사례가 있다(Hong et al.; Lee et al.; Park et al.). 본 연구에서는 국제식량기구(FAO)가 토양탄소 저장량 산정을 위해 국제적으로 추천하는 여러 용적밀도 추정식 중에 국내 토양조건과 가장 적합한 모델을 찾고자 하였다. 모델검증을 위해 사용한 국내 토양 데이터는 세부정밀토양조사 자료(Yellow book, White book), 농업환경변동조사자료(1999~2020) 이었으며 논, 밭, 과수, 시설(2014~2017) 1,170점의 데이터를 가지고 있으며 모래, 미사, 점토, 유기물, 용적밀도 함량을 가지고 있어 다음의 추론 모델의 적용이 가능하였다. 비교모델은 Saini(1966), Drew(1973), Jeffrey(1970), Grigal et al.(1989), Adams(1973), Honeysett and Ratkowsky(1989) 식이 있고 모델검증을 위해 추론식으로 얻은 용적밀도값과 실제 측정된 용적밀도를 비교하여 R^2, Concordence, MSE, RMSE를 평가하였다. 이 중 R^2, RMSE를 주로 하여 평가하였고 연구결과를 요약하면 토양조사자료에 가장 적합한 모델식은 Adams(1973) 식이었으며 결정계수는 0.672로 가장 높았고, RMSE값은 네 번째로 낮아(0.288) 가장 활용성이 높은 것으로 판단되었다. 농업환경변동조사 자료에 가장 적합한 모델식은 Grigal et al.(1989) 식이었으며 결정계수는 0.604로 가장 높았고, RMSE값은 세 번째로 낮아(0.179) 가장 활용성이 높은 것으로 판단되었다. 본 연구를 통해 여러 용적밀도 추정식을 이용하여 농경지의 가장 적합한 용적밀도 추론모델을 찾아낼 수 있었으며 향후 용적밀도가 결여된 많은 토양자료에서 이용이 가능할 것으로 기대한다.

주제어: 용적밀도, PTF, 탄소 저장량, 모델
주연구자 연락처: sonnyk@korea.kr

PA-30

수량화방법 I에 의한 고사리의 토양적성도 설정

Establishment of Bracken's Soil Suitability with the Quantification Theory I

조송래*, 손연규, 고우리, 서병환
Songrae Cho*, Yeonkyu Sonn, Woori Go, and Byunghwan Seo
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju-gun, 55365, Korea

토양 적성등급은 작물의 수량을 기준으로 토양의 잠재적인 생산력을 판단하여 토양통별로 등급을 구분한 것이다. 토양 적성등급은 총 네 가지로 최적지, 적지, 가능지, 저위생산지 순으로 구분된다. 이같이 등급을 구분하는 이유는 농민들이 토양의 특성을 고려하여 재배하고자 하는 작물을 선택하는 데 도움을 주기 위함이다.

토양의 적성등급을 설정하는데 많은 토양특성 중 어떤 요인이 고려되어야 하는지 선택이 필요하다. 결정요인은 항목 간의 중복성, 기존에 사용 유·무 및 차이점, 객관적인 근거값 제시 여·부 등의 고려사항을 기준으로, 기존에 66작물의 토양 적성등급 설정에 사용되었던 토양특성 중 가장 많이 쓰인 심토토성, 배수등급, 유효토심, 경사, 자갈함량을 선택하였고, 그 외에 경반층(hardpan) 등의 요인들은 특이 작물들에 필요할 경우 추가할 예정이다.

결정요인을 적용할 작물은 농업경영체에 등록되어있는 작물 (약 1,000작물) 중 목본류, 시설작물 등 6가지 제외요인을 기초로 필지 수가 가장 많은 고사리를 선정하였다. 고사리의 수량 및 토양특성 조사를 위해 조사 위치를 선정하고자 ArcGIS 프로그램을 활용하여 시·군 단위의 지형도와 전국 고사리 재배 필지 위치정보를 합하여, 전국 고사리 재배 필지 분포도를 작성하고 읍·면·동별 재배 필지의 밀도를 확인하여 필지 수가 많은 시·군 중 위치선정 기준에 부합하는 지역을 후보로 선정하였다. 후보로 선정된 지역의 재배 필지에 과거 조사된 토양특성을 합하여, 필지 내 토양특성이 가장 다양한 전라북도 남원시를 조사 위치로 선정하였다. 현지 고사리 재배지의 수량 조사와 현장 토양특성 조사를 통해 수량 값과 토양특성을 도출하였다. 수량과 토양특성 간의 관계를 확인하기 위해 토양특성 별 수량의 분포를 확인한 결과, 심토토성은 18~35%의 점토함량을 가진 식양질, 미사식양질에서, 배수등급은 약간불량, 유효토심은 100cm이상, 자갈함량은 15~35%, 경사는 30% 이상에서 가장 높은 수량 값을 보였다. 해당 결과들이 대표성을 갖기 위하여 세 가지 항목을 포함한 편상관계수를 구해본 결과, 배수등급 0.22, 토성 0.16, 자갈함량 0.14, 경사 0.14, 유효토심 0.09의 값으로 배수등급에 의한 영향이 가장 큰 것으로 나타났다. 앞서 구하여진 고사리의 토양적성등급을 우리나라 토양상 1,361개에 대한 토양특성(심토토성, 배수등급, 유효토심, 자갈함량, 경사)에 적용하여 토양 세부요인에 대한 수량 예측값을 산출한 결과 수량 예측치의 범위는 35~73kg/10a였으며, 최적지 92개(7%), 적지 487개(36%), 가능지 421개(31%), 저위생산지 361개(27%)로 분류되었다.

주제어: 토양적성등급, 결정요인, 미설정작물, 고사리
주연구자 연락처: srchoo@korea.kr (063-238-2426)

PA-31

경상북도 시군 농업기술센터 토양검정 정도관리 및 농경지 유형별 토양 화학성 분포 조사

A Study on the Soil Test Quality Management of Agricultural Technology Center in Gyeongsangbuk-do and the Distribution of Soil Chemicals by Agricultural Soil

정연규*, 정혜정, 허창석, 남효훈, 박석희
Yeongyu-Jeong*, Hye-Jeong Jeong, Hyo-Hoon Nam, Changsuk-Huh, and Seukhee Park
경상북도농업기술원 농업환경연구과
Division of Agricultural Environment Research, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Deagu 41404

국가 농경지의 건전한 토양관리 및 농산물의 안정적인 생산을 위한 친환경 농업기반을 구축하기 위해서는 전국 농경지의 과학적 토양검정이 필요하며, 검정결과에 근거한 비료사용처방 발급으로 적정시비, 화학비료 절감에 기여할 수 있다. 경상북도 시군 농업기술센터에서는 매년 대표필지의 토양 이화학성을 분석하여 농가들이 이용할수 있도록 토양검정정보시스템인 흙토람 데이터를 업데이트 하고 있다. 본 연구에서는 토양검정 정도관리를 위해 경북 23개 농업기술센터 대상으로 3가지 시료에 대한 pH, EC, 유기물, 유효규산(논), 유효인산, 치환성양이온(K, Ca, Mg), 석회소요량의 분석결과를 국립농업과학원, 경상북도농업기술원의 결과값과 비교하여 그 정확성을 판단하였으며, 경북지역유형별 토양 화학성 분포를 조사하였다. 경북 전체 평균값은 전국 8개 도원 및 농과원 분석값은 기준값과 비교했을 때, 유효인산과 석회소요량 부분에서 차이가 발생하였으나 개별 시료분석값을 살펴보면 유효인산과 치환성 양이온, pH의 Z-score가 높게 나타났다. 각 항목별 오차원인은 pH의 경우, 전극관리미흡, 1회당 분석량 과다, 보정주기 미흡으로 나타났으며, 유기물은 자동분석기 사용, 시료조제 미흡으로 판단되었다. 또한 유효인산은 검량선 조절선 미흡, 침출액 pH 조절이 미흡하였으며, 유효규산은 발색시간 미준수가 오차의 주요 원인이었다. 치환성양이온의 경우 침출액 pH 및 표준용액 농도조절 미흡으로 인해 오차가 가장 많이 발생하였다. 경북지역 농경기 유형별 토양화학성 분포조사 결과, 논에서는 유효인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘에서 20~30% 지점이 적정이었으며, 유효규산은 50%정도가 적정수준이었다. 시설재배지에서는 유효인산, 칼륨, 칼슘 등의 양분이 과다로 측정되었으며, 특히 칼슘의 경우 84%의 토양이 과다지점이었다.

주제어: 토양검정, 정도관리
주연구자 연락처: yglosa9897@korea.kr (010-8258-9897)

Table 1. 시료 A, B, C 분석결과

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Avail. P_2O_5 (mg/kg)	Exch. Cations($cmol_c/kg$) K	Ca	Mg	Avail. SiO_2 (mg/kg)	LR (kg/10a)
허용	18	21	21	16	12	20	16	19	21
주의	2	1	2	2	3	2	3	1	2
불가	3	1	0	5	8	1	4	3	0
계	23	23	23	23	23	23	23	23	23

PA-32

경북지역 과수원 토양 물리성 변동 특성

Characteristics of Soil Physical Properties of Orchard in Gyeongbuk Province

정연규*, 정혜정, 허창석, 남효훈, 박석희
Yeongyu-Jeong*, Hye-Jeong Jeong, Hyo-Hoon Nam, Changsuk-Huh, and Seukhee Park
경상북도농업기술원 농업환경연구과
Division of Agricultural Environment Research, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Deagu 41404

농경지 농업환경변동 조사는 친환경 안전농산물 생산 및 농업환경자원 보전을 위해 범국가적 차원에서 논, 밭, 과수원, 시설재배지에 대해 4년 주기로 실시되고 있는 사업이다. 특히 토양 물리성은 토양 내 공기순환 및 양·수분 이동과 밀접하게 관련되어 작물수량, 품질에 큰 영향을 주는 항목으로, 최근 대형농기계 사용 증대로 물리성 악화가 지속적으로 보고되고 있기 때문에 작물 근권의 지속적인 모니터링이 필요하다. 이에 본 연구에서는 2014년, 2018년, 2022년 경상북도 과수원 토양의 물리적 특성을 조사하여 각 연차별 대비 변화양상을 파악하고자 물리성 조사를 수행하였다. 토양 물리성 조사지점은 13개 시군 40지점 중 부지가 변경된 지점을 제외한 지점인 20지점에 대하여 실시하였다. 시료는 작토심 기준으로 표토와 심토를 구분하여 채취하였고, 현장에서 휴대용 경도계를 사용하여 심토의 경도를 측정하였다. 토성은 비중계법으로 측정하였고, 코어를 활용하여 용적밀도, 삼상, 공극률는 측정하였다. 토양 물리적 특성 중 용적밀도는 2018년에는 2014년 대비 표토, 심토 각각 0.17g m^{-3}, 심토 0.09g m^{-3} 감소하였으나, 2022년에는 2018년 대비 표토 0.02g m^{-3} 감소, 심토 0.01g m^{-3} 증가하였으나 증가폭이 2014년 대비 적었다. 공극률은 2018년에 표토 55.1%, 심토 47.4%로 2014년 대비 6.5%, 3.1% 증가하였으나, 2022년에는 2018년과 비슷한 값을 나타내었다. 유기물 함량은 2018년에는 2014년 대비 감소하였으나, 2022년에는 2014년도 정도로 다시 회복되었다. 이상의 결과로부터 토양용적밀도는 2014년 대비 점차 감소하고, 공극률이 증가되어 물리성이 어느정도 이상으로 향상되는 방향으로 진행되었으며, 유기물 함량은 농가에서 어떻게 관리하는냐에 따라 그 편차가 큰 것으로 나타났다.

주제어: 토양 물리성, 용적밀도, 공극률, 유기물함량
주연구자 연락처: yglosa9897@korea.kr (010-8258-9897)

Table. The physical properties of orchard soils in Gyeongbuk province

Year	Class	Bulk density ($g\ cm^{-3}$)	Porosity (%)	Hardness (mm)	Particle size distribution(%) Sand	Silt	Clay	OM ($g\ kg^{-1}$)
2014	Top	1.36±0.11[z]	48.6±4.3	-	45.3±16.4	47.3±13.5	7.4±7.9	35.5±18.9
	Sub	1.47±0.12	44.4±4.7	19.1±2.5	46.6±17.2	43.8±11.1	9.6±9.2	17.4±9.5
2018	Top	1.19±0.15	55.1±5.5	-	49.7±15.7	35.6±10.6	14.7±6.8	26.5±10.8
	Sub	1.38±0.16	47.4±5.6	17.9±3.3	49.4±15.4	36.2±9.9	14.4±8.5	11.1±5.8
2022	Top	1.17±0.11	54.1±4.2	-	47.6±18.7	42.6±9.6	9.8±7.2	31.2±8.8
	Sub	1.39±0.14	46.4±4.3	18.9±2.6	47.4±16.3	43.2±12.9	9.4±7.5	8.1±4.8

[z] means standard deviation (30 sites)

PA-33

전남지역 과수원 토양물리성 변화 특성

Change Characteristics in Physical Properties on Orchard Soils in Jeonnam Province

곽경진[1]*, 김현지[1], 김성우[1], 이소연[1], 최덕수[1], 이진우[1], 허승오[2]
Kyungjin Kwak[1]*, Hyeonji Kim[1], Sungwoo Kim[1], Soyeon Lee[1], Deoksoo Choi[1], Jinwoo Lee[1], and Suengoh Heo[2]
[1]전라남도농업기술원, [2]농촌진흥청 국립농업과학원
[1]Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea
[2]National Institute of Agricultural Scence, RDA, Wanju 55365, Korea

지속 농업을 실천하고 농산물의 안정적 생산성을 보장하기 위해 농경지의 토양환경에 대한 과학적인 조사와 평가가 이루어져야한다. 특히 과수는 식재 후 이식이 어렵기 때문에 건전한 재배환경을 유지할 수 있도록 토양상태를 주기적으로 진단하여야한다. 토양 물리성은 화학성과 같이 토양의 질을 대표하는 지표 중의 하나로 수분보유력 뿐만 아니라 토양내 양분완충력 등을 평가하는데 중요한 요소이다. 본 연구는 전남지역 과수원 토양의 물리적 특성을 4년 주기로 2014~2022년에 조사하여 과수재배에 적합한 토양 유지를 위한 기초 자료로 활용하는데 있다. 주요 조사항목으로는 작토심, 산중식 경도, 용적밀도, 유기물함량, 삼상 등이 있다. 전남의 과수토양 작토심은 14.0cm('14)에서 20.0cm('18)로 증가하였다가 22년도에 18.2cm로 약간 감소한 반면, 산중식 경도는 22.2mm에서 21.1mm로 감소하다가 23.6mm로 증가하는 경향을 보였다. 심토 용적밀도는 1.41 Mg m^{-3}, 1.43 Mg m^{-3}, 1.39 Mg m^{-3}으로 큰 변화가 없었다. 이상의 결과로 전남지역 과수원 토양물리성은 용적밀도 기준으로 큰 변화 없이 유지되고 있음을 알 수 있다.

주제어: 토양물리성, 과수원, 용적밀도
주연구자 연락처: kjin20@korea.kr (061-330-2505)

Table 1. 전남지역 과수원 토양물리성 변화 특성(2014~2022)

농지이용형태	시기	작토심(cm)	경도(mm)	심토용적밀도(Mg m^{-3})
과수	2014	14.0	22.2	1.41
	2018	20.0	21.1	1.43
	2022	18.2	23.6	1.39

PA-34

충북지역 토지이용별 대표지점 토양의 화학적 특성

Chemical Properties of Representative Soil by Land Use in Chungbuk Province

서보민*, 박계원, 안현모, 김주형, 김인재, 윤미정
Bomin Seo*, Kye-Won Park, Hyeonmo Ahn, Juhyoung Kim, Injae Kim, and Mijeong Yoon
충청북도농업기술원
Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

대표필지 중심 토양검정 사업은 지역별 대표성 있는 지점의 토양화학성 평균자료를 제공함으로써 토양개량제 지원, 친환경농자재지원 등 정책사업의 근거자료로 사용되고 있다. 충북지역에서는 11개 시군을 대상으로 지역별 농경지 분포면적을 고려하여 4,580개 지점을 대표필지로 선정하고, 토양화학성을 조사 및 분석하였다. 본 연구는 2021년 조사된 토양검정 자료를 분석하여 토양화학성을 평가하였다. 토지이용형태별로 평균 pH, EC, 유효인산은 모두 적정범위에 속하였으나, 유기물 함량은 과수원에서 31 g kg^{-1}로 적정범위 보다 높았다. 치환성 칼리는 모든 지목에서 적정범위를 초과하였으며, 치환성 칼슘도 논토양을 제외한 지목에서 적정범위보다 높았다. 치환성 마그네슘은 논토양에서는 적정수준 미만이었으며 그 외 지목에서는 적정범위에 속하였다. 평균만으로는 토지이용별로 대부분 비옥한 상태라고 볼 수 있으나, 최대, 최솟값을 보면 적정범위를 과하게 초과하거나, 적정범위에 미치지 못하는 농경지도 있는 것으로 확인된다. 앞으로도 농경지 양분함량에 대한 모니터링을 통해 농경지 양분의 양극화를 해소하고, 지속가능한 농업을 위한 정책과 기술개발이 필요할 것으로 보인다.

주제어: 충북, 대표필지, 화학성, 토양검정
주연구자 연락처: sbomin24@korea.kr (043-220-5662)

Table 1. Chemical properties of Arable Land by Land Use in Chungbuk Province

Land Use	Item	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	$Av.P_2O_5$ (mg kg^{-1})	Ex. Cations (Cmol$^+$ kg^{-1}) K	Ca	Mg	$Av.SiO_2$ (mg kg^{-1})
Paddy	Mean	6.2	-	23	174	0.34	5.5	1.3	188
	Max	9.5	-	60	2134	5.63	29.3	20.0	1083
	Min	4.3	-	2	1	0.01	0.2	0.1	22
Optimal range		5.5~6.5	≤2.00	20~30	80~120	0.20~0.30	5.0~6.0	1.5~2.0	157≤
Upland	Mean	6.7	0.70	26	455	0.74	8.0	2.1	-
	Max	9.1	10.00	184	2569	6.17	29.9	30.0	-
	Min	4.4	0.02	1	2	0.01	0.1	0.1	-
Optimal range		6.0~7.0	≤2.00	20~30	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0	-
Orchard	Mean	6.8	0.80	31	546	1.00	8.4	2.2	-
	Max	8.5	7.00	97	1769	4.82	23.8	6.6	-
	Min	4.8	0.07	11	29	0.01	1.98	0.3	-
Optimal range		6.0~7.0	≤2.00	20~30	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0	-
Plastic Films House	Mean	6.3	1.60	23	423	0.95	7.3	2.0	-
	Max	7.3	10.00	50	2296	4.07	18.4	7.0	-
	Min	4.6	0.01	10	18	0.03	0.4	0.1	-
Optimal range		6.0~7.0	≤2.00	25~35	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0	-

PA-35

해성평탄지 토양인 창제통 특성 및 분류

Taxonomical Classification and Characteristics of Changje Series Distributed on Fluvio-Marine

서병환, 손연규, 고우리, 조송래
Byunghwan Seo, Yeonkyu Sonn, Woori Go, and Songrae cho
국립농업과학원 토양비료과
Soil and Fertilizer Division, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Kore

우리나라의 서해안에 분포하고 있는 새만금 농생명용지는 총면적 9,430ha이며 5공구를 시작하여 1, 4, 7공구 및 기능성작물단지 총 5,907ha의 면적을 간척하였으며 나머지는 진행중이다. 우리는 새만금 토양도 작성 및 토양 활용을 위하여 토양조사를 수행하였다. 수행 결과 기존의 토양통 다른 특성을 보이는 A-염포, A-광포통을 확인할 수 있었다. 특히 많은 면적을 차지하고 있는 A-광포통은 기존의 광포통과 논문을 통해 차이를 규명하였다. 이 연구는 새로 설정된 창제통의 토양 특성을 통한 토양분류를 수행하고자 하였다.

A층(0~13cm), B층(13~100cm)과 C층(100cm~)으로 대별되었으며 주토색은 회색계이다.

토성은 사양질이며 21~100cm에서 판상의 구조를 가지고 있으며 그 하부에서는 구조 발달이 없었다.

점착성과 가소성이 전층에서 미약하게 존재하였으며, 표토에서 100cm까지 뿌리를 관찰 할 수 있었다.

유사한 토양인 광포통(coarse loamy, mixed, nonacid, mesic family of Fluvaquentic Endoaquepts)과 비교하면 둘다 배수등급은 약간불량이나 표면에서 50cm 사이의 반문의 양을 보면 광포통은 2~19%이며 창제통은 20~49%로 차이를 보이고 있다.

Inceptisols 기준으로 볼 때 토양 표면 아래 20~50cm 사이의 점토함량이 8%이상으로 나타났으며 표면에서 50cm 사이 층위에서 ESP는 15% 이상이었으나 50cm 아래로 증가하였으므로 Inceptisols의 기준에 부합하지 않아 Entisols로 분류할 수 있었다.

ECe, pH, ESP, SAR 분석결과 Saline, Sodic, Saline-Sodic soil에 포함되지 않았다.

주제어: 새만금 농생명용지, 창제통, 치환성나트륨퍼센트(ESP)
주연구자 연락처: sbhsbhlove@korea.kr (063-238-2456)

PA-36

토양 특성 분석을 기반으로 한 농경지에서의 토양질 평가

Soil Quality Assessment in Agricultural Soil Based on Soil Physicochemical and Biological Properties

홍영규[1], 김진욱[1], 이초롱[2], 김성철[1]*
Youngkyu Hong[1], Jinwook Kim[1], Chorong Lee[2], and Sungchul Kim[1]*
[1]충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과, [2]농촌진흥청 국립농업과학원 농업환경부 유기농업과
[1]Department of Bio-Environment Chemistry, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea
[2]Organic Agricultural Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea

최근 토양 관리 전략은 작물 생산성의 향상 뿐만 아니라 토양을 보존하기 위해 토양 질(soil quality)을 관리하는 방향으로 전환되고 있다. 본 연구의 주요 목적은 토양의 물리, 화학, 생물학적 특성에 기반한 토양질 평가 방법을 개발하는 것이다. 농경지 토양은 일반 관행 농경지와 중금속 오염복원 농경지 토양 각각 100점과 81점씩 총 181점에 대한 이화학적 및 생물학적 특성 분석 결과를 토대로 토양질 평가를 실시하였다. 토양의 다양한 이화학적 및 생물학적 특성 중 용적밀도, pH, 전기전도도(electriclal conductivity, EC), 토양유기물, 유효인산, CEC, 토양호흡. 토양효소(beta-glucosidase)를 평가하였으며, 토양화학 분석법(국립농업과학원)을 참고하여 측정하였다. 농경지와 복원 농경지 토양에 대한 이화학적 특성 분석 결과 용적밀도의 측정 값과 측정 범위는 농경지: 1.34 (0.78-1.71), 복원 농경지: 1.31 (0.72-1.69)로 조사되었으며, pH는 농경지: 6.20 (3.90-8.21), 복원 농경지: 6.64 (4.72-8.05)로, EC는 농경지: 0.48 (0.12-1.52) dS m^{-1}로, 복원 농경지: 0.60 (0.06-6.51) dS m^{-1}로 나타났다. 또한 생물학적 특성인 토양호흡 측정 결과 농경지: 56.11 (14.67-155.47) CO_2 mg kg^{-1} day^{-1}, 복원 농경지: 45.88 (2.93-120.27) CO_2 mg kg^{-1} day^{-1}로 나타났으며, beta-glucosidase 활성은 농경지: 2.90 (0.38-13.47) μmol PNP g^{-1}, 복원 농경지: 2.10 (0.05-12.64) μmol PNP g^{-1}로 분석되었다. 이와 같은 토양의 이화학적 및 생물학적 분석 데이터들과 토양 건강성 평가 모델식을 이용하여 일반 농경지 토양과 복원 농경지 토양의 건강성을 평가하였다. 토양의 용적밀도, pH, EC는 일반 토양과 복원 토양에서 큰 차이를 나타내지 않았지만, 토양유기물과 생물학적 특성인 토양호흡량, beta-glucosidase 활성은 복원 토양보다 일반 농경지 토양에서 더 높게 나타났다. 이러한 결과들 기반으로 지속가능한 농업시스템 구축을 위한 토양 건강성 평가 기술 및 모델을 고도화 할 수 있을 것이라 사료된다.

주제어: Soil pollution, Soil quality assessment, Soil property, Soil enzyme activity
주연구자 연락처: sckim@cnu.ac.kr (042-821-6737)

PA-37

Feasibility of Rice Husk as an Alternative Source of Plastic Mulching Film: Maintaining Soil Moisture and Temperature, Increasing Maize Productivity and Mitigating Greenhouse Gas and NH_3 Volatilization in Upland Soil

Suyong Park[1], Yeomyeong Lee[2], Eunsu Park[1], Sohee Yoon[2], and Sang Yoon Kim[1,2]*
[1]Department of Bio-Environmental Sciences, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[2]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

Plastic mulching system (PM) has been considered an effective way for increasing crop yield, mainly enhancing soil temperature and moisture content in agriculture. However, PM can lead to serious environmental problems by generating plastic residues and accelerating soil organic matter (SOM) decomposition, which deteriorating overall soil agricultural ecosystems. Therefore, developing alternative mulching system should be required but its overall impacts were rarely investigated yet. In this study, mulching treatments were set up at different application levels of RH 0 (no mulching, control), 10, 20, 40 and 80 Mg ha^{-1} with RH, which were compared to the plastic mulching film in a maize-cultivated field under the recommended fertilization. Soil temperature and moisture content were periodically monitored based on soil sensers. Greenhouse gas (GHG) and NH_3 emissions were investigated by static chamber method. After the harvesting, soil properties, maize yield, and greenhouse gas intensity (GHGI) were also investigated. Highest mean soil temperature and moisture contents were observed in PM treatment among all the treatments, which was not comparable with other RH treatments. PM treatment showed lowest NH_3 volatilization rate whereas RH 10 was highest and then gradually decreased with increasing RH application rates. This result might be related to increased soil moisture content and physical protection on surface soil at PM. All mulching significantly increased greenhouse gas emissions during cultivation. However, PM treatment recorded highest global warming potential (GWP) among all mulching treatments, and then gradually decreased with increasing RH application levels. Maize yield significantly increased under all the mulching systems, but there was no statistical difference between PM and RH mulching, except for RH 80 treatment shown as highest productivity. GHGI index significantly increased with all mulching treatments as compared to the control. However, PM showed highest GHGI among all the RH treatments. In contrast, RH 10 was most effective mulching on mitigating the index. In conclusion, RH mulching could be considered an alternative way to maintain crop productivity and mitigate environmental impact during maize cultivation.

Keywords: Ammonia, Corn, Global warming potential, Plastic mulching, Organic mulching
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (82-61-750-5189)

PB-01

경기도 과수원 토양의 화학성 분포에 대한 조사

Investigation of Chemical Distribution of Soil in Orchards in Gyeonggi-do

송민희*, 오권영, 고성림, 지성환, 김민석, 박소현
Min-Hee Song*, Kwon-Yeong Oh, Sung-Lim Ko, Seong-Hwan Ji, Min-Suk Kim, and So-Hyeon Park
한국농업기술진흥원 농업환경분석본부 농업자원분석팀
457 Pyeongdong-ro, Iksan-si, Jeollabuk-do, Republic of Korea, 54667

우리나라 농경지 토양의 「토양자원 및 농업환경변동 실태조사」는 토양의 물리적 성질 및 이화학적 변화, 중금속 함량 변동 등을 조사하여 지역별 토양 개량 및 비료 사용·대책 수립, 친환경농업의 기반을 구축하고 수질 오염을 경감시켜 안전한 농산물을 생산할 수 있는 기초자료 및 정책 개발로 제공하는데 의의가 있다. 그러나 토양 화학성 변동 중 비료 및 외부로 인해 유입된 질소와 인 등에 의한 높아진 양분 수지로 주변 환경 영향이 우려되고, 하천 및 바다에 유출되어 오염 부하를 일으키는 원인이 되기도 한다.

본 연구는 경기도 내 과수원 토양의 농업환경 실태조사 40점을 대상으로 화학성 분포의 특성과 토양으로 유입된 질소, 인 및 무기성분의 총 함량과의 관계를 조사하여 농경지 비옥도 설정에 활용코자 하며 지속적인 모니터링을 통해 건강한 농경지 토양 관리 방안을 모색하고자 한다.

조사 지점은 포장의 대표성을 위해 시·도농업기술센터의 도움을 받아 일부지역에 집중되는 것을 최대한 고려하여 이를 토대로 토양 화학성 특성 변화를 조사 하였다.

조사 시기로는 생육 중기부터 후기까지 다양하나 가급적 수확 직전에 실시하였고 퇴비가 뿌려지거나 기계적 다짐이 가해진 곳을 피하였고 관개시설 및 멀칭 상태, 성토 여부 확인 후 시료 채취를 하였다.

주요 조사항목으로 작물명, 과거 토지 용도, 재배지 형태, 관개 자재 여부 확인 후 물리적 변화를 측정하고 토성, 용적밀도, 유기물 함량, pH, EC 등을 분석 하였으며, 화학적 변화 및 무기양분 총함량 분석은 종합검정실 분석매뉴얼(농촌진흥청, 2013)을 기준을 참고하여 과수 경작에 따른 토양 비옥도 항목인 Av.P_2O_5, Ex-K, Ex-Ca, Ex-Mg를 비롯하여 T-P, T-K, T-Ca, T-Mg 등을 비교 분석하였다.

주제어: 경기도 과수원 토양, 화학성, 총인
주연구자 연락처: mini6846@koat.or.kr (063-919-1534)

Table. Average distribution of chemical properties of soil in orchards in Gyeonggi-do

Item	pH	EC	Ex.Ca	Ex.Mg	Ex.K	Ex.Na	T-Ca	T-Mg	T-K	T-Na	T-N	NO_3-N	P_2O_5	T-P	OM
	1:5	dSm^{-1}	-------------- $cmol\cdot kg^{-1}$ --------------				-------------- $mg\cdot kg^{-1}$ --------------				%	---------- $mg\cdot kg^{-1}$ ----------			$g\ kg^{-1}$
orchards (Gyeonggi)	6.76	0.71	7.94	2.07	1.03	0.13	5650.5	4586.5	3145.2	164.0	0.24	1.03	686.3	1504.4	21.1

PB-02

농경지(논) 수문 · 수질 모니터링 장치 구성 및 양분유출량 산정

Construction of Hydrological and Water Quality Monitoring System and Assessment of Nutrient Load for Rice Paddies

염소진*, 최순군, 김민경, 어진우
So-Jin Yeob*, Soon-Kun Choi, Min-Kyeong Kim, and Jinu Eo
국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, 55365, Korea

기후변화에 따른 강우발생빈도, 강우강도와 같은 강우패턴의 변화는 농업에서 발생하는 비점오염의 비중을 증가시킬 것으로 예상된다. 비점오염의 관리를 위해서는 우선 농경지단위의 비점오염 유출 특성 평가가 중요하다. 본 연구에서는 국립농업과학원의 관내 포장에 논의 양분유출량을 산정하기 위한 수문·수질 모니터링 장치를 구성하였다. 장치는 유출수 수집부와 분취부, 채수부로 구성하였다. 수집부의 구성품은 유출수를 전량 수집하는 맨홀(410×510×400mm), 일정수위 이상이 되면 분취부로 시료를 이동시키는 부자펌프(Wilo, PD-F050MA), 분취부는 1/100분취기와 함체, 채수부는 뚜껑이 있는 고무수조(300L)가 있다. 또한 유출량 산정을 위한 보조장치로 초음파 수위계(ENCOSYS Co., L-100)를 설치하였다. 채수는 강우이벤트 및 영농활동에 의한 유출시 진행하였다. 유출수량은 고무수조에 담긴 유출수량을 분취비율 및 보정계수를 고려하여 산정하였고, 유출수질은 수질오염공정시험기준에 준하여 분석하였다. 2022년 5월~6월까지 중간낙수 및 강우로 인한 유출이 발생한 이벤트는 총 5회였다. 표준시비 논 포장에서 산정된 양분유출량 결과는 총 질소는 3.1kg/ha, 총 인은 0.7kg/ha, TOC는 11.3kg/ha, SS는 0.4ton/ha이다. 이 결과는 농업 비점오염의 관리방법 개발 및 토양탄소의 간접 배출량을 산정하는 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 논, 수문, 수질, 모니터링
주연구자 연락처: yeobsojin@korea.kr (063-238-2526)

사사: 이 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01674003)의 지원으로 수행되었습니다.

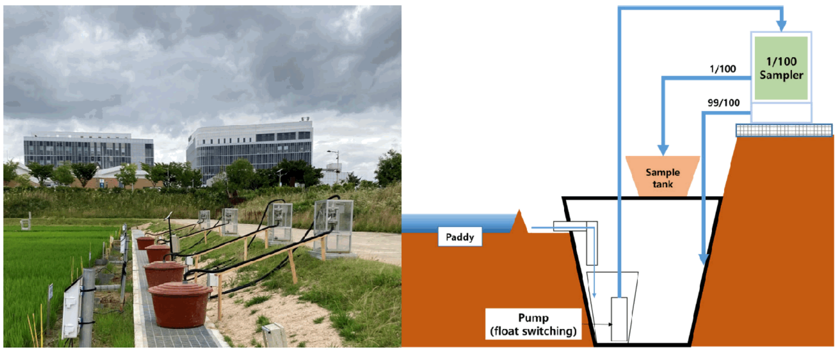


Fig. Construction of hydrological and water quality monitoring system for rice paddies

PB-03

무기비료의 수급불안시 유기자재 활용 비료사용 절감 방안 시나리오

In Case of Unstable Supply of Chemical Fertilizers, Scenario to Reduce Fertilizer Using Organic Materials

현병근*, 이예진, 이찬욱, 박혜진, 김양민, 송요성
Byung-Keun Hyun*, Ye-Jin Lee, ChanWook-Lee, Hejin Park, Yangmin Kim, and Yoseong Song
국립농업과학원 토양비료과
National Institute of Agricultural Science, Wanju, Republic of Korea, 55365

2022년 2월말 러시아--우크라이나 전쟁 발발 두 달 만에 화학비료의 원자재가 급격히 상승했다. 전쟁과는 상관없을 것 같은 농경지 작물재배에도 커다란 영향을 미치고 있다. 3대 비료의 원자재인 요소, 인산암모늄, 염화칼륨의 원자재가 20-30% 상승했기 때문이다. 이로 인해 무기질비료의 국제원자재 수급과 가격불안이 현재까지 지속되고 있다. 비료가격은 과거에 비해 2~3배 올랐다. 현재까지는 정부에서 비료가격을 보전해 농업인에게 공급하고 있다. 그러나, 현 상황이 지속한다고 가정해서 농작물 안정생산을 위한 유기자재 활용 비료사용절감 방안을 검토해 보고자 한다.

작물재배시 비료사용이 많거나 적으면 적정 생산을 할 수 없다. 따라서, 적정시비를 해야 한다. 적정시비는 토양검정을 통해서 이루어지며, 이를 고려해서 작물에 필요한 양분함량은 토양중의 양분함량을 제외한 것이 비료필요량이 된다. 이를 토대로 해서 양분필요량을 산출량을 산정했다.

양분 필요량을 산출하기 위해서 농업환경변동평가 자료의 지목별 토양양분함량 자료를 활용하였다. 토양분 양분적정함량을 기준으로 양분상태의 과다, 적정, 부족을 구분하였다. 이를 통해서 양분상태별 농경지 면적을 산출했다. 그리고, 지목별로 양분상태별 양분필요량을 산정했다. 계산된 전체 양분 총 필요량은 성분함량으로 질소 169,146톤, 인산 50,127톤, 칼리 86,764톤이었다.

현재 무기질비료의 비료의 생산량은 성분함량으로 80만톤, 소비량은 40만톤 정도이다. 가축분뇨의 발생량은 연도별로 지속적으로 늘고 있는데, 2021년 현재 5천2백만톤이며, 퇴액비화량은 4천7백만톤이다. 가축분뇨중 90%이상 퇴액비화되고 있다. 부산물비료중 유기질비료는 80만톤이 생산되며, 가축분퇴비인부숙유기질비료는 9백만톤이 생산되고 있다. 액비는 5.8백만톤이 생산되고 있다.

무기질비료의 수급이 어려운 상황을 가정해 농작물 안정생산을 위한 유기자재 활용 비료절감 방안이다. 비료사용량은 양분상태에 따라 차별 공급을 감안하였다. 양분이 부족하거나 적정인 면적에은 토양검정 기준으로 평균 비료 추천량을 적용했고, 양분과다 면적은 비료추천량의 25% 감비를 적용했다. 이때 수량은 약 5%정도 감소가 예상된다. 시나리오는 4가지로 검토했다. (시나리오1) 전쟁 장기화로 무기질 비료 수입이 전혀 되지 않는 상황시에는 질소기준으로 양분필요량 전체를 가축분뇨롤 100% 공급하는 방안이다. 가축분뇨를 1800만톤정도 투입해서 무기질 비료 투입량은 없으나, 가축분뇨 투입으로 인해 인산과 칼리의 과다공급으로 토양중 양분이 축적된다. (시나리오2) 인산, 칼리비료가 없는 상황시에는 질소기준으로 밑거름에 해당량을 가축분퇴비로 100% 공급하며, 웃거름은 무기질비료로 공급하는 방안이다. 퇴비로 9백만톤 정도 투입되고, 질소비료가 84천톤 필요하다. 가축분퇴비로 인해 토양중에 인산 9만톤, 칼리 2만톤이 축적된다. (시나리오3) 인산비료가 없는 상황시에는 인산기준으로 밑거름 해당량을 가축분퇴비로 100% 공급하고, 웃거름은 무기질비료로 공급하는 방안이다. 시나리노 2에 비해 가축분퇴비량이 3.9백만톤 사용으로 반량정도를 사용하며, 추가적으로 질소비료 10만톤, 칼리비료 4만톤이 필요하다. 양분집적은 없다. (시나리오4) 가용자원을 최대한 활용해야 하는 상황으로 인산기준으로 밑거름 해당량을 가축분퇴비로 70% 공급하고, 총 액비발생량은 논에 공급하며, 나머지 질소필요량은 유기질비료로 공급한다. 웃거름은 무기질

비료로 공급하는 방안이다. 유기자원을 골고르 사용하는 조합이다. 자원의 분산으로 이용에 어려움이 예상되며, 수급불안이 장기화시 유기질비료와 무기질비료 공급차질이 예상된다.

시나리오별 활용방법은 양분공급량과 토양중 잉여량을 기준해서 활용할 수 있을 것이다. 화학비료를 적게사용하는 화학비료기준 시나리오는 1 > 2 > 4 > 3번이다. 토양중 잉여양분을 고려한 시나리오로는 염류집적을 고려해 3 = 4 > 2 >1 번이다. 무기질, 유기질비료 수입유통 어려움을 기준한 시나리오는 1 > 2 > 3 > 4번이다. 각각의 상황을 고려해 사용할 필요가 있다고 생각한다.

주제어: Chemical fertilizer, organic fertilizer, Soil test
주연구자 연락처: bkhyun@korea.kr (+82632382464)

표 1. 시나리오별 양분공급량 및 토양중 잉여량

시나리오	공급량(톤)						토양중 잉여량(톤)		
	질소	인사	칼리	퇴비 (가축분뇨)	액비	유기질	질소	인산	칼리
1				(17,946,523)				231,633	126,800
2	84,573			8,973,261				90,753	20,018
3	111,276		39,271	3,991,008					
4	93,220	2,049	47,052	2,793,705	5,900,000	649,432			

<시나리오 활용방안>

○(화학비료량기준) 1 > 2 > 4 > 3 * 화학비료를 적게 사용하는 시나리오

○(염류집적기준) 3 = 4 > 2 > 1 * 토양 중 잉여 양분 고려 시나리오

○(수입유통기준) 1 > 2 > 3 > 4 * 무기질, 유기질 수입유통어려움 고려 시나리오

PB-04

경상북도 일반농경지 밭토양 화학성의 장기 변화

Long-Term Changes of Chemical Properties of Upland Soil in Gyeongsangbuk-do Province

남효훈*, 정연규, 허창석, 박석희, 전상호[1]
Hyo-Hoon Nam*, Yeon-Gyu Jung, Chang-Seok Huh, Seok-Heen Park, and Sang-Ho Jeon[1]
경상북도농업기술원 농업환경연구과, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Division of Agricultural Environment Research, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Daegu, 41404, Korea
[1]Soil and Fertilizer Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Adminstration, Wanju, 55365, Korea

지속가능한 농업환경 조성과 작물생산성 유지를 위하여 밭토양 화학성의 변화를 4년 주기, 6차 조사를 실시하였다. 조사대상은 경상북도 일반농경지 밭토양 1,601점이며 각 조사년도별로 2001년, 2005년, 2009년, 2013년, 2017년 각 250점, 2021년 263점이었다. 조사항목은 pH, EC, 유기물, 유효인산, 교환성 양이온 등이었다. 2021년도 경북지역 밭토양 화학성의 평균은 pH 6.53±0.78, 전기전도도 0.84±0.67 dS m^{-1}, 유기물 33.0±16.8 g kg^{-1}, 유효인산 692±409 mg kg^{-1}, 교환성 칼륨 0.93±0.75 $cmol_c$ kg^{-1}, 교환성 칼슘 7.78±3.79 $cmol_c$ kg^{-1}, 교환성 마그네슘 2.13±1.03 $cmol_c$ kg^{-1}이었다. 밭토양 화학성 적정범위에 대하여 pH, EC, 유기물함량은 적정 범위이었으나 유효인산과 교환성 양이온은 초과하였다. 밭토양 화학성의 연차별 변화는 지속적으로 증가하는 경향을 보였고 2001년 대비 2021년 화학성은 pH 1.14배, 유기물 1.94배, 유효인산 1.35배, 교환성 칼륨 1.50배, 교환성 칼슘 1.32배, 교환성마그네슘 1.40배 수준이었다. EC를 제외한 화학성의 과잉비율도 점차 증가하는 추세이며 2021년도의 부족비율은 유기물 23%, 유효인산 16%, 교환성 칼륨 33%, 교환성 칼슘 23%, 교환성 마그네슘 31% 이었다. 연속적이고 반복적인 유기물과 화학비료의 시용으로 토양 내 양분보유량이 증가하고 있으므로 적절한 시비관리와 양분유효도 향상을 위한 pH 관리가 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 밭, 토양화학성, 양분관리
주연구자 연락처: whoisnam@korea.kr (053-320-0456)

Table 1. Chemical properties of upland soil in Gyeongsangbuk-do province

Survey year	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Av.P_2O_5 (mg kg^{-1})	Exch. cations ($cmol_c$ kg^{-1}) K	Ca	Mg
2001	5.7	0.9	17	513	0.6	5.9	1.5
2005	5.5	0.7	19	461	0.6	6.7	1.9
2009	5.9	1.2	23	549	0.9	5.6	2.3
2013	6.4	0.5	24	529	0.8	5.0	1.7
2017	6.5	0.9	32	674	1.0	7.8	2.1
2021	6.5	0.8	33	692	0.9	7.8	2.1
Proper range	6.0~7.0	≤2.00	25~35	300~550	0.5~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0

PB-05

양토조건에서 지중점적관수 · 관비 처리에 따른 옥수수 생육 및 수량 변화

Growth and Yield Characteristics of Maize at Medium Textured Soil by Subsurface Drip Irrigation Fertilization

문석주*, 조영손, 이주환, 노일래, 윤을수, 오승가
Suekjoo Moon*, Youngson Cho, Juhwan Lee, Il-rea Rho, Eul-soo Yun, and Seungka Oh
경상국립대학교
Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

지중점적관개는 현재 지구온난화로 인한 물 부족 현상을 경감시키기 위한 가장 이상적인 관개법으로 각광 받고 있으나, 국내 식량작물에 적용된 지중점적관개와 관련된 연구는 미미한 실정이다. 본 연구는 경상국립 대학교 내동 캠퍼스 시험 포장 내 양토 조건에서 지중점적관수·관비 처리 시 작물별 생육 및 수량 변화에 미치는 영향을 파악하고자 수행하였다. 점적관 매설 깊이는 정지(整地)작업에 영향을 받지 않는 40 cm 깊이에 매설, 간격은 80 cm로 매설 후 점적관과 수직선 상에 1주 2본으로 파종하였다. 지중점적관수 및 표준 시비량(N-P-K: 14.5-3-6 kg 10a^{-1}) 중 절반(N-P-K: 7.5-3-6 kg 10a^{-1})을 기비, 나머지 절반(N:7 kg 10a^{-1})을 추비로 6~7엽기와 출수기에 나누어 관비 처리한 1)지중점적구, 고랑관개 및 시비량 전량 기비 처리한 2)대조구 (관행), 3)무비구 순으로, 지중점적처리구는 3반복, 대조구와 무처리구는 단반복으로 반복당 5 x 10m씩 구획 하였다. 주간은 20 cm로 점파, 평휴로 재배하였고 초기 냉해 대책 및 잡초 방제를 위해 0.03 mm 두께의 배 색 멀칭용 비닐(Polyethylene)로 멀칭하였다. 생육조사는 6-7엽기, 수확 전에, 수량조사는 각 처리구별 3반복 으로 샘플링하여 조사하였다. 1차 생육 조사에서 대조구 대비 지중점적구가 초장은 0.5 cm, 경직경은 0.3 mm 굵거나 길게 나타난 반면, 엽색도는 대조구가 1.12(SPAD value) 높게 측정되었다. 2차 생육 조사의 경 우, 1차 대비 그 차이가 크게 나타났으며, 대조구 대비 지중점적처리구가 간장 10.7 cm, 경직경 1.02 mm, 엽 색도 4.63(SPAD value)의 유의한 차이를 보였다. 수량 특성은 대조구 대비 지중점적처리구에서 이삭장과 이삭경이 길거나 굵게 나타났으며, 이삭수는 대조구가 382개 10a^{-1} 많게 나타났으나, 100립중이 지중점적처 리구가 2.1 g 무겁게 나타났다. 그로 인해 이삭중은 지중점적처리구가 143 kg 10a^{-1} 무겁게 나타났다.

주제어: 지중점적관수·관비, 옥수수, 양토
주연구자 연락처: protaetiacho@gnu.ac.kr (010-7183-3682; 055-772-3221)

Table 1. Growth and yield characteristics of corn before harvest

처리	이삭장 (cm)	이삭경 (mm)	이삭수 (ea/10a)	100립중 (g)	수량 (kg/10a)
무비구	8.89b	26.6c	11,875a	6.78c	763b
지중점적구	16.8a	35.1a	12,014a	17.4a	1,752a
대조구(관행)	15.6a	32.1b	12,396a	15.3b	1,609a

Values followed by the same letter in the same row are not statistically different at 95% level.

사사: 본 연구는 농촌진흥청 공동연구 사업(과제번호:PJ0157542022)의 지원을 받았으며, 이에 감사드립니다.

PB-06

노지 대파 관비 재배를 위한 웃거름 공급량 설정

Fertilizer Application Amount for Leek (*Allium fistulosum* L.) Under the Open Field Fertigation System

이예진*, 송요성, 이찬욱, 박혜진, 김양민
Yejin Lee*, Yosung Song, Chanwook Lee, Hyejin Park, and Yangmin X. Kim
농촌진흥청 국립농업과학원
National Institute of Agricultural Science, RDA,
166 Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, 55365, Korea

노지 작물의 생산성을 높이고, 양·수분 관리 노력을 줄이기 위해 농림축산식품부는 주요 노지 채소재배지에 스마트 관비 시스템을 적용하는 시범사업을 수행하고 있다. 대파는 관비 시스템 적용 대상작물에 속하나, 적정 양·수분 관리 매뉴얼이 없어 관비 관리에 어려움을 겪고 있다. 본 연구는 노지 대파 관비 실증시험을 통해 시기별 관비 웃거름 공급량을 제시하고자 수행되었다.

충북 괴산의 농가 포장에서 봄작기에 대한 재배시험을 수행하였다. 4월 23일 정식하여 8월 6일 수확하였으며, 밑거름은 토양검정 비료추천량(N-P_2O_5-K_2O = 15.2-3.0-13.7 kg 10a^{-1})을 기준으로 무기질비료, 유기질비료, 퇴비를 각각 질소 밑거름 량에 맞추어 처리하였다. 관비로 공급한 웃거름은 비료 총량 중 질소 60%, 칼리 40% 해당량을 처리하였다. 수분은 -33kPa을 기준으로 자동 관수 하였으며, 비료는 정식 후 30일부터 2주 간격으로 공급하였다. 밑거름 종류별 대파 수확량은 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 생육 시기별 양분흡수량을 비교했을 때 질소는 정식 6주차까지 전체 양분흡수량의 23.6%, 6주차 이후~10주차까지 47.3%, 10주차 이후~14주차 까지 29.1%를 흡수하였다. 칼리는 정식 6주차까지 전체 양분흡수량의 30.5%, 6주차 이후~10주차까지 34.3%, 10주차 이후~14주차 까지 35.3%를 흡수해 수확기까지 일정하게 흡수하는 양상을 보였다. 밑거름은 토양검정결과에 따라 질소 40%, 칼리 60% 해당량을 공급하면 되며, 시기별 흡수량을 적용한 관비 웃거름은 질소의 경우 정식 후 4~6주차에 2.1 kg 10a^{-1}, 10~12주차에 4.3 kg 10a^{-1}, 12~14주차에 2.6 kg 10a^{-1}을 공급하면 되고, 칼리는 정식 후 4~6주차에 1.7 kg 10a^{-1}, 10~12주차에 1.9 kg 10a^{-1}, 12~14주차에 1.9 kg 10a^{-1}을 공급하면 된다.

주제어: 노지, 관비, 대파, 비료
주연구자 연락처: leeyj418@korea.kr (063-238-2446)

PB-07

꾸지뽕나무 재배지의 비료사용량, 토양화학성과 식물체 양분함량 조사

An Investigation of Fertilizer Use, Soil Chemical Properties and Nutrient Content of Plants in Silkworm Thorn (*Cudrania tricuspidata*) Farm

송요성, 현병근, 이예진*
Yosung Song, Byunggun Hyun, and Yejin Lee*
농촌진흥청 국립농업과학원
National Institute of Agricultural Science, RDA,
166 Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, 55365, Korea

공익직불제 화학비료 사용기준 준수가 의무화 됨에 따라 직불제 참여 농가는 토양 양분함량이 상승하지 않도록 적정량의 비료를 사용해야 한다. 꾸지뽕나무는 전국 약 700ha에서 재배하고 있고, 특히 전남 신안 지역에 재배단지가 조성되어 있으나 비료사용기준이 없어 양분관리에 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 꾸지뽕나무의 적정 비료량 설정을 위한 기초자료 수집을 위해 2021년에 전남 신안, 화순, 전주에서 총 34 농가를 선정하여 비료사용량과 토양화학성, 식물체 양분함량을 조사하였다.

조사 대상지는 꾸지뽕나무를 식재한 지 7~10년에 해당했으며, 평균 재배면적은 2,700m^2 이었다. 비료사용량은 농가에서 사용한 무기질비료와 유기질비료를 10a 당 성분량으로 환산하였다. 식물체는 과 수확시기인 9월에 잎과 과를 채취하였고, 토양은 지표면부터 15cm 깊이까지 수관 주변에서 골고루 채취하였다.

조사결과 꾸지뽕나무 재배지의 평균 토양 화학성은 과수 토양의 적정범위 내에 속하였으며, 평균 비료사용량은 질소-인산-칼리 = 26.7-8.9-10.2 kg 10a^{-1}으로 유사작물인 뽕나무의 비료 표준사용량인 질소-인산-칼리 = 25.0-11.0-15.0 kg 10a^{-1}와 비교했을 때 질소와 인산 비료량은 유사하였다. 뽕나무는 매년 지상부를 제거하기 때문에 양분 요구량이 많지만, 꾸지뽕나무는 주로 과실을 수확하고, 꾸지뽕나무 과실의 질소 흡수량은 평균 질소 사용량의 약 7.5%이므로 비료 이용효율을 감안해도 농가에서 과다하게 양분을 공급하고 있다고 볼 수 있었다. 꾸지뽕나무 과 수확기에 채취한 잎과 과실의 무기성분 함량을 분석한 결과, 잎의 평균 질소, 인, 칼륨 함량은 각각 1.7%, 0.9%, 2.0% 이었으며, 과실은 각각 1.5%, 0.8%, 3.1%로 과실의 칼륨 함량이 잎보다 약 1.0% 높았다. 꾸지뽕나무 재배지의 토양화학성과 잎, 과실의 무기성분 간에 상관관계를 구한 결과, 토양 pH, 교환성 칼슘과 유의한 음의 상관을 보인 식물체 무기성분은 잎과 과실의 아연, 망간이었다. 잎과 과실의 질소 함량은 토양 유기물과 양의 상관이 있었는데, 토양 유기물 함량이 직접적으로 작물의 질소 흡수에 영향을 주었기보다는 토양에 공급된 유기물질이 무기화되면서 꾸지뽕나무가 질소 성분을 흡수했기 때문에 상관관계를 보인 것으로 판단된다. 그러므로 꾸지뽕나무의 적정 질소 비료량 추천은 수확 부위의 흡수량을 감안하여 토양 유기물 수준에 따라 차등하여 공급하는 방법이 합리적일 것으로 판단된다. 앞으로 농가 비료사용량 조사 결과를 적용한 실증시험을 통해 꾸지뽕나무의 적정 비료사용기준을 설정할 계획이다.

주제어: 꾸지뽕나무, 비료, 토양 화학성, 양분함량
주연구자 연락처: leeyj418@korea.kr (063-238-2446)

Table 1. Correlation between soil chemical properties and nutrient content of fruit and leaf of *Cudrania tricuspidata* (n=34)

		pH	EC	SOM	NO_3-N	T-N	Av.P_2O_5	Ex.K	Ex.Ca	Ex.Mg	$K/\sqrt{(Ca+Mg)}$
Leaf	N	-0.391	0.098	0.448**	0.327	0.179	0.052	0.188	0.042	0.051	0.195
	P	0.299	-0.460**	-0.424*	-0.528**	-0.290	-0.300	-0.320	-0.288	0.136	-0.225
	K	0.018	0.037	0.147	0.134	0.229	0.174	0.194	-0.115	0.110	0.192
	Ca	0.034	-0.177	-0.261	-0.264	-0.246	-0.021	-0.257	-0.194	-0.238	-0.181
	Mg	-0.236	-0.244	-0.113	-0.123	0.078	-0.276	-0.153	-0.211	0.370*	-0.100
	Fe	-0.167	-0.172	0.236	0.306	0.046	0.039	0.205	-0.407*	0.091	0.278
	Cu	-0.210	0.152	-0.057	0.058	0.242	-0.126	-0.057	0.145	0.183	-0.101
	Mn	-0.333	-0.151	0.121	0.201	0.119	0.187	0.462**	-0.576**	-0.124	0.614**
	Zn	-0.438**	-0.246	0.028	0.191	0.060	0.189	-0.085	-0.434**	-0.214	0.018
Fruit	N	-0.312	0.346*	0.587**	0.451**	0.295	0.243	0.020	0.209	0.057	-0.066
	P	0.320	-0.185	-0.386*	-0.404*	-0.246	-0.136	-0.333	-0.083	0.162	-0.289
	K	-0.258	0.374*	0.140	0.500**	0.320	0.495**	0.229	0.200	0.016	0.125
	Ca	0.147	0.125	-0.206	-0.005	0.176	0.110	-0.185	0.151	0.202	-0.250
	Mg	-0.221	-0.112	-0.195	0.123	0.194	0.022	-0.135	0.018	0.257	-0.176
	Fe	-0.162	0.186	0.385*	0.351*	0.291	0.194	0.054	0.128	0.194	-0.014
	Cu	-0.206	0.207	0.158	0.184	0.354*	0.007	-0.192	0.293	0.401*	-0.277
	Mn	-0.334*	0.036	0.206	0.290	0.369*	0.204	0.225	-0.188	0.158	0.255
	Zn	-0.344*	-0.059	0.235	0.044	0.239	-0.159	-0.207	0.202	0.298	-0.273

Pearson correlation coefficients, *$p < 0.05$; **$p < 0.001$

PB-08

2021년 경남지역 대표필지 토양의 화학적 특성

Chemical Properties of Representative Major Crops Soil in Gyeongnam Province in 2021

안동춘*, 제희정, 한은희, 최재혁, 전상호[1]
Dong-Chun An*, Hee-Jeong Je, Eun-Heui Han, Jae-Hyeok Choi, and Sang-Ho Jeon[1]
경상남도농업기술원, [1]국립농업과학원
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 570, Republic of Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Republic of Korea

대표필지 토양검정사업은 2015년 논, 밭, 시설재배지, 과수원을 대상으로 대표필지를 중심으로 토양검정 기술을 확립하여 2016년부터 전국적으로 시행하였다. 본 연구는 2021년도 경남지역 18개 시·군 농업기술센터에서 지역별 대표지점 7,447지점에 대한 토지이용 형태별 화학적 특성을 분석하여 토양관리 정책의 기초자료로 활용하고자 조사하였다. 조사대상은 경남지역 18개 시·군의 토지이용 형태별로 논 토양 3,882지점, 밭 토양 2,480지점, 시설재배지 토양 465지점, 과수원 토양 620지점에 대하여 토양의 화학성을 분석하였다. 분석항목은 pH, EC, 유기물, 유효인산, 치환성양이온 등 8성분을 분석하였다. 토지이용 형태별 평균 pH는 밭 6.5, 시설재배지 6.3, 논 6.1, 과수원은 6.0이었으며, EC는 시설재배지 3.25 dS m^{-1}, 밭 0.92 dS m^{-1}, 과수원 0.85 dS m^{-1}, 논 0.70 dS m^{-1} 순으로 높은 결과를 보였다. 유기물은 토지이용 형태별로 평균 29~39 g kg^{-1} 수준이었으며, 유효인산 평균함량은 시설재배지가 887 mg kg^{-1}으로 가장 높았고 과수원 612 mg kg^{-1}, 밭 578 mg kg^{-1}, 논이 247 mg kg^{-1}순으로 조사되었다. 치환성양이온 평균 함량은 시설재배지가 가장 높았으며, 논이 가장 낮은 결과를 보였다. 이러한 분석 결과는 단위 면적당 수확량의 극대화를 위한 집약적인 농업형태인 시설재배지의 시비량 증가로 인한 양분과다가 원인인 것으로 사료되었으며, 대표필지 중심의 토양검정은 시·군 단위 토양비옥도를 객관적으로 평가할 수 있기에 토양개량 사업 등 정책 추진의 기초자료로 활용할 것이다.

주제어: 토양검정, 대표필지, 토양화학성
주연구자 연락처: arosa1011@korea.kr (055-254-1312)

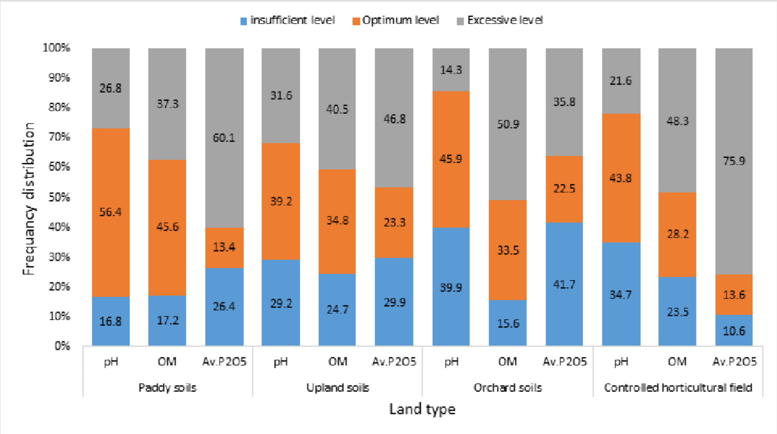


Fig. 1. 경남지역 대표필지의 토지이용 형태별 pH, 유기물, 유효인산 과부족 비율(2021).

PB-09

Container Cultivation Methods for Improving Antioxidant Component of Licorice (*Glycyrrhiza* spp.)

Jae Young Heo*, Yong Nam Cho, Sang Eun Lee, Yoon Suk Kim, Heung Soo Lee, and Tae-Won Kim[1]
허재영*, 조용남, 이상은, 김윤숙, 이홍수, 김태원[1]
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 570, Republic of Korea
[1]Korean Intellectual Property Office, Government Complex Daejeon Building 4,
189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea
경상남도농업기술원, [1]특허청

This study was conducted to increase farm household income through stable, high-quality production of licorice effective for various diseases, it was intended to provide basic data for research such as standardized production and growth promotion through analysis of soil and licorice components in field and container cultivation. Soil and 2-year licorice were collected from Sancheong, Gyeongsangnam-do, Yeongwol, Gang-won-do, Iksan, Jeollabuk-do, and Gangjin, Jeollanam-do. Analysis of the physical and chemical components of the collected soil was carried out according to the Rural Development Administration analysis method, and the analysis of antioxidant and physiological activity of licorice root was extracted using 95% ethanol, filtered and concentrated. As a result of the analysis of 7 types of licorice cultivation soil(pH, organic matter, phosphoric acid, potassium, calcium, magnesium, EC), the pH of the field soil was 0.2 higher than the appropriate range, and the EC and potassium were good. Organic matter and magnesium were insufficient, and phosphoric acid and calcium were found to be excessive. The pH and EC of the soil in the container were good, organic matter was insufficient, and phosphoric acid, potassium, calcium, and magnesium were excessive. The pH and EC of the soil in the container were good, organic matter was insufficient, and phosphoric acid, potassium, calcium, and magnesium were excessive. The soil under the container had pH 0.1 lower than the appropriate range, and EC, potassium, and calcium were good. Organic matter was insufficient, and phosphoric acid and magnesium were excessive. DPPH radical scavenging activity was 1.5 times higher in container culture(7.40 mg g^{-1}) than in field culture(4.92 mg g^{-1}), and FRAP assay showed that container culture(46.57 mg g^{-1}) was 1.3 times higher than field culture(35.97 mg g^{-1}). Contents of total phenol, total flavonoids, total sugar, reducing sugar, and water-soluble protein were found to be 1.1 to 1.7 times higher in container cultivation than in field cultivation.

Keywords: Container cultivation, Licorice, Antioxidant component.
Correspondence: bopo@korea.kr (055-254-1682)

Table. Comparison of the content of major components in the field, in the soil in the container, and in the soil under the container

Cultivation Soil	pH	O.M	EC	P_2O_5	K	Ca	Mg
	1:5	g kg^{-1}	dS m^{-1}	mg kg^{-1}	-------- Ex. Cat. $cmol_c$/kg --------		
Field	6.7	14	0.82	356	0.47	8.24	1.31
In the container	6.2	18	1.94	678	1.08	7.01	2.62
Under the container	5.9	11	1.31	299	0.43	5.52	2.31
Optimum level	6.0~6.5	25~30	2 or less	150~250	0.45~0.55	5.0~6.0	1.5~2.0

PB-10

경기도 지속가능한 가축분뇨 관리 전략

Strategies for Sustainable Livestock Manure Management in Gyeonggi-Do

최은희*, 조영무[1], 남재작
Eunhee Choi*, Young Mu Cho[1], and Jae Jak Nam
한국정밀농업연구소, [1]경기연구원
Korea Precision Agricultural Research Institute, Suwon, 16679, Korea
[1]Gyeonggi Research Institute, Suwon, 16207, Korea

육류위주의 식생활로 가축사육두수는 크게 증가하고 있지만, '런던협약1996 의정서'에 따라 2012년부터 가축분뇨의 해양투기가 전면 금지됨에 따라, 2019년 말 기준 국내에서 배출되는 가축분뇨 153,220㎥/일 중 76.3%는 퇴비화, 10.6%는 액비화되어 가축분뇨 대부분이 퇴액비의 형태로 농경지에 살포되고 있다. 우리나라는 가축분뇨의 발생량에 비하여 수용할 수 있는 경작지 면적이 작고, 적정 처리가 되지 않아 수질 오염을 유발하고 민원을 일으키는 원인이 되고 있다. 경기도는 발생되는 가축분뇨의 약 72%가 퇴·액비로 자원화 되고 있고, 토양 양분 공급도 가축분뇨에 유래한 양이 50% 이상을 차지하고 있어, 비점오염 관리 강화에 따라 가축분뇨 유래양분의 토지환원은 점점 어려워질 가능성 예상된다. 따라서 가축분뇨 처리를 기존의 퇴비, 액비 등 자원화에서 양분회수 등의 방법으로 다양화할 필요가 있으며, 또한 분뇨는 발생원에 따라 특성이 다르기 때문에 특성에 적합한 처리방법 적용이 필요하며, 축종별 차별화가 필요하다. 본 연구에서는 경기도 가축분뇨 관리의 문제점을 분석하고 가축분뇨를 퇴·액비화 외에 다른 자원으로 이용하기 위한 다변화 방안을 모색하고자 하였다. 통계자료와 최근 기술동향을 파악하여 적정모델을 발굴하였다. 경기도 가축사육 비율은 전국의 17.6%이고, 가축분뇨의 발생량이 많은 소와 돼지만을 고려할 때 경기도 내 사육두수가 가장 많은 지역은 이천시, 안성시, 포천시, 화성시 순으로 나타나며, 가축분뇨 발생량은 안성시, 이천시, 포천시 순으로 이들 지역은 수질관리가 매우 민감한 지역이었다. 농가 및 지역 상황에 맞는 맞춤형 가축분뇨 관리방안 마련 필요한데, 허가 및 신고농가의 경우 지속적인 관리 및 단속을 통해 가축분뇨 발생 및 처리가 관리되고 있지만, 신고미만 농가의 경우 가축분뇨 관리에 어려움이 있고 관리 사각지대에 있는 일부 미처리된 분뇨(단순적제 등)로 인한 수계 유출은 인근 저수지 등의 오염에 영향을 미치고 있기 때문에 이들 농가에 대한 효율적 관리가 필요하였다. 이천시, 여주, 안성, 양주시 등에서 가축분뇨 정화처리(자가 및 위탁) 비율이 타지역에 비해 매우 높은 것은 지역 양분관리 영향으로 판단되며, 자원 순환측면에서 정화처리되고 있는 가축분뇨의 퇴·액비 자원화가 아닌 다양한 자원화 방안 모색 필요하였다. 지역여건(최종생산물 활용), 유입원료 정부 지원형태 등에 따라 사업유형을 개발하였고 경기도 시군을 대상으로 한 3가지 사업모델을 제시하였다. 현재까지의 기술수준은 가축분뇨 전처리, 바이오가스화 및 양분회수기술은 상용화가 가능하지만, 바이오차 기술은 현재 국내에서는 상용화 기술이 없으며, 이들에 대한 기술 향상과 바이오가스를 이용한 수소생산 및 이산화탄소를 활용한 농업과 연계하는 것까지 사업을 확장한다면 가축분뇨의 자원 이용 다변화는 궁극적인 목표달성이 가능할 것으로 판단된다.

주제어: 가축분뇨, 비점오염, 퇴비화
주연구자 연락처: choiieh@gmail.com (010-4643-6901)

사사: 본 성과물의 일부자료는 농촌진흥청연구사업(세부과제번호: PJ017117)의 지원에 의해 이루어진 것임.

PB-11

밭 토양에서 유기질비료의 사용이 작물의 생육 및 토양탄소 축적에 미치는 영향

Effect of Soil Carbon Sequestration and Growth by Using Organic Fertilizer in Upland Soil

김성헌*, 이동원, 심재홍, 이윤혜, 권순익
Seong Heon Kim*, Dong Won Lee, Jae Hong Shim, Yun Hae Lee, and Soon Ik Kwon
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Soil and Fertilizer Management Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, 55365, Korea

국내 농업분야의 온실가스 배출량은 2,100만톤으로 알려져 있으며 그 중 절반 이상이 농경지 토양에서 배출된다고 보고되고 있다. 이러한 온실가스 배출 저감을 위해 다양한 연구가 진행되고 있으며 이에 본 연구는 무기질비료의 대체제로 유기질비료를 사용하였을 때 작물의 생육뿐만아니라 토양탄소 축적에 미치는 영향에 대해 평가하고자 하였다. 본 실험에 재배한 작물은 배추이며 처리구는 무처리(CT), 무기질비료 처리구(NPK, N-P_2O_5-K_2O = 32-7.8-19.8 kg 10a^{-1}), 유기질비료 처리구로 구분하였다. 유기질비료 처리구는 혼합유박(MEC), 혼합유기질비료(MOF), 유기복합비료(OCF)를 각각 1종씩 선발하여 질소 밑거름량(11 kg 10a-1) 기준으로 50, 100, 200 및 400%로 처리하였으며 웃거름은 무기질비료로 시비하였다. 배추의 생산량은 유기질비료 종류와는 상관없이 기준량보다 2배이상 처리했을 때 NPK처리구와 유사하였으며 배추의 질소이용효율은 유기질비료를 100%처리했을 때 가장 효과적이었다. 유기질비료 종류 및 사용량에 따른 토양탄소 함량은 사용량이 증가할수록 높아지는 경향이었으며 100%이상 처리시 NPK처리구보다 높은 것을 확인하였다. 이를 통해 무기질비료 처리에 비해 유기질비료의 사용이 토양탄소 축적량이 많지만 보다 효과적이기 위해서는 유기질비료의 양분 공급능 및 토양탄소 축적능을 향상시킬 필요가 있다고 판단된다.

주제어: 토양탄소, 밭토양, 유기질비료
주연구자 연락처: ksh4054@korea.kr

PB-12

강원지역 밭 토양의 화학성분 함량 변동(2017~2021)

Changes in Chemical Composition Content of Upland Soil in Gangwon Province (2017~2021)

임수정* 윤병성, 서영호, 홍수영, 김동민
Soo Jeong Lim*, Byung Sung Yoon, Young Ho Seo, Soo Su Young Hong, and Dong Min Kim
강원도농업기술원
Gangwondo Agricultural Research & Extension Services,
40 Jangbon-gil, Sinbuk-eup, Chuncheon-si, Gangwon-do, 24203, Korea

친환경농업육성법과 유기식품관리법에 따라 농업환경변동을 조사하여 친환경 농업정책의 기초자료로 활용하고자 4년 주기로 농경지(밭→과수원→논→시설)의 화학적 성질을 분석하고 있다. 그 중 2001부터 채취·분석해온 밭토양 중 2017년과 2021년의 분석결과를 비교하였다. 시료 채취 시기는 퇴비와 비료가 시용되기 전인 4, 5월에 집중하였다. 채취물량은 강원도의 밭토양 226지점 이었고, 분석방법은 농촌진흥청 농업과학기술원의 토양 및 식물체 분석법에 준하였다. 분석항목은 pH, EC, OM, 유효인산, 석회요구량과 양이온 3종과 중금속 8종이었다. pH의 평균은 6.4, EC는 1.2 dSm^{-1}, 유기물 29.5 gkg^{-1}, 인산 810 $mgkg^{-1}$, K, Ca, Mg는 각각 1.1 $cmol^{+}kg^{-1}$, 7.0, 0.2로 적정범위 이거나 그 근처 값을 나타냈다. 2017년 분석 값과 비교해 보면, pH는 6.4로 변함이 없었고, EC는 0.9 dSm^{-1}에서 1.2로 상승, 유기물은 32.0 gkg^{-1}에서 29.5, 유효인산은 742 $mgkg^{-1}$에서 810, 양이온은 거의 변함이 없었다. 2021년 중금속의 함량의 경우 Cd는 0.23 $mgkg^{-1}$ Cu 20.97, Ni 13.51, Pb 13.91, Zn 85.86, As 4.96, Hg 0.02, Cr 25.03로 2017년과 거의 비슷하였고, 토양오염우려기의 1/40~1/7 수준으로 안전하였다.

주제어: 강원도, 밭 토양, 화학성, 중금속
주연구자 연락처: sjlim0417@korea.kr (033-248-6091)

Table 1. The Comparison of average chemical composition content of upland soils in Gangwon Province

	산도 (pH)	EC (dSm^{-1})	유기물 (gkg^{-1})	유효인산 ($mgkg^{-1}$)	치환성양이온($cmol^{+}kg^{-1}$) K	Ca	Mg	Na	NO_3-N ($mgkg^{-1}$)	석회요구량 ($kg10a^{-1}$)
2021	6.4	1.2	29.5	810	1.1	7.0	1.9	0.2	42	153
2017	6.4	0.9	32.0	742	1.2	7.6	2.0	0.2	42	158
Optimal range	6.0~7.0	2.0이하	20~30	300~550	0.5~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0	-	-	-

Table 2. The Comparison of average heavy metal content of upland soil in Gangwon Province

	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	As	Hg	Cr
2021	0.32	20.97	13.51	13.91	85.86	4.96	0.02	25.03
2017	0.23	20.97	13.48	10.96	82.60	4.80	0.01	25.99
Concern Standard	4	150	100	200	300	25	4	-

PB-13

인산함량이 낮은 논토양에서 계분입상퇴비를 활용한 벼 유기재배 토양 양분관리

Organic Rice Cultivation Soil Nutrient Management Using Chicken Manure Granular Compost in Paddy Soil with Low Available Phosphate Concentration

김현지*, 김성우, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우
Hyeonji Kim*, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, and Jinwoo Lee
전라남도농업기술원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea

벼 수량확보를 위한 논토양 유효인산 함량은 50 mg kg^{-1}이상 이어야 하나 유기재배에서 토양양분관리에 주로 사용되고 있는 유기질비료는 인산과 칼리 함량이 다소 낮고, 골분 등의 유기농자재는 시비효율이 낮은 특징을 가지고 있다. 유기질비료 수준의 질소 공급이 가능하고 부족한 양분의 공급이 가능하며, 사용이 편리한 계분 입상형 퇴비를 사용하여 벼 유기재배 토양양분관리시 연차간 토양변화와 쌀수량 및 품질에 미치는 영향을 알아보고자 본 연구를 수행하였다. 2019년부터 2021년까지 전남농업기술원 유기재배 논 시험포장에서 수행하였으며, 처리구는 질소기준(토양검정 1.0배) 퇴비전량처리, 인산기준 퇴비전량처리, 퇴비와 유기질비료 혼합처리, 유기재배 대조구로 유기질비료 전량처리와 관행 화학비료 처리구를 두었다. 3년간 시험재료 연용결과 토양 유효인산 함량은 퇴비처리량에 비례하게 증가하여 질소기준 퇴비전량 처리에서는 시험 전 20 mg kg^{-1}에서 시험 후 68 mg kg^{-1}로 3.4배 증가하였다. 쌀수량은 일반관행(화학비료) 처리구가 576 kg 10a^{-1}으로 가장 많았지만 완전미 수량은 질소기준 퇴비전량 처리가 더 많은 수량을 나타내었으며, 재배 2년차와 3년차에는 일반관행(화학비료) 처리구의 완전미 비율이 유기자재 처리구보다 낮았으며 특히 3년차에는 쇄립의 비율이 12.4%로 쌀품질이 떨어지는 경향을 보였다. 따라서 토양 유효인산이 부족한 유기재배지에서 토양검정 질소기준 퇴비전량을 계분입상퇴비를 활용하여 전량 기비로 처리시 벼 수량확보 및 품질향상을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 토양유효인산, 계분입상퇴비, 벼 유기재배, 토양양분관리
주연구자 연락처: hjkim99@korea.kr (061-330-2502)

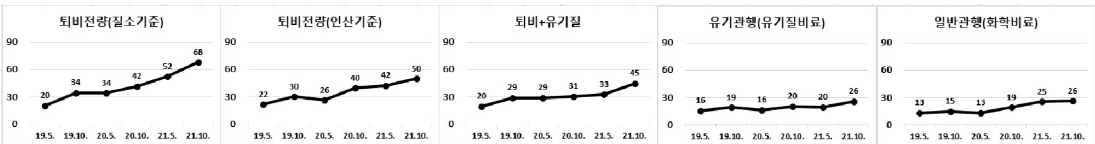


그림 1. 시비방법에 따른 토양 유효인산 함량(mg kg^{-1}) 연차간 변화(2019-2021).

PB-14

수수 토양검정에 의한 비료사용량 추천

Recommendation of Fertilizers Based on Soil Testing for Sorghum

김동민*, 김현석, 신현빈, 임수정, 최병곤, 서영호, 홍수영, 이예진[1], 고재영
D.M. Kim*, H.S. Kim, H.B. Shin, S.J. Lim, B.G. Choi, Y.H. Seo, S.Y. Hong, Y.J. Lee, and J.Y. Ko
강원도농업기술원, [1]국립농업과학원
Gangwondo Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 24203, Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

본 연구는 공익직불제에 대응하여 수수(*Sorghum biocolor* L.)의 토양검정에 의한 비료사용량을 설정하기 위해 수행하였다. 수수의 비료 표준사용량은 질소 - 인산 - 칼리 = 10.0 - 8.0 - 7.0 kg/10a이고, 토양검정에 의한 비료사용량은 설정되어 있지 않다. 토양검정 비료사용량 설정을 위해 농가 실태조사와 재배시험을 진행하였다.

농가 실태조사를 통하여 비료사용량과 토양양분 함량의 관계식을 산출하였다. 그 결과 y = -0.3972x + 23.954 [x: 토양 유기물함량 (g/kg), y: 질소 시비량 (kg/10a)], y = -0.0019x + 7.5366 [x: 토양 유효인산함량 (mg/kg), y: 인산 시비량 (kg/10a)], y = -3.2182x + 10.634 [x: 토양 치환성칼리함량 ($cmol_c$/kg), y: 칼리 시비량 (kg/10a)] 으로 나타났다. 재배시험은 강원도농업기술원 시험포장에서 진행하였으며 비료 표준사용량을 기준으로 질소, 인산, 칼리를 수준별 0, 50, 100, 150, 200% 기비 처리하였다. 그 결과 비료 최대사용량은 질소 - 인산 - 칼리 = 13.3 - 10.5 - 11.3 kg/10a 으로 나타났다.

수수의 토양검정에 의한 비료사용량은 농가 실태조사에서의 비료사용량·토양 양분함량 관계식과 재배시험에서의 비료 최대사용량을 적용하였으며, 그 결과 y = 13.3 - 0.397x [(y: 질소 시비량 (kg/10a), x: 토양 유기물함량 (g/kg)], y = 10.5 - 0.002x [(y: 인산 시비량 (kg/10a), x: 토양 유효인산함량 (mg/kg)], y = 11.3 - 3.218x [(y: 칼리 시비량 (kg/10a), x: 토양 치환성칼리함량 ($cmol_c$/kg)] 으로 설정되었다.

주제어: 수수, 토양검정, 비료사용량
주연구자 연락처: kk2021@korea.kr (033-248-6095)

Table 1. Recommendation equations of N, P_2O_5, K_2O fertilizers based on soil testing for sorghum

N recommendation equation	Soil organic matter content, g/kg			
	0	10	20	30
	N fertilization amount, kg/10a			
N(kg/10a) = 13.3 - 0.397*OM	13.3	9.3	5.4	1.4

P_2O_5 recommendation equation	Soil Av.P_2O_5 content, mg/kg			
	200	400	600	800
	P_2O_5 fertilization amount, kg/10a			
P_2O_5(kg/10a) = 10.5 - 0.002*Av.P_2O_5	10.1	9.7	9.3	8.9

K_2O recommendation equation	Soil Ex. cation K content, $cmol_c$/kg			
	0.3	0.6	0.9	1.2
	K_2O fertilization amount, kg/10a			
K_2O(kg/10a) = 11.3 - 3.218*Ex.K	10.3	9.4	8.4	7.4

PB-15

A Study on Growth Assessments of Chinese Cabbage (*Brassica rapa* L.) Based on Different Nitrogen Fertilizer Application

Yun-Gu Kang, Jin-Hyuk Chun, Jae-Han Lee, and Taek-Keun Oh
강윤구, 천진혁, 이재한, 오택근
Department of Bio-Environmental Chemistry, College of Agriculture and Life Science,
Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea
충남대학교 생물환경화학과

Inorganic nitrogen fertilizers such as urea, ammonium sulfate and ammonium nitrate are widely used in process of plant cultivation. However, the excessive use of inorganic fertilizers can create a nutrient imbalance, soil acidification and unrecoverable environmental pollution, resulting in lower crop yields. For these reasons, the choice and utilization of organic fertilizers has gradually increased worldwide. This study assessed the influences of nitrogen fertilizers type on the growth of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.) including its functional compounds glucosinolates (GSLs). The organic fertilizers used in experiment were divided into conventional organic fertilizers (CF_A and CF_B) and biocharbased organic fertilizers (BF_A and BF_B). The head growth parameters (e.g., fresh weight, head height and head width) and leaf growth parameters (e.g., leaf length, leaf width and chlorophyll content) of Chinese cabbage were higher than those of inorganic fertilizers. In addition, co-application of organic and inorganic fertilizers (CF_X + NPK and BF_X + NPK) was more efficient than individual treatment of organic and inorganic fertilizers, respectively. However, GSLs contents of Chinese cabbage was represented the negative correlation with growth of Chinese cabbage. The GSLs contents were lower with the individual application of the organic fertilizers (CF_B, BF_A and BF_B) except for CF_A. The chemical properties of soil were changed by fertilizers type and dosage. Especially, the characteristics of experimental soil were mostly affected by inorganic fertilizers. Therefore, this study indicates the replacement possibility of organic fertilizers to reduce the use of inorganic fertilizers. In addition, the results of this research were represented the basis for an eco-friendly strategies that can increase productivity and functionality of Chinese cabbage in comparison with traditional cultivation.

Keywords: Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.), Glucosinolates, Nitrogen fertilizer, Organic fertilizer
Correspondence: ok5382@cnu.ac.kr (042-821-6731)

PB-16

전북지역 밭 토양의 장기간 화학적 특성의 변화

Long-Term Changes of Chemical Properties of Upland Soils in Jeollabuk-do Province

엄미정*, 김효진, 박나영, 윤순강, 안민실
Mijeong Uhm*, Hyojin Kim, Nayoung Park, Sungang Yun, and Minsil Ahn
전라북도농업기술원
Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

지속적인 영농활동으로 인한 농경지 토양 특성 변화를 파악하여 과학적이고 합리적인 토양개량과 건전한 토양환경 보전의 기초자료로 활용하고자 전북 도내 14개 시·군의 밭토양 160지점을 대상으로 2001년부터 2021년까지 4년 주기, 6회에 걸쳐 화학성 특성 변화를 조사하였다. 조사 대상 밭이 분포하고 있는 지형은 구릉지 30.0%, 곡간지 27.5% 순으로 많았으며, 선상지과 산록경사지가 각각 18.1%, 10.0% 였고, 토성은 양토와 사양토가 각각 70.0%, 20.6%로 가장 많았다. 장기간(2001~2021) 동안 조사된 밭토양 pH의 평균값은 5.5(2001년)에서 6.4(2021)로 상승하였으며, 적정범위(6.0~7.0)보다 높은 비율도 증가하는 경향을 보이고 있었다. 유기물 평균 함량은 21g/kg(2001년)에서 25g/kg(2021)로 증가하였고, 적정범위(20~30g/kg)보다 많은 토양 비율도 점차 증가하는 경향이었으나, 이보다 부족한 수준의 토양도 여전히 많은 비율(2021년, 43.1%)을 보였으며, 최근 10여 년간 26~28%의 토양에서 적정한 수준의 함량을 나타냈다. 유효인산의 평균 함량은 2013년에 865mg/kg까지 증가하다가 2021년에는 648mg/kg으로 약간 감소하였는데, 적정수준(300~500mg/kg)보다 많은 토양이 지속적으로 50% 이상을 차지하고 있었다. 교환성 K^+는 적정수준(0.50~0.80 $cmol_c$/kg)보다 많은 토양이 2017년에 비해 감소하였으나, 47.5%(2021년)로 여전히 높은 비율을 보였고, 교환성 Ca^{2+}와 Mg^{2+}의 과잉 비율도 점차적으로 증가하는 추세였다. 이와 같이 밭토양의 일부 양분은 아직도 과다하거나 부족한 지역의 비율이 상당하여 농경지간 양분의 불균형 해소를 위해서는 앞으로도 토양진단에 기초한 검정시비를 통하여 농경지별 양분관리가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

주제어: 밭토양, 양분관리, 토양화학성
주연구자 연락처: uhm1005@korea.kr (063-290-6191)

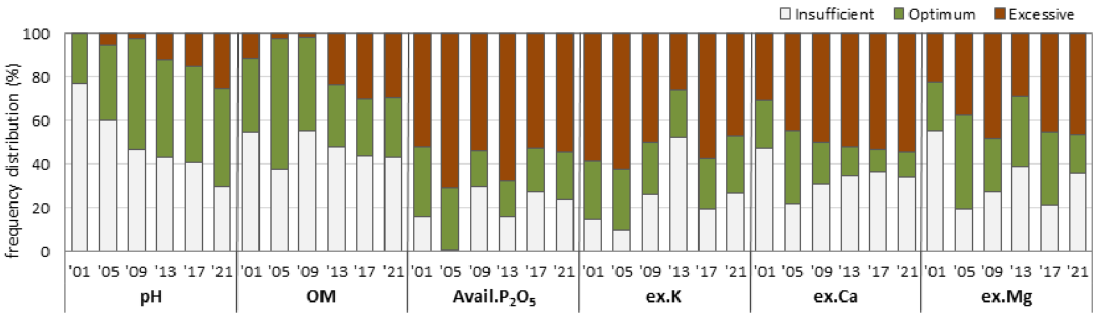


Fig. 1. Frequency distribution of chemical properties of upland soils in Jeollabuk-do province (n=160).

PB-17

강원도 농경지의 비옥도 변화

Changes in Soil Fertility of Farmland in Gangwon Province

서영호*, 허수정, 임수정, 최병곤, 홍수영, 김동민, 전상호[1], 고재영
Y.H. Seo*, S.J. Heo, S.J. Lim, B.G. Choi, S.Y. Hong, D.M. Kim, S.H. Jeon, and J.Y. Ko
강원도농업기술원, [1]국립농업과학원
Gangwondo Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 24203, Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

과학적이고 효율적인 농경지 비옥도 관리를 위하여 2016년부터 2021년까지의 강원도 농경지의 비옥도 변화를 살펴보았다. 39,998지점(논 10,744, 밭 26,558, 과수원 1,345, 시설재배지 1,351)의 농경지를 대상으로 분석하였다. 논 토양의 pH, 유기물, 유효규산, 교환성 석회는 적정수준이었으나, 유효인산과 교환성 칼리는 적정범위보다 높았으며 교환성 고토는 적정범위보다 낮았다. 유효인산은 증가하는 경향을 보였 으며, 다른 비옥도 항목들은 연차간 큰 차이를 나타내지 않았다. 밭 토양의 pH는 연차간 큰 차이가 없 었고, 전기전도도는 0.9~1.0 dS/m 수준이었으며, 연차간 차이는 크지 않았다. 유효인산과 교환성 칼리와 석회는 적정범위보다 높은 수준이었다. 축산 규모가 비교적 큰 지역과 가축분퇴비 사용량이 많은 고랭 지는 토양 유효인산 함량이 700~900 mg/kg으로 높았다. 과수원 토양의 경우, 비옥도 항목들이 연차간 큰 변화가 없었으며, 유효인산과 교환성 양이온이 적정범위보다 높은 수준이었다. 시설재배지 토양은 pH와 전기전도도는 연차간 큰 차이가 없었고, 전기전도도는 2.4~3.8 dS/m으로 적정범위보다 높았다. 유기물 함량은 27~34 g/kg으로 적정수준이었으며, 유효인산과 교환성 양이온은 적정범위보다 높은 수준 이었다. 강원도 농경지의 pH는 적정수준을 나타내었으나, 동해, 삼척, 태백, 영월, 정선 등 석회암 지대는 다소 높은 수준이므로 석회질 비료의 사용에 주의해야 한다.

주제어: 강원도, 비옥도, 논, 밭, 시설재배지, 과수원
주연구자 연락처: seoysh@korea.kr (033-248-6093)

PB-18

추비 시용이 대추 과실 특성에 미치는 영향

박희순*, 이채영, 이동근, 강효중, 박재은, 신현만
Heesoon Park*, Chae Young Lee, Donggeun Lee, Hyo-jung Kang, Jae Eun Park, and Hyunman Shin
충청북도농업기술원 대추호두연구소
Jujube & Walnut Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

대추는 묵은가지와 당년에 발생한 새가지의 잎줄기 엽액에서 꽃눈이 형성되어 그 해 꽃이 피고 열매를 맺는 일년생 결과지 과수이다. 대추는 6월 상순경부터 7월 하순까지 약 50일간 장기간에 걸쳐 개화되며, 그 기간 동안 착과도 동시에 이루어진다. 생식생장과 영양생장이 동시에 일어나므로 토양 양분 및 수분 상태는 대추의 생육에 크게 영향을 줄 것으로 추정되며 과실 비대 등 생육에 따른 양분 요구 시기 및 기간이 일반 타 과수와 다를 것으로 생각된다. 일반 과수의 경우 과실 비대를 위해 5월 하순에서 6월 상순에 추비 시용을 하고 있으며 이보다 늦은 시비는 과실 비대 효과가 없으며 오히려 과실의 당도를 저하시킬 수 있다. 현재 대추 재배농가에서는 착과가 완료되는 7월경 질소와 칼륨 비료를 추비로 공급하고 있으나 그 횟수와 시비량은 농가마다 다른 실정이다. 본 연구는 시설 재배 시 토양 내 잔여 양분 축적에 따른 영양 불균형, 생리장해 발생 등을 방지하기 위해 대추 적정 추비 시기 및 횟수를 구명하여 그 기준을 설정하고자 수행되었다. 충북 보은 비가림하우스에 식재된 10년생 '복조' 대추나무에 토양검정시비량을 기준하여 기비 처리하였으며 처리구에 따라 7월 추비 무처리 또는 1회, 3회로 요소와 황산칼륨을 동량 시비하고 수확 후 과실 품질 등을 조사하였다. 당도는 3회 처리하였을 때 34.9 Brix로 가장 높았으며 경도 역시 3회 처리에서 3.1 kg/5mm∅로 가장 높았다. 과실 개당 과중 조사 결과 1회 처리에서 15.2g로 가장 컸으며 종경과 횡경도 1회 처리 시 각 각 36.2 mm, 29.7 mm로 가장 큰 것으로 나타났다. 대추의 생장은 2중 S자 곡선으로 나타므로 추비로 공급된 요소가 토양에서 빠르게 분해되어 초기 과실 비대에 영향을 준 것으로 생각된다. 크기 뿐 만 아니라 모양, 착색, 맛, 식감 등도 대추 과실 품질을 구성하는 주요 요인이므로 이에 대한 추비 영향 분석이 추가적으로 필요할 것이다.

주제어: 대추, 추비, 과실 비대, 당도
주연구자 연락처: 1980myth@korea.kr (043-220-5802)

Table. 추비 처리에 따른 대추 과실 특성

처리	종경 (mm)	횡경 (mm)	과중 (g/ea)	경도 (kg/5mm∅)	당도 (°Brix)
기비	34.4 b	29.3 ab	13.9 b	3.0 b	34.0 b
기비+추비 1회 시비	36.2 a	29.7 a	15.2 a	3.0 b	33.5 b
기비+추비 3회 분시	34.3 b	29.1 b	13.9 b	3.1 a	34.9 a

PB-19

왕대추 신초 고사 경감을 위한 칼슘 엽면시비 효과

박희순*, 이채영, 이동근, 강효중, 박재은, 신현만
Heesoon Park*, Chae Young Lee, Donggeun Lee, Hyo-jung Kang, Jae Eun Park, and Hyunman Shin
충청북도농업기술원 대추호두연구소
Jujube & Walnut Research Institute, Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Boeun 28902, Korea

대추는 크게 '복조', '월출', '무등' 등의 일반대추와 '천황', '황실', '상왕' 등의 왕대추로 구분하고 있으며 두 품종 그룹 간 생리 생태가 달라 시비, 관수, 전정 등 과원 관리 방법이 달라야 할 것으로 생각된다. 그러나 현재 왕대추에 대한 별도의 표준시비량이 설정되어 있지 않아 일반대추의 토양검정 시비처 방서에 기준하여 시비하거나 농가의 경험에 의존하여 비료를 살포하고 있어 필수 양분의 과부족에 의한 과실 수량 감소 및 품질 저하와 같은 문제가 발생할 수 있다. 일반대추와 다르게 왕대추에서 주로 발생 하는 생리장해로 신초 생장기인 5월초 신초 고사 또는 잎 끝 마름 증상이 있으며 특히 신초가 고사하는 경우 대추의 수확량에 큰 영향을 줄 수 있다. 이 증상은 6월이 되어 기온이 상승하면 더 이상 진전되지 않으나 급작스럽게 이상저온이 될 경우 7월에도 발생할 수 있다. 본 연구는 이러한 이상증상에 대한 원 인 구명 및 방제기술 개발을 위해 수행되었다. 원인 구명을 위해 이상증상 시료와 정상 시료를 채취하여 엽과 신초의 무기성분 함량을 분석한 결과 칼슘 함량이 정상 엽 시료 1.90%에 비해 이상증상 엽 시료 1.48%로 현저히 낮게 나타났다. 신초 분석 결과 또한 이상증상 시료에서 0.14%로 정상 시료 0.76% 에 비해 칼슘 함량이 매우 낮았다. 신초의 칼륨 함량 분석에서는 이상 증상 시료 2.75%, 정상 시료 2.27%로 나타났으며 질소 함량 또한 이상 증상 시료 3.33%로 정상 시료 2.48%보다 높아 신초 발생 시 질소와 칼륨의 축적이 높을 경우 이상 증상이 발생할 수 있을 것으로 생각된다. 인산은 시료에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 이상증상 경감 기술 개발을 위해 수용성 분상석회(CaO 35%) 0.125%를 칼슘 결핍 처리구에 2회 엽면시비 하였을 때 전체 잎 수 대비 피해 잎 수 발생 조사에서 칼슘 처리구 0.6%, 무처리구 4.3%로 칼슘 엽면시비 시 이상증상 발생이 감소하였다. 따라서 왕대추 신초생장기 발생 하는 이상증상은 식물체 내 무기성분의 함량과도 관련이 있을 것으로 생각되며 이러한 칼슘 등의 무기 성분은 토양 내 함량 뿐 만 아니라 다른 무기성분과의 길항작용, 토양 수분 및 지온, 기온, 증산량 등에 의해서도 흡수량이 달라지므로 재배환경 요인에 따른 발생 조사가 필요하다.

주제어: 왕대추, 신초 고사, 칼슘 엽면시비
주연구자 연락처: 1980myth@korea.kr (043-220-5802)

< 정상 >　　< 신초 고사 >　　< 잎 끝 마름 >

Fig. 왕대추 신초 생장기 이상 증상.

PB-20

경기도 대표필지 토양화학성 변화

Changes in Chemical Properties of Representative Soil in Gyeonggi Province

김조은*, 주옥정, 정재원, 소호섭, 박중수
Jo-Eun Kim*, Ok-Jung Ju, Jae-Won Jeong, Ho-Seop Soh, and Jung-Soo Park
경기도농업기술원 환경농업연구과
Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong, 18388

전국 규모의 토양검정 사업은 지역, 지목, 지형별 대표지점 15만점을 선정하고 매년 5만여점에 대한 토양검정 결과를 DB화하여 농경지 토양화학성의 적정범위 대비 과부족 비율을 평가하고 적정범위 내로 유지하기 위한 토양관리 정책의 기초자료로 활용된다. 경기도는 24개 시군에서 농경지를 대표하는 6,754지점을 선정하고 토양화학성 분석결과를 DB 구축하여 농업인 대상 시비관리 교육 및 현장 컨설팅에서 친환경 토양 양분관리를 위한 농경지 토양화학성 변동자료로 활용하고 있다.

경기도는 토양검정 추진계획에 따라 2019년부터 2021년까지 논토양 10,109점, 밭토양 6,720점, 과수토양 853점, 시설재배지 토양 1,015점, 총 18,697점에 대하여 토양검정을 실시하였다. 각 토양별 평균 pH는 6.3~6.6으로 적정 범위에 속하였으나, EC는 과수원과 시설재배지에서 각각 2.5, 4.4dS m^{-1}로 적정범위 2.0dS m^{-1}보다 높았다. 유기물 함량은 과수를 제외한 모든 토양에서 20~33g kg^{-1}로 적정범위 내에 있었고, 유효인산 함량은 밭과 과수원. 시설재배지에서 각각 560, 817, 1,330mg kg^{-1}으로 적정범위인 550mg kg^{-1}보다 높았다. 치환성 마그네슘은 논과 밭을 제외한 모든 지목에서 적정범위보다 높았으며, 치환성 칼리와 치환성 칼슘은 모든 지목에서 적정범위를 초과하였다. 따라서 토양화학성을 적정범위로 유지하기 위해서는 토양검정으로 과부족 성분함량을 확인하고 작물별 비료사용 처방서를 활용하여 적정량을 시비하는 한편, 토양 유기물 증대를 위해서 볏짚, 퇴구비 시용과 녹비작물 재배 등 지속적인 토양관리가 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 경기도, 토양화학성, 토양검정, 대표필지
주연구자 연락처: kje9323@gg.go.kr (031-8008-9345)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ015663022022)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Table. Chemical Properties of Representative Soil in Gyeonggi Province

Soil	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Av. P_2O_5 (mg kg^{-1})	Ex. Cations ($cmol_c$ kg^{-1}) K	Ca	Mg	Av. SiO_2 (mg kg^{-1})
Paddy	6.3 (5.5~6.5)*	- (≤2.0)	20 (20~30)	99 (80~120)	0.38 (0.2~0.3)	6.1 (5.0~6.0)	1.5 (1.5~2.0)	243 (157≤)
Upland	6.6 (6.0~7.0)*	1.0 (≤2.0)	21 (20~30)	560 (300~550)	0.87 (0.5~0.8)	7.5 (5.0~6.0)	2.0 (1.5~2.0)	-
Orchard	6.4 (6.0~7.0)*	2.5 (≤2.0)	32 (20~30)	817 (300~550)	1.47 (0.5~0.8)	9.7 (5.0~6.0)	3.0 (1.5~2.0)	-
Plastic Films House	6.6 (6.0~7.0)*	4.4 (≤2.0)	33 (25~35)	1,330 (300~550)	1.58 (0.5~0.8)	11.8 (5.0~6.0)	3.6 (1.5~2.0)	-

*작물별 비료사용처방(농촌진흥청, 2019) 기준 적정범위

PB-21

시설수박 재배지 토양의 현장진단용 수용성 양분 함량 추천 기준 평가

Elevation for Recommendation Range of Water-Soluble Nutrient for Watermelon Cultivation under Plastic Film House

김명숙*, 전상호, 이태구, 정하일
Myung-sook Kim*, Sangho Jeon, Tae-goo Lee, and Ha-il Jung
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

다수확을 위해 시설수박 농업인들은 1년에 작물을 2작기 재배를 위해 비료를 많이 투입하고 있는 실정이다. 국가에서는 농업환경을 보전하기 위해 2020년부터 공익직불제를 시행하여 농경지에 적정한 비료사용량을 준수하도록 유도하고 있다. 작물 재배 중에 피해가 발생하였을 때 현장에서 즉시 토양상태를 분석하고 처방하는 수용성 양분의 추천 기준을 모든 작물에 동일하게 설정한 바 있다(2009~2012). 본 연구에서는 작물별 수량 특성을 반영하여 현장진단 수용성 기준 범위을 보완하고자 과채류 중 수박재배지를 대상으로 토양의 수용성 양분과 유효양분, 생체 수량의 관계를 비교하여 분석하였다. 2022년도 3월부터 6월까지 진천지역에 20개소 수박 농가를 대상으로 토양을 채취하여 분석하였고, 생체 수량(열매)은 청취조사하였다. 작물 재배 중에 NO_3^-, PO_4^{3-}는 각각 100~150 mg L^{-1}, PO_4^{3-}는 15~20 mg L^{-1}에서 수량성이 높았고, K^+은 조사대상 토양에서 30~100 mg L^{-1}에 분포하였고 수량차이에 큰 영향을 주지 않았다. 생육 중에 유효양분인 NO_3-N이 150 mg kg^{-1}에서 220 mg kg^{-1}으로 증가할수록 수량은 감소하는 경향이었고, 유효인산 함량과 Ex.K는 다른 농도와는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 유효인산은 800~1,000 mg kg^{-1}에서, Ex.K는 1.0~1.5 $cmol_c$ kg^{-1}범위에서 약간 수량이 높은 경향이었다.

주제어: Plastic film house soil, water soluble nutrient, watermelon
주연구자 연락처: msk74@korea.kr (010-5372-2870)

PB-22

질소 시비수준이 마늘의 2차 생장 발생에 미치는 영향

Effect of N Application Levels on Occurrence of Secondary Growth in Garlic

임태준*, 김천환, 김지강, 강수현, 한지원, 최민선
Taejun Lim*, Chunhwan Kim, Jigang Kim, Soohyun Kang, Jiwon Han, and Minseon Choi
국립원예특작과학원 파속채소연구소
National Institute of Horticultural and Herbal Science, Muan, 58545, KOREA

마늘에서 2차 생장인 벌마늘이 발생하면 보통 6~8개인 마늘쪽(인편)이 2~4개씩 더 분화되어 상품성이 떨어지고 씨마늘로도 사용할 수 없게 된다. 이러한 2차 생장은 조기 파종, 질소질 비료 과다 시비, 겨울이 따뜻하고 봄에 비 발생이 많거나 또는 물대기를 자주 한 경우, 크기가 7g 이상 큰 씨마늘을 사용한 경우 등 다양한 원인에 의해 발생한다고 알려져 있다. 본 연구는 질소 비료의 시비수준 과다가 마늘의 2차 생장 발생에 미치는 영향을 알아보고자 파속채소연구소(전남 무안군 소재)에서 난지형인 남도마늘을 대상으로 수행하였다. 질소의 시비는 마늘 시비처방기준에 맞춰 밑거름은 9 kg/10a를 공급하였고, 추비는 표준량인 16 kg/10a(1.0N) 처리 외에, 24 kg/10a(1.5N), 32 kg/10a(2.0N) 등 3 시비수준 처리를 두었다. 질소 추비 공급은 3월과 4월 초 2회에 분시하였으며, 인산과 칼리는 밑거름으로 해당량을 공급하였다. 마늘은 10월 5일에 파종하였고 6월 8일에 수확하였다. 생육조사는 2회에 걸쳐서 질소 추비를 공급한 후 10~15일 지나고 나서 실시하였으며, 재배기간 물 관리는 건조 시에 스프링클러 관수를 통해서 공급하였다. 마늘의 생육은 마늘쪽 비대가 시작되고 생육 최성기 무렵인 2차 조사 결과, 2.0N 처리에서 엽초경과 엽수는 각각 14.5mm, 8.1매로 가장 높았지만, 초장과 엽초장의 경우에서는 처리 간 생육의 차이는 보이지 않았다. 생육기간 2차 생장 발생률은 모든 처리에서 5% 이하였으며 또한 발생의 정도도 약하여 마늘쪽의 분리는 발생하지 않았다. 건조 후 마늘의 구중은 1.5N 처리에서 50.0g으로 가장 높았으나 시비수준에 따른 유의성 있는 차이는 없었다. 이러한 원인으로 마늘의 구 비대가 이뤄지고 2차 생장 발생에 영향을 미치는 4~5월 강수량이 56.5mm이었는데 이는 2019~2021년까지 최근 3년간 평균 174mm와 비교하여 강수량이 예년의 1/3 수준으로 적다 보니, 질소 비료의 공급량에 따른 시비효과가 크지 않아 2차 생장 발생률이 적었으며 그리고 2차 생장의 정도도 약한 것으로 판단되었다. 마늘의 2차 생장 발현에 질소 시비수준이 미치는 영향에 대한 시험연구의 추가 수행이 필요하다고 생각된다.

주제어: 마늘 2차 생장, 질소 시비
주연구자 연락처: taejun06@korea.kr (061-450-7409)

사사: 본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ01708902)의 지원에 의해 이루어 진 것임.

Table 1. 질소의 추비 시비수준이 마늘의 생육 및 2차 생장에 미치는 영향

처리	3월 24일				4월 18일				2차 생장	마늘	마늘
	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	발생률 (%)	구중 (g)	수량 (kg/10a)
1.0N	46.5 ±0.7a	11.8 ±0.2a	11.9 ±0.3a	7.0 ±0.1a	72.4 ±1.1	22.6 ±0.4	13.6 ±0.3ab	7.9 ±0.2ab	3	47.3 ±1.6	1,772 ±60
1.5N	35.9 ±0.7c	9.3 ±0.2b	10.5 ±0.3b	6.2 ±0.1b	69.8 ±1.5	23.1 ±0.6	12.4 ±0.4b	7.4 ±0.2b	3	50.0 ±2.1	1,874 ±78
2.0N	40.6 ±0.9b	9.6 ±0.2b	12.0 ±0.3a	7.2 ±0.2a	73.3 ±1.9	23.6 ±0.5	14.5 ±0.4a	8.1 ±0.2a	4	46.2 ±2.2	1,731 ±82
p-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.186	0.326	<0.01	0.033		0.377	0.377

PB-23

새만금 간척지 농생명용지의 토양 화학성 변동 특성

Changes in Soil Chemical Properties in Agricultural Zone in Saemangeum Reclaimed Tide Land

류진희*, 서보성, 이수환, 조현숙
Jin-Hee Ryu*, Bo-Seong Seo, Su-Hwan Lee, and Hyeoun-Suk Cho
농촌진흥청 국립식량과학원
National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

새만금 간척지 농생명용지는 면적이 9,430ha로 새만금호 내 퇴적토를 준설·매립하고 용수로와 배수로를 설치하여 조성중에 있으며 2025년까지 완공할 계획이다. 본 연구에서는 새만금 간척지의 합리적인 농지 이용을 위한 기초자료를 제공하기 위해 농생명용지 9,430ha를 대상으로 45 대표지점을 정하고 2018년부터 2022년까지 매년 4~5월경에 표토(0~20cm)와 심토(20~40cm)를 채취하여 토양 이화학성을 조사하였다. 조사결과, 토양의 입경 분포는 표토에서 모래 82.0%(26.7~97.2), 미사 14.8%(1.0~64.3), 점토 3.2%(0.5~8.9)이었고 토성은 양질사토(미사질양토~사토)였으며 양이온치환용량(CEC)은 6.8(5.1~9.7)를 나타내어 모래 함량이 매우 높고 양분보유력이 낮은 토양 특성을 나타내었다. 표토의 EC는 2018년 2.0 dS m^{-1}(0.08~12.07)에서 2022년 0.2 dS m^{-1}(0.04~6.90)로 감소하여 연차 경과에 따라 감소하는 경향을 나타내었고 pH도 2018년 7.7(6.0~9.6)에서 2022년 7.0(4.8~10.2)으로 감소하여 같은 경향을 보여주었다. 또한 유효인산도 2018년 32 mg kg^{-1}(14~108)에서 2022년 24 mg kg^{-1}(5~99)로 감소하여 연차 경과에 따라 감소하는 경향을 보였으며 밭토양 적정기준(300~550)에 비해 크게 부족하였다. 반면 토양 유기물은 2018년 1.6 g kg^{-1}(0.5~7.3)에서 2022년 3.1 g kg^{-1}(0.4~14.2)로 증가하였고 치환성 칼슘도 2018년 0.8 $cmol_c$ kg^{-1}(0.2~2.0)에서 2022년 1.2 $cmol_c$ kg^{-1}(0.5~2.3)로 증가하여 연차 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 연차 경과에 따라 갈대 등 식물의 생육이 왕성해진 것과 농생명용지 중 이미 경작이 진행되고 있는 구역에서 칼슘질 비료를 사용한 것에 기인한 것으로 생각된다. 새만금 간척지 농생명용지는 대부분의 밭작물 재배가 가능할 정도로 토양의 염농도가 저하되었지만 토양 유기물, 유효인산, 치환성 칼슘 함량 등이 밭토양 기준에 비해 크게 부족하므로 유기물과 인산질 비료, 석고 등의 투입을 통한 토양개선이 중요하다고 생각된다.

주제어: 새만금, 간척지, 농생명용지, 토양 이화학성
주연구자 연락처: jin001kr@korea.kr (063-238-5272)

PB-24

Effect of Varying Nutrient Supply on Primary Metabolites of Cucumber Fruits Grown in Greenhouses with Soil of Optimal or High Nutrient Status

시설 양분 함량 및 양분 차등 공급에 따른 오이 대사물질 변동

Yangmin X. Kim[1]*, Na-Rae Lee[2], Yerim Lee[3], Yejin Lee[1], Chanwook Lee[1], Yosung Song[1], Hyejin Park[1], Byunggeun Hyun[1], and Choong Hwan Lee[2,3]
김양민[1]*, 이나래[2], 이예림[3], 이예진[1], 이찬욱[1], 송요성[1], 박혜진[1], 현병근[1], 이충환[2,3]
[1]Soil and Fertilizer Division, NAS, RDA, Wanju 55365, South Korea
[2]Research Institute for Bioactive-Metabolome Network, Konkuk University, Seoul 05029, South Korea
[3]Dept. of Bioscience and Biotechnology, Konkuk University, Seoul 05029, South Korea
[1]농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
[2]건국대학교 생리활성대사체 네트워크 연구소
[3]건국대학교 시스템생명공학과

An optimal supply of fertilizer is important for cucumber productivity and fruit quality. This study explored the effect of nutrient supply on the quality of cucumber fruits in the two greenhouses with different soil nutrient conditions, *i.e.* optimal or high. For that, we cultivated cucumbers during spring 2021 at two farmers' greenhouses with initial optimal nutrient soil (optimal SOM, P, and K, but NO_3-N lower than the optimal) and high nutrient soil (high SOM, P, and K, but NO_3-N lower than the optimal), respectively. To discover effect of fertilizer on cucumber fruits in soils with different nutrient status, the various levels of N-P-K fertilizer (x0.0, x0.5, x1.0, and x2.0 of the previously developed fertigation amount for cucumber cultivation (16.4-11.4-13.1 kg $10a^{-1}$)) were used. We performed metabolome analysis using harvested cucumbers and figured out that the metabolite composition is highly affected by the initial soil nutrient status. Interestingly, the fertilizer treatment to two different soil made the metabolite discrepancy of cucumber. For example, relatively higher amount of the most amino acids, organic acids and fatty acids were observed in the optimal nutrient soil than high nutrient soil, and the contents were increased by fertilizer supply. On the contrary, in the high nutrient soil, most amino acids and some organic acids were comparatively lower and their contents were decreased as the concentration of fertilizer increased. In conclusion, cucumber fruit quality were highly influenced by initial nutrient status of soil followed by the fertilizer level. Therefore, to improve fruit quality and nutrient, it is important to design appropriate fertilizer concentration according to the soil nutrient status.

Keywords: Cucumber fruits, Growth-stage-based fertigation, Soil nutrient, Metabolome analysis
Correspondence: yangmink@korea.kr (063-238-2444)

PB-25

제주지역 감귤원 토양화학성 변동 현황

Changes in Soil Chemical Properties of Citrus Orchards in Jeju

이강해*, 김유경, 양영택, 고윤정, 김창선
Kang-Hae Lee*, Yu-Kyoung Kim, Young-Taek Yang, Yoon-Jeong Ko, and Chang-Seon Kim
제주특별자치도 농업기술원
Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research and Extension Services

본 연구는 제주지역 감귤원 토양을 대상으로 화학적 변동 특성을 조사하여 합리적인 토양관리와 시비체계 개선 및 농업환경 보전을 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 시험은 도일원에서 조사지점 200개소를 선정하고 2002년부터 2022년까지 20년 동안 4년 주기로 표토를 채취하여 분석하였다. 분석 결과, 토양 pH는 4.6~5.2 범위에 분포하였으며, 연차 간 다소 차이는 있으나 2002년 4.9에서 2022년 4.9로 큰 변화가 없었으며 적정범위(6.0~7.0)보다는 낮은 수준이었다. 유기물 함량도 2002년 90 g kg^{-1}에서 2022년 87 g kg^{-1}로 다소 차이는 있으나 큰 변화가 없었으며, 유효인산 함량은 2002년 395 mg kg^{-1}에서 2022년 541 mg kg^{-1}로 증가하였다. 교환성칼륨 함량은 2002년 0.72 $cmol_c$ kg^{-1}, 2010년 0.47 $cmol_c$ kg^{-1}로 감소하였으나 2014년 이후는 다시 증가하는 경향을 보였다. 교환성칼슘 함량은 2002년 2.8 $cmol_c$ kg^{-1}에서 2014년 3.7 $cmol_c$ kg^{-1} 그리고 2022년 4.8 $cmol_c$ kg^{-1}로 지속적으로 증가하였으며, 이와 유사하게 교환성마그네슘 함량도 2002년 1.0 $cmol_c$ kg^{-1}에서 2014년 1.2 $cmol_c$ kg^{-1} 그리고 2022년 1.5 $cmol_c$ kg^{-1}로 증가하였다. 지역별로 보면, 유기물 함량은 동부 및 남부지역(각각 128~146, 114~126 g kg^{-1})이 서부 및 북부지역(각각 39.5~59.2, 43.3~55.1 g kg^{-1})보다 높았다. 유효인산은 서부 및 북부지역이 (각각 508~797, 476~787 mg kg^{-1}) 동부 및 남부지역(각각 142~264, 252~402 mg kg^{-1}) 보다 높았으며, 2014년 이후 모든 지역에서 증가하는 경향이었다. 2022년 기준 동부지역의 칼슘 및 마그네슘은 6.96, 2.26 $cmol_c$ kg^{-1}으로 적정범위 상한 기준을 초과하였으며, 남부와 북부지역에서는 칼슘이 각각 3.85, 4.40 $cmol_c$ kg^{-1} 및 마그네슘이 각각 1.02, 1.31 $cmol_c$ kg^{-1}으로 적정범위 하한 기준보다 낮았다. 본 연구 결과, 제주지역 감귤원 토양은 pH 개선을 위한 연구가 지속적으로 필요하며, 유기물 및 유효인산 함량이 지역별로 차이가 크고 교환성양이온 함량도 지속적으로 증가하는 경향을 보이기 때문에 필지별 토양검정과 그에 따른 비료사용처방서에 의한 적정 시비관리가 이루어지도록 농가 지도가 필요하다고 사료된다.

주제어: 제주지역, 감귤원, 토양화학성
주연구자 연락처: lkh0422@korea.kr (064-760-7234)

PB-26

Effect of Different Fertilizers on Soil Nutrient Levels Monitored by an EC Sensor during Spring Onion Cultivation

Govind Vyavahare[1], Han Na Kim[1], Hyo Kyung Jee[1], Yeong Ju Suk[1], Jeong Yeon Kim[1], Su Kyeong Sin[1], Jin Seok Lee[1], Min Ho Yeom[1], and Jin Hee Park[1]*
1Department of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk, Republic of Korea 28644

Balanced nutrients are essential for healthy plant growth, but there is no sensor available to monitor essential nutrients like N and K. EC sensor is one of the key parameters that could be adopted to monitor these nutrient contents because soil EC is influenced by available nutrients. Therefore, the main objective of this study was to examine the effects of different fertilizer applications including chemical, organic, and compost fertilizers on soil pH, EC, and nutrient contents by EC sensor. The applied basal and additional fertilizer ratio was N 30:70, K 40:60, and N 20:80, K 20:80, respectively, for each fertilizer treatment. Soil applied with chemical fertilizer (additional N80 and K80) had lower pH while it inclined with applying organic (N70 and K60) and compost fertilizers (N70 and K60). Soil EC values increased with the application of chemical fertilizer, which was also reflected by a higher EC sensor value and was positively correlated with available nutrients (especially N and K) compared to other treatment groups. This work suggested that soil available nutrients especially N and K can be monitored by an EC sensor which can be used to control soil nutrient status for better plant growth.

Keywords: Electrical conductivity, Fertilizer, Nutrient, Soil sensor
Correspondence: pjinh@chungbuk.ac.kr (043-261-2564)

PB-27

Estimation of Nutrient Requirements for Agricultural Land for the Use of Livestock Excretion Compost in the Jeollabuk-do

Hyojin Kim*, Mijeong Um, Doyoung Ko, Nayoung Park, Younghwan Jang, Sunkang Yoon, and Minsil An
김효진*, 엄미정, 고도영, 박나영, 장영환, 윤순강, 안민실
Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 54591, Korea
전라북도농업기술원 농업환경과

The Ministry of Environment introduced a local nutrient management system (2021) to prepare an appropriate treatment plan to reduce agricultural environmental pollution due to the increase in livestock excretion. Therefore, this study was conducted in order to maintain the nutrient balance between the oversupply area and the receiving area by diagnosing the nutrient input output by city and county. The investigation was carried out in three cities and counties: Area A with a small amount of livestock excretion and a large amount of farmland, Area B with a large amount of both livestock excretion and farmland, and Area C with similar manure generation and farmland area. As for the implementation method, statistical data were used to investigate the amount of livestock excretion and crop cultivation area, and data such as annual production and sales were collected by visiting a animal waste compost producer. In addition, the fertilizer content was calculated by analyzing the compost produced by the company, and the amount of compost that could be replaced with fertilizer was calculated based on the standard amount of fertilizer for each crop. The amount of livestock excretion generated in areas A, B, and C was 170,721 tons, 1,389,267 tons, and 280,876 tons, respectively, and the cultivated area was confirmed to be 14,002 ha, 22,248 ha, and 6,826 ha. The major livestock species in each surveyed area were pig manure in areas A and B and cattle manure in area C. The mixing ratio of livestock excretion raw materials was different for each producer, because the preferred mixing conditions for each region were different. As a result of analysis on the components of livestock manure by regional producers, all of the process standards were met, and the average content of inorganic fertilizer components was nitrogen 2.0%, phosphoric acid 3.4%, and potassium 2.1% in area A, and nitrogen 2.0%, phosphoric acid 3.8%, and potassium in area B. 2.3%, area C showed nitrogen 2.3%, phosphoric acid 3.2%, and potassium 2.2%. The amount of compost that can be substituted for crops over 10 ha is based on the standard amount of fertilizer, area A nitrogen 79,830 ton, phosphoric acid 28,634 ton, potassium 43,544 ton, area B nitrogen 74,642 ton, phosphoric acid 22,620 ton, potassium 44,308 ton, and area C nitrogen 16,789 ton, phosphoric acid 6,879 ton, potassium 11,292 tons are required. Through this study, it is thought that it will be possible to use it as data for constructing a model of natural recycling agriculture considering the nutrient requirements of each region.

Keywords: Livestock Excretion, Nutrient Requirements, Standard amount of fertilizer
Correspondence: hyojin1018@korea.kr (063-290-6192)

Table 1. Amount of fertilizer replacement required for livestock excretion by region (standard amount of fertilizer)

Area	livestock excretion (t)	Agricultural land (ha)	Fertilizer content of livestock excretion compost(%)			Amount of compost required for each standard component(t)		
			N	P	K	N	P	K
A	170,721	17,024	2.0	3.4	2.1	79,830	28,634	43,544
B	1,389,267	5,092	2.0	3.8	2.3	74,642	22,620	44,308
C	280,876	3,493	2.3	3.2	2.2	16,789	6,879	11,292

PB-28

Signals on the Soil Characteristic Change with Being Caused by Injury Successive Cropping of *Zingiber officinale*

Hyojin Kim*, Mijeong Um, Doyoung Ko, Nayoung Park, Sunkang Yoon, and Minsil An
김효진*, 엄미정, 고도영, 박나영, 윤순강, 안민실
Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 54591, Korea
전라북도농업기술원 농업환경과

Zingiber officinale is a perennial crop native to Southeast Asia, and it is used very frequently for food and medicinal purposes throughout many countries. It uses tubers similar to potatoes. *Zingiber officinale* is a crop that is difficult to cultivate continuously, such as rehmannia and ginseng, and this study was conducted to find out the cause. In Bong-dong, Jeollabuk-do, the main producing area of *Zingiber officinale* is cultivating both native and exotics species (from China). Ginger cultivars were continuously cultivated in the same field for 2 years using the standard cultivation method, and soil characteristics were compared year-by-year. The cause of continuous cropping of ginger is considered to be root rot caused by *Pythium* bacteria. However, in terms of soil nutrients, there is no consensus in the field or academia as to whether pathogens have penetrated due to nutrient imbalance or whether pathogens that interfere with continuous crops have penetrated first. The purpose of this study is to focus on how the balance of soil nutrients is changed, and as a result of the two years of performance, the pH showed a tendency to decrease compared to the soil before the test, and in particular, the Mg content was 2 to 10 times decreased. There was no difference in the above-ground growth between treatments, but it was found that the exotics species showed better growth compared to the native species. Since continuous crop failure is caused by multiple causes, it is considered that additional studies are needed to maintain the nutrient balance and the community pattern of soil rhizosphere microorganisms.

Table 1. Soil properties of experimental test before cultivating *Zingiber officinale*

Divisions	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Avail. P_2O_5 (mg/kg)	Ex Cation(cmolc/kg)				T-N(%)
					K	Ca	Mg	Na	
Before experiment	6.9	0.28	27	441	0.57	5.72	1.05	0.35	0.06

Table 2. Comparison of soil properties after cultivating *Zingiber officinale* for 2 years at Wanju province, Jeollabuk-do

Annual	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Avail. P_2O_5 (mg/kg)	Ex Cation(cmolc/kg)				T-N (%)
					K	Ca	Mg	Na	
First year	6.7	0.16	23	404	0.29	4.8	0.1	0.30	0.20
second year	6.7	0.19	21	419	0.35	5.3	0.8	0.30	0.21
The optimum level	6.0~6.5	2 >	20~30	250~350	0.5~0.6	5.0~6.0	1.5~2.0	-	-

PB-29

녹비의 사용에 따른 북방지역 논 토양비옥도 및 벼 수량 변화

Effect of Green Manure on Soil Fertility and Rice Yield in Northern Region

장우석[1]*, 김보현[1], 김정우[1], 서한률[1], 윤정환[2], 이단비[1,3], 이지현[1], 김계훈[1]
Woo-Seok Jang[1]*, Bo-Hyun Kim[1], Jung-Woo Kim[1], Han-Ryul Seo[1], Jung-Hwan Yoon[2], Dan-Bi Lee[1,3], Ji-Hyun Lee[1], and Kye-Hoon Kim[1]
[1]서울시립대학교, [2]강원대학교, [3]국립농업과학원 토양비료과
[1]University of Seoul, Seoul, 02504, Korea
[2]Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea
[3]Soil and Fertilizer Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea

북방(북한) 지역의 낮은 토양비옥도와 화학비료의 부족은 오랜 식량난의 원인으로 작용하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 화학비료의 투입량만을 단순히 증가시키는 것이 아닌, 적량시비와 함께 중장기적으로 토양을 개선하기 위한 방안이 마련되어야 한다. 그 일환으로 비영농기 동안 녹비작물을 재배하는 것은 농경지의 잔류양분을 흡수하여 이듬해 봄에 녹비로 환원함으로써 유기물 형태로 양분을 재공급해 토질을 높인다고 알려져 있다. 본 연구는 녹비의 시용 여부가 화학비료와 퇴비의 혼용비율에 따라 논 토양의 화학성과 벼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 파악하고, 이를 통해 북방지역에서 녹비의 토양비옥도와 벼 수량증대 효과를 파악하고자 수행하였다. 이를 위해 북한과 인접한 경기도 포천시 관인면 초과리에 위치한 논을 대상으로 벼(오대)의 재배시험을 수행하였다. 녹비작물로는 헤어리베치 (청풍보라)와 호밀(곡우)을 선정하였으며, 시험 포장의 절반을 대상으로 2020년 9월 24일에 파종하고 2021년 5월 1일에 전량 환원하였다. 화학비료와 퇴비는 사전 토양분석 결과와 녹비의 성분에 기초하여 흙토람 비료사용처방을 통해 각 처리구별로 산정하였다. 토양화학성 분석결과 모든 처리구에서 녹비의 투입이 유기물 함량을 증가시키는 경향이 나타났다. 벼 생육에서 유효분얼기 이후부터 화학비료의 처리량이 많을수록 초장, 분얼수, 엽록소 함량 또한 높게 나타났다. 벼 재배에 있어서 녹비의 처리는 대부분의 처리구에서 수확량을 증가시킨 반면, 화학비료 처리비율이 75% 이상부터 수확량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통하여 녹비작물을 재배한 토양에 화학비료와 퇴비를 혼용하는 것이 북방지역의 논 토양비옥도와 벼 수량증대에 적합할 것으로 판단하였다.

주제어: 토양비옥도, 벼, 녹비
주연구자 연락처: camu336@naver.com (02-6490-5609)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ014837)의 지원에 의해 이루어진 것임.

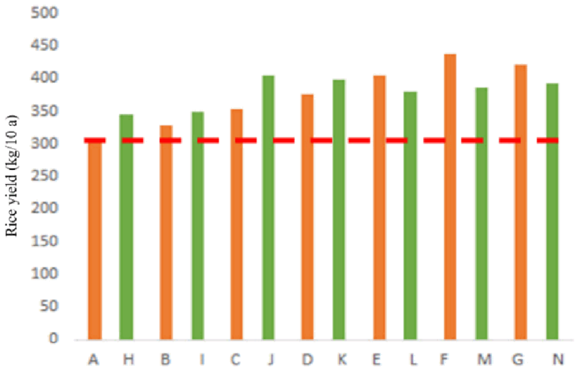


Fig. 1. Comparison of rice yields according to the treatments. (A: control; B: compost 100%; C: fertilizer 25% + compost 75%; D: fertilizer 50% + compost 50%; E: fertilizer 75% + compost 25%; F: fertilizer 100%; G: fertilizer 100% + compost 100%; H: control + green manure; I: compost 100% + green manure; J: fertilizer 25% + compost 75% + green manure; K: fertilizer 50% + compost 50% + green manure; L: fertilizer 75% + compost 25% + green manure; M: fertilizer 100% + green manure; N: fertilizer 100% + compost 100% + green manure)

Table 1. Comparison of soil chemical properties between two seasons; one before the rice cultivation and one after the harvest

	$pH_{1:5}$		$EC_{1:5}$		O.M.		Avail-P		CEC		K		Ca		Mg	
			$dS\ m^{-1}$		$g\ kg^{-1}$		$mg\ kg^{-1}$		---------------------- $cmol\ kg^{-1}$ ----------------------							
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
A*	6.6	6.14	0.05	0.06	20.42	18.03	3.79	19.73	14.0	10.40	0.32	0.41	6.27	5.16	1.12	0.82
B	6.5	6.06	0.05	0.05	22.46	22.76	7.76	25.07	13.6	9.22	0.21	0.39	6.17	4.68	1.03	0.74
C	6.4	6.53	0.06	0.05	22.78	21.58	9.43	28.85	13.7	9.17	0.27	0.42	6.04	5.53	1.07	0.87
D	6.5	6.47	0.07	0.05	21.46	22.76	9.25	27.84	12.9	9.96	0.25	0.48	5.43	6.34	1.10	0.97
E	6.5	6.46	0.06	0.06	21.58	16.45	10.14	29.24	12.8	9.88	0.32	0.49	5.54	6.42	1.08	0.88
F	6.4	6.50	0.05	0.06	20.22	18.11	11.25	27.41	12.2	8.88	0.35	0.33	5.23	4.65	1.09	0.67
G	6.5	6.50	0.05	0.04	25.54	23.68	15.27	27.68	12.3	11.08	0.33	0.41	5.51	5.98	1.11	0.88
H	6.5	5.82	0.06	0.06	22.24	22.89	16.65	23.86	12.3	11.16	0.31	0.49	5.64	4.81	1.08	0.83
I	6.4	6.15	0.07	0.05	25.64	27.76	15.64	27.68	12.5	9.77	0.33	0.41	5.34	5.12	1.06	0.90
J	6.5	6.25	0.05	0.05	25.19	27.11	18.88	34.97	12.4	10.04	0.38	0.47	5.23	5.08	1.14	0.90
K	6.5	6.15	0.06	0.06	23.33	23.95	17.26	26.78	12.1	9.67	0.36	0.49	5.36	5.10	1.05	0.77
L	6.4	6.34	0.07	0.06	22.45	20.42	18.85	27.33	12.9	9.25	0.37	0.39	5.10	4.80	1.00	0.66
M	6.5	5.82	0.05	0.05	21.04	20.82	16.35	22.65	13.5	9.09	0.39	0.39	5.02	3.53	1.07	0.51
N	6.7	6.06	0.05	0.06	21.78	26.32	14.45	25.03	12.6	9.64	0.21	0.48	5.87	4.96	1.09	0.85
Appropriate range	5.5-6.5		-		25-30		80-120		-		0.25-0.3		5.0-6.0		1.5-2.0	

*A: control; B: compost 100%; C: fertilizer 25% + compost 75%; D: fertilizer 50% + compost 50%; E: fertilizer 75% + compost 25%; F: fertilizer 100%; G: fertilizer 100% + compost 100%; H: control + green manure; I: compost 100% + green manure; J: fertilizer 25% + compost 75% + green manure; K: fertilizer 50% + compost 50% + green manure; L: fertilizer 75% + compost 25% + green manure; M: fertilizer 100% + green manure; N: fertilizer 100% + compost 100% + green manure

PB-30

주정박 처리에 따른 엽채류 양분공급 효과 및 토양특성 변화

Effects of Distillers Dried Grains Application on Soil Properties and Green Vegetable Yield

김유진, 이상민, 이초롱, 황현영, 안난희*
Yu-Jin Kim, Sang-min Lee, Cho-Rong Lee, Hyun-Young Hwang, and Nan-Hee An*
농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과
Organic Agriculture Division, NAS, RDA, Wanju, Korea, 55365

본 연구는 신규 유기질원료 개발을 위해 주정 제조과정에서 발생하는 주정박 처리에 따른 엽채류 양분공급 효과 및 처리 후 토양 특성을 혼합유기질 비료와 비교 분석하였다. 시험구는 처리량을 250 kg 10^{-1}을 기준으로 혼합유기질 100%(MEC), 주정박 100%(DDS 100), 200%(DDS 200) 수준, 그리고 무처리(NF)로 설정하고, 배추와 상추를 대상으로 처리하였다. 배추의 생육을 조사한 결과, DDS 100 처리구는 혼합유기질비료와 비교하여 82%, DDS 200 처리구는 96%의 생육 특성을 나타냈다, 상추의 경우, DDS 100 처리구는 MEC와 비교하여 86%, DDS 200 처리구는 대등한 특성을 나타냈다. 재배 후 토양 특성은 DDS 처리구의 전기전도도가 MEC 처리구에 비해 높았으며 치환성양이온(K) 함량은 낮아졌다. 위의 결과를 통해 주정박은 혼합유기질비료 80% 이상의 양분공급 효과를 나타내며 추후 깻묵, 미강 등비료 원료들과 혼합하여 혼합유기질 비료 제조 후 양분공급 효과 검토가 필요한 것으로 사료된다.

주제어: 주정박, 유기질비료, 엽채류, 양분공급
주연구자 연락처: nanhee79@korea.kr (063-238-2566)

Table. Growth of Characteristics of Chinese Cabbage and Lettuce After Applying Organic Fertilizers

Treatment	Chinese Cabbage			Lettuce		
	fresh weight (g)	No. of leaves	dry weight (g)	fresh weight (g)	No. of leaves	dry weight (g)
DDS 100	47.1bc	19.2a	9.9b	76.1b	14.3ab	1.96ab
DDS 200	51.2b	19.8a	10.9a	88.7a	16.0a	2.20a
MEC	57.1a	19.8a	11.8a	88.1a	15.7a	1.83b
NF	43.1c	19.2a	9.1b	59.9c	13.7b	1.63c

†MEC: mixed expellar cake; DDS: distillers dried grains; NF: no fertilizer.
‡Numbers with the same letter within a column are not significantly differed (Duncan's test, $P < 0.05$).

PB-31

제주지역 섬쑥부쟁이 재배지 토양화학성의 상호관계

Relationship among Chemical Properties of Soils Taken from *Aster glehni* Cultivation Area in Jeju

김유경*, 양영택, 고윤정, 이강해, 조영윤, 양혜은, 이은경, 송정흡
Yu-Kyoung Kim*, Young-Taek Yang, Yeun-Jeong Ko, Kang-Hae Lee, Young-Yeun Cho, Hae-Eun Yang, Eun-Kyoung Lee, and Jeong-Heub Song
제주특별자치도농업기술원
Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research and Extension Services

본 연구는 섬쑥부쟁이(*Aster glehni F. Schmidt*) 주산지인 제주시 애월읍 지역에서 55개 토양을 채취하여 화학성을 조사하고 성분 간 상호관계를 비교 검토하였다. 적용된 화학성분은 pH 등 11개 성분이며, 특히 토양 산도 및 전기전도도(EC)와 관계를 갖는 다른 성분들의 상관계수 크기를 비교하였다. 통계분석은 상관분석과 회귀분석을 이용하여 수행하였다. 조사 결과 공시토양의 pH 분포범위는 4.1~8.0이며 평균값은 5.1로 적정범위(6.0~7.0) 보다 매우 낮았다. 전기전도도는 0.3~3.3 dS m^{-1} 범위이며 평균값은 0.9 dS m^{-1}로 일반 밭토양 보다 높은 경향이었다. 유효인산 분포범위는 56~1,275 mg kg^{-1}로 편차가 컸으며 평균값은 746 mg kg^{-1}으로 적정범위(300~550) 상한의 1.4배 높았다. 교환성칼륨, 칼슘 및 마그네슘의 분포범위는 각각 0.3~5.8, 0.4~24.8 그리고 0.2~9.4 $cmol_c$ kg^{-1}이며 평균값은 각각 1.0, 4.7 및 1.9 $cmol_c$ kg^{-1}로 칼륨은 다소 높지만 칼슘 및 마그네슘은 적정범위에 분포하는 것으로 나타났다. 그리고 토양 산도와 밀접한 상관($p<0.01$)을 갖는 화학성의 상관계수(r) 절대값 크기는 교환성칼슘 0.81 > 교환성마그네슘 0.72 > 인산이온(PO_4^{3-}) 0.46 > 질산태질소(NO_3-N) (-)0.43 > 교환성칼륨 0.36 > 염소이온(Cl^-) 0.31 > 황이온(SO_4^{2-}) (-)0.17 순으로 나타났으며 교환성칼슘이 가장 높은 상관계수를 보였다. 질산태질소와 황이온은 유의한 음의 상관관계를 보였는데, 특히 질소비료 사용으로 인한 질산태질소 농도 증가는 pH 감소에 밀접한 영향을 주는 것으로 판단되었다. 그리고 전기전도도와의 상관계수 크기는 염소이온(Cl^-) 0.85 > 교환성칼륨 0.8 > 질산태질소(NO_3-N) 0.54 > 황이온(SO_4^{2-}) 0.5 순으로 염소이온이 가장 높은 양의 상관을 보였다. 염소이온과 교환성칼륨의 상관계수는 0.96으로 아주 밀접한 관계를 나타냈다. 또한 유효인산과 수용성 인산의 상관계수는 0.74로 높았는데, 이는 토양에 집적된 인산이 수용성 인산의 용출량 증가와 관련이 있는 것으로 판단된다.

주제어: 섬쑥부쟁이, 토양산도, 전기전도도, 질산태질소
주연구자 연락처: kyk555@korea.kr (064-760-7231)

표 1. Correlation coefficient between pH, EC and other properties of soils in *Aster glehni* cultivation area in Jeju.

	Av. P_2O_5	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg	OM	Cl^-	NO_3-N	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}
pH	-0.07	0.36	0.81	0.72	0.09	0.31	-0.43	0.46	-0.17
EC	0.16	0.80	0.00	0.09	0.2	0.85	0.54	0.15	0.50

PB-32

토양 건전성 평가를 위한 관행농법과 유기농법 비교 분석 방법

Comparative Analysis Between Conventional and Organic Farming System for Soil Health Evaluation

구현회[1,2]*, 김아린[1], 강제모[1], 이용선[1], Adegoke Toluwase Oreoluwa[2]
Hyun-Hwoi Ku[1,2]*, A-Rin Kim[1], Je-Mo Kang[1], Young-Seon Lee[1], and Adegoke Toluwase Oreoluwa[2]
[1]한경대학교 식물자원조경학부, [2]한경대학교 기후변화연구센터
[1]School of Applied Science in Natural Resources & Environment, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[2]Climate Change Research Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

농업환경에서 토양 건전성은 식량의 안정적 생산과 생태계 서비스를 극대화하는 정책이다. 국내 유기농업에서 생산되는 작물의 수량은 관행농업에 비하여 현저히 낮은 수준이나, 토양질, 토양 건강성 및 토양안보 등 토양이 인간에게 제공하는 생태계 서비스는 탁월하다. 본 연구에서는 관행농업과 유기농업에서 토양 건전성 평가를 위한 이론적 방법론을 제시하고자 한다. 연구의 주안점은 1) 토양 지속 가능성과 장기적인 식량 안보를 위한 토양 및 수질 특성에 대한 관행 및 유기농 시스템의 영향을 조사, 2) 토양, 물 및 식량의 연결과 관련된 문제를 제시하며, 3) 토양 특성 및 수확량 생산을 향상시키기 위해 관행 및 유기농업의 전략을 비교, 4) 식량 안보와 관련된 관행 및 유기농업의 토양 건강성에 대한 측정 가능한 지표를 선정, 5) 관행과 유기농업 지역의 토양 및 수질(지하수 및 지표수) 조사 등 대상 지역의 환경 품질과 작물 생산성을 고려하는 것을 제시하는 것이다. 지속적인 토양관리 평가를 위한 중요한 기반 중 하나인 토양 건전성은 환경질(Environmental quality) 지표의 하나이며 결국 지속가능한 농업과 직결될 수 있다(그림 1).

주제어: 토양 건전성, 유기농업, 환경질
주연구자 연락처: seanku@hknu.ac.kr

사사: 이 연구는 농촌진흥청 연구개발사업(과제번호:PJ017012032022)의 지원으로 수행되었습니다.

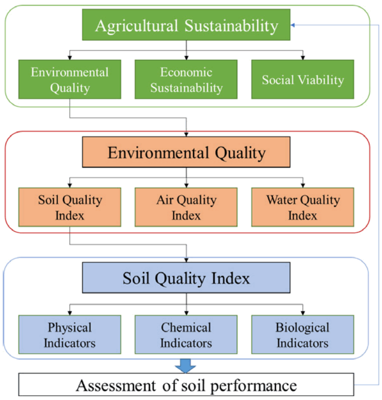


Fig. 1. Hierarchy of agricultural indices showing soil quality as one of the critical foundations for assessing sustainable soil management.

PB-33

노지 고추의 질소이용효율(NUE) 및 수확량에 대한 관비 처리 효과

Effect of Different Types of Basic Fertilizers and Ratios of Fertigation on NUE and Yield of Open-Field Pepper

김가은, 성좌경
Ga-Eun Kim and Jwakyung Sung
충북대학교 식물자원학과
Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Korea

관비(fertigation)는 관수(irrigation)와 시비(fertilizer)를 동시에 수행하는 농법으로 토양에 잔재 되어있는 비료의 성분을 이용할 수 있고, 토양 완충 능력이 있어 양분의 과부족을 완화시킬 수 있다는 장점이 있다 알려져 있다. 노지작물은 생육시기 별 생육에 필요한 양, 수분의 요구량이 다르기 때문에 시기에 맞는 적절한 관비 시비량에 대한 연구의 필요성이 제시된다. 이에 본 연구는 화학비료(요소-용과린-염 화가리, CF), 완효성비료(SRF), 가축분퇴비+화학비료(LC+CF)를 이용하여 비료사용처방기준(국립농업과 학원, 2019)에 명시된 토양검정량을 바탕으로 밑거름과 관비를 각각 100:0, 50:50. 30:70의 비율로 공급하 여 각각의 경우에 대해 수확량과 질소이용효율(NUE)을 계산하였다. 고추 건물중은 정식 후 30일간격으로 총 150일까지 측정하였다. 정식 후 30~60일차에서는 처리구 간 차이가 보이지 않았으나, 90일차에서는 대조구인 CF 50:50이 건물중이 가장 높았다. 이후 120일차, 150일차에서는 LC+CF 30일차에서 가장 높은 건물중이 관찰되었다. NUE는 CF 50:50과 비교했을 때 CF 100:0, LC+CF 50:50, LC+CF 30:70에서 높게 관찰되었으며 범위는 26.9~27.3(fruit yield/N applied, kg/kg)이다. 비종에 따른 비교에서 건물중과 NUE는 유의미하지 않았다. 관비 비율에 따른 비교에선 90일과 120일차 건물중에서 50:50, 30:70의 건물 중이 높았으며 NUE는 유의미하지 않았다. 따라서, 노지 고추의 NUE 향상을 위한 비종과 관비비율의 차이는 없는 것으로 나타났다.

주제어: 노지, 고추, 관비, NUE, 수확량
주연구자 연락처: jksung73@chungbuk.ac.kr (043-261-2512)

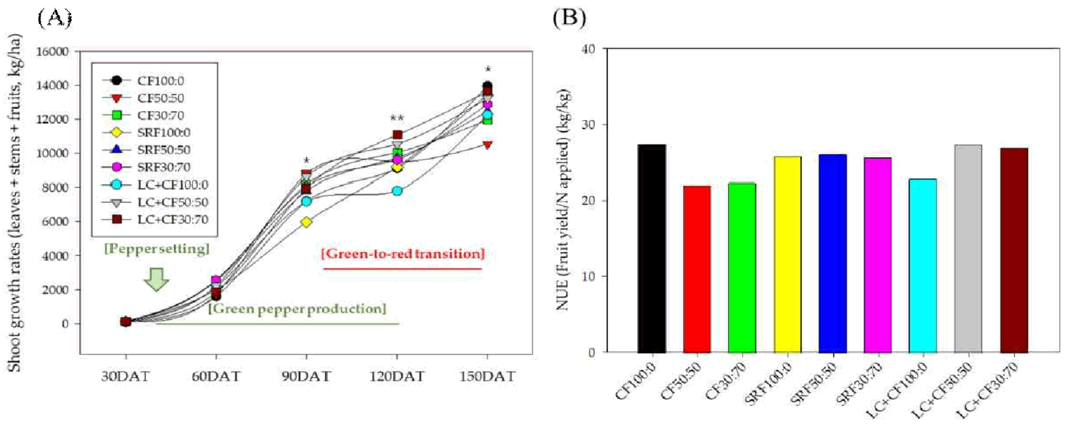


Fig. 1. Effect of different types of basal fertilizer and fertigation ratio on yield and NUE in upland pepper.

PB-34

스마트 온실에서 동계 보광등이 장미의 식물 생체정보에 미치는 영향

Effect of Supplemental Lighting on the Bioinformatics of Roses in Winter in Smart Farm

김한나*, 김정연, 지효경, 석영주, 신수경, 차진경, 최지민, 이진석, 염민호, Vyavahare Govind Dnyandev, Fauzia Mahanaz, 박진희
Han Na Kim*, Jeong Yeon Kim, Hyo Kyung Jee, Yeong Ju Suk, Su Kyeong Sin, Jin Kyung Cha, Ji Min Choi, Jin Seok Lee, Min Ho Yeom, Vyavahare Govind Dnyandev, Fauzia Mahanaz, and Jin Hee Park
충북대학교 농업생명환경대학 농화학과
Major of Agriculture Chemistry, College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

최근 정밀 농업에 대한 수요가 증가함에 따라 스마트 온실이 대중화되고 있다. 스마트 온실은 온도와 습도, 양분과 수분의 공급 등 식물 성장에 적합한 환경 조건을 자동으로 제어할 수 있으며 장미 생육시 겨울에 온도 조절 및 보광이 필요하다. 보광등에 따른 장미의 생육 평가를 위해 비파괴적이고 실시간으로 식물 생육 측정이 요구되는데 이는 식물의 전기적 신호(PIES)를 모니터링하면 가능하다. 따라서 본 연구에서는 스마트 온실에서 겨울 온도 조절과 장미의 최적의 생육 조건을 조성하기 위한 생육 평가법으로 식물 줄기가 양분과 수분을 흡수할 때 발생하는 식물의 전기전도도의 변화인 PIES를 측정하였다. 보광등으로는 BL등과 나트륨등을 사용하여 각각 1구역과 3구역으로 나눴으며 BL등과 나트륨등의 경계를 2구역으로 하여 온도, 습도, CO_2, 광합성 광합성자속밀도(PPFD), 배지 EC, 배지 온도, 배지 수분을 모니터링하였고 이에 따른 PIES를 측정하였다. PIES는 3구역, 2구역, 1구역 순으로 높게 측정되어 3구역의 장미 생육이 제일 좋은 것으로 판단된다. 모든 구역의 환경 조건은 유사했지만 나트륨등을 설치한 3구역의 광량이 제일 낮았으며 나트륨등은 온도 조절에 영향을 주진 않았지만 장미 생육은 향상시켰다. 또한 3구역의 CO_2가 가장 낮게 측정되어 식물 생육의 결과인 것으로 판단되며 SPAD, 엽록소 형광 또한 2, 3구역이 1구역보다 높게 측정되었다. 따라서 보광등으로 나트륨등이 동계 장미 생육에 효과적이며 PIES를 모니터링하여 스마트팜에서 생육 환경을 제어할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 스마트 온실, 보광등, 식물의 전기적 신호, 장미
주연구자 연락처: pjinh@chungbuk.ac.kr (043-261-2564)

PB-35

우리나라 농경지 토양 중 미량영양소 함량 조사

Investigation of Micronutrient Content in Agricultural Soil in Korea

정석순*, 윤정환, 이지은, 이상필, 양재의
Seok Soon Jeong*, Jung Hwan Yoon, Ji Eun Lee, Sang Phil Lee, and Jae E. Yang
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

미량영양소(Cu, Fe, Mn, Zn)는 인간이 필수적으로 섭취해야 하는 영양소로 대부분은 식량을 통해 섭취하고 있다. 토양은 식량에 미량영양소를 공급하는 주요 공급원으로 인간의 미량영양소 섭취 측면에서 적절한 품질의 식량을 생산하기 위해서는 농경지 토양에 대한 지속적인 관리가 필요하다. 하지만 국내 농경지 토양 중 미량영양소 함량에 대한 조사가 이루어지고 있지 않아 관리를 위한 기초자료가 전무한 실정이다. 본 연구에서는 국내 농경지 토양 중 미량영양소 함량에 대한 기초자료를 구축하고자 토양의 미량영양소 함량 조사를 실시하였다. 토양 시료는 각 지역별 농업기술센터로부터 제공받았으며 토양을 Mehlich Ⅲ 분석법으로 추출하여 ICP-OES로 미량영양소를 정량하였다. 분석결과 우리나라 농경지 토양 중 Cu, Fe, Mn, Zn의 평균 함량은 4.5 mg kg^{-1}, 394.0 mg kg^{-1}, 101.6 mg kg^{-1}, 18.3 mg kg^{-1}으로 조사되었다. 도(道)별로 평균 함량을 비교해보면 Cu는 경기도(GG) > 충청도(CC) > 경상도(GS) > 강원도(KW) = 전라도(JL), Fe는 GS > CC > JL > KW > GG, Mn은 KW > GS > CC > GG > JL, Zn은 GG > CC > GS > JL > KW 순이었다 (Table 1). 토지이용형태별로 평균함량을 비교해보면 Cu는 시설재배지(VH) > 과수원(OC) > 밭(UL) > 논(PD), Fe는 PD > VH > UL > OC, Mn은 VH > UL > OC > PD, Zn은 VH > OC > UL > PD 순이었다 (Table 2). 토양 중 Cu, Mn, Zn 함량은 시설재배지에서 높은 경향을 보였으며 Fe는 논에서 높은 경향을 보였다. 이는 각 토지이용형태가 갖는 특성(양분 집적, 담수 등)으로부터 기인하는 것으로 판단된다. 본 연구결과는 향후 우리나라 농경지 토양 중 미량영양소 관리방안을 마련하기 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대되며 보다 많은 양의 자료를 구축하기 위한 추가 조사가 필요할 것으로 사료된다.

주제어: 토양, 농경지, 식량, 미량영양소
주연구자 연락처: yangjay@kangwon.ac.kr (033-250-6446)

Table 1. Extractable micronutrient contents of the agricultural soils according to Province

Province	Micronutrient content extracted by Mehlich Ⅲ			
	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- ($mg\ kg^{-1}$) ----------			
Kangwon (n = 542)	3.9±3.2 (0.2-28.1)	363.9±155.9 (43.4-946.8)	107.1±82.4 (8.1-486.1)	12.8±19.1 (0.4-236.7)
Gyeonggi (n = 433)	5.4±3.7 (0.4-32.7)	356.8±147.1 (30.4-943.8)	97.3±60.7 (3.5-447.0)	23.1±26.1 (0.6-202.6)
Gyeongsang (n = 868)	4.7±4.5 (0.2-86.5)	439.2±138.6 (60.2-836.8)	103.3±65.5 (3.4-373.2)	20.0±23.9 (0.7-204.3)
Jeolla (n = 438)	3.9±2.8 (0.3-26.4)	382.8±151.3 (42.1-1,002.1)	96.4±57.6 (7.8-334.0)	14.7±23.0 (0.3-248.5)
Chungcheong (n = 255)	5.2±3.9 (0.3-23.4)	386.8±125.4 (59.3-698.3)	100.6±64.0 (8.3-322.2)	22.5±35.3 (0.5-406.7)

Table 2. Extractable micronutrient contents of the agricultural soils according to land use type

Land use type	Micronutrient content extracted by Mehlich Ⅲ			
	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- ($mg\ kg^{-1}$) ----------			
Upland (n = 791)	4.7±3.8 (0.3-32.7)	352.0±144.1 (43.4-878.1)	109.9±68.5 (9.6-486.1)	18.8±25.5 (0.6-406.7)
Paddy (n = 841)	3.7±2.2 (0.2-19.7)	462.7±143.6 (42.1-1,002.1)	85.5±67.3 (3.5-406.4)	7.1±9.2 (0.6-84.4)
Orchard (n = 441)	4.8±5.3 (0.2-86.5)	327.2±132.4 (46.1-683.1)	101.4±61.1 (3.4-381.8)	22.9±26.0 (0.3-204.0)
Vinylhouse (n = 453)	5.6±4.0 (0.4-33.5)	405.0±125.8 (30.4-675.0)	116.2±65.4 (11.0-417.3)	33.2±31.6 (0.6-236.7)

PB-36

화학비료 및 퇴비 혼용비율에 따른 북방 논 토양비옥도 및 벼 수량 변화

Effect of Different Mixing Ratio of Chemical Fertilizer and Compost on Soil Fertility and Rice Yield in Northern Region

이단비[1,3], 김보현[1], 김정우[1], 서한률[1], 윤정환[2], 이지현[1], 장우석[1], 김계훈[1]*
Dan-Bi Lee[1,3], Bo-Hyun Kim[1], Jung-Woo Kim[1], Han-Ryul Seo[1], Jung-Hwan Yoon[2], Ji-Hyun Lee[1], Woo-Seok Jang[1], and Kye-Hoon Kim[1]*
[1]서울시립대학교, [2]강원대학교, [3]국립농업과학원 토양비료과
[1]University of Seoul, Seoul, 02504, Korea
[2]Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea
[3]Soil and Fertilizer Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea

북방(북한)지역의 낮은 토양비옥도와 화학비료의 부족은 오랜 식량난의 원인으로 작용하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 화학비료의 적량시비와 함께 상대적으로 공급이 용이한 퇴비를 혼용함으로써 토양에 양분을 공급하고 수확량을 증대할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 본 연구는 북방지역 논에서 적용 가능한 최적의 화학비료와 퇴비 혼용기준을 설정하고자 각각의 혼합비율에 따른 토양화학성 변화 및 벼의 생육, 수량변화를 평가하였다. 2020년과 2021년에 지리적으로 북방에 가까운 강원도 철원군 동송읍 장흥리에 위치한 논에서 벼(오대)의 재배시험을 수행하였다. 시비량은 사전 토양분석 결과를 바탕으로 흙토람 비료사용처방을 통해 산정하여 1년 차에 5개(A: 퇴비 100%, B: 퇴비 75% + 화학비료 25%, C: 퇴비 50% + 화학비료 50%, D: 퇴비 25% + 화학비료 75%, E: 화학비료 100%), 2년 차 7개(A: 무처리, B: 퇴비 100%, C: 퇴비 75% + 화학비료 25%, D: 퇴비 50% + 화학비료 50%, E: 퇴비 25% + 화학비료 75%, F: 화학비료 100%, G: 퇴비 100% + 화학비료 100%)의 처리구로 구분하였다. 화학비료(N, P, K)는 각각 단비로 밑거름과 웃거름의 두 차례에 걸쳐 시용하고, 퇴비는 전량 밑거름으로 처리하였다. 1년 차와 2년 차 모두 화학비료의 비율이 증가할수록 유효분얼기 이후 벼의 초장, 분얼수, 엽록소 함량이 높아지는 경향이 나타났다. 모든 처리구의 토양에서 공통적으로 벼 재배 후 유기물 함량이 감소했으며, 이는 2년 차에 나타난 CEC의 감소의 주된 원인으로 판단된다. 벼의 수확량은 1년 차에 처리구별 유의미한 차이가 나타나지 않았으나, 2년 차에는 화학비료의 처리량이 많은 처리구(E, F, G)에서 확연하게 높은 수치를 보였다. 이를 통해 화학비료의 비율이 75% 이상을 유지하면서 가축분퇴비와 혼용하는 것이 북방지역의 논에 적합할 것으로 판단하였다. 또한, 토양비옥도 개선과 벼 수확량 증대를 위해서는 토양 중 부족한 유기물 함량과 CEC를 높이기 위한 유기자원의 추가적인 활용이 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 토양비옥도, 벼, 비료
주연구자 연락처: johnkim@uos.ac.kr (02-6490-2689)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ014837)의 지원에 의해 이루어진 것임.

PB-37

Nitrogen Use Efficiency (NUE) in Rice Plants Treated with the Combination of Fertilization Sources and Cropping System

Woojin Kim*, Minchang Kim, and Jwakyung Sung
김우진*, 김민창, 성좌경
Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju 28644, Korea
충북대학교 농학과

It is expected that an organic compost including processed-food waste and livestock manure could improve the growth and yield of rice and nitrogen use efficiency (NUE) considering its mineralization property. Therefore, an objective of the current work was to determine the effects of the food waste-livestock manure compost (FW-LMC) fertilization on NUE and yield of rice production system. To take our goals, we examined growth, photosynthesis, yield and NUE of rice (*Oryza sativa* L. cv. Sindongjinbyeo). The study consisted of nine treatments and the type and rate of nitrogen (N) sources was as follows: T1 - No N fertilizer; T2 - 100% Chemical fertilizer (CF) of standard fertilization; T3 - 100% CF of soil diagnosis fertilization; T4~T6 - 100, 150 and 300% livestock manure compost (LMC) as an alternative N by soil diagnosis fertilization; and T7~T9 - 100, 150 and 300% compost including food waste and livestock manure (FW-LMC) as an alternative N by soil diagnosis fertilization. The NUE and NUEg were the highest in rice treated with standard fertilization, and the increasing application of nitrogen source reduced significantly NUE. By contrast, NUpE showed a tendency of significant increase with greater input of nitrogen source. Therefore, our result suggested that the excessive input of nitrogen source didn't represent the effect on NUE improvement and NUE of grain (NUEg) although total nitrogen uptake (NUpE) by rice plants was enhanced.

Keywords: NUE, Rice, Food waste and livestock manure compost
Correspondence: jksung73@chungbuk.ac.kr (+82-43-261-2512)

Table 1. NUE estimation affected by different nitrogen sources and rates in rice-only cropping system

Treatment	NUE (kg kg^{-1})	NUpE (kg kg^{-1})	NUtE (kg kg^{-1})	NUEg (kg kg^{-1})
T1	-	-	26.4ns	-
T2	36.5^{a}	130.8^{b}	44.2	64.9^{a}
T3	23.6^{b}	132.1^{b}	37.5	47.9^{ab}
T4	15.5^{b}	212.2^{ab}	28.9	26.5^{c}
T5	21.2^{ab}	223.6^{ab}	44.3	29.8^{bc}
T6	14.4^{b}	238.0^{ab}	40.0	19.7^{c}
T7	10.5^{b}	158.1^{ab}	38.6	18.1^{c}
T8	14.4^{b}	181.5^{ab}	50.9	20.1^{c}
T9	7.4^{b}	253.1^{a}	33.1	10.6^{c}
F Value	6.72	4.48	2.10	20.02

*NUE (Nitrogen use efficiency), NUpE (Nitrogen uptake efficiency), NUtE (Nitrogen utilization efficiency), NUEg (Nitrogen use efficiency of grain)

PB-38

An Analysis of the Characteristics of the Runoff Load by the Use of Granular Livestock Manure in Rice Paddy Field

Na-Young Park*, Do-Young Ko[1], Hyo-Jin Kim, Mi-Jeong Uhm, and Min-Sil Ahn
박나영*, 고도영[1], 김효진, 엄미정, 안민실
Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea
[1]Seed Center, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea
전라북도농업기술원 농업환경과, [1]전라북도농업기술원 종자사업소

Recently, our society is making efforts to minimize the environmental load by circulating in the natural ecosystem as part of a circular economy through a system such as the ‘Total Maximum Daily Loads’. Considering this trend, it is judged that if it is possible to substitute the use of inorganic fertilizers with using the overproduced livestock manure for fertilizer in the farmland, this can also contribute to reducing the environmental load. For this purpose, the water quality properties (runoff load) of agricultural water was conducted to evaluate, which is the most problematic according to the use of fertilizers. Nutrients and emissions of total nitrogen (T-N), total phosphorus (T-P), BOD, and TOC when liquid manure, livestock powdered compost, and granular livestock manure are all treated as basal application at rice transplanting period, and inorganic fertilizer is the standard fertilizer application method of the Rural Development Administration. We want to evaluate the load. First, the nutrient substances (T-N) discharged during the rice transplanting period were in the order of inorganic fertilizer > liquid manure > granular compost > powdered compost, and the nutrient substances (T-P) were in the order of granular compost > powdered compost > liquid manure > inorganic fertilizer. When it rained on June 24, total nitrogen and total phosphorus were discharged at the same level as inorganic fertilizers, and when it rained on July 18, granular compost showed the lowest nutrient emission values.

The results of the water quality properties assessment of runoff water by granulating livestock manure to be suitable for rice cultivation will be supplemented with basic data such as water balance to calculate the amount of discharge per unit.

Keywords: Granular livestock manure, rice paddy field, runoff, T-N, T-P
Correspondence: nypark87@korea.kr (063-290-6193)

Table 1. The concentration of the total nitrogen, total phosphorus from runoff in paddy field (Unit: mg/L)

Treatment			Transplanting(6M10D)		Rainfall(6M24D)		Rainfall(7M18D)	
			T-N	T-P	T-N	T-P	T-N	T-P
Inorganic fertilizer		Ave.	**10.5**	**0.13**	**13.4**	**0.09**	**5.5**	**0.08**
		Max.	15.2	0.16	14.7	0.14	6.2	0.64
		Min.	8.2	0.11	12.2	0.07	4.7	0.02
Livestock liquid fertilizer		Ave.	**11.2**	**0.17**	**15.1**	**0.15**	**4.8**	**0.07**
		Max.	15.4	0.20	17.0	0.24	6.6	0.09
		Min.	8.3	0.15	14.1	0.11	2.5	0.06
Livestock	powder manure	Ave.	**4.1**	**0.19**	**14.8**	**0.16**	**4.7**	**0.06**
		Max.	4.9	0.42	18.9	0.24	6.9	0.10
		Min.	3.3	0.12	13.2	0.11	4.0	0.03
	granular manure	Ave.	**4.5**	**0.47**	**13.5**	**0.09**	**3.7**	**0.06**
		Max.	5.6	0.73	15.0	0.15	4.5	0.10
		Min.	3.3	0.22	12.6	0.07	3.1	0.02

PB-39

관비공급량에 따른 양분집적토양의 수박 수량 및 양분 흡수량 평가

Effect of Fertigation Level on Yield and Nutrient Uptake of Watermelon in High Nutrient Soil

이찬욱*, 김양민, 송요성, 이예진, 박혜진
Chan-Wook Lee*, Yang-Min Kim, Yo-Sung Song, Ye-Jin Lee, and Hye-Jin Park
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

연속적으로 작기가 진행되는 시설재배지는 비료투입이 많아 염류집적 저감을 위한 적절한 양분관리가 필요하다. 비료사용량 절감 및 양분 이용효율 증진을 위해 본 연구에서는 처리구별 수박의 수량 및 양분 흡수량을 분석하여 양분함량이 높은 토양에서의 관비량 조절 기준을 설정하고자 하였다. 시험은 토양내 질산태 질소 484 mg kg^{-1}, 유효 인산 889 mg kg^{-1}, 교환성 칼륨 0.99 $cmol_c$ kg^{-1}으로, 시설 수박 재배 적정범위를 초과한 농가 포장에서 수행하였다. 2022년 1월~5월 동안 재배실험을 수행하였으며, 점적호스를 이용하여 요소(질소46%), 인산칼리(0-52-34), 황산칼리(칼륨50%)를 시용하였다. 수박 관비표준량 기준 4수준(0.5배, 1배, 1.5배, 2배)으로 처리구를 구성하였으며 각 처리구별 과 생산성 및 생육기간 중 양분 흡수량을 비교하였다. 과 생산성은 수확기 과 수확량, 양분 흡수량은 식물체 부위별(잎, 줄기, 과) 건물중과 양분함량의 곱을 합산하여 산정하였다. 수확기 식물체 건물중은 629.2, 656.7, 653.3, 578.7 kg $10a^{-1}$였으며, 수확기 식물체 질소 흡수량은 12.2, 14.8, 14.6, 12.1 kg $10a^{-1}$, 인산 흡수량은 5.3, 6.3, 6.1, 5.2 kg $10a^{-1}$, 칼리 흡수량은 31.1, 33.9, 29.2, 24.0 kg $10a^{-1}$이었다. 과 수확량은 NPK 0.5배구, 1배구, 1.5배구, 2배구 각각 6,439, 6,434, 6,350, 5,587 kg $10a^{-1}$이었으며 NPK 2배구에서 유의하게 적은 모습을 보여($p<0.05$), 양분 함량이 높은 토양에서의 과다한 비료 사용은 작물 생산성을 낮추는 결과를 보였다.

주제어: 관비, 수박, 양분관리
주연구자 연락처: cksdnr0123@korea.kr (063-238-2428)

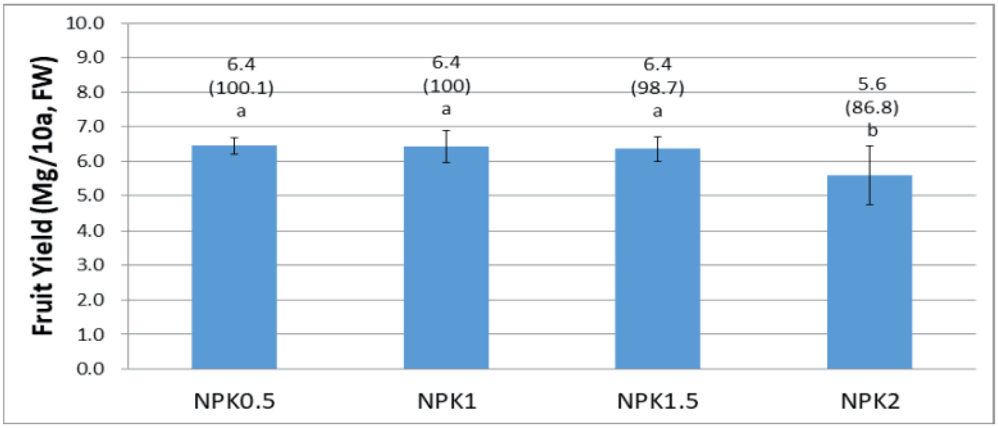


Fig. 1. Fruit yield of watermelon at the different fertigation levels.

PB-40

시설재배 가지의 생육, 수량 및 양분이용률에 대한 DTPA 관주 시용 효과

Effect of DTPA Application on Growth, Yield and Nutrient Availability of Eggplant (*Solanum melongena*) in Plastic Film House

이인복[1]*, 이평호[1], 정승탁[1], 정대호[2], 신정호[1]
In Bog Lee[1]*, Pyoung Ho Yi[1], Seung Tak Jeong[1], Dae Ho Jung[2], and Jung Ho Shin[1]
[1]농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예특작환경과, [2]연암대학교 스마트원예학과
[1]National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea
[2]Division of Smart Horticulture, Yonam College, Cheonan 31005, Korea

킬레이트제는 토양 내 이온과 착화합물을 생성함으로써 토양 양분의 이용률을 높이는 것으로 알려져 있다. 본 시험은 가지 재배 토양에 킬레이트제를 관주하였을 때 작물의 생육과 양분흡수에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다. 가지('미끈이') 육묘는 6월 3일에 정식하여 9월말까지 재배하였고, 기비 및 추비는 농촌진흥청 기준에 따라 시용하였다. 재배기간 중 DTPA(diethylene tetramine penta-acetic acid) 관주는 국립농업과학원 킬레이트제 처리 매뉴얼에 준하여 제조한 후 10일 간격으로 처리하였고, 관수 공급은 토양수분장력 -20kPa 수준에서 제어하였다. 시험수행 동안 재배 전과 후의 토양특성, 가지의 과실 특성, 부위별 생육량 및 양분함량 등을 조사하였다. 킬레이트제 처리와 무관하게 가지 재배 후 토양 EC는 두 처리구 모두에서 감소하였으나, 무처리구 대비 DTPA 처리구의 토양 EC는 18.4% 더 감소하였다. DTPA 처리구의 잎, 줄기, 뿌리, 과실을 합친 총 건물중은 주 당 1,091g으로서 무처리구의 826g에 비해 32.1% 높았다. 가지 과실의 총 수량은 DTPA처리구가 무처리구에 비해 15.2% 증가하였으나, 상품 수량은 21.0%가 증가하여 DTPA 관주는 가지의 상품성(품질)을 개선시키는 효과를 나타내었다. 가지의 부위별 질소, 인, 칼륨 함량 모두 DTPA 관주 시 증가하는 경향이었다. 가지 부위별 총 건물중과 양분함량으로부터 가지의 양분 흡수량을 산정한 결과, DTPA 관주처리는 무처리 대비 질소 46.2%, 인 63.2%, 칼리 40.4%를 더 흡수하는 것으로 분석되었다. 이상의 결과들은 가지 작물에 대한 킬레이트 처리가 수량 증가와 양분이용률 향상 외에 과실 품질도 개선시킬 수 있음을 보여준다.

주제어: 가지, 하우스 재배, 킬레이트, DTPA
주연구자 연락처: imiblee@korea.kr (063-238-6340)

사사: 본 성과물(학술발표)은 농촌진흥청 연구사업 (과제번호: PJ01509504)의 지원에 의해 이루어진 것임.

표 1. 가지 재배 토양에 DTPA 관주에 따른 토양 EC, 작물 생육 및 수량에 미치는 효과

처리내용	토양 EC(dS/m)		과실수량(g/주)		부위별 건중량(g/주)					부위별 흡수량(g/주)		
	시험전	시험후	총수량	상품수량	잎	줄기	뿌리	과실	계	질소	인	칼륨
무처리	1.33	0.70	2,247	1,630	268.9	400.3	37.6	119.1	825.9	39.1	3.2	36.4
DTPA관주	1.33	0.59	2,588	1,973	363.7	536.5	53.2	137.2	1,090.6	57.2	5.2	51.1
처리구간 차이(%)	-	-18.4	15.2	21.0	35.3	34.0	41.4	15.2	32.1	46.2	63.2	40.4

PB-41

새만금 간척지 환경 하에서 염 농도 처리수준에 따른 방풍 생육 및 유효성분 비교

Comparison of Growth and Effective Components on *Peucedanum japonicum* Thunberg under Irrigation of Different Saline Water in the Reclaimed Saemangeum Soil

이인복[1]*, 이평호[1], 정승탁[1], 정대호[2], 신정호[1]
In Bog Lee[1]*, Pyoung Ho Yi[1], Seung Tak Jeong[1], Dae Ho Jung[2], and Jung Ho Shin[1]
[1]농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예특작환경과, [2]연암대학교 스마트원예학과
[1]National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea
[2]Division of Smart Horticulture, Yonam College, Cheonan 31005, Korea

새만금 간척지 환경에서 방풍(갯기름나물)의 염 농도 처리수준별 생육반응을 평가하기 위하여 2019년과 2020년 동안 2년에 걸쳐 실험을 수행하였다. 재배기간 동안 천일염을 이용하여 0, 2, 4 dS/m의 농도로 조절된 관개수를 주기적으로 처리하면서 생육 및 수량을 조사하였고, 2년차 최종 수확기에는 뿌리 중 기능성 유효성분인 peucedanol 함량을 분석하였다. 비료 시용은 농촌진흥청 표준재배법에 준하여 정식 전 기비와 정식 후 추비로 나누어 주었다. 염농도 처리별 1년차 생육 중 초장, 엽수, 지상부 및 지하부 생중량 등은 2dS/m 처리구에서 높은 경향이었으며, 0과 4 dS/m 처리구 간에도 생육반응은 큰 차이가 없었다. 2년차 조사결과에서도 초장, 경경, 분지수 및 지상부 생중량은 염 농도 처리수준 간 유의성이 없었다. 지상부와 지하부의 총 중량은 염농도 처리구 간 통계적인 유의성이 없었으나, 4 dS/m 염수처리 시 지하부 생중량은 유의성 있게 감소하였다. 염처리 농도가 증가할수록 잎과 뿌리 중 Na 함량은 유의성 있게 증가하였지만, 처리한 염 농도 수준에서 방풍의 생육에 크게 영향을 주지 않았다. 방풍 중 유효성분인 peucedanol과 peucedanol-7-glucoside은 잎에 비해 뿌리에서 현저히 높았다. 염 처리 농도 증가로 잎의 peucedanol과 peucedanol-7-glucoside 함량은 크게 영향을 받지 않았으나, 뿌리 중 유효성분들은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 염 농도 4 dS/m 처리 수준에서 비록 뿌리의 생중량과 유효성분이 다소 감소하였으나, 생육과 수량 등 전반적인 결과는 방풍이 새만금 간척지 환경 하에서 비교적 잘 생육할 수 있음을 보여준다.

주제어: 간척지, 방풍, 생육, peucedanol
주연구자 연락처: imiblee@korea.kr (063-238-6340)

사사: 본 성과물(학술발표)은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ0140192022)의 지원에 의해 이루어진 것임.

그림 1. 염처리 농도별 방풍의 생육.

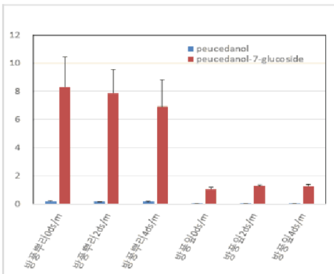


그림 2. 방풍 잎과 뿌리 중 유효성분 비교.

PB-42

바이오차 시용이 온실가스 배출과 토양 화학적 특성에 미치는 영향

Effect of Biochar Application on Greenhouse Gas Emissions and Soil Chemical Characteristics in Incubation Study

조한나*, 최성우, 윤진주, 박재혁, 이승규, 김소희, 조주식[1], 강세원[1]
Han-Na Cho*, Seong-Woo Choi, Jin-Ju Yun, Jae-Hyuk Park, Seung-Gyu Lee, So-Hui Kim, Ju-Sik Cho[1], and Se-Won Kang[1]
순천대학교 일반대학원 농화학과, [1]순천대학교 농생명과학과
Department of Agricultural Chemistry, Sunchon National University, Suncheon, 57922, Republic of Korea
[1]Department of Agricultural Life Science, Sunchon National University, Suncheon, 57922, Republic of Korea

바이오차는 혐기조건에서 열분해를 통해 만들어진 탄소함량이 높은 특성을 가지고 있다. 바이오차는 열분해 온도에 따라서 비표면적, 공극 등 물리적 특성이 달라지기 때문에 농업환경에서 적용하고 그 효과를 평가할 때는 바이오차의 열분해 온도가 중요하다. 따라서 본 연구에서는 열분해 온도가 다른 바이오차를 적용하여 토양 화학적 특성과 온실가스 배출에 미치는 영향을 밭토양과 논토양 조건에서 조사하였다. 공시토양은 순천시 인근 농경지에서 채취하였고, 바이오차는 참깨를 수확하고 남은 부산물을 활용하였으며, 열분해 온도는 400°C, 500°C, 600°C, 그리고 700°C로 각각 조절하여 생산하였다. 밭토양 조건은 공시토양 채취 후 건조된 토양을 그대로 사용하였으며, 논토양 조건은 WHC 100%로 조절하였고, closed chamber법으로 인큐베이션 실험을 진행하였다. 참깻대 바이오차 (SB)는 모든 처리구에 10 ton ha^{-1} 수준으로 적용하였고, SB를 적용하지 않은 처리구를 대조구로 하였다. 실험기간은 2주동안 진행되었으며, 가스 샘플은 2일에 한번씩 채취하였고, 실험 종료 후 토양의 화학적 특성 변화를 조사하였다. 밭토양 조건에서 CO_2 발생량은 열분해 온도가 증가할수록 CO_2 발생량이 증가되는 경향을 보인 반면에 논토양 조건에서는 처리구간 차이 없이 비슷하게 조사되었다. CH_4 발생량의 경우 논토양 조건에서 발생된 CH_4가 밭토양 조건에 비해 더 높게 조사되었으나, 열분해 온도에 따른 차이는 논토양과 밭토양 모두 큰 차이 없었다. N_2O 발생량은 밭토양 조건이 논토양 조건에 비해 더 높은 경향을 보였으며, 전반적으로 열분해 온도가 증가될수록 N_2O 발생량이 감소되는 경향을 보였다. 열분해 온도에 따른 토양의 화학적 특성 변화는 토양 조건에 상관없이 바이오차의 열분해 온도가 증가된 처리구일수록 토양의 pH와 SOC 등의 함량이 증가되는 경향을 보였다. 따라서, 바이오차의 열분해 온도별 시용은 토양의 조건에 따라서 온실가스 배출량과 토양 화학적 특성에 영향을 미치기 때문에 작물 생육상황을 고려하여 농업환경에 바이오차를 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

주제어: 바이오차, 열분해 온도, 온실가스 배출, 토양 화학적 특성
주연구자 연락처: kangsw@scnu.ac.kr (061-750-5192)

PB-43

새만금 간척지 신규 연구부지의 토양 깊이별 화학적 특성 변화

Characteristics of Soil Chemical Properties with Soil Depth at New Research Site in Saemangeum Reclaimed land

정진*, 서보성**, 정강호, 류진희
Jin Jung*, Bo-Seong Seo**, Kangho Jung, and Jin-Hee Ryu
농촌진흥청 국립식량과학원
National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

새만금간척지의 농업적 활용성 증진을 위해 농촌진흥청 국립식량과학원에서는 기존의 광활시험지 20 ha를 100 ha로 확대하여 조성하고 있다. 저자는 신규 연구부지 토양의 수직적 수평적 공간변이를 분석하여 새만금 농생명용지 토양관리를 위한 기반자료로 구축하고자 하며 본 논문에서는 이 중 깊이별 화학성 변화에 대하여 평가하였다. 토양 조사는 새만금 간척지 신규 연구부지 80 ha를 대상으로 GPS를 이용하여 100 m 간격으로 격자망을 구성하여 0~20 cm, 20~40 cm를 88지점씩 채취하였으며, 간격 200 m는 격자망으로 40~120 cm 깊이까지 20cm 간격으로 20지점씩 채취하였다. pH, EC, 유기물, 유효인산, 교환성 양이온 등을 분석하였으며, 각 변수 간의 상관관계를 분석하였다(Table 1). 조사한 신규 연구부지 토양의 화학적 특성은 Table 2와 같으며, 토양의 pH와 염농도, 교환성 칼륨 등은 깊어질수록 높아지는 경향이 나타났다. 반면에, 유기물과 유효인산은 0-20 cm에서 각각 5.17 g kg^{-1}, 34.9 mg kg^{-1}으로 20-40 cm는 19.7 g kg^{-1}, 1.77 mg kg^{-1}으로 깊어질수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 매립 이후 식생 천이과정과 사료작물 재배에 따라 표토의 유기물이 증가하면서 유효인산이 병진한 것으로 생각된다. 또한, 토양의 염도는 깊이 0-120 cm까지 0.04~1.68 dS m^{-1}(평균 0.25 dS m^{-1})로 일반 농경지 수준까지 제염이 된 것으로 나타났으며, EC는 pH, 교환성 K, 교환성 Na과는 정의 상관관계, 교환성 Mg과는 부의 상관관계가 나타났다(P<0.05). 교환성 양이온 함량은 Mg^{2+}>Ca^{2+}>Na^{+}>K^{+} 순으로 나타났으며, 표토의 평균 유기물, 유효인산, 교환성 칼슘은 각각 5.17 g kg^{-1}(기준 20-30 g kg^{-1}), 34.9 g kg^{-1}(기준 300-550 g kg^{-1}), 1.06 $cmol_c$ kg^{-1}(기준 5-6 $cmol_c$ kg^{-1})으로 우리나라 밭 적정 기준 함량보다는 낮으므로 추가적인 유기질 비료나 인산 및 석회 시비가 필요한 것으로 판단된다. 조사된 신규 연구부지 화학적 특성 데이터를 기반으로 숙전화 계획을 수립할 예정이며 새만금 간척지 농업인을 위한 숙전화 방안을 개발하는데 활용하고자 한다.

주제어: 새만금 간척지 신규 연구부지, pH, EC, 유기물, 유효인산, 교환성 양이온
***주연구자 연락처:** 1206jin@korea.kr (010-9884-2820)
****교신저자 연락처:** goodnews326@korea.kr (010-3337-4584)

Table 1. Summary of pearson's correlation among chemical properties of soil profile by 120 cm depth at the NICS experimental station in Saemangeum reclaimed land: soil samples were collected with 20 cm depth interval

		$pH_{1:5}$	$EC_{1:5}$ ($dS\ m^{-1}$)	Av. P_2O_5 ($mg\ kg^{-1}$)	Organic matter ($g\ kg^{-1}$)	Exch. Cation ($cmol_c\ kg^{-1}$)				Depth
						Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Na^+	
$pH_{1:5}$		1								
$EC_{1:5}$		0.192**	1							
Av. P_2O_5		-0.670**	0.058	1						
Organic matter		-0.531**	0.099	0.617**	1					
Exch. Cation	Ca^{2+}	-0.335**	0.027	0.332**	0.127*	1				
	K^+	0.805**	0.323**	-0.619*	-0.416	-0.328**	1			
	Mg^{2+}	-0.054	-0.162**	-0.290**	-0.260**	-0.030*	0.179**	1		
	Na^+	0.777**	0.258**	-0.425**	-0.289	-0.469**	0.530**	-0.197**	1	
Depth		0.691**	0.357**	-0.560**	-0.437**	-0.071	0.762**	-0.018	0.389**	1

Table 2. Soil chemical properties with depth at the NICS experimental station located in Saemangeum reclaimed land

	$pH_{1:5}$	$EC_{1:5}$ ($dS\ m^{-1}$)	Av. P_2O_5 ($mg\ kg^{-1}$)	Organic matter ($g\ kg^{-1}$)	Exch. Cation ($cmol_c\ kg^{-1}$)			
					Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Na^+
Standard range								
Recommendation	5.5-6.5	-	300-550	20-30	5.0-6.0	0.5-0.8	1.5-2.0	-
Mean (Standard Deviation)								
0-20 cm	5.4(0.4)	0.20(0.10)	34.9(16.7)	5.17(1.94)	1.06(0.23)	0.34(0.09)	2.09(0.34)	0.10(0.11)
20-40 cm	6.9(0.6)	0.14(0.06)	19.7(4.98)	1.77(0.59)	0.89(0.37)	0.55(0.11)	2.36(0.33)	0.44(0.40)
40-60 cm	7.4(0.7)	0.18(0.12)	18.7(5.15)	1.49(0.39)	0.83(0.28)	0.62(0.06)	2.13(0.25)	0.63(0.50)
60-80 cm	7.6(0.7)	0.17(0.14)	19.7(5.91)	1.60(0.30)	0.99(0.27)	0.69(0.15)	2.27(0.69)	0.61(0.39)
80-100 cm	7.5(1.0)	0.34(0.39)	15.9(3.36)	1.56(0.49)	1.00(0.18)	0.74(0.18)	2.14(0.35)	0.51(0.36)
100-120 cm	7.8(1.2)	0.46(0.35)	17.2(6.14)	1.50(0.52)	0.96(0.21)	0.84(0.18)	2.08(0.39)	0.54(0.43)

PB-44

고추 줄기 KNO_3 용액 주입에 따른 PIES 센서 반응

Plant Induced Electrical Signal Sensor Response according to KNO_3 Solution Injection into Chili Pepper (*Capcicum* L.) Stem

이평호*, 이인복, 신정호, 정승탁
Pyoung Ho Yi*, Inbok Lee, Jung Ho Shin, and Seung Tak Jeong
국립원예특작과학원 원예특작환경과
Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

토양의 양분 상태를 주기적으로 분석하면 작물 재배에 적합한 범위에서 토양관리가 가능하며 토양 EC 센서를 활용하여 토양의 양분 상태를 간접적으로 모니터링할 수도 있다. 하지만 이러한 방법으로는 작물의 양수분 흡수상태를 직접적으로 분석하는 데에는 한계가 있다. 또한 작물이 양수분을 잘 흡수하는지 파악하기 위하여 즙액을 추출하는 등 파괴적으로 분석하는 것이 가능하나 연속적으로 모니터링할 수 있는 방법이 아니다. 식물체 유도전기 신호(Plant Induced Electrical Signal)를 측정하여 작물의 양수분 흡수 상태를 비파괴적인 방법으로 실시간 모니터링이 가능할 것으로 기대된다. 본 실험에서는 고추 줄기에 KNO_3 용액을 농도별로 주입하여 측정된 PIES 값과의 관계를 분석하였다. 지제부 상부 10cm에서 5cm 정도 길이로 줄기를 잘라서 센서를 설치하고 KNO_3 용액 농도를 EC(mS/cm) 기준으로 1, 3, 5, 7, 10으로 조정하여 줄기에 주입하여 PIES를 측정한 결과 높은 상관 관계(R^2 = 0.8988, n=5)를 보였다.

주연구자 연락처: leeph@korea.kr (T. 063-238-6341, F. 063-238-6305)

사사: 본 연구성과는 농촌진흥청 연구개발과제(과제명: 채소류 양·수분 효율증진을 위한 센서활용 생체정보 모니터링 시스템 개발, PJ015050022022)에서 도출된 성과입니다.

PB-45

노지 고추 재배에서 돈분 액비 추비가 수량 및 과일 품질에 미치는 영향

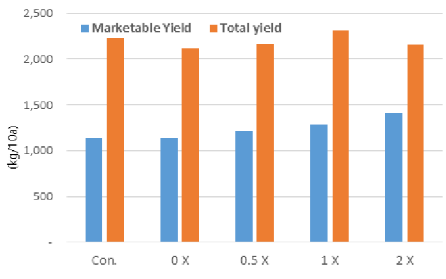
Effect of Yield and Fruit Quality by Additional Fertilizer of Fermented Liquid Livestock Manure in Open Field Red Pepper Cultivation

신정호*, 이평호, 정승탁
Jung Ho Shin*, Pyoung Ho Yi, and Seung Tak Jeong
국립원예특작과학원
National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 53365, Republic of Korea

곡물 섭취 위주에서 육류 소비가 증가하는 식생활 패턴이 변화하고 있는 실정에서 가축 분뇨의 처리는 농가의 많은 애로사항이 되고 있다. 이에 따라 가축 분의 농업적 활용도를 높이고자 노지 고추 재배에서 가축분 액비를 추비하였을 때 수량 및 과일 품질에 미치는 영향을 시험하였다. 시험포장 조성 시 퇴비 3톤/10a, 석회 100kg/10a, 붕소 2kg/10a 수준으로 처리한 후 경운하고, 기비는 모든 처리에 동일하게 표준시비량을 처리하였다. 추비는 관행처리, 0.37%의 질소를 함유하고 있는 돈분 액비를 질소량 기준으로 0(무처리), 0.5 (5,481L/10a), 1(10,962L/10a), 2배액(21,924L/10a)으로 점적관수로 추비하여 시험하고 홍고추를 수확하여 수량 및 품질을 조사하였다. 상품수량은 관행 추비에서 1,139kg/10a, 기비만 처리한 돈분 액비 0배액처리에서 1,136kg/10a, 질소 0.5배의 돈분 액비 추비한 구에서는 1,213kg/10a, 돈분 액비 1배액 추비는 1,290kg/10a, 2배액 추비는 1,415kg/10a 이었다. 노지 시험의 특성상 모든 처리에서 병해, 충해, 생리장해 과일 발생이 많아 비상품과 비율이 34.2~49%으로 높았다. 비상품과가 모두 포함된 천체 수량은 관행시비 2,233kg/10a, 0배액은 2,111kg/10a, 0.5배액 2,169kg/10a, 1배액 2,317kg/10a, 2배액 2,151kg/10a 이었다. 상품과중은 돈분 액비 0배액 처리가 18.0g이었으며 나머지 처리는 18.4~19.3g 이었으며 이 중 관행처리가 19.3g으로 가장 무거웠다. 통계적으로 상품수량은 돈분 액비 1배액과 2배액이 유의성 있게 높게 나타났으며, 전체수량은 처리 간에 유의성이 없었다. 이러한 결과는 병해 및 충해의 발병에 의한 비상품과 수확에 따라 전체수량에는 차이가 없는 것으로 판단된다. 향후 보다 정밀한 시험을 통하여 노지 고추 재배에서 돈분 액비의 추비 활용 가능성을 판단할 필요성이 있다고 생각된다.

주제어: 노지, 고추, 돈분 액비, 추비
주연구자 연락처: sijuho@korea.kr (063-238-6345)

사사: 본 성과물(학술발표)은 농촌진흥청 연구사업 (과제번호: PJ01431804)의 지원에 의해 이루어진 것임.



돈분 액비 추비에 따른 고추 수량 비교

PB-46

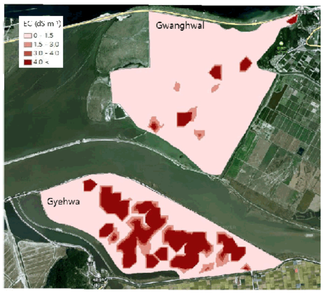
새만금간척지 6공구 지역의 토양 염농도 분포 특성

Soil Salinity Distribution in Construction Zone VI of Saemangeum Reclaimed Land

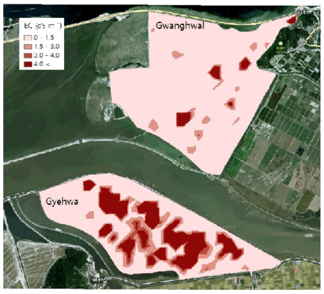
서보성*, 정진, 류진희, 이광승, 오양열, 조현숙, 정강호
Bo-Seong Seo*, Jin Jung, Jin-Hee Ryu, Kwang-Seung Lee,
Yang-Yeol Oh, Hyeoun-Suk Cho, and Kamg-Ho Jung
농촌진흥청 국립식량과학원
National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

새만금 간척농지를 효율적으로 활용하기 위하여 새만금간척지 농업용지 중 6공구 2,011 ha(광활지구 1,125 ha와 계화지구 886 ha)를 대상으로 토양 염농도 분포를 조사하였다. 조사시기는 2022년 4~5월에 GPS를 이용하여 200 m 간격으로 483지점을 선정하고 그 지점의 토양시료를 채취하여 토양 염농도를 분석하였다. 새만금간척지(6공구) 토양 평균 염농도의 면적분포는 표토(0~20 cm)에서 염농도 0~1.5 dS m^{-1} 이하의 면적은 1,585.9 ha(78.9%)를 나타내었고, 1.5~3.0 dS m^{-1} 범위의 면적은 113.2 ha(5.6%), 3.0~4.0 dS m^{-1} 범위의 면적은 50.3 ha(2.5%)를 나타내었으며, 4.0 dS m^{-1} 이상의 높은 염농도를 보인 토양면적은 261.6 ha로 전체면적의 13%를 차지하였다. 심토(20~40 cm)의 토양 염농도 분포는 0~1.5 dS m^{-1} 이하의 면적은 1,569.6 ha로 나타나 78%를 차지하였고, 1.5~3.0, 3.0~4.0 dS m^{-1} 범위의 면적은 각각 162.1 ha(8.1%)와 61.5 ha(3.1%)를 나타내었다. 4.0 dS m^{-1} 이상의 면적은 217.8 ha(10.8%)로 조사되었다. 새만금간척지 6공구 중 계화지구의 염농도 분포면적은 0~1.5 dS m^{-1} 이하의 면적이 524 ha(59.1%)였고, 4.0 dS m^{-1} 이상의 면적이 234.6 ha(26.5%)인 반면 광활지구는 작물재배가 가능한 0~1.5 dS m^{-1} 이하의 면적이 1064.3 ha(94.6%)였고, 작물재배가 어려운 4.0 dS m^{-1} 이상의 면적이 27 ha(2.4%)로 나타나 계화지구보다 광활지구가 작물재배에 더 안정적일 것으로 판단되었다. 토양 염농도 분포를 기준으로 볼 때 새만금간척지 6공구는 78.9%의 면적이 1.5 dS m^{-1} 이하를 보여 안정적인 작물 재배가 가능하며, 13%는 4.0 dS m^{-1} 이상으로 토양 염농도가 높은 면적에 작물을 재배할 때는 내염성작물을 선택하거나 제염관리를 통하여 작물재배하는 것이 안정적인 수량을 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

주제어: 새만금, 간척지, 6공구, 염농도
주연구자 연락처: goodnews326@korea.kr (010-3337-4584)



<Topsoil(0~20cm)>



<Subsoil(20~40cm)>

Fig. Spatial distribution of soil salinity in construction zone VI of Saemangeum reclaimed land.

PB-47

시설재배지 작물별 질소 수지평가

Evaluation of Nitrogen Balance in Facility Cultivation Area under Different Crops Cultivation

김은희[1]*, 이현민[2], 김길원[3]
Eunhui Kim[1]*, Hyunmin Lee[2], and Gil Won Kim[3]
[1]경상국립대학교 농화학과, [2]경상국립대학교 농화학식품공학과, [3]경상국립대학교 농업생명과학연구원
[1]Agricultural Chemistry, Gyeongsang National University, Jinju
[2]Agricultural Chemicals and Food Engineering, Gyeongsang National University, Jinju
[3]Institute of Agricultural & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju

양분수지란 농경지 내에서 양분의 투입량(input)과 배출량(output)의 차이를 말하며, 이 값이 작을수록 투입된 양분의 이용 효율이 높아 환경(수계, 대기)으로의 양분 유출이 줄어들 수 있다. 질소는 작물이 가장 많이 필요로 하는 양분이며, 작물의 수량 및 상품성에 큰 영향을 미치는 것으로 잘 알려져 있다. 따라서 농민들은 질소를 화학비료, 퇴비 등의 형태로 농경지 토양에 공급하고 있으며, 더 많은 수량을 얻기 위해 점점 더 많은 양의 질소를 농경지 토양으로 투입하고 있다. 그러나, 농경지로 과 투입된 질소는 작물이 이용하지 못하고 환경으로 유출되어 다양한 문제(수질오염, 부영양화 및 지구온난화)를 일으킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 질소 시비량이 많은 것으로 알려진 시설재배지에서의 작물별 질소 수지를 평가하고, 질소 수지를 저감방안을 조사하였다.

본 실험은 시설재배지에서 3가지 작물(애호박, 딸기, 꽈리고추)을 대상으로 실시되었다. 질소의 투입 원으로는 화학비료, 퇴비, 액비, 유기질비료의 투입량을, 질소의 제거 원으로는 작물의 흡수, 아산화질소의 배출, 암모니아 휘산을 각각 산정하였다. 아산화질소의 배출량은 Closed chamber 법을 활용하여 가스를 채집한 뒤 GC를 활용하여 분석하였으며, 암모니아 휘산은 스펀지를 활용하여 포집한 뒤 SKALAR를 이용하여 분석하였다.

각 시설재배지의 질소 투입량은 애호박 462.02kg/ha, 딸기 607.56kg/ha, 꽈리고추 540kg/ha이었다. 또한 총질소 제거량은 애호박 155.6kg/ha, 딸기 899.75kg/ha, 꽈리고추 249.34kg/ha이었다. 이를 통해 질소 수지를 평가한 결과, 애호박은 306.43kg/ha, 딸기는 119.4kg/ha, 꽈리고추는 290.66kg/ha의 값을 도출하였다.

주제어: 질소 수지, 시설재배, 애호박, 딸기, 꽈리고추
주연구자 연락처: rkcjs99@naver.com

PB-48

바이오차, 요소 및 염화칼리를 이용한 C-N-K 복합비료의 배추 생육 증진 효과

Effect of C-N-K Compound Fertilizer Using Biochar, Urea and Potassium Chloride on Growth of Chinese Cabbage

이수림*, 이재훈, 노준석, 이슬린, 서동철
Su-Lim Lee*, Jae-Hoon Lee, Jun-Suk Rho, Celine Lee, and Dong-Cheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21) & 농업생명과학연구원
Division of Applied Life Science (BK21 & Institute of Agriculture and Life Science),
Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

최근 국내에서 석탄의 사용을 줄이기 위해서 노후화된 화력발전소를 단계적으로 폐쇄하고 있으며, 우드펠릿 바이오매스 전소발전소로 전환하여 운영하는 과정에서 다량의 바이오차가 생산되고 있다. 바이오차는 비료와 함께 시비하여 양분 이용효율을 높이는 효과가 탁월하여 최근 농업용 자재로 활용 폭이 넓어지고 있다. 하지만 바이오차의 보비력은 양분과의 접촉을 통해 이루어질 수 있으나, 실제 농경지에서는 일부 양분만 바이오차에 의해 흡착 이용되게 된다. 따라서 본 연구는 탄소격리 기능이 있는 바이오차(C)에 양분(N-K)을 흡수시켜 양분 이용효율을 극대화시킨 C-N-K 복합비료를 제조하였으며, 이 비료의 배추생육 증진효과를 조사하였다. 배추재배 시험구는 무처리, NPK 처리, C-N 처리, C-K 처리, C-N-K 처리를 각각 3반복하여 시험하였으며, 양분인 N, K는 요소, 염화칼리를 사용하였다. C-N 처리, C-K 처리 및 C-N-K 처리는 배추 재배를 위해 필요한 질소와 칼륨량 기준으로 처리량을 계산하여 C-N 및 C-K는 100, 200 및 400 kg/10a, C-N-K는 150, 300 및 600 kg/10a 으로 처리하였다. SEM-EDS으로 표면을 관찰한 결과, 바이오차 공극내에 질소 및 칼륨이 흡착되어있는 것을 확인할 수 있었다. C-N, C-K 및 C-N-K를 처리하였을 때 NPK만 처리하였을 때보다는 배추의 생육이 증가하였으며, C-N과 C-N-K의 처리량이 증가할수록 배추의 생육이 증가하였다. 하지만 C-K 처리에서는 처리량이 증가함에 따라 배추의 생육에 유의적인 차이가 없었다. C-N-K 처리구에서 600 kg/ 10a 시용 시 배추의 생육이 가장 좋았는데, 이때의 배추 수량은 6800 kg/10a, 생산지수는 155.8 이었다. 본 연구결과를 통해서 질소 및 칼륨이 보증된 바이오차 복합비료는 비료로써 활용가치가 높으며, 작물의 생산성을 증대할 수 있을 것으로 판단되었다.

주제어: C-N-K 복합비료, 바이오차, 양분흡착
주연구자 연락처: dcseo@gnu.ac.kr (055-772-1963)

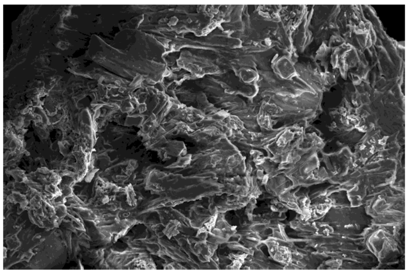


Fig. 바이오차 복합비료 표면.

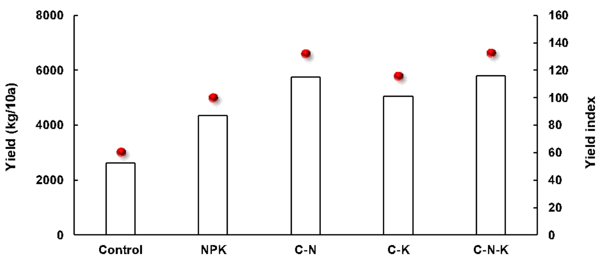


Fig. 바이오차 복합비료 처리에 따른 배추 생육.

PB-49

다양한 작물에서 토양 전기전도도 및 토양 중 수용성 황산이온(SO_4^{2-}), 질산이온(NO_3^-), 염소이온(Cl^-)의 농도 분포

Distribution of Electrical Conductivity and Soluble Sulfate (SO_4^{2-}), Nitrate (NO_3^-), and Chloride (Cl^-) in Soil for Various Plants

김경영*, Khok Pros, 김용국, 박지원[1], 김은미[1], 이예훈[1], 한광현
Kyoungyoung Kim*, Khok Pros, Yonggook Kim, Jeewon Park[1], Eunmi Kim[1], Yehoon Lee[1], and Gwang hyun Han
충북대학교, [1](주)테크넬
Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Republic of Korea
[1]Technel Co., Ltd., Seoul, 01811, Republic of Korea

노동 집약적이고 농자재를 일률적으로 혹은 과다하게 투입하는 관행 농업에서 벗어나 노동력 투입을 최소화하고 생산성 극대화를 위해 농자재를 필요한 양만 투입하는 정밀농업에 대한 관심이 커지고 있다. 정밀 농업은 기상, 토양, 작물 생육 정보를 수집하고 이에 따른 처방을 통해 작물 수확량 증가 및 품질 향상을 목표로 한다. 효율적인 정밀농업 시스템 구축을 위해선 먼저 다양한 환경 정보를 수집하여 그 특성을 파악해야 한다. 이에 본 연구는 토양 EC와 토양 중 수용성 염소이온, 황산이온, 질산이온을 조사하고 그 특성을 파악하고자 하였다.

충북대학교 농장, 청주 농업기술원, 경기도 이천 포장에서 4개의 영농형태(논, 밭, 과수, 시설)를 포함한 19개 작물(복숭아, 고사리, 옥수수, 배, 도라지, 호박, 벼, 포도, 고구마, 수단그라스, 사과, 담배, 해바라기, 콩, 고추, 배추, 부추, 토마토, 상추)에 대해 토양을 채취, 풍건한 뒤 2 mm 체를 통과하였다. 토양 시료는 교반기를 이용하여 1시간 동안 1:5 비율로 증류수 추출하였으며 각 이온은 (주)테크넬의 토양 화학 분석 키트를 사용하여 분석하였다.

염류 집적의 지표로 사용되는 토양 EC는 작물 간 다소 큰 차이를 보인 한편, 식물체 구성 양분인 황산이온은 일부 작물을 제외하고 비슷한 농도 수준을 보였다. 주요 질소 공급원인 질산이온과 식물 대사에 필수적이지만 과하면 독성을 발현하는 염소이온도 황산이온과 유사하게 넓은 농도 범위를 가졌으나 일부 작물을 제외하고 비슷한 농도 수준을 보였다. 따라서 위와 같이 넓은 범위의 토양 EC와 주요 이온의 농도를 정밀하게 파악할 수 있는 신뢰성 있는 측정 장치를 고안, 다양한 토양 환경 데이터를 수집하는 것이 필요하다. 나아가 축적된 토양 환경 데이터와 작물생육 데이터, 기상 데이터 등 일련의 정보 간 인과관계 혹은 상관관계를 규명한다면, 정밀농업이 목표로 하는 의사결정 시스템 구축을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

주제어: 정밀농업, 양분관리, 토양 전기전도도, 황산이온, 질산이온
주연구자 연락처: hangh@cbnu.ac.kr (043-261-2563)

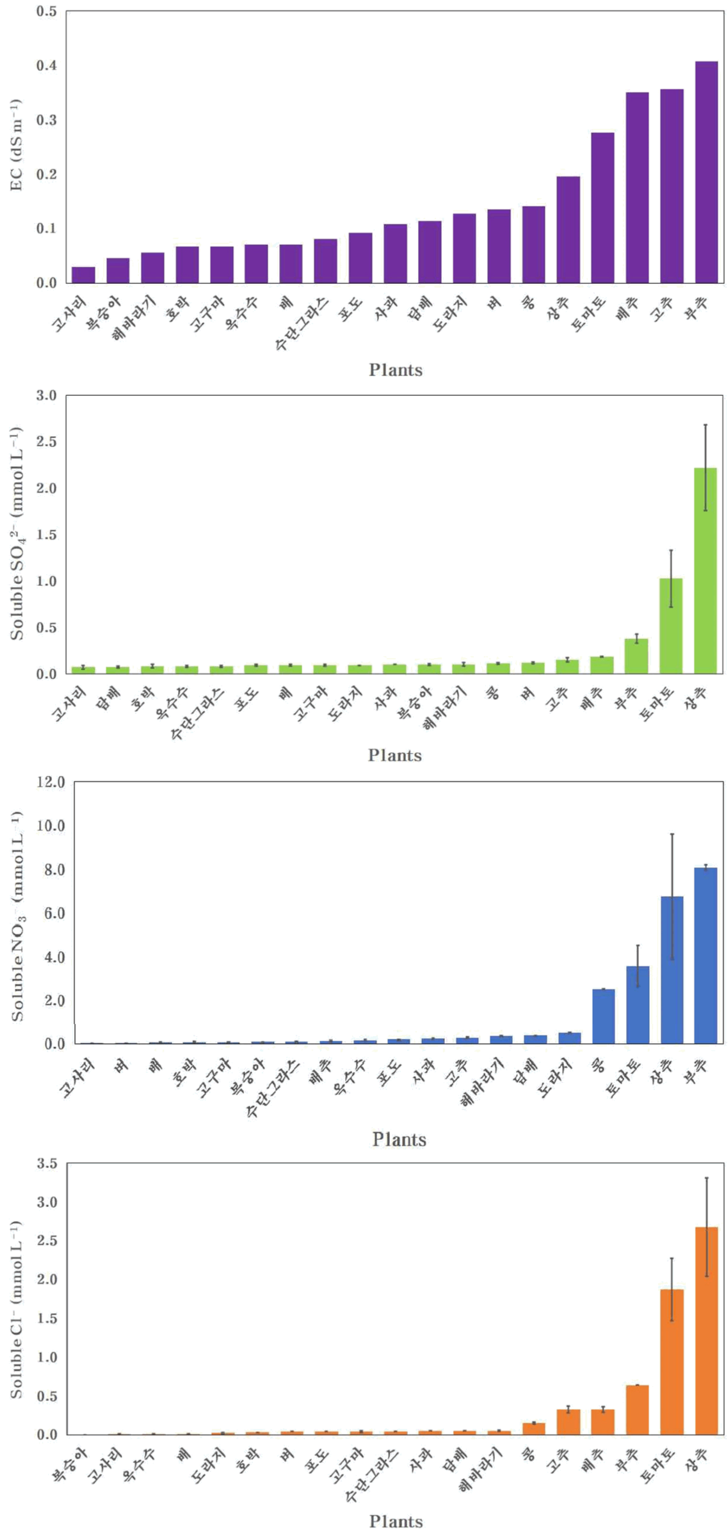


Fig. 1. Distribution of soil EC and soluble ion; (a) soil EC, (b) sulfate (SO_4^{2-}), (c) nitrate (NO_2^-), (d) chloride (Cl^-).

PB-50

Differential Response of the Content of Fulvic Acid and Humic Acid to Organic and Artificial Fertilizer Applications in a Long-Term Incubation

여러 유기물 혼합 퇴비 시용에 따른 토양 중 풀빅산과 휴믹산 함량간 차이

Pros Khok*, Yehun Lee, JeongSu Lee, and Gwang Hyun Han
Pros Khok*, 이예훈, 이정수, 한광현
Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Republic of Korea
충북대학교

Humic substances (HS) represent a significant portion of the total soil organic carbon (>90%) and play an important agronomic role significantly influencing the quality and productivity of agricultural soils. Fulvic acids (FA) and humic acids (HA) are the two most important components of HS, as they substantially affect soil biogeochemical processes, soil fertility, and crop yield. The addition of organic, inorganic, and artificial fertilizers may change the content of FA and HA in the soils. Therefore, it is necessary to understand the response of FA and HA to different fertilizer applications in a reliable management system. The objective of this study was to assess the effect of different soil amendments on the content of FA and HA under a long-term management system. A 5-month incubation experiment was conducted with 5 treatments (control, rice straw, compost, oil cake, and chemical fertilizers (24 -10-15) and 3 replications. Soil samples were collected 4 times during incubation periods (2, 6, 12, and 22 weeks). After debris and non-humic substances were removed, fulvic-and-humic acids (FHA) were extracted with a combined 0.5 M NaOH, 0.1M $Na_4P_2O_7$, and 2% SHMP (1:5 w/v soil to solution ratio) at room temperature. Six extraction times were repeated every 6 hrs. FHA was acidified to pH 1 with 4.3 M H_2SO_4 and centrifuged at 16000 g for 5 min to separate FA from HA. FHA and FA were determined by the persulfate oxidation method. Analysis of variance (ANOVA) (SAS 9.4) was applied to test for significant differences in FA and HA contents and a value of $p \leq 0.05$ was considered statistically significant. FA and HA contents accounted for about 23% and 13% of the total soil organic carbon (SOC), respectively. FA and HA contents in rice straw treatment were significantly higher than those of chemical fertilizer and control treatments. In addition, FA was significantly higher than that of HA, but it significantly decreased with increasing incubation periods. In contrast, HA content significantly increased in rice straw, compost, and oil cake treatments during the incubation periods as compared with chemical fertilizer and control treatments. The addition of organic fertilizers like rice straw and compost increased the content of HA, but not FA in the soils in a long-term incubation. The less chemical complex of FA than HA, the C/N ratio of fertilizer materials, and the humification process might be the reason for the decrease in FA content.

Keywords: Humic substances, Fulvic-and-humic acids, Soil amendments, Humification process
Correspondence: hangh@cbnu.ac.kr (043-216-2563)

PB-51

제주 서부지역 토양의 화학적 특성

Chemical Properties of Representative Soil in Western area of Jeju

고윤정*, 이강해, 김유경, 양영택, 김창선
Yoon-Jeong Ko*, Kang-Hae Lee, Yu-Kyoung Kim, Yong-Taek Yang, and Chang-Seon Kim
제주특별자치도 농업기술원
Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research and Extension Services

제주 서부지역에 해당하는 대정읍(290개소), 안덕면(175개소), 그리고 한경면(115개소) 대표 토양의 화학적 특성을 2021~2022년 동안 조사하였다. 조사 결과 평균 토양 화학성은 pH 6.0, EC 0.64 dS m^{-1}, 유효인산 514 mg kg^{-1}, 유기물 39g kg^{-1}, 교환성칼륨, 칼슘, 그리고 마그네슘 함량이 각각 1.6 $cmol_c$ kg^{-1}, 8.9 $cmol_c$ kg^{-1}, 3.1 $cmol_c$ kg^{-1}으로 나타났다. 읍면별로 보면 pH는 대정읍 6.4 > 한경면 > 5.7 > 안덕면 5.6, 유효인산은 대정읍 599 > 한경면 524 > 안덕면 368 mg kg^{-1} 순으로 높았고 교환성칼륨 함량은 대정지역이 1.6 $cmol_c$ kg^{-1}으로 다른 지역 1.5 $cmol_c$ kg^{-1} 보다 다소 높은 경향이나 큰 차이는 없었다. 토양 화학성분별 과부족율을 평가한 결과 대정읍 지역을 제외하면 토양 pH는 부족 비율이 높고, 교환성양이온의 경우 칼륨 > 칼슘 > 마그네슘 순으로 과다 비율이 높은 것으로 조사되었다. 읍면별로는 대정읍에서 pH 부족 비율이 34.8%, 유효인산 과다 비율이 50.7%, 교환성칼륨, 칼슘 및 마그네슘 과다 비율이 각각 91.7%, 75.2%, 72.1% 순으로 매우 높았다. 안덕면의 경우 pH 부족 비율이 69.1%, 유효인산 부족 비율이 57.7%로 높았고, 교환성칼륨, 칼슘 및 마그네슘 과다 비율은 각각 78.9%, 64.0%, 60.0% 순으로 높았다. 그리고 한경면에서 pH 부족 비율이 57.4%, 유효인산 과다 및 부족 비율이 각각 39.1%, 21.7%, 교환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘 과다 비율은 각각 87.0%, 60.9%, 71.3%로 조사되었다. 본 연구 결과 제주 서부지역 토양은 특히 교환성칼륨 등 양이온 함량이 적정 범위보다 높아서 비료(칼리, 석회, 고토) 및 퇴비 사용 시 토양분석 후 발급받은 비료사용처방서에 따라 필지별 적량의 비료 사용이 이루어지도록 농가 지도를 강화해야 될 것으로 사료된다.

주제어: 제주, 서부지역, 토양화학성
주연구자 연락처: dkfzkf187@korea.kr (064-760-7233)

PB-52

유기자원 시비에 따른 옥수수 수확량 변화

Application of Organic Resources and Changes in Maize Yield

박병준*, 이영돈, 주진호
Byungjun Park*, Youngdon Lee, and Jinho Joo
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

전 지구적으로 이슈화되고 있는 기후변화를 완화하기 위한 노력을 하고 있다. 농업 분야는 기후변화 문제 해결에 기여하기 위해 유기농업의 실천과 유기자원 처리를 통한 토양 내 탄소 격리 방안을 제시하고 있다. 유기농업은 퇴비, 유박, 바이오차와 같은 유기물질의 사용을 통해 비료, 농약과 같은 농자재의 사용을 감축해 과다한 시비로 인한 오염을 방지할 수 있고, 경운에 의해 토양으로부터 발생하는 온실가스를 줄이기 위해 경운을 최소화하는 등 지속 가능한 농업환경을 보전하기 위한 농법이다. 유기농업의 실천기술인 각종 유기자원의 투입은 토양 탄소 저장량을 증대시키고, 토양의 비옥도를 증진시켜 작물 생육에 유리한 환경을 제공한다. 그러나 무기질비료를 처리하는 관행농업과 대비해 수확량 증진을 위한 양분 투입 측면에서 지속적인 관리를 필요로 한다. 본 연구는 유기농법의 적용에 따른 탄소 저감 효과 평가에 앞서 양분적 투여 측면에서 유기자원의 투입 및 경운방법이 토양 비옥도와 작물 수확량에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 강원도 춘천 소재 밭에서 찰옥수수(Zea mays var. ceratina, 미백 2호)에 대해 100일간 재배시험을 진행하였다. 처리구는 천경과 무경운으로 구분된 농지에서 무처리, NPK, 유박, 퇴비를 각각 처리하여 작물 권장 시비량에 따라 유기자원을 투입하였으며, 유박의 경우 질소비료 시비량과 동일하게 처리했다. 수확한 이삭 중 10 cm 이상의 이삭 생중량을 측정해 작물 생산량을 산정하였으며, 천경 토양에서 재배된 옥수수 이삭의 경우 유박(3.1 ton 10a^{-1}), 퇴비(2.9 ton 10a^{-1}) 처리구에서 NPK처리구(3.1 ton 10a^{-1})와 동일한 수준의 생산량을 보였으며, 무처리구(2.2 ton 10a^{-1}) 대비 높아진 결과를 나타내었다. 무경운 토양에서 재배된 옥수수의 경우 NPK처리구(2.6 ton 10a^{-1}) 대비 유박(2.7 ton 10a^{-1}), 퇴비(2.1 ton 10a^{-1}) 처리구에서의 생산량이 유사하였으나, 유박을 처리함으로써 더 많은 양의 이삭을 수확할 수 있었다. 토양 경운 여부에 따라 작물의 생산량이 유의적으로 차이가 있음을 확인할 수 있었으며, 경운을 하지 않을 경우 작물 생산량이 낮아지는 것을 보였다. 결과적으로 유기농업의 실천을 위한 유기자원의 처리는 양분적 측면에서 무기질비료를 대체해 시비될 수 있으며, 저탄소 실현 유기농업 기술 적용을 위한 요소 기술의 개발이 요구됨을 시사한다.

주제어: 유기농업, 유기자원, 경운방법, 작물 수확량, 옥수수
주연구자 연락처: phkq26@kangwon.ac.kr (033-250-6448)

PB-53

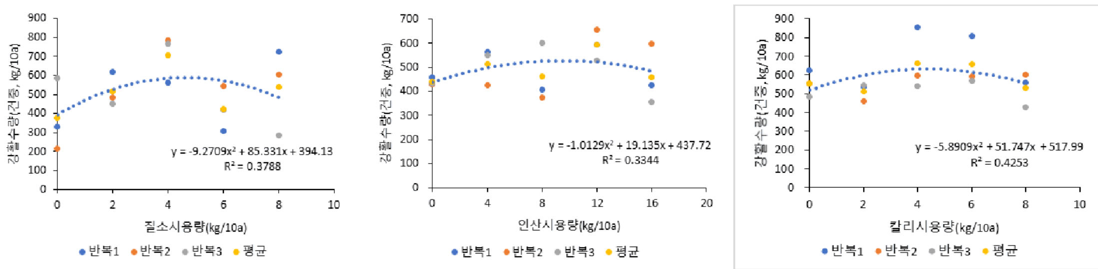
비료사용 미설정작물인 강활 비료사용시비 기준 설정

Establishment of Fertilizer Recommendation Rate for *Ostericum praeteritum* Kitag.

정연규*, 정혜정, 허창석, 남효훈, 박석희
Yeongyu-Jeong*, Hye-Jeong Jeong, Hyo-Hoon Nam, Changsuk-Huh, and Seukhee Park
경상북도농업기술원 농업환경연구과
Division of Agricultural Environment Research, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Deagu 41404

공익직불제를 실행하기 위해서는 화학비료 사용기준 준수를 농업인의 기본 실천의무사항으로 설정하며, 농업인은 비료사용처방에 따라 비료를 사용하고, 이행점검 시 토양 화학성 기준을 넘지 않도록 관리해야 하지만, 소면적 작물의 경우에는 시기에 따라 비료를 얼마나 처방해야 하는지에 대한 기준이 명확히 명시되어 있지 않다. 본 실험에서는 비료사용 미설정 작물인 강활에 대하여 시기에 맞는 N, P, K 처리기준을 제시하고자 처리구를 N, P, K 각 0, 0.5, 1, 1.5, 2배 처리(농촌진흥청 농작업일정, 강활의 시비기준 참고, N-P_20_5-K_2O(kg/10a) = 4-8-4)로 나누어 강활생육을 비교하였다. P, K는 전량 기비, 질소는 7월, 8월 웃거름 2회 처리하였으며, N은 요소(CH_4N_2O), P는 용성인비(P_2O_5), K는 염화칼륨(K_2O)를 사용하였다. 처리 전·후 토양이화학성(토성, pH, OM, T-N, NO_3-N 등), 작물생육특성(초장, 엽수, 뿌리직경 등) 및 양분흡수량을 분석하였다. 시험 중 생육변화는 질소, 인산, 칼륨 처리 모두 1차 추비 이후 지상부와 지하부의 생육이 크게 증가하였으나, 2차 추비이후에는 1차 추비처리에 비해 생육증가가 저조하였다. 강활 수확기 생육 및 수량비교 결과, 근장은 칼륨 1.0배, 근경은 칼륨 0.5배에서 가장 길었으나 지하부의 생중 대비 건중에서 질소 1.0배가 가장 높아서, 질소 1.0배 처리구의 최종수량이 가장 높았다. 비료 처리별 비료이용효율은 밑거름을 준 직후에는 낮았으나 1, 2차 추비 후에는 질소와 칼륨 처리구에서는 양의 값, 인산 처리구에서는 0부근의 값을 나타내었으며, 특히 질소, 칼륨처리구에서 1차추비시보다 2차추비시 양분이용효율이 더 높게 나타났다. 위 결과를 토대로 비료수준에 따른 수량곡선을 그렸을 때, N-P_20_5-K_2O(kg/10a) = 4.6-9.4-4.4를 처리하였을 때, 최대수량반응을 나타내었다.

주제어: 공익직불제, 강활, 비료샤용기준
주연구자 연락처: yglosa9897@korea.kr (010-8258-9897)



질소 인산 칼리

Fig. 1. 비료수준에 따른 수량곡선(건중, kg/10a).

PB-54

중량식 라이시미터를 활용한 조생종 벼 재배 시 토성 및 이앙시기에 따른 질소이용효율

Nitrogen Use Efficiency according to Soil Texture and Transplanting Time on Early Maturing Rice Cultivation Using Weighable Lysimeter

이태구*, 전상호, 정하일, 김명숙
Tae-Gu Lee*, Sang-Ho Jeon, Ha-il Jung, and Myung-Sook Kim
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, NAS, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

조생종 벼는 중만생종 벼보다 생육기간이 짧아 목적에 따라 시기를 달리하여 재배함으로써 논의 활용도를 높일 수 있는 품종이다. 국립농업과학원에서는 중량식 라이시미터를 활용하여 조생종 벼(조평)를 2019년부터 2022년까지 4년 동안 재배하고 있으며, 재배기간 중 발생하는 양분의 투입량과 유출량을 측정하여 양분수지를 산정하고 있다. 양분 중에서도 질소(N)는 과도한 투입 시 토양과 물을 오염시킬 수 있고, 질소 산화물의 경우 지구 온난화를 일으킬 수 있는 물질이기에 질소 비료의 투입을 낮추면서 질소이용효율(N use efficiency, NUE)을 높이기 위한 노력이 필요하다. 이러한 질소이용효율은 토양, 환경, 작물 종류 등에 따라 차이가 발생한다. 본 연구는 2019~2020년에 중량식 라이시미터에서 조생종 벼 재배 시 토성 및 이앙시기에 따른 질소이용효율을 비교 평가하였다. 시험은 식양토(Clay Loam)와 사양토(Sandy Loam) 시험구에 이앙시기를 적기(Normal season)와 만기(Late season)로 나누어 수행하였다. 비료는 표준시비량(질소 11 kg $10a^{-1}$)으로 동일하게 처리하였으며, 관개는 연속관개를 통해 담수심 5 cm를 유지하도록 하였다. 질소이용효율을 비교 평가하기 위하여 이삭의 바이오매스량, 이삭 내 질소함량을 이용하여 흡수량을 산정한 후에 비료를 통해 공급된 질소 투입량으로 나누어 그 효율을 계산하였다. 2019년 질소이용효율은 식양토에서 적기 103.4%, 만기 104.3%, 사양토에서 적기 94.3%, 만기 101.5%로 나타났고, 2020년 식양토에서는 적기 100.3%, 만기 104.7%, 사양토에서는 적기 91.7%, 만기 106.1%로 적기재배보다 만기재배의 질소이용효율이 높은 것으로 나타났다(사양토('20), $p=0.031$). 이러한 이용효율의 차이는 적기재배보다 만기재배 시 질소 흡수량이 더 많았기 때문에 나타난 것으로 판단된다. 향후 강수량, 기온 등과 같은 기상조건을 고려한 종합적인 평가를 통해 이앙시기가 질소 흡수량에 미친 영향에 대한 추가적인 고찰이 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 중량식 라이시미터, 조생종 벼, 이앙시기, 양분이용효율
주연구자 연락처: leetg7942@korea.kr (063-238-2461)

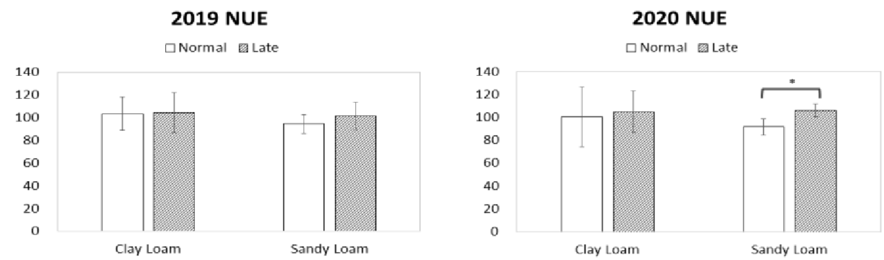


Fig. Nitrogen use efficiency(NUE) according to soil texture and transplanting time.

PB-55

시설재배지 염류집적 현황 조사 및 토양 이화학 성분 분석

Nutrient Accumulation and Chemical Properties in Soil of Plastic Film House

강경민*, 정종국, 정현철, 이승제
Kyeong-Min Kang*, Jong-Kook Jung, Hyun-Cheol Jeong, and Seung-Je Lee
(재)전남바이오산업진흥원친환경농생명연구센터
Eco-Friendly Agri-Bio Research Center, Jeonnam Bioindustry Foundation, Jeollanam-do, 57510, Korea

전국의 시설재배지면적은 93,500ha 이상으로, 이중 약 55%에서염류집적 문제가 발생한 것으로 보고된 바 있다. 본 연구는 시설재배지 토양 환경 중 염류집적 해소와 토양 물리성 개선 가능한 미생물 비료 제품 개발을 위한 연구를 수행하는 과정에서 염류집적이 발생하는 지역의 토양 염류를 조사하고 해당 토 양의 이화학 성분을 분석하였다. 1단계로, 전남도내전기전도도(EC)가 10.0 dS/m 이상인 시설재배지를 선별하여 현장에서 토양 수분/EC/지온 센서로 표토(약 15~20cm)의 전기전도도(EC_a)를 측정하였고, 2단계 로, 채취한 시설재배지 토양 표본의 전기전도도($EC_{1:5}$)와 유효인산(P_2O_5), 질산태질소(NO_3^-)를 각각 분석하였다. 연구 결과, 토양 수분/EC/지온 센서로 측정한 EC_a와 희석법으로 측정한 $EC_{1:5}$는 양의 상관관계를 보였다. EC_a와 $EC_{1:5}$ 모두 P_2O_5와 NO_3^-의 함량에 영향을 받았다. P_2O_5와 NO_3^-가 염류 집적을 유발하는 주요 요인이라는 점에서, 시설재배지의 염류 집적을 해소하기 위하여 인산과 질산 분해 능력이 있는 미생 물을 활용한 비료 개발이 필요하다.

주제어: 시설재배토양(Soil of Plastic Film House), 염류집적(Nutrient Accumulation), 전기전도도(Electrical Conductivity; EC), 토양화학성(Chemical Properties)
주연구자 연락처: dunphile12@jbf.kr (010-4058-3952)

사사: 이 연구는 농림축산식품부(농림식품기획평가원) “핵심농자재국산화기술개발사업(연구개발과제번호: 122021-3)”의 지원으로 수행되었습니다.

Table1. Survey and Analysis about Soil Samples

Sample No.	1	2	3	4	5
District	G-I	J-N	J-N	N-N	H-N
Family*	Loam	Clay Loam	Silty Clay Loam	Silty Loam	Sandy Loam
Series	BAEGSAN	JEONNAM	CHOGYE	YONGJI	GOCHEON
Horizon	Ochric / Argillic	Ochric / Argillic	Ochric / Argillic	Ochric / Argillic	Ochric / Cambic
EC_a** (dS/m)	0.77	2.11	2.15	1.79	1.31
$EC_{1:5}$*** (dS/m)	1.10	9.40	5.20	7.30	9.20
P_2O_5 (mg/kg)	13.92	220.08	217.82	269.52	155.86
NO_3^- (mg/kg)	1.39	36.59	14.36	34.28	46.78
Note	Control				

* based on topsoil (0~20cm)
** average of measured value EC at district by portable Soil Moisture/EC/Temperature Sensor
*** correction (5 multiples) about measured value EC after 1:5 (soil:distilled water) agitation

PB-56

독활 시비기준 설정을 위한 시비수준별 생육특성

Level-Specific Characteristics of *Aralia continentails* Fertilizer Use Setting

김용준*, 고도영, 김효진, 박나영, 윤순강, 이예진[1], 안민실
Yong-Jun Kim*, Do-Young Ko, Hyo-Jin Kim, Na-Noung Park, Sun-Kang Yoon, Ye-Jin Lee[1], and Min-Sil Ahn
전라북도농업기술원 농업환경과, [1]국립농업과학원 토양비료과
Agricultural Environment Division, Jeollabukdo ARES, Iksan 54591, Republic of Korea
[1]Soil&fertilizer Division, National Institute of Agricultural Sciences (NAS), Wanju 55365, Republic of Korea

본 연구는 공익직불제 시행으로 비료사용기준에 따라 화학비료를 사용해야 한다. 이러한 공익직불제에 대응하여 비료사용기준이 설정되어 있지 않은 독활(*Aralia continentails*) 작물에 대하여 표준시비량과 토양검정 시비량을 산정하기 위하여 수행하였다. 토양검정에 의한 비료사용량은 양분함량을 고려하여 결과에 따라 비료사용량 가감을 위한 최대시비량 설정 실험을 진행하고 있다. 독활은 다년생 초본으로 이용부위는 3년 이상 재배한 구근 또는 2년 재배한 구근를 농한기에 하우스에서 지상부 어린 싹을 식용으로 이용하거나 약용으로 이용되는 뿌리를 재배한다. 독활의 관행시비량(kg/10a)은 질소 38, 인산 21, 칼리 18이었고, 관행 시비량을 기준으로 0, 50, 100, 150, 200%으로 전량 밑거름으로 시비하여 수행하였다. 그 결과 2개년간 독활 생육은 질소 50에서 생육이 가장 우수한 경향을 보이고, 인산과 칼리에서는 유의한 생육특성을 보이지 않았다. 앞으로 비료 최대사용량과 농가 실태조사에서의 비료사용량과 토양양분 함량의 관계식을 적용하여 이용목적에 따른 시비기준 설정을 수행할 계획이다.

주제어: 공익직불제, 독활(땅두릅), 초장, 경경
주연구자 연락처: yjkim1014@korea.kr (063-290-6194)

Table 1. Status of *Aralia continentails* growth according to cultivation in which N, P_2O_5 and K_2O fertilizers were treated differently for each level(1st & 2nd year of 3 years)

Fertilization levels (%)		Plant length (cm)	Stem diameter (mm)	SPAD
Control		113de※	19.7b	18.2b
N	0	156ab	22.3ab	19.1ab
	50	160a	24.0a	20.1ab
	100	136c	21.5ab	19.5ab
	150	130cd	20.9ab	19.7ab
	200	101e	19.8b	19.7ab
P_2O_5	0	128cd	20.2b	20.7ab
	50	150ab	22.7ab	20.0ab
	100	136c	21.5ab	19.5ab
	150	133c	19.4b	19.8ab
	200	140bc	22.5ab	21.2ab
K_2O	0	126cd	21.9ab	23.5a
	50	131c	22.4ab	20.8ab
	100	136c	21.5ab	19.5ab
	150	127cd	19.6b	23.1a
	200	127cd	21.3ab	19.9ab

※ Duncan test, $p<0.05$, 1st year data

Fertilization levels (%)		Plant length (cm)	Stem diameter (mm)	SPAD
Control		180cd※	20.83de	24.7b
N	0	269a	31.09a	29.4a
	50	234b	27.22bc	29.6a
	100	201c	23.20de	29.6a
	150	193cd	23.35de	30.8a
	200	170cd	25.05cd	30.7a
P_2O_5	0	194cd	23.82cd	29.3a
	50	245ab	28.76ab	29.4a
	100	201c	23.20de	29.6a
	150	195c	23.39de	30.1a
	200	161d	20.69de	28.9a
K_2O	0	180cd	19.80e	29.5a
	50	177cd	22.31de	27.4ab
	100	201c	23.20de	29.6a
	150	186cd	23.64cde	25.3b
	200	169cd	23.20de	24.1b

※ Duncan test, $p<0.05$, 2nd year data

PB-57

왕겨 바이오차 시용이 일반 밭토양과 시설재배지 토양의 이화학적 특성 및 배추 생산성에 미치는 효과

Effect of Rice Hull Biochar Application on Physicochemical Properties and Productivity of Chinese Cabbage

이승규*, 김소희, 박재혁, 윤진주, 강세원[1], 조주식[1]
Seung-Gyu Lee*, So-Hui Kim, Jae-Hyuk Park, Jin-Ju Yun, Se-Won Kang[1], and Ju-Sik Cho[1]
순천대학교 일반대학원 농화학과 & IT-Bio 융합시스템전공, [1]순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과
Department of Agricultural Chemistry&Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System,
Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]Department of Agricultural Life Science Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

바이오차는 농경지에서 발생하는 다양한 바이오매스들을 산소가 없는 혐기적 조건에서 열분해하여 생성되는 안 정된 형태의 탄소화합물이다. 바이오차는 토양에 투입되어도 안정된 형태로 쉽게 분해되지 않아 탄소격리 및 저 장이 가능하고 토양의 수분보유력 및 공극, pH, 양이온 교환능력 등이 증가하여 토양의 물리성과 화학성을 개선 해주는 토양개량제의 역할을 할 수 있다. 현재 국내 농경지 중 밭토양과 시설재배지에서 작물 수량성을 증대시키 기 위해 작물별 권장시비량보다 더 많은 비료를 투입하고 있으며, 토양에 과다 시비로 인한 염류 및 양분 집적, 토양 물리성 악화 등의 문제가 발생하고 있다. 본 연구에서는 바이오차를 토양개량제 역할로써 사용 수준에 따라 토양의 물리·화학적 특성과 작물의 생육량을 비교하였다. 시험장소는 순천대학교 부속농장의 밭토양(U)과 인근 하우스(G)에서 배추를 재배하였고, 모든 처리구에 배추 권장 시비량인 N-P-K(32-7.8-19.8 kg $10a^{-1}$)의 수준으로 시비한 후 왕겨 바이오차를 0, 1, 3, 5 t ha^{-1} 수준으로 하여 시비하여 재배하였다. 재배 후 토양의 이화학성을 분 석한 결과 U토양에서 대조구에 비해 바이오차 처리구의 용적밀도가 1.9~6.1% 범위로 감소하였으며, 바이오차를 처리하기 전 밭토양의 토성은 미사질양토였으나, 바이오차 처리량이 증가할수록 양토로 변화하였다. G토양에 서는 대조구 처리구에 비해 용적밀도가 6.19~7.1% 감소하였고, 토성은 전부 양토로 조사되었지만, 바이오차를 시비할수록 점토함량이 감소하였다. U토양과 G토양의 pH는 각각 4.9~8.6%, 1.0~5.3% 범위로 증가하였고, CEC 함량은 12.0~12.6 $cmol_c\ kg^{-1}$, 18.3~18.7 $cmol_c\ kg^{-1}$ 범위로 조사되었다. 배추의 생중량은 U토양과 G토양에서 각각 1162~1355 kg $plant^{-1}$, 2180~2411 kg $plant^{-1}$ 범위로 조사되었으며, 엽장은 277~290 cm $plant^{-1}$, 443~468 cm $plant^{-1}$, 엽폭은 160~178 cm $plant^{-1}$, 235~271 cm $plant^{-1}$, 수분함량은 91.8~93.6%, 94.6~95.4%의 범위로 조사되었다. 조사결과를 통해 바이오차의 시용량이 증가함에 따라 배추의 생육이 증가하였으며, 이에 따라 바이오차를 농경지 토양에 시비했을 때 토양 물리성 및 화학성의 개선됨과 배추의 생산성 증수를 확 인하여 토양개량제로써 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 바이오차, 배추생 산성, 토양 물리성 개선, 토양개량제
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (061-750-5182)

PB-58

일반 밭토양과 시설재배지에서 왕겨 바이오차 시용을 통한 토양 무기태질소의 발생량 변화

Changes in Inorganic Nitrogen Content in the Application of Rice Hull Biochar in Upland Soil and Greenhouse Soil

이승규*, 김소희, 박재혁, 윤진주, 강세원[1], 조주식[1]
Seung-Gyu Lee*, So-Hui Kim, Jae-Hyuk Park, Jin-Ju Yun, Se-Won Kang[1], and Ju-Sik Cho[1]
순천대학교 일반대학원 농화학과 & IT-Bio 융합시스템전공, [1]순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과
Department of Agricultural Chemistry&Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]Department of Agricultural Life Science Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

질소(N)는 식물이 가장 많이 필요로 하는 필수 다량원소이며, 작물 생장과 생산성을 결정하는데 가장 중요한 요 소로 작용한다. 현재 농경지에서 질소는 대부분 무기비료로 투입되는데 질산화 및 탈질작용으로 인한 질산염 및 N_2O 형태로 손실이 일어나게 된다. 이러한 질소의 손실문제는 결국 토양에 더욱 많은 양의 비료를 투입하게 되 어 대기중으로 탈질되는 N_2O나 질산염 침출로 인한 환경오염이 야기된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 바이오 차를 무기비료와 혼합하여 시비할 경우 바이오차가 질화 작용속도에 영향을 준다는 선행연구결과가 있다. 바이오 차는 다양한 바이오매스를 혐기적 열분해를 통해 만들어진 안정된 탄소형태로 원래의 바이오매스의 기공구조를 유지하고 큰 다공성과 비표면적을 가지고 있어 토양의 양이온교환용량을 향상시켜 암모니아를 흡착 및 저장하여 질산화속도를 감소시켜 질소사용효율을 증가시킨다. 이러한 무기태질소의 발생량 변화를 알아보기 위해 질소질 비료 투입량이 많은 배추를 일반 밭토양(U)과 시설재배지(G)에서 조사하였다. 모든 처리구에는 무기비료를

N-P-K(32-7.8-19.8 kg $10a^{-1}$)의 수준으로 시비하였으며, 왕겨 바이오차를 1, 3, 5 t ha^{-1} 시용수준(UBC0t, UBC1t, UBC3t, UBC5t/GBC0t, GBC1t, GBC3t, GBC5t)으로 처리하였다. 무기태질소 분석을 위한 시료채취는 7일을 간격 으로 배추 정식 후 30일, 45일 후 추가 시비하였을 때, 다음날 추가로 토양을 채취하여 토양 암모니아태 질소는 Salicylate법으로 질산태 질소는 Brucine법으로 흡광광도계를 통하여 분석하였다. 암모니아태 질소는 질소비료를 시비한 직후 피크가 높게 상승하였으며, UBC0t 처리구보다 UBC1, 3, 5t 처리구에서 1.62~23.35% 적게 발생하 였고, GBC0t 처리구보다 GBC1, 3, 5t 처리구에서 9.00~31.61% 적게 발생하였다. 질산태 질소함량은 일반밭토 양과 시설재배지 토양 모두 무처리구에 비해 1, 3 t ha^{-1}처리구에서 평균 11~47%까지 증가하였지만 5 t ha^{-1}처 리구에서 8.6%로 감소하였다. 이를 통해 토양에 바이오차를 시비할 경우 질산태 질소의 경우 추가 연구를 통해 5 t ha^{-1} 보다 많은 양의 시비를 통한 발생량 감소를 확인이 필요할 것으로 보이며, 암모니아태 질소의 경우 바 이오차 시비량이 증가함에 따라 암모니아태 질소의 발생속도를 감소시켜 토양의 질소고정능력을 증가시켰다고 판단된다.

주제어: 바이오차, 질소순환, 무기태질소, 농경지 토양
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (061-750-5182)

PB-59

지역단위 양분관리 실태조사를 통한 양분수지 평가

Evaluation of Nutrient Balance through the Regional Nutrient Management Survey

박혜진*, 이예진, 이찬욱, 김양민, 송요성
Hye-Jin Park*, Ye-Jin Lee, Chan-Wook Lee, Yang-Min Kim, and Yo-Sung Song
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

2019년 기준 한국 질소수지는 228kg/ha로 OECD 평균 대비 4.2배(질소 1위), 인수지는 44kg/ha로 9.2배(인 2위)이다. 잉여 양분은 토양에 집적되어 양분불균형을 유발하고 잠재적인 대기 및 수질오염원으로 작용하므로 효과적인 양분관리가 필요하다. 국내 농경지 양분수지 개선을 위하여 다양한 양분관리 정책(공익직불제, 경축순환농업, 농업환경 보전프로그램 등)을 시행하고 있으나, 지역별 특성을 고려한 양분수지 개선 모델 개발과 추진이 필요하다. 이에, 국내 주요 양분관리 정책지역을 대상으로 실태조사를 통해 양분수지를 정밀산정하고 정책효과를 평가하고자 한다. 대상지역으로 양분수지 산정 시·군 중 2개 시·군(A, B)에서 정책도입 지역과 대조구(관행지역)를 각각 선정하고(A_1, B_1 : 농업환경 보전프로그램 도입, A_2, B_2 : 대조구), 대상 작물은 지역별 작물 재배면적 상위 작물로 설정하였다. 작물별 양분투입 현황 및 작물생산량 실태조사를 통하여 양분부하(양분투입량/양분필요량(표준비료사용량 기준))와 양분수지(농경지 면적당 질소투입량과 질소흡수량의 차이)를 산정하고, 작물 재배 전·후 토양 화학성 변화를 통해 양분부하 영향을 평가하였다. 최신 통계(2019년 기준)를 이용한 양분수지 산정값은 가축사육밀도가 높은 B 시군(질소: 297kg/ha, 인: 70.6kg/ha)이 A시군(질소: 213kg/ha, 인: 39.7kg/ha)보다 높았다. 실태조사 결과 단위면적당 질소투입량은 A_2(307kg/ha)> B_2(198kg/ha)> B_1(180kg/ha)> A_1(178kg/ha), 인투입량은 A_2(130kg/ha)> B_1(118kg/ha)> B_2(82kg/ha)> A_1(70kg/ha)이었다. 두 시군에서 대조구의 양분투입량이 정책도입지역 투입량보다 높게 나타났으며, 농경지 이용별 양분투입량은 시설> 밭> 논 순으로 나타났다. 양분흡수량은 실태조사 결과와 문헌자료를 이용하여 산정하였다. 본 연구를 결과를 통해 지역 맞춤 양분관리모델 개발을 위한 과학적 근거로 활용할 수 있을 것이라 기대한다.

주제어: 양분수지, 질소, 인, 실태조사
주연구자 연락처: hjin11@korea.kr (063-238-2463)

PB-60

Long-Term Monitoring of Chemical Properties from Orchard Soils in Gyeongnam Province

Hee-Jeong Je*, Eun-Hee Han, Hyeon-Ji Cho, Dong-Chun An, and Jae-Hyeok Choi
제희정*, 한은희, 조현지, 안동춘, 최재혁
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 52733, Republic of Korea
경상남도농업기술원

Field monitoring was performed to evaluate the subsoil chemical properties of 158 orchard in Gyeongnam Province every 4 years from 1999 to 2022. Soil chemical properties such as pH, electrical conductivity, amount of organic matter (OM), available phosphate (P_2O_5), exchangeable potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sodium were analyzed. In 2022, the average of pH, EC, OM, available P_2O_5, exchangeable K, Ca, Mg, Na and available LR was 6.0, 0.51 dS m^{-1}, 26 g, 710 mg kg^{-1}, 0.99 $cmol_c\ kg^{-1}$, 6.9 $cmol_c\ kg^{-1}$, and 1.7 $cmol_c\ kg^{-1}$, 0.14 $cmol_c\ kg^{-1}$, respectively. The frequency distribution within optimum range of orchard soils was 35.4%, 33.0%, 18.3%, 22.8%, 9.5% and 22.1% for pH, OM, available P_2O_5, K, Ca, and Mg, respectively. In addition, the available phosphate, exchangeable potassium and exchangeable calcium were excess level with portions of 64.6%, 53.2% and 55.1%, respectively. On the other hand the insufficient proportion of Mg concentration in 2022 was 51.3%. These results indicated that a balanced management of soil chemical properties can improve the amount of fertilizer applied for sustainable agriculture in orchard field.

Keywords: Chemical property, Orchard field, Soil fertility, Long-term monitoring
Correspondence: hity84@korea.kr (055-254-1313)

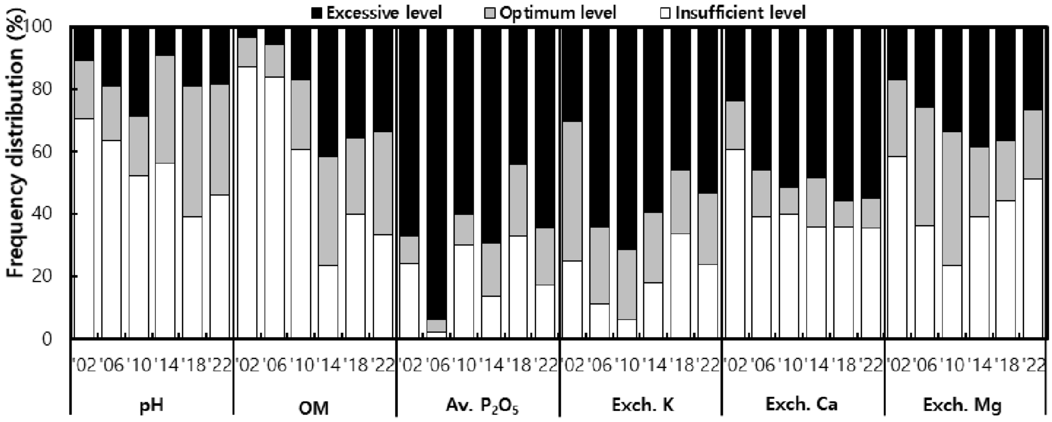


Fig. 1. Frequency distribution of chemical properties of orchard field in Gyeongnam Province (n=158).

PB-61

공익직불제 대응 시비기준 설정을 위한 청보리의 비료사용량과 양분흡수량 평가

Assessment of Fertilization and Nutrient Uptake of Forage Barley for Setting Fertilization Standards in Response to Public Interest Direct Payment System

제희정*, 한은희, 조현지, 안동춘, 이예진[1], 최재혁
Hee-Jeong Je*, Eun-Hee Han, Hyeon-Ji Cho, Dong-Chun An, Yejin Lee, and Jae-Hyeok Choi
경상남도농업기술원, [1]국립농업과학원 토양비료과
Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 52733, Republic of Korea
[1]Soil&fertilizer Division, National Institute of Agricultural Sciences (NAS), Wanju 55365, Republic of Korea

공익직불제 시행에 따라 비료사용량 기준이 설정되어 있지 않은 청보리 재배농가의 비료사용량과 토양 화학성을 조사하였고, 양분흡수량을 분석하였다. 조사지역은 경북 경주, 경남 고성, 합천, 함안, 산청, 사천에서 사료용으로 이용하는 50농가를 대상으로 조사하였다. 이 중 15농가는 퇴비, 액비만 시비하였으며, 평균 비료사용량(퇴비포함)은 질소 18.9 kg, 인산 4.1 kg, 칼리 10.4 kg/10a로 조사되었다. 청보리의 평균 양분흡수량은 질소 12.5 kg/10a으로 질소 비료사용량이 흡수량보다 많아 질소비료 사용량을 줄일 필요가 있다고 판단되었다. 토양화학성과 비료시비량과의 관계를 보면 질소시비량은 토양 유기물함량, 인산시비량은 토양유효인산 함량의 증가에 따라 감소하는 부의 단순회귀상관이 나타났으며, 칼륨은 토양 교환성칼륨 함량이 증가할수록 칼륨 흡수량이 증가하는 경향을 나타내었다. 청보리 재배농가의 비료사용량과 토양 양분함량, 양분흡수량을 기초자료로 활용하여 NPK 수준별 포장시험을 수행하고 토양검정 비료추천식을 설정하여 농가에 적정량의 비료를 추천할 수 있는 기준을 설정할 계획이다.

주제어: 공익직불제, 청보리, 양분 흡수량, 비료사용량
주연구자 연락처: hity84@korea.kr (055-251-1313)

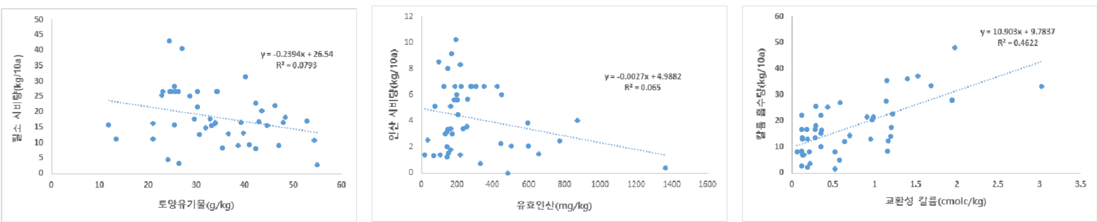


Fig. 1. 비료사용량, 토양 양분함량과 청보리 양분흡수 관계.

PB-62

온도 및 광 변화가 새싹보리 내 사포나린, 비타민 함량에 미치는 영향

Influence of Temperature and Light on Saponarin and Water-Soluble Vitamins Content in Barley Sprouts

윤영은[1], 조주영[2], 최현지[2], 최준혁[2], 이금아[1], 김영남[1,2], 이용복[1,2]
Young-Eun Yoon[1], Ju Young Cho[2], Hyeon Ji Choe[1], Jun Hyeok Choi[2], Young-Nam Kim[2], and Yong Bok Lee[1,2]
[1]경상대학교 농업생명과학연구원, [2]경상대학교 응용생명과학부 (BK21)
[1]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[2]Division of Appplied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

새싹보리는 종자가 발아한 뒤 잎의 길이가 15 cm 정도 자란 어린 보리를 말하며, polyphenol, polycosanol, GABA 및 saponarin 등 이차대사산물의 많이 함유되어 있다. 이 중 saponarin은 새싹보리 내 polyphenol 계열 화합물의 약 72%를 차지하며 항산화, 항염증, 간기능 보호 등의 효과가 우수한 것으로 알려져 있다. 이러한 이차대사산물은 광, 온도, 수분 등과 같은 환경요인에 영향을 많이 받으나, 새싹보리의 saponarin 함량에 미치는 영향을 평가한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 생육기간 중 온도 및 광의 변화가 새싹보리 내 saponarin 및 vitamins 함량에 미치는 영향을 평가하였다. 본 실험에 사용된 보리 종자는 '큰알보리1호'로, 증류수에 1일간 침지 후 암실에서 1일간 발아 시켰다. 발아된 종자는 수도용 상토를 채워넣은 0.2 × 0.25 m 트레이에 42 g (840 kg 10 a^{-1}) 파종하였고, 하루에 한번씩 300 ml의 증류수를 공급하였다. 온도와 광량이 조절가능한 식물생장기에서 새싹보리를 재배하였으며, 각각 일교차(TD), 일조시간(LP), 광량(LI)의 변화를 주면서 새싹보리를 재배하였다. 무처리구 (control)의 재배조건은 온도 20°C/20°C (day/night), 일조시간 12H/12H (day/night), 광량 120 μmol m^{-2} s^{-1}, 상대습도 65%로 설정하였다. TD 처리구는 control 재배조건에서 온도를 20°C/10°C (day/night)로 설정하였고, LP 처리구는 일조시간을 18H/6H (day/night)으로 LI 처리구는 광량을 180 μmol m^{-2} s^{-1}로 설정하였다. 새싹보리 수확은 잎의 길이가 15 cm 일 때 수확하였다. 수확 시 새싹보리의 생체중은 처리구간 유의한 차이를 보이지 않았으나, 생육일수는 LP와 LI 처리구에서 8일, control 9일 TD 11일로 나타났다. Saponarin 함량은 control과 비교하였을 때 모든 처리구에서 더 높은 값을 나타내었으며, 특히 TD 처리구의 saponarin 함량이 가장 높았다. Vitamin C 함량은 control에서 가장 높았으며, TD 처리구에서 가장 낮은 값을 나타내 saponarin 함량과 반대되는 경향을 나타내었다. Vitamin B1, B5 함량도 control에서 가장 높고 TD 처리구에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 새싹보리 재배기간 중 일교차는 saponarin 함량 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었으나, 생육일수의 증가와 vitamin C 등의 함량은 감소하는 것으로 나타났다.

주제어: 환경변화, 생육온도, 광량, 일조시간, 이차대사산물, 유용성분
주연구자 연락처: yblee@gnu.ac.kr (055-772-1967)

PB-63

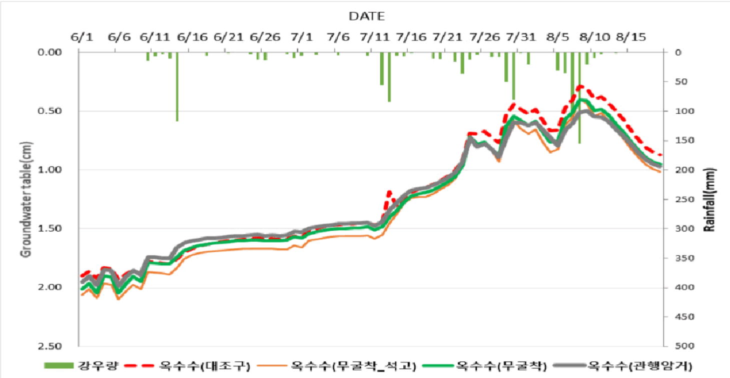
간척농지에서 암거배수 투입이 토양수분, EC 및 밭작물 생산성에 미치는 영향

Effect of Subsurface Drainage on Soil Water, EC and Crop Production in Reclaimed Land

이수환*, 오양열, 류진희, 정강호
Su-Hwan Lee*, Yang-Yeol Oh, Ryu Jin Hee, and Kamg-Ho Jung
농촌진흥청 국립식량과학원
National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

간척지는 토양 pH와 EC가 높고, 비옥도와 배수능이 낮아 벼 외의 타작물 안정생산을 위해서는 토양물리화학적 개량 외에 배수 기반에 대하여 고려해야 한다. 본 연구는 제염이 진행되어 EC가 낮은 간척지 논 기반에서 토양개량제로서 석고 시용과 물리적 배수방법으로 암거배수[무굴착(관직경 50mm), 관행 굴착(200mm)] 투입하였을 때 작물 근권(15cm) 및 흡수거 층위(60cm)의 토양 EC, 수분함량 변화와 밭작물 생산성을 구명하고자 하였다. 시험이 진행된 2020년 5~8월까지의 누적강우량은 1,012mm 이었고, 일일 50mm 이상 강우일수는 7일, 100mm 이상 강우 일수는 3일로 평년대비 강우량이 250mm 높았다. 암거배수 투입 여부에 상관없이 장마 시작 전 지하수위는 150~200cm이었고, 집중 강우가 시작된 7월 중순에 대조구(석고무투입+무암거)에서 29cm까지 상승하였고, 무굴착암거는 50cm 내외, 관행 암거는 60cm까지 상승하였다. 암거 시설별 지하 유출량은 관행암거가 16 m^3로 많았고, 무굴착암거구는 6.2m^3로 흡수관 직경이 200mm로 큰 관행암거에서 높았다. 작물근권부 토양수분함량은 대조구는 29~41%, 석고투입 무굴착 암거배수 처리구에서 23~45%, 석고 무투입 무굴착 암거배수 처리구에서는 30~46%, 관행암거는 25~42% 이었다. 토층 60cm에서는 강우 발생시 석고투입 무굴착암거배수에서 토양수분이 42~46%이었고, 대조구, 관행암거, 석고무투입 무굴착암거 처리구에서는 33~41%로 유지되었다. 토양 EC는 조사된 2개 층위 모두 1.0 dS/m 미만으로 처리구간에 유사하였다. 옥수수 수량은 석고 투입 무굴착 암거구에서 10.2톤/h로 가장 양호하였고, 관행암거에서 7.3톤/ha로 낮았다. 장마 기간의 토양수분 분포 양상을 살펴보면 근권부 토양수분 저감 효과는 배수기술 투입구 보다는 석고 투입에 의한 것으로 사료 되었다. 석고로 인해 작물 생육에 유익한 방향으로 토양이화학성이 개량되었고, 특히 토층 60cm 부분의 수분 이동성도 다른 동일 배수투입 처리구에 비해 원활한 것으로 나타났다. 투입된 암거배수 기술에 의한 지하수위 상승 저감 효과는 관찰되었으나, 간척지 토양 표면 및 지중에서 유입수의 침투능이 낮아 수직 배수로 인한 근권 과습 저감효과는 미미하였다. 본 연구결과 간척지에서 배수 개선을 위해서는 지표 토양개량, 정체수 저감을 위한 지표관리 및 암거배수 등이 종합적으로 고려되어야 할 것으로 판단되었다.

주제어: 간척지, 암거배수, 토양수분, 옥수수
주연구자 연락처: suhnlee@korea.kr (063-238-5316)



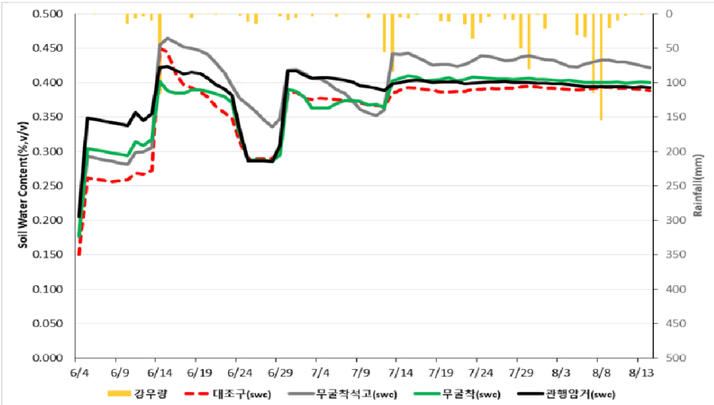


Fig. Changes in groundwater table and soil water content at 60 cm depth as affected by subsurface drainage in reclaimed land.

PB-64

지구통계학적 기법을 적용한 새만금간척지 대규모 농지의 토양 pH 및 EC 공간 분포특성 평가

Assessment of Spatial Variability of Soil pH and EC in Large-Scale Agricultural Field of Saemangeum Reclaimed Land Based on Geostatistics

이수환*, 오양열, 류진희, 정강호
Su-Hwan Lee*, Yang-Yeol Oh, Ryu Jin Hee, and Kamg-Ho Jung
농촌진흥청 국립식량과학원
National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

Soil reaction and salinity play an critical role in soil management and crop production in reclaimed land. Most soil information has been reported by means of descriptive statistics and displayed by GIS. Such information tools are convenient for users to understand the whole status of soil properties However, information users underestimated the uncertainity of unsampled points. There are a few researh results on soil assessment by geostattiscs. In this study, by ordinary kriging, the spatial distribution of soil pH and EC in newly reclaimed land "Saemangeum" was determined. The survey area was carried out in the fifth districts in Saemangeum reclaimed land. Soil samples were collected from 0~20cm at 297 sampling sites in May, 2018. The mean value for soil pH and soil EC were 6.98 and 0.68 dS/m, respectively. The value of C.V for soil pH and EC were 8% and 314%. Based on ordinary kriged map, the study area was nearly desalinized and still alkaline except small area with either highly salt-affected or lower pH. Soil pH in northwestern, east and southern sides with on-going cropping was generally lower than that in northern-central sides with natural vegetation. Soil EC in northwestern and central side were higher due to fertilization and highly salt-accumulated patchy. Based on semi-variogram parameters, the nugget-to-sill ratio for soil pH and EC were 35.2 and 67.2 respectively. The existence of highly salt-accumulated area with higher pH significantly affected measurement uncertainty and short-scale variability, which caused sampled values to be quite dissimilar. Based on spatial dependence, soil pH had somewhat moderate-strong spatial dependence and EC exhibited moderate-weak spatial dependence. It is suggested that soil pH was affected by structural factors(parent material), while soil EC was affected by a combination of structural(parent materials, groundwater table) and external factors(fertilization, cropping). Lag distance for soil pH and EC were 578 and 830m, which confirmed the 200 m of sampling spacing in this study was reasonable. It was inferred that the transition phase to native to arable land has been going on and intensive cropping could accelerate the soil development for safe and sustainable agriculture in reclaimed land.

Keywords: 지구통계학, ordinary kriging, 새만금, pH, EC
Correspondence: suhnlee@korea.kr (063-238-5316)

Table. The spatial variation parameter of soil pH and EC in Saemangeum reclaime land

soil attributes	Nugget	Partial Sill	Sill	Range	$C_0/(C_0+C_1)$	Model
	C_0	C_1	C_0+C_1	(m)	(%)	
pH	0.12	0.22	0.33	578	35.2	Martem
EC	3.10	1.52	4.62	930	67.3	Linear

PB-65

Mitigative Role of Auxin Against Oxidative Stress in Rice (*Oryza Sativa* L.) Seedlings

Vimalraj Kantharaj*, Young-Eun Yoon, Young-Nam Kim[1], Keum-Ah Lee, Hyeonji Choe[1], Ju Young Cho[1], Jun Hyeok Choi[1], and Yong Bok Lee[1]
Institute of Agriculture and Life Science (IALS), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[1]Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

Rice is the most important staple food in the world, with ~50% of the world's population depending on it as their main source of caloric intake. To meet a growing global food demand, rice yields need to increase by ~28% in the next three decades. However, the frequency and intensity of various environmental conditions triggered oxidative stress are predicted to increase due to global climate change, threatening the sustainability of crop production in many countries, including China, India, the United States, Thailand, and others. Interestingly, Plant growth hormones are reported to undergo synergistic and antagonistic interaction with reactive oxygen species (ROS) and redox signalling to protect the plants from environmental stress conditions. Therefore, in this study, we artificially induced the oxidative stress on the rice seedlings in the growth chamber-controlled conditions to enhance the understanding on physiological, biochemical, and molecular effect, using toxic chemical hydroxyurea (HU) that are known to induce DNA damage. Furthermore, we also investigated the protective role of auxin (indole-3-acetic acid; IAA) in mitigating HU-induced toxicity in rice seedlings. The results outcome demonstrated that IAA application improved the growth of the seedlings and biomass production by maintaining photosynthesis metabolism under HU stress. This was associated with reduced H_2O_2 and malondialdehyde (MDA) contents and improved antioxidant enzyme [superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), and peroxidase (POD)] activity that was affected under HU stress. Furthermore, IAA application potentially alleviated the HU stress-induced DNA damage and upregulated the RNR, transcription factor 2 (E_2F_2), cyclin-dependent kinase (CDK), and cyclin (CYC) genes that are vital for DNA replication and cell division. Collectively, this study provides the physiological and molecular evidence of mitigating effect of IAA against HU-induced phytotoxicity by activating the plant antioxidant defense mechanism.

Keywords: Indole-3-acetic acid, hydroxyurea, reactive oxygen species, malondialdehyde, peroxidase
Correspondence: vimalrajk25@gmail.com

PB-66

클로렐라(*Chlorella fusca* CHK0059)를 처리한 딸기의 식물 생장과 당도 및 인 농도 간의 상관관계

Correlations of Plant Growth, Sugar Content, and Phosphorus Concentration in Strawberries Treated with *Chlorella fusca* CHK0059

최준혁*, 최현지, 신예림, 비말라즈 칸타라즈[1], 윤영은[1], 이금아[1], 이용복[1], 김영남
Jun Hyeok Choi*, Hyeonji Choe, Yerim Shin, Vimalraj Kantharaj[1], Young-Eun Yoon[1], Keum-Ah Lee[1], Yong Bok Lee[1], and Young-Nam Kim
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21), [1]경상국립대학교 농업생명과학연구원
Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[1]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

독립영양 미세조류인 클로렐라는 아미노산, 식이섬유, 무기질 양분, 비타민, 항산화 물질 등 다양한 성분을 포함하고 있으며, 최근 국내의 많은 농가에서 고품질 작물의 생산을 위해 클로렐라를 유기질 첨가제로써 사용하고 있다. 특히, 딸기 작물의 경우 클로렐라 처리가 생육 증진, 과실의 당도 증가 및 병 발생 억제 등에 있어서 긍정적 효과가 있음이 많은 선행연구를 통해 밝혀져 왔으나, 이에 관련된 클로렐라 성분 요소 및 메커니즘 연구는 매우 부족한 실정이다. 본 연구는 클로렐라 처리 수준에 따른 딸기의 생장, 당도 및 무기영양소 인 (P) 농도 차이를 구명하고, 이들 간의 상관관계를 알아보고자 고설재배 농가에서 현장시험을 수행하였다. 클로렐라 처리 수준은 적정시비량 (1.0×10^7 cells L^{-1})을 기준으로 0 배 (대조구), 0.5 배, 1 배 및 2 배로 구성하였고, 매주 1 회 토양관수를 통해 처리하였다. 딸기 과실은 2021 년 12 월부터 이듬해 5 월까지 매월 2 회 채취하여 당도, 무기양분 등을 모니터링 분석하였고, 식물체는 마지막 과실 샘플 시 채취하여 생체중, 무기양분 등을 분석하였다. 식물 생체중의 경우, 클로렐라 2 배 (88.3 g) > 1 배 (76.1 g) > 0.5 배 (58.9 g) > 대조구 (57.7 g) 순으로 높았다. 이와 유사한 경향은 식물체 내 영양소 중 P의 농도에서도 관찰되었다. 또한, 딸기 지상부 생체중과 P 농도 간의 상당히 높은 양의 상관관계 (r = 0.78)가 관찰되었다. 딸기의 수확기간 동안 과실의 평균 당도 (Brix°)는 클로렐라 2 배 (10.5), 1 배 (10.6) > 0.5 배 (10.2) > 대조구 (9.7) 순으로 높았으며, 과실 내 무기양분 중 P 농도 또한 클로렐라 시비 수준이 높을수록 그 값이 높게 나타났다. 게다가, 과실의 당도와 P 농도 간에 상당히 높은 양의 상관관계 (r = 0.52)가 관찰되었다. 이러한 결과를 토대로 볼 때, 클로렐라 시비에 의한 배지 내 증가된 인산 유효도가 전반적인 작물의 생육을 증가시킨 것으로 사료되며, 이로 인해 향상된 작물의 생리활성 (광합성 효율 등)이 과실의 당도 및 양분함량 증가에 간접적으로 영향을 미친 것으로 판단된다. 따라서 유기질 첨가제로써 활용되는 클로렐라의 시용을 통해 딸기 농가의 무기질 인 비료의 사용 절감 효과를 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: *Chlorella fusca*, 유기질 첨가제, 인 유효도, 당도, 딸기품질
주연구자 연락처: youngnam.a.kim@gmail.com (055-772-1967)

PB-67

풋거름작물로 보리와 헤어리베치를 장기시용한 논 토양의 유기물 풀 및 미생물 군집 특성

Characteristics of Soil Organic Matter Pool and Microbial Community in Paddy Soils with Long-Term Application of Barley and Hairy Vetch as Green Manure Crops

최현지*, 이금아[1], 최준혁, 조주영, 윤영은[1], 김영남, 이용복[1]
Hyeonji Choe*, Keum-Ah Lee[1], Jun Hyeock Choi, Ju Young Cho[1],
Young-Eun Yoon[1], Young-Nam Kim, and Yong Bok Lee[1]
경상국립대학교 응용생명과학부 (BK21), [1]경상국립대학교 농업생명과학연구원
Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[1]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

우리나라의 많은 농경지는 지난 수십 년간 과도한 화학비료 시용, 경운 등 부적절한 토양관리로 인해, 유기물 유실, 양분 불균형 및 생태기능 저하 등 토양의 질과 건강성이 저하되었다. 이러한 경작지 토양을 개선하기 위한 방안으로 최근 국·내외에서 풋거름작물이 널리 재배되고 있으며, 이를 통한 효과적인 토양 비옥도 및 생물다양성 개선 사례가 많이 보고되고 있다. 본 연구는 10 년간 두 풋거름작물 (보리 및 헤어리베치)의 혼파비율 차이에 따른 논토양의 유기물 풀, 이화학성 및 미생물 군집 특성 차이를 구명하고자 수행하였다. 보리 (*Hordeum vulgare* L.)와 헤어리베치 (*Vivia villosa Roth* L.)는 벼 휴작기에 재배하여 이듬해 경작기 전 토양환원 처리하였으며, 두 풋거름작물의 혼파시비 처리비율은 다음과 같다: 보리 0%-헤어리베치 100% (B0V100), 보리 25%-헤어리베치 75% (B25V75), 보리 75%-헤어리베치 25% (B75V25), 보리 100%-헤어리베치 0% (B100V0) 및 대조구 (NPK). 채취한 논토양 시료의 토성, pH, EC, 유기물 (SOM), 유효인산 (Av. P_2O_5), 양이온교환능력 (CEC) 및 교환성 양이온 (Ex. K, Ca, Mg)을 측정하였으며, 논토양 미생물 군집은 Next Generation Sequencing법을 이용해 분석하였다. 또한 SOM은 4개의 입자크기 (>2 mm, 2 mm-250 μm, 250-53 μm, <53 μm)로 분류한 후 정량화하였다. 본 연구 결과에 따르면, 논토양 중 SOM 함량은 B0V100 > B25V75 > B75H25 > B100V0 처리구 순으로 높았다. 대조구인 NPK 처리구의 경우, 토양 EC, Av. P_2O_5 및 Ex. K 농도가 가장 높은 반면 pH와 SOM은 가장 낮았다. SOM의 입자별 함량의 경우, 헤어리베치 혼파비율이 높은 처리구에서 모든 SOM fractions이 높은 경향을 보였다. 게다가 토양미생물 다양성은 B0HV100 처리구에서 가장 높았으며, 토양미생물의 풍부함은 B75H25 처리구에서 가장 높았다. 특히, Family 수준에서는 B0HV100 처리구에서 *Sphingomonadaceae, Erythrobacteraceae, Caldicoprobacteraceae, Moraxellaceae, Beutenbergiaceae, Acetobacteraceae, Desulfobacteraceae, Sutterellaceae* 등이 다른 처리구 보다 상당히 많이 분포하였고, B100HV0 처리구에서는 *Geobacteraceae*가 가장 많이 발견되었다. 또한, 주좌표 분석 (Principle Coordinate Analysis) 결과, 헤어리베치 처리 유무에 따라 처리구간 미생물 군집구조 형성에 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 중복분석 (Redundancy analysis) 결과를 통해, 이화학적 토양인자와 SOM 간의 높은 상관관계가 있음을 확인하였으며, 이는 특히 헤어리베치 파종비율이 가장 높은 토양특성과 상호연관성이 높은 것으로 보였다. 전반적으로 벼 휴작기 논토양에서의 헤어리베치 재배 및 토양환원은 탄소저장 및 미생물 다양성 보존 측면에서 중요한 역할을 하는 것으로 판단되지만, 본 연구대상지 논의 벼 생산성을 위한 지속성을 향상시키기 위해서는 P 및 K과 같은 추가적인 양분 시비가 필요해 보인다.

주제어: 풋거름작물 환원, 헤어리베치, 탄소격리, 비옥도, 농업생태계 서비스
주연구자 연락처: yblee@gnu.ac.kr (010-9423-9695)

PB-68

Nitrate Enhances the Secondary Growth of Storage Roots in *Panax ginseng*

Hojin Ryu*
류호진*
Department of Biology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea
충북대학교 자연과학대학 생물학과

Nitrogen (N) is an essential macronutrient for plant growth and development. To support agricultural production and enhance crop yield, two major N sources, nitrate and ammonium, are applied as fertilizers to the soil. Although many studies have been conducted on N uptake and signal transduction, the molecular genetic mechanisms of Nmediated physiological roles, such as the secondary growth of storage roots, remain largely unknown. Here, we report the positive effects of nitrate on storage root secondary growth in *Panax ginseng*. Exogenous nitrate supply to ginseng seedlings significantly increased the root secondary growth. Histological analysis indicated that the enhancement of root secondary growth could be attributed to the increase in cambium stem cell activity and the subsequent differentiation of cambium-derived storage parenchymal cells. RNA-seq and gene set enrichment analysis (GSEA) revealed that the formation of a transcriptional network comprising auxin, brassinosteroid (BR)-, ethylene-, and jasmonic acid (JA)-related genes mainly contributed to the secondary growth of ginseng storage roots. In addition, increased proliferation of cambium stem cells by a N-rich source inhibited the accumulation of starch granules in storage parenchymal cells. Thus, through the integration of bioinformatic and histological tissue analyses, we demonstrate that nitrate assimilation and signaling pathways are integrated into key biological processes that promote the secondary growth of *P. ginseng* storage roots.

Keywords: Nitrate, Panax ginseng, Storage root, Secondary growth
Correspondence: hjryu96@chungbuk.ac.kr (043-261-2293)

PB-69

2002년부터 2022년까지 전남지역 과수토양 화학성 변동특성

Changes in Chemical Properties of Orchard Soils in Jeonnam Province between 2002 and 2022

김현지*, 김성우, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우, 전상호[1]
Hyeonji Kim*, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, Jinwoo Lee, and Sangho Jeon[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

전남지역 과수원 토양 150개소를 정점으로 선정하여 2002년부터 2022년까지 4년 주기로 과수원 토양화학성 연차간 변동량 조사를 통해 과수토양의 효율적인 관리를 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다. 연차별 과수토양의 토양 pH는 2002년 6.2에서 2018년 6.5로 증가하다 2022년에는 6.3으로 다소 감소되는 경향을 나타냈으며, 토양 전기전도도는 2002년 0.93 ds m^{-1}에서 2010년 0.54 ds m^{-1}로 차츰 감소되다 다시 증가하여 2022년에는 0.73ds m^{-1}이었다. 유기물 함량은 최초 조사 시 33 g kg^{-1}에서 연차별 지속적으로 증가하여 2014년에는 38 g kg^{-1} 까지 증가하다 2018년 이후 감소하여 2022년은 33 g kg^{-1} 이었다. 유효인산은 최초 조사시기부터 권장기준보다 높은 특성을 보였으며, 2002년 602 mg kg^{-1}, 2014년 747 mg kg^{-1}, 2018년에는 832 mg kg^{-1}로 유의적인 증가를 나타내다 2022년 750 mg kg^{-1}으로 다시 낮아지는 경향을 보였다. 연차별로 주요 토양성분의 과부족과 적정 함량의 비율을 비교한 결과 토양 pH의 경우 2002년과 2006년에 적정범위(6.0-7.0) 이하 비율이 42.7%, 54.7%로 높은 비율을 차지하였으나, 2010년 이후 뚜렷한 감소 추세를 보여 2018년에는 24.7%로 감소되다 2022년에는 38.7%로 다소 증가되었다. 유기물의 경우 적정범위 이하의 비율은 2002년 24.0%에서 2014년 7.3%로 지속적으로 감소하다 2018년 20.7%, 2022년 18.7%로 다시 증가되는 경향을 나타내었다. 교환성양이온의 연차별 과부족 비율은 적정기준보다 부족한 경지비율은 감소하고 과다비율은 증가 추세로 과수토양 시비 전 토양검정을 통해 비료의 사용량을 결정하는 시비관리가 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 과수토양, 화학성, 토양중금속
주연구자 연락처: hjkim99@korea.kr (061-330-2502)

Table 1. 전남지역 과수토양 화학성 변동량(2002~2022)

년도	pH	EC	OM	Av.P_2O_5	Ex. Cations (cmol$_c$ kg^{-1})		
	(1:5)	(dS m^{-1})	(g kg^{-1})	(mg kg^{-1})	K	Ca	Mg
2002	6.2	0.93	33	602	1.56	6.27	2.29
2006	5.9	0.60	32	599	1.45	6.29	2.22
2010	6.2	0.54	37	573	1.10	7.65	2.04
2014	6.1	0.79	38	747	1.07	7.66	2.22
2018	6.5	0.74	32	832	1.43	8.69	2.62
2022	6.3	0.73	33	750	1.29	9.22	2.46
적정범위	6-7	≤2.0	20-30	300-550	0.5-0.8	5.0-6.0	1.5-2.0

PB-70

강황 양분관리 실태와 토양 화학성 평가

Soil Chemical Properties and Soil Nutrient Management of *Curcuma longa* L.

김현지*, 김성우, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우, 이예진[1]
Hyeonji Kim*, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, Jinwoo Lee, and Yejin Lee[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

강황은 생강과에 속하는 다년생 초본식물로 주로 전남지역에서 재배되고 있는 소면적 재배작물이다. 소면적 재배작물에 대한 양분관리기술이 요구되고 있지만 대면적 작물에 비해 재배학적인 연구는 부족한 실정이다. 공익직불제 시행으로 비료사용기준에 따라 화학비료를 사용해야 하나 소면적 재배작물인 강황은 비료사용기준이 없어 비료사용 처방기준 설정이 필요하다. 따라서 강황 비료사용처방 기준설정을 위한 기초자료로 강황 재배농가의 양분관리실태를 파악하기 위하여 토양 양분함량과 농가 비료사용량, 작물의 양분 흡수량을 조사하였다(37개소). 강황 재배농가 비료사용실태조사결과 조사지점의 86%에서 퇴비를 사용하고 있었으며, 평균 사용량은 1,989 kg $10a^{-1}$ 이었다. 유기질비료는 68%가 사용하고 있었으며 평균 332 kg $10a^{-1}$를 사용하였다. 강황 주산단지 재배농가의 평균 비료사용량은 10a당 질소 18kg, 인산 13.2kg, 칼리 6.5kg로 조사되었다. 토양 화학성 조사결과 pH는 평균 5.9, 유기물은 24 g kg^{-1} 이었으며 유효인산은 628 mg kg^{-1}로 다소 높은 경향을 나타내었다. 농가의 비료사용량과 토양 양분함량과의 상관관계 조사결과 토양 질산태질소 함량과 질소 시용량, 토양 유효인산 함량과 인산 시용량, 토양 교환성 칼리 함량과 칼리 시용량은 비례관계를 나타내었다. 조사지역의 강황 식물체 양분흡수량 조사결과 지상부 식물체는 10a 당 질소 7.3 kg, 인산 1.4 kg, 칼리 29. 3kg 이었고, 지하부 근경은 질소 6.8 kg, 인산 4.0 kg, 칼리 29.5 kg를 흡수하였다. 농가의 비료사용량과 강황 수량은 비료 사용량이 많을수록 수량이 증가하는 경향을 보였다.

주제어: 강황, 토양 화학성, 비료사용실태
주연구자 연락처: hjkim99@korea.kr (061-330-2502)

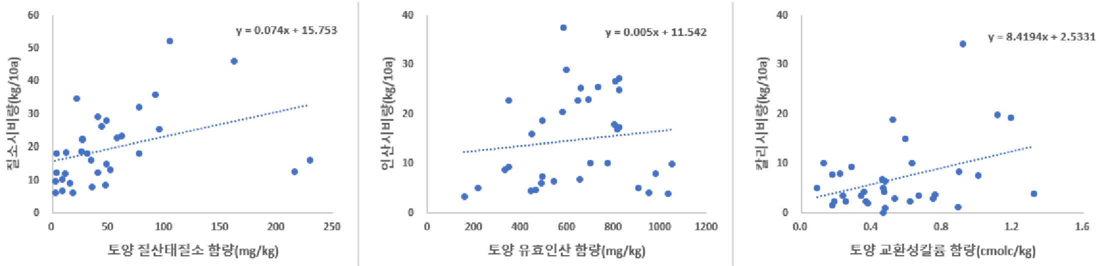


그림 1. 강황 재배농가 비료사용량과 토양 양분함량 관계.

PB-71

시설대파 유기재배시 유기질 비료 시비방법에 따른 토양화학성 및 수량특성

Soil Chemistry and Quantity Characteristics according to Organic Fertilizer Application Method during Organic Green Onions Cultivation in Plastic House

김성우*, 김현지, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우
Sungwoo Kim*, Hyeonji Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, and Jinwoo Lee
전라남도농업기술원
Jeollanam-do Agricultural Reasearch & Extension Services, Naju 58228, Korea

2021년 기준 친환경농업 인증면적은 75천ha, 농경지 중 친환경인증 면적 비중은 2016년 대비 0.1% 상승한 4.9%로 친환경농산물에 대한 관심에 비해 친환경농업은 확대되지 못하고 있는 실정이다. 전남의 경우 2022년 4월말 기준 친환경 인증면적은 38천ha로 이중 벼가 65%를 차지하였고, 대파와 같은 채소의 친환경 인증면적은 2.7%로 매우 낮은 편이었다. 유기농업의 확대와 친환경농업의 안정적인 생산·소비 기반 마련을 위해서는 친환경농산물의 품목 다양화와 친환경 농업에 알맞은 토양 및 병해충 관리 기술의 개발과 보급이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 시설대파 유기재배시 적합한 유기질 비료의 시비방법을 개발하고자 수행하였다. 유기질 비료 시비방법은 전량기비, 유기질 비료 2회, 3회, 유기액비 2회, 3회, 4회 처리로 진행하였다. 유기질 비료 시비방법에 따른 토양화학성은 pH와 칼리의 경우 처리간 유의한 차이는 없었으나 질산태 질소와 EC의 경우 전량기비와 유기액비 3회와 4회 처리구에서 시설 대파 생육기에 높게 유지되는 경향을 보였다. 시설대파 수량은 유기질 비료를 2회와 3회 분시 처리구 보다 전량기비, 유기액비 3회, 4회 처리구에서 좋은 것으로 나타났다.

주제어: 시설대파, 유기질 비료, 토양화학성
주연구자 연락처: ksw9088@korea.kr (061-330-2503)

Table 1. 유기질 비료 시비처리 방법별 시설유기대파 수량특성

처리	총수량(kg/10a)			상품중^{x}(kg/10a)			상품률^{y}(%)		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
전량기비	2,190	4,668	4804	1,978 abc*	4,060 ab	4,429 a	90.3	87.0	92.2
유기질비료 2회	2,003	4,314	3357	1,816 c	3,555 bc	3,080 b	90.7	82.4	91.7
유기질비료 3회	2,000	4,197	3284	1,854 bc	3,434 c	3073 b	92.7	81.8	93.6
유기액비 2회	2,319	4,406	4333	2,148 ab	3,716 abc	4,071 ab	92.6	84.3	94.0
유기액비 3회	2,451	4,857	4404	2,279 a	4,170 a	4,214 a	93.0	85.9	95.7
유기액비 4회	-	4,912	4335	-	4,221 a	4,063 ab	-	85.9	93.7

x 연백부 15cm 이상, 시들거나 마른 잎 제거 후 수량
y 상품중/총수량 × 100
*Duncan test, *P=0.05*

PB-72

이탈리안라이그라스 양분관리 실태와 토양 화학성 평가

Soil Chemical Properties and Soil Nutrient Management of Italian Ryegrass

김현지*, 김성우, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우, 이예진[1]
Hyeonji Kim*, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, Jinwoo Lee, and Yejin Lee[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

이탈리안라이그라스는 답리작으로 주로 재배되는 동계사료작물로 수량과 사료가치가 높아 재배농가의 수가 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 공익직불제 시행으로 비료사용기준에 따라 화학비료를 사용해야 하며 작물별로 비료사용처방 기준(표준 및 검정시비량)이 설정되어 있다. 그러나 이탈리안라이그라스는 표준시비량은 설정되어 있으나 토양검정에 의한 검정시비량은 설정되어 있지 않다. 따라서 이탈리안라이그라스의 검정시비량 설정을 위하여 이탈리안라이그라스 재배농가의 비료사용실태, 토양화학성, 작물의 양분흡수량 및 수량 등을 조사하였다. 조사지역은 이탈리안라이그라스 주요 재배지인 전남, 전북, 충남, 경남의 52개소에서 수행하였다. 이탈리안라이그라스 재배농가 비료사용실태조사결과 조사지점의 79%에서 퇴비를 사용하고 있었으며, 평균 사용량은 2,758 kg $10a^{-1}$ 이었다. 이탈리안라이그라스 주산단지 재배농가의 평균 비료사용량은 10a당 질소 14.6kg, 인산 1.7kg, 칼리 5.1kg로 조사되었다. 이탈리안라이그라스 생산량은 평균 생체중이 5,929 kg $10a^{-1}$, 건물중은 1,153kg $10a^{-1}$ 였으며, 토양 화학성 조사결과 pH는 평균 6.2, 유기물은 35 g kg^{-1}, 유효인산은 267 mg kg^{-1} 이었다. 조사지역의 토양화학성과 식물체 양분흡수량은 비례관계를 나타내었으며, 지상부 식물체는 10a 당 평균 질소 20.0 kg, 인산 6.7 kg, 칼리 41.9 kg를 흡수하였다.

주제어: 이탈리안라이그라스, 토양 화학성, 비료사용실태
주연구자 연락처: hjkim99@korea.kr (061-330-2502)

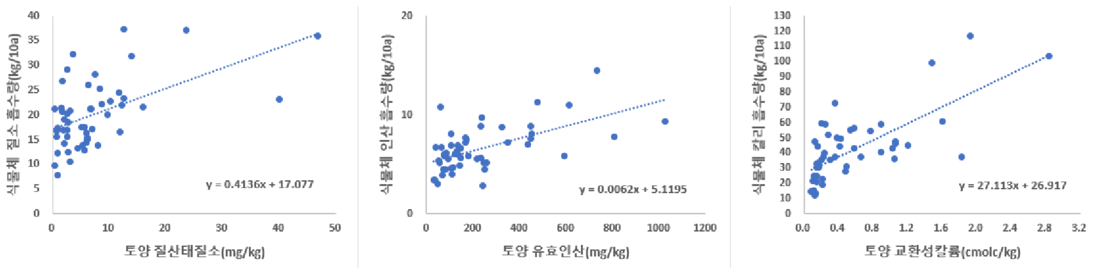


그림 1. 이탈리안라이그라스 재배농가 토양양분함량과 식물체 양분 흡수량.

PB-73

충북지역 밭 토양의 화학성 변화

Changes in Chemical Properties of Upland Soils in Chungbuk Province

서보민*, 박계원, 안현모, 김주형, 김인재, 윤미정
Bomin Seo*, Kyewon Park, Hyeonmo Ahn, Juhyoung Kim, and Mijeong Yoon
충청북도농업기술원
Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

농업환경변동조사사업은 일반 농경지에 대한 토양 화학성·물리성 등 농업환경 전반을 조사하여 축적한 자료를 기반으로 양분 과다집적, 불균형 토양개량, 비료사용 대책, 친환경농업 정책 수립에 활용되고 있다. 충북지역에서는 밭 토양을 4년 1주기로 2005년부터 20021년까지 5회에 걸쳐 표토 180지점을 대상으로 일반화학성을 조사하였다.

2021년 밭 토양 화학성분 평균 함량은 pH 6.6, EC 0.76 dS $m^{-1,}$ 유기물 20 g kg^{-1}, 유효인산 532 mg kg^{-1}, 치환성 K 0.81 $Cmol^{+}$ kg^{-1}, Ca 7.5 $Cmol^{+}$ kg^{-1}, Mg 2.1 $Cmol^{+}$ kg^{-1} 이었다. 이를 토양화학성 적정범위와 비교했을 때, pH, EC, 유기물, 치환성 K, Mg은 적정범위에 있으나, 유효인산, 치환성 Ca은 적정범위를 초과하였다.

연도별 밭 토양(표토)의 화학성 변화 양상은 pH는 2005년부터 2017년까지 6.1, 6.2, 6.4, 6.5로 적정범위를 보였다. 유기물 함량은 2005년과 2009년에는 18 g kg^{-1}로 동일하게 나타났으며, 그 후 점차 증가하였다. 유효인산은 2005년에서 2013년은 적정범위였으나 2017년은 510 mg kg^{-1}으로 적정범위를 초과하였다. 치환성 양이온인 K, Mg은 전반적으로 적정범위였으나, 치환성 Ca은 적정범위보다 다소 높게 나타났다. 토양에 유효인산과 치환성 칼슘이 과다하게 존재할 경우 작물의 생육에 영향을 끼쳐 생산량이 감소하는 것으로 알려져 있다. 따라서, 토양검정을 통해 적정 비료 사용을 유도하는 등 이에 대한 대책 마련이 요구된다.

주제어: 충북, 토양화학성, 밭 토양
주연구자 연락처: sbomin24@korea.kr (043-220-5662)

Table 1. Yearly changes of chemical properties of upland soils in Chungbuk Province

Year	Numbers of spot	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	$Av.P_2O_5$ (mg kg^{-1})	Ex. Cations ($Cmol^{+}$ kg^{-1}) K	Ca	Mg
2021	180	6.6	0.76	20	532	0.81	7.5	2.1
2017	180	6.5	1.11	24	510	0.57	6.5	1.8
2013	180	6.4	0.40	20	452	0.48	6.4	1.5
2009	180	6.2	0.68	18	435	0.55	6.8	1.9
2005	180	6.1	0.49	18	353	0.46	6.8	1.5
Optimal range		6.0~7.0	≤2.00	20~30	300~550	0.50~0.80	5.0~6.0	1.5~2.0

PB-74

Variation in Bioaccumulation of Chinese Cabbage according to the Concentration and Frequency of Tetracycline Exposure

Hadjer Chohra, Young-Nam Kim, Mi Sun Cheong[1], and Yong Bok Lee[1]
Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[1]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

With increase in recycling livestock manure and compost as organic fertilizers, livestock-derived antibiotics have increasingly accumulated in agricultural soils, so are currently considered as one of persistent hazardous substances in the soil environment. Growing concerns revolve around their impact on plant growth and productivity but also about their contribution in human exposure to these toxic substances through crop consumption. So far, many studies have proved that crops cultivated in soils contaminated with antibiotics tend to have different uptake and bioaccumulation rate depending on their species and the external conditions. However, studies about the association between continuous exposure of plants to antibiotic residues in soil and uptake and bioaccumulation by plants are lacking. This study aimed to investigate the uptake and bioaccumulation of tetracycline in the edible part of cabbage (*Brassica campestris* L.) and its influence on cabbage productivity, but also to evaluate the correlation between the concentration of tetracycline in cabbage tissue and its rate of degradation. We had two kinds of experiments: the first one consists of a weekly tetracycline spiking in different concentrations (0, 5, 10, 20, and 50 mg L^{-1}), for four weeks followed by a month of no tetracycline input in cabbage-grown soil. In the second experiment, we spiked only one initial tetracycline dose in different concentrations (0, 5, 10, 20, 50, 100, and 200 mg L^{-1}) then harvested after a month of cultivation. To minimize other physicochemical parameters affecting the uptake of tetracycline, artificial soil (a mixture of coco peat and perlite) was used as a substrate. Physiological phenotype pictures were taken weekly, and fresh weight and leaf number were measured at harvest. Following a Solid-Phase Extraction pretreatment, the concentration of tetracycline in the plant sample was determined using LC-MS/MS. The phenotype results showed a clear growth inhibition and concentration-dependent effect of tetracycline on cabbage. Leaf number and fresh weight (yield) showed a significant difference only at the highest concentrations of both experiments. We also confirmed that tetracycline bioaccumulation in cabbage plants was dependent on both the soil input concentration and its frequency. In the 1st experiment, the accumulated concentration of tetracycline appeared to increase by 20 - 120 ng mg^{-1} during the growth period in all treatments. Meanwhile, in the 2nd experiment (initial input), the tetracycline concentrations tended to degrade to non-detectable amounts in the plants by 2 - 10 ng mg^{-1} across the treatments. Our findings suggest that a longer exposure of the plant to antibiotics in high concentrations results in a continuous uptake and bioaccumulation in plant tissue which will increase the risk for human exposure as well.

Keywords: *Brassica campestris* L., Tetracycline, Bioaccumulation, Degradation
Correspondence: yblee@gnu.ac.kr

PB-75

수단그라스의 비료사용량과 양분흡수량 평가

Assessment of Fertilization and Nutrient Uptake of Sudangrass

서보민*, 박계원, 안현모, 김주형, 성좌경[1], 윤미정
Bomin Seo*, Kyewon Park, Hyeonmo Ahn, Juhyoung Kim, Jwakyung Sung, and Mijeong Yoon
충청북도농업기술원, [1]충북대학교
Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea
[1]Chungbuk National University, Chengju 28644, Korea

수단그라스는 1년생 화본과 목초로 건조한 토양에서 잘 자라며 재생력이 왕성하여 1년에 2~3회 예취가 가능하다. 생초나 건초 또는 사일리지 형태로 이용되나, 어린 것에는 청산성분이 포함되어 있다. 농가의 비료사용처방 수요가 있는 작물 중 농업 경영체 재배면적(2828.7ha)이 두 번째로 많으나, 아직 비료사용기준이 설정되지 않아 적정 비료사용량을 처방하기 어려운 실정이다.

본 연구는 수단그라스 농가의 비료 사용 현황과 토양 화학성을 조사하였고, 식물체 분석을 통해 작물의 양분흡수량을 분석하였다. 조사 지역은 재배농가가 많은 지역으로 선정하여, 충북 옥천, 충주, 괴산 등 49농가에 대해 조사하였다. 농가 대부분 우분퇴비로 양분을 공급했으며, 퇴비의 성분함량으로 환산하였다. 평균 비료사용량은 질소-인산-칼리=13.6-13.5-17.7 kg/10a이었다. 수단그라스 재배지의 토양 화학성분 평균 함량은 pH 6.6, EC 0.60 dS $m^{-1,}$ 유기물 33 g kg^{-1}, 유효인산 665 mg kg^{-1}, 치환성 K 1.40 $Cmol^{+}$ kg^{-1}, Ca 8.0 $Cmol^{+}$ kg^{-1}, Mg 2.7 $Cmol^{+}$ kg^{-1} 이었으며, 평균 양분흡수량은 질소 15.2 kg/10a, 인산 7.1 kg/10a, 칼리 38.6 kg/10a 이었다. 또한, 토양 양분함량과 작물 흡수량과의 관계를 분석한 결과 유기물, 유효인산, 치환성 칼리의 함량이 높을수록 수단그라스의 흡수량이 증가하는 경향을 나타냈다. 따라서, 수단그라스 농가 비료사용량과 토양 화학성, 양분흡수량 등의 자료를 활용하여 적절한 비료 사용량 기준을 설정하고 이를 통해 비료 사용량 절감 및 양분 이용효율을 증진하고자 한다.

주제어: 충북, 수단그라스, 비료사용실태조사, 3요소시험
주연구자 연락처: sbomin24@korea.kr (043-220-5662)

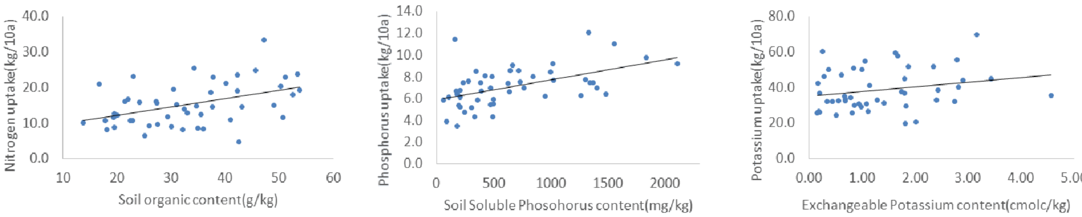


Fig. 1. Relationship between nutrient uptake amount of sudangrass and soil nutrient content.

PB-76

질소 분시방법이 벼 생육에 미치는 영향

Effect of Nitrogen Split Application Method on Rice Growth

김효진*, 유영석, 강영호, 최유나, 조대호, 이덕렬, 김주
Hyojin Kim*, Yeongseok Yu, Youngho Kang, Yuna Choi, Daeho Cho, Deokryeol Lee, and Ju Kim
전라북도농업기술원
Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 54591, Korea

질소 시비는 벼의 초형 병충해 및 재해 발생 등에 복합적으로 영향을 미치는데, 질소량 부족은 수량을 감소시키 고 질소과잉은 병해충 및 도복 발생 등으로 수량이 감소되며, 완전미율이 뚜렷하게 감소되고 쌀 단백질함량이 유의하게 증가하여 미질이 저하된다. 최근 많은 농가에서 기비를 많이 주는 대신 분얼비를 생략하고 있는데, 이것은 분얼비를 생략하면 노력을 절감할 수 있는 반면 이삭거름 시비량이 많을 경우 도복 위험성이 커진다. 2020년 육성된 메벼 참동진은 신동진의 장점을 그대로 유지하면서 이삭도열병과 흰잎마름병에 강한 저항성을 가지고 있어 재배 안정성이 향상된 품종으로 전북 주력 품종인 신동진을 대체하기 위해 육성된 품종이다. 신품종 참동진 보급 시 재배안정성 향상을 위해 맞춤형 시비방법 설정등 재배기술에 대한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 질소분시방법 차이가 벼 생육 및 도복에 미치는 영향을 조사하기 위해 실험을 수행하였다. 주요처리는 질소 9kg을 기비-분얼비-출수 24일전경 수비- 출수 15일전경 수비비율로 50:20:0:30%로 분시한 T1을 대조구로 하여 총 7처리 하였다. 분시비율에 따른 벼 후기 생육조사에서 간장은 T4 처리구가 가장 높았고, 수장은 T2, T5 처리구가 가장 높았다. 주당 수수는 T1, T4 처리구가 가장 높았다, 좌절중은 처리구간 차이를 보이지 않았으나, 도복지수는 T1치리구 가장 높고 T3 처리구가 가장 낮았다. 따라서 이삭거름 시기 및 분시비율에 따라 분시효과가 인정되는 것으로 판단된다.

주제어: 질소, 분시비율, 벼 생육, 도복, 이삭거름
주연구자 연락처: khj0819@korea.kr (010-9153-4356)

Table 1. Changes in rice growth and lodging according to the nitrogen application ratio

분시비율(%)	간장(cm)	수장(cm)	수수(cm)	좌절중(g)	도복지수
50-20-30- 0(T1)	89.5b*	20.3bc	16.3a	1047a	174a
50-20- 0-30(T2)	87.8bc	21.9a	14.1b	1131a	161ab
50-20-10-20(T3)	85.0c	20.4bc	14.2b	1191a	136d
40-30-30- 0(T4)	92.3a	19.5c	16.6a	1109a	160b
40-30- 0-30(T5)	87.4bc	21.7a	15.2ab	1202a	154bc
40-30-10-20(T6)	88.9b	20.6b	15.6ab	1088a	150bc
질소 무처리(T7)	79.4d	20.4bc	11.6c	1114a	144d

*Duncan’s test, p<0.05

PB-77

가축분입상퇴비 활용 옥수수 재배시 간척지 토양환경 개선 효과 분석

Analysis of the Effect of Improving the Soil Environment of Reclaimed Land during *Zea mays* L. Cultivation Using Granular Livestock Manure Compost

박나영*, 고도영[1], 김효진, 엄미정, 안민실
Na-Young Park*, Do-Young Ko[1], Hyo-Jin Kim, Mi-Jeong Uhm, and Min-Sil Ahn
전라북도농업기술원 농업환경과, [1]전라북도농업기술원 종자사업소
Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea
[1]Seed Center, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea

간척지 토양은 낮은 유기물 함량, 높은 pH, 낮은 비옥도 등으로 균형적인 시비를 단계적으로 관리함으로써 토양환경 개선 및 작물 생산성을 개선해야 한다. 또한 간척지가 위치한 김제시의 경우 전라북도내 세 번째로 가축분뇨 배출시설이 많은 지역으로 가축분뇨의 다각적 활용이 필요하다. 이에 2018년부터 2022년까지 김제시 광활면 제5공구 농촌진흥청 국립식량과학원 간척지 시험포 내에서 가축분입상퇴비(GLMC) 활용 연구를 수행하였다. 초기 2년간은 토양개량 및 조기 농지화를 위하여 가축분입상퇴비를 0(A), 3(B), 5(C), 7t/10a(D) 밑거름 처리한 후 케나프를 재배한 후 지상부를 전량 토양에 환원하였다. 그 후 3년차부터는 가축분 입상퇴비를 무처리, 0.5, 1.0, 1.5t/10a 밑거름을 매년 처리한 후 옥수수를 재배하여 수량과 간척지 토양 변화를 조사하였다. 1년차(2018) 시험 전 토양은 pH 7.7, EC 0.17 dS m^{-1}, 유기물 12 g kg^{-1}, 유효인산(Avail. P_2O_5) 20 mg kg^{-1}, 토성(Soil texture)은 양질사토(Loamy sand)이었다. 가축분입상퇴비 수준별 처리량에 따른 2년차(2019)는 pH 7.5~8.2, EC 0.07~0.51 dS m^{-1}, 유기물 8.2~20.9 g kg^{-1}, 유효인산 11~658 mg kg^{-1}로 입상퇴비 처리량과 비례관계로 증가하였다. 3년차(2020)는 밭토양 적정기준을 적용할 경우 5톤/10a 예정지 관리 후 0.5~1.0톤/10a 처리구에서 pH 7.8~7.9, EC 0.36~0.38 dS m^{-1}, 유기물 19.5~25.8 g kg^{-1}, 유효인산 478~489 mg kg^{-1} 었으며, 옥수수 수량은 148.9~217.9 kg/10a 이었다. 4년차(2021)는 5톤/10a 예정지 관리 후 1.5톤/10a 처리구에서 pH 7.5, EC 0.31 dS m^{-1}, 유기물 13 g kg^{-1}, 유효인산 485 mg kg^{-1}었으며, 옥수수 수량은 650 kg/10a 이었다.

다만 새만금 간척지에서 가축분퇴비를 사용할 경우, 새만금호 수질 악화 등 환경문제가 우려되기 때문에 환경 영향 평가 연구가 수반되어야 할 것으로 사료된다.

주제어: 간척지, 가축분입상퇴비, 옥수수, 토양 화학성
주연구자 연락처: nypark87@korea.kr (063-290-6193)

Table 1. Corn yield and soil characteristics according to continuous use of granular livestock manure compost

Treatments			pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Avail. P_2O_5 (mg/kg)	Ex. Cation(cmol$_c$ kg^{-1}) K	Ca	Mg	Na	Yield (kg/10a)
GLMC 5t/10a	after 2 years		8.0	0.33	18	475	1.13	2.84	2.20	1.21	
	after 4 years	GLMC 0t/10a	7.7	0.21	7	357	0.74	3.83	1.81	0.32	350
		GLMC 0.5t/10a	7.6	0.21	8	353	0.74	3.72	1.79	0.30	739
		GLMC 1.0t/10a	7.5	0.23	12	398	0.74	4.40	1.91	0.31	670
		GLMC 1.5t/10a	7.5	0.31	13	485	0.81	4.65	1.90	0.31	650

PB-78

경기도 밭토양의 화학성분 함량 변화

Changes of the Chemical Properties of Upland Soils in Gyeonggi Province

정재원*, 노안성, 주옥정, 김조은, 소호섭, 박중수, 조창휘, 김석철
Jae-Won Jeong*, Ahn-Sung Roh, Ok-Jung Ju, Jo-Eun Kim, Ho-Seop Soh, Jung-soo Park, Chang-Hui Cho, and Seok-Cheol Kim
경기도농업기술원 환경농업연구과
Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong, 18388, Korea

경기도농업기술원에서는 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리·지원에 관한 법률에 따라 농업정책의 기초자료로 활용하고자 밭토양 190지점을 대상으로 2005년부터 2021년까지 4년 1주기 토양 화학성을 조사하였다.

경기도 밭토양의 pH는 2005년 6.2에서 2021년과 6.6으로 증가하였다. 토양염농도는 2005년 0.58dS m^{-1}에서 2017년 0.86dS m^{-1}으로 증가하였으나 2021년 0.71dS m^{-1}으로 감소하였다. 유기물 함량은 2017년 22g kg^{-1}이었나, 2021년 20g kg^{-1}으로 감소하였다. 유효인산 함량은 2009년 812mg kg^{-1}에서 2021년 615mg kg^{-1}으로 감소하는 경향이었다. 치환성칼륨 함량은 2009년 0.92$cmol_c$ kg^{-1}이었으나 2021년 0.85$cmol_c$ kg^{-1}으로 감소하였다. 치환성칼슘 함량은 2005년 5.0$cmol_c$ kg^{-1}에서 2021년 6.2$cmol_c$ kg^{-1}으로 증가하는 경향을 보였으며, 치환성마그네슘도 2005년 1.5$cmol_c$ kg^{-1}에서 2021년 1.9$cmol_c$ kg^{-1}으로 증가하였다. 2021년 평균 유효인산과 치환성칼륨, 치환성칼슘 함량은 밭토양 적정범위보다 높게 나타났다. 따라서 염류집적과 양분 불균형을 해소하기 위해서는 비료사용 시비처방에 따른 농경지 시비관리와 토양 유기물 증대를 위한 노력이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

주제어: 친환경농어업육성법, 경기도, 밭토양, 토양화학성
주연구자 연락처: wodnjsqud@gg.go.kr (031-8008-9344)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ0157282022)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Table 1. Changes of the chemical properties of upland soils in Gyeonggi province

Year	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Av. P_2O_5 (mg kg^{-1})	Ex. Cations ($cmol_c$ kg^{-1})		
					K	Ca	Mg
2021	6.6	0.71	20	615	0.85	6.2	1.9
2017	6.3	0.86	22	651	0.83	6.2	1.7
2013	6.2	0.63	20	663	0.80	5.5	1.7
2009	6.3	0.76	21	812	0.92	5.7	1.8
2005	6.2	0.58	20	669	0.75	5.0	1.5

PB-79

The Combined Use of Inorganic and Organic Fertilizers on Mitigating Gaseous Nitrogen Losses and Enhancing Productivity in a Maize Field

Hyerin An[1], Yeomyeong Lee[1], Juhee Lee[1], Sohee Yun[1], and Sang Yoon Kim[1]*
안혜린[1], 이여명[1], 이주희[1], 윤소희[1], 김상윤[1]*
1Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합시스템전공(BK21+)

Nitrogen (N) has been considered one of the vital elements to enhance agricultural productivity. However, excessive use of N fertilizer can deteriorate air quality, increasing ammonia (NH_3) and greenhouse gases (GHGs) emissions from agricultural ecosystems. The combined use of inorganic and organic fertilizers may improve nutrient holding capacity, which can potentially reduce N losses (NH_3 and N_2O), resulting in high N use efficiency and crop productivity. This study mainly focused on investigating gaseous N losses, N use efficiency, soil chemical properties, and crop yield in a maize cultivated field under different N fertilization strategies with equivalent N application level (158 kg N ha^{-1}) including NPK (urea), compost (compost), NPK+compost (urea and compost) except control (no fertilizer). As compared to the control, seasonal NH_3 emissions significantly increased with all fertilizations. In particular, combination of organic and inorganic fertilizers was effective on reducing N losses including NH_3 volatilizations and N_2O emissions, showing ca. 10% and 50%, respectively over sole NPK treatment even though the same amount of N was incorporated in all treatment except the control. Maize productivity was significantly improved by N fertilizations, but were highest at NPK treatment, showing no statistical difference with NPK+compost. N use efficiency (NUE) was highest at NPK treatment (37%) as followed by NPK+compost (28%), compost (11%), respectively. Overall soil chemical properties were improved by compost added treatments including sole compost and NPK+ compost, mainly enhancing extractable NH_4^+-N and cation exchangeable capacity in soils. In conclusion, the combined use of inorganic and organic fertilizers could be a sustainable way to effectively reduce gaseous N losses and increase productivity and soil quality in maize cultivated soils.

Keywords: Ammonia, Combined application, Gaseous nitrogen, N_2O, Nitrogen use efficiency
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (061-750-5189)

PB-80

2021년도 우리나라 공업단지 인근 농경지의 중금속 함량 평가

Assessment of Heavy Metal Concentrations in the Agricultural Soils near Industrial Complexes in South Korea in 2021

정하일[1]*, 김혁수[2], 김성철[3], 김기인[4], 김권래[5], 이미나[5], 김명숙[1], 전상호[1], 이태구[1]
Ha-il Jung[1]*, Hyuck-Soo Kim[2], Seong-Chool Kim[3], Ki-In Kim[4], Kwon-Rae Kim[5], Mi-Na Lee[5], Myung-Sook Kim[1], Sangho Jeon[1], and Tae-Gu Lee[1]
[1]농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과, [2]강원대학교, [3]충남대학교, [4]목포대학교, [5]경상국립대학교
[1]Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea
[2]Kangwon National University, Chunchoon 24341, Republic of Korea
[3]Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea
[4]Mokpo National University, Muan 58554, Republic of Korea
[5]Gyeongsang National University, Jinju 52725, Republic of Korea

2021년도에 조사된 취약농경지(공업단지 인근 농경지) 논 및 밭토양 중금속 모니터링은 정점조사와 실태조사지점으로 두 개로 나누어 조사를 실시하였다. 정점조사는 과거 실태조사에서 높은 중금속함량을 나타낸 강원, 충남, 전남, 경남지역의 공업단지 인근 농경지 토양에 대하여 각도별 100지점을 정점으로 지정하고, 총 400지점(표토: 0~15 cm, 심토: 15~30 cm)을 대상으로 8종 중금속(Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Hg, Cr) 함량을 조사하여 비교·분석하였다. 또한, 실태조사는 경기, 충북, 전북, 경북지역에서 각도별 10개 공업단지 인근 농경지 토양에 대하여 100지점을 지점으로 지정하고, 총 400지점(표토: 0~15 cm)을 대상으로 8종 중금속(Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Hg, Cr) 함량을 조사하여 비교·분석하였다. 토양 중금속 함량은 토양오염공정시험방법에 의거한 전함량 분석법에 따라 조사되었다. 공업단지 인근 농경지 정점조사지점 표토의 중금속 평균함량은 As 13.34, Cd 0.60, Cr 38.0, Cu 25.9, Hg 0.061, Ni 18.9, Pb 20.5, Zn 99.2 mg kg^{-1}으로 중금속 우려기준 이하를 나타냈다. 그렇지만 As 경우, 일부 지점에서 최고함량이 약 570 mg kg^{-1}으로 매우 높은 오염도를 보이는 지점도 존재하였다. 정점조사지점 심토의 중금속함량 또한 표토와 거의 유사한 경향을 나타냈다. 공단인근 농경지 오염도 실태조사 지역인 경기, 충북, 전북, 경북 40개 농공산업단지 인근 농경지에서 400개의 표토 전함량 분석결과, 토양환경보전법의 토양 중금속 우려기준을 초과하는 지점은 없었으며, 중금속 평균함량은 As 4.50, Cd 0.49, Cr 29.8, Cu 18.9, Hg 0.036, Ni 14.6, Pb 16.9, Zn 86.1 mg kg^{-1}으로 중금속 우려기준에 비하여 상당히 낮은 수준을 나타냈다. 공업단지 인근 농경지 정점 및 실태조사지점 토양의 중금속 분포비율은 Hg 성분이 우려기준의 1/20 농도 이하에 대부분 분포하였고, 나머지 중금속은 1/10~1/2 농도 사이에서 높은 분포를 차지하고 있었다. 특히, 일부 정점조사지점에서 토양오염 대책기준을 초과한 것으로 나타났다. 이는 조사된 공업단지 인근 농경지 토양의 시료채취 지점으로부터 반경 3 km 내에 폐광산이 위치하였던 것으로 판단되며, 오염원 파악을 위한 확대 정밀조사가 요구됨과 더불어 주기적인 중금속 오염도를 모니터링할 필요가 있을 것으로 사료된다.

주제어: 농경지, 공업단지, 중금속, 정점조사, 실태조사
주연구자 연락처: hj255@korea.kr (063-238-2442)

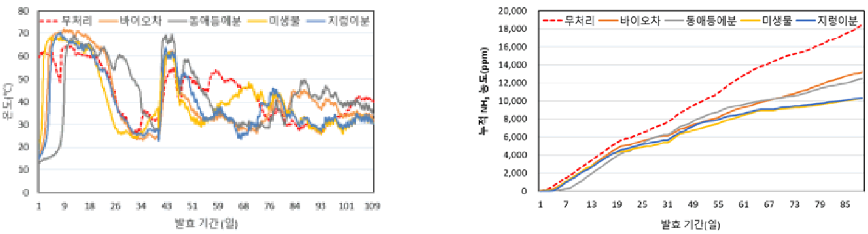
PB-81

Effect of Adding Earthworm Casts and Soldier Fly Casts to Reduce Odor When Fermenting Livestock Manure Compost

Na-Young Park*, Hyo-Jin Kim, Mi-Jeong Uhm, Yong-Jun Kim, Min-Sil An, and Do-Young Ko
박나영*, 김효진, 엄미정, 김용준, 안민실, 고도영[1]
Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea
[1]Seed Center, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea
전라북도농업기술원 농업환경과, [1]전라북도농업기술원 종자사업소

Although livestock manure compost is suitable for supplying nutrients necessary for crop growth, complaints about odors from livestock manure production facilities and their use are continuously increasing. In addition, due to the obligatory enforcement of the livestock manure compost maturity test, when livestock farms apply compost to farmland, only fully matured compost must be applied to farmland. Therefore, in this study, we tried to select a material that can reduce the odor generated during composting, shorten the ripening period, and increase the fertilizer effect. A pot experiment was carried out by mixing 10% of worm meal, wormwood meal, and biocha with livestock meal, using a microbial agent sold for the purpose of reducing odor as a control. The livestock manure compost used was a mixture of 15% pig manure, 24% cow manure, and 20% chicken manure, pH 7.7, moisture 57%, organic matter 69%, C/N 11.4, phosphoric acid 1.9%, and potassium 3.1%. In the case of mixed treatment, except for no treatment, the C/N ratio decreased as fermentation progressed, and it was determined as undercookedness completion in analysis of the level of undercooking using the comeback method. As composting progresses, organic matter is oxidized and decomposed to emit heat and various odorous substances. As a result of investigating the cumulative ammonia gas concentration for each treatment, it was found in the order of untreated>biocha>dungae, etc.>microorganisms> earthworm. In addition, as a result of analyzing the complex odor, it was found that when earthworm powder was mixed, the dilution rate from the early stage of ripening to the completion of ripening was the smallest compared to other treatments. In the future, through microbial analysis of compost according to additive materials, factor analysis is performed by the types of microorganisms that affect odor and metabolites of microorganisms to identify the mechanism of odor reduction.

Keywords: livestock manure compost, odor, earthworm cast, soldier fly cast, portable multi-Gas Measurement
Correspondence: nypark87@korea.kr (063-290-6193)



Temperature Ammonia

Fig. 1. Changes in temperature and ammonia concentration.

PB-82

NIR 근접토양센싱 기법 활용 한국 토양특성 예측 방법 개발

Development of Korean Soil Characteristics Prediction Using Proximal Sensing NIR Spectroscopy

전상호*, 김명숙, 이태구, 정하일
Sangho Jeon*, Myung-Sook Kim, Tae-Goo Lee, and Ha-il Jung
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences,
Rural Development Administration, Wanju, Jeonbuk 55365, Republic of Korea

본 연구는 NIR(Near infrared) 근접토양센싱 기술을 활용한 토양분석기법의 개발 및 평가를 위해 수행되었다. 우리나라는 분석기반 적정 비료사용량 산정, 공익직불제 이행점검, 토양탄소 축적량의 평가, 농경지 모니터링을 통한 토양자원 평가 등의 이유로 매년 많은 양의(약 60만점) 토양검정이 수행되고 있다. 과학영농을 통한 토양양분의 불균형 해소 등의 이유로 토양검정량의 확대가 지속적으로 요구되고 있느나, 실험실 토양분석법(Wet chemistry)은 많은 시간, 노력, 비용이 요구되어 이러한 요구를 수용하는데 어려움이 있다. 본 연구는 NIR 근접토양센싱 기법 활용 한국 토양특성 예측 방법 개발를 위해 국내 농경지에서 토양시료의 채취 및 pH, 유기물, 전질소, 교환성 양이온 등의 분석을 수행하였고, NIR 분광계를 이용하여 스펙트럼을 수집하였다. NIR 근접토양센싱 모델 개발을 위해 PLSR, Cubist, SVM 등의 머신러닝 기법과 구축된 모델의 평가를 위해 k-fold 교차검증(k=15) 방법을 사용하였다. 평가 결과는 아래 그림에서 보는 바와 같이 유기물, 전질소, CEC, Clay함량의 R^2는 각각 0.83, 0.82, 0.68, 0.63로 평가되었다. NIR을 활용한 근접토양센싱 모델의 정확도는 MIR의 것보다 비교적 낮지만, 토양분쇄과정의 생략 및 토양수분의 영향이 적어 현장분석 적용시 장점을 가지고 있다.

주제어: 근접토양센싱, Near infrared, proximal soil sensing
주연구자 연락처: jeon45@korea.kr

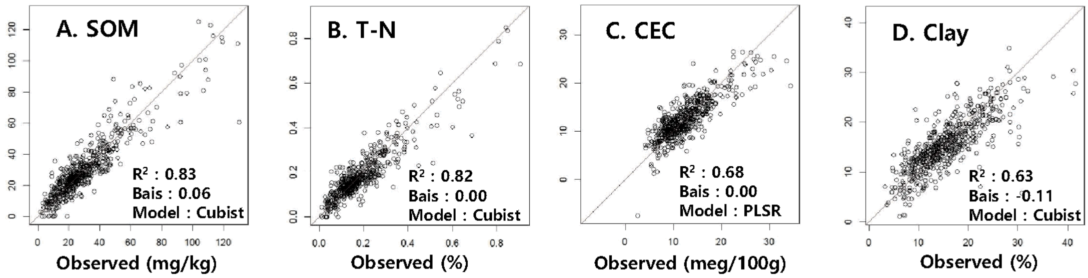


Fig. Scatterplot of the comparison between lab analysis and machine learning performance for soil properties. the solid line is the 1:1 line.

PB-83

Development of Nutrient Loading Technique Using Japanese Pine to Accelerate Reforestration in Reclaimed Tideland

간척지 녹화 촉진을 위한 해송 묘목을 이용한 양분집적 기술 개발

Su-In Lim, Jun-Yeop Lee, Kwang-Hun Shin, and Jin-Hyeob Kwak*
임수인, 이준엽, 신광훈, 곽진협*
Jeonbuk National University, Jeonju, 54896, Korea
전북대학교 지역건설공학과

Land area of reclaimed tidelands (RTLs) in South Korea is about 1,100 km^2 and RTLs account for 11.7% of the total cropland area. RTLs were traditionally used for rice paddy; however, as rice consumption is decreasing, many efforts are being made to use RTLs constructed recently to upland cropland or ecological forest. However, due to the low soil organic matter and nutrient contents and high soil salinity, RTL soils are not suitable for upland crop cultivation or tree growth. Nutrient loading technique is enriching nutrient content in saplings during nursery phase, and when saplings are transplanted in poor soil conditions, they can adopt and survive better than normal fertigated saplings. This study was conducted to test 1) if nutrient loading technique is applicable for common tree species in South Korea, 2) if nutrient loaded saplings survive better than normal saplings in recently constructed RTL, and 3) if weed growth interfere growth of nutrient loaded saplings. 1-year old Japanese black pine (Pinus thunbergii) saplings were grown in a greenhouse from June to September in 2020 with three nutrient loading models; conventional (constant fertilizer dose), exponential (increasing fertilizer dose as exponential curve), and modified exponential. Sapling height was measured every month and dry matter and carbon (C) and nitrogen (N) concentrations of root, stem and needle were analyzed at the end of September. Sapling height was not different among nutrient loading models but N concentration of each part in exponential and modified exponential models was higher than that in conventional model, implying nutrient loading on Japanese black pine was successful. Saplings of conventional model and modified exponential model were transplanted in Saemangeum RTL in April, 2021, and sapling root collar diameter (RCD) and height were measured in April, July, and October. Sapling RCD and height were significantly higher in modified nutrient model than in conventional model regardless of weed control. For modified exponential model, sapling RCD and height were not affected by weed control. However, for conventional model, sapling height was not affected by weed control but RCD was significantly increased by weed control resulting in greater dry matter in weed-controlled plots. Results from this study imply that nutrient loaded saplings (modified exponential model) were adopted better in nutrient poor RTL soil and competitive in nutrient uptake in weed rich condition. Cultivating saplings with nutrient loading model in a nursery will reduce cost for fertilization and weed control after transplanting in low fertile soils.

Keywords: 양분집적, 간척지, 방풍림, 해송
Correspondence: jh_kwak@jbnu.ac.kr (063-270-2488)

PB-84

시설재배지와 밭토양에서 배추 재배기간동안 왕겨바이오차 시용에 따른 온실가스 감축 효과 비교

Comparison of Greenhouse Gas Reduction Effects according to Rice Hull Biochar during Cultivation of Chinese Cabbage in Green House and Field Soil

김소희[1]*, 이승규[1], 강세원, 윤진주, 박재혁[1], 조주식[1]
So-Hui Kim[1]*, Seung-Gyu Lee[1], Se-Won Kang, Jin-Ju Yun, Jae-Hyuk Park[1], and Ju-Sik Cho[1]
순천대학교 생명산업과학대학 농화학과, [1]순천대학교 IT-Bio 융합시스템전공
Department of Agricultural Chemistry, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

매년 지구로 배출되는 온실가스가 증가하고 있으며, 이로 인한 기후변화는 우리의 일상생활에 재해와 위험으로 다가오고 있다. 이에 농업분야에서는 환경개선을 위해 토양에서 발생하는 온실가스 배출을 감소시키는 물질로 바이오차를 주목하고 있다. 본 연구에서는 일반노지(U)와 비닐하우스(G)에서 왕겨 바이오차 시비 후 배추 재배기간 동안 배출되는 CO_2와 N_2O의 배출특성을 관찰하고 시용 수준에 따른 변화를 확인하였다. 바이오차 처리 함량은 1, 3, 5 ton ha^{-1}을 두 토양에 동일하게 처리하였으며 (UBC1t, UBC3t, UBC5t/GBC1t, GBC3t, GBC5t), 바이오차를 처리하지 않은 처리구를 대조구로 하였다 (UGC0t/GBC0t). 조사결과 왕겨 바이오차 처리에 따른 U토양과 G토양에서 발생하는 CO_2와 N_2O의 발생량이 감소하였다. U토양의 누적 CO_2은 대조구(150.0 g $m^{-2}day^{-1}$)보다 UBC5t (93.3 g $m^{-2}day^{-1}$)처리구에서 40% 감소하였으며, G토양은 대조구(107.1 g $m^{-2}day^{-1}$)에 비해 GBC5t (80.7 g $m^{-2}day^{-1}$)처리구에서 25% 감소하였다. 또한 N_2O의 누적 발생량의 경우 U토양에서는 UBC3t (28.8 mg $m^{-2}day^{-1}$) 와 UBC5t (22.0 mg $m^{-2}day^{-1}$)에서 80% 이상의 감소율을 보여주었으며, G토양에서는 GBC5t (14.1 mg $m^{-2}day^{-1}$)에서 36%의 최대 감소율이 나타났다. 이에 따라 바이오차를 활용하면 토양 내 존재하는 탄소 고정 및 질소의 배출을 감소시킬 수 있으며, 친환경적인 농업이 가능함을 확인하였다.

주제어: 왕겨바이오차, 온실가스, 배추
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (061-750-5182)

PC-01

우리나라 농업용 하천수 수질의 기후변화 영향 및 취약성 평가

Impact and Vulnerability Assessment of Agricultural Stream Water Quality on Climate Change

김민경*, 최순군, 엽소진, 어진우, 김명현
Min-Kyeong Kim*, Soon-Kun Choi, So-Jin Yeob, Jinu Eo, and Myung-Hyun Kim
국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, 55365, Korea

지구온난화로 인한 기후변화는 농업, 생태계, 산림, 수자원, 해양·수산업, 건강, 재난·재해 등 다양한 분야에 지역별로 상이한 양상으로 영향을 미치고 있다. 따라서 국립농업과학원에서는 과학적 근거를 기반으로 한 신뢰성 있는 적응 대책을 마련하기 위하여 농업 수자원 분야 기후변화 영향평가 및 취약성 평가를 실시하고 있다. 특히 본 연구에서는 농업용 하천수 수질의 기후변화 영향 및 취약성 평가를 위하여 전국 도 단위에서 농업용수로 사용되고 있는 농업용 하천수 300지점을 대상으로 매년 수질 변동성을 조사하여 농업용 하천수에 대한 기준년도('06~'15) 평균값 대비 최근 5년('16~'20) 동안 측정값의 변화율을 분석하였다. 농업용 하천수의 영향평가 결과, 가장 큰 수질 변동율을 보인 항목은 T-P이며, 충북과 전남에서 변화율이 가장 컸고 도 단위 간에도 큰 차이가 있었다. 농업용수 수질의 취약성 평가를 위해 기후변화 영향값과 적응능력을 고려한 취약성 지수를 산출하였는데, AHP 설문 조사를 통해 영향값인 기후영향과 적응능력의 가중치와 각 세부 대응변수에 대한 가중치를 산정하였다. 그러나, 향후 농업 유역단위로 기후변화 시나리오 및 모델 기반 농업용 하천수에 대한 기후변화 영향 평가를 하여야 미래 변동예측이 가능하며 이를 근거로 한 실효성 있는 기후변화 적응정책이 마련될 수 있을 것으로 기대한다.

주제어: 기후변화, 농업용 하천수, 영향 평가, 취약성 평가
주연구자 연락처: kimmk72@korea.kr (063-238-2525)

사사: 이 연구는 "농촌진흥청 연구과제인 PJ01568401(농업용수 수질 변동평가 및 지표개발 연구)"의 지원으로 수행되었습니다.

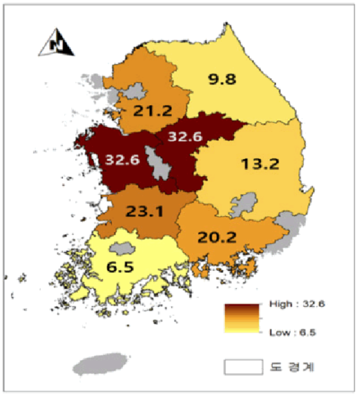


그림. 지역별 농업용 하천수 수질의 취약성 지수.

PC-02

임실 농업유역의 평수기 및 홍수기 수질 특성

Water Quality during Dry and Flood Season in Agricultural Watershed, Imsil

염소진*, 최순군, 김민경, 어진우
So-Jin Yeob*, Soon-Kun Choi, Min-Kyeong Kim, and Jinu Eo
국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, 55365, Korea

빗물은 상류로부터 하류로 흐르면서 주변의 환경과 상호작용하는 유기체로서 농업에서 발생하는 양분 유출의 수계영향을 평가하기 위한 유역단위의 수문·수질 연구가 필요하다. 본 연구는 임실군 신기교를 유역말단으로 하는 농업유역의 평수기 및 홍수기의 수문·수질을 조사하였다. 시험유역에서 이루어지는 영농 활동은 논 66%, 밭 27%, 과수 5%, 시설 2%로 논과 밭농사가 주로 이루어진다. 수문은 영산강홍수통제소에서 실시간으로 모니터링하는 유량 자료를 이용하였으며, 수질은 평수기에는 월 1~2회, 홍수기는 강수량이 50mm이상인 강우사상 발생시 채수하여 수질오염공정시험기준에 준하여 분석하였다. 5월~7월까지 시험유역의 평수기와 홍수기 수질분석 결과는 아래 표와 같다. 평수기의 평균 수질과 홍수기의 수질을 비교해 보면 수질 항목 중 농업 양분유출과 관련이 깊은 항목인 T-N, T-P, TOC, SS 모두 홍수기가 높은 것을 확인하였다. 이 결과는 농업유역에서 발생하는 양분유출의 수계영향을 평가하는 기초자료로 활용할 수 있다고 판단된다.

주제어: 유역, 평수기, 홍수기, 수질
주연구자 연락처: yeobsojin@korea.kr (063-238-2526)

사사: 이 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01674004)의 지원으로 수행되었습니다.

Water quality during dry and flood season in agricultural watershed, Imsil

Season	pH (1:5)	EC (dSm^{-1})	T-N (mgL^{-1})	T-P (mgL^{-1})	TOC (mgL^{-1})	SS (mgL^{-1})
Dry†	7.9	0.27	2.3	0.39	4.31	18.0
Flood‡	7.3	0.13	4.1	1.33	13.20	120.0

†Average value of water quality during dry season, n=5
‡Single event of rainfall at 24 Jun., rainfall = 89mm

PC-03

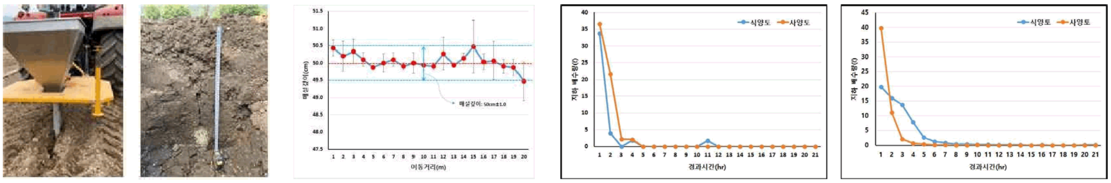
논 재배 밭작물의 안정생산을 위한 트랙터 부착 왕겨 충진형 암거배수 기술 개발

Development of Rice Hull Filling Type Subsurface Drainer Attached to Tractor for Multipurpose Utilization in Paddy Fields

안병봉*, 김소리, 김진권, 정기열[1]
Byeongbong An*, Sori Kim, Jinkwon Kim, and Kiyuol Jung[1]
(주)아크로티엔에스, [1]농촌진흥청 국립식량과학원 생산기술개발과
ACROTNS Co., Ltd.
[1]National Institute of Crop Science, RDA, 50424, Miryang, Korea

논 토양에서 밭작물을 재배할 때 효율적인 배수관리는 중요한 재배관리 요소이며, 작물생육과 생산성 에 대한 주요 환경적 요인이다. 지하 암거배수 기술은 논에서 재배되는 밭작물의 습해를 방지하기 위해 적용되는 주요 배수공법으로 지금까지 다양한 배수관, 소수재 재료 및 설치와 관련된 새로운 지하 암거 배수 공법과 경제적인 배수방법을 개발하기 위한 많은 연구가 수행되어왔다. 현재까지 개발된 지하 암거배수 공법은 중장비(굴삭기)로 땅을 파고, 폴리염화비닐(PVC) 유공관을 매설 후 자갈 등의 소수재로 채우고 되매우기를 하는 등 일련의 과정을 거치기 때문에 시공 과정에서 토양이 교란되어 비옥도가 불균일해지고, 땅속 배수관과 모래 및 자갈 등 모래와 자갈을 운반하는 것은 어렵고 시공 시 노력과 투자 비용이 많이 소요되었다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 땅속 배수관 등을 매설하지 않고 견인력이 강한 트랙터에 왕겨(소수재) 투입장치를 부착한 뒤 땅속 50cm 깊이에 직경 50mm 크기로 천공과 동시에 스크루 장치로 유기성 소수재로 왕겨를 압축하여 충진하여 통수공을 조성하는 저비용의 무굴착 암거배수 기술을 개발하였다. 왕겨 충진 매설기의 주요 장치는 천공형성 장치, 소수재(왕겨) 호퍼 장치 및 왕겨 압축충진 스크루 장치로 구성되어 있다. 소수재(왕겨) 압축 충진을 위한 스크류 날 피치 및 각 도에 따른 왕겨의 압축강도를 조사한 결과 스크류날 규격 크기 Ø64, 피치 80 및 각도 73° 조건에서 압축밀도가 $0.145 g/cm^3$로 가장 높았다. 토양조건에 따른 매설기계의 견인 성능은 미사양토 견인력은 10.07±1.17 kN, 미사식양토 15.49±1.09 kN으로 나타나 75kW급 트랙터에 부착이 가능하였다. 또한 거리측정 센서를 이용하여 시공깊이를 조사한 결과 50cm±1.0cm로 균일도가 높은 것으로 나타났다. 왕겨 충진 형 암거배수의 배수성능을 평가한 결과 유효 배수량 소요 도달시간은 유공관 5시간, 왕겨충진 6시간 소요되어 기존 암거배수와 단위배수량의 차이가 없어 배수 불량한 논의 암거배수 기술로 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

주제어: 암거배수, 밭작물, 왕겨, 암거배수 매설기계, 단위배수량
주연구자 연락처: acrotns@acrotns.com (010-6474-2009)



시공 단면 시공깊이 균일도 단위 배수량(자갈) 단위 배수량(왕겨충진)

그림. 트랙터 부착 왕겨 충진형 암거배수 매설기 성능 및 배수 특성.

PC-04

북한의 유기농법 사례분석

A Case Study of Organic Farming in North Korea

송정섭[1], 김정애[1], 김대혁[1,3], 박숙영[2], 김양선[1]*
Jeong-Sup Song[1], Jung-Ae Kim[1], Dae-Hyuk Kim[1,3], Sook-Young Park[2], and Yangseon Kim[1]*
[1](재)농축산용미생물산업육성지원센터 기술지원팀, [2]순천대학교 식물의약과,
[3]전북대학교 분자생물학과, 생리활성소재과학과, 유전공학 연구소
[1]Department of Research and Development, Center for Industrialization of Agricultural and Livestock Microorganisms, Jeongeup-si, 56212, Korea
[2]Department of Plant Medicine, Sunchon National University, Suncheon-si, 57922, Korea
[3]Department of Molecular Biology, Bioactive Material Science, and Institute for Molecular Biology and Genetics, Chonbuk National University, Jeonju-si, 54896, Korea

전 세계적으로 환경보존, 건강 등의 관심이 높아지며 건강한 먹거리를 찾는 소비자 또한 늘고 있다. 이에 따라 자연친화적이며 지속가능한 농업의 한 형태인 유기농업에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 유기농업은 2010년도부터 북한에서도 시행되고 있으며, 최근에는 과학농사라는 명칭으로 이 범위를 확장하여 현 시대를 새로운 농업 시대로 인식하였다. 이에 따라 미생물, 식물, 동물, 유기물 등을 활용한 농업방식을 농업과학기술로 표명하며 과학농사를 장려하고 있다.

특히 이와 관련된 문헌들을 조사한 결과 작물수확량, 병해충방제, 토지특성 등을 다루고 있었으며, 각각의 비율은 작물수확량 (46.81%), 병해충방제 (27.66%), 토지특성 (25.53%) 순이었다. 또한 이를 위한 수단으로 미생물 (43.33%), 식물 (26.67%), 동물 (16.67%), 유기물 (13.33%) 등을 활용하고 있었다.

위의 조사내용을 종합한 결과 북한의 유기농업은 단순히 친환경적인 측면뿐 아니라 작물의 수확량과 연관되어 있었으며 이는 토지 관리와 맞물려 있었다. 즉, 토지 관리가 작물생산량 증대와 직결되며, 이를 위해 미생물을 적극적으로 활용하는 것으로 나타났다.

주제어: North Korea, Organic farming, Soil property, Crop yield, Pest control
주연구자 연락처: yangseon@cialm.or.kr (063-536-6712)

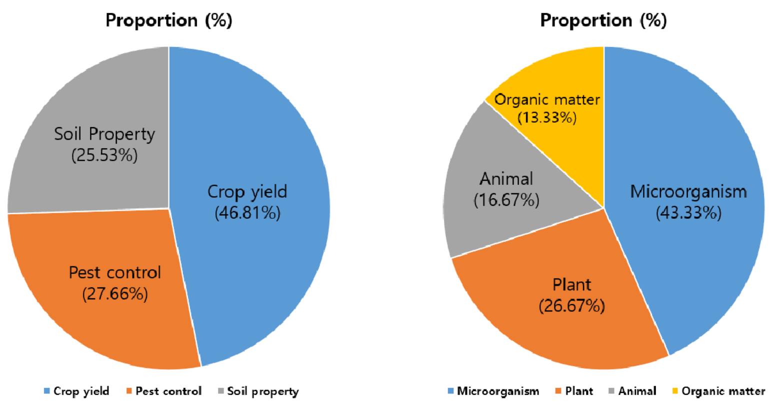


Fig. 1. Proportion of organic farming in North Korea.

PC-05

Plant Growth Promoting Potential of Antagonistic Bacterium, *Bacillus subtilis* PE7 for Growth of Tomato

Seong Eun Han* and Chaw Ei Htwe Maung
한성은*, Chaw Ei Htwe Maung
Department of Agricultural and Biological Chemistry, Environmentally-Friendly Agricultural Research Center, College of Agricultural and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea
전남대학교 농업생명과학대학 농화학과 친환경농업연구센터

Bacillus species are well recognized as effective agents for their ability to assist plant health under biotic and abiotic stress conditions. Their dual performance on suppression of different phytopathogens via production of diverse antimicrobial compounds and plant growth promotion via action of growth regulating phytohormones is impressive in crop production. Recently, application of these *Bacillus* species has been attracted as an eco-friendly approach to reduce excessive use of agrochemicals. In the present study, the antagonistic bacterium was isolated from two-year-old kimchi and identified as *Bacillus subtilis* PE7 by 16S rRNA gene sequence analysis. Dual culture assay revealed that strain PE7 was a strong antagonist against six different fungal pathogens. *B. subtilis* PE7 released various extracellular enzymes such as chitinase, glucanase, lipase and protease. The *in vitro* screening assays indicated that *B. subtilis* PE7 had the ability to produce siderophores, indole-3-acetic acid (IAA), exopolysaccharides and ammonia as well as to solubilize insoluble phosphate and zinc. Under *in vivo* conditions, treatment with *B. subtilis* PE7 culture significantly promoted tomato growth in terms of fresh and dry weights of shoot and root when compared to the fertilizer treatment. Our results reveal that *B. subtilis* PE7 having multiple plant growth promoting properties could be used as an eco-friendly fertilizer for growth enhancement of tomato.

Keywords: *Bacillus subtilis*, plant growth promotion, eco-friendly fertilizer, antagonistic activity, tomato
Correspondence: tjddms1160@naver.com (062-530-0414)

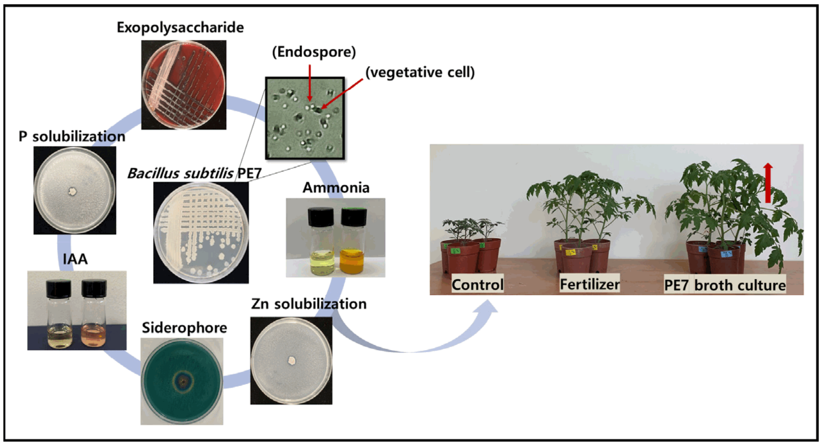


Fig. Effect of plant growth promoting bacteria, *B. subtilis* PE7 on tomato growth.

PC-06

Bacillus velezensis CE 100, an Effective Representative for Control of Gray Mold Causal Agent, *Botrytis cinerea*

Seog Geun Lee*, Kwan Woo Lee, Seong Eun Han, and Kil Yong Kim
이석근*, 이관우, 한성은, 김길용
Department of Agricultural and Biological Chemistry, College of Agricultural and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea
전남대학교 농생명화학과

Gray mold caused by *Botrytis cinerea* is a serious pre- and post-harvest disease in several kinds of plant species including vegetables, fruit and berry crops. Recently, frequent applications of fungicide for suppression of gray mold become limited due to the undesirable effects on the environment and emergence of fungicide-resistant strains. Therefore, using biocontrol agent along with its active metabolites could be one of the promising alternatives for control of this fungal pathogen. In our study, the inhibition rate of 47.78% by dual culture method indicates that strain CE 100 is a strong biocontrol agent against *B. cinerea*. The volatile organic compounds (VOCs) of strain CE 100 seriously affected mycelial growth of *B. cinerea* resulting in higher inhibition rate of 84.74%. Moreover, twisted and abnormal morphologies of VOCs-exposed hyphae were observed under light microscopy. The combined treatment of strain CE 100 metabolites with half of the recommended concentration of fungicide, insecticide or sulfur solution caused not only more reduction in colony size of *B. cinerea* but also loss of regular mycelial and hyphal formation when compared to each individual treatment. The supplementation of fungicide in inoculation of strain CE 100 showed no impact on survival of strain CE 100; however, insecticide or sulfur solution affected a slight reduction in survival rate of strain CE 100. Therefore, the combined application of strain CE 100 with reduced concentration of fungicide could be used as an effective management for control of gray mold in production of fruit and berry crops.

Keywords: *Bacillus velezensis*, gray mold, *B. cinerea*, inhibition, biocontrol
Correspondence: lskbum6798@naver.com (010-3699-0278)

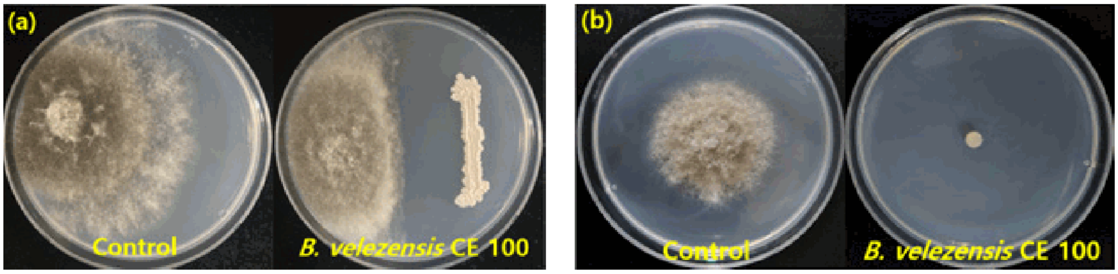


Fig. 1. Antagonistic activity of *B. velezensis* CE 100 against *B. cinerea* by dual culture method (a) and antifungal activity of volatile organic compounds produced by *B. velezensis* CE 100 against *B. cinerea* (b).

PC-07

Field Evaluation of *Bacillus velezensis* CE 100 on Growth Improvement of Black Raspberry (*Rubus coreanus*)

Kwan Woo Lee[1]* and Yeon Soo Han[2]
이관우[1]*, 한연수[2]
[1]Department of Agricultural and Biological Chemistry and [2]Department of Applied Biology, College of Agricultural and Life Science, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea
[1]전남대학교 농생명화학과, [2]전남대학교 응용생물학과

Korean black raspberry (*Rubus coreanus*) is well known for its nutritional content including sugars, vitamins, organic acids as well as different antioxidants including anthocyanins, flavonoids, and phenolic compounds. It can be consumed as fresh fruits and different processed foods such as wine, juice, jam, and dried powder. Due to its antioxidant, anticancer and antimicrobial properties, black raspberry has been used for medical and cosmetic purposes. Our study demonstrates effect of *B. velezensis* CE 100 on growth of black raspberry and improvement of antioxidative compounds in the fruits. The experiment was conducted with six different raspberry farms for *B. velezensis* CE 100 treatment and another three different farms for control. Although no significant improvement in fruit size, width and weight was observed between control and strain CE 100 treatment, total contents of flavonoids and polyphenols of strain CE 100-treated fruits were higher than those of control groups. Moreover, DPPH radial scavenging activity was significantly higher in fruits of strain CE 100 treatment of five farms than those of control treatment. Based on the results of our study, inoculation of *B. velezensis* CE 100 to raspberry plants enhanced the fruit quality of raspberry and strain CE 100 could be used as microbial fertilizer for growth improvement of raspberry plants.

Keywords: *Bacillus velezensis*, black raspberry, growth improvement, antioxidative compounds, biofertilizer
Correspondence: gv0816@naver.com (062-530-0414)

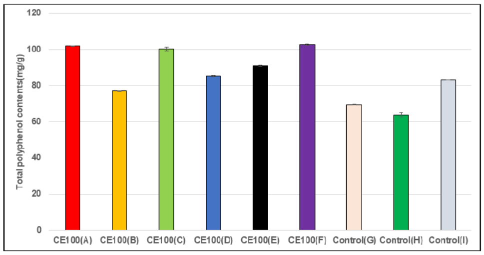


Fig. Effect of *B. velezensis* CE 100 on polyphenols content in fruits of *Rubus coreanus* compared to the control.

Table. Effect of *B. velezensis* CE 100 on the fruit size of black raspberry compared to the control

	Length(mm)	Width(mm)	Weight(g)
CE100 (A)	15.2±0.25	17.8±0.15	2.76±0.08
CE100 (B)	14.3±0.27	17.0±0.25	2.34±0.11
CE100 (C)	13.1±0.56	16.8±0.5	2.23±0.03
CE100 (D)	13.0±0.26	16.3±0.57	2.08±0.05
CE100 (E)	13.6±0.15	16.4±0.26	2.14±0.06
CE100 (F)	14.3±0.32	16.9±0.24	2.3±0.07
Control (G)	13.4±0.22	16.0±0.44	2.07±0.09
Control (H)	14.2±0.53	16.8±0.43	2.26±0.02
Control (I)	12.7±0.4	15.7±0.59	1.94±0.12

PC-08

Heavy Metals Pollution of Agricultural Soils near Industrial Complexes in the Jeon-Nam Regions, Korea

Sorakon Suwanmanon and Ki In Kim*
Department of Horticultural Science, Mokpo National University, Muan, 58554, Korea

Food safety of agricultural environmental and its product qualities is the first priority for global agricultural and South Korea. Monitoring heavy metal concentrations in agricultural field near industrial area is very important due to the safety of agricultural products qualities. The aim of this study is to assess the heavy metal concentrations and pollution index (PI) in agricultural soils close to industrial complexes. Fifteen industrial complexes in 15 counties in Jeon-Nam Province were selected (Yeongam, Muan, Yeonggwang, Hampyeong, Gangjin, Wando, Haenam, Jindo, Jangseong, Damyang, Boseong, Goheung, Hwasun, Gokseong, and Gurye). Two depths of soils (0-15 and 15-30 cm) were collected in spring of 2020 before planting. The distribution of 7 heavy metals were analyzed, including arsenic(As), cadmium(Cd), chromium(Cr), copper(Cu), nickel(Ni), lead(Pb), and zinc(Zn) within 500 meter and 1000 meter radius at each industrial complexes boundaries. Heavy metal concentrations in soils ranged from 1.7 to 8.6 mg kg^{-1} for As, from 0.3 to 0.9 mg kg^{-1} for Cd, from 13.3 to 67.8 mg kg^{-1} for Cr, from 7.0 to 28.1 mg kg^{-1} for Ni, from 7.0 to 31.8 mg kg^{-1} for Pb, from 0.00 to 0.02 mg kg^{-1} for Hg, from 62.6 to 143.9 mg kg^{-1} for Zn. Heavy metal concentrations in soils were not higher than the levels of Soil Contamination Warning Standard (SCWS). Pollution index (PI) and Pollution load index (PLI) values of all seven heavy metals including As, Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn ranged from 0.1 to 0.7 for PI and from 0.14 to 0.30. Both values were less than 1. Therefore, these soils are classified uncontaminated for PI and unpolluted for PLI. Overall, all soil samples did not exceed the level limits of Soil Environment Conservation Law (SECL).

Keywords: Agricultural field, Heavy metal, Soil Contamination warning standard, pollution index, pollution load index
Correspondence: rollingkim@mokpo.ac.kr (061-450-2373)

PC-09

강수량, 적산온도와 경상북도 농업용 하천수의 수질

Relation of Precipitation and Accumulated Temperature with Water Quality of Agricultural Stream in Gyeongsangbuk-do Province

남효훈*, 정연규, 허창석, 박석희, 김민경[1]
Hyo-Hoon Nam*, Yeon-Gyu Jung, Chang-Seok Huh, Seok-Heen Park, and Min-Kyoung Kim[1]
경상북도농업기술원 농업환경연구과, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Division of Agricultural Environment Research, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Daegu, 41404, Korea
[1]Soil and Fertilizer Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Adminstration, Wanju, 55365, Korea

농업활동에서 중요한 역할을 담당하고 있는 하천수의 적절한 관리가 필요하다. 하천수의 수질은 관개수로 활용하는 농작물의 생산성에 영향을 미치게 되므로 다년간, 다지점의 변화양상과 기후조건이 수질에 미치는 영향을 파악하는 것은 안정적인 농업환경 유지에 중요한 과제이다. 본 연구는 경상북도 농업용 하천수 22개소에 대하여 2013년부터 2022년까지 각 년도별로 4, 7, 10월에 조사된 pH, EC, DO, COD_{Mn}, NH_4-N, T-N, T-P, SS, Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}, Na^+ 등 하천수의 수질과 조사시기 직전 3개월의 누적강수량 및 적산온도의 상관관계를 밝히고 이를 통해 기후조건의 영향력을 파악하고자 하였다. 강수량은 전 조사시기에 걸쳐 T-N이 가장 높은 상관계수를 보였고 적산온도는 Mg^{2+}, Na^+ 등 양이온과 유의한 정의 상관관계를 보였으나 설명력은 낮았다. 조사지점 및 생육시기별 기상조건과 수질과의 관계에서 강수량과 유의한 상관관계를 보이는 항목은 4월은 T-N 50%, 7월과 10월은 DO가 각각 29.4%, 23.1%로 빈도가 가장 높았다. 적산온도와 유의한 상관관계를 보이는 항목은 4월은 EC가 40.0, 7월은 Na^+가 71.4%, 10월은 T-P가 66.7%로 빈도가 가장 높았다. 농업용 하천수의 수질은 복잡한 기후환경, 농업활동 등에 의해 결정되기 때문에 상관성 높은 기후인자만으로 설명하기는 어렵다. 다만 기후변화의 영향으로 평년과 다른 특이기상의 발생이 증가하고 있으므로 각 기상요소들의 영향력을 평가할 필요가 있다고 판단된다.

주제어: 하천수, 강수량, 적산온도
주연구자 연락처: whoisnam@korea.kr (053-320-0456)

Table 1. Correlation coefficients among climate factors and water qualities in 22 agricultural streams in Gyeongsangbuk-do province during 2003 - 2022

Climate factor	Period	pH	DO	T-P	SS	EC	T-N	NH_4-N	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Na^+	COD_{Mn}
Precipitation	April	0.00	0.15*	0.02	-0.06	0.01	0.22**	0.08	-0.03	-0.08	0.04	-0.07	0.01
	July	0.01	0.11	-0.09	-0.09	-0.12	0.17**	-0.06	-0.06	-0.07	-0.09	-0.11	-0.15*
	October	0.22**	0.19**	-0.21**	0.06	-0.13*	0.22**	-0.20**	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.03
Accumulated temperature	April	0.17*	0.16*	-0.08	-0.05	0.10	-0.14*	0.04	0.10	0.09	0.21**	0.14*	0.19**
	July	0.13*	0.27**	0.03	0.02	0.20**	0.00	-0.01	0.16*	0.25**	0.06	0.33**	0.07
	October	-0.13*	-0.01	-0.04	-0.01	-0.05	0.02	0.01	0.14**	0.08*	0.21**	0.08*	0.02

PC-10

Development of Biodegradable Polymer Coating Urea for Mitigation of Agro-Environmental Impacts

DongKeon Lee[1,4], HongSik Na[3], Oyen Kewon[3], WooJin Jeng[2], SeokIn Yun[4], and JoungDu Shin[1]*
이동건[1,4], 나홍식[3], 권오연[3], 정우진[2], 윤석인[4], 신중두[1]*
[1]Bio-Technology of Multidisciplinary Sciences, Co., JBTP R&D Center 204Ho, Wanjusandan 6Ro 224, Bongdong Up, JeonBuk 55315, Republic of Korea
[2]Department of Environmental Engergy Engineering, Kyonggi University, Suwon 16227, Korea
[3]Nousbo Co., Ltd., Suwon 16614, Korea
[4]Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University, Icksan, Korea
다학바이오텍, (주)누보, 경기대학교, 원광대학교

This experiment was conducted to quantify the releasing amounts of T-N and NH4-N from biodegradable polymer coating urea that has different longevities with slow releasing nitrogen. The treatments were 3 different slow releasing types; NUBO 30; 30 days of slow releasing nitrogen, NUBO 60; 60 days of slow leasing N and Non-degradable coating urea (NUBONB). Urea coated with different biodegradable polymer solution (3%) with chloroform. Urea coated with biodegradable polymer using fluid bed coating machine, and precipitation periods were 22 days. This batch experiment was performed using glass column under redux state. Releasing amount of T-N was decreased at 6 days after precipitation periods in the NUBONB, but it was released relative consistent in the NUBO 30 through the experimental period. The result indicated that the highest cumulated T-N was 528.7 mg in the NUBONB, but the lowest was 460.3 mg in the NUBO 60. Its NH_4-N ranged from 5.03 to 5.59 mg at 22 days after precipitation periods. Therefore, urea a litter hydrolyzed into NH_4-N, but most released N-T in the precipitation water for this experimental period. It needs to further investigate the releasing pattern of nitrogen in the longer periods.

Keywords: Biodegradable polymer, Coating urea, Precipitation.
Correspondence: jdshin61@gmail.com

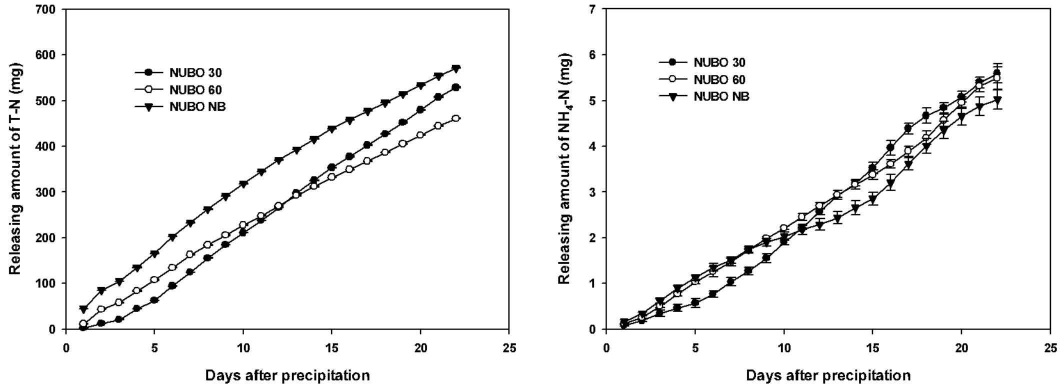


Fig. 1. Cumulated releasing TN and NH_4-N from different types of biodegradable polymer coating urea under redux state.

PC-11

경북지역의 밭 토양 미생물 군집 분포

Distribution of Soil Microorganism Communities in Uplands of Gyeongbuk Province

김지원*, 류영현, 박석희
Jiwon Kim*, Younghyun Ryu, and Seokhee Park
경상북도농업기술원
Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu, 41404, Korea

토양 미생물은 토양 생태계에서 유기물 분해, 영양물질 순환, 작물생장촉진 등 중요한 역할을 한다. 더불어 토양 환경에 민감하게 반응하기 때문에 토양 변화에 대한 우수한 지표로 활용될 수 있다. 본 연구는 토양 미생물 분포 및 다양성을 조사하여 경북지역 밭 토양의 미생물 분포 변화와 토양미생물 지표개발의 기초자료를 얻고자 수행하였다. 토양 미생물의 분포와 종풍부도 추정치, 다양도 지수는 경북 30개 지점의 토양을 수집하여 DNA를 추출 후 PCR 산물의 염기서열을 분석하여 실시하였다. 또한, 추출된 DNA를 정량하여 미생물생체량을 분석하였고, 미생물활성은 탈수소효소활성법을 이용하여 측정하였다. 세균의 평균 종풍부도 추정치는 Ace 5,114, Chao 4,935로 나타나 전국 평균(Ace 4,879/ Chao 4,725)보다 높은 결과를 나타냈으며, Shannon 다양도 지수 또한 6.7로 전국 평균보다 높은 결과를 보였다. 진균의 종풍부도 추정치와 다양도 지수는 세균과 같은 경향을 보였다. 밭 토양의 미생물생체량은 평균 1.73μg/g으로 전국 평균 2.16μg/g보다 낮게 나타났으며, 토양 탈수소효소활성 또한 평균 26.0μgTPF/g soil/day로 전국 평균(32.3μg TPF/g soil/day)보다 낮은 결과를 보였다. 세균 군집의 분포는 Proteobacteria(43%), Acidobacteria(21%), Bacteroidetes(14%), Actinobacteria(11%), Firmicutes(3%) 순으로 나타났으며, 진균 군집은 Ascomycota(64%), Mortierellomycota (18%), Basidiomycota(13%) 순을 보여 전국 조사지의 결과와 유사한 경향을 보였다.

주제어: 밭, 토양 미생물, 미생물체량, 탈수소효소활성
주연구자 연락처: kjw99341018@korea.kr (053-320-0475)

표 1. Species richness and diversity index of bacteria in upland fields

Region	Statistic	Estimated species richness		Diversity index	
		Ace	Chao	Shannon	Invsimpson
Gyeongbuk	Average	5,114	4,935	6.7	234.3
	Maximum	7,572	7,402	7.3	404.7
	Minimum	2,536	2,375	5.6	61.4
Nationwide	Average	4,879	4,725	6.5	211.3
	Maximum	7,929	7,402	7.4	583.6
	Minimum	1,464	1,487	3.8	11.9

PC-12

Building a Data-Model Framework to Link New Farm Database to Agricultural Modeling

Juhwan Lee* and Juyeon Park
Department of Smart-Agro Industry, Gyeongsang National University

There is a need to extend existing farm databases for current agriculture and continuously update the databases that can be integrated into soil modeling and agricultural simulation.

However, on-farm and field experimental monitoring are expensive as data sources. Therefore, we aim to overcome the high cost and time demand of conventional crop/soil analyses and to effectively build a new database of Korean agriculture based on recent and rapid advances in diffuse reflectance spectroscopy. As the first step, we offer a framework to develop new mid-infrared spectra and models and use them to predict chemical and physical ecosystem components, such as texture, soil C and N, pH, etc. The dataset was structured to develop flexible pedotransfer functions and support monitoring and agricultural simulation. We highlight the importance of integrating existing monitoring programs and long-term farm experiments into a spectroscopy-modeling platform. We discuss assessing complex and uncertain agriculture changes in response to climate and management changes across site and national scales.

Keywords: Infrared spectroscopy, Soil database, Soil modeling, Agricultural simulations, Greenhouse gas emissions, Climate change

Correspondence: juhwan.lee@gnu.ac.kr (055-772-3564)

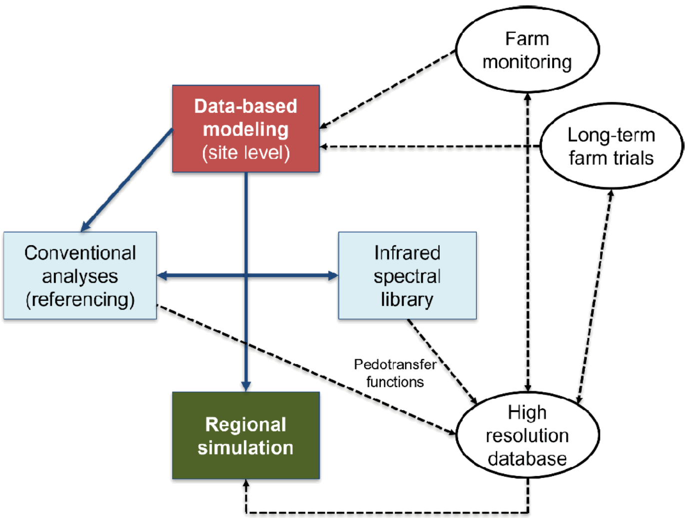


Fig. A spectroscopy-modeling platform. The dotted lines indicate the information flow from and to the existing and new data sets.

PC-13

벼논에서 미량 아산화질소 플럭스의 정량법

Quantification Method of Trace Nitrous Oxide Flux from a Rice Paddy

주옥정[1]*, 강남구[2], 이정혜[1], 정재원[1], 김조은[1], 소호섭[1], 박중수[1], 김석철[1]
Okjung Ju[1]*, Namgoo Kang[2], Jeong-Hye Lee[1], Jaewon Jeong[1], Jo-Eun Kim[1], Hoseup Soh[1], Jung-Soo Park[1], and Seok-Cheol Kim[1]
[1]경기도농업기술원 환경농업연구과, [2]한국표준과학연구원 첨단측정장비연구소
[1]Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong, 18388
[2]Advanced Measurement Instrumentation Institute, Korea Research Institute of Standards and Sciences, Daejeon, 34113

2020년 국가 온실가스 인벤토리 보고서에 따르면, 우리나라 농업분야의 부문별 배출량 비중은 벼 재배 29.7%, 농경지 토양 25.8%, 가축분뇨처리 23.3% 등의 순으로 나타난다. 벼 재배 부문 온실가스 배출량은 메탄에 대해 주로 산정되었으나 질소 투입에 따른 아산화질소 배출량도 벼 재배 부문에서 중요한 배출원이다. 본 연구에서는 벼논에서 질소 비료 시용에 따른 미량의 아산화질소 배출량이 과소평가되지 않도록 현장 측정 플럭스 자료에 대한 방법검출한계(MDL; Method Detection Limit)와 실용정량한계(PQL; Practical Quantitation Limit)를 활용한 정량법을 제시하여 벼논에서 발생하는 아산화질소 배출량의 신뢰성을 높이고자 하였다. 벼논 아산화질소 배출량 산정은 경기도 화성시 경기도농업기술원 내 벼논(37°13′15″N, 127°02′22″E)에서 폐쇄형 원형 챔버(유효 높이 50 cm, 내경 24 cm)를 설치하여 산정하였다. 아산화질소 시료채취는 주 1회 이상 오전 10시~12시 사이에 챔버 뚜껑을 닫고 1차로 채취한 후 40분 경과 후 2차로 시료채취하여 아산화질소 농도 변화를 측정하였으며, 시료 채취와 동시에 최초 온도와 40분 후 온도를 기록하였으며, 논물로부터 챔버 상단까지 유효높이를 조사하여 아산화질소 배출량을 산정하였다. 벼논에서 발생하는 아산화질소 플럭스의 정량법은 다음과 같은 순서로 수행하였다. 첫째, 아산화질소 플럭스 자료에 대한 MDL은 벼논에서 아산화질소 배출량 산정을 위한 폐쇄형 원형 챔버 내 100 nmol/mol의 아산화질소 표준가스를 테들러 백에 담아 챔버 상단부 시료채취구에서 표준가스를 10번씩 3반복 분석하여 얻은 자료에 대한 표준편차와 측정횟수를 고려한 합동표준편차(pooled standard deviation)에 95% 신뢰수준에서 t-통계값을 곱하여 산정하였으며, PQL은 합동표준편차에 10을 곱하여 산정하였다. 둘째, 위와 같이 산정한 MDL과 PQL을 기준으로 40분 동안 아산화질소 농도 변화가 MDL 미만인 경우 아산화질소 농도 분석의 불확실성을 감안하여 음수일 때는 0, 양수일 때는 MDL/2, MDL 이상 PQL 이하의 농도변화는 (MDL+PQL)/2로 산정하였으며, PQL을 초과하는 아산화질소 농도 변화에 대해서는 원시자료를 그대로 아산화질소 배출량 산정에 반영하였다.

주제어: 벼논, 아산화질소, 플럭스, 정량법
주연구자 연락처: okjung3@gg.go.kr (031-8008-9343)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ014853032022)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

PC-14

논 재배시 두둑높이가 땅콩 생육 및 병 발생에 미치는 영향

Effect of Ridge Height on Peanut Growth and Disease Occurrence in Paddy Field

김영상*, 김기현, 허윤선, 이명희, 지영희, 김민자, 김인재
Young Sang Kim*, Ki Hyeon Kim, Youn Sun Her, Myeong Hee Lee,
Young Hee Ji, Min Ja Kim, and In Jae Kim
충청북도농업기술원
Chungcheongbuk-do Agricultural Research and Extension Services

농업환경 및 농업정책이 변화함에 따라 주곡 생산 위주의 논을 탄력적으로 이용하여 논에 밭작물을 재배하는 기술 수요가 증가하고 있는 실정이다. 쌀 소비량의 감소와 재고물량이 증가하여 쌀값 문제가 대두되고 있다. 그러나 이상기후, 국가간 식량 무기화 등으로 곡물가가 급등할 수 있으므로, 식량사정에 따라 논과 밭으로 탄력적으로 이용할 수 있는 작부 체계가 필요하다. 대부분의 밭 작물은 논에 재배시에는 과다한 수분으로 인해 스트레스를 받아 작물의 생육저해와 수량 감소를 야기한다.

본 연구는 논의 이용성을 범용화 하기 위하여 땅콩에 대한 논 재배기술을 개발하고자 수행하였다. 땅콩의 생육상황을 검토하기 위하여 두둑높이를 20, 30, 40cm으로 처리하여 땅콩 생육상황, 습해피해, 토양수분 변화를 조사하였다. 두둑높이에 따른 토양수분의 경시적 변화는 두둑높이가 높을수록 빠르게 감소하였으며 강우 후 9일 차에는 비슷하였다. 수확기 땅콩의 생육 중 주경장과 분지장은 두둑높이 20cm 처리에서 길었으나 분지수는 30cm과 40cm 처리에서 많았다. 땅콩 수확기 생리장해 및 병충해 발생 정도를 조사한 결과 도복에 의한 피해는 두둑높이 20cm에서 가장 높았으며, 갈반병, 흑반병 녹병 등도 같은 경향이었다. 두둑높이에 따른 가뭄에 의한 피해는 발생하지 않았으며 습해에 의한 피해는 두둑높이 20cm처리에서 가장 높았다. 땅콩의 수량 구성 요소 중 100 협립수는 처리간에 비슷하였으며, 성숙협수나 협실비율은 두둑높이 30cm과 40cm 처리에서 높았다. 종실수량은 두둑높이 20cm처리에 비하여 두둑높이 30cm과 40cm 처리에서 7.9~13.0% 높았다.

주제어: 논, 두둑높이, 땅콩, 토양수분
주연구자 연락처: suanbo@korea.kr (043-220-5571)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 공동연구 사업(과제번호:PJ015347)의 지원을 받았으며, 이에 감사드립니다.

PC-15

강원도 밭 토양 미생물 분포특성

Distribution of Soil Microorganisms in Fields in Gangwon Area

홍수영*, 장미영, 김동민, 서영호, 최병곤, 임수정, 고재영
S.Y. Hong*, M.Y. Jang, D.M. Kim, Y.H. Seo, B.G. Choi, S.J. Lim, and J.Y. Go
강원도농업기술원
Gangwondo Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 24203, Korea

토양에 서식하는 미생물은 유기물과 무기물의 생산, 분해, 물질순환과 밀접하게 관련되어 있으며 매우 적은 비율을 차지하지만 토양생태를 유지하여주고, 탄소, 질소, 인의 순환 및 탈질과정에 기여하는 물질 순환 요소이다. 토양은 외부로부터 투여되는 물질을 단계적으로 순환시키며 이 과정에 토양미생물이 관여한다. 토양 내 우점종은 영양수준에서 대부분의 에너지 흐름에 기여하고, 덜 풍부한 종은 영양 수준과 군집의 종 다양성을 결정하며, 한 종 또는 몇 개의 개체군이 높은 밀도를 보일 경우 미생물 군집의 다양성은 감소한다. 도 내 토양에 분포하고 있는 미생물 특성을 평가하기 위해 밭토양을 채취하여 미생물체량, 탈수소효소활성, 균류 별 종풍부도, 다양성 지수 등을 조사하였다. 시료당 1g으로 DNA를 추출, 정량 하여 분자미생물체량을 분석하였으며, 탈수소효소활성은 TTC(2,3,5,-triphenyltetrazolium chloride) 분해법으로 하였고, 다양성은 Shannon, Simpson 지수로 분석하였다. 토양 내 분자미생물체량은1.4 μg g^{-1} 였으며, 탈수소효소 활성은 43.1 μg TPF g^{-1} soi day^{-1} 이었다. 종풍부도 추정치는 세균은 Ace, Chao 각 각 4506, 4460종 이었으며 진균은 354, 352종으로 전국평균인 427, 430 보다 낮았다. 다양성 지수는 세균이 Shannon 6.5로 전국 평균과 같았으나 Invsimpson은 210.9으로 평균인 211.3보다 낮았으며, 진균도 Shannon 3.5, Invsimpson 16.4로 전국평균대비 낮았다. 조사한 세균의 우점 문(phylum) 수준의 상대풍부도는 Proteobacteria 41.3%, Actinobacteria 19.7%, Bacteroidetes 15.9%, Actinobacteria 10.7%, Firmicutes 4.1%, Verrucomicrobia 2.5%, Planctomycetes 3.5%, 이었으며 진균은 Ascomycota 66.3%, Mortierellomycota 13.6%, Basidiomycota 16.2%, Mycoromucota 1.1% Chttridiomycota 2.3% 였다. 토양 미생물의 다양성, 군집구조해석 등의 토양질 평가가 요구되고 있으나 미생물학적 특성을 파악할 수 있는 데이터의 축적 및 연구결과가 미흡하므로 화학적, 물리적 특성과 더불어 전반적인 토양특성 평가 및 지속적인 모니터링이 진행되어야 할 것이다.

주제어: 토양미생물, 토양질, 미생물체량, 탈수소효소활성
주연구자 연락처: hsy6520@korea.kr (010-2994-8874)

PC-16

수수 수량예측을 위한 드론 활용 이삭 추정

Estimating the Number of Panical Using Drones for Sorghum Quantity Prediction

박진기*, 박재성[1], 이홍석[1], 정미혜[1]
Jin Ki Park*, Jea Sung Park[1], Hong Seok Lee[1], and Mi Hye Jeong[1]
[1]농촌진흥청 국립식량과학원 생산기술개발과
Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang, 50424, Republic of Korea

수수는 습해에 강한 작물로 논 타작물 재배 정책사업으로 면적 확대가 가능하며 논에서 가장 안정생산이 가능한 작목이다. 수수는 생산 및 소비량이 적고 수급 안정성이 낮다. 2012년에는 kg당 11,800원이였고, 2016년은 2,950원 2018년은 6,000원으로 연차간 가격폭이 큰 편이다. 지속적이고 안정적인 수급 대책 수립을 위해서는 수량 추정 등 신속한 농업현장 종보 수집과 분석 기술이 필요하다. 수수는 이삭이 식물체 최상위에 존재하여 드론으로 수량 파악이 용이하며, 수수 연구를 통해 조, 기장 등 이삭 또는 종실이 최상위에 있는 작물로 확대가 가능하다. 본 연구는 수수 수량예측을 위해 드론 영상을 이용하여 수수의 이삭을 추정하고자 하였다. 시험 대상지역은 경상남도 밀양시 내이동에 위치한 국립식량과학원 남부작물부 포장이다. 수수 품종은 소담찰이며, 이삭수 파악을 위해 2022년 6월 10일에 1주 1본으로 파종하였다. 사용된 드론은 DJI사의 펜텀4 드론이다. 드론 영상은 출수기부터 수확기까지 10일간격으로 촬영하였다. 영상분석은 객체분류, 특징점 추출, 수수 분류 과정을 통해 수수의 이삭수를 파악하였다. 대상지역에 재배하는 수수의 이삭은 1,926주이며, 드론 영상의 수수 주수 파악을 위해 객체분류를 수행하였다. 영상분할 조건은 분할축적(scale) 15, 공간정보(shape) 0.5, 조밀도(compactness) 0.5이다. 주수 추정 시기는 8월 15일 영상으로 황숙기에 해당하며 1,661주를 추출하여 정확도는 86%로 나타났다. 드론 고도가 낮을수록 공간해상도(spatial resolution)가 좋아지며 선명한 영상을 취득할 수 있으나 촬영면적이 줄어든다. 반면에 드론 고도가 높을수록 공간해상도가 낮아지나 촬영면적이 넓어지기 때문에 최대한 촬영고도를 높여 정확도를 확보해야 대면적 분석에 적합하다. 본 연구의 수수 이삭수 파악을 통해 수량예측이 가능할 것이며, 추후 연구를 통해 생육시기와 공간해상도에 따라 정확도를 산정하여 최적시기 및 해상도를 결정하여 정확도를 향상해야 할 것이다.

주제어: 수수, 드론, 수량예측, 주수추정
주연구자 연락처: krfamily@korea.kr (055-350-1268)

PC-17

초분광영상 활용 콩 환경스트레스 진단

Diagnosis of Soybean Environmental Stress Using Hyperspectral Imaging

박진기*, 이성태[1], 이홍석[1], 정미혜[1]
Jin Ki Park*, Tae Seong Lee[1], Hong Seok Lee[1], and Mi Hye Jeong[1]
[1]농촌진흥청 국립식량과학원 생산기술개발과
Crop Production Technology Research Division, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang, 50424, Republic of Korea

최근 첨단 영상계측기술을 기반으로 작물의 색, 길이, 잎 면적 등의 정보를 비파괴적으로 계측, 정량화하는 페노믹스(Phenomics) 연구가 진행되고 있다. 또한 센서기술의 발전으로 일반 RGB 영상에서 다중분광 영상, 초분과영상 취득이 용이해짐에 따라 작물 연구에 접목되고 있다. 초분광영상은 육안으로 판독할 수 없는 파장대를 측정할 수 있어, 작물의 스트레스 생리 및 생태 분석에 유리하다. 특히 작물의 한발, 과습, 병 등의 환경스트레스 피해는 유사한 증상으로 나타나 많은 민원이 발생하고 있다. 본 연구에서는 초분광영상을 활용하여 콩의 수분, 주요병, 양분결핍에 대한 스트레스를 진단하고자 하였다. 품종은 대찬이며, 수분은 한발과 과습, 양분은 질소 과잉과 결핍, 병은 세균, 곰팡이, 바이러스 등 32개의 스트레스를 처리 하였다. 초분광영상은 1주일에 1회 취득하였으며, 동일한 시기에 생육조사를 수행하였다. 스트레스별 민감한 파장대 분석에서 수분은 1,280~1,290nm에서 상관계수가 0.77로 가장 높았으며, 양분은 1,200~1,300nm에서 0.88, 병은 655~690nm에서 상관계수가 0.71로 가장 높게 나타났다. 수분, 양분, 병 스트레스를 통합하여 보면 460~480nm, 660~690nm, 1,150~1,200nm 높은 상관성을 나타냈다. 기존 개발된 식생지수인 SR, NDVI, SAVI, MSAVI, ARVI 등에 접목하여 분석한 결과 통합 분류가 어려우며, 새로운 파장 조합의 지수가 필요한 것으로 판단되었다. 32개 요소별 상관계수는 NIR, RED, PRI를 조합한 지수가 0.398로 가장 높게 나타났으나 스트레스별 분류에 낮은 정확도를 나타냈다. PRI 지수를 통해 콩의 수분, 양분, 병 구분은 상관계수 0.6으로 나타나 분류는 가능한 것으로 파악되었으나, 정확도 향상이 필요한 것으로 판단된다. 추후 연구를 통해 콩 스트레스 복합처리 조건으로 초분광영상 분석을 통한 스트레스 분류를 진행할 예정이다.

주제어: 콩, 수분, 양분, 주요병
주연구자 연락처: krfamily@korea.kr (055-350-1268)

PC-18

강원지역 농업용수 수질 현황

Current Status on Agricultural Water Quality in Gangwon Province

김동민*, 김남호, 임수정, 최병곤, 서영호, 홍수영, 김민경[1], 고재영
D.M. Kim*, N.H. Kim, S.J. Lim, B.G. Choi, Y.H. Seo, S.Y. Hong, M.K. Kim, and J.Y. Ko
강원도농업기술원, [1]국립농업과학원
Gangwondo Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 24203, Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

농업용수는 논·밭에서 영농을 위해 사용되는 용수이다. 농업용수의 관리는 건전한 수생 생태계를 지속적으로 유지하면서 양질의 수자원 보호를 위해 필요하다. 본 연구의 목적은 강원도 내 농업용수로 사용되는 하천수와 지하수를 시기에 따라 성분을 분석하여 수질 현황을 파악하는 데 있다. 하천수는 34지점에서 2021년 4월, 7월, 10월에 채취하였고 지하수는 20지점에서 4월, 7월에 채취하였다. 분석실험은 수질오염공정시험기준에 준하여 분석하였으며, 분석항목은 하천수는 「환경정책기본법 10조」의 하천수수질환경기준, 지하수는 「지하수법 13조」의 지하수수질기준 등을 따랐다.

하천수 34지점 분석결과 4월 4지점, 7월 2지점, 10월 1지점에서 pH 기준(6.0~8.5)을 초과하였다. 그리고 1지점에서 T-P 기준(≤ 0.3mg/L)을 초과하였으나 전반적으로 하천수 34지점의 수질은 양호한 것으로 나타났다. 지하수 20지점 분석결과 2지점에서 NO_3-N 기준(≤ 20mg/L)을 초과하였으나 이 외에는 수질 기준에 적합하였다. 유해물질인 Cd, As, Pb는 하천수·지하수 54지점 모두 검출되지 않았다.

농업용수로 사용하는 하천수, 지하수에는 작물생육에 필요한 질소, 인, 칼리, 칼슘 등 많은 영양소들이 포함되어 있다. 이러한 영양소들이 수질오염허용기준 이하로 함유된 물은 농경지의 양분보충효과가 있어 토양생산성을 개선시켜 줄 수 있다. 그러나 영양물질이 과다하는 등 오염되었을 때는 오히려 토양 양분의 불균형을 초래하여 지력을 떨어뜨리고 농산물의 품질에 피해를 끼친다. 농업용수의 관리가 하천의 환경과 수질에 미치는 영향은 크다. 환경오염 문제를 방지하기 위해서는 농업용수의 지속적인 관리와 모니터링이 필요하다.

주제어: 강원, 수질, 하천수, 지하수
주연구자 연락처: kk2021@korea.kr (033-248-6095)

PC-19

인산석고를 활용한 탄소 배출 저감형 석회 물질의 제조

Production of Low-Carbon Emission Lime Derived from Phosphogypsum

박병준*, 이찬규, 윤혁진, 김연호, 김혁수
Byungjun Park*, Changyu Lee, Hyeokjin Yun, Yeonho Kim, and Hyucksoo Kim
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

기후변화는 전지구적으로 주요한 문제로 대두되고 있다. 기후변화로 인한 피해는 점차 증가하고 있으며, 다양한 분야에서 대기 중 CO_2 축적을 줄이기 위한 정책 및 연구를 제시하고 있다. 대기 중 이산화탄소를 줄이는 방안으로 생석회(CaO), 소석회($Ca(OH)_2$)와 같은 석회 물질을 활용해 CO_2를 포집하는 방안이 있다. 그러나 일반적인 석회 물질의 제조는 석회석($CaCO_3$)을 고온으로 가열해 CaO로 변환하는 공정을 사용하며, 원료에 함유된 탄소가 CO_2로 배출되어 국내 온실가스 배출원으로 산정되고 있다. 대기 중 온실가스 축적을 줄이는 목적을 가진 석회 물질의 사용은 CO_2를 포집할 수 있지만, 사용하는 물질의 원료로부터 발생하는 CO_2의 양을 줄인다면 더욱 친환경적으로 이산화탄소를 포집할 수 있을 것이다. 인산석고(PG; $CaSO_4{\cdot}2H_2O$)는 인산 비료를 생성하기 위해 인광석과 황산 간 반응으로 인산을 추출하고 발생되는 농산업 부산물이다. PG는 천연석고와 유사하지만, 생산량에 비해 재사용률이 현저히 낮아, 대부분이 적치되어 있는 실정이며, 국제적으로도 인산 비료를 생산하는 국가에서 인산석고를 지속적으로 활용 할 수 있는 방안을 필요로 하고 있다. 이에 본 연구는 PG와 강알칼리 물질(KOH)를 이용해 소석회를 생산하는 간단한 공정을 제시한다. 두 물질 간 반응 결과 탄소 배출 저감형 소석회(GHL)와 함께 비료로 활용 가능한 K_2SO_4가 생성되었으며, 용해도의 차이를 이용해 분리할 수 있었다. 또한 GHL은 일반 소석회와 같이 고온의 열을 가한 소성 과정을 거쳐 CaO 형태로 전환되는 것을 X-ray diffraction을 통해 확인할 수 있었으며, 이와 같이 신규 공정을 통해 생산된 석회 물질은 각종 산업은 물론 CO_2 흡착제로 상업용 석회를 대체하고, 농업에서 비료로 사용되는 황산칼륨을 대체할 수 있을 것이다.

주제어: 탄소저감, 인산석고, 탄소 배출 저감형 소석회, CO_2 흡착제, 황산칼륨
주연구자 연락처: kimhs25@kangwon.ac.kr (033-250-6442)

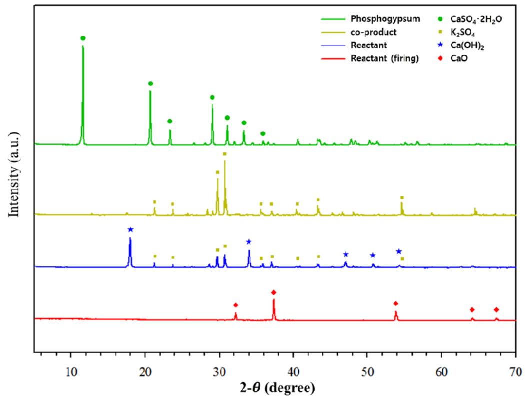


Fig. 인산석고와 KOH 반응 후 발생 물질 XRD 결과.

PC-20

코팅 완효성 비료의 코팅물질 토양잔류 저감 방안

A Study on the Residual Reduction of Coating Materials in Soil by Coated Release Fertilizer

김장환*, 장일, 어현주, 김지선[1], 이준석
Jang-Hwan Kim*, Yil Jang, Hyeon-Ju Eo, Jee-seon Kim[1], and Joon-seok Lee
(주)팜한농 비료사업부, [1](주)LG화학 기반기술연구소
Fertilizer Department of Farmhannong, Seoul 150-721, Korea
[1]Platform Technology, LG Chem. Ltd., Seoul, 07796, Korea

코팅 완효성 비료는 용출을 제어하고 비료사용량을 절감할 수 있다는 점에서 최근에 이르러 다양한 작물에 사용되고 있으며, 그 사용량이 국내외 포함 2022 년 기준 1,125 천톤에 이르고 있다. 코팅 완효성 비료의 코팅 물질은 주로 Polymer 계열의 플라스틱 수지로 이루어져 있으며, 시비 후 비료 성분이 모두 용출이 되면 토양에 잔류하게 되는데 매년 누적이 되어 지속적으로 토양 환경을 오염시키고 있다. 하지만 현재 시장에 판매되고 있는 코팅 완효성 비료의 코팅 물질에 대한 처리 방안에 대한 대책은 이루어지지 않은 상태이다. 이에 본 연구는 토양에 잔류되는 코팅 완효성 비료의 코팅 물질 분해에 대한 연구를 통해 토양 환경 오염 저감에 일조하고자 하였다. 본 연구에 사용된 코팅 비료는 광촉매를 이용한 수지 광분해 기술을 적용한 (주)팜한농의 코팅 비료(광분해 코팅비료)를 사용하였다. 광분해 코팅 비료의 코팅 물질에는 광분해 효율이 최대화 되도록 광촉매 종류와 투입량을 최적화하고, 균일한 광분해가 일어나도록 분산 기술 등을 개발, 적용하여 용출제어가 되면서도 농작업에 의한 태양광에 노출될 시 광분해 메커니즘을 통해 H2O, CO, CO2 등으로 분해되어 수지 잔류물이 남지 않도록 하였다. 코팅 물질의 분해 시험은 KS, ASTM 등에 규정 되어있는 플라스틱 내후성 시험 방법을 기준으로 실시하였으며, 한국고분자연구소에서 TGA(Thermo Gravimetric Analysis)로 수지 감량화율을 측정하였고, 자체평가(팜한농, LG 화학)시 내후성 시험장비를 사용해 중량감소도를 적용한 분해율 평가를 실시하였다. 내후성 시험에 따른 분석결과 60 일간 분해 시험을 거친 후 TGA 실험을 통한 수지의 분해율은 일반 코팅 비료 3%, 광분해 코팅 비료 87%로 나타났고, 중량 감소 시험 평가에 따른 분해율은 일반 코팅 28.3%, 광분해 코팅 비료 94.6%로 나타나 광촉매를 이용한 광분해 코팅 비료는 짧은 시간 내에 매우 높은 분해율을 보임을 확인하였다. 본 연구의 결과를 통해 (주)팜한농에서 개발한 광분해 코팅 비료는 갈수록 증가하고 있는 코팅 완효성 비료의 토양 잔류에 대한 문제점을 해결할 수 있는 방향을 제시하였고, 이는 비료를 생산하는 기업의 지속적인 성장 및 생존 위해 환경과, 사회, 사람을 중시하는 가치창출을 위한 ESG 경영으로 빠르게 변화하는 기반이 될 수 있을 것으로 생각된다.

주제어: 코팅 완효성 비료, 플라스틱 수지, 광분해
주연구자 연락처: janghwankim@farmhannong.com

PC-21

Monitoring of Pesticide Residue on Upland Soil in Chungnam Region

So-Hye Choi*, Su-Dong Kim, Yeo-Uk Yun, Jang-Yong Choi, Jin-Il Lee,
Sam Kang, Hyo-Sub Lee[1], and Dong-Yeol Lee[2]
최소혜*, 김수동, 윤여욱, 최장용, 이진일, 강샘, 이효섭[1], 이동열[2]
Chungcheonnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, 55365, Korea
[2]Gyeongnam Oriental Anti-Aging Institute, Sancheong, 52215, Korea
충청남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원, [2]경남한방항노화연구원

Pesticides are used to increase crop productivity, reduce labor, and improve the quality of agricultural products while growing crops. However, Pesticides sprayed on agricultural land are absorbed and implemented in the crops and remain in the crops, which is consumed by humans or animals. Therefore, it is necessary to research the residual status of pesticides in agricultural land and to manage safety through this.

In this study, upland soil at 67 points in Chungcheongnam-do was collected while crops were growing, and pesticide residue monitoring was conducted. The soil sample analysis was conducted by the Gyeongnam Oriental Anti-Aging Institute. It was carried out by applying the QuECHERS EN method, and the dried soil was wetted and extracted with acetonitrile, filtered, and analyzed by LC-MS/MS. As a result of the analysis, 90 pesticides including abamectin were detected, 30 components such as acephate and bitertanol were detected at all 67 points, and metaflumizone showed the highest residual amount at 5.895 mg kg^{-1}.

Keywords: Pesticide residue, Upland Soil, Monitoring
Correspondence: csh0121@korea.kr (041-635-6104)

PC-22

Preliminary Germination Test for Patterns of Heavy Metals Phytoavailability on *Brassica rapa* (Pak Choi) Seedlings

Namhee Yi, Chaw Su Lwin, Mina Lee, Taehee Baek, and Kwon-Rae Kim
Gyeongsang National University, South Korea

Seed germination tests using petri dishes with heavy metals (HMs) contaminated soils are often used as a suitable methodology to assess metal phytoavailability to plant species. The purposes of this study were to evaluate the concentration and dynamics of HMs accumulation in tissues of leafy vegetable (Pak Choi) according to days of after sowing (DAS) and to select appropriated day for sampling to have better management for future research. In this study, the experimental soil contaminated with HMs (43 mg/kg of As, 5.35 mg/kg of Cd, 64.09 mg/kg of Cu, 476.94 mg/kg of Pb and 381.41 mg/kg of Zn) was used. The petri dishes were used and the seeds were germinated under controlled environmental conditions with soil moisture content (30%), 14/10 h of day/night temperature at 22/18°C), and relative humidity 70/50%, respectively. To assess the accumulation patterns of HMs in plant tissues, the seedlings were successively harvested from 5 to 20 DAS. Three times of replication were used. As the results, uptake of HM by young seedlings were superior more than old seedlings. In seedlings, accumulation of As, Cd, Cu, Pb and Zn in plant tissues induced an exponential increase from 5 DAS and reached their maximum point at 8 DAS, after that metals accumulation gradually declined and to the point where the content reached a stable phase at 12 DAS. After 12 DAS, the accumulation patterns of all metals in plant tissues induced fluctuations. Therefore, 12 DAS should be an appropriate day to get sampling for future research in order to assess the phytoavailability of HMs in metal-contaminated soils.

Keywords: heavy metals phytoavailability, accumulation patterns, seed germination, day after sowing (DAS)
Correspondence: kimkr419@gnu.ac.kr

PC-23

Evaluation of Sorption Efficiency of Dolomite, Raw Gypsum, and Bone Meal for Pb Stabilization

Chaw Su Lwin, Mina Lee, Namhee Yi, Taehee Baek, and Kwon-Rae Kim
Gyeongsang National University, South Korea

The application of soil amendments such as organic and inorganic materials have been used as an alternative for remediation of Pb-contaminated soils. For proper management of soil amendments application to contaminated soils, the nature of Pb adsorption processes needs to know. In this study, a series of batch experiments were carried out with soil amendments [dolomite (pH= 6.8), raw gypsum (RG) (pH= 2.4) and bone meal (BM) (pH= 6.93)] for Pb adsorption studies. Experimental data such as the difference between the former and the latter concentration of Pb were used to plot sorption isotherms; Langmuir and Freundlich. Freundlich adsorption isotherms fitted reasonably well and were found to be more suitable than Langmuir isotherm for all soil amendments. The values of correlation coefficient ranged from 0.70 to 0.86. Best adsorbent for Pb sorption from soil amendments were RG and then followed by BM and dolomite. The maximum adsorption percentages of Pb reached more than 99% in RG, 94% in BM and 42% in dolomite, respectively. In addition, sorption efficiency of BM and dolomite decreased as Pb concentration increased, but the sorption efficiency of RG increased as the concentration of Pb increased. Therefore, this study provides that Pb-contaminated soils can be stabilized by raw gypsum.

Keywords: soil amendments, dolomite, raw gypsum, bone metals, Pb stabilization
Correspondence: kimkr419@gnu.ac.kr

PC-24

The Effect of Vermiculites and Compost on Arbuscular Mycorrhizae Spore Multiplication and Plant Growth

A-Rin Kim[1]*, Sang-Eun Lee[2], Adegoke Toluwase Oreoluwa[2], and Hyun-Hwoi Ku[1,2]
김아린*, 이상은, Adegoke Toluwase Oreoluwa, 구현회
[1]School of Applied Science in Natural Resources & Environment, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[2]Climate Change Research Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[1]한경대학교 식물자원조경학부, [2]한경대학교 기후변화연구센터

Mycorrhizae are biotrophic fungi that live in plant roots and form symbiotic associations with most of the families of land plants, thus assisting plant nutrient and water uptake. They are classified into ectomycorrhizal and endomycorrhizal. Arbuscular Mycorrhizae (AM) are the most common types of endomycorrhizal that are widely used as an environment and ecosystem-friendly alternative to conventional agrochemicals for large-scale application. Owing to its ability to increase the uptake of immobile nutrients such as phosphorous (P), zinc (Zn), and copper (Cu), and improve plant growth there is a need to optimize the mass production of its spores using a feasible and cost-effective method. Pot experiment was performed to investigate the effects of different types of compost and vermiculites on AM spore multiplication and plant growth using the hybrid Sorghum bicolor (L.) as the host plant. The experiment consisted of two types of compost (Leaf mold and livestock compost) mixed with vermiculite at three different ratios (4:1(25% compost ratio), 9:1(11% compost ratio), and 19:1(5% compost ratio). The respective compost and vermiculite were thoroughly mixed followed by the addition of 3.2g of commercial AM fungi inoculant before planting the Sorghum bicolor (L.) into the pot. The experiment lasted for four months while plant growth was measured on days 45, 60, 90, and 120. The wet sieving and sucrose density centrifugation method was employed to extract the AM spores at the end of the experiment. Our result showed the highest number of spores in pots receiving vermiculite to leaf mold compost at ratios 19:1 (189), followed by 9:1 (102) and 4: 1(115). Meanwhile, the lowest numbers of spores were recorded in pots where vermiculite and livestock compost were added giving 4, 3, and 14 at ratios 4:1, 9:1, and 19:1 respectively. On the other hand, pots receiving vermiculite to leaf mold compost recorded the highest plant heights giving 89.7cm (25%), 99cm, cm (11%), and 98.3cm (5%) compared to vermiculite to livestock compost which resulted in 86.3cm, 76.3cm, and 81.7cm at the same application ratio, respectively at day 90. Overall, irrespective of the combined ratio, the co-application of vermiculite and leaf mold compost significantly ($P \leq 0.05$) increased plant growth and enhanced AM spore multiplication. The observation of this study, therefore suggests the combination of vermiculite and leaf mold compost as a feasible and cost-effective method for mass production of AMF spores.

Keywords: Arbuscular Mycorrhizae, compost, spore, plant height
Correspondence: seanku@hknu.ac.kr

PC-25

유기물 처리에 따른 벼 재배 논 토양에서의 온실가스 배출 평가

Assessment of Greenhouse Gas Emission by Organic Amendments Management in Rice Paddy Soil

박혜란*, 권효숙, 이선일, 이형석, 이종문, 최은정
Hye-Ran Park*, Hyo-Suk Gwon, Sun-Il Lee, Hyoung-Seok Lee, Jong-Mun Lee, and Eun-Jung Choi
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, NAAS, RDA, Wanju, 55365, Korea

농경지토양에 유기물을 투입하면 토양의 이화학성이 개선되어 지력이 향상되고 작물 재배에 필요한 화학비료를 대체하여 비료 사용량을 절감할 수 있다. 그러나 농경지토양에 유기물을 투입하면 메탄과 아산화질소 같은 온실가스의 배출량이 증가한다는 선행 연구가 있다. 본 연구는 벼 재배 논 토양에 투입된 유기물 종류에 따른 온실가스 배출량 및 배출패턴의 비교를 통해 유기물 투입원별 온실가스 배출을 평가하기 위해 수행되었다. 유리온실에서 와그너포트에 어린모를 정식하여 137일동안 5-8일 간격으로 챔버법을 이용해 메탄 및 아산화질소 배출량을 측정하였다. 유기물 종류는 부숙된 혼합 가축분 퇴비, 부숙이 안 된 볏짚이며 어린모 정식 전 토양에 혼화 처리하였다. 유기물 투입량은 볏짚 표준 시비량을 기준으로 같은 탄소량의 혼합 가축분 퇴비를 처리하여 각각 가축분 퇴비 1652.46kg·$10a^{-1}$와 볏짚 797.13kg·$10a^{-1}$를 처리하였다. 유기물을 처리하지 않은 대조구, 가축분 퇴비 처리구 및 볏짚 처리구 모두 동일한 물관리가 수행되었고, 비료 표준 사용량에 맞는 동량의 비료가 투입되었다. 벼 재배 기간 총 온실가스 배출량은 대조구에서 메탄과 아산화질소 각각 36.55 CH_4 kg·ha^{-1}, 0.49 N_2O kg·ha^{-1} 발생하였다. 가축분 퇴비 처리구에서는 59.34 CH_4 kg·ha^{-1}, 0.76 N_2O kg·ha^{-1}, 볏짚 처리구에서는 923.87 CH_4 kg·ha^{-1}, 0.41 N_2O kg·ha^{-1} 발생하였다. 메탄과 아산화질소 각 배출량을 지구온난화지수(메탄이 25, 아산화질소가 298)로 환산하였을 때, 벼 재배 기간 총 온실가스 발생량은 대조구에서 1,058.8 CO_2-eq., 가축분 퇴비 처리구에서 1,710.1 CO_2-eq., 볏짚 처리구에서 23,220.0 CO_2-eq.였다. 온실가스 배출량이 대조구에 비해 가축분 퇴비 처리구는 61.5% 증가하였으며, 볏짚 처리구는 2,093.0% 증가하였다. 메탄의 배출패턴을 보면, 볏짚 처리구는 토양 담수 후 25일 지난 시점부터 메탄 배출량이 급격하게 증가하였다가 40일부터 감소, 75일 후부터 증가하여 89일에 최고 배출량을 보였다가 이후 차츰 감소하였다. 가축분 퇴비 처리구는 메탄 배출이 시간이 지남에 따라 볏짚 처리구보다 낮은 폭으로 증가하다가 담수 104일에 메탄 배출량 최고치를 보였다. 아산화질소는 모든 처리구에서 비슷한 배출패턴을 보였다. 같은 탄소 투입량에도 불구하고 가축분 퇴비보다 볏짚 처리구에서 온실가스 배출 증가 폭이 큰 이유는 일반적으로 볏짚의 탄질비가 가축분 퇴비보다 높기 때문이다. 본 연구를 통해 2006 IPCC 보고서와 같이 탄질비가 높은 볏짚의 메탄 배출이 가축분 퇴비보다 높은 것을 확인할 수 있었다.

주제어: 온실가스, 메탄, 아산화질소, 유기물
주연구자 연락처: parkhr098@korea.kr (010-4488-4631)

Table 1. CH_4 and N_2O emission under different organic amendments management from rice paddy soil

Organic matter management	CH_4 (kg·ha^{-1})	N_2O (kg·ha^{-1})	Total CO_2-eq. (kg·ha^{-1})
No organic matter	36.55	0.49	1,058.8
Livestock compost	59.34	0.76	1,710.1
Rice straw	923.87	0.41	23,220.0

PC-26

2021년도 우리나라 공업단지 인근 농경지의 중금속 함량 평가

Assessment of Heavy Metal Concentrations in the Agricultural Soils near Industrial Complexes in South Korea in 2021

정하일[1]*, 김혁수[2], 김성철[3], 김기인[4], 김권래[5], 이미나[5], 김명숙[1], 전상호[1], 이태구[1]
Ha-il Jung[1]*, Hyuck-Soo Kim[2], Seong-Chool Kim[3], Ki-In Kim[4], Kwon-Rae Kim[5], Mi-Na Lee[5], Myung-Sook Kim[1], Sangho Jeon[1], and Tae-Gu Lee[1]
[1]농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과, [2]강원대학교, [3]충남대학교, [4]목포대학교, [5]경상국립대학교
[1]Division of Soil and Fertilizer, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea
[2]Kangwon National University, Chunchoon 24341, Republic of Korea
[3]Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea
[4]Mokpo National University, Muan 58554, Republic of Korea
[5]Gyeongsang National University, Jinju 52725, Republic of Korea

2021년도에 조사된 취약농경지(공업단지 인근 농경지) 논 및 밭토양 중금속 모니터링은 정점조사와 실태조사지점으로 두 개로 나누어 조사를 실시하였다. 정점조사는 과거 실태조사에서 높은 중금속함량을 나타낸 강원, 충남, 전남, 경남지역의 공업단지 인근 농경지 토양에 대하여 각도별 100지점을 정점으로 지정하고, 총 400지점(표토: 0~15 cm, 심토: 15~30 cm)을 대상으로 8종 중금속(Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Hg, Cr) 함량을 조사하여 비교·분석하였다. 또한, 실태조사는 경기, 충북, 전북, 경북지역에서 각도별 10개 공업단지 인근 농경지 토양에 대하여 100지점을 지점으로 지정하고, 총 400지점(표토: 0~15 cm)을 대상으로 8종 중금속(Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Hg, Cr) 함량을 조사하여 비교·분석하였다. 토양 중금속 함량은 토양오염공정시험방법에 의거한 전함량 분석법에 따라 조사되었다. 공업단지 인근 농경지 정점조사지점 표토의 중금속 평균함량은 As 13.34, Cd 0.60, Cr 38.0, Cu 25.9, Hg 0.061, Ni 18.9, Pb 20.5, Zn 99.2 mg kg^{-1}으로 중금속 우려기준 이하를 나타냈다. 그렇지만 As 경우, 일부 지점에서 최고함량이 약 570 mg kg^{-1}으로 매우 높은 오염도를 보이는 지점도 존재하였다. 정점조사지점 심토의 중금속함량 또한 표토와 거의 유사한 경향을 나타냈다. 공단인근 농경지 오염도 실태조사 지역인 경기, 충북, 전북, 경북 40개 농공산업단지 인근 농경지에서 400개의 표토 전함량 분석결과, 토양환경보전법의 토양 중금속 우려기준을 초과하는 지점은 없었으며, 중금속 평균함량은 As 4.50, Cd 0.49, Cr 29.8, Cu 18.9, Hg 0.036, Ni 14.6, Pb 16.9, Zn 86.1 mg kg^{-1}으로 중금속 우려기준에 비하여 상당히 낮은 수준을 나타냈다. 공업단지 인근 농경지 정점 및 실태조사지점 토양의 중금속 분포비율은 Hg 성분이 우려기준의 1/20 농도 이하에 대부분 분포하였고, 나머지 중금속은 1/10~1/2 농도 사이에서 높은 분포를 차지하고 있었다. 특히, 일부 정점조사지점에서 토양오염 대책기준을 초과한 것으로 나타났다. 이는 조사된 공업단지 인근 농경지 토양의 시료채취 지점으로부터 반경 3 km 내에 폐광산이 위치하였던 것으로 판단되며, 오염원 파악을 위한 확대 정밀조사가 요구됨과 더불어 주기적인 중금속 오염도를 모니터링할 필요가 있을 것으로 사료된다.

주제어: 농경지, 공업단지, 중금속, 정점조사, 실태조사
주연구자 연락처: hj255@korea.kr (063-238-2442)

PC-27

제주지역 농업용 지하수의 수질 모니터링 및 변동 특성

Monitreing and Characteristics of Water quality of Agricultural under-water in Jeju

양영택*, 고윤정, 이강해, 김유경, 강호준, 송정흡
Young-Taek Yang*, Yoon-Jeong Ko, Kang-Hae Lee, Yu-Kyoung Kim, Ho-Jun Kang, and Jeong-Heub Song
제주특별자치도농업기술원
Jeju Special Self-Governing Province Agricultural Research and Extension Services

산업화 및 도시화로 오염물질 증가, 농업 생산성 증대를 위한 농자재 투입, 집약적 농업 활동, 이상 기상 등 농업용수에 영향을 미치는 농업환경 및 기후 변화에 대응한 사전 예방적 수질관리 대책 마련이 필요한 시점이다. 이에 따라 제주지역 농업용 지하수의 지속적인 수질 모니터링을 통한 변동실태 파악으로 농업환경 보전과 안전 농산물 생산을 위하여 주기적으로 수질 변동조사를 실시하고 있다. 제주 전역을 대상으로 농업용 지하수 40지점을 선정하여 매년 4월과 7월에 샘플링한 다음 pH, NO_3-N 등 법적 기준 6항목 및 EC, Na 등 기타 8항목을 수질 오염 공정시험 방법(환경부)과 농업용수 수질분석 실무 매뉴얼(농촌진흥청)에 준하여 모니터링 시료를 분석하였다. 2010~2022년까지 주요 수질 항목을 모니터링한 결과, 최근 10년간 연차별 수질 변동실태는 적은 것으로 평가되었으며, 조사지점 간에는 수질 함량이 다르게 나타나는 특성을 보였다. 권역별 수질특성에서는 동부와 서부지역이 다른 지역 보다 수질 함량이 높은 것으로 조사되었다. 특히, 서부지역에서 NO_3-N와 K 함량이 다른 권역보다 높아, 화학비료 사용량 저감 등 수질관리 방안 마련이 필요하였다. 영농형태별 수질 함량은 시설 재배지 보다 밭 지대가 높은 경향을 나타내었으며, NO_3-N, Cl^-, Na 등은 조사지점에 따라 변동폭이 매우 컸다. 중금속 성분인 Cd, As, Pb는 불검출되거나 함유량이 낮아 지하수 수질 관리기준(지하수법 13조)에 적합하였다.

주제어: 농업용수, 지하수, 수질변동
주연구자 연락처: yyt1218@korea.kr (010-3119-5605)

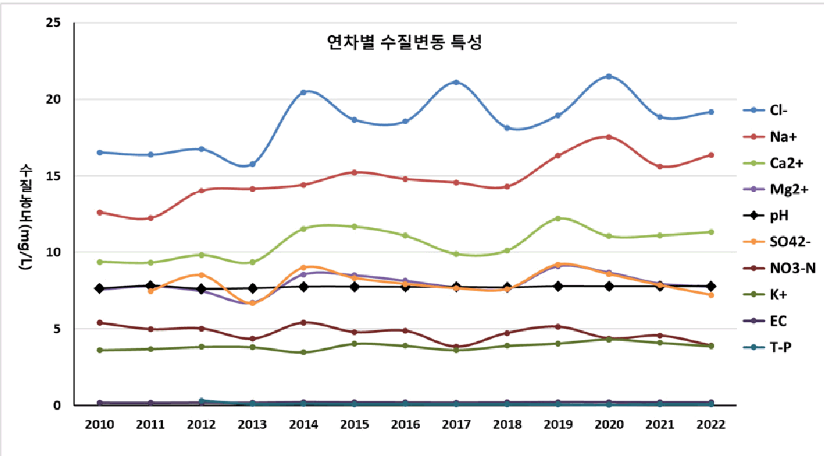


그림 1. 제주지역 농업지대 농업용 지하수의 연차별 수질변동 특성(40지점, 연평균).

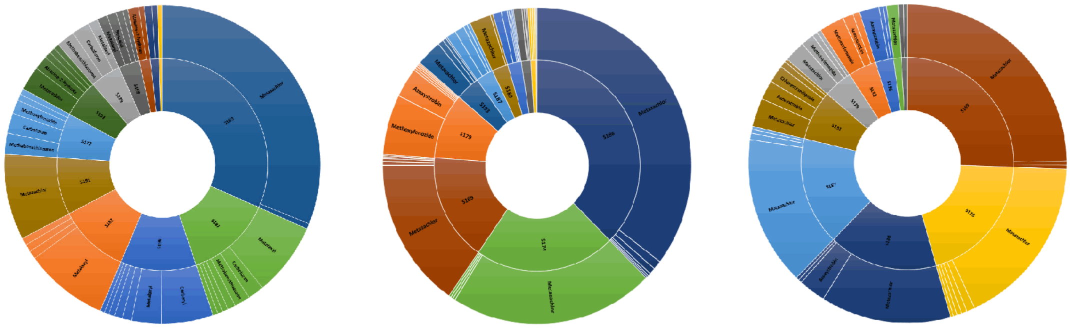
PC-28

Monitoring of Organic Pollutants in Water for Agricultural Use of Jeollabuk-do

Hyojin Kim[1]*, Mijeong Um, Doyoung Ko, Nayoung Park, Suyeon Jang, Sunkang Yoon, Minsil An, and Hyosub Lee[2]
김효진[1]*, 엄미정, 고도영, 박나영, 장수연, 윤순강, 안민실, 이효섭[2]
[1]Agricultural Environment Division, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, 54591, Korea
[2]Residual Agrochemical Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, 55365, Korea
[1]전라북도농업기술원 농업환경과, [2]국립농업과학원 잔류화학평가과

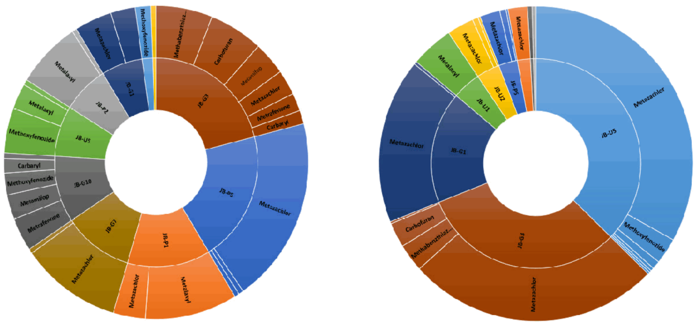
Clean water management is a concern of all countries, and although water resources are well managed in Korea, there are concerns about pesticide contamination in agricultural water around agricultural land as the use of pesticides increases. In particular, more than 50% of agricultural land is paddy field, and most paddy fields are cultivated with fresh water, so they are vulnerable to pesticide contamination of surface water. In addition, environmental pesticide residues may be exposed to other receptors and cause secondary pollution in underground water and stream water. Therefore, this study was conducted to prepare a pesticide safety management plan through a variation survey for the safety management of organic pollutants in agricultural water in Korea. The survey subjects were selected from 12 points of stream water and 11 points of underground water in Jeollabuk-do. Samples were collected for stream water in April, July, and October, and for underground water in April and July, respectively. The test pesticide MRM and RT were set for the analysis of organic pollutants, and the LOD and LOQ of the analyzer were calculated. In addition, a standard calibration curve was prepared to establish the recovery rate for the analysis of organic pollutants and to confirm the quantity of pesticides. As a result of the analysis, in the case of river water, 13 kinds of organic pollutants in 12 points in April, 11 kinds in 11 points in July, 9 kinds in 10 points in October, and underground water 16 kinds in 10 points in April, 14 kinds in 9 points of organic pollutants each was detected. On average, 3 or more organic pollutants were detected at each point, and up to 7 types were detected at many points. The point where organic pollutants are detected the most is in the case of stream water: Gochang and Jinan in April with 7 species, Imsil with 7 species in July, Jeongeup with 6 species in October, and underground water: 6 species in Gimje in April and Jangsu in July. The organic pollutants detected at the most points were Chlorantraniliprole at 25 points (accumulated in April, July, and October) in stream water and Metazachlor at 11 points (accumulated in April and July) in underground water. The organic pollutant with the highest detection concentration was Metazachlor in both stream water and underground water, which was the highest in July. The maximum values were 2.71 and 1.68 mg/kg, respectively, which were 4-5 times higher than the average detection concentrations of 0.53 and 0.46 mg/kg. Through this study, it is judged that it can be utilized in the development of an exposure estimation model and risk assessment index that can be applied to the agricultural environment.

Keywords: Water for agricultural use, Organic Pollutants, Monitoring
Correspondence: hyojin1018@korea.kr (063-290-6192)



[April] [July] [October]

Fig. 1. Changes in stream water organic pollutants.



[April] [July]

Fig. 2. Changes in underground water organic pollutants.

PC-29

페낙엽 포트 분해 및 토양 환경 영향: 예비결과

Decomposition of a Leaf Litter Material Pot and Soil Environmental Impact: A Preliminary Result

윤태경*, 강은서, 김형우, 원채윤, 한예원, 박종배[1]
Tae Kyung Yoon*, Eunseo Kang, Hyeong Woo Kim, Chae Youn Won, Yewon Han, and Jongbae Park[1]
상지대학교, [1]플라워럼프
Sangji University, Wonju, 26339, Korea
[1]Flowerlump, Wongju, 26339, Korea

공원, 가로수 등 도시녹지 공간에 생육하는 수목은 도시 경관 및 대기질 정화 등 다양한 생태계서비스를 제공한다. 그러나 자연 식생과는 달리 도시녹지 공간의 관리 특성상 수목에서 발생한 낙엽은 토양 생태계로 유입되지 못하고 일괄적으로 수거되며, 대다수는 자원으로 활용되지 못하고 폐기물로 소각 혹은 매립되고 있다. 폐낙엽을 수거해 생분해성 포트를 생산한다면 (1) 폐낙엽 폐기 과정에서의 탄소 발생 감소, (2) 플라스틱 소재 포트 대체 효과, (3) 자원 재활용 등의 효과를 기대할 수 있다. 따라서 본 실험은 폐낙엽 소재의 원예 포트를 개발하고, 이를 화분에 투입하였을 때 생분해성 및 토양 환경에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 폐낙엽 포트는 해당 지역에서 낙엽을 수급한 후 세척, 분쇄, 전분 혼합, 성형, 건조 등의 공정을 거쳐 제작하였다. 기존의 상용화된 생분해성 포트와 비교하여 폐낙엽 포트의 효과를 확인하고자 지피(Jiffy) 포트 및 야자(coco-coir) 포트를 대조군으로 설정하였다(RQ1; Fig. 1). 또한 폐낙엽 포트는 포트 두께에 차이를 두어서 포트 두께의 효과를 확인하고자 하였으며(RQ2), 원예 환경에서 식물 뿌리가 포트 분해에 미치는 영향을 확인하기 위해 홍콩야자를 식재한 화분과 그렇지 않은 화분을 같이 배양하였다(RQ3; Fig. 1). 소형 토분에 생분해성 포트와 상토를 투입하고 90일간 온실에서 배양하였다. 배양 시작 후 45일이 경과한 시점에 간이 IRGA로 확인한 폐낙엽 포트의 토양 CO_2 발생량은 야자 포트의 1.5~2배 정도 수준으로 뛰어난 분해 속도를 확인하였다(Fig. 2). 배양 종료 후 낙엽 포트 분해율, 낙엽 포트 탄소·질소 농도, 토양 탄소·질소, 토양 미생물 활성도 등을 측정하여, 폐낙엽 포트의 생분해성과 토양 환경의 변화를 분석할 계획이다.

주제어: 폐낙엽, 토양호흡, 낙엽분해, 지피포트, 야자포트
주연구자 연락처: tkyoon@sangji.ac.kr (010-4601-3732)

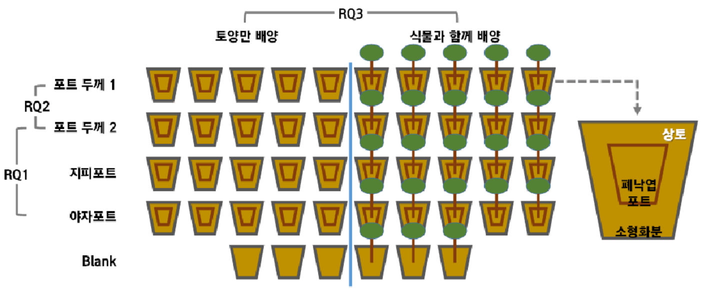


Fig. 1. 가설 및 실험설계 모식도.

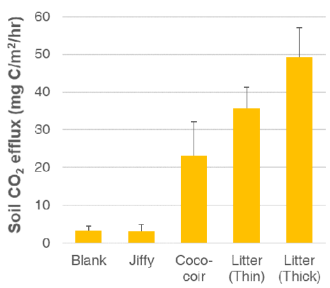


Fig. 2. 포트 별 토양 CO_2 발생량.

PC-30

동물성과 식물성 바이오매스의 혼합 비율별 열분해에 따른 바이오차의 특성 변화

Characteristic Change due to Co-Pyrolysis by Mixing Ratio of Animal and Plant Biomass

노준석*, 김신실, 이재훈, 이수림, 박종환[1], 서동철
Jun-Suk Rho*, Sin-Sil Kim, Jea-Hoon Lee, Su-Lim Lee, Jong-Hwan Park[1], and Dong-Cheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21), [1]동아대학교 생명자원산업학과
Division of Applied Life Science (BK21 & Institute of Agriculture and Life Science),
Gyeongsang National University, Jinju, 52828, South Korea
[1]Department of Life Resources Industry, Dong-A University, Busan, 49315, South Korea

렌더링 공법은 폐사 가축의 효율적인 처리 공법으로 국내에서 활용되고 있으나 공정 과정에서 연간 9만 톤 이상의 고형부산물이 배출되는 문제가 있다. 렌더링 과정에서 발생하는 고형부산물은 무기양분의 함량이 높아 활용 가능한 자원임에도 대부분이 폐기되고 있다. 이에 본 연구에서는 렌더링 고형부산물(RS, rendering solid by-product)을 biochar로 제조하여 비료로 재활용하기 위해 열분해 시 나타나는 물리적인 문제점을 개선하고자 목질계 바이오매스와 상호열분해(co-pyrolysis)하였고 그로 인해 나타나는 특성 변화를 조사하였다. RS의 비율(w/w %)이 100, 75, 50, 25 및 0%(BC_{100}, BC_{75}, BC_{50}, BC_{25} 및 BC_0)가 되도록 톱밥과 혼합한 후 350°C에서 2시간 동안 질소조건 하에서 열분해하였다. 열분해 된 시료는 이화학적 특성, Brunauer, Emmett, Teller(BET), SEM-EDS, XPS 및 TGA를 이용하여 분석하였다. SEM-EDS를 통해 때 톱밥에 RS가 흡수된 형태의 biochar가 제조되는 것을 확인하였다. Biochar의 BET 비표면적은 BC_{50}일때 가장 크고 이후 BC_{75}, BC_{25}, BC_0, BC_{100}순이었으며 혼합 biochar의 비표면적이 단일시료 biochar보다 크게 조사되었다. XPS 분석 결과 BC_0 및 BC_{25}에서는 polyaniline과 pyridinic-N peak이, BC_{50}와 BC_{75}에서는 $-NO_2$와 $-C{\equiv}N$ peak이 조사되었으며 특이적으로 BC_{50}에서는 407.1 eV에서의 $-O-NO_2$ peak이 추가로 조사되었다. TGA결과 공통적으로 476~491°C에서 큰 DTG 수치를 보였는데 이때 BC_{50}에서 가장 낮은 수치가 조사되었다. 이는 BC_{50}이 상대적으로 안정되어 있는 것으로 상호열분해에 의해 biochar의 안정성이 유도된 것으로 판단된다. 이상의 결과를 통해 혼합 비율이 50%였을 때 가장 효과적이였으며 목질계 바이오매스와의 상호열분해는 RS biochar의 물성을 개선하고 biochar의 안정성을 향상시키는 것으로 판단된다.

주제어: 렌더링 고형부산물, XPS, Biochar, co-pyrolysis
주연구자 연락처: dcseo@gnu.ac.kr (055-772-1963)

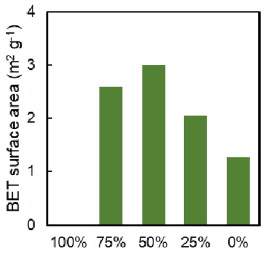


Fig. 1. The BET surface area of biochar.

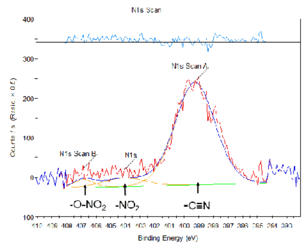


Fig. 2. The XPS N_{1s} spectrum of BC_{50}.

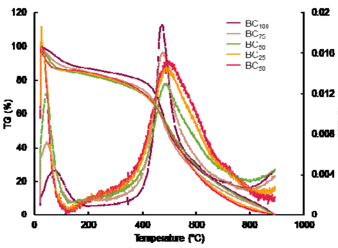


Fig. 3. The TGA spectrum of biochar.

PC-31

계사에서 피트모스, 바이오차 혼합 깔짚이 악취 저감에 미치는 영향

Effect of Livestock Litter Mixed with Peat Moss and Biochar on Odor Reduction in Poultry Barn

이재훈*, 이수림, 최아영, 박유진, 박종환[1], 서동철
Jae-Hoon Lee*, Su-Lim Lee, Ah-Young Choi, Yu-Jin Park, Jong-Hwan Park[1], and Dong-Cheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21&농업생명과학연구원), [1]동아대학교 생명자원산업학과
Division of Applied Life Science (BK21&Institute of Agriculture and Life Science), Gyeongsang National University Jinju, 52828, South Korea
[1]Department of Life Resources Industry, Dong-A University, Busan, 49315, South Korea

국내 가축 사육두수 증가에 따라 가축분뇨 발생량이 매년 증가하는 경향을 보이고 있으며, 그중 계분의 발생 비율은 15.3%를 차지하고 있다. 또한 악취로 인한 주민들의 민원 건수가 매년 증가하고 있으며, 계사에서 주로 사용하던 왕겨 깔짚에 대한 문제들이 제기되면서 대체 깔짚이 필요한 실정이다. 따라서 왕겨, 피트모스, 바이오차 및 피트모스-바이오차 혼합 소재에 대한 계사의 악취 저감에 미치는 영향을 평가하였다. 깔짚은 왕겨, 피트모스 및 바이오차의 단독 처리구와 피트모스:바이오차=8:2(PM:BC(8:2)) 비로 혼합한 혼합 처리구를 두고 실험을 수행하였다. 악취는 환경부령으로 고시된 지정악취물질 22종을 분석하였으며, 사람이 악취를 인지하는 기여도를 고려한 Odor Unit으로 환산된 값을 사용하여 악취를 평가하였다. 악취 채취를 위하여 밀폐가 가능한 용기에 깔짚을 5cm 높이로 담고 용기 면적 대비 계분뇨 일일 배출량을 산정하여 매일 계분뇨를 투입하며 악취를 모니터링하였다. 악취는 계분뇨 투입 4, 12, 17, 24, 28, 36, 40일 차에 포집하여 분석하였다. 초기 4일 차부터 17일 차까지 왕겨를 깔짚으로 사용한 처리구에서 다른 처리구 보다 월등히 많은 악취가 발생되었다. 반면에 피트모스와 바이오차를 혼합한 처리구는 왕겨, 피트모스, 바이오차 단일 처리보다 악취 발생량이 크게 감소되었다. 왕겨 처리구의 누적 악취 발생량 대비 피트모스, 바이오차 및 PM:BC(8:2) 처리구의 악취 저감 효율은 각각 74, 90, 96%이었으며, 피트모스와 바이오차의 혼합 처리는 계사의 악취 저감에 가장 효율적이었다.

주제어: 지정악취물질, 계사, 계분뇨, 악취, 악취 저감
주연구자 연락처: dcseo@gnu.ac.kr (+82-55-772-1963)

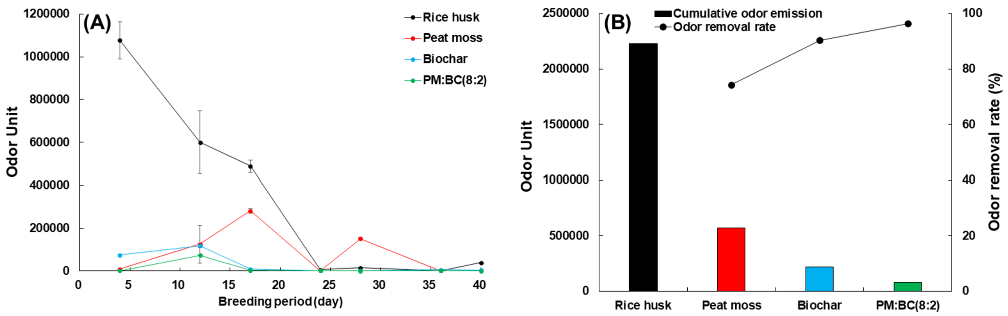


Fig. (A)깔짚 소재별 사육 기간에 따른 총 악취발생량, (B) 깔짚 소재별 누적 악취발생량 및 왕겨 대비 피트모스 및 바이오차 단일 및 혼합 깔짚의 악취 저감 효율.

PC-32

Impact of different organic fertilizers on soil organic matter, nutrients and global warming potential of a corn (*Zea mays* L.) cropping system in South Korea

Mavis B. Brempong[1,2], Sang Min Lee[2], Cho Rong Lee[2], Hyun Young Hwang[2], and Nan Hee An[2]*
[1]CSIR- Crops Research Institute; Legumes and Oil Seeds Division; P.O. Box 3785; Fumesua-Kumasi, Ghana
[2]Organic Agriculture Division, National institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju, Korea

This study was conducted to promote organic fertilizer(s) that sustains soil productivity for corn production and protects the environment; in conformity to the 'Act on promotion of environment-friendly agriculture' enacted by the Korean government.

The experiment was conducted at the research station of the Organic Agriculture Division of RDA - National Institute of Agricultural Sciences, Wanju-gun, Jeonju, Korea, from May to August 2022.

Compost (Com), fermented organic fertilizer (FOF) and mixed expeller pressed cake (PC) and two checks [urea (MF), no fertilizer control (NoF)] were applied at 174 kg N /ha to field corn in Randomized Complete Block Design.

Compost increased soil carbon (C), nitrogen (N) and organic matter (SOM) to 7.48, 0.76 and 12.89 g/kg respectively, while other fertilizers maintained the initial levels (before treatment application) of soil C (g/kg), N (0.56 g/kg) and SOM (9.98 g/kg) at eight weeks after planting (WAP) corn. At corn harvest (13 WAP), soil properties (SOM, total C, total N, pH, electrical conductivity (EC), P_2O_5, Ca, K and Mg) were similar among all fertilizer treatments. Compost affected the highest global warming potential (GWP) of 592 Mg CO_2 eq./ha and between 67-84% above other fertilizers, because it influenced the highest cumulative CO_2 emission (16 kg/m^2) during the corn growing period, which was 71-85% more than other fertilizers. All fertilizer treatments affected statistically similar amounts of cumulative CH_4 (0.01-2.9 g/m^2) and cumulative N_2O (0.6-2.9 g/m^2) fluxes which were marginal compared to CO_2 fluxes.

Lower GWP affected by FOF and PC, coupled with their abilities to affect similar amounts of SOM indices, nutrient concentrations, pH and EC as compost and MF within 13 weeks, makes them better organic fertilizer candidates to sustain soil productivity while protecting the environment. However, since FOF is easily locally available than the imported PC, FOF is recommended for farmers and other stakeholders.

Keywords: organic fertilizers, soil carbon, nitrogen, greenhouse gas emission, global warming potential
Correspondence: nanhee79@korea.kr

Acknowledgement: This project was supported by Korean Africa Agriculture Cooperation Initiative (KAF ACI) and the Organic Agriculture Division of the RDA- National Institute of Agricultural Science under the project number PJ015990012022.

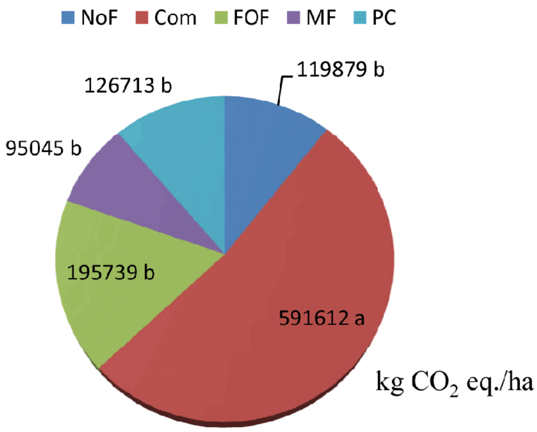


Fig. 1. Proportions of GWP influenced by no fertilizer, compost, fermented organic fertilizer, mixed expeller pressed cake and mineral fertilizer within the three months growth period of corn. Different lower case letters in parenthesis show differences in treatment means.

PC-33

도로 분진이 도시텃밭 중금속 오염부하에 미치는 영향

Influence of Road Dust on Heavy Metal Load in an Urban Garden

이미나*, Chaw su Lwin, 이남희, 김권래
Mina Lee*, Chaw su Lwin, Namhee Yi, and Kwon-rae Kim
경상남도 진주시 동진로 33 경상국립대학교 칠암캠퍼스 스마트농산업학과
Department of Smart Agro-Industry, Gyeongsang National University

우리나라는 정부 차원에서 도시 농업을 장려하면서 도시 텃밭에서 농작물 재배가 활발하게 이루어지고 있다. 도시에서 자라는 농작물은 각종 오염물질에 쉽게 노출되며, 특히 도로에서 발생하는 분진은 주변 텃밭으로 유입되기 쉽다. 도로 분진에는 자동차 내연기관, 휠, 타이어 등에서 유래한 중금속이 함유되어 있어 텃밭 농작물을 이용하는 사람들의 건강을 위협할 수 있으므로 이에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 경남 진주시에서 도로 분진, 도시텃밭 토양 및 농작물을 채취하여 도로 분진이 도시 텃밭 중금속 오염부하에 미치는 영향을 분석하였다. 진주시에 분포하는 도시 텃밭 중 19개를 선정하여 표토(0-20 cm), 심토(20-40 cm), 토양이 묻어있지 않은 농작물 윗부분의 잎을 채취하여 As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn 농도를 분석하였다. 농작물의 잎은 세척과 미세척 상태로 나누어 결과를 비교하였다. 도로 분진은 8차선 도로에서 도로변 배수구 입구에 쌓여있는 상태로 채취하여 분석에 이용하였다. 분석 결과, 1개 도시 텃밭에서 표토의 Zn 농도가 409.7 mg kg^{-1}로 토양환경보전법 Zn 우려기준인 300 mg kg^{-1}를 초과하는 것으로 나타났다. 또한, 전체 도시 텃밭의 Cd, Cu, Ni, Pb, Zn의 평균 농도가 표토와 심토에서 모두 우리나라 농경지 중금속 배경농도보다 높은 것으로 나타나 중금속 오염부하가 있음을 보여주었다. 이 중 Cu와 Zn이 모두 배경농도의 2.3배로 배경농도와 가장 큰 차이를 보였다. 도시 텃밭 농작물은 미세척의 경우가 세척한 경우보다 모든 중금속 농도가 더 높게 나타났으며 가장 높은 차이를 보인 두 중금속은 Cr과 Pb (각각 1.7, 1.2 mg kg^{-1})이었다. 이는 공기 중 오염물질이 강하하면서 식물체 표면에 쌓여있었다는 것을 의미하는 것으로, 오염물질이 대기강하물의 형태로 토양으로 유입될 수 있음을 보여준다. 텃밭 토양의 표토와 심토 평균 농도를 비교했을 때 Cu, Pb, Zn은 표토에서 각각 3.8, 3.7, 35.2 mg kg^{-1} 더 높은 농도를 보였다. 또한, 도로 분진에서는 Cu와 Zn 농도가 201, 2482 mg kg^{-1}로 토양환경보전법 우려기준인 150, 300 mg kg^{-1}를 훨씬 초과하는 것으로 나타났다. 그러므로 이는 표토의 Cu, Zn 농도가 심토보다 더 높은 것이 도로 분진의 유입 때문일 수 있음을 의미한다. 그러므로 본 연구 결과는 도로에서 발생하는 분진이 대기강하물의 형태로 도시 텃밭으로 유입되어 토양의 Cu 및 Zn 오염부하를 일으키는 원인일 수 있음을 시사한다.

주제어: 중금속, 토양 오염, 도시 텃밭, 도로 분진
주연구자 연락처: amaruld@naver.com (010-9503-8624)

PC-34

무기태질소 시용에 따른 벼 재배 논에서의 메탄 및 아산화질소 배출량 평가

Assessment of Methane and Nitrous Oxide Emissions from Rice Paddy Fields as Affected by Inorganic Nitrogen Fertilizers

최은정*, 이선일, 권효숙, 이형석, 박혜란, 이종문
Eunjung Choi*, Sunil Lee, Hyosuk Gwon, Hyoungseok Lee, Hyeran Park, and Jongmun Lee
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

무기태질소 비료는 쌀 수량 증대를 위해 과거부터 꾸준히 사용되고 있지만, 시용 수준에 따른 정확한 온실 가스 배출량 평가는 미흡한 수준이다. 특히 벼 재배 논에서 주로 발생하는 메탄가스에 관해서는 국내외적으로 많은 선행연구가 수행되었으나, 아산화질소 배출에 관한 연구는 상대적으로 매우 적은 상황인데, 정확한 온실가스 배출량 제시를 위해서는 메탄뿐만 아니라 아산화질소도 고려되어야 한다. 따라서 본 연구에 서는 챔버법을 이용하여 무기태질소 비료 처리 수준에 따른 메탄 및 아산화질소 배출량을 평가하고자 하였다. 전북 완주군에 위치한 논에서 2021년 11월부터 2022년 9월까지 아산화질소를 동절기(11월~3월)에는 격 주로 1회, 하절기(4월~9월)에는 주 1~2회 측정하였고 메탄은 벼를 이앙한 2022년 5월 27일부터 주 1~2회 측정하였다. 처리구는 농촌진흥청 작물별 비료사용처방에 준하여 무비(N 0kg/ha), 표준시비(N 90kg/ha), 1.5배 시비(N 135 kg/ha), 2배 시비(N 180kg/ha)로 설정하였다. 측정결과 모든 처리구에서 메탄 발생은 생육 초기 부터 서서히 증가하다 중간낙수 기간 중에는 감소하였으며, 이후 물대기를 시작하자 증가하는 추세를 나타냈다. 비 재배기간 중 아산화질소는 지온 및 토양 내 수분 포화도(WFPS; Water Filled Pore Space)가 상승하는 시점에 배출량이 급격히 증가하였다. 또한 재배기간 중에는 중간낙수 기간에 모든 처리구의 아산화질소 배출량이 증가하는 양상을 나타냈다. 그러나 메탄 및 아산화질소 누적 배출량은 비료시비량과 정의 상관관계를 나타내지 않았다. 그러나 정확한 배출량 판단을 위해서는 벼를 수확한 후까지의 측정결과가 추가되어 야 할 것으로 판단된다.

주제어: 벼논, 메탄, 아산화질소, 무기태질소 비료
주연구자 연락처: choiej1@korea.kr (010-9964-2433)

사사: 이 연구는 “농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01485301)” 지원으로 수행되었습니다.

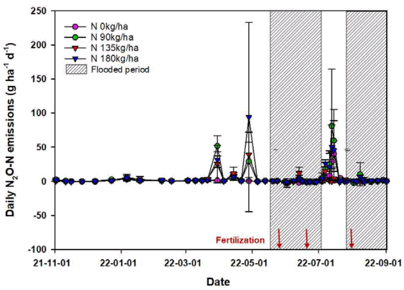


Fig. Changes of daily nitrous oxide emissions from rice paddy fields applied on inorganic nitrogen fertilizers.

PC-35

Temperature Response of Ammonia Emission from Manure Compost and Urea Amended Sandy Loam Soil

Adegoke Toluwase Oreoluwa[1]*, Tae Il Moon[2], and Hyun-Hwoi Ku[1,2]
[1]Climate Change Research Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[2]School of Applied Science in Natural Resources & Environment, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

Soil temperature and its interaction with agricultural management such as N application rates and methods are of great importance to ammonia volatilization mitigation. The dynamic chamber method was employed to measure ammonia volatilization from sandy loam soil amended with manure compost (5,000 kg ha^{-1}: CU0) and urea at different N application rates (0, 100, 200, and 400 kg N ha^{-1}: UC1, UC2, and UC3, respectively). The experiment consisted of 4 treatments and 3 replications in a complete randomized design and incubated at 15, 25, and 35°C for 28 days. Ammonia gas was sampled daily for the first 5 days and subsequently every week till 28 days after treatment application. The gas trapped in 0.05mol/L H_2SO_4 at each sampling time was analyzed on a UV- spectrophotometer using the nesslerization method. Our result showed a rapid ammonia emission at the early stage of the experiment in all treatments. An equilibrium decrease that tends toward zero at the end of the incubation was thereafter observed. Active ammonia emission occurred between days 1 and 7 in all the treatments irrespective of the incubating temperature. However, ammonia emission continued till days 14 and 21 in UC3 at 35 and 15°C respectively. The cumulative ammonia emission ranges between 3.4 - 51.3, 2.4 - 114.3, and 8 - 158 kg N ha^{-1} in soils incubated at 15, 25, and 35°C respectively, on day 28. Ammonia emission was lowest in soils treated with compost alone followed by compost and urea at 100 and 200 kg N ha^{-1}, respectively. The linear regression analysis showed strong and positive relationships between N application rates and ammonia volatilization, giving R^2 values of 0.9985, 0.9929, and 0.936 for T15, T25, and T35, respectively. This result implies that ammonia volatilization increases with increase in N application rate. Irrespective of the incubating temperature, CU1, and CU2 conserved more NH_4^+compared to other treatments and less NO_3^- compared to CU3 on day 28. Our result demonstrated that the N application rate significantly influences ammonia emission however, the magnitude of emission depends on the soil temperature and its effect on soil microorganisms. Overall high temperature and N application rate resulted in high ammonia volatilization. To minimize rapid urea hydrolysis and enhance NH_4^+ in the soil, balance application of manure compost and urea at a temperature range between 15 and 25°C is therefore recommended.

Keywords: Ammonia emission, N- rates, Compost, Urea, Temperature
Correspondence: seanku@hknu.ac.kr

Acknowledgement: This work was supported by Rural Development Administration (Project No. PJ01420 6022021).

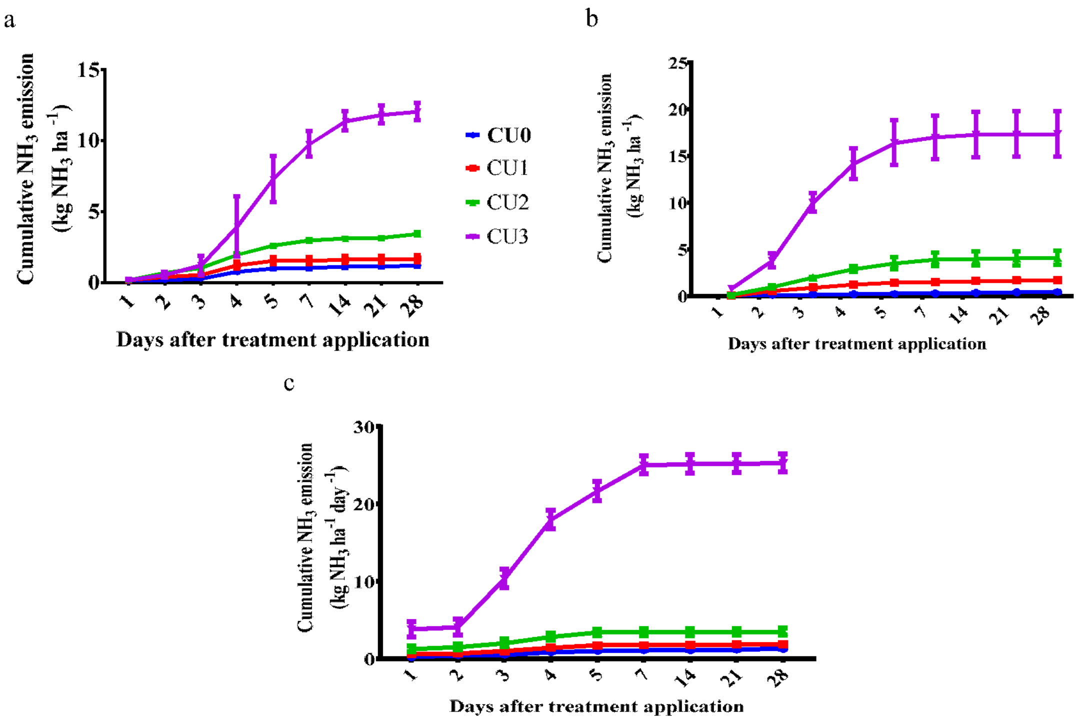


Fig. 1. Cumulative ammonia emission after compost (CU0: compost alone), compost and urea (at 100, 200 and 400 kg N ha^{-1}: CU1, CU2 and CU3, respectively) application on sandy loam soil and incubated at 15°C (a), 25°C (b) and 35°C (c) for 28 days. Vertical lines represent the standard deviation among the means (n= 3).

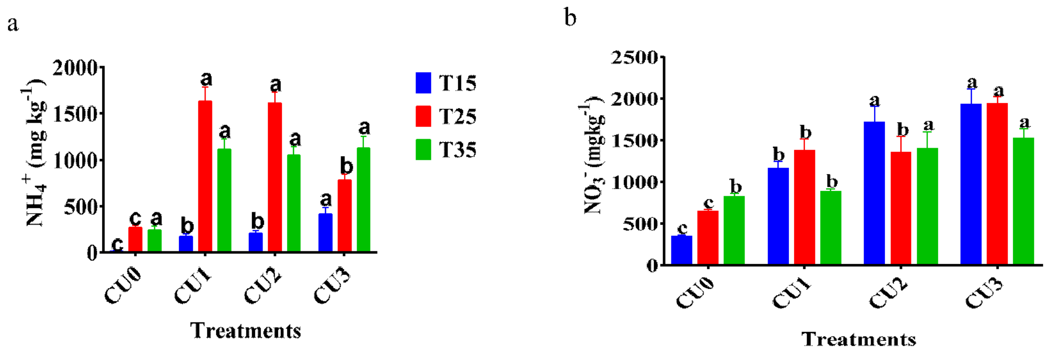


Fig. 2. NH_4^+ and NO_3^- concentrations following the addition of (CU0: compost alone), compost and urea (at 100, 200 and 400 kg N ha^{-1}:CU1, CU2 and CU3, respectively) to sandy loam soil and incubated at 15°C: T15 (a), 25°C: T25 (b) and 35°C: T35 (c) for 28 days. Bars with different letters are significantly different (P ≤ 0.05).

PC-36

온실가스 감축 복합기술 적용에 따른 벼 논에서의 온실가스 배출 저감 효과

Effect of Reducing GHG Emissions in Paddy by Applying Complex Technology

장은빈[1]*, 이종문, 최은정, 권효숙, 이형석, 박혜란, 정현철[2], 오택근[1], 이선일
Eun-Bin Jang[1]*, Jong-Mun Lee, Eun-Jung Choi, Hyo-Suk Gwon, Hyoung-Seok Lee, Hyun-cheol Jung[2], Taek-Keun Oh[1], and Sun-Il Lee
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과, [1]충남대학교, [2]농촌진흥청 기획조정관실
National Institute of Agriculture Science RDA, Wanju, 55365, Korea
[1]Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea
[2]Planning and Coordination Bureau RDA, Jeonju, 54875, Korea

벼 재배기 동안 논토양은 혐기적인 상태가 되어 토양내 유기물은 분해 과정을 거쳐 CH_4이 배출된다. 중간물떼기 등의 논물관리를 통해 유기물의 혐기분해를 감소시켜 CH_4배출을 감축시킬 수 있다. N_2O는 질소질비료 투입 시 질소순환 과정에 의해 발생하는데 완효성 비료를 활용 시 화학비료 시용량을 줄여 N_2O 배출을 감축할 수 있다. 따라서 본 연구는 양분과 물관리 기술을 복합 적용하여 온실가스 저감 효과를 분석하였다. 연구 포장의 토성은 미사질양토로, 2021년 5월 22일 이앙 후, 6월 22일에 중간물떼기를 하였으며 수확을 위해 9월 7일부터 완전물떼기를 하였다. 처리구는 ①중간물떼기 10일, 관행 방식으로 비료를 투입한 대조구(Control), ②중간물떼기 20일, 관행 방식으로 비료를 투입한 단일기술 처리구(water management), ③중간물떼기 20일, 완효성 비료를 투입한 복합기술 처리구(water management + Slow-Release Fertilizer)를 설치하였다. 벼 재배 기간 동안 CH_4 누적 배출량은 ①번 대조구 처리구에 비해 단일기술 처리구는 57.4%, 복합기술 처리구는 21.6%로 저감 되었고, N_2O 누적 배출량은 ①번 대조구 처리구에 비해 단일기술 처리구는 55.1%, 복합기술 처리구는 95.1%로 저감되었다. GWP 환산 온실가스 누적 배출량은 대조구 처리에 비해 단일기술 처리구는 57.4%, 복합기술 처리구는 23.1% 저감하는 것을 보였다. 다만 자연에서 배출되는 온실가스는 기상 등 여러 요인의 영향을 크게 받기에 향후 동일 조건에서 2년간 추가적인 연구를 수행하여, 종합적인 평가를 추진할 계획이다.

주제어: 양분 관리, 온실가스, 중간물떼기
주연구자 연락처: dmqls3192@naver.com (010-3687-3192)

사사: 본 연구는 “농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(PJ01559201)”의 지원에 의해 이루어졌습니다.

Table. Greenhouse gases emission during rice cultivation period

처리	N_2O (t CO_2eq / ha)	CH_4 (t CO_2eq / ha)
대조구	0.11	5.31
단일기술	0.05	2.26
복합기술	0.01	4.16

PC-37

토양 종류별 왕겨 바이오차 및 바이오차 팰렛 투입이 토양 탄소 무기화에 미치는 영향

Soil Carbon Mineralization in Different Soils Cooperated with Rice Hull and Pellet Biochars

박도균*, 이종문[1], 최은정[1], 권효숙[1], 이형석[1], 박혜란[1], 오택근, 이선일[1]
Do-Gyun Park*, Jong-Mun Lee[1], Eun-Jung Choi[1], Hyo-Suk Gwon[1], Hyoung-Seok Lee[1], Hye-Ran Park[1], Taek-Keun Oh, and Sun-Il Lee[1]
충남대학교 농화학과, [1]국립농업과학원 기후변화평가과
Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences RDA, Wanju, 55365, Korea

바이오차는 바이오매스가 고온(300~700°C)에서 산소가 제한된 환경에서 열분해 과정을 거쳐 얻어지는 탄소 함량이 높은 생성물이다. 우리나라 농경지의 경우 논에서 밭으로 개간되거나 간척으로 인한 갯벌이 논으로 개간되고, 산림에서 밭이나 시설재배지로 개간되는 경우가 발생한다. 그러므로 농경지 전환으로 인한 농경지별 바이오차 적용 효과가 상이할 것으로 판단된다. 그러나 국내에서 농경지 유형별 바이오차 종류와 투입 수준에 따른 토양 탄소저장 연구는 여전히 미흡한 상황이다. 이에 본 연구는 농경지 토양별 바이오차 종류와 투입 수준에 따른 토양 탄소저장과 무기화되어 배출되는 이산화탄소(CO_2) 배출량을 정량적으로 평가하였다. 본 연구에 사용한 재료는 왕겨, 펠렛 (나무숯30%+가공계분50%+왕겨숯10%)을 수거, 건조 등 전처리 과정을 거친 후 상향 통풍형 열분해 방식(TLUD : Top Lit Up Draft)으로 약 500°C에서 제조하였으며 농경지별 토양으로는 노지 밭 토양, 시설재배지 토양, 개간지 토양, 간척지 토양을 사용하였다. Kinetic 모델 적용 결과 토양에 투입된 탄소 무기화는 바이오차를 투입하지 0 ton에서 5, 10, 20 ton까지 투입한 결과 토양 종류별 2.2%~48.2% 비율로 탄소원이 무기화 되어 이산화탄소로 배출되었다. 개간지 토양에서 3.1~10.4%로 가장 높았고, 간척지 토양에서 2.2~7.4%로 가장 낮았다. 이는 토양 내 탄소 함량이 높은 토양에서 유기물의 분해가 상대적으로 높아 배출되는 CO_2는 탄소 함량에 비례하여 증가하는 것으로 판단된다. 바이오차를 투입한 토양에서 탄소 함량이 증가함에도 상대적으로 무기화되는 비율은 낮아졌다.

주제어: 바이오차, 이산화탄소, 탄소 무기화, 토양 종류
주연구자 연락처: sacred86@korea.kr (063-238-2487)

사사: 본 연구는 “농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(PJ01556801)”의 지원에 의해 이루어졌습니다.

Table. Parameter values (Cb mineralizable C pool, kb mineralization rate constant of C) of the single exponential first-order kinetics model of input C (Rice hull biochar) mineralization and estimated C retainable in four soils

Soil type	Biochar (t/ha)	Mineralizable C (C, % of TC)	k (day^{-1})	C retainable in soil (% of TC. 100-C)	R^2	F
Upland	0	8.5	0.07	91.5	0.979***	411.5***
	5	10.9	0.05	89.1	0.975***	347.7***
	10	10.6	0.07	89.4	0.994***	1514.3***
	20	10.0	0.07	90.0	0.993***	1216.3***
Protected cultivation	0	9.1	0.07	90.9	0.963***	235.0***
	5	8.2	0.08	91.8	0.980***	443.3***
	10	19.1	0.01	80.9	0.992***	1172.0***
	20	7.4	0.12	92.6	0.994***	1561.2***
Converted land	0	10.4	0.08	89.6	0.984***	546.9***
	5	11.1	0.08	88.9	0.992***	1066.8***
	10	8.8	0.11	91.2	0.993***	1226.2***
	20	8.3	0.11	91.7	0.994***	1439.4***
Reclaimed land	0	7.5	0.15	92.5	0.978***	392.8***
	5	6.5	0.14	93.5	0.990***	861.2***
	10	6.0	0.16	94.0	0.996***	2065.2***
	20	7.4	0.10	92.6	0.992***	1126.9***

As the parameter values were obtained with the mean(n=3) CO2 emission data, no statistical analysis was performed *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

PC-38

PEG-농도 별 가뭄 처리에서 벼(*Oryza sativa* L.) 유묘의 뿌리 관련 ABA 유전자 발현 및 suberization

Root-Associated ABA Gene Expression and Suberization of Rice (*Oryza sativa* L.) Seedlings in Drought Treatment by PEG-6000

김가은, 성좌경
Ga-Eun Kim and Jwakyung Sung
충북대학교 식물자원학과
Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Korea

본 연구의 목적은 다양한 수분 결핍 조건에서 벼 뿌리의 수분이동에 대한 건조 (drought) 관련 식물 호르몬인 ABA과 뿌리 수베린 (suberin)의 변화를 규명하기 위해서 수행하였다. 3주간 키운 벼 유묘에 다양한 농도의(0, 8, 10, 20%) Polyethylene glycol 6000(PEG)을 0.5x Hoagland 양액과 혼합하여 1주일 동안 처리했다. 모세관수 범위에 속하는 초기위조점(8% PEG-6000)과 영구위조점(10% PEG-6000) 수준의 처리에서, ABA 생합성 유전자(OsNCED1, OsABA2) 및 ABA 발현 신호전달 유전자(OsPP2C09)는 2~8배, 수베린 생합성 유전자(OsCYP86B1, OsGPAT5, OsGPAT16)의 발현은 5~12배 유의하게 증가했다. 반면, 영구위조점보다 낮은 수분 포텐셜을 가진 처리구(20% PEG-6000)에서는 ABA 및 수베린 관련 유전자의 발현이 대조군과 유의미한 차이가 없거나 유의미하게 감소했음을 확인했다. 뿌리의 단면에 있는 Suberin을 염색하여 현미경으로 관찰한 결과, 8~10% PEG 처리구에서 수베린이 집적되는 것을 확인 했다. 모관수 범위에서의 건조 스트레스는 벼 뿌리의 저항성 기작을 활성화되는 것이 실험적으로 입증 되었다.

주제어: 가뭄, 벼, 뿌리, ABA
주연구자 연락처: jksung73@chungbuk.ac.kr (043-261-2512)

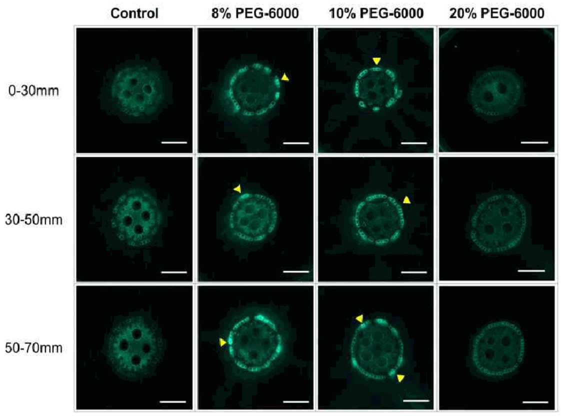


Fig. 1. Development of suberin lamellae in rice roots. Freehand cross-sections were made from one-month-old rice roots grown in hydroponics. Image made at 0-30mm, 30-50mm, 50-70mm from the root tip of control and stressed roots, respectively. Sections were stained with flourol yellow 088 and aniline blue and viewed under UV illumination. Arrowheads show deposition of suberin lamellae. *Bars* = 0.1mm

PC-39

Evaluation of The Effect of Different Planting Period and Culivars on Rice (*Oryza sativa* L.) Growth and Methane Emission in Paddy Soil

Tae Il Moon[1], A-Rin Kim[1], Adegoke Toluwase Oreoluwa[2], and Hyun-Hwoi Ku[1,2]*
문태일[1], 김아린[1], Adegoke Toluwase Oreoluwa[2], 구현회[1,2]*
[1]School of Applied Science in Natural Resources & Environment, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[2]Climate Change Research Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea
[1]한경대학교 식물자원조경학부, [2]한경대학교 기후변화연구센터

The need to increase rice (*Oryza sativa* L.) production to accommodate the world's growing population while simultaneously reducing greenhouse gas (GHG) emissions are the main challenge for global rice production systems. Mitigating methane and increasing rice productivity in paddy soil demands management of cultivar selection, water, and fertilizer. However, the root causes of the differences in CH_4 emission among the rice cultivars have not been thoroughly researched. Our study evaluated the effect of two different planting periods (late May and late June 2022) and two rice cultivars (early maturing rice: Goshihikari and mid-late maturing rice: Chamdream) on rice productivity and CH_4 emission in a paddy field, in Anseong city (37°00' 44.3"N 127°19'16.0"E). Owing to the different physiological and anatomical characteristics of rice cultivars, we hypostasize that CH_4 flux may differ significantly among the cultivars. Methane flux was measured using the chamber method and plant height measurement was taken from the matured plant starting one week after transplanting. Our result showed no significant ($p<0.01$) difference in CH_4 emission from both rice variety and the transplanting period (Fig. 1). However, the plant height of both cultivars transplanted in late May, was significantly ($p<0.01$) higher compared to those transplanted in Late June (Fig. 2). In conclusion, the two cultivars could effectively improve rice productivity if transplanted at the suitable season (Late May). Meanwhile, the effect of these cultivars on CH_4 emission negates our hypothesis, it could therefore be subjected to further research considering their physiological and anatomical characteristics as this is the key to their effect on CH_4 cycling in paddy soil.

Keywords: methane emission, planting period, rice cultivars
Correspondence: seanku@hknu.ac.kr

Acknowledgement: This work was supported by Rural Development Administration (Project No. PJ01713 2022022).

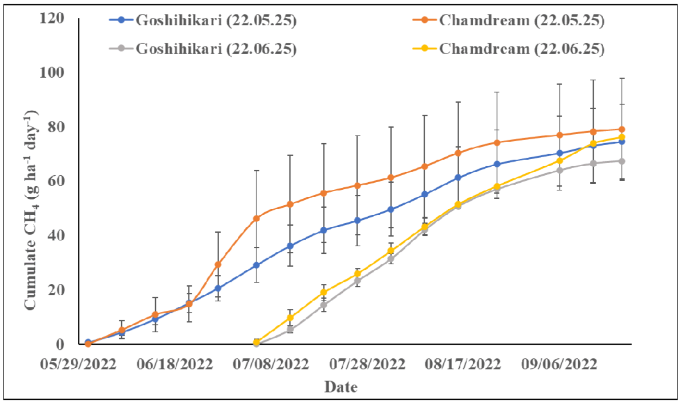


Fig. 1. Cumulative CH_4 emissions in paddy soil during experimental period.

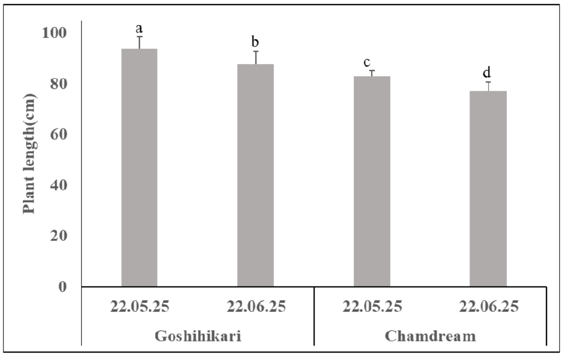


Fig. 2. Plant length according to transplanting season by variety.

PC-40

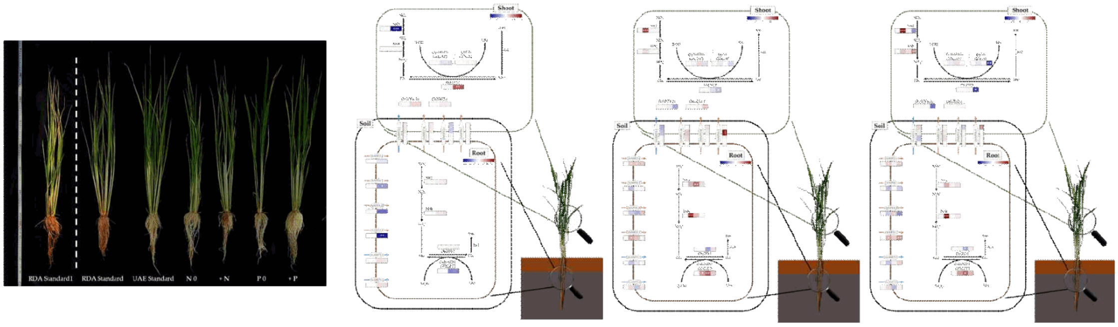
Expression of Nitrogen Metabolism-Involved Genes in Rice under Different Soil pH and Fertilization (N and P)

토양 pH 및 질소 · 인 공급량에 따른 벼의 질소 흡수 및 동화 유전자 발현특성

Gahyun Kim*, Minji Kim, Youngtae Shin, Boyun Lee, and Jwakyung Sung
김가현*, 김민지, 신영태, 이보윤, 성좌경
Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju 28644, Korea
충북대학교 농학과

Nitrogen (N) is one of essential macro-nutrients for plant growth and development, and main forms acquiring from the soil are nitrate (NO_3^--N) and ammonium (NH_4^+-N). The objective of this study is to investigate an possibility whether rice can be suitably cultivated under unfavorable soil condition like an area (United Arab Emirates, UAE) representing higher soil pH. To answer the questions, we employed different soil pH and fertilizations as follows; 1) soil pH (acidic and alkaline), 2) fertilization (six types including N or P-adjusted treatment). Rice cultivar 'Asemi' was selected to be tested from previous experiment. Growth parameters except for root dry weight were not significant between treatments. Root development was remarkable in phosphorus-removed treatment, and, in contrast, the shortage of nitrogen resulted in significant reduction in root development. Nitrate was preferential form in an alkaline soil condition, whereas the uptake of ammonium didn't differ from both soil conditions (Fig. 1-b). UAE-customized application in an alkaline soil resulted in the significant expression of high affinity nitrate transporters, OsNRT2.1 and OsNPF2.4 (Fig. 2-c). The higher expression of genes involved in nitrogen assimilation process in both shoot and root was obvious in the shortage of nitrogen application. The surplus phosphorus application showed the similar pattern with UAE-customized application. Under an alkaline soil condition, the gene expression associated with ammonium transport was not different from all types of fertilization. Therefore, it was suggested that rice plant preferentially absorb nitrate form under unfavorable soil conditions.

Keywords: Soil pH, Nitrogen, Phosphorus, NRT, AMT
Correspondence: jksung73@chungbuk.ac.kr (010-4017-3789)



(a) (b) (c) (d)

Fig. 1. Rice growth and nitrogen metabolism-involved gene expression in the shoot and root of rice plants at the heading stage. (a) Difference in rice growth by treatments. Comparison of gene expression between (b) acidic and alkaline soils (RDA recommendation) (c) RDA recommendation, UAE-customized, -N and ×2.0 N in alkaline soil, and (d) RDA recommendation, UAE-customized, -P and ×2.0 P in alkaline soil.

Table 1. Effects of soil types and fertilization levels on rice growth at the heading stage

Soil	Fertilization	Plant height (cm)	No. Tiller (plant)	Dry weight (g/plant)	
				Shoot	Root
Acidic	RDA Recommendation	68.5±1.3ns	7.3±1.0ns	5.3±1.0ns	4.4±2.1abc
Alkaline	RDA Recommendation	76.0±3.6	7.3±0.6	8.5±0.4	6.1±1.2ab
	UAE-customized	69.8±6.0	6.7±2.1	6.4±2.6	4.2±2.2abc
	UAE-customized (-N)	61.2±3.4	6.3±2.5	4.3±1.6	1.8±0.4c
	UAE-customized (×2.0 N)	64.8±5.2	6.0±1.0	6.1±1.3	2.2±2.0abc
	UAE-customized (-P)	71.7±3.9	6.0±1.0	6.4±1.7	6.3±2.7a
	UAE-customized (×2.0 P)	67.0±3.0	8.0±1.7	7.9±2.2	3.3±0.9abc

PC-41

중간물떼기 및 얕게 걸러대기를 적용한 벼재배 논의 메탄 및 아산화질소 배출량 평가

Assessment of Methane and Nitrous Oxide Emissions in Rice Paddy Fields with Practicing of Intermittent Drainage & Alternate Wetting and Drying

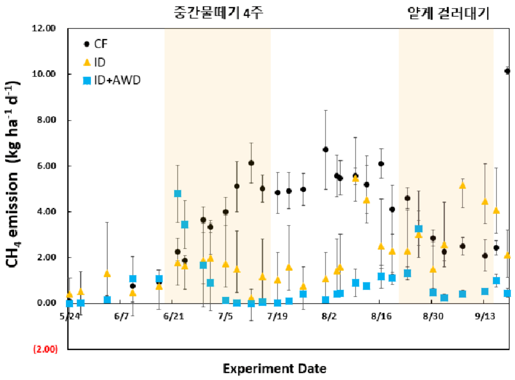
이형석*, 최은정, 이선일, 권효숙, 박혜란, 이종문, 윤지혜, 오택근[1]
Hyoung-Seok Lee*, Eun-Jung Choi, Sun-Il Lee, Hyo-Suk Gwon, Hyeran Park, Jong-Mun Lee, Ji-Hye Yoon, and Taek-Keun Oh[1]
국립농업과학원 기후변화평가과, [1]충남대학교 농화학과
National Institute of Agricultural Sciences RDA, Wanju, 55365, Korea
[1]Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

대표적인 논물관리 방법인 중간물떼기(ID; Intermittent Drainage)는 이앙 30일 경과 후 1-3주가량 물빼기를 하여 토양에 산소를 공급하고 담수 토양에서의 메탄 발생을 경감시킬 수 있다. 얕게 걸러대기(AWD; Alternate Wetting and Drying)는 벼가 출수된 후 등숙기에 논물을 얕게 대고 논물이 마르게 되면 다시 관수하는 방식으로 적용되는 물관리 방법이다. 본 연구에서는 논물관리 방법에 따른 온실가스 배출량을 평가하기 위해 상시담수(CF; Continuously Flooding) 논을 대조구로 하고 중간물떼기를 4주 적용한 논과 중간물떼기 4주 이후 얕게 걸러대기를 실시한 논을 처리구로 구분하여 주 1회 이상 메탄과 아산화질소 배출량을 조사하였다. 시험포장은 전북 김제시에 위치한 논으로 5월 19일에 벼를 이앙하여 9월 19일까지 챔버법을 이용하여 온실가스를 측정하였다. ID와 ID+AWD 처리구는 6월 19일부터 7월 17일까지 물떼기를 하였고 ID+AWD 처리구는 등숙기인 8월 22일부터 9월 15일까지 물꼬 개폐를 조절하여 얕게 걸러대기를 실시하였다. 온실가스 배출량을 측정한 결과 모든 처리구에서 생육 초기에는 메탄 배출량이 증가하였고 물떼기 중에 ID, ID+AWD에서 배출량이 감소하는 경향을 보였다. 물떼기가 끝난 후 메탄 배출량은 서서히 증가하였으나 얕게 걸러대기를 실시하면서 ID+AWD에서 배출량은 다시 감소하였다. 누적 메탄 배출량은 CF에서 339.8±60.26 kg ha^{-1}, ID는 235.4±22.62 kg ha^{-1}, ID+AWD는 98.5±8.50 kg ha^{-1}로 나타났다. 아산화질소는 이앙 초기부터 측정이 되었고 물떼기 기간에 ID, ID+AWD 처리구에서 증가하였다. 이후 담수 상태에서는 배출이 되지 않고 얕게 걸러대기 중 ID+AWD 처리구에서 다시 배출되는 것을 확인하였다. 누적 아산화질소 배출량은 CF에서 21.2±23.96 g ha^{-1}, ID는 39.4±8.03 g ha^{-1}, ID+AWD는 97.8±11.00 g ha^{-1}로 나타났다. 향후 벼를 수확하는 10월에는 총 재배기간 동안 온실가스 배출량을 확인하고 수량조사를 통해 논물관리 기술 적용에 따른 수확량에 문제가 없는지 평가할 예정이다.

사사: 이 연구는 “농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ015592022022)” 지원으로 수행되었습니다.

주제어: 벼재배, 중간물떼기, 논물관리, 온실가스

주연구자 연락처: lhs0218@korea.kr (063-238-2528)



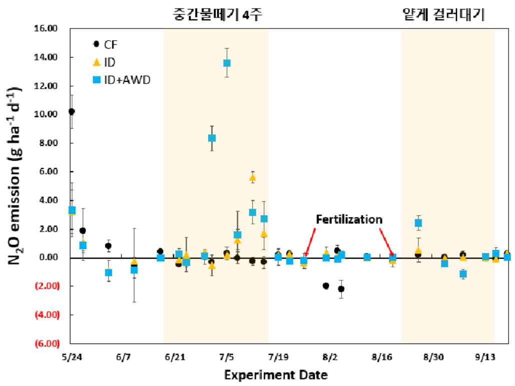


Fig. Daily CH_4 and N_2O emissions from the rice paddy fields during experimental period.

PC-42

수위기반 간단관개(AWD)의 기준수위별 온실가스 발생량 분석

Analysis of Greenhouse Gas Emissions Affected by Water Level-Based Alternate Wetting & Drying (AWD)

석영주[1]*, 이희우[2], 신수경[1], 김한나[1], 지효경[1], 김정연[1], 이진석[1], 염민호[1], 최지민[1], 차진경[1], 박진희[1]
Yeong Ju Suk*, Hee Woo Lee[2], Su Kyeong Sin, Han Na Kim, Hyo Kyung Jee, Jeong Yeon Kim, Jin Seok Lee, Min Ho Yeom, Ji Min Choi, Jin Kyung Cha, and Jin Hee Park
[1]충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, [2]국립식량과학원 작물재배생리과
[1]Department of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Republic of Korea
[2]Department of Crop Cultivation and Physiology, National Institute of Crop Science

대표적인 온실가스 중 메탄은 이산화탄소보다 21배 높은 지구온난화 기여도를 나타내며, 혐기성 조건을 갖는 담수 상태의 논토양에서 식물의 통기 조직을 통해 공기 중으로 배출된다. 따라서 논토양의 물조절은 온실가스 배출을 저감시킬 수 있으며 최근 수위기반 간단관개(Alternate wetting & drying, AWD) 기술의 메탄 저감 효과가 보고되었다. 본 연구는 논토양에서 수위기반 간단관개의 지하수위별 온실가스 발생량을 상시담수와 비교하기 위해 수행하였다. 실험은 수위센서가 연결된 자동물꼬를 통해 물관리를 하는 포장에서 실시하였으며 이앙 후 20일을 제외한 기간 동안 2가지 수준(-10 cm, -15 cm)의 기준수위를 적용하였다. 온실가스는 수동형 메탄 포집 챔버(Closed-chamber)에서 1주일 간격으로 포집하였으며 가스 크로마토그래피(GC) 분석을 통해 온실가스의 발생량을 계산하였다. 실험 기간 동안 관개용수량은 상시담수 처리와 비교하여 AWD10과 AWD15에서 각각 28%, 45% 감소하였다. 물관리 처리별 메탄 발생량은 상시담수 처리구에서 꾸준히 증가하다 평형을 이룬 반면, AWD 처리구에서는 2주간 상시담수 후 AWD 처리 시작 시점부터 감소하였으며 누적 메탄 발생량은 AWD10과 AWD15에서 각각 35%, 36% 감소하였다. 따라서 온실가스 감축 방안으로 수위기반 간단관개를 실시하면 논토양에서 온실가스 발생량을 저감할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 논토양, 수위기반 간단관개 (AWD), 온실가스 저감, 메탄
주연구자 연락처: pjinh@chungbuk.ac.kr (043-261-2564)

PC-43

Geoaccumulation index를 이용한 강원도 산업단지 인근 농경지 중금속 오염도 평가

Assessment of Heavy Metal Contamination of Agricultural Soils around Industrial Area in Kangwon Province Using Geoaccumulation Index

정석순*, 이상필, 이찬규, 이준규, 노수빈, 정유진, 양재의, 김혁수
Seoksoon Jeong*, Sangphil Lee, Changyu Lee, Jungyu Lee, Subin Noh, Yujin Jeong, Jae E. Yang, and Hyucksoo Kim
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

산업단지에서 제품을 생산하는 과정에 특정 금속물질이 배출되어 인근 토양에 오염현상을 일으킬 수 있어 인위적인 오염원 중 하나로 여겨지고 있다. 오염된 농경지에서 작물을 재배하는 경우 작물 체내에 중금속이 축적될 수 있으며 이를 장기간 섭취할 경우 건강 및 기능에 악영향을 초래할 수 있다. 이러한 문제들을 사전에 예방하기 위해서는 산업단지 인근 오염개연성이 있는 농경지 토양 중 중금속 함량을 조사하는 것이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 강원도 산업단지 인근 농경지 토양 중 과거 중금속 함량이 높았던 지역의 인근 농경지를 대상으로 표토 (0 - 15 cm)를 채취하여 (총 100점) 중금속 함량을 조사하였다. 채취한 토양은 토양오염공정시험법에 따라 그늘에서 풍건 후 왕수로 분해하여 As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn 및 Hg 함량을 ICP-OES과 수은분석기로 분석하였다. 농경지 토양의 중금속 오염도 평가를 위해 자연배경농도를 이용하여 geoaccumulation index(I_{geo})를 산출하였고 7개 (0 등급~6 등급)의 등급으로 분류하였다. 토양 중 중금속 함량 분석결과 As 함량이 1개 지점에서 대책기준 (As: 75 mg/kg)을 14개 지점에서 우려기준 (As: 25 mg/kg)을 초과하는 것으로 조사되었으며, 이는 지역적 특성에 의한 것으로 보여진다. 아연 함량 또한 2개 지점에서 우려기준 (Zn: 300 mg/kg)을 초과하였다. I_{geo} 산출결과 Cd은 주로 2, 3 등급에 분포하고 있었으며, 나머지 중금속에서 90% 이상이 0~2 등급으로 나타났다 (Table 1). 이상으로 As, Cu, Ni, Pb, Zn 및 Hg은 산업단지에 의한 영향이 미미한 것으로 판단된다. Cd는 다른 중금속보다 상대적으로 높은 I_{geo}값을 보이기 때문에 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

주제어: 산업단지, 중금속, 토양환경보전법, 자연배경농도, geoaccumulation index
주연구자 연락처: kimhs25@kangwon.ac.kr

Table 1. Geoaccumulation index(I_{geo}) distribution(%) of heavy metal contamination

Class	Grade	As	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
0	Uncontaminated	38	0	44	41	50	40	44
1	Uncontaminated to moderately contaminate	34	2	43	46	38	54	27
2	Moderately contaminated	22	56	13	12	8	6	18
3	Moderately to heavily contaminated	5	32	0	14	4	0	8
4	Heavily contaminated	1	10	0	0	0	0	3
5	Heavily to extremely contaminated	0	0	0	0	0	0	0
6	Extremely contaminated	0	0	0	0	0	0	0

PC-44

Comparative Analysis in Soil Microbial Communities by Basal Application during Organic Cultivation of *Astragalus membranaceus* Bunge

Giwook Lee*, Youngmoon Mo, Jaehyoung Yi, Byeong Sung Yoon,
Namyong Um, Taehee Cho, and Jungmi Kim
이기욱*, 모영문, 이재형, 윤병성, 엄남용, 조태희, 김정미
Ginseng & Medicinal Plants Research Institute, GARES, Cheorwon 24054, Korea
강원도농업기술원 인삼약초연구소

Astragalus membranaceus Bunge is a major medicinal crop in Gangwon area, accounting for 50.5%(99ha) of the national cultivated area as of 2020, and 96.1%(37.8ha) of the cultivated area for environment-friendly certification as of 2021. However Organic cultivation technology related to the basal application has not been established.

In addition, *A. membranaceus* is mainly used as food and medicine in the root part, but the production is severely reduced due to soil-borne diseases such as fusarium wilt and root rot, so soil-borne disease control technology is very important.

Therefore, in this study, based on a survey carried out 14 farms that cultivated *A. membranaceus* with environment friendly certification in 2021, three types of organic materials used as basal application in actual farms were fertilized in a test field located in Cheorwon, Gangwon area, and *A. membranaceus* was grown according to the standard cultivation method. During cultivation, the pattern of soil microbial community by treatment group was comparatively analyzed in late June.

The basal application treatment group consisted of three groups of decomposed treebark, decomposed treebark + livestock manure compost + guano, guano + natural mineral, and conventional practice treatment group treated with chemical fertilizers and the other is non-fertilized. The soil microbiome analysis was performed using the Miseq platform and analyzed using 16S rRNA and ITS2 regions.

As a result of the analysis, the OTUs and diversity index (ACE) of soil bacteria in each treatment group were about 7% higher in the organic material treatment group than in the conventional treatment group treated with chemical fertilizers, and the OTUs and diversity index (ACE) of the fungus in the guano + natural mineral treatment was the highest at 1,061 and 1,069.44, and the lowest in the decomposed treebark treatment at 752 and 762.95.

As a result of comparing soil bacteria in each treatment group at the phylum level, the organic material treatment group was higher than the conventional treatment in Acidobacteria and Actinobacteria, and the conventional treatment was higher than the organic material treatment group in Parcubacteria, Kazan, and chlamydiae.

In the comparison of phylum level of soil fungus, Mortierellomycota and Chytridiomycota were higher in organic material treatment group, and Basidiomycota was higher in conventional treatment.

Among the soil-borne diseases of *A. membranaceus*, the Fusarium genus containing the causative fungus of wilt disease showed the highest in the guano + natural mineral treatment with 1.11% and the other results are as follows. decomposed treebark + livestock manure compost + guano treatment 0.93% > Conventional treatment 0.75% > Non fertilization treatment 0.64% > Decomposed treebark 0.49%.

Keywords: Basal application, Astragalus, Soil microbial community, Diversity
Correspondence: rkeane10@korea.kr (033-450-8912)

PC-45

바이오차의 처리가 사과원 토양의 물리 · 화학성에 미치는 영향

Effect of Biochar Application on Physiochemical Properties of Apple Orchard Soil

정승탁*, 이인복, 이평호
Seung Tak Jeong*, In-Bog Lee, and Pyoung Ho Yi
농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예특작환경과
Horticultural and Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Wanju, Korea

바이오차는 혐기적 환경에서 유기물을 연소시켜 만든 탄소함량이 높고 분해 저항성이 큰 고체이다. 지구 온난화가 가속화됨에 따라 토양 내 탄소를 격리하기 위해 바이오차의 역할이 중요해지고 있다. 바이오차는 토양 내 탄소 격리 역할뿐만 아니라 넓은 표면적과 높은 양이온 흡착능으로 토양 개량에도 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 하지만 많은 에너지와 양분을 가진 유기자재를 연소시켜 만든 바이오차 자체에는 에너지와 양분이 적어 바이오차의 시용이 원재료의 시용보다 토양 개량에 효과적인지는 의문이다. 따라서 본 연구에서는 사과원 토양에 전정지 파쇄목과 같은 양의 전정지 바이오차를 처리하고 2년 후 토양의 물리·화학성을 비교해 보았다. 처리구는 경운만 실시한 무처리구, 사과 전정지 파쇄목을 처리한 파쇄목 처리구, 사과 전정지를 350°C에서 4시간 혐기 연소하여 만든 바이오차를 처리한 바이오차 처리구를 두었다. 사과나무에서 60cm 떨어진 곳에 폭 60 cm, 길이 200 cm, 깊이 60 cm로 토양을 굴취한 후 기존의 토양을 사과 전정지 파쇄목 35.5 kg과 골고루 섞어준 후 그 자리에 매립하였다. 바이오차도 파쇄목과 같은 양을 같은 방법으로 토양에 처리하였다. 각 처리구는 6반복으로 수행되었다. 2년 후 각 처리구에서 오거를 사용하여 깊이 0~60 cm의 토양을 골고루 채취한 후 토양 경도, 용적밀도, pH, 전기전도도, 탄소·전질소·암모늄태 질소·질산태 질소·유효인산·교환성양이온 함량을 분석하였다. 파쇄목 처리와 바이오차 처리는 무처리에 비해 토양 경도와 용적밀도가 낮았으며, pH, 전기전도도, 탄소·전질소·암모늄태 질소·질산태 질소·교환성 칼슘 함량이 높았다. 바이오차 처리는 파쇄목 처리보다 토양 탄소함량은 증가시켰으나, 전질소·암모늄태 질소·질산태 질소·유효인산·교환성양이온 함량은 낮았으며, 토양 경도와 용적밀도가 높아 파쇄목 처리보다 토양 물리·화학성 개선에 불리한 것으로 나타났다. 결론적으로 바이오차의 토양 처리는 토양의 물리·화학성을 개선시킬 수 있으나, 단기적 관점에서 원재료를 처리한 것보다 효과가 적음을 알 수 있다.

주제어: 전정지, 바이오차, 토양, 토양 물리성, 토양 화학성
주연구자 연락처: jst0ry@korea.kr (063-238-6354)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01513602)의 지원에 의해 이루어진 것임.

PC-46

중간물떼기 수행 논에서 유기물 처리에 의한 온실가스 배출 특성 변화

Characteristics of Greenhouse Gas Emission in Rice Paddy under Different Organic Matter Application

권효숙*, 이소라, 이종문, 박혜란, 이형석, 이선일, 최은정
Hyosuk Gwon*, Sora Lee, Jongmun Lee, Hyeran Park, Hyeongseok Lee, Sunil Lee, and Eunjung Choi
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과
Climate Change Assessment Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

토양 유기물(soil organic matter) 관리는 양·수분 보유력 증진, 생물 건전성 증대 등의 이점을 주기 때문에 지속가능한 농업을 위한 중요한 요소이다. 토양 유기물 함량 증진을 목적으로 농경지에서는 작물 잔재 등을 토양에 환원하지만, 담수 상태의 논에서는 유기물 분해 산물로 온실가스인 메탄(CH_4)이 발생하기 때문에 유기물 투입은 신중할 필요가 있다. 논물관리는 대표적인 메탄 감축기술 중 하나로, 유기물을 투입한 논의 온실가스 배출을 효과적으로 조절할 수 있다. 본 연구에서는 중간물떼기를 실시한 논에서 유기물 관리 달리하였을 때 온실가스 배출 특성을 확인하고 적절한 유기물 투입원을 탐색하기 위한 시도의 일환으로 실험을 수행하였다. 이를 위하여 ①유기물 무처리(Fertilizer only; F), ②볏짚 환원(Rice straw; RS), ③퇴비 시용(Compost; C) 처리구를 각각 설치하여 온실가스 배출 변화를 조사하였다. 600kg $10a^{-1}$의 볏짚을 환원하였으며, 퇴비는 볏짚과 동량의 탄소량 기준으로 논에 투입하여 벼를 재배하였다. 온실가스(CH_4 및 아산화질소; N_2O)는 챔버법을 활용하여 포집, 기체크로마토그래피를 활용하여 정량분석 하였다. 실험결과 정도의 차이는 있었으나, 모든 처리구가 비슷한 가스 배출 경향을 나타냈다. 특히 CH_4 배출은 중간물떼기 후반부터 모든 처리구에서 급감한 뒤, 재담수 이후 미비하게 증가하였다. 반면 N_2O 배출은 모든 처리구에서 중간물떼기 후반에만 일시적으로 급증하고 물을 대자 다시 급감하였다. 이러한 변화는 중간물떼기 때문에 토양환경이 호기적으로 전환된 영향으로 판단된다. 작기 중 총 CH_4 배출량은 볏짚 시용 처리구에서 609 kg ha^{-1}로 가장 높았으며, N_2O 배출은 퇴비 시용 처리구에서 가장 높았다. 이는 상대적으로 높은 탄질비를 지닌 볏짚이 중간물떼기 이전에 상당량 분해되면서 메탄 배출이 증가한 영향으로 판단된다. 반대로 아산화질소는 퇴비 시용 처리구에서 높았는데, 탄질비가 낮은 퇴비에 의해 투입 질소량이 상대적으로 많았기 때문으로 판단된다. 연구결과로 미루어 볼 때, 볏짚처럼 중간물떼기 전 메탄 배출을 급증시키는 유기물원 보다는 퇴비처럼 상대적으로 안정한 유기물원을 활용하는 것이 온실가스 배출을 완화하는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

주제어: 논, 유기물, 온실가스
주연구자 연락처: gwonhs@korea.kr (063-238-2485)

사사: 이 연구는 "PJ015580(논 유래 메탄 생성 미생물 군집 변화에 따른 온실가스 발생량 평가 연구)"의 지원으로 수행되었습니다.

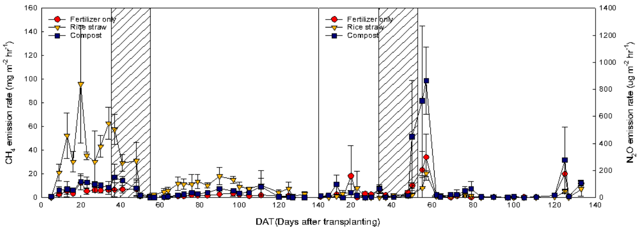


Fig. Changes in CH_4 and N_2O emission rate.

Table. Seasonal gas emission (kg ha^{-1})

Treatment	Gas emission (kg ha^{-1})	
	CH_4	N_2O
F	95.1	1.26
RS	609.2	0.58
C	172.6	2.56

PC-47

Under the Global Warming, Efficiency of Low Pyrolyzed Biochar Application on Decomposed C Loss in Rice Paddy

Young Ho Seo[1]*, Hyeon Ji Song[1], and Pil Joo Kim[1,2]
서영호[1]*, 송현지[1], 김필주[1,2]
[1]Division of Applied Life Science (BK21 Four), Gyeongsang National University, Republic of Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Republic of Korea
[1]경상국립대학교 응용생명과학부(BK21 Four), [2]경상국립대학교 농업생명과학연구원

Carbon sequestration in the soil by organic amendments has evaluated as an effective technique with high CO_2 removal potentials and low cost. However, decomposable organic amendments such as cover crops and live stock manure application increase C mineralization (CO_2&CH_4), especially, CH_4 emission in rice paddy. So, the biochar which is recalcitrant organic matter is recommended to reduce carbon mineralization. However, the properties of biochar is sensitive with the temperature, so, the low pyrolyzed biochar can be produced with high yield, but with unstability. In the global warming, the high temperature and CO_2 in the atmosphere can affect the C mineralization in soil by accelerating microbial activity and plant biomass. To evaluate the efficiency of low pyrolyzed biochar under the global warming, open top chamber (OTC) was installed with climatic condition of 50 years later (+2°C, +100ppm) and 100 years later (+2°C, +200ppm). The chemical fertilizer, cover crops (barley and hairy vetch) and the low pyrolyzed biochar were applied in the soil under different atmospheric condition. The closed chamber method was conducted to evaluate the soil C mineralization rate in the soil. As the atmospheric CO_2 increased, soil C mineralization (CO_2-C and CH_4-C), especially CH_4-C, is reduced in biochar compared to cover crop. In conclusion, the low pyrolyzed biochar application can be a promising practice to reduce C mineralization in rice paddy under the global warming.

Keywords: global warming, biochar, greenhouse gas, methane
Correspondence: pjkim@gnu.ac.kr (055-772-1966)

PC-48

열펜톤산화공정에서 농업용 멀칭비닐 분해를 위한 최적 온도 및 pH 조건 선정

Selection of Optimal Temperature and pH Conditions for Decomposition of Agricultural Mulching Vinyl in Thermal Fentone Oxidation Process

최아영*, 이수림, 이재훈, 박유진, 박종환[1], 서동철
Ah-Young Choi*, Su-Lim Lee, Jae-Hoon Lee, Yu-Jin Park, Jong-Hwan Park[1], and Dong-Cheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21&농업생명과학연구원), [1]동아대학교 생명자원산업학과
Division of Applied Life Science (BK21&Institude of Agriculture and Life Science),
Gyeongsang National University, Jinju, 52828, South Korea
[1]Department of Life Resources Industry, Dong-A University, Busan, 49315, South Korea

멀칭비닐(Polyethylene;PE)은 토양 온도 및 수분 유지, 잡초 생장 억제, 영양소 및 토양 손실 감소를 통해 작물의 생산성을 높일 수 있기 때문에 농업에서 관행적으로 사용되고 있다. 하지만 멀칭비닐은 토양에서 완전히 회수되기 어렵고 분해기간이 길기 때문에 오랫동안 토양에 잔류하게 된다. 잔류 멀칭 비닐은 토양과 식물 사이의 물과 영양분 수송을 차단함으로써 토양환경을 교란시켜 토양의 질을 저하시킬 수 있다. 펜톤산화공정은 과산화수소와 철염을 반응시킴으로써 생성되는 강력한 산화력을 가지는 OH라디칼을 이용하여 오염물질을 산화분해할 수 있다. 열펜톤산화는 펜톤에 고온의 열을 결합한 기술로, 라디칼 생성을 가속화시켜 분해과정을 크게 향상시킬 수 있다. 이때 온도와 pH는 펜톤 산화에 영향을 끼치는 중요한 인자들로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 농업용 멀칭비닐을 분해하기 위해 온도(25-100°C)와 pH(1.5-4.5)가 열펜톤산화에 미치는 영향에 대해 조사하고자 하였다. 일정한 크기로 자른 멀칭비닐을 펜톤 반응한 후 SEM과 FTIR로 멀칭비닐의 표면과 관능기의 변화를 분석하였다. 반응온도가 100°C일 때 멀칭비닐의 표면 및 관능기에 가장 큰 변화가 관찰되었다. 반응 전과 비교하였을 때 반응 후에 산소 함유 관능기가 형성됨으로써 멀칭비닐이 산화되었음을 알 수 있었으며, 표면에 균열과 구멍이 생성되어 미세플라스틱 내부가 노출되었다. 그리고 초기 pH가 3.5일 때 멀칭비닐의 표면 및 관능기에 가장 큰 변화가 일어났으며, 그 다음으로 pH 2.5에서 변화가 있었다. 따라서 멀칭비닐을 분해하기 위한 열펜톤산화공정의 최적조건은 100°C, pH 3.5로 나타났다. 최적조건에서 처리하였을 때 가장 많은 산화가 진행됨을 확인할 수 있었으며, 기존의 펜톤산화공정과 비교하였을 때 열펜톤산화는 산화분해 효율을 증대시킨다는 것을 알 수 있었다.

주제어: 플라스틱, 분해, 최적조건
주연구자 연락처: drseodc@gmail.com (+82-010-4142-5234)

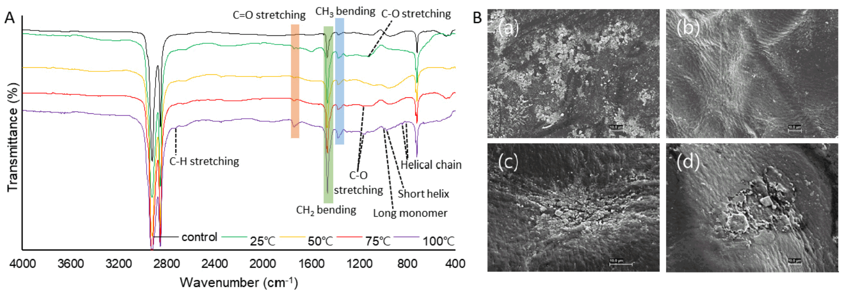


Fig. 반응온도에 따른 미세플라스틱의 (A) FTIR and (B) SEM images(a; 25°C, b; 50°C, c; 75°C, and d; 100°C).

PC-49

농업 부산물을 이용한 멀칭에 따른 온실가스 발생

Effect of By-Product Mulching Material from Agriculture on Greenhouse Gas Emission

이지현*, 김영남[1], 윤정환[2], 이은서, 조건희, 권채린, 김휘성, 박새빈, 성지빈, 김규리, 김계훈
Ji-Hyun Lee*, Young-Nam Kim, Jung-Hwan Yoon, Eun-Seo Lee, Keon-Hui Jo, Chae-Rin Gwon, Hwi-Seong Kim, Sae-Bin Park, Ji-Bin Seong, Gyu-Ri Kim, and Kye-Hoon Kim
서울시립대학교, [1]경상대학교, [2]강원대학교
University of Seoul, Seoul 02504, Korea
[1]Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[2]Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

현재 전 세계적으로 지구온난화에 문제의식을 공유하고 온실가스 배출 완화 방법에 대한 연구가 각 분야에서 활발히 진행되고 있다. 농업에서도 전체 온실가스 배출량의 약 10%가 배출되고 있어 온실가스 저감을 위한 저탄소 농업 기술에 대한 연구가 필요하다. 우리나라 농업 분야에서 활용가능한 온실가스 감축 기술에는 논 물관리, 질소질 비료 사용 절감, 바이오차와 같은 토양 개량제 사용, 비닐멀칭 사용 절감 등이 있다. 농업에서의 비닐멀칭은 토양 온도 유지, 토양 수분 증발 억제, 병해충 감소, 제초제 사용량 감소, 토양 침식 방지 등의 원인으로 인한 작물의 생산성을 높일 수 있어 사용이 꾸준히 증가하고 있다. 하지만 비닐멀칭의 사용은 미생물의 활성 증가 및 토양 유기물의 무기화 속도 향상을 통하여 온실가스 발생을 증가시키고, 이에 따라 토양 탄소가 고갈되게 된다. 또한 사용 후 수집된 비닐은 소각과정에서 온실가스를 배출되고, 수거되지 못하고 남은 비닐은 미세플라스틱으로 잔류하면서 미세플라스틱 문제를 유발할 수 있다. 따라서 비닐멀칭을 대체하여 비닐멀칭의 장점을 가지고 있으면서 온실가스 발생량이 적고 탄소 고갈이 일어나지 않는 친환경 멀칭에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 농업부산물로부터 유래한 멀칭 재료를 이용하여 토양에서 발생하는 온실가스 발생량을 줄일 수 있는 가능성을 확인하기 위하여 수행하였다. 실험은 상위 처리구로 무처리구 (C), 왕겨 바이오차 멀칭 처리구 (B), 볏짚 멀칭 처리구 (RS), 비닐 멀칭 처리구(PF) 4가지를 두고, 하위 처리구로는 화학비료 처리구, (화학비료 + 퇴비) 처리구 2가지로 나누어 고추를 재배하며 수행하였다. 실험 중 발생하는 온실가스는 휴대용 가스 측정 기기 (GT5000 terra, Gasmet, Finland)를 사용하여 정식 후부터 수확 전까지 일주일에 한 번씩 총 8회 측정했다. 이산화탄소 당량으로 환산한 지구 온난화 지수 (GWP)는 화학비료만 처리한 처리구에서는 무처리구 (C) 2462.76 ha^{-1} day^{-1}, 비닐멀칭 처리구 (PF) 2448.79 ha^{-1} day^{-1}, 볏짚 멀칭 처리구(RS) 1828.24 ha^{-1} day^{-1} 순으로 높았다. 화학비료와 퇴비를 처리한 처리구의 GWP는 비닐멀칭 처리구 (PFM) 8679.21 ha^{-1} day^{-1}, 볏짚 멀칭 처리구 (RSM) 5019.13 ha^{-1} day^{-1}, 무처리구 (CM) 2892.19 ha^{-1} day^{-1}, 바이오차 멀칭 처리구 (BM) 2649.87 ha^{-1} day^{-1} 순이었다. 따라서 비닐멀칭을 대체할 자재로는 바이오차가 가능성을 보였다. 향후 지속적인 연구 결과를 토대로 친환경 멀칭 평가를 진행할 예정이다.

주제어: 온실가스, 멀칭, 농업부산물
주연구자 연락처: f0ret@naver.com (010-9297-4856)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 공동연구 사업(과제번호:PJ015106032022)의 지원으로 수행되었습니다.

PC-50

Assessment of Sources Variability of Riverine Particulate Organic Matter with Land Use and Rainfall Changes Using A Three-Indicator ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and C/N) Bayesian Mixing Model

Young-Jae Jeong[1]*, Nuri Baek[2], Bo-Seong Seo[3], Sang-Mo Lee[4], Hyun-Jin Park[2,5], and Woo-Jung Choi[2,5]
정영재[1]*, 백누리[2], 서보성[3], 이상모[4], 박현진[2,5], 최우정[2,5]
[1]Soil and Fertilizer Management Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea
[2]Department of Rural & Biosystems Engineering (BK 21), Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
[3]Reclaimed Land Agricultural Research Team, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea
[4]National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University, Seoul 08826, Korea
[5]AgriBio Institute of Climate Change Management, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
[1]농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과, [2]전남대학교 지역·바이오시스템공학과(BK 21),
[3]농촌진흥청 국립식량과학원 간척지농업연구팀, [4]서울대학교 농생명과학공동기기원,
[5]전남대학교 기후변화대응농생명연구소

In intensive agricultural watersheds, riverine particulate organic matter (POM) may be transported from many sources such as rice paddies, crop uplands, forests, and livestock farming areas during rainy seasons. However, the impacts of land use and rainfall changes on the POM sources are not well understood. In this study, changes in the sources of riverine POM were investigated in an agricultural area of Korea between 2014 and 2020/21. During this period, land use and rainfall patterns changed dramatically. The $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and C/N of the POM sources as well as those of riverine POM were analyzed, and a stable isotope analysis in R (SIAR) model was utilized for source apportionment. There were differences in $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and C/N among the sources. For example, manure had higher $\delta^{13}C$ (-22.6±3.3‰) and $\delta^{15}N$ (+10.6±5.9‰) than soils (from -28.0±0.8‰ to -25.1±1.2‰ for $\delta^{13}C$ and +3.6±1.7‰ to +9.8±1.4‰ for $\delta^{15}N$). For soils, the $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ were higher for upland soils, while C/N was greater for forest soils than for others. For riverine POM, the $\delta^{15}N$ marginally changed; however, the $\delta^{13}C$ and C/N increased from -26.1±0.9‰ to -20.8±5.3‰ and from +7.7±1.7 to +18.8±8.3 between 2014 and 2020/21, respectively. The SIAR model showed that the contributions of paddy (from 41.0% to 14.9%) and upland fields (from 48.1% to 23.7%) to riverine POM decreased between the periods due to decreased paddy area and the implementation of best management practice for upland fields, respectively. However, the contribution of forests (from 3.5% to 28.0%) and manure (from 7.4% to 33.5%) increased probably due to improper management of forest clear-cutting sites and livestock manure storage sites. The contributions of agricultural soils to riverine POM decreased in drier years. Our study suggests that land management rather than land-use area is critical in riverine POM management, particularly in wetter years.

Keywords: Stable isotope, Soil organic matter, Source appointment, Water pollution
Correspondence: wjchoi@jnu.ac.kr

PC-51

Contribution of Inorganic Carbon to Total Carbon Contents of Korean Coastal Paddies

Bo-Seong Seo[1]*, Young-Jae Jeong[2], Nuri Baek[3], Hyun-Jin Park[3,4], Seung-Heon Lee[5], and Woo-Jung Choi[3,4]
서보성[1]*, 정영재[2], 백누리[3], 박현진[3,4], 이승헌[5], 최우정[3,4]
[1]Reclaimed Land Agricultural Research Team, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea
[2]Soil and Fertilizer Management Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea
[3]Department of Rural & Biosystems Engineering (BK 21), Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
[4]AgriBio Institute of Climate Change Management, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
[5]Environment & Geology Project Office, Korea Rural Community Corporation, Naju 58327, Korea
[1]농촌진흥청 국립식량과학원 간척지농업연구팀, [2]농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과,
[3]전남대학교 지역·바이오시스템공학과(BK 21), [4]전남대학교 기후변화대응농생명연구소,
[5]한국농어촌공사 환경지질처

Due to the higher concentration of divalent cations such as calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) of coastal-saline paddy soils, there is a high potential to store substantial amount of soil inorganic carbon (SIC) through the formation of carbonate precipitates. Therefore, in this study, we analyzed the concentration of SIC to investigate the contribution of SIC to total C content in coastal saline soils. Correlations between SIC and soil variables including electrical conductivity (EC), pH, and divalent cations (Ca^{2+} and Mg^{2+}) were further explored. Soil samples (n=26) were collected from six sites in southwestern coastal area of South Korea. The soils had varying $pH_{1:5}$ (average: 7.2, range: 5.6-8.0), $EC_{1:5}$ (average: 0.9 dS m^{-1}, range: 0.1-2.3 dS m^{-1}), and exchangeable Ca^{2+} (average: 9.3 cmol kg^{-1}, range: 4.2-15.7 cmol kg^{-1}) and Mg^{2+} (average: 4.9 cmol kg^{-1}, range: 2.2-7.5 cmol kg^{-1}) concentrations. The concentrations of total C (including both organic and inorganic C) were determined with an elemental analyzer (EA). The concentration of soil organic C (SOC) was determined with the EA after removing carbonate by reacting soils with 4 N HCl, and SIC concentration was calculated as the difference between total C and SOC. Correlation analyses were performed using SPSS software. Total C concentration ranged from 5.5 to 18.5 g C kg^{-1} (average: 11.6 g C kg^{-1}). The ranges of SOC and SIC were 5.3-17.3 g C kg^{-1} (average: 10.2 g C kg^{-1}) and 0.0-8.6 g C kg^{-1} (average: 1.5 g C kg^{-1}). The percentage contribution of SIC to total C was 0.0-54.6% (average: 11.0%), indicating SIC is an important component of total C in the soils. Both the concentration and contribution of SIC were correlated with $pH_{1:5}$ and exchangeable Ca^{2+} concentration in a positive trend, but not with $EC_{1:5}$ and exchangeable Mg^{2+} concentration. These results suggest that coastal saline paddy soils have a capacity to store C in $CaCO_3$ form. The substantial concentration of SIC and its contribution to total C in study soils suggest that SIC should be taken into account when estimating soil C content of paddy soils in coastal saline areas.

Keywords: Calcuim carbonate, Carbon sequestration, Coastal paddy, Saline soils, Soil pH
Correspondence: wjchoi@jnu.ac.kr

PC-52

랜더링된 가축사체 잔류물이 고추 생육에 미치는 영향

Effect of Rendered Livestock Carcass Residues on Red Pepper Growth

박치현*, 박재혁[1], 윤진주[1], 이승규[1], 김소희[1], 최재영, 조주식
Chi-hyeon Park*, Jae-hyuk Park[1], Jin-ju Yun[1], Seung-gyu Lee[1], So-hui Kim[1], Jae-young Choi, and Ju-sik Cho
순천대학교 생물환경학과, [1]순천대학교 농화학과
Department of Bio-Environmental Science, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]Department of Agricultural Chemistry, Sunchon Nation University, Suncheon 57922, Korea

랜더링 처리란 가축사체를 고온, 고압으로 처리하는 방법이며 매몰처리에 비해 환경부하가 적은방법이다. 가축사체를 랜더링 처리하면 잔류물로 단백질과 뼈 성분 등이 배출되어 랜더링 잔류물의 N, P 및 유기물이 각각 9.22%, 8.03% 및 59.8% 함유하게 되어 비료로써 가치가 높을 것으로 판단된다. 이에 본 연구는 랜더링된 가축사체 잔류물의 투입량에 따른 고추의 생육, 수확량 및 토양화학성을 확인하여 랜더링 잔류물이 비료로 활용이 가능한지를 확인하기 위해 포트실험을 수행하였다. 처리조건은 무처리 (CN), 무기질비료 (IF), 랜더링 잔류물 처리 (R)로 나눴으며, 랜더링 잔류물은 고추 재배에 필요한 질소 시비량을 각각 50%, 100% 및 200% (R50, R100 및 R200)로 처리하였다. 처리조건별 식물체의 길이는 32.8~77.7 cm $plant^{-1}$ 범위였으며, 생체중은 뿌리, 줄기 및 잎에서 각각 5.56~26.2, 7.03~49.1 및 4.23~21.5 g $plant^{-1}$ 범위로 조사되었다. 수확한 고추의 생체중은 CN, IF, R50, R100 및 R200 순서로 각각 5.03, 5.94, 4.91, 6.08 및 6.46 g $plant^{-1}$이었으며, 수확량은 2.67, 6.33, 6.33, 6.33 및 8.67 ea $plant^{-1}$으로 조사되었다. 생체중 및 수확량은 질소투입량이 동일한 IF처리구와 R100처리구에서 큰 차이를 보이지 않았으며, R200처리구에서는 수확량이 크게 증가하였다. 수확 후 토양 화학성은 랜더링 처리에서 무기질 비료 처리보다 토양의 pH, OM, T-N, CEC 및 Avail. P_2O_5의 함량이 높게 조사되었다. 따라서 랜더링 잔류물은 비료로써 작물의 생육 및 토양의 지속적인 양분관리에는 효과적일 것으로 판단된다.

주제어: 랜더링 잔류물, 비료, 자원 재활용, 고추
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (061-750-5182)

PC-53

랜더링 잔류물 처리에 따른 밭토양의 온실가스 및 암모니아 가스 배출량 평가

Evaluation of Greenhouse Gas and Ammonia Emission of Field Soil to Rendering Residue Treatment

박재혁*, 윤진주, 조한나, 이승규, 김소희, 박치현, 최재영, 강세원, 조주식
Jae-Hyuk Park*, Jin-Ju Yun, Han-Na Cho, Seung-Gyu Lee, So-Hui Kim,
Chi-Hyeon Park, Jae-Young Choi, Se-Won Kang, and Ju-Sik Cho
순천대학교 농생명과학과 & IT-Bio 융합시스템 전공
Department of Agricultural Life Science & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System,
Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

가축사체 랜더링 공법은 폐사가축을 처리하는 방법에 있어 친환경적인 방법이며, 일부 전염병을 통해 폐사한 가축을 포함한 가축사체의 랜더링 처리로 발생한 잔류물은 비료의 원료로 재활용이 가능하다. 본 연구는 랜더링 처리 후 발생되는 잔류물을 밭토양에 처리하였을 때, 발생되는 온실가스 및 암모니아 배출량을 평가하고자 실내 포트실험을 수행하였다. 토양은 전남 순천시 서면에 위치한 밭에서 채취하였으며, 2 mm 체에 통과시킨 균질화된 토양을 와그너 포트 (0.02 m^2)에 2 kg을 투입하여 처리구별로 원형 아크릴챔버 (Ø15 × 40 cm)를 설치하였다. 온실가스는 SFC (static flux chamber)를 사용하여 1시간 후 온실가스 변화를 확인하였고 암모니아의 경우 DFC (dynamic flux chamber)를 사용하였다. DFC는 2 L min^{-1}의 공기를 주입하여 0.05 N H_2SO_4 용액으로 1시간 포집하였다. 처리조건은 무처리구 (CN), 무기질 비료처리구 (IF), 랜더링 잔류물처리구 (R)로 나눴으며, 무기질 비료는 N-P-K (22.5-6.4-10.1 kg $10a^{-1}$)를 투입하였다. 랜더링 잔류물은 무기질 비료처리구의 질소함량에 50%, 100% 및 200% (R50, R100 및 R200)의 질소함량을 투입하였다. 랜더링 처리에 따른 온실가스 배출량은 CO_2의 경우, 처리 후 1일차에서 926~3555 mg $m^{-2}h^{-1}$ 범위로 배출되었으며, 7일차 이후에 모든 처리구에서 배출량이 50 mg $m^{-2}h^{-1}$ 미만으로 감소하였다. CH_4 배출량은 처리 후 14일차부터 증가하였으며, 21일차 R200 처리구에서 4.04 mg $m^{-2}h^{-1}$으로 가장 많은 양의 CH_4가 배출되었다. CO_2와 CH_4 배출량은 랜더링 잔류물 처리에서 무기질 비료처리보다 배출량이 많았으며, 랜더링 잔류물의 처리량이 많을수록 CO_2와 CH_4 배출량이 증가하였다. N_2O 배출량은 1일차에서 2.08~5.90 mg $m^{-2}h^{-1}$ 범위로 배출되었으며, 3일차 이후 배출량이 급감하였다. 랜더링 잔류물을 무기질 비료와 동일한 질소량을 처리하였을 경우에 무기질 비료보다 N_2O 배출량이 높았으며, 랜더링 잔류물 처리량이 많을수록 N_2O 배출량은 감소하였다. 처리조건별 암모니아 가스의 총 배출량은 CN 처리구에 비해 IF, R50, R100 및 R200 처리구에서 각각 5.08, 36.0, 324 및 505%가 증가하였다.

주제어: 랜더링 잔류물, 온실가스, 암모니아, 밭토양
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (061-750-5182)

PC-54

농경지에서 혐기 및 호기 조건에 따른 아산화질소 배출 관련 바이오차의 효과: 메타분석 연구

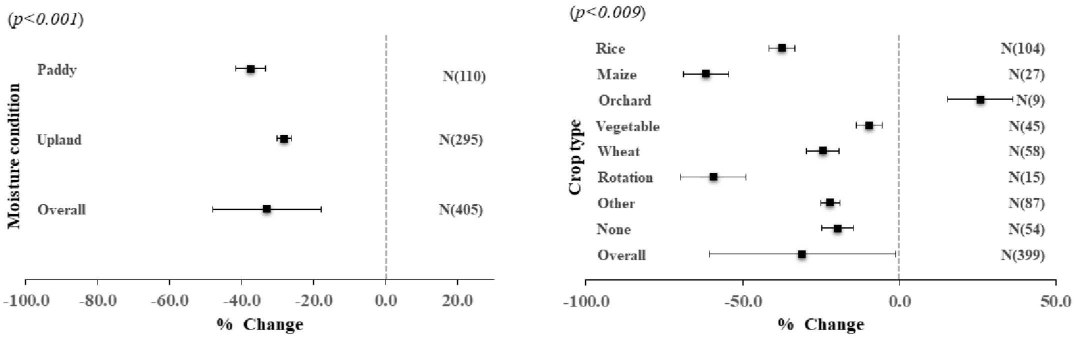
Effect of Biochar on Nitrous Oxide Emissions according to Anaerobic and Aerobic Conditions in Cropland: A Meta-Analysis

이종문*, 최은정, 권효숙, 이형석, 박혜란, 김근식, 박도균[1], 이선일
Jong-Mun Lee*, Eun-Jung Choi, Hyo-Suk Gwon, Hyoung-Seok Lee, Hye-Ran Park, Guen-Sik Kim, Do-Gyun Park[1], and Sun-Il Lee
농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화평가과, [1]충남대학교
National Institute of Agricultural Sciences RDA, Wanju, 55365, Korea
[1]Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea

농업 생태계의 바이오차 적용은 아산화질소 (Nitrous Oxide, N_2O)를 완화할 수 있는 잠재적 해결책으로 떠오르고 있다. 그러나 바이오차 적용이 농업분야에서 N_2O 배출에 미치는 영향은 수많은 연구들 사이에서 가변적이며 여전히 불확실하다. 이를 종합적으로 정량화하기 위해 세계적인 단위에서 메타분석이 실시되었으나, 지역 단위에서 경작 방식 및 토양 특성은 고려하지 않고 분석되었다. 따라서, 이 연구에서는 국내와 유사한 동아시아 국가들을 대상으로 산소 조건에 따른 바이오차 투입 효과를 종합적으로 분석하였다. 이를 위해 2010년부터 2022년 3월까지 발표된 바이오차 관련 연구를 수집하였고, 메타분석을 위해 필요한 조건을 모두 만족하는 42개 논문을 최종 선정하여 사용하였다. 메타분석 결과, 바이오차의 N_2O 감축 효과는 33.0 ± 15.0%로써, 호기 조건에서 28.1 ± 2.0%, 혐기 조건에서 37.5 ± 4.1%를 유의미하게 감축하는 것으로 분석되었다 ($p<0.001$). 그러나 호기 조건에서 배출되는 N_2O 배출량은 평균 8.9 ± 1.0 kg ha^{-1}로, 혐기 조건에서 배출되는 N_2O 배출량 2.0 ± 0.3 kg ha^{-1}에 비해 4배 이상 많았다. 재배 작물에 따른 바이오차의 N_2O 감축 효과를 분석한 결과, 과수원을 제외하고, 모든 작물 재배지에서 바이오차 투입으로 N_2O 배출이 감축되는 것으로 나타났다 ($p<0.01$). 작물별로 살펴보면 옥수수 재배지에서 67 ± 7.3%로 N_2O 감축 효과가 가장 높았으며, 이모작 이상인 재배지에서 59.3 ± 10.5%, 쌀 37.5 ± 4.1% 순으로 N_2O 감축 효과가 높았다. 호기 조건에서는 실험방법, 실험기간, 열분해온도, 바이오차 투입량, 토양 C/N, 토성, 비료 투입량에 따라 유의미한 N_2O 감축 효과가 있는 것으로 나타났고, 혐기 조건에서는 실험조건, 바이오차 원료, 열분해 온도, 바이오차 C/N, 바이오차 투입량, 토양 pH, 토양 C/N, 비료 투입량에 따라 유의미한 N_2O 감축 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 연구는 동아시아권 농경지에서 바이오차 적용을 통해 N_2O 감축이 가능할 것으로 나타났다. 다만, 혐기성 조건의 감축 비율이 호기성 조건의 비율보다 높았으나, 배출되는 양적인 측면에서 호기성 조건에서의 N_2O 배출량이 4배 이상 많았기 때문에 결과적으로 혐기성 조건보다 호기성 조건에서 N_2O 감축 효과가 더 클 것으로 판단된다.

주제어: 농경지, 메타분석, 바이오차, 산소조건, 아산화질소
주연구자 연락처: jmlee1019@korea.kr (063-238-2493)

사사: 본 연구는 "농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(PJ01559203)"의 지원에 의해 이루어졌습니다.



(A) Soil oxygen condition (B) Crop types

Fig. Response ratio of N_2O emissions to biochar by soil oxygen conditions (A) and crop types (B). Numbers in parentheses indicate the sample size and error bars represent 95% confidence intervals. The *P* values are presented in the panel.

PC-55

논 양분과 물 관리에 따른 메탄 배출량 변화

Variability of Methane Emission with Fertilization and Water Management of Rice Paddy

백누리*, 박현진[1], Pia Husna Israt, 최우정[1]
Nuri Baek*, Hyun-Jin Park, Pia Husna Israt, and Woo-Jung Choi
전남대학교 지역·바이오시스템공학과(BK21), [1]전남대학교 기후변화대응농생명연구소
Department of Rural & Biosystems Engineering (BK21), Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea
[1]AgriBio Institute of Climate Change Management, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

메탄(CH_4)은 2019년 기준 우리나라 농축산업분야 온실가스 배출량의 50% 이상을 차지하고 있으며, 그 중 50% 정도가 담수 조건인 논 생태계에서 배출된다. 담수 상태인 논에서 CH_4은 유기물 분해에 따라 산화환원전위(Eh)가 감소하여 생성되기 때문에 토양이 호기적 상태를 유지하거나, 담수 조건에서도 유기물 분해에서 발생하는 전자(e^-) 수용체가 있으면 CH_4 발생이 감소한다. 따라서, 양분과 물 관리에 따른 CH_4 발생량 평가 연구가 활발하게 진행되어오고 있다. 본 연구에서는 문헌조사를 통해 이와 같은 양분(시비 종류, 시비량, 규산질 시비)과 물 관리(간단 관개, 논물 얕게 대기)에 따른 CH_4 배출량 변화를 종합적으로 평가하였다. 화학비료에 비해 유기물 투입에 의해 CH_4 발생량은 크게 증가하였으며, 유기물 투입량과 CH_4 발생량 사이에 정의 상관관계가 있었다. 질소 화학비료 종류에 의해서도 CH_4 발생량이 달라졌으며, 요소 > 완효성 요소 > 유안의 순서였는데, 유안에 함유된 황산이온(SO_4^{2-})이 전자수용체로 작용하여 CH_4 발생량이 낮은 것으로 판단된다. 관행 담수조건과 비교하여 간단 관개나 논물 얕게 대기 등 물관리에 의해 CH_4 발생량이 평균 76% 감소하였다. 규산질 비료 투입에 의해 CH_4 발생량이 감소하였지만, 그 정도는 13%로 물관리보다는 효과가 낮았으며, 규산질 비료 투입량 5톤 ha^{-1}까지는 CH_4 발생량이 직선적으로 감소하였지만, 그 이후에는 완만하게 감소하였다. 유기물이 투입된 조건에서 논 물관리에 의해 CH_4 발생량 저감 효과는 43%로 낮아졌다. 하지만, 유기물이 투입된 조건에서 규산질 비료 시용에 의해 CH_4 발생량이 93% 증가하였다. 본 연구 결과는 토양 양분 관리 방식과 논물 관리 방식에 따라 CH_4 발생량이 달라지며, 논물관리와 규산질 비료의 CH_4 발생량 저감 효과는 유기물 투입 여부에 따라 달라짐을 보여준다. 따라서, 본 연구는 다양한 양분 관리 조건에서 논물관리와 규산질 비료의 CH_4 저감 효과를 검토할 필요성을 제시한다.

주제어: 메탄, 양분관리, 물관리, 규산질 비료, 논 토양
주연구자 연락처: wjchoi@chonnam.ac.kr (010-3171-2818)

PC-56

바이오매스 발전소 폐기물 저회를 활용한 영양염류토양 개선 및 작물 성장 개선

Improvement of Nutrient Soil and Crop Growth Using Bottom Ash of Biomass Power Plant

김소희[1]*, 이승규[1], 윤진주, 박재혁[1], 박치현[2], 조주식[1]
So-Hui Kim[1]*, Seung-Gyu Lee[1], Jin-Ju Yun, Jae-Hyuk Park[1], Chi-Hyeon Park[2], and Ju-Sik Cho[1]
순천대학교 생명산업과학대학 농화학과
[1]순천대학교 IT-Bio 융합시스템전공
[2]순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과
Department of Agricultural Chemistry, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[2]Department of Bio-Environmental Science, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

우리나라는 화력발전소를 바이오매스 발전소로 전환 중이며, 발생하는 저회는 연간 약 2.7만 톤이 발생하고 있지만 대부분 매립 처리되고 있어 문제가 되고 있다. 이에 저회를 농업적 자원으로 활용하기 위해 영양염류토양에 저회 처리시 토양 및 작물성장 개선 효과에 대해 연구하였다. 실험방법으로 처리조건은 채취한 토양에 저회를 각각 25, 50, 100, 200, 400 kg 10a^{-1} (BA25, BA50, BA100, BA200, BA400) 처리하였으며, 토양에 저회 처리를 하지 않은 토양을 CN, NPK (N-P-K, 7.0-3.0-3.6 kg 10a^{-1})을 처리한 토양을 IF라고 표시하였다. 작물은 청상추를 정식하였으며, 5주 간 재배하였다. 조사항목으로 식물은 생체량과 양분 흡수량을 분석하였고, 토양은 수분함량, pH, CEC, 염분, NO_3^-, NH_4^+, Av. P_2O_5, OM을 분석하였다. 연구결과 상추의 상층부의 생체량은 저회 처리함량이 증가할수록 증가하였으며, 하층부의 생체량은 BA 25, 50, 100은 증가하였지만, BA200, 400은 감소하였으며 양분 흡수량은 상추의 상층부와 하층부 모두 증가하였다. 토양의 수분함량은 저회 함량이 증가할수록 증가하였으며, CEC는 CN에 비해 1~7%의 감소율을 나타냈다. NH_4^+의 함량은 2~10배 증가하였으며, NO_3^-의 경우 저회 처리함량이 증가할수록 감소하였는데, 이는 저회에 의한 암모니아태 질소 고정에 의해 질산화 과정이 감소한 것으로 판단된다. 또한 유기물도 저회 처리에 의한 증가율이 3%~60%를 나타냈으며, pH와 Av. P_2O_5의 경우 저회 처리에 따른 변화가 유의미했다. 이를 통해 영양염류토양에 저회 처리시 작물의 성장을 개선시키고, 토양내 다량의 염분과 양분을 감소시켰으며, 무기태질소의 고정률이 높아 토양 내 암모니아태 질소를 증가시키고, 토양의 용출로 지하수 오염의 원인이 되는 질산태 질소 함량 감소시키는 등의 효과가 확인되었다. 따라서 저회는 영양염류토양의 개량제로서의 가치가 있는 것으로 판단된다.

주제어: 바이오매스, 폐기물, 저회, 토양개선, 작물생장개선
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (061-750-5182)

PC-57

음식 부산물 퇴비와 블랙카본, 유용미생물의 사용에 따른 토양 특성 변화

Changes in Soil Chemical Properties in Application with Food Waste Compost, Black Carbon and Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB)

정영재*, 김성헌, 변지은, 이윤혜, 권순익, 심재홍
Young-Jae Jeong*, Seong-Heon Kim, Ji-Eun Byeon, Youn-Hae Lee, Soon-Ik Kwon, and Jae-Hong Shim
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Soil and Fertilizer Division, National Institute of Agricultural Sciences,
Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

환경부에 따르면 음식물류폐기물(이하, 음식부산물)의 배출량은 전체 생활계 폐기물의 약 23%이며, 음식물류폐기물의 직매립, 해양투기 등이 금지됨에 따라 대부분 퇴비화 또는 사료화 사업을 통해 처리되고 있다. 퇴비화를 통하여 생산된 음식부산물퇴비는 토양개량제로 활용되며 작물 생육 증가에도 긍정적인 영향을 줄 수 있으나 토양에 장기간 사용 시 염분에 의한 피해 우려가 있다. 이때 가축분 퇴비, 바이오차, 유용미생물 등을 함께 사용하면 염분에 의한 피해 저감뿐만 아니라 작물 생산성 및 토양 물리성, 이화학성 개선에도 도움을 줄 수 있다. 이에 본 연구는 바이오차의 한 종류인 블랙카본과 작물 생육에 도움을 주는 유용미생물을 음식부산물퇴비와 함께 처리하여 상추 재배에 따른 토양 화학성 변화를 알아보고자 하였다. 처리구는 무비구(NF), 무기질 비료 (NPK), 무기질 비료 + 음식부산물퇴비 (NPKF, 대조구), 무기질 비료 + 음식부산물퇴비 + 블랙 카본 (NPKFC), 무기질 비료 + 음식부산물퇴비 + 미생물 (NPKFB), 무기질 비료 + 음식부산물퇴비 + 블랙카본 + 미생물 (NPKFCB)이며, 각 처리구는 3 반복하였고 난괴법으로 배치하였다. 무기질 비료의 시비량은 농촌진흥청 시설 상추 표준시비량(N-P_2O_5-K_2O=7.0-3.6-3.6 kg $10a^{-1}$)으로 처리하였으며, 음식부산물퇴비는 표준시비량의 질소 기준 100% (482 kg $10a^{-1}$)을 사용하였다. 블랙카본은 음식부산물퇴비 처리량 대비 4% (19 kg $10a^{-1}$), 유용미생물은 *Paenibaciilus haraena* 속을 사용하였으며 음식부산물퇴비 처리량 대비 1% (5 kg $10a^{-1}$) 수준으로 처리하였다. 상추 생육과 수확량은 블랙카본과 미생물을 동시에 투입한 NPKFCB 처리구에서 가장 높았다($P<0.05$). 토양 화학성 분석 결과, 재배 후 유효인산을 제외한 모든 항목이 상추 재배 적정범위였으며 pH와 EC의 경우 재배 후 모든 처리구에서 증가하였다($P<0.001$). 특히 pH는 NPKFC 처리구에서 가장 많이 상승하였는데, pH가 높은 블랙카본의 영향을 받은 것으로 보인다. EC의 경우 NPKF 처리구에서 1.7 ds m^{-1}로 가장 높았으며, 이는 음식부산물퇴비의 영향을 받은 것으로 판단된다. 또한, 토양 유기물, 총 탄소는 재배 후 모든 처리구에서 증가하였으나($P<0.05$), 재배 후 처리구간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이는 단기간 재배로 인해 토양 탄소의 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 보인다. 따라서, 본 연구 결과를 바탕으로 장기간 연용 시험을 통한 토양 화학성 변화 및 토양 탄소 분획 평가 등의 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주제어: 음식부산물퇴비, 블랙카본, 유용미생물, 토양 화학성
주연구자 연락처: jaysoil@korea.kr (063-238-2427)

PC-58

전남지역 농업용 지하수의 수질 변동평가

Characteristics in Water Quality Change of Agricultural Groundwater in Jeonnam Province

이소연*, 김현지, 김성우, 곽경진, 이진우, 김민경[1]
Soyoun Lee*, Hyeonji Kim, Sungwoo Kim, Kyungjin Kwak, Jinwoo Lee, and Minkyung Kim[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원 기후변화생태과
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]Climate Change and Agroecology Division, NAAS, RDA, Wanju 55365, Korea

본 연구는 전남지역 논, 밭, 시설재배지의 농업용으로 사용되는 지하수에 대한 수질변동 추이를 평가하기 위해 수행하였다. 조사대상은 전남 도내 논, 밭, 시설재배지에서 관개용으로 사용되고 있는 지하수를 대상으로 토지 이용 형태별로 논 5지점, 밭 5지점, 시설재배지 10지점을 선정하여 총 20지점을 대상으로 2021년부터 2022년까지 2년에 걸쳐 조사하였다. 조사시기는 매년 4월과 7월 연간 2회 시료를 채취하여 수질오염공정시험기준에 준하여 분석하였다. 2년간 지하수의 평균 수질을 비교한 결과, pH와 EC는 6.6, 0.31~0.32 dS m-1로 변화는 거의 없거나 비슷한 수준이었으며 영농형태별 수질 상태지표인 NO_3-N의 함량은 밭 > 시설 > 논 순으로 21~22년 같은 경향을 보였다. Cl^-와 SO_4^{2-} 함량은 논(31.38~35.10, 11.45~17.05)과 시설재배(21.09~27.97, 22.40~26.10)에서 증가하였고 밭은 20.86~17.34, 10.65~5.47로 감소하는 경향을 보였다. T-N과 T-P 함량은 논과 밭에서는 감소했지만, 시설에서는 증가하거나 큰 변화가 없었다. Ca와 K 함량은 논, 밭, 시설 모두 증가하는 경향을 보였다. 2021년과 2022년 전남지역 농업용 지하수의 수질 기준 초과율의 경우, pH는 2021년에 5% 초과 되었고, NO_3-N은 21년 5%, 2022년 10% 수질 기준을 초과하였으나 Cd, As, Pb와 같은 유해물질은 모두 수질 기준 이하이거나 불검출되었다.

주제어: 농업용수, 지하수, 수질
주연구자 연락처: chancy24@korea.kr (010-3868-4508)

Table 1. 전남지역 농업용 지하수 수질특성 변화(2021~2022)

영농형태	시기	pH	EC(dS/m)	NO_3-N	Cl^-	SO_4^{2-}	T-N	T-P	Ca	K
논	2021	6.7	0.41	5.16	31.38	11.45	16.88	0.15	43.48	1.30
	2022	6.7	0.41	4.13	35.10	17.05	12.00	0.13	46.68	1.31
밭	2021	6.6	0.22	8.43	20.86	10.65	23.35	0.06	15.26	1.46
	2022	6.5	0.23	8.50	17.34	5.47	20.78	0.05	31.21	1.55
시설재배	2021	6.6	0.30	6.97	21.09	22.40	19.83	0.09	26.30	2.87
	2022	6.5	0.34	8.83	27.97	26.10	21.64	0.09	32.17	3.45
평균	2021	6.6	0.31	6.85	24.44	14.84	20.02	0.10	28.34	1.88
	2022	6.6	0.32	7.15	26.80	16.21	18.14	0.09	36.69	2.10

Table 2. 전남지역 농업용 지하수의 수질기준 초과율(단위: %)

연도	pH	NO_3-N	Cl^-	Cd	As	Pb
2021	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2022	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
기준	6.0~8.5	≤20	≤250	≤0.01	≤0.05	≤0.1

PC-59

농업환경보전프로그램의 영향평가를 위한 넥서스 기반 평가체계 구축 연구

A Study on the Development of NEXUS-Based Evaluation Systems for Impact Assessments of the Agricultural Environment Conservation Program

손정우*, 허승오, 오부영
Jeong-woo Son*, Seung-oh Hur, and Bu-yeong Oh
농촌진흥청 국립농업과학원 토양비료과
Division of Soil and Fertilizer, NAS, RDA, Wanju, 55635, Korea

농업의 공익적 가치 제고를 위한 농업환경 관리정책의 일환으로, 농림축산식품부는 2018년부터 지역단위로 농업환경보전활동을 수행하는 농업환경보전프로그램 사업을 운영하고 있다. 농업환경보전활동 실천 지원을 통해 농업인·주민의 농업환경보전 의식 개선 및 활동에 대한 참여를 유도하는 것이 목적이다. 사업의 이행에 따라 토양, 물, 식량 및 에너지 등 주요 농업자원은 변화하고 서로 영향을 미친다. 한편, 넥서스(NEXUS)는 자원 간의 상승(Synergy) 및 상쇄(Trade-off) 효과를 연계분석하여 자원의 지속가능성을 평가하는 통합적 개념의 접근방법으로 이는 의사결정에 이용할 수 있다. 따라서 농업환경보전프로그램의 영향평가를 위해 넥서스 개념을 접목한다면 통합적 평가가 가능하며 새로운 방향의 농업환경정책을 제시할 수 있을 것이다. 이에 따라 넥서스 기반 통합 플랫폼을 마련하고자 평가체계를 구축하였으며, 사업대상지에서 수행하고 있는 세부활동에 대한 이행 및 효과평가를 통하여 최종적으로 지속가능성 지표를 산정하는 것이 목표이다. 평가체계는 다음과 같다. 사업대상지의 세부활동별 이행점검을 통한 이행평가(1단계) 후, 농업자원(물, 식량, 에너지, 탄소, 경제성 및 수환경)간 연계분석을 통한 효과평가(2단계)를 수행한다. 다음으로 농업자원간의 표준화(3단계)를 거쳐 세부활동별 중요도에 따른 가중치를 적용(4단계)한다. 최종적으로 사업대상지에서 수행하고 있는 세부활동을 통합평가하여 사업의 효과평가를 위한 지속가능성 지표를 산정(5단계)한다. 본 연구를 통해 농업환경보전프로그램의 농업환경보전활동에 대한 효과를 통합평가하고, 넥서스 기반으로 개발된 지속가능성 지표는 정책 및 영농의 의사결정 지원도구로 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

주제어: 농업환경보전프로그램, 넥서스, 평가체계
주연구자 연락처: son094@korea.kr (063-238-2434)

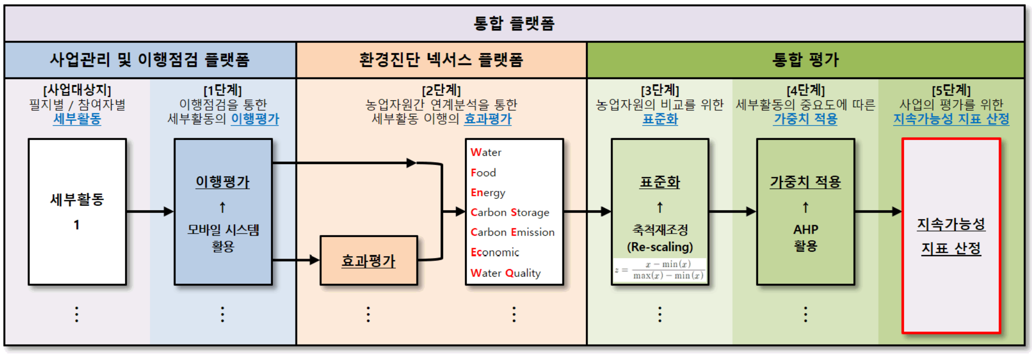


Fig. NEXUS-based Evaluation Systems for Impact Assessments of the Agricultural Environment Conservation Program.

PC-60

화학적 활성화가 폐사체 바이오차의 물리적 특성에 미치는 영향

Effect of Chemical Activation Methods on the Physical Porperties of Livestock Carcass Biochar

김신실*, 노준석, 이수림, 이재훈, 박종환[1], 서동철
Sin-Sil Kim*, Jun-Suk Rho, Su-Lim Lee, Jae-Hoon Lee, Jong-Hwan Park[1], and Dong-Cheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21&농업생명과학연구원), [1]동아대학교 생명자원산업학과
Division of Applied Life Science (BK21&Institute of Agriculture and Life Science),
Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea
[1]Department of Life Resources Industry, Dong-A University, Busan 49315, Korea

활성탄은 식물성, 동물성, 광물성 물질 등의 biomass가 고온 탄화 과정을 거치며 흑연과 비슷한 탄소배열 구조가 형성된 무정형 탄소로서, 활성화 과정을 통해 내부에 미세세공이 형성되어 큰 비표면적을 갖는다. 일반적으로 활성탄은 흡착능이 우수하여 탈색 및 탈취제로 널리 사용되고 있으며, 산업 공정의 오염물질의 흡착제로도 이용되어진다. 현재 우리나라는 가축전염병예방법 제 20조에 의해 살처분한 가축사체는 신속한 소각 및 매몰을 하게 되어 있으나, 매몰시 미분해 사체로 인한 악취와 침출수발생, 병원성 미생물 발견 등의 문제점이 발생하고 있다. 폐사체를 매몰하지 않고 환경친화적인 처리방법에 대한 방안으로 랜더링 기술을 통한 폐사체 처리를 활용하고 있는데, 제조된 바이오차는 사체 내에 잔존하는 유지 및 바이오 오일 성분에 의해 기공이 대체로 발달되지 않는 문제점을 가진다. 따라서 본 연구는 폐사체 바이오차의 미세기공형성과 비표면적 발달을 위해 화학 약품을 통한 화학적 활성화를 진행하여 활성탄을 제조하고자 하였다. 활성화 공정은 탄화, 약품 활성화, 수세 및 건조 순으로 진행하였다. 화학적 활성화를 위해 사용된 약품은 NaOH, KOH, H_2SO_4, H_3PO_4로 침적비율 100, 200, 300 wt%로 반응하였다. 활성 과정을 거친 폐사체바이오차는 SEM(Apreo S)을 통한 표면 변화 관찰 및 Brunauer, Emmett, Teller(BET) 비표면적, 세공용적, N_2 등온 흡탈착 분석을 하여 그 특성을 조사하였다. SEM을 통한 표면 관찰결과 활성 전 바이오차는 제조과정에서 발생하는 바이오 오일의 영향을 받아 기공이 대체로 발달되지 않은 형태를 가지고 있었고, 활성 과정을 거치면서 표면 및 내부에 세공이 형성된 것을 확인하였다. 추가적으로 산(H_2SO_4, H_3PO_4)이 처리된 바이오차는 찢어진 형태의 기공, 염기(NaOH, KOH)가 처리된 바이오차는 세공 형태의 기공이 형성되었다. 이를 비표면적분석기(ASAP2020)를 통해 BET 비표면적을 분석한 결과 활성 전 폐사체 바이오차에서는 비표면적이 너무 낮아 측정이 불가하였으나 산 및 염기 약품 처리된 바이오차에서는 모두 비표면적이 증가 되는 것을 확인 할 수 있었고, 침적비율이 높을수록 비표면적이 커지는 경향을 나타내었다. 이상의 결과에 따라 폐사체 바이오차에 화학적 활성화 과정을 거치면 미세세공 형성 및 비표면적이 커진 고품질의 활성탄을 제조할 수 있음을 확인하였다.

주제어: 가축사체, 폐기물, 바이오차, 자원순환, 탄소중립
주연구자 연락처: dcseo@gnu.ac.kr (055-772-1963)

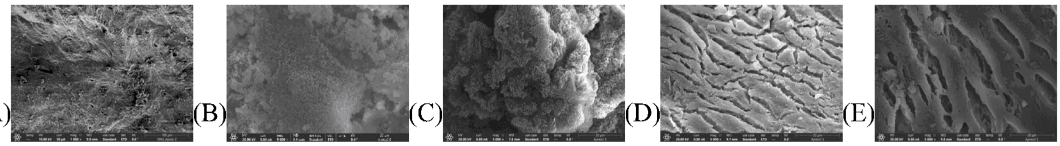
(A) (B) (C) (D) (E)


Fig. 1. (A) 활성 전, (B) NaOH 100wt%, (C) KOH 100wt%, (D) H_2SO_4 100wt%, (E) H_3PO_4 100wt%의 표면.

PC-61

유기액비 제조 과정 중 폭기 처리에 의한 악취 저감 효과 평가

Evaluation of the Effect of Aeration Treatment on the Ordor Reduction during Organic Liquid Fertilizer Manufacturing Process

김유진*, 이상민, 이초롱, 황현영, 안난희
You-Jin Kim*, Sang-min Lee, Cho-Rong Lee, Hyun-Young Hwang, and Nan-hee An
농촌진흥청 국립농업과학원 유기농업과
Organic Agriculture Division, NAS, RDA, Wanju, 55365, Korea

본 연구에서는 유기재배 농가에서 양분관리 기술로 사용되는 유기액비의 제조 과정에 발생하는 악취 저감율을 평가하기 위해 폭기 처리에 따른 유기액비 냄새 발생 특성 및 무 발아지수를 비교 분석하였다. 처리구는 원료 4종(깻묵, 미강, 어분, 골분)을 물 10L 기준 20%, 당밀 1%, 건조효모 2% 첨가 후 폭기구와 무폭기구로 설정하고 상온에서 발효하였다. 유기액비 발효조의 냄새 성분변화 및 무 발아지수 비교 결과 황화수소(H_2S)는 시간이 경과 할수록 두 처리구 모두 감소하였지만 폭기구의 감소율이 97%로 크게 감소하였다. 암모니아(NH_3)와 아민(NH_2) 농도는 폭기구에서 높았고, CO_2는 무폭기 발효조에서 높은 농도를 보였다. 또한 무 발아지수가 70% 이상인 시점이 무폭기는 90일차, 폭기는 30일차로 폭기가 60일 정도 빠른 것으로 확인되었다. 위의 결과를 통해 유기액비 제조과정 중 발효조 내 폭기를 함으로써 황화수소가스(H_2S) 발생저감과 액비화 촉진에 효과적이며 친환경재배 농가의 농자재 제조 환경 개선을 위해 황화수소 이외의 냄새성분을 저감시키는 기술 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주제어: 유기액비, 악취저감, 폭기, 황화수소, H_2S
주연구자 연락처: nanhee79@korea.kr (063-238-2566)

Table. Changes in Hydrogen Sulfide Concentration According to the Presence or Absence of Aeration during the Organic Liquid Liquefaction Process for each Raw Material

Types	Aeration	Liquefying period (day)								Decrease rate (%)
		5	10	20	30	40	50	60	Average	
		(ppm)								
Rice bran	○[x]	0.0	0.0	8.1	0.7	0.0	0.0	0.0	1.2	-
	×[y]	54.3	2.0	1,366	213	51.7	13.0	7.7	244.1	99.5
Sesame dregs	○	2.2	1.8	1.2	6.5	1.0	0.2	0.3	1.9	-
	×	70.3	12.0	866.7	180	93.3	75.0	13.3	187.2	98.9
Fish meal	○	0.0	0.0	6.3	0.5	0.2	0.3	0.0	1.0	-
	×	0.00	0.0	33.3	75.0	40.0	75.0	53.3	39.5	97.4
Bone meal	○	9.3	10	3.3	0	0	0.5	0	3.3	-
	×	22.7	12.0	4,000	4,040	3,000	2,000	1,300	1,534	99.7

[x]: Aerated treatment, Continous air infusion at 2.3m^3/ton per hour.

[y]: Non-aerated treatment.

PC-62

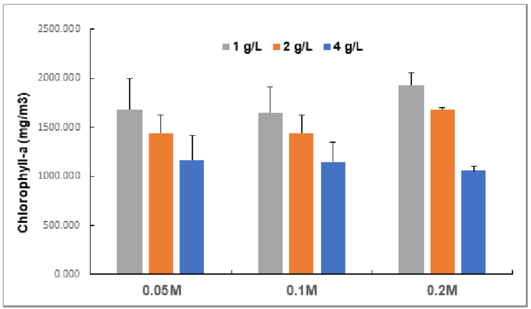
바이오매스 전소발전소에서 배출된 바이오차와 금속 첨착 바이오차가 녹조 억제에 미치는 영향

Effects of Biochar and Metal-Impregnated Biochar from Biomass Power Plant on the Control of HABs

이슬린*, 이수림, 최아영, 박유진, 박종환[1], 서동철
Celine Lee*, Sulim Lee, Ahyoung Choi, Yujin Park, Jonghwan Park[1], and Dongcheol Seo
경상국립대학교 응용생명과학부(BK21), [1]동아대학교 생명자원산업학과
Division of Applied Life Science (BK21 & Institute of Agriculture and Life Science),
Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[1]Department of Life Resources Industry, Dong-A University, Busan, 49315, Korea

연 강수량의 약 60%를 차지하는 여름철에 빗물과 함께 수계로 배출되는 비점오염원은 부영양화를 일으키고 남세균의 대량 번식을 유발하면서 수표면이 녹색으로 뒤덮인다. 환경부에서는 5~10월간 유해 남조류의 세포수와 클로로필-a 등을 분석해 4단계의 조류예측정보를 제공하는데 수온이 상승하는 6월부터 낮아지기 시작하는 10월까지 다른 강에 비해 수온이 3도 정도 높은 낙동강에서는 녹조 경보가 꾸준히 발령되고 있다. 녹조가 발생하게 되면 악취, 독성, 용존 산소 감소 등 수중 생물뿐만 아니라 동물과 인간이 마시는 물에도 문제가 생길 수 있으며 수자원 관리 비용이 증가하게 된다. 그래서 이 연구에서는 녹조의 대량 증식을 막기 위해 바이오매스 전소발전소에서 유래한 바이오차를 금속(구리, 아연, 철, 코발트)와 첨착하여 살조제로 사용하였다. 고온에서 열분해하여 탄소 함량이 높고 다량의 공극 구조를 가진 바이오차를 수계에 살포해 오염 물질을 흡수하여 물 밑바닥으로 가라앉으면 남세균의 광합성이 억제되고 그렇게 죽은 남세균이 미생물에 의해 분해될 때 그 속도를 늦춰 분해 시 배출되는 독소의 급증을 예방하여 어류의 대량 폐사도 막을 수 있다. 또한 가라앉은 바이오차는 수계의 탄소격리률도 증가시킬 것이다. 진주시 남강댐에서 채취한 녹색 부유물에 바이오차 및 금속 첨착 바이오차를 살포하여 구리는 세가지 다른 농도와 투입량(0.05 M, 0.1 M, 0.2 M)과 그 외의 금속(아연, 철, 코발트)는 0.1 M에 세가지 다른 양(1 g/L, 2 g/L, 4 g/L)으로 첨가하여 실온에서 7일간 실험했다. 클로로필-a는 농도가 가장 높은 0.2 M과 4 g/L에서 수치가 적게 검출됐고, 금속별로는 1 g일 때 5일 차에는 아연, 7일 차에는 바이오차의 클로로필-a 수치가 가장 낮았고, 2 g의 5일 차에는 1 g과 마찬가지로 아연, 7일 차에는 구리가 가장 효과가 좋았다. 4 g에서도 5일 차에는 아연과 구리, 7일 차에는 구리의 엽록소 수치가 가장 낮았다. 구리와 아연 중에서는 부유물 두께가 아연이 더 낮았고, 물에 용출된 금속의 수치는 농도가 높을수록 증가했다. WHO에서 정한 물속의 금속 농도 허용치를 보면, 구리는 1.5 ppm으로 이 실험에서 검출된 양은 최대 0.93 ppm으로 허용치 이하이며, 아연이 허용치는 5 ppm인데 1일 차에는 3.07 ppm이 검출됐지만 7일 차에는 검출되지 않았다. 종합적으로 바이오차와 금속 첨착 바이오차 처리구간의 차이가 상당하진 않았고, 금속 중에서는 구리와 아연 첨착 바이오차가 녹조 억제에 가장 효과적인 것으로 보인다.

주제어: HABs, 녹조, Biochar, 바이오차, 금속첨착, 살조제
주연구자 연락처: dcseo@gnu.ac.kr (055-772-1963)



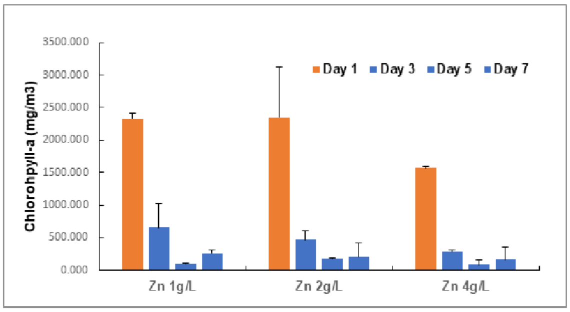


Fig. 1(left). Chlorophyll-a by different concentration of Biochar impregnated with Zn 0.1M. The higher concentration(4 g/L) lower the amount of chlorophyll-a until day 5.

Fig. 2(right). Chlorophyll-a by different concentration of Biochar impregnated with three different concentration of Cu. The higher concentration(4 g/L) lower the amount of chlorophyll-a.

PC-63

강원도 고랭지 무 · 배추 재배지 토양환경의 위생지표세균 조사

Study on Indicator Mirco-Organism in the Soil Environment of Korean Radish · Chinese Cabbage Cultivation Areas in the Highlands of Gangwon-do

방경린*, 황미란, 원헌섭, 이광재, 이안수, 이재홍, 고재영
Kyeong Rin Bang*, Mi Ran Hwang, Heon Seop Won, Kwang Jae Lee, An Soo Lee, Jae Hong Lee, and Jae Young Ko
강원도농업기술원
Gangwon-do Agricultural Research & Extensions Services, Chuncheon, 24203, Korea

강원도의 고랭지 지역은 서늘한 기후 특성상 6~9월 무·배추를 재배한다. 대부분의 농가들이 연작을 하기 때문에 매년 무사마귀병, 반쪽시들음병, 시들음병, 무름병 등 토양미생물에 의해 반복되는 병피해에 쉽게 노출되어 있다. 특히 한창 생육기 때가 장마철로 잦은 호우로 인한 습해와 일조량 부족 등 작물이 병에 취약한 시기이기 때문에 비가 내리는날에도 주기적으로 살균제을 살포하기 때문에 이런 대량의 주기적인 살균제의 살포가 지역별로 농작물과 토양내 위생지표세균, 그 밖의 세균에 차이가 있는지 알아보기 위해 강원도내 고랭지 재배지역 홍천·강릉·평창·태백 중에서 무재배 경작지 2개 시군, 3지점과 배추재배 경작지 2개 시군, 3지점의 수확기 시기인 8~9월 시료를 채취하여, 각각의 농작물, 토양, 농업용수의 위생지표세균 *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterococcus* spp. 등을 분리 하였다. 배지는 EMB Agar와 Enterococcosel Agar를 이용하였고, *Escherichia coli*는 홍천, 강릉, 평창, 태백, *Klebsiella* spp.는 홍천, 강릉, 평창, 태백, *Enterococcus* spp.는 강릉, 평창에서 분리되었다. 동정은 16S rRNA 유전자 염기서열 분석 수행 후, BLAST 결과로 확인하였다. 대부분은 토양, 농산물, 농업용수에서 분리되었으나, *Enterococcus* spp.는 토양에서는 분리하지 못했고 농산물과 농업용수에서 분리되었다. 이들 지표세균 외에도 약 20여종의 다양한 세균들이 분리되었다.

주제어: 강원도 고랭지, 위생지표세균
주연구자 연락처: bb1980@korea.kr (033-248-6109)

Table 1. 고랭지 무·배추 재배지 위생지표세균

	Escherichia coli			*Klebsiella* spp.			*Enterococcus* spp.		
	농산물	토양	농업용수	농산물	토양	농업용수	농산물	토양	농업용수
홍천	-	-	-	1	1	1	-	-	-
강릉	1	1	1	1	1	1	3	-	1
평창	2	2	2	1	1	1	1	-	1
태백	1	1	1	1	1	-	-	-	-

*각 시군당 3지점씩 조사

PC-64

토마토와 고추에서 음식물류 퇴비 처리가 토양 미생물 군집 크기에 미치는 영향 평가

Assessment in Effect of Food Waste Compost in Soil Microbial Biomass for Tomato and Peper

김경영*, Khok Pros, 김용국, 심재홍[1], 한광현
Kyoungyoung Kim*, Khok Pros, Yonggook Kim, Jaehon Shim[1], and Gwang hyun Han
충북대학교, [1]국립농업과학원 농업환경부 토양비료과
Chungbuk National University, Cheongju, 28644, Republic of Korea
[1]Department of Soil & Fertilizer, National Institute of Agricultural Science, Wanju, 55365, Republic of Korea

배출되는 음식물 폐기물의 97%가 가축 사료, 퇴비, 바이오가스 자원으로 활용되고 있으며 그 중 44%는 퇴비로 사용된다. 식당과 가정에서 배출되는 음식물 폐기물은 유기물이 풍부하지만 염분함량은 건중량 대비 약 4%로 높은 염에 의한 토양 이화학적 특성 악화와 토양 미생물 활성 저해에 대한 우려가 있다. 특히 작물 생육 증진과 물질 순환의 주요 인자인 토양 미생물은 토양 환경에 민감하게 반응하기 때문에 본 연구는 토마토와 고추에서 음식물류 퇴비 처리가 토양 미생물 군집에 미치는 영향을 평가하였다.

경기도 이천에서 중강내염성 토마토와 약내염성 고추를 각각 질소 권장 시비량 기준 50% 무기질 비료 처리를 대조구(Con)로, 음식물 퇴비를 100%, 200%, 300% 수준으로 기비 처리(C100, C200, C300)하는 3반복 시험구를 조성하여 재배시험을 수행하였다. 토양 활성 미생물 군집의 크기는 생육기간 중 두 번 토양을 채취하여 클로로포름 훈증 및 추출법(Chloroform Fumigation and Extraction)으로 미생물 탄소량으로 조사하였다.

토마토의 경우 생육기간 중 전반적으로 미생물 군집 크기가 증가하는 경향을 보였으나 음식물 퇴비 처리 여부에 따른 차이나 음식물 퇴비 처리량에 따른 미생물 군집 크기 변화는 확인할 수 없었다. 한편 고추의 경우 생육기간 중 미생물 군집 크기가 증가하는 경향은 확인할 수 없었으며 음식물 퇴비 처리 유무나 처리량에 따른 미생물 군집 크기 변화는 없었다. 따라서 본 연구에선 음식물 퇴비 처리에 의한 미생물 군집 변화는 확인할 수 없었으나 장기 연용시 염류가 집적되며 미생물 군집 크기에 영향을 줄 가능성을 배제할 수 없기 때문에 보다 장기적인 후속 연구가 필요하다고 사료된다.

주제어: 음식물 폐기물, 음식물 퇴비, 염류 집적, 토양 미생물
주연구자 연락처: hangh@cbnu.ac.kr (043-261-2563)

(a) (b)

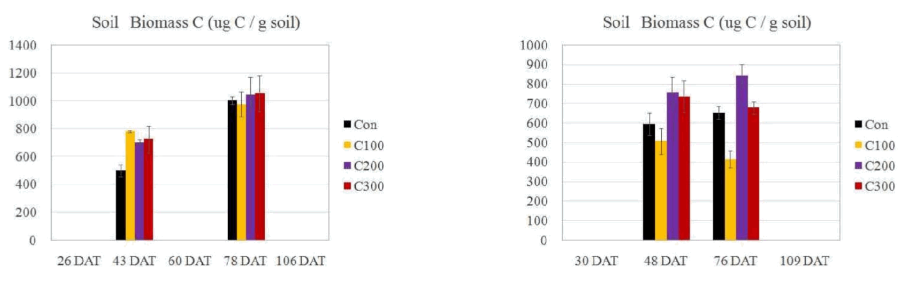


Fig. 1. Distribution of biomass carbon in (a) tomato and (b) pepper.

PC-65

0.1 N NaOH, KOH로 활성시킨 저회의 Cd 흡착 능력 조사

Investigation of Cd Adsorption Capacity of Botttom Ash Activated with 0.1 N NaOH and KOH

최재영*, 김소희[1], 이승규[1], 윤진주[1], 박재혁[1], 조주식[1]
Jae-Young Choi*, So-Hui Kim[1], Seung-Gyu Lee[1], Jin-Ju Yun[1], Jae-Hyuk Park[1], and Ju-Sik Cho[1]
순천대학교 생물환경학과, [1]순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합전공
Department of Bio-environmental Science, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon Nation University, Suncheon 57922, Korea

최근 바이오매스 발전소에서 발생하는 저회를 활용하여 오염물질을 제거하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 저회는 환경보존을 위한 물질으로 주목을 받고 있는 바이오차와 유사하게 다량의 공극을 가지고 있으며, 공극에 의한 흡착을 통해 중금속 제거에 효과적이다. 선행 연구 결과 우리나라 영동발전소에서 배출하는 저회는 Cd, Cu, Ni. Pb, Zn중 Cd의 흡착률이 낮음을 확인하였다. 이에 본 연구는 0.1N NaOH, KOH으로 저회를 활성시켜 Cd 제거율을 높이기 위해 연구를 진행하였다. 사용한 저회는 0.1N NaOH, KOH 1L에 저회 100g 을 130rpm 으로 24h 교반시킨 후 건조시켰다. 저회(0.05g)에 중금속 수용액 25mL 를 혼합한 후, 160rpm 으로 24h 교반한 여과액을 ICP로 분석하였다. 실험 조건은 무게별, 농도별, 시간별, pH별로 나누어 흡착률을 분석하였다. 그 결과 Cd 제거율은 일반 저회, NaOH, KOH 각각 무게 0.05g 기준 Cd 100ppm 수용액 내 중금속 제거율이 32%, 67%, 69%로 나타냈다. 또한 농도별 조건에서 비교하였을 때, 농도별 중금속 흡착 특성은 20ppm 에서 최대 흡착량을 보인 일반 저회와는 다르게 0.1N NaOH, KOH 활성 저회는 80ppm 에서 최대 흡착량을 보였으며, 이때 제거효율은 각각 88%, 87% 이고 일반 저회는 22%의 제거효율을 나타냈다. 이런 결과를 통해 일반 저회를 0.1N NaOH와 KOH로 활성하였을 때 저회는 Cd 제거효율이 증가되었음을 확인할 수 있었다.

주제어: 흡착률, 활성저회, 중금속
주연구자 연락처: chojs@scnu.ac.kr (86-61-750-5182)

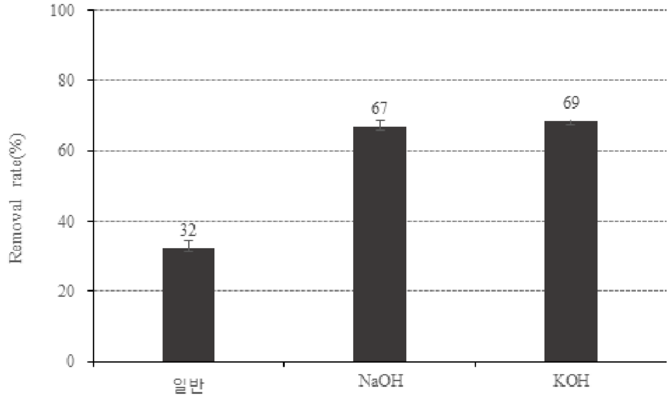


Fig. 1. 저회와 활성저회 중금속 흡착률.

PC-66

Comparison of Ammonia Fluxes Between Urea and Ammonium Sulfate during Rice Cropping

Ali Fakhar[1], Ronley Canatoy[2], and Pil Joo Kim[1,2]
[1]Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Republic of Korea
[2]Institute of Agricultural & Life Sciences, Gyeongsang National University, Republic of Korea

Agriculture is one of the major sources of ammonia (NH_3) emission that accounts for > 80% of the total NH_3 emission. The NH_3-N loss decreases crop productivity and increases financial losses. In addition, NH_3 serves as a precursor of particulate matter ($PM_{2.5}$) that pollutes the air. In agriculture, flooded rice paddies emit higher amount of NH_3 than dry upland soils due to a highly reduced soil condition, high floodwater NH_4^+ concentration and higher pH (>7). Among these NH_4^+-based fertilizers, urea [$(NH_2)_2CO$] is commonly used by farmers followed by ammonium sulfate [$(NH_4)_2SO_4$]. Urea when applied to soil significantly increases pH due to hydrolysis and then favorably increases NH_3 emission. In comparison, ammonium sulfate has lower NH_3 emission due to the absence of hydrolysis reactions making no significant increase in pH. However, the influence of ammonium sulfate application on NH_3 emission in rice paddy is still unclear. To evaluate NH_3 volatilization in flooded paddy soil different N rates (0-90 kg N ha^{-1}) were applied using urea and ammonium sulfate in three split fertilizations. The NH_3 emission was monitored via the static chamber method. While soil and surface water chemical properties including extractable NH_4^+-N, NO_3-N, pH, and electrical conductivity (EC) were observed throughout the cultivation period. Our results revealed a temporal pattern and a single peak after every fertilizer application. Irrespective of fertilizer type, the NH_3 volatilization rate increased with the application rate. After basal application, NH_3 emission in urea was 3 times higher than ammonium sulfate. But in tillering and panicle initiation stages it became almost twice. Similarly, ammonium sulfate seasonal NH_3 emission was 37% lower than urea due to a negligible increase in pH. Interestingly, ammonium sulfate applied soil was found higher soil NH_4^+-N concentration resulting to a higher EC compared to urea. The less NH_3 emission in ammonium sulfate was mainly due to the insignificant increase in pH and lesser NH_4^+-N in surface water. Conclusively, ammonium sulfate could be a better N fertilizer than urea due to its lower NH_3 volatilization losses from paddy soils.

Keywords: ammonia, ammonium sulfate, NH_3 volatilization, urea, rice paddy

PC-67

유용미생물 처리가 토양 화학성과 미생물상 및 방울토마토 수확에 미치는 영향

Effect of Useful Microorganism Treatment on Chemical Property and Microbial Activity of Soil and Cherry Tomato Harvest

정종국*, 서민경, 양현주, 이승현
Jong-Kook Jung*, Min-Kyoung Seo, Hyun-Joo Yang, and Seung-Hyun Lee
(재)전남바이오산업진흥원 친환경농생명연구센터
Eco-Friendly Agri-Bio Research Center, Jeonnam Bioindustry Foundation, Jeollanam-do, 57510, Korea

본 연구는 유용미생물(*Bacillus amyloliquefaciens* KB3)을 2가지 농도로 방울토마토 포장에 관주 처리하였을 때 토양 화학성 및 미생물상과 방울토마토의 수확량에 미치는 영향을 비교하여 유용미생물의 방울토마토 활용에 대한 효과를 확인하고자 수행되었다. 본 연구에 사용된 유용미생물인 *Bacillus amyloliquefaciens* KB3는 장수풍뎅이 3령의 장내에서 발견된 균주로써 잿빛곰팡이병, 탄저병, 시들음병을 일으키는 병원성 곰팡이에 대한 항진균활성을 보이며, 작물생육 호르몬 중 하나인 옥신을 생산하는 균주이다. 이를 최적 조건으로 배양하여 초기농도 1×10^9인 균주를 30%. 60%가 되도록 희석하여 포장에 관주 처리한 결과 각 각의 처리구에서 질산태질소가 무처리구에 비해 75%, 55%가 감소하였다. 유효인산은 무처리구 대비 10% 감소하였으며, pH는 무처리구는 4.6으로 산성을 보이는 데 반해 처리구는 각각 5.5와 5.2로 증가하 여, 토양의 산도를 감소시켰다. 그 외 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 무처리구와 처리구 간 차이가 보이지 않았다. 처리한 미생물인 *Bacillus amyloliquefaciens* KB3의 토양 내 함유량을 확인한 결과 무처리에서는 보이 지 않았으며, 30% 처리구에서는 1.37×10^6이 60% 처리구에서는 7.0×10^6이 토양 내 함유된 것을 확인하였다. 각각의 처리구에서 수확된 방울토마토의 수확량을 확인한 결과 처리구에서 각각 10% 수확량이 증대 되었으며, 처리구의 방울토마토 착색이 증가함을 확인하였다.

주제어: 방울토마토, 유용미생물, 토양 화학성, 토양 미생물상
주연구자 연락처: marinejjk@jbf.kr (010-9606-6717)

Table 1. 유용미생물 처리 후 토양의 이화학성상 분석

Division	unit	*Bacillus amyloliquefaciens* KB3 30%	*Bacillus amyloliquefaciens* KB3 60%	Control
OM	%	0.333	0.341	0.361
P	mg/kg	189.863	178.247	208.639
NO_3	mg/kg	4.014	6.794	16.984
CEC	cmol+/kg	0.018	0.021	0.028
PH		5.543	5.120	4.613
EC	ms/cm	0.037	0.050	0.167

PC-68

메탄 배출과 토양온도의 상관관계 평가

Assessment of the Correlation between Methane Emission and Soil Temperature

서윤덕[1], 김길원[1,2]
Yun Duck Seo[1] and Gil Won Kim[1,2]
[1]한국탄소농업연구소, [2]경상국립대학교 농업생명과학연구원
[1]Korea Carbon Farming Institute
[2]Institute of Agricultural & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju

작기 중 토양의 온도변화는 다른 환경적 요인보다 큰 변동을 나타낸다. 토양 온도변화는 일사량, 강우 등 대기와 밀접한 관련이 있으며 대기 온도변화에 따라 토양 온도는 비례하는 경향을 보인다. 선행연구에 따르면 토양 온도는 메탄 배출량과 큰 관련이 있으며 토양 온도 변화에 따라 메탄 배출량이 크게 변할 수 있다. 현재 논 토양에서 메탄 배출량을 산정하는 방법으로는 IPCC Guide line(2019)을 따라 폐쇄형 정적 챔버법을 활용하여 하루 중 평균 메탄 배출량이라고 알려진 mid morning에서 late morning(10~12시)에 메탄을 포집하여 특정 기간의 배출량을 평가하고 있다. 하지만 만약 샘플링을 실시한 때의 토양 온도가 특정 기간의 평균 온도와 어긋난다면 이는 메탄 배출량에 오차를 불러올 수밖에 없다. 예를 들어 메탄 포집일의 토양 온도가 상당히 높았으며 포집일을 제외한 나머지 기간에서는 강우로 인해 토양 온도가 낮아졌다면 메탄 포집일에 산정한 메탄 배출량은 특정 기간 동안의 메탄 배출량의 평균이라고 할 수 없게 된다. 따라서 토양의 평균 기온을 고려하지 않는 기존의 메탄측정방식으로는 정확한 메탄 배출량 측정이 어렵다고 판단된다. 따라서 기존의 메탄 측정방식의 한계를 극복하기 위해 토양온도에 따른 메탄 배출량의 메탄 배출율에 대한 연구를 소개하며 위 연구를 적용한 정확한 메탄 배출량 측정 방법을 제시하고자 한다. 혐기성 미생물과 온도 사이의 관계를 평가한 선행연구와 토양온도에 따른 메탄 배출량 차이를 평가한 선행연구를 참조하여 식 1을 도출하였다. 토양온도와 메탄 배출간의 회귀분석을 통해 식 1은 기존의 메탄 측정방식의 한계를 보완할 수 있을 것으로 판단되며 식 1을 적용하기 위해서는 작기 중 메탄 배출량 측정 간 토양온도의 측정이 필요하며 메탄배출율을 적용하여 메탄 배출량을 산정할 수 있다.

주제어: 토양온도, 메탄배출, 회귀분석
주연구자 연락처: dbsejr68899@naver.com (010-6423-4549)

식 1. 토양 온도에 따른 일일 메탄 배출량

$$\sum_{t=1}^{24} m \cdot \frac{R(t)}{R(T)} * \frac{60}{A}$$

PC-69

Vertical Distribution of Microplastics in Sediment Body of Han River

Yunseo Cho*, Sang-Ryong Lee, and Kyuwon Kim
조윤서*, 이상용, 김규원
Dongguk Univ., Dept. Biological and Environmental Science, Korea
동국대학교 바이오환경과학과

Nowadays, MP pollution has received a substantial attention due to the most ubiquitous and long-lasting anthropogenic changes to our environment. While transported by the runoff from soil surface and precipitation including diffusion with the attainment of MPs in ambient air, MPs were accumulated in many pathways such as ocean, river, atmosphere, soil. and sediments. Especially, sediments are regarded as the largest 'sinks' of the MPs. There are numerous reports on the distribution of MPs in sediments. However, the distrbution of MPs in Korea river sediments is not well known. Therefore, it is necessary to study on the MP distribution in Korea river sediments. In this report, MPs vertical distribution near Paldang lake was examined, and the comparison depending on rainfall was investigated. In addition, the relationship between the chemical properties of sediments and MPs distribution was also analyzed.

Total numbers of MPs varied from 2.15 to 122.2 particles g^{-1} d.w. in each site (Sec.1~13). The distribution of MPs was examined from mainstream (M) and tributary (T) according to the PCA results. The average abundances of MPs are 40.47, 34.14, 5.01, and 8.19 particles g^{-1} in NM, SM, T, and TC, respectively. There is a significant distribution difference between M and T. Abundant polymer types found in the sites are PE, PTFE, PP, Polyester, PS, and Polyacryl. Among them, PE, PTFE, and PP accounted for more than 70% of the total MPs in all sites.

Keywords: Microplastic, Sediment, Paldang Lake
Correspondence: leesang@dgu.ac.kr (031-961-5168)

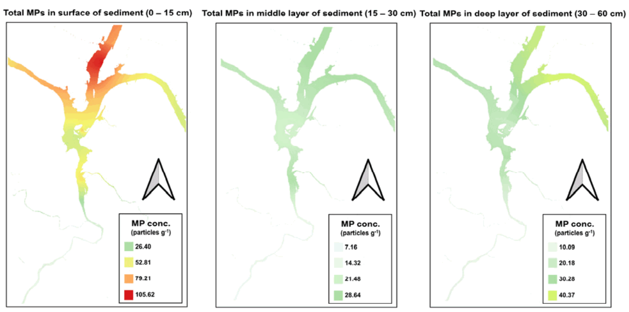


Fig. 1. Vertical distribution of total MPs in sediment.

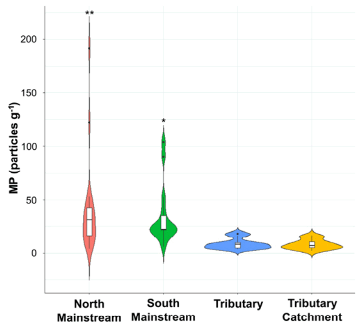


Fig. 2. The number of total MPs in each site.

PC-70

조생종 벼 재배 시 이앙 시기에 따른 메탄 배출량 비교

Comparison of Methane Emissions by Transplanting Time on Early Maturing Rice Cultivation

이재한, 강윤구, 이준영, 김지훈, 신지영, 박수현, 박진성, 김준호, 김현아, 오택근*
Jae-Han Lee, Yun-Gu Kang, Jun-Yeong Lee, Ji-Hoon Kim, Ji-Yeong Sin, Soo-Hyun Park, Jin-Seong Park, Jun Ho Kim, Hyung-Ah Kim, and Taek-Keun Oh*
충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과
Department of Bio-Environmental Chemistry, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejoen 34134, Korean

농업부문에서 배출되는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O)는 기후변화를 야기하는 대표적인 온실가스이며, 이중 CH_4은 지구온난화 지수가 CO_2의 25배에 달하여 주요 감축 대상으로 여겨진다. 전 지구적으로 CH_4는 연간 약 515 Tg이 배출되는 것으로 추정되며, 이중 약 70%가 인간의 활동(Anthropogenic)으로부터 유래한다. 특히, 인간의 활동에 의한 CH_4 배출량 중 약 17%는 논에서 배출되고 있어, 효과적인 CH_4 배출량 감축 방안의 수립이 요구된다. 이에 따라, 본 연구에서는 벼 재배 시 이앙 시기에 따른 CH_4 배출량과 작물의 생산량 등을 비교하기 위해 실시하였다. 시험은 대전광역시 유성구 충남대학교 내 논 포장에서 실시하였으며, 벼 품종은 조생종인 운광을 선정하였다. 벼 이앙은 5월 10일(Time 1, T1)과 5월 25일(Time 2, T2)로 15일의 간격을 두어 이앙하였고, 묘는 파종 후 20일차 유묘를 손이앙 하였다. 이앙 후 수확 시까지 매주 1회 CH_4를 포집하여 GC (FID)로 분석하였으며, 수확 및 생육 조사는 각 처리구의 출수일을 기준으로 누적 평균온도 1,150-1,200°C 사이인 이앙 후 122일차(T1)와 114일차(T2)에 각각 실시하였다. 연구 결과, 재배기간 중 CH_4의 총배출량은 T1과 T2가 각각 90.75, 58.09 g m^{-2}로 T2가 T1에 비해 약 36% 낮은 배출량을 보였다. T1과 T2의 초장은 각각 82.5, 79.1 cm로 T1이 T2에 비해 약 4.3% 높았다. 하지만, 초장을 제외한 분얼 수, 이삭 수, 볏짚 수량, 엽록소 함량은 T2가 T1에 비해 높은 경향을 보였다. 분얼 수와 이삭 수는 T1에 비해 T2가 각각 45%와 59%, 볏짚 수량은 약 78% 높게 조사되었다. 결론적으로, 이앙 시기가 빠른 T1에 비해 이앙 시기가 15일 늦은 T2에서 CH_4의 배출량이 적었으며, 좋은 생육을 나타내었다. 본 연구 결과는 차후 조생종 벼인 운광 재배 시 CH_4의 배출량 저감과 안정적인 생산을 위한 이앙일 설정에 기초 자료로 사용될 것으로 판단된다.

주제어: 조생종 벼, 운광, 이앙 시기, 메탄
주연구자 연락처: ok5382@cnu.ac.kr (042-821-6735)

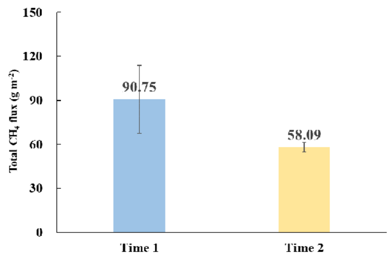


Fig. 1. Comparison of total CH_4 flux by transplanting time.

PC-71

논 이용 형태 변화에 따른 토양 미생물 특성 비교

Comparison of Soil Microbial Characteristics according to Rice Paddy Use Type

유영철, 채미진*, 전원태, 이석기, 김정주, 신명나, 한아름
Youngchul Yoo, Mi-Jin Chae*, Won Tae Jeon, Seuk Ki Lee,
Jeong Ju Kim, Myoung Na Shin, and A Reum Han
국립식량과학원 재배환경과
Crop Cultivation & Environment Research Division, Department of Central Area Crop Science,
National Institute of Crop Science, Suwon, 16430, Korea

본 연구에서는 논 이용 형태 변화에 따라 온실가스 저감 효과를 탐색하기 위해 토양 미생물의 변화를 비교하였다. 2021년 국립식량과학원 중부작물부의 논 시험포장에서 삼광벼, 대원콩을 공시작물로 시험을 수행하였다. 시험구는 무처리, NPK, NPK+우분퇴비(1000kg/10a), NPK+풋거름(헤어리베치와 보리혼합 1000kg/10a) 시비하였고 작물 표준재배법에 준하여 재배하였다. 토양 시료는 재배 전·후로 나누어 채취하여 토양의 물리·화학적 특성을 조사하였고 미생물상은 재배 후 토양을 분석하였다. 논 토양에서는 이용 형태나 유기물 처리와는 관계없이 문(Phylum) 수준에서 *Proteobacteria, Acidobacteria, Chloroflexi, Actinobacteria, Bacteroides*가 우점하게 분포되어 있었다. 미생물중 N_2O 환원세균인 *Proteobacteria, Chlorobi, Spirochaetes*는 벼 또는 콩을 연작하거나 벼와 콩을 윤작한 처리구에 따라 유의적인 차이를 보였다. 벼 연작지에서는 chlorobi는 NPK 처리구 대비 유기물을 처리한 처리구에서 유의적으로 증가하였으며, Spirochaetes는 무처리, NPK 처리구 대비 NPK+풋거름 처리구에서 증가하였다. *Proteobacteria*는 NPK 처리구 대비 NPK+퇴비 처리구에서 증가를 보였다. 논 이용 콩 연작지에서는 *Chlorobi, Spirochaetes*는 NPK 처리구 대비 NPK+풋거름 처리구에서 유의하게 증가하였다. 반면에 답전윤환 토양에서는 시비 처리구별 유의한 차이가 없었다. 논 이용 형태에 따라 ANOVA 분석결과 *Proteobacteria, Chlorobi, Spirochaetes*의 세균에서 고도의 유의한 차이가 있었으며 답전윤환 토양에서 가장 감소 폭이 컸다. 이러한 결과를 종합해보면 답전윤환을 통한 농경지의 미생물 다양성뿐만 아니라 온실가스의 저감 기능이 있을 것으로 판단되며 추가적인 연구를 통해 검증할 필요가 있을 것으로 판단된다.

주제어: 논, 답전윤환, 풋거름, 미생물, 온실가스
주연구자 연락처: chmj011@korea.kr (031-238-0643)

PC-72

화력발전소 유래 저회(WPC)를 이용한 중금속 오염 농경지 Pb, Zn 안정화

Effect of Biochar Derived from Wood Pellet-Based Thermal Power Plant on Heavy Metal Immobilization in Agricultural Soil

이찬규*, 남성현, 정재영, 이희영, 김혁수
Chan-Gyu Lee*, Sung Hyeon Nam, Jae Young Jeong, Hee Yeoung Lee, and Hyuck-Soo Kim
강원대학교 바이오자원환경학과
Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

바이오차는 다양한 바이오매스를 열분해하여 생산한 물질로 토양 탄소 격리 효과로 인해 그동안 많은 연구에 활용되었으며, 특히 바이오차의 넓은 표면적과 높은 pH 특성을 이용해 중금속 오염 토양 안정화를 목적으로 사용되었다. 하지만 바이오차는 원료물질, 열분해 온도, 시간에 의해 그 특성이 다르며, 대량 생산에 많은 에너지와 비용이 요구된다. 최근 화력발전소에서 목재펠릿 활용 후 대량 발생되는 부산물 저회(bottom ash)가 농업환경에 투입 가능한 바이오차(Wood Pellet Biochar; WPC)로 인증되어 향후 이들 바이오차를 활용한 다양한 연구가 요구된다. 이에 본 연구에서는 중금속으로 오염된 농경지를 대상으로 WPC의 Pb, Zn의 안정화 효율을 평가하기 위해 현장 실증시험을 수행하였다. 토양의 납과 아연의 총 함량이 각각 200 mg kg^{-1}, 378 mg kg^{-1} 토양에 WPC를 각각 0, 0.5, 1.0, 2.0%(w/w)로 처리하였으며 각 처리구에서 열무를 재배하였다. 이후 열무는 파종 6주 후에 수확하였으며 동시에 표토(15 cm)를 채취하였다. 수집한 토양은 pH 및 Mehlich-Ⅲ 분석법으로 유효태 Pb, Zn 함량을 분석하였으며, 열무 중 Pb, Zn 함량은 HNO_3-$HClO_4$ 분석법으로 전처리하여 정량하였다. 토양의 pH는 WPC 처리량이 증가할수록 높아졌으며, 토양 중 유효태 Pb 함량은 무처리구(Control)에서 85.8 mg kg^{-1}인 반면 WPC 2%(WPC 2.0) 처리구에서 57.3 mg kg^{-1}로 33% 감소하는 것으로 나타났다. 또한 유효태 Zn 함량은 무처리구가 60.5 mg kg^{-1}인 반면에 WPC 2% 처리구는 35.2 mg kg^{-1}로 41% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 바이오차의 중금속 흡착 및 바이오차에 의한 토양 pH 상승에 의한 결과로 보여진다. 결과적으로 무처리구 열무의 Pb 및 Zn 함량은 11.3 mg kg^{-1}, 116.8 mg kg^{-1}인 반면 WPC 2% 처리구에서는 Pb 함량은 64.3% 감소한 4.0 mg kg^{-1}, Zn 함량은 55.2% 감소한 52.3 mg kg^{-1}으로 나타났다 (Fig. 1, 2). 결과적으로 화력발전소 유래 WPC는 중금속으로 오염된 농경지에서 효과적인 안정화제로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어: 화력발전소, 바이오차, 유효태 중금속, 열무
주연구자 연락처: kangwon1405@kangwon.ac.kr (010-9705-8118)

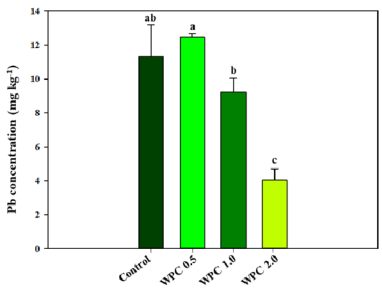


Fig. 1. Lead concentrations in young radish leaves.

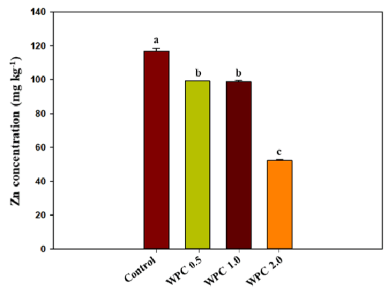


Fig. 2. Zinc concentrations in young radish leaves.

PC-73

토양환경 내 Polyhydroxyalkanoates (PHA)의 생분해도 평가

Evaluation of Polyhydroxyalkanoates (PHA) Biodegradation in Soil

신예림[1], 이금아[2], 윤영은[2], 김영남[1,2], 김다은[3], 서동준[3], 이용복[1,2]
Ye Rim Shin[1], Kuem-Ah Lee[2], Young-Eun Yoon[2], Young-Nam Kim[1,2],
Da Eun Kim[3], Dong June Seo[3], and Yong Bok Lee[1,2]
[1]경상대학교 응용생명과학부 (BK21 Four)
[2]경상대학교 농업생명과학연구원
[3]CJ 제일제당 WhiteBio Technology
[1]Division of Appplied Life Science (BK21 Four), Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[3]WhiteBio Technology, R&D Center, WhiteBIO CIC, CJ Cheiljedang, Suwon,16495, Korea

전 세계적으로 미세 플라스틱으로 인한 환경 오염문제가 심화되어, 기존 미세 플라스틱을 대체할 수 있는 친환경 소재에 관심이 높아지고 있다. 퇴비화가 가능한 소재로 알려진 PHA는 해양 환경에서 평균 100일 이내로 분해되는 것으로 보고되었으나, 토양 환경에서의 PHA 분해에 관한 연구현황은 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구의 목적은 서로 다른 형태의 PHA를 사용하여 토양환경 내 생분해도를 측정하고 위해성을 평가하고자 한다. 서로 다른 두 종류의 PHA (scPHA 및 aPHA)를 사용하여, 각각 필름(F) 형태와 과립(G) 형태로 제작하였다. 필름형태 PHA는 5 × 5 cm로 제작, 과립형태 PHA는 1~2 mm 크기로 선별하여 5 g의 무게를 측정하여 준비하였다. 제작된 필름 및 과립형태의 PHA는 각각 10 × 10 cm 망에 넣어 사면을 밀봉 후 15 cm 깊이로 토양 (경상남도 사천시 두량리 경상국립대학교 시험포장)에 매립하였으며, 매립된 시료는 일정 주기 (30, 50, 70일)를 간격으로 채취하여 사진 및 무게를 측정하여 분해도를 평가하였다. 필름형태와 과립형태의 PHA를 비교하였을 때 분해되는 속도는 필름형태에서 매우 빠르게 나타났으며, 필름형태인 aPHA-F의 분해속도가 scPHA-F 보다 빠르게 분해되는 시각적인 결과를 보였다. 매립 70일 후 scPHA-F는 계속해서 분해가 진행되고 있었으나, aPHA-F는 매립 44일 후 분해가 완료되는 결과를 보였다. 과립형태인 PHA 처리구에서 매립 30, 50, 70일 후 분해도는 각각 scPHA-G에서 46, 60, 74%, aPHA-G에서는 30, 55, 65%로 나타났다. 따라서, 본 실험에서 PHA의 종류와 형태에 따라 분해속도는 차이를 보였으며, 50일 만에 분해가 완료되는 결과를 나타내어, PHA의 생분해도 능력이 잠재적으로 빠르게 진행되었음을 보여준다.

주제어: 생분해성 플라스틱, PHA, 토양매립
주연구자 연락처: yblee@gnu.ac.kr (055-772-1967)

PC-74

Microplastic Incorporations to Paddy Soil as Consequences for Soil Properties, Greenhouse Gas Emissions, and Rice Productivity: A Pot Experiment

Eunsu Park[1#], Donguk Park[1#], Juhee Lee[2], Yeomyeong Lee[2], and Sang Yoon Kim[1,2]*
박은수[#], 박동욱[#], 이주희, 이여명, 김상윤[1,2]*
[1]Department of Bio-Environmental Sciences, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[2]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[1]순천대학교 생명산업과학대학 생물환경학과, [2]순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합시스템전공(BK21+)
#They both contributed equally to this work.

Microplastics (small particle sizes < 5 mm, MPs) have been widely distributing in soil environment. In particular, agricultural mulching and greenhouse films as well as plastic bottles were considered main sources of MPs, which can be easily incorporated into agricultural environment. MPs incorporations can deteriorate soil physicochemical and biological properties, which could influence overall nutrient cycling, rice yield, and greenhouse gas (GHG) dynamics in paddy soils. However, there is little information available so far. In this study, MPs (0, 0.025%, 0.05%, and 0.1% wt wt^{-1}, roughly corresponded to 0.5~2 Mg ha^{-1} in the field) were proportionally mixed with mulching film (60% wt wt^{-1}), pesticide bottle (35% wt wt^{-1}) as high-density polyethylene (HDPE), and other plastics (5% wt wt^{-1}) including polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC), PET (polyethylene terephthalate) at the presence or absence (only MPs added) of rice plant with triplicate before the rice transplanting. GHG emissions (CO_2, CH_4, and N_2O), soil physicochemical properties (leachate, pH, total C, N, extractable ions etc.) and rice productivity and yield components were investigated. Overall GHG emissions were increased by MPs additions during cultivation, particularly in the absence of rice plant. MPs additions significantly deteriorated rice growth, mainly decreasing tiller numbers, ripened grain ratio and height with increasing MPs application rates. MPs incorporations significantly deteriorated soil physical properties, mainly decreasing flow rate of leachates particularly at high application levels. This study showed that MPs incorporations can worsen overall soil physicochemical quality, resulting in significant reduction of root biomass and rice productivity. In addition, GHGs emissions were potentially increased by incorporating MPs, probably due to increased potential of decomposition rate of MPs added to the rice paddy. Therefore, effective mitigation strategies of MPs should be developed for a sustainable agricultural ecosystem.

Keywords: GHG, Leachate, MPs, Plastic, Rice yield, Soil quality
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (061-750-5189)

PC-75

농산부산물 농경지 재활용을 위한 무기양분 함량 정보

Information on the Content of Inorganic Nutrients for the Recycling of Agricultural By-Products in Agricultural Land

윤여욱*, 최장용, 김수동, 최소혜, 이재한[1], 오택근[1]
Yeo-Uk Yun*, Jang-Yong Choi, Su-Dong Kim, So-Hye Choi, Jin-Il Lee[1], and Taek-keun Oh[1]
충청남도농업기술원, [1]충남대학교 생물환경화학과
Chungcheonnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea
[1]Department of Bio-Environmental Chemistry, Chungnam National University, Daejoen 34134, Korea

농업분야에서 작물 재배로 인해 발생하는 부산물은 종류가 다양하고 양적으로 대단히 많은 실정이다. 이러한 농업부산물은 국내법에 의거하여 왕겨를 제외하고 폐기물로 지정되어 상당량이 재활용되어야 하는 실정이나 현장에서의 부산물은 대부분 소각되거나 야적되어 환경오염을 유발하는 실정이다. 농업현장에서 이러한 부산물을 쉽게 재활용하기 어려운 이유는 작물의 유인줄을 제거하지 않은 상태로 배출되어 환원이 어려운 실정이며, 작물 재배 시 발생된 병해충이 농경지 유입 시 2차 감염 등의 이유로 재활용을 기피하는 것으로 보고되고 있다. 이렇듯 재활용이 되지 않은 농업부산물은 대부분 불법으로 소각되어 미세먼지, 초미세먼지 등 대기오염을 유발하고 있고, 퇴비화가 재대로 이루어지지 않고 농경지에 야적하여 부패 시 악취를 발생시키거나 침출수가 지하수로 유입되어 수질의 오염원으로 작용하는 실정이다. 이러한 농업부산물은 작물에 필요한 무기양분을 함유하고 유기질 자원으로 토양의 물리·화학성을 개선하는 재료로 중요한 자원으로 비옥도를 높이는 데 활용될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비료 자원으로 이용 가능한 농산부산물의 활용을 극대화하기 위해 충남지역의 주요 농산물 11종에 대하여 배출현황과 특성을 조사하고 비료성분량을 조사하여 각 작물에서 발생되는 부산물의 재활용 가능성에 대하여 평가하고자 하였다. 농업부산물은 시설재배부산물 5종(수박, 딸기, 오이, 방울토마토, 멜론)과 노지부산물 6종(배추, 고구마, 고추, 콩, 참깨, 들깨)의 배출특성을 조사한 결과 단위면적당 건물중은 콩이 613 kg $10a^{-1}$로 가장 높았으며, 배추가 167 kg $10a^{-1}$로 가장 낮았다. 농산부산물 환원에 따른 단위면적당 질소 성분함량은 콩이 7.4 kg $10a^{-1}$로 가장 높았으며, 배추가 2.8 kg $10a^{-1}$로 가장 낮은 것으로 조사되었다.

주제어: 농산부산물, 배출량, 재활용, 무기성분 함량
주연구자 연락처: aoggi61@korea.kr (041-635-6102)

Table. 농산부산물 비료환산량

구분 (조사점수)		건물중 (kg/10a)	비료환산량(kg/10a)		
			N	P	K
시설재배 부산물	수박(32)	249±121*	7.0±4.2	0.72±0.32	3.8±1.2
	딸기(31)	261±72	4.5±1.8	0.52±0.21	1.5±0.6
	오이(31)	173±65	4.4±1.9	0.49±0.18	2.4±1.8
	방울토마토(32)	252±84	5.9±2.2	0.79±0.41	3.9±1.6
	멜론(34)	167±68	4.7±2.5	0.47±0.22	2.1±1.3
노지재배 부산물	배추(30)	130±86	2.8±1.6	0.32±0.16	2.0±1.4
	고구마(30)	266±116	5.4±2.8	0.69±0.27	4.4±2.8
	고추(60)	312±211	3.1±1.2	0.37±0.18	2.3±1.6
	콩(40)	613±317	7.4±4.7	0.61±0.28	5.4±2.2
	참깨(30)	546±302	6.3±2.2	0.76±0.26	5.0±2.6
	들깨(30)	502±232	4.5±1.8	0.50±0.21	3.9±1.9

*평균±표준편차

PC-76

가축 항생제 처리 수준에 따른 사료작물의 생장 억제 및 항생제 축적 차이

Differences in Growth Inhibition and Antibiotic Accumulation of Forage Crops according to The Levels of Livestock Antibiotic Treatment

이윤정*, 조주영, 최현지, 쇼흐라하젤, 이금아, 김영남, 이용복[1]
Yun-Jeong Lee*, Ju Young Cho, Hyeonji Choe, Chohra Hadjer,
Keum-Ah Lee[1], Young-Nam Kim, and Yong Bok Lee[1]
경상국립대학교 응용생명과학부 (BK21), [1]경상국립대학교 농업생명과학연구원
Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea
[1]Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea

최근 국내의 축산물 소비 증가로 인해 가축 사육두수가 급격히 증가하는 가운데, 기온 온난화에 의한 사료값 폭등으로 많은 국내 축산 농가들이 사료 조달에 어려움을 겪고 있다. 이 때문에 현재 다수의 축산 농가에서는 사료 자급 및 사료비 절감을 위해 휴경지에서 사료작물을 직접 재배하고 있으며, 사료작물의 비료원으로써 축산 농가에서 발생된 가축 분뇨를 재활용하고 있다. 하지만, 가축 분뇨에는 가축에게 투여된 항생제의 80% 이상이 체내에서 분해되지 못하고 잔재하기 때문에, 가축분 퇴·액비를 농경지에 시용 시 토양에 축적되어 사료작물로 흡수·전이 되어, 결국 가축이 이를 섭취함으로써 생리대사 작용 및 영양성 측면에서 문제가 야기될 것으로 사료된다. 따라서 본 연구는 항생물질 처리 농도에 따른 토양 내 잔류 항생물질의 시간적 변화를 알아보고, 사료작물로 전이되어 축적된 항생제 함량을 분석하고자 수행하였다. 본 연구의 대상 작물로 사료작물인 알팔파 (*Medicago sativa* L.)와 트리티케일 (× *Triticosecale* Wittm.)을 선정하였고, 항생물질 처리구는 sulfonamide (SA) 계열인 sulfamethazine (SMZ), Sulfamethoxazole (SMX) 및 Sulfathiazole (STZ)을 혼합하여 3가지 수준: 50 mg kg^{-1} (SA50), 250 mg kg^{-1} (SA250) 및 500 mg kg^{-1} (SA500)과 무처리구 (Control)로 구성하였다. 본 연구는 pot 토양에 두 사료작물의 종자를 춘파하여 2개월간 재배시험을 수행하였다. Pot 토양은 2주 간격으로 채취하였으며, 식물체는 지상부 (Shoot)와 지하부 (Root)로 나누어 수확한 후 생중량을 측정하였다. 그리고 모든 토양 및 식물체 시료 내 SMZ, SMX 및 STZ 농도는 LC-MSMS를 이용하여 측정하였다. 본 연구의 결과에 따르면, 알팔파와 트리티케일 pot 토양 내 항생제 농도는 SMZ, SMX 및 STZ 3종류 항생물질 모두 SA500 > SA250 > SA50 > Control 처리구 순으로 높게 나타났다. 또한 토양 중 잔류 항생물질 농도를 모니터링한 결과, SMZ, SMX 및 STZ 3종류 모두 시간이 지남에 따라 감소하는 경향성을 보였다. 게다가 작물의 종류에 따라 토양의 항생제 흡수율과 잔류 항생제 감소율은 차이를 보였지만 전반적인 경향성은 같았다. 항생제 농도에 따른 작물의 생장 차이를 확인해 본 결과, 뿌리 및 지상부 전체 무게는 습해를 입은 알팔파 SA50 처리구를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. 식물체 내 항생제 농도는 최종 수확 날 토양의 잔류 항생제 농도보다 낮게 검출되었으며, 알팔파와 트리티케일 두 작물에서 3가지 항생물질 모두 토양 > Root > Shoot 순으로 높게 나타났다. 모든 결과를 종합해 볼 때, 항생제 처리 농도에 따른 작물의 표현형상의 유의한 차이는 두 작물 모두 없었지만, 항생제 처리 농도가 높을수록 토양 및 식물체 잔류 항생제 농도가 높아지는 경향이 나타났다. 본 연구를 바탕으로 토양 및 식물체 내 항생물질의 정량적 평가의 기반을 마련하였으며, 추후 가축 항생제 농도에 따른 사료작물 내 기능성 물질 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

주제어: Forage crop, Sulfonamide, Livestock antibiotic, Residual antibiotics, LC-MSMS
주연구자 연락처: yblee@gnu.ac.kr

PC-77

전남지역 과수 토양 중 농업유래 유기오염 물질 모니터링

Monitoring of Organic Pollutants on Orchard Soil in Jeonnam Province

김성우*, 김현지, 이소연, 곽경진, 이진우, 이효섭[1]
Sungwoo Kim*, Hyeonji Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Jinwoo Lee, and Hyosub Lee[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Jeollanam-do Agricultural Reasearch & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea

농약은 농작물의 생산성 확보와 품질향상, 병해충 방제를 위해 사용되는 농자재로 토양, 하천수, 지하수 등 농업환경에 잔류하는 특징을 가지고 있다. 잔류농약은 농업환경오염 발생 및 농산물의 안전성에 영향을 미치는 인자 중 하나로 지속적인 관리와 규제가 필요한 실정이다. 특히, 토양 중에 잔류하는 농약은 시간이 지남에 따라 미생물 등 여러 작용으로 분해되어 사라지거나 다양한 대사체 형태로 변하여 유기오염물질로 존재하게 된다. 이러한 물질 또한 독성을 가지고 있기 때문에 농업환경 보존 및 작물 안전성 확보를 위한 방안 마련이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 전남 도내 과수 토양 81지점 중 농업유래 유기오염물질 잔류양상을 파악하기 위하여 수행하였다. 채취한 시료는 광분해 등을 방지하기 위하여 음건 하였고, 음건한 시료는 증류수로 습윤한 후 아세토나이트릴을 이용하여 추출한 후 액체크로마토그래프 질량분석기(HPLC/MS/MS)와 기체크로마토그래프 질량분석기(GC/MS/MS)를 이용하여 정량 및 정성 분석하였다. 분석결과 농업유래 유기오염물질 모화합물은 azoxystrobin, boscalid, carbendazim 등 9종이, 대사체는 endosulfan-sulfate, phorate sulfone, phorate sulfoxide 등 13종이 검출되었다. 과수토양 중 다빈도 검출 농약은 chlorantraniliprole (53건) > boscalid(52건) > difenoconazole(49건) > fluquinconazole(41건) > azoxystrobin(35건) 순이었다.

주제어: 과수토양, 유기오염물질, 모니터링
주연구자 연락처: ksw9088@korea.kr (061-330-2503)

PC-78

전남지역 농업용 하천수 및 지하수 중 잔류농약 모니터링

Monitoring of Residue Pesticide on Agricultural Water in Jeonnam Province

김성우*, 김현지, 이소연, 곽경진, 이진우, 이효섭[1]
Sungwoo Kim*, Hyeonji Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Jinwoo Lee, and Hyosub Lee[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Jeollanam-do Agricultural Reasearch & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea

농약은 작물의 병해충 방제를 위해 투입되는 농자재로 살포된 후에는 농업환경에 잔류하는 특징을 가지며, 독성을 가진 유기화합물로 토양 및 수계 등 생태계에 유입될 경우 환경오염을 일으킬 우려가 있어 지속적인 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 전남 도내 농업용수 중 농약의 잔류양상을 파악하기 위하여 수행하였다. 2022년 4월과 7월 2회에 걸쳐 농업용 하천수 13지점과 지하수 12지점에 대하여 시료를 채취하였고, 채취한 시료는 dichloromethane으로 액-액 분배하여 정제한 후 액체크로마토그래프 질량분석기(HPLC/MS/MS)와 기체크로마토그래프 질량분석기(GC/MS/MS)를 이용하여 정량 및 정성 분석하였다. 분석결과 하천수는 4월에 제초제 alachlor 1종, 살균제 fluopicolide 등 6종, 살충제 bifenthrin 등 12종, 7월에는 제초제 alachlor 등 5종, 살균제 fenoxanil 등 14종, 살충제 bifnethrin 등 13종이 검출되었다. 지하수는 4월에 살충제 bifenthrin 등 4종과 살균제 isoprothiolane 등 3종, 7월에는 제초제 pyraclonil 1종, 살충제 bifenthrin 등 8종, 살균제 fluxapyroxad 등 7종이 검출되었다. 하천수 중 다빈도 검출농약은 tricyclazole(19건) > alachlor, isoprothiolane(12건) > bifnethrin, thiamethoxam(8건) 순이었고, 지하수는 methoxyfenozide, oxadiyl(8건) > isoprothiolane(4건) > bifenthrin, imidacloprid(3건) 순으로 높았다.

주제어: 농업용 하천수, 지하수, 잔류농약, 모니터링
주연구자 연락처: ksw9088@korea.kr (061-330-2503)

PC-79

충청북도의 영농형태별 농업용 지하수 수질분석

Analysis of Groundwater Quality by Agricultural Type in Chungcheongbuk-do

안현모[1]*, 김주형[1], 박계원[1], 서보민[1], 김민경[2]
Hyeonmo Ahn[1]*, Ju Hyoung Kim[1], Kyewon Park[1], Bomin Seo[1], and Min-Kyeong Kim[2]
[1]충청북도농업기술원, [2]국립농업과학원
[1]Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Ochang 28130, Korea
[2]Climate Change and Agroecology Division, National Institute of Agricultural Science, Wanju 55365, Korea

기후변화에 따른 충북지역의 농업환경변화를 모니터링하기 위하여 농업용 지하수에 대해 4월, 7월 연 2회에 걸쳐 화학성 조사를 수행하고 있다. 본 조사에서는 2021년, 2022년 충북지역의 영농형태별 20지점(논 5, 밭 5, 시설재배지 10)의 지하수 관정을 조사하여 영농형태별 지하수의 화학성을 분석하였다.

충북지역의 영농형태별 pH는 논 7.2, 밭 7.6, 시설재배지 7.2로 밭에서 가장 높게 나왔다. EC와 NO_3-N은 각각 논 0.24 dS/m, 밭 0.24 dS/m, 시설재배지 0.40 dS/m와 논 5.0 mg/L, 밭 4.6 mg/L, 시설재배지 5.6 mg/L로 시설재배지에서 가장 높게 나타났다. T-N, T-P 같은 경우 각각 논 18.19 mg/L, 밭 16.20 mg/L, 시설재배지 18.10 mg/L와 논 0.11 mg/L, 밭 0.07 mg/L, 시설재배지 0.09 mg/L로 논에서 가장 높게 나타났다. Cl^-와 SO_4^{2-}는 각각 논 16.15 mg/L, 밭 16.08 mg/L, 시설재배지 30.84 mg/L와 논 16.86 mg/L, 밭 21.70 mg/L, 시설재배지 34.93 mg/L로 시설재배지에서 높게 나타났으며 SO_4^{2-}는 조사지에 따라 작물에 영향을 줄 수 있는 농도까지 검출되었지만 농업용 지하수 수질기준을 초과한 지역은 없는 것으로 조사되었다. 이와 같이 영농형태별로 지하수 수질이 변화하는 것을 알 수 있었으며, 이러한 결과를 토대로 재배유형에 따라 지하수의 화학성을 고려하여 농업용수를 사용한다면 안전한 작물을 생산할 수 있을 것으로 나타났다.

주제어: 농업용수, 지하수, 수질분석
주연구자 연락처: Ahmo01@korea.kr (010-9950-9215)

Table 1. Water quality analysis of agricultural groundwater in Chungcheongbuk-do from 2021 to 2022

영농형태	pH	EC (dS/m)	NO_3-N (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cd (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cl (mg/L)	$S0_4^{2-}$ (mg/L)
논	7.2	0.24	5.0	18.19	0.11	0.00	0.00	0.02	16.15	16.86
밭	7.6	0.24	4.6	16.20	0.07	0.00	0.00	0.01	16.08	21.70
시설재배지	7.2	0.40	5.6	18.10	0.09	0.00	0.00	0.02	30.84	34.93

PC-80

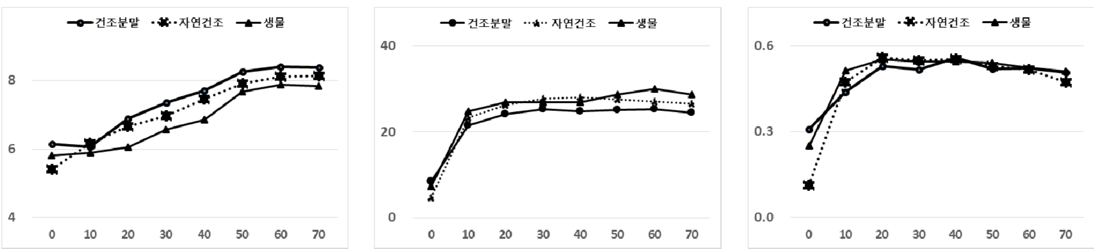
제조방법별 왕우렁이 활용 유기 액비의 특성 비교

Comparison of Chemical Properties of Organic Liquid Fertilizer Containing Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*) according to Manufacture Method

김현지*, 김성우, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우
Hyeonji Kim*, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, and Jinwoo Lee
전라남도농업기술원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea

벼 재배시 제초제를 대체할 목적으로 남미 원산의 열대성 왕우렁이를 활용하고 있다. 하지만 내한성 발달로 월동이 가능해져 벼 생육초기에 피해를 주는 것으로 보고되어 왕우렁이의 안전사용을 위한 논에서의 관리방법에 대한 연구가 진행 중이다. 이와 더불어 왕우렁이를 비료로 활용을 통해 자원 재순환 및 부가가치 창출을 목적으로 왕우렁이 부산물 자원화 연구를 수행 중에 있다. 유기농업에서 농수산 부산물을 활용하여 비료로 활용하기 위해서 다양한 방법으로 제조를 하고 있으며, 그 중 웃거름용으로 액비를 주로 사용하고 있다. 왕우렁이를 활용한 액비 제조를 위해 1차로 왕우렁이 전처리 방법(생물, 자연건조, 건조분말)과 부재료(당밀, EM, 목초액, 식초) 비율별로 상온에서 90일간 배양하였다. 2차 제조액비는 건조분말과 자연건조, 생물을 이용하여 당밀과 건조효모를 첨가하여 제조하여 90일간 액비성분변화를 검토하였다. 3차 액비는 우렁이 건조분과 구아노를 이용하여 호기/혐기 조건별로 제조하여 액비 특성변화를 조사하였다. 1차 제조 액비의 경우 현미식초 처리구를 제외한 모든 처리구에서 제조 11주까지 지속적으로 pH가 증가하였다. 1차 액비의 총질소 함량은 왕우렁이 생물 처리구에서 가장 높았으며, 제조 2주 후에 가장 높았다가 4주 이후 안정화 되는 경향을 보였지만 생물이용시 구더기의 발생이 많아 자연건조나 건조분말을 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다. 2차 제조 액비의 pH는 제조 70일까지 지속적으로 증가하였고, EC함량과 총질소는 20일 이후 유지되는 경향을 보였다. EC 농도는 제조 당일 4.7~8.4 ds m^{-1}에서 발효가 진행될수록 증가하여 60일 후에는 25.3~30.0ds m^{-1}이었다. 3차 액비제조시 호기(3일)·가열(30°C) 조건에서 제조 2주까지 EC와 총질소 함량이 약간 증가하는 경향을 보였다.

주제어: 왕우렁이, 부산물, 유기 액비
주연구자 연락처: hjkim99@korea.kr (061-330-2502)



pH EC T-N

그림 1. 왕우렁이 액비 제조방법(2차제조)별 무기성분 함량 변화.

PC-81

왕우렁이 이용 제조 퇴비의 부숙과정중 화학적 특성 변화

Changes of Chemical Properties during the Composting of Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*)

김현지*, 김성우, 이소연, 곽경진, 최덕수, 이진우
Hyeonji Kim*, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Kyungjin Kwak, Ducksoo Choi, and Jinwoo Lee
전라남도농업기술원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea

유기성 폐자원은 자원 재활용 및 환경오염 방지 시책에 부응하여 사전분석검토 후 퇴비원료로 이용이 가능하다. 왕우렁이는 부위별로 총질소가 1.1~9.1%, 인산이 0.08~1.1%, 칼륨이 0.2~1.1%, 칼슘 7.6~7.9%이고, 비소 등 중금속 8종도 퇴비원료 지정기준 이하로 퇴비원료로서의 이용 가치가 충분하다. 논에서 왕우렁이의 안전사용을 위해 7월 이후 수거 된 왕우렁이 성패를 이용하여 농가에서 간편하게 제조하여 사용 할 수 있는 왕우렁이 발효퇴비를 제조하고자 본 연구를 수행하였다. 주재료인 왕우렁이(성패)는 전처리 조건별(생물과 건물), 부재료는 농가에서 쉽게 구할 수 있는 가축분퇴비(우분), 깻묵, 버섯폐배지를 이용하여 제조하였다. 수거한 왕우렁이의 유기물 함량은 26.3%, 수분 16.5%, 총질소는 3.34%, 인산 0.32%, 칼륨은 0.38%였다. 왕우렁이의 전처리 여부와 부재료 혼합비율별 퇴비제조 결과 유기물 함량은 왕우렁이 전처리 여부에 의한 차이는 없었으나 생물을 이용하여 퇴비 제조시 구더기가 많이 발생하여 부적합 하였으며, 특히 깻묵 처리에서 더 많이 발생하였다. 퇴비 부숙도 측정결과 건물+가축분퇴비, 건물+버섯폐배지 처리구에서는 제조 6주 후 부숙후기에 도달한 반면 건물+깻묵, 생물+깻묵 처리구는 제조 10주 후에도 부숙초기와 부숙중기로 부숙이 계속 진행되는 특징을 나타내었다. 제조 90일 이후 퇴비 무기성분 함량 조사결과 총질소 함량은 0.51~5.71%, 인산은 0.35~2.15%, 칼리는 0.36~2.11% 였으며, 염분은 0.11~1.91%로 비료공정규격(2.0% 이하)에 적합한 것으로 조사되어 퇴비로의 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

주제어: 왕우렁이, 퇴비, 부숙
주연구자 연락처: hjkim99@korea.kr (061-330-2502)

Table 1. 왕우렁이 퇴비 제조조건별 무기성분 함량(제조 90일 후)

구분		T-N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	염분
우렁이전처리	부재료	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
건물 (자연건조)	가축분퇴비	1.29	1.42	2.11	2.80	0.84	1.91
	버섯폐배지	0.60	0.37	0.43	2.65	0.28	0.29
	깻묵	5.71	2.15	0.86	2.68	0.84	0.13
생물	가축분퇴비	1.26	1.32	1.99	2.40	0.75	1.81
	버섯폐배지	0.51	0.35	0.36	1.68	0.25	0.19
	깻묵	4.66	2.10	0.80	1.99	0.71	0.11

PC-82

충북지역 주요 밭작물 비료시용 변화 분석

Analysis of Fertilizer Usage Changes for Major Upland Crops in Chungbuk Province

박계원*, 서보민, 안현모, 김주형, 김인재, 신지원
Kyewon Park*, Bomin Seo, Hyeonmo Ahn, Juhyoung Kim, Injae Kim, and Jiwon Shin
충청북도농업기술원
Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

지속가능한 농업환경의 유지를 위해서는 합리적인 양분 관리를 통한 양질의 농산물 생산과 함께 토양건전성 유지가 매우 중요한 과제임에도 불구하고 우리나라 농경지는 OECD 국가들에 비해 상대적으로 높은 양분수지를 나타내고 있는 실정이다. 따라서 농촌진흥청과 농업기술원에서는 주요 작물에 대한 유·무기질비료뿐만 아니라 퇴비 사용량을 포함한 비료 사용 전반에 대한 실태 조사를 통한 DB 구축과 함께 주기적인 조사를 통한 사용량의 변동평가를 통해 적정 비료 사용을 유도하는 정책을 수립하기 위한 조사를 시행하고 있다.

본 연구는 4년 주기로 수행되는 밭작물의 비료 사용 현황을 비교 분석하여 2021년 실태 조사 결과 및 2017년과 2021년의 비료사용 실태를 비교한 결과를 제시하고자 하며, 이를 위해 충북지역 주요 밭 작물 100농가(고추 25, 한지형 마늘 50, 배추 25)를 대상으로 무기질비료, 유기질비료 및 퇴비 사용량 뿐만 아니라 미량요소의 사용량에 대한 조사를 추진하였다. 충북지역 밭작물 재배형태는 고추는 단작, 배추와 마늘은 2모작이었고, 주요 재배품종은 고추는 10여종 이상의 품종이 재배되고 있는 가운데 칼탄 18.2%, 칼라탄 13.6%, 티탄 11.4% 순이었고, 마늘은 단양재래종 61.5%, 단산 35.4% 순이었으며, 배추는 불암플러스 76.9%, 상상이상 15.4%로 조사되었다. 노지채소의 비료사용 실태(퇴비포함)는 고추의 경우 10당 질소-인산-칼리를 58.2-32.0-28.5kg를 사용하였고, 마늘은 57.3-24.3-31.6kg, 배추는 19.4-10.6-19.1kg을 평균적으로 시용하였다. 퇴비의 경우 고추, 마늘 및 배추의 경우 각각 1,756.7kg/10a, 1,501.3kg/10a 및 880.6kg을 사용하는 것으로 조사되었다. 4년 주기로 반복 조사하는 밭 작물의 화학비료 사용량 실태를 분석한 결과, 고추 재배농가의 경우 4년 전에 비해 질소, 인산, 칼리를 각각 10.9kg/10a, 1.1kg/10a 및 5.1kg/10a를 더 많이 사용한 것으로 분석되었으며, 마늘 재배농가의 경우 질소는 5.3kg/10a, 인산은 0.1kg/10a을 더 많이 사용하였지만 칼리비료는 1.8kg/10a을 더 적게 사용한 것으로 분석되었다. 반면에 배추 재배의 경우 질소, 인산, 칼리 비료를 각각 6.7kg/10a, 0.3kg/10a 및 4.5kg/10a을 더 적게 사용하여 재배하는 것으로 분석되었다. 배추의 화학비료 사용량 감소는 전작 후 후작으로 배추를 심을 경우 추가적인 시비없이 배추를 재배하는 농가가 더 많아졌기 때문인 것으로 조사되었다.

주제어: 토양검정, 시비처방서, 유기질비료
주연구자 연락처: airavu@korea.kr (043-220-5661)

Table 1. 충북지역 주요 밭 작물 비료사용량(퇴비 제외) 변화 비교 (단위: kg/10a)

작물	조사농가 (호)	2021년 사용량(A)			2017년 사용량(B)			변동량(A-B)		
		질소	인산	칼리	질소	인산	칼리	질소	인산	칼리
고추	25	39.4	11.6	19.0	28.5	10.5	13.9	10.9	1.1	5.1
마늘	50	29.5	8.1	17.1	24.2	8.0	18.9	5.3	0.1	-1.8
배추	25	14.7	3.4	8.5	21.4	3.7	13.0	-6.7	-0.3	-4.5

PC-83

드론영상 활용 벼 질소처리별 추비 소요량 추정을 위한 데이터 수집

Data Collection for Estimating Fertilizer Requirements by Rice Nitrogen Treatment Using Drone Images

강영호*, 유영석, 김효진, 최유나, 조대호, 이경도[1], 김주
Yeongho Kang*, Yeongseok Yu, Hyojin Kim, Yuna Choi, Daeho Jo, Kyeongdo Lee[1], and Ju Kim
전북농업기술원, [1]국립농업과학원
Jeollabuk-Do Agricultural Research & Extension Services, Iksan, Korea
[1]National Institute of Agricultural Sciences, Wanju, Korea

최근 드론, 센서 등 요소기술의 발전으로 높은 공간해상도의 이미지 취득이 가능해졌다. 특히 농업분야에서 드론에 다양한 센서를 탑재하여 취득된 작물의 데이터를 많은 연구에 활발히 활용하고 있다. 최근에는 작물의 생육정보를 분석하여 수확량과 품질까지도 추정 가능해졌다. 그러나 생육정보에 따른 적정 비료 소요량을 산정하기 위한 정밀한 데이터는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구를 통해 질소처리에 따른 벼 식생지수에 기반한 생육진단으로 출수기 전 적정 추비량 산정 및 변량 시비로 농업 효율을 극대화 하고자한다. 전라북도농업기술원 시험연구포장에 22년 5월 31일에 재식밀도 60주/3.3m^{2}로 참동진벼를 이앙하였다. 질소처리는 무비구와 표준재배법(9kg/10a, 50-20-30%) 처리구를 두었고 이앙 전 기비 6kg/10와 9kg/10a 수준으로 각각 전층시비 하였다. 추비는 출수전 15일경 각 기비 처리 포장에 0, 2, 4, 6kg/10a 수준으로 각각 시비하였다. 이앙 후 20일 후 벼 생육단계에 따라 약 10일 간격으로 초장 및 경수와 건물중, 질소함량 등 바이오매스를 조사하였다. 같은 시기에 드론(Matrice 200, DJI Co)에 다중분광센서를(Altum, Micacense Co) 부착하여 다중분광(Red edge, NIR) 및 R, G, B 영상을 취득하였다. 취득영상은 FIX4DMapper를 활용하여 영상을 정합하였고 ArcGIS 프로그램을 활용하여 위치정보를 입력하고 식생지수를 추출하였다. 지상에서 조사한 벼 생육량과 드론영상 식생지수 데이터를 비교한 결과 질소처리에 따라 유사한 경향치를 보이는 것으로 확인할 수 있었다. 그러나 일부 추비 처리 간 오차가 발생하였으며 이는 토양분석 결과 노지실험에 따른 기존 토양의 영양성분간 차이에 따른 것으로 판단된다. 다년간의 시험을 통한 DB고도화로 필지단위 변량 시비가 가능할 것으로 판단된다.

주제어: 벼, 드론, 식생지수, 추비
주연구자 연락처: dudgh0414@korea.kr (010-3932-3598)

Fig. Drone orthographic images of nitrogen treatment after additional fertilize.

Table. Plot number by fertilizer treatment

No.	N fertilizer
0	무 처 리
1	9kg(4.5+1.8+2.7)
2	6kg (6+0)
3	8kg (6+2)
4	10kg (6+4)
5	12kg (6+6)
6	9kg (9+0)
7	11kg (9+2)
8	13kg (9+4)
9	15kg (9+6)

PC-84

단호박 유기재배시 재식거리가 생육에 미치는 영향

Effect of Planting Distances on Growth and Yield in Organic Culture of Squash (Cucurbita Maxima)

곽경진*, 김현지, 김성우, 이소연, 최덕수, 이진우, 이상민[1]
Kyungjin Kwak*, Hyeonji Kim, Sungwoo Kim, Soyeon Lee, Deoksoo Choi, Jinwoo Lee, and Sangmin Lee[1]
전라남도농업기술원, [1]농촌진흥청 국립농업과학원
Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58228, Korea
[1]National Institute of Agricultural Scence, RDA, Wanju 55365, Korea

단호박은 서양종 호박으로 덩굴성이며 원산지는 남미 고원지대로 서늘한 기후 지역이다. 박과작물 중 단호박은 저온에서도 잘 생육할 뿐만 아니라 고온에서도 잘 견디는 특성이 있다. 또한 전분과 당질함량이 많아 식품적 가치가 높은 과채류로 매년 재배면적이 증가하고 있다. 유기농 작물의 수요는 식품안전성, 생태계보전 등의 이유로 지속적으로 증가하고 있지만 공급은 재배의 어려움으로 매우 부족한 실정이다. 본 연구는 단호박 유기재배시 재시거리별 초장, 엽장, 엽폭, 과중, 과폭 등의 생육특성 및 수확량을 조사하여 유기재배에 알맞은 재식거리를 구명하고자 수행하였다. 재식거리 150×40cm에서 5월 초장 355.1cm, 엽수 35.7매, 엽장 21.1cm, 엽폭 31.2cm 으로 거리가 멀어질수록 식물체 생육은 증가하였다. 과 특성에서는 150×30cm에서 과중 510.3g, 과고 68.0mm, 과폭 109.4mm 으로 재식거리가 짧아질수록 과 크기가 감소하였으나 수확량은 150×30cm의 재식거리에서 1,947kg/10a로 가장 높은 경향을 나타냈다.

주제어: 단호박, 유기재배, 재식거리
주연구자 연락처: kjin20@korea.kr (061-330-2505)

Table 1. 재식거리별 단호박 식물체 생육특성

구분	초장(cm)			엽수(매)			엽장(cm)			엽폭(cm)		
조사(월)	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5
150×30cm	13.0	44.0	314.5	4.0	11.7	34.7	5.6	14.8	18.4	6.0	21.2	27.5
150×35cm	12.0	42.0	334.6	4.1	12.0	37.0	4.6	13.7	18.7	5.8	20.4	27.9
150×40cm	12.6	43.5	355.1	4.1	12.0	35.7	5.1	16.0	21.1	6.2	22.1	31.2

PC-85

경기도 농업용 하천수와 지하수 수질 변화

Changes of Water Qualities of Stream and Ground Water for Agriculture in Gyeonggi Province

정재원*, 노안성, 주옥정, 김조은, 소호섭, 박중수, 조창휘, 김석철
Jae-Won Jeong*, Ahn-Sung Roh, Ok-Jung Ju, Jo-Eun Kim, Ho-Seop Soh, Jung-soo Park, Chang-Hui Cho, and Seok-Cheol Kim
경기도농업기술원 환경농업연구과
Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong, 18388

경기도는 농업정책 수립 및 농업용수 수질관리를 위하여 매년 경기도 내 하천수 32지점과 지하수 20지점의 수질 모니터링을 수행하고 있다. 2017부터 2021년까지 하천수는 4월, 7월, 10월, 지하수는 4월, 7월에 시료를 채취하여 분석하였다.

경기도 하천수의 평균 pH는 2017년 7.3에서 2021년 7.7로 증가하였으며, DO는 2017년 8.6mg L^{-1}에서 2021년 9.2mg L^{-1}로 증가하였다. BOD는 2017년 1.4mg L^{-1}에서 2021년 1.0mg L^{-1}으로 감소하였다. T-N은 2017년 2.77mg L^{-1}에서 2019년 3.03mg L^{-1}으로 증가했다가 2021년 2.74mg L^{-1}으로 다시 감소하였다. T-P는 2017년 0.08mg L^{-1}에서 2021년 0.07mg L^{-1}으로 연차별 큰 차이 없었다. SS는 2017년 6.57mg L^{-1}에서 2019년 8.67mg L^{-1}까지 증가했다가 2021년 4.15mg L^{-1}로 점차 감소하였다.

경기도 지하수의 평균 pH는 2017년 6.5에서 2021년 6.7로 증가하였다. NO_3-N은 2017년 7.18mg L^{-1}에서 2021년 4.53mg L^{-1}로 감소하는 경향을 보였으나, Cl^-는 2017년 22.1mg L^{-1}에서 2021년 29.1mg L^{-1}로 증가하는 경향을 보였다. 농업용 지하수의 NO_3-N와 Cl^-은 다른 지표보다 변동성이 큰 경향을 보이므로 지하수의 화학성을 고려한 시비관리가 필요할 것으로 판단된다.

주제어: 경기도, 농업용수, 하천수, 지하수
주연구자 연락처: wodnjsqud@gg.go.kr (031-8008-9344)

사사: 본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ0156842022)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Table 1. Changes of the water qualities of ground and stream water in Gyeonggi province

Year	Stream water						Ground water		
	pH	DO (mg L^{-1})	BOD (mg L^{-1})	T-N (mg L^{-1})	T-P (mg L^{-1})	SS (mg L^{-1})	pH	NO_3-N (mg L^{-1})	Cl^- (mg L^{-1})
2021	7.7	9.2	1.0	2.74	0.07	4.15	6.7	4.53	29.1
2020	7.6	9.0	1.4	2.72	0.06	6.07	6.8	5.10	26.9
2019	7.5	9.1	1.2	3.03	0.07	8.67	6.7	6.08	25.7
2018	7.5	9.7	0.9	2.91	0.07	6.51	6.6	6.44	24.2
2017	7.3	8.6	1.4	2.77	0.08	6.57	6.5	7.18	22.1

PC-86

충청 지역 산업단지 인근 취약 농경지에 대한 중금속 오염도 평가

Monitoring of Heavy Metal Pollution in Agricultural Field Adjacent to Industrial Complex in Chungcheong Province

홍영규[1], 김진욱[1], 정하일[2], 김성철[1]*
Youngkyu Hong, Jinwook Kim, Hail Jung, and Sungchul Kim*
[1]충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과, [2]농촌진흥청 국립농업과학원 잔류화학평가과
[1]Department of Bio-Environment Chemistry, Chungnam National University, Daejeon, 34134, Korea
[2]Division of Agromaterial Assessment, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Korea

우리나라에서는 안전한 농산물을 생산하기 위해 농업환경에 대한 관리가 필요하다는 인식이 대두되면서 1999년 이후 산업단지 인근 취약 농경지에 대해 모니터링을 수행하고 있다. 이에 본 연구에서는 2010년부터 2020년까지 충청남도 지역의 중금속 오염도 조사 결과를 바탕으로 농경지 토양 내 중금속 농도가 우려기준의 30% 이상 되는 오염지역 100지점을 선정하여 오염도 지수화 방법을 통해 중금속 오염도 평가를 실시하였다. 토양 시료는 충청남도 지역 산업단지 인근의 농경지에서 채취하였으며, 중금속 분석은 총함량 분석법으로 분석하였다. 분석 결과 산업단지 인근 농경지 토양에서 비소(As) 오염 우려 기준을 초과하는 곳이 24지점 있었으며, 최대 571.7 mg kg^{-1}의 농도로 검출되었다. 카드뮴(Cd)은 모든 지역에서 평균 0.4 mg kg^{-1}, 검출 범위는 0.1-0.7 mg kg^{-1}로 분석되었으며, 나머지 구리(Cu), 니켈(Ni), 납(Pd), 아연(Zn)은 각각 평균 16.8 (1.2-49.3), 16.16 (2.5-102.4), 10.7 (2.3-31.3), 82.4 (12.1-202.1) mg kg^{-1}로 분석되었으며 연구 지역 내 오염 우려 기준을 초과하는 지역이 없었다. 산업단지 인근 농경지 토양의 중금속 분석 결과와 지수화 모델을 활용한 중금속 오염도 평가 결과 분석 대상 지역의 일부 농경지에서 높은 비소 오염으로 인해 최대 3.99까지의 오염도 지수값을 나타낸 지역이 존재하였지만, 평균 지수값은 0.26으로 연구 지역 내 중금속 오염도가 낮은 것으로 나타났다. 본 연구 내용을 바탕으로 산업단지 인근 농경지의 중금속 오염 현황을 파악할 수 있으며, 이와 같은 복합적인 중금속 오염도 평가를 통한 중금속 취약 농경지의 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

주제어: Heavy metals, Industrial complex, Soil pollution index, Arable field
주연구자 연락처: sckim@cnu.ac.kr (042-821-6737)

PC-87

Evaluation of Optimal Organic Resources for Simultaneously Enhancing Soil Carbon Sequestration Potential and Fruit Productivity in Red Pepper Cultivated Soils

Sohee Yoon[1], Juhee Lee[1], Yeomyeong Lee[1], Hyerin An[1], and Sang Yoon Kim[1,2]*
윤소희, 이주희, 이여명, 안혜린, 김상윤[1,2]*
[1]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[2]Department of Agricultural Life Science, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[1]순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합시스템전공(BK21+), [2]순천대학교 생명산업과학대학 농생명과학과

Application of soil organic matter (SOM) is one of the most important parameters to enhance soil quality and to combat climate changes by increasing soil carbon stocks in horticultural cropping systems. However, there is little information on soil organic carbon (C) balance in soils amended with different organic amendments. To evaluate the effects of different organic amendments on increasing soil organic carbon stock and fruit productivity in horticultural soils, six different treatments (no fertilizer and red pepper residue, compost, rice hull biochar, and wood biochar at a rate of 0 and 5 Mg d.w ha^{-1} under the recommended fertilization as N-P_2O_5-K_2O = 190-112-149 kg ha^{-1}) were installed in red pepper cultivated soils. Particularly, overall carbon balance by calculating input (organic amendments) and output (CO_2 and CH_4) as soil respiration rates by using static chamber method and fruit productivity were investigated during whole cultivation period. Our results showed that total carbon input was highest at wood biochar treatment (2.83 Mg C ha^{-1}), and then followed by rice hull biochar (2.81 Mg C ha^{-1}) > red pepper residue (2.02 Mg C ha^{-1}) > compost (1.03 Mg C ha^{-1}). CO_2 emissions were highest at red pepper residue amended treatment, but there was no significant difference among all the treatments except the red pepper residue. Our result showed that red pepper residue could be easily decomposed due to containing more labile carbon than stable organic sources such as biochar and compost, which might not be a better option for enhancing carbon stock in soils. CH_4 emissions were almost negligible, showing negative fluxes among all treatments in this study. Except compost treatment, all fertilizations increased cumulative fruit productivity of red pepper, which was particularly highest at rice hull biochar amended treatment (6.78 Mg ha^{-1}), and then followed by wood biochar (6.56 Mg ha^{-1}) ≒ red pepper residue (6.54 Mg ha^{-1}) > sole NPK (6.48 Mg ha^{-1}) > compost (6.05 Mg ha^{-1}) ≒ control (6.00 Mg ha^{-1}). In conclusion, biochar amendment could be considered an effective way to increase soil carbon stock and enhance red pepper yield in upland soils.

Keywords: Biochar, *Capsicum annuum*, CO_2, Organic matter decomposition
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (061-750-5189)

PC-88

Organic or Mineral Soil Covering System as a Sensational Mitigation Strategy for NH_3 Volatilization from Potato Cultivated Upland Soil

Eun Mi Lee[1#], Him Chan Choi[1#], Juhee Lee[2], Yeomyeong Lee[2], and Sang Yoon Kim[1,2]*
[1]Department of Bio-Environmental Sciences, Sunchon National University, Suncheon 57922, Republic of Korea
[2]Department of Agricultural Chemistry & Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea
[1]순천대학교 생명산업과학대학 생물환경학과, [2]순천대학교 농화학과 & IT-Bio융합시스템전공(BK21+)
#They both contributed equally to this work.

Ammonia (NH_3) volatilization is a major pathway for nitrogen (N) loss from agricultural soils, which is considered a precursor of generating ultra-fine dust ($PM_{2.5}$), deteriorating air quality as well as significant nutrient removal from agricultural soils, decreasing productivity. Soil covering system such as organic or mineral mulching on the surface can effectively mitigate NH_3 volatilization from soils due to increased NH_4^+-N adsorption capacity and moisture content, preventing NH_3 loss. However, there is little information of soil covering systems on NH_3 volatilization. To evaluate soil covering systems on mitigating NH_3 volatilization and enhancing potato (*Solanum tuberosum*) productivity, experimental pots were installed under the greenhouse condition. Inorganic fertilizers (NPK) as a comparison were applied at rates of N-P_2O_5-K_2O = 100-88-130 kg ha^{-1}, which is the recommended fertilization level for potato cultivation. PK treatment (control, excluded N fertilization) was also installed to compare N fertilization impact. After the fertilizations, organic (rice hull biochar) or mineral (bentonite, vermiculite, zeolite) soil covers were applied on the surface of the pot with a covering depth (low 0.5 cm) based on volume. In particular, rice hull biochar and zeolite materials having a strong potential for adsorption capacity were additionally covered with two different covering depth (low: 0.5 cm and high: 1.0 cm). During the pot experiment, NH_3 was monitored by a static chamber method and potato growth characteristics, productivity, and soil properties were investigated. As compared to the control (PK), N fertilizations significantly increased NH_3 volatilization until 5 days after transplanting (DAT), then gradually decreased, and reached the background level approximately 15 DAT except NPK. Interestingly, soil covering systems effectively mitigated NH_3 volatilization during cultivation, showing the significant reduction (13-87% over NPK treatment, showing 11.4 kg N ha^{-1}). Among all the covers, zeolite treatment (1.5-1.7 kg N ha^{-1}) was sensational to reduce total NH_3 volatilization (85% reduction over the NPK) and followed by rice hull biochar (6.6 kg N ha^{-1}, 42%) > bentonite (6.7 kg N ha^{-1}, 41%) > vermiculite (9.8 kg N ha^{-1}, 13%). Irrespective of covering materials, NH_3 volatilization was gradually decreased with increasing covering depth. However, zeolite was more effective on reducing NH_3 volatilization than biochar treatments. Our results indicated that soil covering systems effectively mitigated NH_3 emissions from agricultural soils due to potentially blocking NH_3 loss by enhancing soil adsorption capacity and moisture contents, acting as an environmental NH_3 filter. In conclusion, soil organic and mineral covering systems could be one of the promising ways to mitigate N losses and to increase crop productivity in agricultural soils.

Keywords: Ammonia, Biochar, Soil amendment, Soil mat, *Solanum tuberosum,* Zeolite
Correspondence: sykim@scnu.ac.kr (061-750-5189)

PC-89

영남지역 벼논에서 이앙시기가 메탄발생에 미치는 영향

Effect of Transplanting Date of Rice on Methane Emission from Paddy Soil in Yeongnam Region in Korea

김성은*, 홍창오
Sung Un Kim* and Chang Oh Hong
부산대학교 생명환경화학과
Pusan National University, Miryang, 50463, Korea

벼의 이앙시기에 따라 토양의 환원 기간 및 벼 생육특성이 변화되어 메탄가스 발생에 유의한 영향을 미치게 된다. 특히, 벼의 이앙시기를 늦추게 되면 담수기간을 줄여 메탄이 발생되기 쉬운 혐기적 조건 기간을 단축시켜 벼논에서 메탄의 발생에 영향을 미칠 수 있다. 그러나 현재까지 벼의 이앙시기과 메탄발생과의 관계에 대한 연구는 많이 이루어지지 못하였다. 본 연구는 벼의 생산성을 보장하면서 메탄의 발생량을 저감할 수 있는 적정 이앙시기를 선정하여 위해 수행되었다. 영남지역에서 주로 재배되는 조생종 벼 품종(해담)을 15일 간격으로 2022년 5월 10일(1차 이앙), 5월 25일(2차 이앙), 6월 10일(3차 이앙), 6월 25일(4차 이앙)에 경남 밀양의 논토양에 이앙하여 9월 7일(1차 수확), 9월 16일(2차 수확), 9월 27일(3차 수확), 10월 12일(4차 수확)에 수확한 후 벼 재배기간 동안 메탄의 발생량을 조사하였다. 벼 재배기간 동안 메탄의 누적발생량은 1차 이앙한 논에서 가장 높은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 논토양의 담수기간 및 벼의 생육과 관련이 있는 것으로 나타났다. 그리고 벼 이앙시기가 늦추어 질수록 토양의 담수기간이 단축됨에 따라 벼 재배기간 동안 메탄의 누적 발생량은 감소되는 경향을 나타냈다. 벼의 이앙시기와 벼 재배기간 동안 메탄의 누적발생량은 유의한 상관관계를 나타냈다. 벼의 알곡수량은 이앙시기가 늦추어짐에 따라 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 벼 알곡 수량 대비 메탄의 누적발생량을 조사한 결과 3차 이앙시기에서 가장 낮은 것으로 조사되었다. 따라서 영남지역 벼논에서 조생종 벼 품종인 해담쌀 재배 시 벼의 수량을 보장하면서 메탄의 발생량을 저감하기 위해서는 6월 10일(3차 이앙)에 가까운 시기에 벼을 이앙하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

주제어: 메탄, 벼, 논토양, 수량대비 메탄발생량
주연구자 연락처: soilchem@pusan.ac.kr

PC-90

무기태질소 시용에 따른 논토양에서의 아산화질소 배출량 발생 평가

Evaluation of Nitrous Oxide Emissions from Paddy Soil under Different N Rate in Yeongnam Region in Korea

김성은, 홍창오*
Sung Un Kim and Chang Oh Hong*
부산대학교 생명환경화학과
Pusan National University, Miryang, 50463, Korea

농업 부문 국가 고유의 아산화질소(Nitrous oxide, N_2O) 배출계수 개발 기초자료를 확보하고자, 벼 재배 논에서 무기태 질소 시용량에 따른 N_2O 배출 변화 및 배출량을 조사하였다. 이를 위하여 경남 밀양시 부산대학교 부속농장에서 2000~2021년 동안 벼 재배 논에서의 N_2O 배출량 및 배출변화와 토양 내 질소 함량을 조사하였다. 무기태 질소원으로는 요소비료를 사용하였으며, 시용량의 경우 벼 재배 표준시비량(N-P_2O_5-K_2O=90-45-57 kg ha^{-1})을 기준으로 1배, 1.5배, 2배, 무처리로 시비하였고, 중간물떼기를 벼 이앙 35일 후 2~3주 및 벼 이앙 100일 후부터 수확기까지 적용하였다. 아산화질소 시료 채취는 챔버법을 이용하여 주 1~2회 채취하여 N_2O 농도변화를 측정하였다. 벼 재배 1년차의 경우 벼 재배기간 동안 N_2O의 배출량은 물대기 직후, 요수시비직수, 중간낙수 및 물떼기 순으로 증가하였다. 아산화질소의 누적 배출량은 요소 시비량이 증가할 수록 N_2O 배출량이 증가하였으며, 산화환원 전위가 -150 mV 이하로 유지될 때 전체 처리구에서 N_2O 발생량이 적었다. 수확 후 토양의 총 질소 및 무기태질소 함량은 요소비료의 시비량이 증가함에 따라 증가하였다. 벼 재배 2년차의 경우 N_2O 배출량은 해빙기, 객토 직후, 요소시비 직수, 중간낙수 및 완전 물떼기 직후 순으로 증가하였다. 아산화질소 누적배출량은 요소를 표준량(90 kg N ha^{-1})으로 시비 시 무처리에 비해 유의하게 증가하였으나, 표준시비량의 1.5배 및 2배 시비량 증가에 따른 추가적인 증가는 관찰되지 않았다. 수확 후 토양 내 총 질소 및 무기태 질소 함량은 표준시비량의 1.5배까지 유의한 증가는 없었으나 2배 시비량에서 유의하게 증가하였다.

주제어: 아산화질소, 무기태 질소, 벼, 논토양
주연구자 연락처: soilchem@pusan.ac.kr

PC-91

밭토양에서 아산화질소 배출 관련 인자 변화에 따른 배출량 조사

Evaluation of Nitrous Oxide Emissions from Upland Soil under Different Emission Factor in Yeongnam Region in Korea

김성은, 홍창오*
Sung Un Kim and Chang Oh Hong*
부산대학교 생명환경화학과
Pusan National University, Miryang, 50463, Korea

온실가스 배출량 측정값은 기후 변화와 영농방식에 따라 유의하게 변화한다는 사실은 이미 알려져 있으나, 현재 우리나라 농업적 특성을 고려한 온실가스 측정법에 관한 연구는 전무한 실정이다. 주요 선진국에서는 국가 온실가스 배출량을 보다 정확하게 측정하기 위해 국가별 농업적 특성을 고려한 온실가스 측정 매뉴얼을 개발하여 시행하고 있는 실정이다. 따라서 기후변화 협약에 대한 능동적 대응을 위해 우리나라 밭토양 특성을 고려한 아산화질소 (nitrous oxide, N_2O) 배출량 평가 및 저감기술 적용을 위한 표준화된 평가기술개발 확립의 기초자료로 사용하기 위해 밭의 두둑형성을 고려한 고랑과 이랑의 챔버 설치 위치, 비닐멀칭 유무, 챔버 내 작물의 존재 유무에 따라 영남지역 밭작물 재배기간 동안 2년간 반복적으로 N_2O의 발생량을 조사하였다. 이를 위하여 경남 밀양시 부산대학교 부속농장에서 2020년~2021년 옥수수 재배기간 동안 발생되는 N_2O 발생량을 조사하였으며, N_2O 시료 채취는 챔버법을 이용하여 주 1~2회 채취하여 N_2O 농도변화를 측정하였다. 누적 N_2O 배출량은 챔버위치에 따라 유의한 차이를 보였으며 고랑에서 누적배출량이 가장 높았다. 또한 멀칭종류에 따른 N_2O 배출량은 검정멀칭처리구가 비멀칭 처리구보다 누적 배출량이 높았다. 이는 토양 공극 내 수분함량(WFPS) 값의 차이에 따른 것이라고 판단 되어진다. 또한 챔버 내 작물의 유무에 따른 N_2O 배출량은 챔버 내 작물이 존재 시 작물이 존재하지 않을 때 보다 유의하게 높았다. 이러한 결과의 원인은 N_2O 발생의 기질이 되는 무기태 질소가 작물의 뿌리 근처로 이동하였기 때문으로 판단되어지며, 이외에도 작물의 뿌리에서 나오는 삼출물은 N_2O 발생에 관여하는 미생물에 영향을 미쳐 근권과 그 밖의 토양에서 N_2O 발생량 차이를 야기시켰다고 판단되어진다.

주제어: 아산화질소, 밭 토양, 배출관련인자, 챔버위치, 작물유무, 멀칭유무
주연구자 연락처: soilchem@pusan.ac.kr

▌2022년도 한국토양비료학회 제54차 총회 및 정기학술대회 ▌

발 행 인 : 한국토양비료학회장 김필주

편집위원장 : 한국토양비료학회 편집부회장 최우정

편 집 위 원 : 손연규, 정강호, 김권래, 김상윤, 이용복

편 집 간 사 : 곽진협, 윤석인, 박원표

발 행 처 : 사단법인 한국토양비료학회
전북 완주군 이서면 농생명로 166 국립농업과학원 313호

연 락 처 : TEL : 063-226-7335, FAX : 063-226-7335
E-mal : ksssf249@naver.com
http://www.ksssf.org

인 쇄 : (주)에이퍼브

2022 한국토양비료학회
제54차 총회 및 정기학술대회

광고회사 리스트

남해화학(주)	(주)조비
(주)풍농	팜한농
한국비료협회	한국협화
(주)효석	GSS 2023

- 가나다 순 -

기기전시회사 리스트

라스칼라 코리아	씨앤와이(주)
비엘텍코리아(주)	오디랩
(주)태명과학	테크넬
팜한농	

- 가나다 순 -


땅심
농업인과
함께한 50년
토양개량제·유기질·원예용· 무기질을
공급하는 종합비료회사 한국협화!
생산능력
토양개량제
250,000톤 / 년
유기질 비료
50,000톤 / 년
원예용 비료
200,000톤 / 년
무기질 비료
270,000톤 / 년
공장소개
· 주 소 : 경상북도 포항시
남구 대송로 253번길 63
· 규 모 : 부지 21,000평 / 건물 4,500평
전국영업망
도별 영업지점 8개, 대리점 158개소,
판매점 150개소, 지역농협경제사업소 납품
문의전화. 080-722-8800
한국협화
www.khhc.co.kr


수도용
원예용
규산질비료
효석 규산질비료
규산 25, 알칼리분 40, 고토 2
(5kg) (8kg) (0.4kg)
등록번호 : 제 전남 광양 05-가-10601호
실중량:20kg
주식회사 효석
생명창고 ! 흙을살리자
주식회사 효석
http://www.hyoseok.co.kr
전남 광양시 제철로 2148-33
TEL : 061) 793-7300~3
POSCO 슬래그가공 판매업체
HYOSEOK


조비
주식회사 조비는 1955년 창립 이래
농민의 안녕과 한국 농업 발전을 위해 노력하였습니다.
앞으로도 항상 농민과 함께, 깨끗한 환경, 행복한 미래를
꿈꿀 수 있는 미래를 선도하는 기업으로 성장, 발전하도록
최선을 다하겠습니다.
완효성 비료
수도 · 원예 · 과수용 비료
유기질 비료