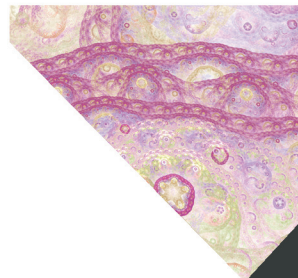




# 04

## 구두 발표

좌장 : 이문용(한국농어촌공사)  
장문익(식품의약품안전처)





## 구두발표(OA) - 농업환경 및 토양·수질 분야

### OA-01

# Methanogenesis as an Essential Part to Precisely Evaluate Microbial Activity in Anaerobic Soil (혐기성 토양에서 미생물 활성 평가에 메탄생성균 활성의 동시평가 필요성)

Hyun Young Hwang<sup>1)</sup> · Mozammel Haque<sup>1)</sup> · Pil Joo Kim<sup>1),2)</sup>

황현영<sup>1)</sup> · 모자멜하크<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1),2)</sup>

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

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

<sup>1)</sup>경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK 21 Program)

<sup>2)</sup>경상대학교 농업생명과학원

Soil microbial activity reflects microbiological processes of soil microorganisms and is used as the useful indicator to evaluate soil quality. In order to better utilize the functions of soil microbes it is necessary to have reliable measurements of microbial activity and biomass in soil. By analyzing microbial biomass such as chloroform fumigation extraction/incubation (CFE and CFI), microbial activity was estimated. But that techniques have limitation to determine the total soil biomass without distinguishing between active and inactive components. To concern the active microbes, methods for measuring CO<sub>2</sub> released from soil (microbial respiration) are widely used. However, under the extremely reduced soil conditions, CO<sub>2</sub> can be used and converted into CH<sub>4</sub> by methanogens. Then, microbial activity could be underestimated with only CO<sub>2</sub> respiration rate. In order to improve microbial respiration measurement method to precisely evaluate microbial activity under anaerobic condition, the relationship between microbial respiration rate (ex. CO<sub>2</sub>, and CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub>) and microbial biomass were evaluated in rice paddy and upland soils during rice and maize cultivations, respectively. The CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emission rates were evaluated by using a closed chamber method. Microbial biomass carbon contents (MBC) were evaluated in fresh soils by the chloroform fumigation extraction (CFE) method. All the mineralized C loss from upland was CO<sub>2</sub> form, but in case of flooded paddy soil, 17% of mineralized C loss was emitted by CH<sub>4</sub>-C form. Therefore, the MBC and [CO<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub>]-C flux showed much higher correlation coefficient than single CO<sub>2</sub>-C. In conclusion, the combined respiration rate of [CO<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub>]-C should be considered to accurately estimate microbial biomass instead of single CO<sub>2</sub> flux under anaerobic condition.

**Keywords** : Microbial biomass carbon, Methanogenesis, Soil respiration, Anaerobic soil

**Corresponding author** : E-mail, pjkim@gnu.ac.kr; Tel, 055-772-1966

## Characteristics of Ash Influencing Humic Substances in Bottom Ash Amended Soil (석탄회 혼합토양에서 석탄재 유래 부식물질의 특성 평가)

Gilwon Kim<sup>1)</sup> · Piljoo Kim<sup>1),2)</sup>\*

김길원<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1)2)</sup>\*

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

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

<sup>1)</sup>경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK 21 Program)

<sup>2)</sup>경상대학교 농업생명과학원

Coal ash is produced at rate of 12-20% by weight of the original coal when coal is burned to produce steam for electricity generation. Korea consumes approximately 42 million tons of coal annually to generate electricity, and generates around 6 million tons of coal ash annually. However, only 60% of the coal ash by-products are recycled, while 40% are buried at the power plant site. In particular, most of bottom ash was landfilled, and then properly recycling methodology should be developed. Bottom ash is well known as soil amendment and high organic matter (ca. 0.3-15%) containing material. However, the function of organic matter containing in coal bottom ash as it applied in soil as an amendment was not studied well. In this study, in order to evaluate the properties of ash containing organic matter when it applied in soil as amendment, the chemical characteristics of humic substances in the coal bottom ash mixed soils were compared with the pure soil. We collected two types of soil from the landfill cover simulator which is bottom mixed soil (BA35% + soil 65%) and only soil (100%) treatment in the 5<sup>th</sup> year after installation. The soil organic matter was fractionized with humic, fulvic acid and humin by using the sequential extraction method. The chemical structure of humic substances was characterized by <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. Bottom ash mixed soil has 5 times higher total organic C content than the pure soil. In addition, humic substance C content was also higher in the bottom ash mixed soil with the similar composition ratio with total organic C content. However, there was no significant difference of chemical composition of humic substances between the bottom ash mixed soil and the pure soil. Aromatic group of humic acid and fulvic acid was most dominant with around 30% of TOC, and then followed by O-alkyl (22.2-28.4%), Alkyl (13.2-20.1%), and carboxyl OC groups (9.2-19.4%). Conclusively, the mineralogical effect of BA might be a main factor on accumulating SOM in BA mixed soil layer.

**Keywords** : Bottom ash, Humic substance, <sup>13</sup>C NMR

**Corresponding author** : E-mail, pjkim@gnu.ac.kr; Tel, 055-772-1966

## OA-03

## Intermittent Drainage Suppresses More Effectively Methane Emission in High Biomass Amended Paddy Soils during Rice Cultivation (벼논에서 유기물 처리량이 높을수록 메탄 발생 억제 효과가 높은 중간낙수 처리)

MD. Mozammel Haque<sup>1)</sup> · Sang Yoon Kim<sup>1)</sup> · Gilwon Kim<sup>1)</sup> · Pil Joo Kim<sup>1)2)</sup>  
무하마드 모잘멜 하크<sup>1)</sup> · 김상윤<sup>1)</sup> · 김길원<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science (BK 21+ Program), Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701 Korea

<sup>1)</sup>경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK 21 Program), <sup>2)</sup>경상대학교 농업생명과학원

Winter cover crop cultivation is recommended to improve soil carbon sequestration and quality. However, its biomass addition as a green manure can significantly increase methane (CH<sub>4</sub>) in rice paddy soil. There are many soil management practices to reduce CH<sub>4</sub> emission in rice paddy soil, but the intermittent drainage is regarded as a key soil management to reduce CH<sub>4</sub> emission during rice cultivation. However, it is expected to increase significantly carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emission. In this study, the effect of a 30-day intermittent drainage from the 20<sup>th</sup> day after transplanting (DAT) to the 50<sup>th</sup> DAT on two greenhouse gas (GHG) fluxes and yield properties were compared with those of a continuous flooding system under different rates of cover crop biomass addition during rice cultivation. The biomass of cover crop which cultivated during the fallow season on site was applied with the different rates (0-100%) of total biomass (12 Mg ha<sup>-1</sup> on dried weight). Methane and CO<sub>2</sub> gas samples were collected simultaneously twice a week by two different pairs of closed chamber. The effect of intermittent drainage on changing two GHG emissions were compared using the GWP value which was calculated as CO<sub>2</sub> equivalents by multiplying 25 to the seasonal CH<sub>4</sub> flux. Methane and CO<sub>2</sub> emission rates were significantly (p<0.05) increased with increasing application rates of cover crop biomass in both irrigation treatments. The intermittent drainage effectively reduced seasonal CH<sub>4</sub> fluxes by ca. 51% to that of the continuous flooding under total biomass removal, but its effect was significantly increased under higher biomass application. The intermittent drainage reduced around 69% of total CH<sub>4</sub> flux under total biomass recycling, but increased CO<sub>2</sub> fluxes by 18-20% under the same levels of biomass addition. However, the intermittent drainage significantly reduced the total GWP value, and its effect significantly increased under higher biomass addition from 66% to 77%. There was no significant difference in terms of rice yield either in continuous flooding or intermittent irrigation under the same fertilization background. In conclusion, the intermittent drainage could be a good soil management strategy under high levels of biomass addition to reduce GWP value by suppressing effectively CH<sub>4</sub> emission.

**Keywords :** *Rice, Paddy soil, CH<sub>4</sub> emission, CO<sub>2</sub> emission, Water management*

**Corresponding author :** E-mail, pjkim@gnu.ac.kr; Tel, 055-772-1966

## Changes in the Chemistry of Pine Needles as Affected by CO<sub>2</sub>, Temperature, and Water and Nutrient Availability (CO<sub>2</sub>, 온도, 수분 및 양분 조건에 따른 소나무 엽의 화학성 변화)

Hyun-Jin Park<sup>\*</sup> · Kwang-Seung Lee · Byeong-Jun Jeon · Jong-Hyun Ham ·  
Se-In Lee · Sang-Sun Lim · Woo-Jung Choi<sup>\*</sup>

박현진<sup>\*</sup> · 이광승 · 전병준 · 함종현 · 이세인 · 임상선 · 최우정

Department of Rural and Biosystems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea  
전남대학교 지역·바이오시스템공학과

As tree litters are an important organic matter source in forest ecosystem, decomposition characteristics of litter direct affect soil C storage of the forest ecosystem. This study was conducted to investigate the effects of multiple environmental variables including atmospheric CO<sub>2</sub> concentration ([CO<sub>2</sub>]), temperature (T), and soil water (W) and nutrient (N) availability of the chemistry of pine (*Pinus densiflora*) needles. Pine seedlings were grown under different [CO<sub>2</sub>], T, and soil W and N conditions, and the needle samples were collected and analyzed for C/N and lignin contents. The C/N ratios were significantly ( $P < 0.05$ ) affected the four treatments with or without significant interaction between them. Overall, elevated [CO<sub>2</sub>] increased C/N ratio probably due to more C gain through photosynthesis using a unit N. However, when N and W are limited, the C/N was not increased by elevated [CO<sub>2</sub>], indicating “CO<sub>2</sub> fertilization effect” is not realized when soil resources are limited. In ambient [CO<sub>2</sub>], increases in T resulted in a decrease in C/N probably reflecting N supply from soil N via enhanced organic matter decomposition under elevated T. However, in elevated [CO<sub>2</sub>], the effects of increased T were more complicated being affected by soil resources availability. In ambient [CO<sub>2</sub>], high N availability decreased C/N ratio; whereas, in elevated [CO<sub>2</sub>], such effect was not consistent through soil W and N treatments. Our study suggests that the change in tree leaves chemistry should be interpreted with full consideration of multiple environment variables.

**Keywords** : Global warming, C/N, CO<sub>2</sub> concentration, Temperature, Soil water, Nitrogen

**Corresponding author** : E-mail, wjchoi@jnu.ac.kr; Tel, 82-62-530-2153

## OA-05

## 생석회 시비가 배추 내 무기이온 및 글루코시놀레이트 함량에 미치는 영향 (Influence of the Lime on Contents of Inorganic Ions and Glucosinolates in Chinese Cabbage)

천진혁<sup>\*</sup> · 김영진 · 김선주Jin-Hyuk Chun<sup>\*</sup> · Young Jin Kim · Sun-Ju Kim

충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과

Department of Bio-Environmental Chemistry, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

배추[*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*] 재배에 있어서 칼슘 결핍은 무름병(soft rot)이라는 생리적 장애를 일으켜 배추의 수량 감소로 이어지므로 칼슘 비료 시비는 필수적이다. 배추과 채소는 칼슘, 칼륨, 마그네슘 등 다양한 무기물이 풍부하고, 천연 항 함유 생리 활성 물질인 글루코시놀레이트(glucosinolates, GSLs)를 함유하고 있다. 본 실험에서는 배추 재배 시 생석회를 토양에 표층시비 하였을 때 배추 내 무기이온 및 GSL 함량 변화를 알아보고자 하였다. 충남대학교 유리온실에 '불암플러스' 배추를 파종하여 28일간 재배한 육묘를 대형 포트에 이식한 후 14일 후부터 생석회를 시비하지 않은 1개의 무처리구와 7일 간격으로 일정하게 시비한 3개의 실험구들(0.28, 0.56, 0.84 g)로 나누어 총 98일간 재배하였다. 무기이온 분석은 유도결합플라즈마방출분광기(Varian ESP-730)를 사용하였다. 다량원소 함량에서 N은 0.84 g에서 가장 높았고(23.40), 0.28 g에서 가장 낮았다(17.47 mg/g). P는 0.84 g에서 가장 높았고(60.25), 무처리구에서 가장 낮았으며(46.64 mg/kg), 마찬가지로 K도 0.84 g에서 가장 높았고(279.45), 무처리구에서 가장 낮았다(248.58 mg/kg). Ca는 0.56 g에서 가장 높았고(171.16), 0.84 g에서 가장 낮았으며(130.55 mg/kg), Mg는 0.56 g에서 가장 높았고(22.47), 0.28 g에서 가장 낮았다(19.57 mg/kg). Na는 0.56 g에서 가장 높았고(15.12), 0.28 g에서 가장 낮았다(12.37 mg/kg). 미량원소 함량은 평균적으로 각각 B(0.31), Fe(0.88), Mo(0.71), Mn(0.14), Si(0.71), Cu(0.06), Zn(0.35) Pb(0.02 mg/kg)이었다. 각 GSLs는 70% 열탕 메탄올 (70° C)로 추출하여 aryl sulfatase에 의한 desulfo-GSL 형태로 변화시킨 다음 HPLC-UV로 분석하였다. GSL 정량 ( $\mu\text{mol/g dry wt.}$ )은 sinigrin (외부표준물질)과 각 성분의 peak area를 비교하여 계산하였다. HPLC분석을 통하여 배추에서 11 종류의 GSL가 분리되었고, 총 GSL 함량은 0.56 g 추비하였을 때 가장 높았고 (19.63), 무처리구에서 가장 낮았다 (11.95  $\mu\text{mol/g dry wt.}$ ). 생석회 시비가 0.28, 0.56 g 까지는 시비량이 높아질수록 총 GSL 함량은 높아졌으나, 그 이상 (0.84 g)에서는 다시 낮아지는 경향을 보였다.

주제어 : 배추, 생석회, 무기이온, Glucosinolates

주연구자 연락처 : E-mail, slaldinv2@cnu.ac.kr; Tel, 042-821-7142

## Effect of Increasing Temperature on Decomposition of Different Types of Organic Matter in Soil

(토양 유기물의 분해에 대한 유기물 종류 및 온도 상승의 영향)

Jeong-Eun Lee<sup>\*</sup> · Seok-In Yun

이정은<sup>\*</sup> · 윤석인

Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea  
원광대학교 생물환경화학과

To investigate the effect of increasing temperature on decomposition of different types of organic matter in soil, we conducted an incubation experiment using a loam soil collected from agricultural and forest plantation. Each single or mixture of sucrose (as a labile organic carbon) and cellulose (as a recalcitrant organic carbon) was added to soils, and CO<sub>2</sub> efflux was examined at 20 and 30 °C. For both soils, mean cumulative CO<sub>2</sub> emission in sucrose treatment was higher than that in cellulose treatments: 6.2±0.4 and 2.5±0.2 g CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> soil for sucrose and cellulose treatments, respectively. In case of the soil treated with mixture of sucrose and cellulose, cumulative CO<sub>2</sub> emission was between sucrose and cellulose treatments. However, the ratio between respirations rates at 20 and 30 °C (Q<sub>10</sub>) in cellulose treatment was higher than that in sucrose treatment: 1.11±0.04 and 1.37±0.01 for sucrose and cellulose treatments, respectively. From those results it was suggested that recalcitrant organic carbon would be decomposed more sensitively with increasing temperature than labile one.

**Keywords** : soil organic matter decomposition, temperature sensitivity, decomposition lability, global warming

**Corresponding author** : E-mail, siyun@wku.ac.kr; Tel, 063-850-6677

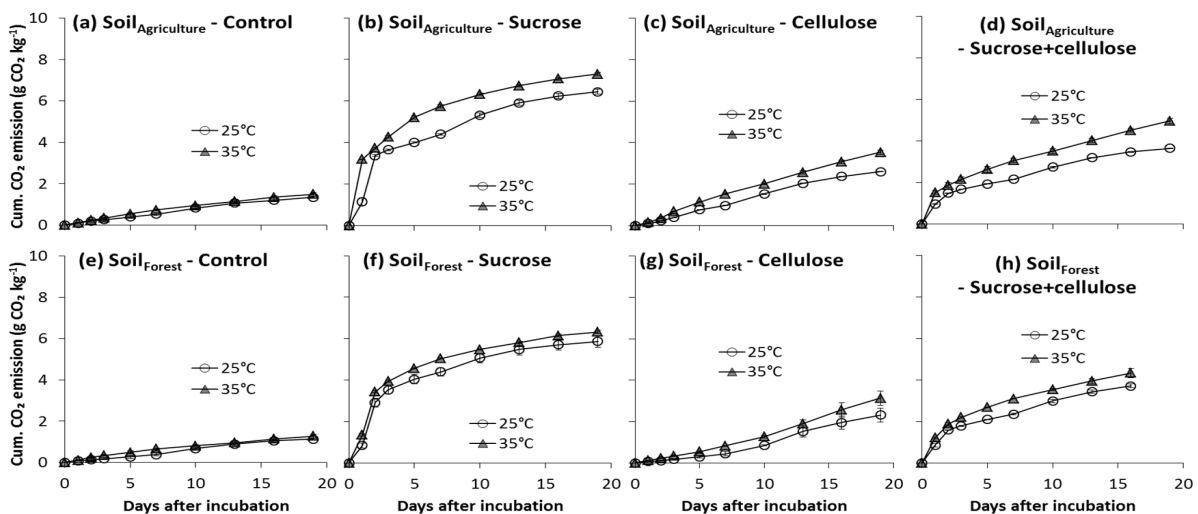


Figure 1. Cumulative CO<sub>2</sub> emission in the agricultural and forest soils treated with each single or mixture of sucrose and cellulose.



OA-07

Vine Growth and Nonstructural Carbohydrate Reserve of Young, Non-fruiting Kiwifruit 'Goldrush' as Affected by Mid-season Defoliation  
(생육기 중간낙엽에 따른 참다래 '골드러쉬' 무착과 유목의 생장과 비구조 탄수화물 축적)

Yong-Bum Kwack<sup>1)</sup> · Hong-Lim Kim<sup>1)</sup> · Won-Byoung Chae<sup>2)</sup> · Seong-Cheol Kim<sup>1)</sup> ·  
Mok-Jong Kim<sup>1)</sup> · Jin-Gook Kim<sup>3)</sup> · Yong-Bok Lee<sup>4)</sup>

곽용범<sup>1)</sup> · 김홍림<sup>1)</sup> · 채원병<sup>2)</sup> · 김성철<sup>1)</sup> · 김목종<sup>1)</sup> · 김진국<sup>3)</sup> · 이용복<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Namhae Sub-Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Namhae 668-812, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Vegetable, Division of Horticulture, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Republic of Korea

<sup>3)</sup>Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Republic of Korea

<sup>4)</sup>Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Republic of Korea

<sup>1)</sup>국립원예특작과학원 남해출장소 · <sup>2)</sup>국립원예특작과학원 원예작물부채소과 · <sup>3)</sup>경상대학교 원예학과 · <sup>4)</sup>경상대학교 농업생명과학원

In Korea, typhoons from July onwards usually influence the production of kiwifruit. This study was conducted to investigate the effect of early defoliation on vine growth of current season and nutrient reserves during winter after leaves abscission. A new cultivar 'Goldrush (*Actinidia chinensis*)' was used for this experiment, following de-blossoming in spring. And the vines were artificially defoliated from July 15 to October 14 with one month intervals and the degrees of defoliation were 0, 25, 50, 75, and 100%. Out of all the defoliation treatments conducted from July 15 to October 14, defoliation on August 16 and September 15 significantly reduced vine dry weight. In particular, 75% and 100% defoliation on August 16 resulted in a 79.2 g and 83.1 g of dry weight reduction, respectively, from the control vines (145.6 g). Vine dry weight was also reduced by a 54.5 g and 59.8 g for the 75% and 100% defoliation treatments on September 15, respectively, compared to the control vines. Defoliation on August 16 decreased both the aboveground and underground dry weight of vines, whereas underground dry weight was not affected by defoliation on September 15. Most nonstructural carbohydrates (NSC) of the young vines accumulated in the roots as starch. Defoliation on August 16 and September 15 reduced the accumulation of NSC reserves, which was correlated with a decline in vine dry weight. For vines with more than 75% defoliation on August 16 and September 15, about less than half amount of starch accumulated in the roots compared to those of the control vines.

**Keywords** : Defoliation, Kiwifruit, Nonstructural carbohydrate, Reserve, Vine growth

**Corresponding author** : E-mail, yblee@gnu.ac.kr; Tel, +82-55-772-1969

**Dynamic Distribution of Endosulfan Absorbed from  
Soil into Cucumber Plug Seedling  
(토양잔류 Endosulfan의 오이유묘 중 흡수이행량 조사)**

Jeong-In Hwang<sup>\*</sup> · Young-Hwan Jeon · Sang-Oh Jeon · Sang-Hyeob Lee · Sung-Eun Lee · Jang-Eok Kim

황정인<sup>\*</sup> · 전영환 · 전상오 · 이상협 · 이성은 · 김장억

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

경북대학교 응용생명과학부

Distribution of organochlorine insecticide, endosulfan isomers ( $\alpha$ - and  $\beta$ -) and their metabolite (-sulfate) absorbed from soil into cucumber plug seedling was investigated in relation with passed time, treated amount, and plant growth. Cucumber plants were sampled with corresponding soils at 15 and 30 days after transplanting, and their weight and length were measured in each part such as root, stem, leaf, and fruit. The length and weight of plant parts showed increasing tendencies during the experimental period. The residual amounts of endosulfan isomers in soil were continuously declined, while endosulfan-sulfate was slightly produced. The amounts of endosulfan isomers absorbed into plants were increased by 10 days; however, after the time, the amounts were insignificantly decreased. The absorbed amounts of endosulfan isomers from soil were ranged from 0.4 % to 1.1 %, and 3.4~4.6 % of the produced metabolite were subjected to plant uptake. Distribution of endosulfan ( $\alpha$ -,  $\beta$ -, and -sulfate) was the greatest in root throughout the experimental period, whereas that in stem, leaf, and fruit was varied with the passed time. The residual amount of  $\beta$ -endosulfan in a cucumber plant was dominantly great, followed by  $\alpha$ -endosulfan and endosulfan-sulfate. Consequently, it is most likely that endosulfan isomers and their metabolite could be absorbed by cucumber root and be transferred to subsequent parts such as stem, leaf, and fruit.

**Keywords** : Cucumber, Endosulfan, Plant uptake, Residual distribution

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

## OC - 02

## Effect of Household Washing and Cooking on the Dissipation Patterns of Pyridaben Residues in Peppers and Pepper Leaves (조리가 고추와 고춧잎 중 pyridaben의 잔류양상 변화에 미치는 영향)

Sung Woo Kim<sup>1)</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> · Md. Humayun Kabir<sup>1)</sup> · Waziha Farha<sup>1)</sup> ·  
Md. Musfiqur Rahman<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>1),2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
김성우<sup>1)</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 카빌<sup>1)</sup> · 팔하<sup>1)</sup> · 무스픽<sup>1)</sup> · 압두<sup>1),2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

Peppers are very beneficial crops which include high levels of antioxidants and sufficient in polyphenol, flavonoids, and capsaicinoids. In Republic Korea, peppers have been commonly used as the seasoning for the spicy of Korea foods. Pesticides are very important to protect agricultural crops from insect and led to an increase of crop productivity and improvement of crop qualities. However, they may have negative health effects on consumers because of residue properties of them in crops, so it is very essential to control pesticide residues in raw and processed food to protect consumers from health problem resulted from detected pesticide residues. Analysis of pyridaben in samples was carried out using modified original QuEChERS method and LC-MS/MS. The recovery in processed and unprocessed samples ranged from 79.9–105.1% with relative standard deviations  $\leq 15\%$ . Among different processing methods, blanching after washing (74.4% at single and 82.2% at double dose) was the most effective method to reduce the residual levels of pyridaben in peppers. So, It is recommended to blanch pepper fruits and leaves after washing before eating them for assuring safety of consumers from them.

**Keywords** : Diethofencarb, Procymidone, Residual levels, Household processing, MRLs

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

## Determination of Dinotefuran and its Metabolites in Green Tea Using Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS를 이용한 녹차 중 디노테퓨란과 대사체 분석)

Md. Musfiqur Rahman<sup>1)\*</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> · Sung-Woo Kim<sup>1)</sup> · Sojeong Im<sup>1)</sup> ·  
Da-I Jung<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
무쉬픽<sup>1)</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 김성우<sup>1)</sup> · 임소정<sup>1)</sup> · 정다이<sup>1)</sup> · 압두<sup>2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

A simultaneous analytical method was developed for dinotefuran and its metabolites (MNG, UF, and DN) in green tea using tandem mass spectrometry (LC/MS/MS). Matrix enhancement and suppression effect was observed for all of the analytes where recoveries were varied with these effects. Samples were extracted with QuEChERS extraction solvent acidic acetonitrile (ACN), partitioned with magnesium sulfate (MgSO<sub>4</sub>) and sodium acetate (NaOAc) and purified with dispersive solid phase extraction procedure (dSPE) using primary secondary amine (PSA) and C<sub>18</sub> sorbent. We tried to increase the extraction efficiency by changing solvents and MeOH was found to be the best solvent for extraction of dinotefuran and its polar metabolites but due to having limitation to apply MeOH as a QuEChERS solvent for lacking of appropriate partitioning salt, ACN was selected as an extraction solvent. Recovery of DN was found < 70% when compared with matrix matched calibration, whereas it was within the range (70-120%) when compared with solvent calibration for matrix enhancement effect. The opposite situation was observed for MNG and dinotefuran due to matrix suppression effect. The recoveries of UF were consistent in spite of having little suppression effect. Calibration curves were linear over the calibration ranges for all the analytes with  $R^2 \geq 0.994$ . Limits of detection ranged from 0.0012 - 0.015 mg kg<sup>-1</sup>, whereas the limits of quantitation were 0.004 - 0.05 mg kg<sup>-1</sup> for dinotefuran and its metabolites. The method was successfully applied to real samples, where dinotefuran and all metabolite residues were found in the field-incurred green tea samples.

**Keywords** : Dinotefuran, Metabolites, Matrix effect, Recovery variation

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

## OC - 04

## Soil Toxicity Assessment Using Sulfur-Oxidizing Bacteria (SOB) (황산화 미생물(SOB)을 이용한 토양 독성 평가)

Naveed Ahmed Qambrani<sup>1)</sup> · Boem-Soo Shin<sup>2)</sup> · Sang-Eun Oh<sup>1)</sup>  
나비드<sup>1)</sup> · 신범수<sup>2)</sup> · 오상은<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Biological Environment, Kangwon National University, Gangwon-do, Chuncheon-si, South Korea

<sup>2)</sup>Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University, Gangwon-do, Chuncheon-si, South Korea

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

A sulfur-oxidizing bacteria (SOB) was successfully applied on the Cd<sup>2+</sup> contaminated soil toxicity assessment in batch tests. The monitoring of pH and EC is enough to detect SOB activity. The SOB was found active in different weights of sulfur particles and a 25 g SOB attached sulfur particles were selected to be used in tests. EC and sulfate were found to be correlated with each other, and increasing soil quantity in the reactors decreased the EC change and sulfate production. Contaminated soil having 2 to 64 mg/L Cd<sup>2+</sup> concentration was checked. An EC<sub>50</sub> of 7.05 mg/L was calculated for Cd<sup>2+</sup> contaminated soil. The SOB system was found to be efficient in detecting soil toxicity and can be applied for the evaluation of soil.

**Keywords :** Contaminated soil, Biological test, Heavy metals, Sulfur-oxidizing bacteria, Soil toxicity

**Corresponding author :** E-mail, ohsangeun@kangwon.ac.kr; Tel, +82-33-250-6449

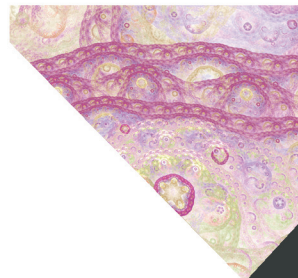




# 05

## 포스터 발표

좌장 : 이규승(충남대학교)







## 대기 환경 분야(PA)

### PA - 01

## 브로콜리 재배시 대나무 biochar 시용량에 따른 온실가스 배출특성 평가 (Evaluation of Greenhouse Gas Emission Characteristics in Broccoli Cultivation under Different Bamboo Biochar Application Levels)

박주왕<sup>1)</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 강세원<sup>1)</sup> · 허종수<sup>2)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>

Ju-Wang Park<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>1)</sup> · Se-Won Kang<sup>1)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>

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

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

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

Biochar는 산소가 없는 혐기조건에서 유기물질을 열분해하여 얻은 물질로 제조된 biochar는 토양에 투입되어 기후변화를 완화 시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구는 브로콜리 재배시 biochar를 수준별로 토양에 투입한 후 토양으로부터 배출되는 온실가스 발생량을 조사하였다. Biochar제조를 위한 원료는 대나무(B)를 이용하였고, 400℃에서 4시간 동안 열분해하여 biochar를 제조하였다. 제조된 biochar를 무처리구, 비료처리구, biochar 50 kg 10<sup>-1</sup> (B50), biochar 100 kg 10a<sup>-1</sup> (B100) 및 biochar 200 kg 10a<sup>-1</sup> (B200) 처리구로 나누어 브로콜리 재배토양에 투입하여 5일간격으로 총 60일 동안 토양으로부터 발생하는 CH<sub>4</sub> 및 N<sub>2</sub>O 발생량을 조사하였고, 이를 이용하여 기본배출계수로 환산하여 브로콜리 생육 60일 동안의 CH<sub>4</sub> 및 N<sub>2</sub>O의 총 배출량과 저감효율을 조사하였다. 대나무 biochar의 처리조건에 따른 토양내 CH<sub>4</sub>의 발생량은 생육 5일째에 무처리구, 비료처리구, B50, B100 및 B200 처리구에서 각각 11.17, 10.58, 9.15, 6.12 및 5.31 mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> hr<sup>-1</sup>으로 조사되었고, 이후 재배기간에도 무처리구의 CH<sub>4</sub> 발생량이 나머지 처리구에 비해 가장 높게 지속되었다. 브로콜리 재배시 N<sub>2</sub>O 발생량은 비료처리구에서 전 생육기간 동안 가장 높은 N<sub>2</sub>O 발생량을 보였으며, biochar 투입량이 많을수록 N<sub>2</sub>O의 발생량이 점점 감소하는 경향이였다. 대나무 biochar 시용량에 따른 온실가스의 기본배출계수 및 총 배출량은 CH<sub>4</sub>의 경우 전반적으로 무처리구에서 가장 높았고, N<sub>2</sub>O의 경우 비료처리구가 가장 높았다. 대나무 biochar 시용시 온실가스의 저감효율을 평가한 결과, CH<sub>4</sub>의 경우 무처리구 대비 17~44%의 저감효율을 보였고, 비료처리구 대비 10~39%의 저감효율을 보였으며, N<sub>2</sub>O의 경우는 비료처리구 대비 9~15%의 저감효율을 보였다.

주제어 : 대나무 biochar, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, 저감효율

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

## Effects of Water-saving Irrigation on Emissions of Greenhouse Gases and Prokaryotic Communities in Rice Paddy Soils (논에서 논물 얇게 대기 농법에 의한 온실가스 배출과 미생물 군집 효과)

Gun-Yeob Kim<sup>\*</sup> · Hang-Yeon Weon · Jong-Sik Lee · Woo-Kyun Park · Hyun-Cheol Jeong

김건엽<sup>\*</sup> · 원항연 · 이종식 · 박우균 · 정현철

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Republic of Korea  
농촌진흥청 국립농업과학원

The effects of water-saving irrigation on emissions of greenhouse gases and soil prokaryotic communities were investigated in an experimental rice field. The water layer was kept at 1-2 cm in the water-saving (WS) irrigation treatment and at 6 cm in the continuous flooding (CF) irrigation treatment. WS irrigation decreased CH<sub>4</sub> emissions by 78 % and increased N<sub>2</sub>O emissions by 533 %, resulting in 78 % reduction of global warming potential compared to the CF irrigation. WS irrigation did not affect the abundance or phylogenetic distribution of bacterial/archaeal 16S rRNA genes and the abundance of bacterial/archaeal 16S rRNAs. The transcript abundance of CH<sub>4</sub> emission-related genes generally followed CH<sub>4</sub> emission patterns, but the difference in abundance between *mcrA* transcripts and *amoA/pmoA* transcripts best described the differences in CH<sub>4</sub> emissions between the two irrigation practices. WS irrigation increased the relative abundance of 16S rRNAs and functional gene transcripts associated with *Anaeromyxobacter* and *Methylocystis* spp., suggesting that their activities might be important in emissions of the greenhouse gases. The N<sub>2</sub>O emission patterns were not reflected in the abundance of N<sub>2</sub>O emission-related genes and transcripts. We showed that the alternative irrigation practice was effective for mitigating greenhouse gas emissions from rice fields and that it did not affect the overall size and structure of the soil prokaryotic community but did affect the activity of some groups.

**Keywords :** Greenhouse gases, Prokaryotic communities, Water-saving irrigation

**Corresponding author :** E-mail, why@korea.kr; Tel, 86-31-290-8478

## 환경 화학 분야(PC)

PC - 01

### Comparative Analysis of Tebuconazole in Red Pepper Powder by Non-Matrix and Matrix Matched Calibration Method Used to QuEChERS Method by GC/MS and GC/NPD (GC/MS와 GC/NPD로 QuEChERS 방법을 사용한 Non-Matrix와 Matrix Matched 검량 방법에 의한 고춧가루중 Tebuconazole의 비교분석)

BangSik Lee<sup>1)\*</sup> · JaeKoo Lee<sup>2)</sup> · GiJun Kwon<sup>3)</sup>  
이방식<sup>1)\*</sup> · 이재구<sup>2)</sup> · 권기준<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Development Division, Bayer CropScience Korea, <sup>2)</sup>Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Life, and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Korea, <sup>3)</sup>Yeongyang Red Pepper Trade Corporation, Korea  
<sup>1)</sup>바이엘크롭사이언스 개발본부, <sup>2)</sup>충북대학교 농업생명환경대학, <sup>3)</sup>영양고추유통공사

Red pepper powder was usually analyzed for the residual pesticides by the non-matrix matched calibration method. In this case, the amounts of their residues showed a big difference from those obtained by the matrix matched calibration method as shown by the results. In the case of the non-matrix matched calibration method, the calibration curves were different before and after the sample injection to give the different results. This phenomenon was more peculiar in GC/MS than GC/NPD. On the basis of the following results, it is recommended that red pepper powder should be analyzed by the matrix matched calibration method. A total of 10 samples were analyzed by the non-matrix and matrix matched calibration methods. In the former case by GC/MS and GC/NPD, the residue amounts were 0.50~6.08 ppm and 0.60~2.28 ppm, respectively. Whereas, in the latter case by GC/MS and GC/NPD, the recoveries of Tebuconazole from the spiked samples were 100.4 and 107.0% at the concentrations of 1.0 and 2.0 ppm and 82.9 and 106.7% at the same concentrations, respectively. The results showed that in the case of the matrix matched calibration method by GC/MS and GC/NPD, residue amounts ranged from 0.57 to 1.73 ppm and 0.49 to 1.31 ppm, respectively. LOQ by GC/MS and GC/NPD was the same 0.2 ppm.

**Keywords** : Red pepper powder

**Corresponding Author** : E-mail, bangsik.lee@bayer.com; Tel, +82-31-610-7792

## CAPSS 자료를 이용한 경기 남부지역 WRF-chem 입력자료의 구축 연구 (A Study on Emission-input Data for WRF-chem Using CAPSS Data in Area of Southern Gyeonggi Province)

안재호\*

Jae-Ho An\*

한경대학교 공과대학

Department of Civil, Safty and Environmental Engineering,  
Hankyong National University, Ansong 456-749, Korea

WRF-chem 대기오염모델링 수행을 위하여 경기도 남부의 오염배출입력 자료를 구축하는 것이 필수적이다. 미국의 경우 NEI-05 배출량 자료를 미국전역에 적용 가능하도록 되어 있으나, 국내의 경우 환경부에서 제공하는 CAPSS 자료를 활용하는 것이 가장 타당하다고 사료된다. 본 연구에서는 기상부분의 WRF를 수행하여 동아시아 지역(D1), 한반도(D2), 수도권(D3) 도메인에 대하여 기상자료를 추출하였고, 이를 바탕으로 nesting-down 방법을 적용하여 대상지역인 수도권(D3)의 대기오염모델링 수행을 위한 대기오염 입력파일을 생성하였다.

구체적인 연구방법으로는 첫째, WRF의 결과인 wrfinput-d01, wrfinput-d02, wrfinput-d03 와 wrfbdy-d01 파일을 입력 자료로 하여 MCIP(Meteorology Chemistry Interface Processor)를 수행하여 GRID\_CRO\_2D, GRID\_BDY\_3D, MET\_CRO\_3D 등의 총 8개의 파일을 생성한다. 둘째, MCIP의 결과를 연결하여 SMOKE3.6 버전을 이용하여 CB5와 SAPRC99의 광화학 반응 메커니즘을 위한 연구 대상 도메인의 대기오염 입력자료를 추출 하였다. 셋째, 이를 WRF-chem의 입력자료의 형태로 전환하여 최종적으로 wrfchemi-d01의 형태를 구축하였다. 특히 세 번째 단계의 경우 추출되는 파일의 형식이 ASCII, NetCDF 등으로 다양하여 이들의 내부 전환을 위하여 IDL8.3을 활용하여 최종적으로 우리나라 특정한 지역을 대상으로 WRF-chem 입력자료를 구축 하였다.

기존의 연구들이 기상부분과 대기오염모델이 분리되어 수행되는 모델시스템이어서 대기오염모델 수행 시에 기상모델부분에서 생성되는 세부적인 자료들이 약 한 시간 간격으로 전달되는 방식으로 수치모의가 수행되었다. 그러나 본 연구의 WRF와 WRF-chem 대기오염모델링 시스템의 경우 chem 부분이 Subroutine의 방식으로 실행이 되므로 기상부분의 변화가 1분~3분 정도의 작은 시간해상도로 전달이 이루어진다고 할 수 있겠다. 본 연구의 결과인 WRF-chem 대기오염입력파일의 구축이 최근에 우리나라에서 문제가 되고 있는 광화학반응에 의한 미세분진과 고농도오존 에피소드 분석 및 연구에 아주 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 또한 구축된 CB5 또는 SAPRC99의 광화학반응에 입력될 약 30 종에 해당하는 대기오염물질의 대상지역의 배출량 및 형태를 그래픽화 하였을 때 비교적 합리적인 자료로 활용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 후 기

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

주제어 : 대기오염모델입력자료, CAPSS, MCIP, SMOKE-3.6

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

## PC - 03

## Determination of Orthosulfamuron Residues in Unpolished Rice and Rice Straw Using LC/MS/MS (LC/MS/MS를 이용한 현미와 벃짚 중 orthosulfamuron 잔류물 분석)

Young-Jun Lee<sup>1)\*</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> · Sung Woo Kim<sup>1)</sup> · Da-I Jung<sup>1)</sup> · So Jeong Im<sup>1)</sup> ·  
Md. Musfiqur Rahman<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>1),2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
이영준<sup>1)\*</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 김성우<sup>1)</sup> · 정다이<sup>1)</sup> · 임소정<sup>1)</sup> · 무스픽<sup>1)</sup> · 압두<sup>1),2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

Rice is one of the most consumed grain in the world because of its nutritional value. Orthosulfamuron, a selective and systemic herbicide, was used to control the post-emergence of annual and perennial broad leaves weeds, sedges, and barnyard grass in rice field. In this study, a modified QuEChERS method was used to extract orthosulfamuron residues from brown rice followed by tandem mass spectrometry. analysis in positive ion electrospray ionisation (ESI+). A determination coefficient ( $R^2$ ) of  $> 0.994$  was computed from matrix-matched calibration ranges of 0.01 to 2.0 mg/kg. Recoveries at two fortification levels (0.1 and 0.5 mg/kg) were acceptable (88.1 - 100.6%) with relative standard deviations (RSDs) $<8\%$ . The limit of quantitation (LOQ), 0.03 mg/kg, was comparatively low compared to the maximum residue limit (MRL = 0.05 mg/kg) set by the Ministry of Food and Drug Safety in the Republic of Korea. The method was successfully applied to field samples and none of the samples contain a residue higher than the limit of detection.

**Keywords** : Orthosulfamuron, Brown rice, Rice straw, LC/MS/MS

**Corresponding author** : E-mail, jhshim@chonnam.ac.kr; TEL, +82-62-530-2135000

## Analysis of Benzobicyclon and its Metabolite in Brown Rice and Rice Straw after Field Application Using Liquid Chromatography-tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS를 이용한 현미와 벼짚에서의 Benzobicyclon과 대사체 잔류 분석)

So Jeong Im<sup>1)\*</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> · Sung Woo Kim<sup>1)</sup> · Da-I Jung<sup>1)</sup> · Young-Jun Lee<sup>1)</sup> ·  
Md. Musfiqur Rahman<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>1),2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
임소정<sup>1)\*</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 김성우<sup>1)</sup> · 정다이<sup>1)</sup> · 이영준<sup>1)</sup> · 무스픽<sup>1)</sup> · 압두<sup>1),2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

This study was carried out to develop an extraction as well as an analytical method for detecting benzobicyclon and its amino-substituted metabolite (1315P-570) in brown rice and rice straw using liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC/MS/MS) in positive ion mode with multiple reaction monitoring (MRM). The parent as well as the metabolite in rice and rice straw were extracted and analyzed under the same conditions. The matrix-matched calibrations showed good linearity with determination coefficients ( $R^2$ ) of  $> 0.994$ . Recoveries at two different spiking levels were satisfactory and ranged between 75.4–118.9% with relative standard deviations (RSDs)  $< 13\%$  for both analytes. Under storage conditions ( $-20^\circ\text{C}$ ), the analyte and its metabolite were stable for up to 92 days. The limits of quantitation (LOQs) were lower than the maximum residue level (MRL) set by the Ministry of Food and Drug Safety for brown rice (0.1 mg/kg). Field trials with recommended or double the recommended dose revealed that the herbicide could safely be applied to rice and rice straw, as no residues were detected in the harvested samples. The sensitivity of the developed method was sufficient to ensure reliable determination of benzobicyclon and its metabolite in rice grain and rice straw.

**Keywords** : Residue, Herbicide, Metabolite, Unpolished rice, Rice straw, Analysis

**Corresponding authors** : E-mail, jhshim@chonnam.ac.kr; Tel, +82-62-530-2135

PC - 05

## Establishment of Pre-Harvest Residue Limit (PHRL) of Chlorantraniliprole and Flubendiamide on Red Pepper (홍고추 중 Chlorantraniliprole과 Flubendiamide의 생산단계 잔류허용기준 설정)

Dong Yeol Lee<sup>1)</sup> · Dong Kyu Jeong<sup>2)</sup> · Yeong Jin Kim<sup>3)</sup> · Sang Gon Kim<sup>4)</sup> · Kyu Young Kang<sup>1)</sup>  
이동열<sup>1)</sup> · 정동규<sup>2)</sup> · 김영진<sup>3)</sup> · 김상곤<sup>4)</sup> · 강규영<sup>1)</sup>

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

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 plus Program), Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea.

<sup>3)</sup>Gyeongnam Department of Environmental Toxicology and Chemistry, Korea Institute of Toxicology, Jinju, 660-844, Korea

<sup>4)</sup>Plant Molecular Biology and Biotechnology Research Center, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 플러스 농생명산업 차세대 육성사업단) & 경상대학교 농업생명과학연구원

<sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 플러스 농생명산업 차세대 육성사업단), <sup>3)</sup>안전성평가연구소 경남환경독성본부

<sup>4)</sup>경상대학교 식물생명공학연구원

This study was carried out to investigate the residual characteristics of chlorantraniliprole and flubendiamide in red pepper, and establish pre-harvest residue limits (PHRL) based on dissipation and biological half-lives of pesticide residues. Two pesticides were sprayed onto the red pepper at recommended dosage and double dosage, respectively. The samples were harvested at 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 and 15 days after treatment. These residual pesticides were extracted with QuEChERS method, clean-up with NH<sub>2</sub> SPE cartridge, and residues were analyzed by HPLC/DAD. Method quantitative limits (MQL) of chlorantraniliprole was 0.06 mg/kg and flubendiamide was 0.012 mg/kg, respectively. Recovery rates were 86.7 ± 1.45%, 102.0 ± 4.98% for chlorantraniliprole at fortification levels at 0.6 and 3.0 mg/kg, and 97.5 ± 5.23%, 91.6 ± 1.32% for flubendiamide at fortification levels at 0.12 and 0.6 mg/kg, respectively. The biological half-lives of chlorantraniliprole and flubendiamide were 6.2 day and 17.8 day at recommended dosage. The PHRLs of chlorantraniliprole and flubendiamide were recommended as 2.43 and 1.33 mg/kg for 10 days before harvest using SPSS statics program.

**Keywords :** Pre-Harvest Residue Limit, Red pepper, Chlorantraniliprole, Flubendiamide

**Corresponding authors :** E-mail, kykang@gnu.ac.kr; Tel, +82-55-772-1961

## Determination of Simultaneous Analysis of Thiamethoxam and Its Metabolite Clothianidin in *Brassica napus* Seed and Leaf using HPLC (HPLC를 이용한 유채 열매와 잎에서의 Thiamethoxam과 대사산물 Clothianidin의 동시 분석)

Dong Kyu Jeong<sup>1)</sup> · Dong Yeol Lee<sup>2)</sup> · Sang Gon Kim<sup>3)</sup> · Kyu Young Kang<sup>2)</sup>  
정동규<sup>1)</sup> · 이동열<sup>2)</sup> · 김상곤<sup>3)</sup> · 강규영<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 plus Program), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea.

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science (BK21 plus Program) and Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea.

<sup>3)</sup>Plant Molecular Biology and Biotechnology Research Center, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 플러스 농생명산업 차세대 육성사업단)

<sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부 (BK21 플러스 농생명산업 차세대 육성사업단) & 경상대학교 농업생명과학연구원

<sup>3)</sup>경상대학교 식물생명공학연구소

This study was carried out to investigate simultaneous analyses of thiamethoxam and its metabolite clothianidin in *Brassica napus* seed and leaf using HPLC/DAD. Thiamethoxam and its metabolites clothianidin were extracted by acetonitrile and clean-up with NH<sub>2</sub> cartridge and analyzed with HPLC/DAD. The limits of detection and quantification were 0.01 and 0.03 mg/kg at thiamethoxam and clothianidin in *Brassica napus* seed and leaf, respectively. The average recovery rates were 95.5 ± 1.92%, 81.0 ± 2.33% for thiamethoxam and 85.3 ± 4.30%, 100.8 ± 2.47% for clothianidin at fortification levels at 0.1 and 0.5 mg/kg in *Brassica napus* seed, respectively. And average recoveries were 93.8 ± 1.07%, 96.5 ± 1.02% for thiamethoxam and 99.7 ± 1.60%, 93.1 ± 0.94% for clothianidin at fortification levels at 0.1 and 0.5 mg/kg in *Brassica napus* leaf, respectively. The validated method was applied for the determination of thiamethoxam and its metabolite clothianidin in *Brassica napus* seed and leaf samples. This study indicated that the method using HPLC/DAD was suitable for the simultaneous analysis of thiamethoxam and its metabolite clothianidin in *Brassica napus* seed and leaf.

**Keywords** : Thiamethoxam, Clothianidin, Metabolite, *Brassica napus*, HPLC

**Corresponding authors** : E-mail, kykang@gnu.ac.kr; Tel, +82-55-772-1961



PC - 07

**Determination of Acetamiprid in Chard Using HPLC-UVD;  
Application to Dissipation Pattern  
(HPLC-UVD를 이용한 근대에서의 아세타미프리트 분석)**

Md. Humayun Kabir<sup>1)\*</sup> · Md. Musfiqur Rahman<sup>1)</sup> · Waziha Farha<sup>1)</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> ·  
Sung-Woo Kim<sup>1)</sup> · Sojeong Im<sup>1)</sup> · Da-l Jung<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
카빌<sup>1)</sup> · 무스픽<sup>1)</sup> · 팔하<sup>1)</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 김성우<sup>1)</sup> · 임소정<sup>1)</sup> · 정다이<sup>1)</sup> · 압두<sup>2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

An analytical method was developed to investigate dissipation pattern of acetamiprid in chard using high performance liquid chromatography (HPLC) coupled with ultra violet detector (UVD). Samples were extracted with acetonitrile and salt and purified through glass column due to matrix interferences. Calibration curve was linear with determination coefficient,  $R^2 > 0.999$ . Method was validated in triplicate with three different spiked concentration levels. Good recoveries was found and ranging from 91.19-97.64% with relative standard deviation, RSD <7. The validated method was applied to the field samples which were randomly collected after 0 to 14 days post application. The rate of disappearance of acetamiprid was described as first-order kinetics with a half-life of 4.07 days.

**Keywords** : Acetamiprid, Chard, HPLC-UVD, Dissipation pattern

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

## A HPLC-UVD Method for Analysis Azoxystrobin in Chard; Application to Dissipation Pattern (HPLC-UVD를 이용한 근대 중 아зок시스트로빈 분석)

Waziha Farha<sup>1)\*</sup> · Md. Musfiqur Rahman<sup>1)</sup> · Md. Humayun Kabir<sup>1)</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> ·  
Sung-Woo Kim<sup>1)</sup> · Sojeong Im<sup>1)</sup> · Da-l Jung<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
팔하<sup>1)</sup> · 무스픽<sup>1)</sup> · 카빌<sup>1)</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 김성우<sup>1)</sup> · 임소정<sup>1)</sup> · 정다이<sup>1)</sup> · 압두<sup>2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

A new method was developed for analysis of Azoxystrobin in chard using HPLC-UVD. Samples were extracted using acetonitrile with salting out and purified using solid phase extraction (SPE) procedure. Linearity was excellent with determination coefficient ( $R^2$ ) >0.999. Recovery at 3 different spiking levels were ranged between 83.71-109.45% with relative standard deviation <3. The method was successfully applied to the field samples, which were collected randomly at 0 to 14 days' post application. The rate of disappearance of Azoxystrobin on Chard was described as 1<sup>st</sup> order kinetics with half-life of 4.95 days.

**Keywords** : Azoxystrobin, Chard, HPLC-UVD, Dissipation pattern

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

PC - 09

## Official Method for Determination of Pyrimidifen Residues in Fruits and Vegetables (과실 및 채소류 중 Pyrimidifen의 잔류분석법 개발)

Beom Seok Cho<sup>\*</sup> · Young Deuk Lee조범석<sup>\*</sup> · 이영득Division of Life and Environmental Science, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea  
대구대학교 생명환경학부

A gas-liquid chromatographic (GLC) method was developed to determine residues of pyrimidifen, an acaricide/insecticide, for the official inspection of fruits and vegetables. The pyrimidifen residue was extracted with acetonitrile from samples and the extract was then serially purified by liquid-liquid partition and Florisil column chromatography. Isothermal GLC using ultrabore capillary column by direct injection mode was employed to ensure consistency and repeatability of instrumental quantitation even in high column temperature. Both electron-capture and nitrogen-phosphorus detectors were successfully applied for the determination of the pyrimidifen residue with no interference by sample co-extractives. Recovery experiment at the quantitation limit validated that the proposed method could apparently determine the pyrimidifen residue at 0.02 mg/kg. Mean recoveries from four fruit and vegetable samples fortified at three levels in triplicate were in the range of 93.1~109.3%. Relative standard deviations of the analytical method were all less than 10%, irrespective of crop types. A selected-ion monitoring GC/mass spectrometry with electron impact was also provided to confirm the suspected residue. The proposed method is simple, rapid and sensitive enough to be adopted in routine inspection or monitoring of agricultural products for the pyrimidifen residue.

**Keywords** : Pyrimidifen, Pesticide, Residue, Analysis, Fruit, Vegetable

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

Yeast Biosurfactant by *Aureobasidium Pullulans* L3 Isolated from  
Wild Flower  
(야생화로부터 분리한 *Aureobasidium pullulans* L3 생산 효모 생물계면활성제)

Jong-Shik Kim<sup>1)\*</sup> · In-Kyoung Lee<sup>2)</sup> · Bong-Sik Yun<sup>2)</sup>  
김종식<sup>1)\*</sup> · 이인경<sup>2)</sup> · 윤봉식<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Gyeongbuk Institute for Marine Bioindustry, 22 Haeyangwahak-gil, Jukbyeon-Meon,  
Uljin-Gun, Gyeongbuk 767-813, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Chonbuk National University, 79 Gobong-ro, Iksan, Chonbuk 570-752, Republic of Korea  
<sup>1)</sup>경북해양바이오산업연구원, <sup>2)</sup>전북대학교

Yeast biosurfactants are important biotechnological products in the food industry, and they have medical and cosmeceutical applications owing to their specific modes of action, low toxicity, and applicability. Thus, we explored and isolated biosurfactant-producing yeast. A rapid and simple method was developed to screen biosurfactant-producing yeasts with high production of eco-friendly biosurfactants. Using this method, several potential niches of biosurfactant-producing yeasts, such as wild flowers, were investigated. We successfully selected a yeast strain L3 with potent surfactant activity from a tiger lily wild flower, *Lilium lancifolium* Thunb. Here, we report the first identification of strain L3 as the black yeast *Aureobasidium pullulans*. In addition, we isolated a new low-surface-tension chemical, designated as aureobasin A, from the culture supernatant of strain L3 through consecutive chromatography steps by using an ODS column, solvent partition, silica gel, Sephadex LH-20, and an ODS Sepak cartridge column. The chemical structure of aureobasin A, determined by mass spectrometry and nuclear magnetic resonance spectroscopy, indicates that it is a novel compound with the molecular formula C<sub>33</sub>H<sub>62</sub>O<sub>12</sub>. Furthermore, aureobasin A exhibited potent biosurfactant activity (31 mN/m).

**Keywords** : Glycolipid, Biosurfactant, *Aureobasidium pullulans*, Wild flower

**Corresponding author** : E-mail, jskim@gimb.or.kr; Tel, 82-54-780-3451

## 농식품 환경 분야(PF)

### PF-01

#### Bio-concentration factor (BCF) and potential health risks of heavy metal(loid)s in agricultural crops and soils in Korea (농산물 및 토양 중 중금속의 생물농축계수 및 위해성 평가)

Hyun-Myung Noh<sup>1)</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · Min-Ji Kim<sup>1)</sup> · Gyeong-Jin Kim<sup>1)</sup> · Ji-Young Kim<sup>2)</sup>  
노현명<sup>1)</sup> · 김원일<sup>1)</sup> · Anitha Kunhikrishnan<sup>1)</sup> · 김민지<sup>1)</sup> · 김경진<sup>1)</sup> · 김지영<sup>2)</sup>

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

<sup>2)</sup>Measure Analysis Division, Ministry of Environment, Yeongsan River Basin Environmental Office

<sup>3)</sup>Food Safety Management Division, Ministry of Food and Drug Safety

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 화학물 안전과, <sup>2)</sup>식품의약품안전처 광주식약청 유해물질분석과

Excessive accumulation of heavy metal(loid)s in agricultural soil affect food quality and potential health risks to human. Therefore, the Bio-Concentration Factor (BCF) of metal(loid)s from soil to plant is important. The BCF is an indicator of metal(loid)s in soil and a factor that quantifies the bio-availability of metal(loid)s to agricultural crops. This study was conducted to evaluate the potential health risks of heavy metal(loid)s (Pb, Cd, Cr, Ni, Cu, Zn and As) in 17 pairs of soil and agricultural crops. The bioconcentration factors (BCF) of heavy metals from soil to vegetables were estimated, and Potential health risks were evaluated by calculating the hazard index (HI). Regression analysis was used to predict the relationship of total and HCl-extractable concentration with vegetables contents of heavy metal(loid)s and health risk. The result showed that HCl-extractable concentration of heavy metal(loid)s in soil was more influenced on transfer ability to vegetables and resulting health risk through vegetables intake than total concentration. Furthermore, HQ of targeted contaminants and HI were estimated much below 1.0 in risk assessment.

**Keywords :** BioConcentration Factor, heavy metal(loid)s, Risk Assessment

**Corresponding author :** E-mail, jykim98@korea.kr; Tel, 031-602-1508

석회유황합제와 기계유유제 혼용 살포가 단감과원의 병해충 발생과  
수체에 미치는 영향  
(Influence of Spraying Mixture of Lime Sulfur and Machine Oil on  
Occurrence of Diseases and Pests and Tree Growth in  
Sweet Persimmon Orchard)

최성태<sup>1),\*</sup> · 김성철<sup>1)</sup> · 김은석<sup>1)</sup> · 신현열<sup>2)</sup>

Seong-Tae Choi<sup>1),\*</sup> · Seong-Cheol Kim<sup>1)</sup> · Eun-Seok Kim<sup>1)</sup> · Hyun-Yul Shin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>경상남도농업기술원 단감연구소, <sup>2)</sup>경상남도농업기술원 연구개발국

<sup>1)</sup>Sweet Persimmon Research Institute, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Gimhae 621-802, Korea

<sup>2)</sup>Research and Development Bureau, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-985, Korea

친환경 농산물에 대한 수요 증가와 함께 단감 무농약 재배를 시도하는 농가가 많아지고 있으나 병해충 방제에 실패하는 경우가 빈번하다. 본 연구는 무농약 재배 '부유' 단감과원을 대상으로 친환경농자재인 석회유황합제와 기계유유제 혼용살포 효과를 조사하였다. 생육기에 약제를 전혀 살포하지 않은 무방제구와 5월부터 9월 중순까지 8회 화학농약을 살포한 관행 방제구를 두어 친환경 방제구(석회유황합제+기계유유제 살포)와 비교하였다. 친환경 방제구는 석회유황합제(보메 30° 액)와 기계유유제(machine oil 95%, 유화제 5%)를 생육 시기에 따라 250~700배의 같은 희석배율로 혼합하여 관행 방제와 같은 시기에 살포하였다. 친환경 방제구는 고온 다습했던 6월 중순에 500배 액을 살포했을 때 7.5%의 잎에서 약해가 나타났다. 10월 하순 평균 엽면적은 친환경 방제구가 관행 방제구에 비해 14% 작았으나, 엽록소 함량(SPAD 값)은 23% 높았다. 흰가루병 및 둥근무늬낙엽병 피해율은 무방제구에서 각각 19.2%, 22.2%였으나, 친환경 방제구에서는 각각 4.3%, 0.3%로 현저하게 낮았으며 관행 방제구와 유의적인 차이가 없었다. 과실의 탄저병은 시험년도에 모든 처리구에서 발생이 미미하여 비교가 어려웠다. 감꼭지나방, 노린재류, 깍지벌레류, 잎말이나방류 피해율은 친환경 방제구가 관행 방제구보다 높았으나 무방제구보다는 낮은 편이었다. 친환경 방제구 과실은 관행 방제구에 비해 과중이 10% 감소하였지만 적색도, 경도, 당도는 차이가 없었다. 본 연구결과로부터, 잎 및 과실 생장에 미치는 부작용을 줄인다면 석회유황합제와 기계유유제 혼용살포를 통해 효과적인 병해 방제가 가능할 것으로 기대되었다.

주제어 : 단감, 친환경 방제, 석회유황합제, 기계유유제

주연구자 연락처 : E-mail, stchoi1234@korea.kr; Tel, 055-254-1564

## PF-03

## 무농약 재배 단감과원의 과실봉지 씌우기에 따른 해충 피해 정도 및 과실 특성 (Effect of Bagging Fruits on Pest Damages and Characteristics of Fruits in Non-chemical Sweet Persimmon Orchard)

최성태\* · 안광환 · 황연현 · 김은석

Seong-Tae Choi\* · Gwang-Hwan Ahn · Yeon-Hyeon Hwang · Eun-Seok Kim

경상남도농업기술원 단감연구소

Sweet Persimmon Research Institute, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Gimhae  
621-802, Korea

무농약 또는 유기재배 단감과원에서 사용할 수 있는 친환경 살충제는 그 종류가 적고 방제효과도 낮은 편이기 때문에 친환경적인 해충 방제법 개발이 시급하다. 다른 과수의 경우 과실봉지를 해충방제 및 품질 향상에 활용하고 있지만, 우리나라 단감에 검토한 바는 아직 없다. 본 연구에서는 무방제 및 친환경 방제(석회유황합제 및 기계유유제 혼합 살포) 포장의 '부유' 단감에 복숭아용 과실봉지를 7월 상순에 씌워 수확 때까지 소요되는 비용, 해충 피해 정도 및 과실 특성을 조사하였다. 봉지 구입, 씌우기 및 벗기기에 소요된 비용은 과실 100개당 8,820원이었다. 무방제구의 해충 피해율은 노린재류 1.7%, 각지벌레류 9.2%, 잎말이나방류 3.3%였는데, 봉지를 씌웠을 때는 노린재류와 잎말이나방류 피해가 없었고 각지벌레류는 1.7%로 낮았다. 친환경 방제구의 경우 각지벌레류 피해는 발견되지 않았고 노린재류 및 잎말이나방류 피해율이 각각 1.7%였는데, 봉지를 씌웠을 때는 모두 0.8%로 감소하였다. 친환경 방제구에서 조사한 과실의 크기, 정도, 당도는 봉지 씌우기의 영향이 없었으나 적색도는 봉지를 씌운 과실에서 유의적으로 높았다. 따라서 친환경 재배 시 과실봉지를 씌울 경우 비용이 들지만 과실 품질에 지장 없이 효과적인 해충 방제가 가능할 것으로 판단된다.

**주제어** : 단감, 친환경 재배, 봉지 씌우기, 해충 방제, 과실 특성

**주연기자 연락처** : E-mail, stchoi1234@korea.kr; Tel, 055-254-1564

## Influence of Washing and Cooking Method on Inorganic Arsenic in Rice (쌀의 세척 조건에 따른 무기비소의 영향)

Min-Ji Kim<sup>1)</sup> · Won-Il Kim<sup>1)</sup> · Kyung-Jin Kim<sup>1)</sup> · Hyun-Myung Noh<sup>1)</sup> · Ji-Young Kim<sup>2)</sup>  
김민지<sup>1)</sup> · 김원일<sup>1)</sup> · 김경진<sup>1)</sup> · 노현명<sup>1)</sup> · 김지영<sup>2)</sup>

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

<sup>2)</sup>Hazard analysis Division, Gwang-Ju Food and Drug Administration, Ministry of Food and Safety

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 화학물질안전과, <sup>2)</sup>식품의약품안전처 광주식약청 유해물질분석과

Rice can easily accumulate arsenic into its grain. The aim of this study was to evaluate inorganic Arsenic content by washing and cooking rice. Arsenic speciation was performed on different rice types (white polished and brown Rice) that had undergone various forms of cooking. The effect of rinse washing method and cooking, as well as steaming, were investigated. The rice samples were established the six arsenic species (Arsenite, Arsenate, Monomethylarsonic acid, Dimethylarsinic acid, Arsenobetaine, Arsenocholine) content by washing and cooking in water by ICP-MS using HPLC.

The washing rice did effectively remove inorganic arsenic for the rice, by 37~57% respectively, compared to uncooked (raw) rice. To reduce arsenic content of cooked rice, specifically the inorganic component, rinse washing and high volume of cooking water are effective.

**Keywords** : Inorganic arsenic, Rice, Washing method

**Corresponding author** : E-mail, jykim98@korea.kr; Tel, 031-602-1508



PF - 05

## Study on Quality Examination of Circulated Honey in Korea (유통되는 벌꿀의 품질 조사에 관한 연구)

Jae-Young Kim<sup>1),\*</sup> · Seung-Hwa Baek<sup>2)</sup> · Jin-A Moon<sup>3)</sup>  
김재영<sup>1),\*</sup> · 백승화<sup>2)</sup> · 문진아<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Accident Prevention and Assessment Division, National Institute of Chemical Safety, Ministry of Environment,  
Daejeon 305-343, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Chungbuk 373-806, Republic of Korea

<sup>3)</sup>Nutrition Safety Policy Division, Bureau of Food Nutrition and Dietary Safety, Ministry of Food and Drug Safety,  
Chungbuk 363-700, Republic of Korea

<sup>1)</sup>환경부 화학물질안전원 사고예방심사과, <sup>2)</sup>충북도립대학교 바이오식품생명과학과,  
<sup>3)</sup>식품의약품안전처 식품영양안전국 영양안전정책과

This study was carried out to examine the quality properties of circulated honey in Korea. This analysis was applied to honey which we can buy in Korean markets, and the moisture content, stable carbon isotope ratio, invert sugar, cone sugar, hydroxy methyl furfural contents were measured by Korea food code and AOAC official method. The stable carbon isotope ratio was ranged from -25.18 to -12.60‰, which was shown a definite difference as C<sub>3</sub> origin (flower honey) and C<sub>4</sub> origin (artificial honey). Results of quality measurement was shown to moisture content for 18.12 to 19.70%, fructose for 36.10 to 43.94%, glucose for 22.61 to 31.91%, sucrose for 1.56 to 4.75%, invert sugar content for 64.89 to 72.79%, and HMF content for 4.10 to 78.66 mg/kg. These values demonstrate that the quality of honey suffices for Korea food code and Codex standard. In conclusion, the collected honey is satisfied within the level set in the criteria. However, because imported honey was circulated in market through long distribution process, the appropriated criteria for honey needs to be considered.

**Keywords** : Carbohydrate content, Honey, Hydroxy methyl furfural (HMF) content, Moisture content, Stable carbon isotope ratio

**Corresponding author** : E-mail, jinho@cpu.ac.kr; Tel, 82-43-730-6381

## 환경호르몬 추정물질 프탈레이트의 천일염 잔류이행성 (Transfer Factor of the Phthalates as Endocrine Disruptor from Water to Sundried Salt)

김진호<sup>1,\*</sup> · 김소영<sup>2)</sup> · 최근형<sup>1)</sup> · 박병준<sup>1)</sup>

Jin Hyo Kim<sup>1)</sup> · So-Young Kim<sup>2)</sup> · Geun-Hyoung Choi<sup>1)</sup> · Byong Jun Park<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 화학물질안전과, <sup>2)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농성식품과  
<sup>1)</sup>Chemical Safety Division, <sup>2)</sup>Functional Food Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

국내산 천일염이 2008년이후 식품군으로 분류된 이후, 천일염 안전기준이 대폭 강화되었다. 하지만, 국내생산 천일염의 70%가량이 PVC를 사용하는 장관염으로 생산되고 있지만, PVC내에 포함된 phthalates가 바닷물에 용출된 후 천일염으로 전이되는 이행성에 대한 검토가 그동안 면밀히 이루어지지 못하였다. 본 연구에서는 PVC 생산에 사용되는 플라스틱가소제이면서, EPA의 분석대상이 되는 dimethylphthalate (DMP), diethylphthalate (DEP), dibutylphthalate (DBP), butylbenzylphthalate (BBP), di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), di-n-octylphthalate (DnOP)등 6종의 phthalate에 대하여 물에서 소금결정으로의 이행성을 평가하였다. 시험결과, phthalate의 천일염 이행성은 각 phthalate의 vapor pressure와 높은 상관관계( $r^2=0.98$ )가 있음을 확인하였고, BBP, DEHP, DnOP의 전이계수 (TF)는 1.0이상임을 확인할 수 있었다.

**주제어** : phthalate, DEHP, transfer factor, sundried salt

**주연구자 연락처** : E-mail, setup75@korea.kr; Tel. 031-290-0523

PF-07

## 천일염 중 유류오염물질 alkylbenzene 및 PAHs의 잔류평가 (Residual Analysis of Alkylbenzene and Polyaromatic Hydrocarbons in Sundried Salt)

김진호<sup>1),\*</sup> · 김소영<sup>2)</sup> · 최근형<sup>1)</sup> · 박병준<sup>1)</sup>Jin Hyo Kim<sup>1)</sup> · So-Young Kim<sup>2)</sup> · Geun-Hyoung Choi<sup>1)</sup> · Byong Jun Park<sup>1)</sup><sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 화학물질안전과, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농성식품과<sup>1</sup>Chemical Safety Division, <sup>2</sup>Functional Food Division, National Academy of Agricultural Science, RDA

천일염은 별도의 바닷물 정화시설 없이 물을 단순 증발시켜 제조하는 식품원료이다. 하지만, 연간 수십건에 이르는 해상 유류유출사고로 인한 천일염 원수 오염가능성에도 불구하고 유류오염물질에 대한 천일염 안전성이 평가받지 못하였다. 본 연구에서는 국내 유통중인 천일염과 가공염에서 toluene 등 3종의 alkylbenzene과 benzo[a]pyrene 등 16종의 polyaromatic hydrocarbons(PAHs)에 대한 잔류실태를 평가하였고, 이들 오염물질에 대한 식이섭취 위해성을 평가하였다. 천일염 중 alkylbenzene 총오염량은 불검출~4.65 ng/g 범위에서 검출되었으며, 식이섭취위해도 (HI)는 연령대별 작은 차이가 있었으나, 95<sup>th</sup> percentile에서 10-6값을 나타내어 alkylbenzene에 대한 위해성은 낮은 것으로 판단되었다. 또한, 16종의 PAHs는 천일염 및 가공염에서 모두 불검출되어 안전하였다.

**주제어** : alkylbenzene, PAHs, residue, sundried salt

**주연구자 연락처** : E-mail, setup75@korea.kr; Tel. 031-290-0523

## Development of Analytical Method for Imazapyr Residues in Soybean Using HPLC-UVD (HPLC-UVD를 이용한 대두 중 이마자피르의 분석법 개발)

Heejung Kim\*, Jin Jang, Eun-Hyang Lee, Ah-Young Ko, Ji-Young Lee, Sang-Mok Lee, Yun-Je Cho, Moon-Ik Chang, Ji-Yun Jung, Eun-Ju Lee and Gyu-Seek Rhee

김희정\*, 장진, 이은향, 고아영, 이지영, 이상목, 조윤제, 장문익, 정지윤, 이은주, 이규식

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

Imazapyr [2-(4-isopropyl-4-methyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl)nicotinic acid] is a non-selective herbicide which controls plant growth by inhibiting the production of branched-chain amino acids. Recently, it was registered in USA for the uses of soybean and its seed with MRLs 4.5 mg/kg and 4.0 mg/kg, respectively. To determine the maximum residue limit (MRL) for the food commodities in Korea, a new analytical method of imazapyr on soybean was developed and validated. Soybean samples were extracted with 60% methanol and partitioned with dichloromethane, adjusting pH to 2.5 by hydrochloric acid. Finally, they were analyzed by high performance liquid chromatography coupled to UV detector(HPLC-UVD). The linearity was good with a determination coefficient ( $r^2 > 0.99$ ). Recovery studies were carried out at three concentration levels (LOQ, 10LOQ, and 50LOQ) performing five replicates at each level. Recoveries were ranged between 70.4% and 80.1%, with relative standard deviations less than 5.4%. A consistent recovery was determined according to the CODEX guidelines(CAC/GL40). The developed method was useful for monitoring imazapyr residues in soybean. It can also be used for the analysis of imazapyr in other fruit and vegetable matrices.

**Keywords** : Imazapyr, Soybean, Analytical method, HPLC-UVD

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

PF - 09

## Development of Analytical Method for Insecticide Flupyradifurone in Mandarin and Pepper using GC-ECD (GC-ECD를 이용한 감귤과 고추 중 플루피라디퓨론의 분석법 개발)

Heejung Kim<sup>\*</sup> · Eun-Hyang Lee · Ah-Young Ko · Jin Jang · Ji-Young Lee · Sang-Mok Lee ·  
Yun-Je Cho · Moon-Ik Chang · Ji-Yun Jung · Eun-Ju Lee · Gyu-Seek Rhee

김희정<sup>\*</sup> · 이은향 · 고아영 · 장진 · 이지영 · 이상목 · 조윤제 · 장문익 · 정지윤 · 이은주 · 이규식

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

Flupyradifurone is a new class of butenolide insecticide. As an alternative to imidacloprid, flupyradifurone will be widely used to remove sucking insect pests. This study was conducted to develop a new method for the residues of flupyradifurone in mandarin and pepper. They were suggested as the food commodities to determine the maximum residue limits (MRLs) in Korea. The analyte was analyzed and quantified by gas chromatography equipped with electron capture detector (GC-ECD). Samples were extracted by acetonitrile and purified through silica solid phase extraction (SPE) cartridge. The linearity was good with a determination coefficient ( $r^2 > 0.99$ ). Limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) were 0.001 and 0.005 mg/kg, respectively. Recovery tests were conducted at three concentration levels (LOQ,  $10 \times \text{LOQ}$ ,  $50 \times \text{LOQ}$ ,  $n=5$ ). The recovery rates of flupyradifurone were from 71.2 to 114.6% with relative standard deviations (RSDs) less than 9%. All values were consistent with the ranges required in the CODEX guidelines (CAC/GL40). The proposed method was effective and suitable to determine the residues of flupyradifurone in mandarin and pepper.

**Keywords** : Flupyradifuron, Mandarin, Pepper, Analytical method, GC-ECD

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

## HPLC-UVD를 이용한 농산물 중 Quinmerac의 시험법 개발 (Establishment of Analytical Method for Quinmerac Residues in Agricultural Commodities Using HPLC-UVD)

이현숙<sup>\*</sup> · 윤지영 · 이한진 · 이상목 · 김희정 · 조운제 · 천소영 · 정지윤 · 장문익 · 이은주 · 이규식  
Hyun-Sook Lee<sup>\*</sup> · Ji-Young Yoon · Han-Jin Lee · Sang-Mok Lee · Heejung Kim · Yoon-Jae Cho ·  
So-young Chun · Jiyoong Jeong · Moon-ik Chang · Eunju Lee · Gyu-Seek Rhee

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

Quinmerac은 독일의 BASF사가 개발한 quinnoline carboxylic acid계 선택성 제초제 또는 생장 조절제인데, 세포신장, 세포부피 증가를 촉진하고 세포분열을 도와주는 auxin의 역할을 하여 국내에서는 복숭아 등 과실류에 과실비대 및 숙성 촉진을 목적으로 생장조절제로서 사용되고 있다. Quinmerac은 분자 내에 carboxylic acid를 함유하고 있는 pKa가 4.32인 약산성 화합물로 현행 분석법은 pH 조절에 의한 세척 및 추출과정으로 구성된 ion-associated partition법을 이용하여 정제한 후 carboxylic acid기를 ester화하여 중성의 화합물로 변환하여 추가 액-액 분배를 한 후 GC-NPD를 이용하여 분석하게 되어있다. 이는 여러 단계를 거쳐 분석방법이 복잡하고 전처리 시간이 오래 걸리며, 간섭효과 영향 등의 문제점이 있어 이를 개선하여 보다 쉽고, 간편한 분석법 개선이 요구되었다. 개선된 분석법은 검체에 NaOH 수용액을 가하여 알칼리성으로 조절한 후 acetone으로 추출하고 quinmerac의 해리성을 이용하여 액-액 분배는 ion-associated partition을 적용하였고 C<sub>18</sub> SPE 카트리지를 이용하여 정제한 후 유도체화 없이 HPLC-UVD로 기기분석 하였다. 정량을 위한 검량선은 농도범위 0.02~0.1 ng에서 측정하였으며, 직선성( $R^2$ )은 0.999 이상이었으며, 정량한계는 0.04 mg/kg이었다. 분석법의 유효성 확인을 위해 감귤, 고추 및 현미에 첨가농도 0.04, 0.08 및 0.4 mg/kg 수준 (LOQ, LOQ의 2배 및 LOQ의 10배)에서 위의 분석법을 적용하여 회수율 시험을 한 결과 73.4~91.3% 범위 이었고, 분석오차는 10% 미만으로 코덱스 가이드라인(CAC/GL 40)에 적합하였다. 본 연구에서 개선된 시험법은 향후 국내 유통 농산물을 대상으로 한 잔류실태 조사 연구에 활용될 계획이다.

**주제어** : HPLC-UVD, Quinmerac, 생장조절제, 잔류분석법

**주연구자 연락처** : Hyun-sook Lee, E-mail, ; hslee3@korea.kr Tel, +82-43-719-4206

PF-11

## Biomonitoring Trends of Exposure to Pesticides in Human Blood (인체 혈시료 중 잔류 농약 biomonitoring 주요 현황)

Hyun-sook Lee<sup>\*</sup> · Yena Kyung · Dong-suk Lee · Sang-mok Lee · Ji Yun Jung ·  
Moon-ik Chang · Eun-joo Lee · Gyu-Seek Rhee

이현숙<sup>\*</sup> · 경예나 · 이동석 · 이상목 · 정지윤 · 장문익 · 이은주 · 이규식

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

Biomonitoring using sample derived from human has been conducted in several countries. Most researches have traced organochloride insecticides which were banned since 1970s as endocrine distributor. Recently, researchers has conducted biomonitoring using urine and blood in human. Urine sample is difficult to calculate quantitative amount of pesticide because of metabolism in the kidney. It is also influenced by intake of waters or other factors. Blood is a regulated fluid and its volume does not vary virtually with water intake or other factors. Pesticides in the blood measured at a specified time interval after exposure will remain the same as long as the absorbed amounts are constant. Blood measurement provide and estimation of the dose available for the target site, allowing for prediction of dose-response relationships. Blood concentrations of the pesticides are usually at a maximum directly after exposure, so if exposure events are known, the preferred time range for sampling may be clearer than with urine. But It has disadvantage also, when we sampling the human blood, it is needed to venipuncture. The amount of blood is influenced by collector's techniques. In this study, we indicated that the results of biomonitoring researches and its methods using human blood. We also compared abroad and domestic research and its methods. It will contribute to improve domestic researches of residual amounts of pesticides in biomonitoring using human blood.

**Keywords** : Biomonitoring, Blood, Urine, Method validation

**Corresponding author** : E-mail, hslee3@korea.kr; Tel, +82-43-719-4206

취나물에 chlorantraniliprole 함유 농약제제 살포 후  
생육단계별 잔류량 감소 변화  
(Changes in Residual Amount of Chlorantraniliprole in Chwinamul  
during the Production Stage)

이미경<sup>\*</sup>, 김종성

Mi-Gyung Lee, Jongsung Kim

안동대학교 식품생명공학과

Dept. of Food Science and Biotechnology, Andong National University

취나물에 클로란트라닐리프롤 입상수화제를 살포 한 다음 생육 과정 중(비닐하우스, 4월)에 수확하여 취나물에 잔류하는 농약 잔류량의 변화를 조사하였다. 클로란트라닐리프롤 입상수화제는 현재 취나물에 사용할 수 있도록 등록되어 있으며 취나물 중 잔류허용기준이 7 mg/kg으로 설정되어 있다. 두 재배 농가의 취나물에 대해 안전사용기준에 따라 클로란트라닐리프롤 입상수화제 2,000 배 희석액을 1회 살포한 다음 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10 일 후 취나물을 채취하였다. Chlorantraniliprole의 분석은 먼저 아세토니트릴로 분석성분을 추출한 다음 디클로로메탄, 물, 포화염화소듐용액을 사용하여 다시 분배추출하였고, 마지막으로 liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry (LC-ESI-MS/MS)에 의해 정량분석 하였다. 실험 결과, 초기(0 일) 농도는 3.4, 4.5 mg/kg, 10일 후 농도는 0.06, 0.13 mg/kg 을 나타냈다. 반감기는 평균적으로 2일 로 추정 된다.

**Keywords** : Chorrantraniliprole, Chwinamul, Production stage, Half-life, Pesticide residue

**주요연구자 연락처** : E-mail, leemig@andong.ac.kr; Tel, +82-54-820-6011



PF-13

## Residual Patterns of Fenitrothion and Myclobutanil in Pears Cultivated at Different Regions (두 지역에서 재배된 배 중 Fenitrothion과 Myclobutanil의 잔류 패턴)

Sang-Oh Jeon<sup>\*</sup> · Jeong-In Hwang · Young-Hwan Jeon · Sang-Hyup Lee · Jang-Eok Kim전상오<sup>\*</sup> · 황정인 · 전영환 · 이상협 · 김장억School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea  
경북대학교 응용생명과학부

It is important to investigate biological half-lives ( $t_{1/2}$ ) of pesticides for predicting their residual amounts at harvest time. In this study, dissipation patterns of fenitrothion and myclobutanil were studied in two pear orchards, Yeongcheon (YC) and Gyungju (GJ), and pre-harvest residue limits (PHRLs) for the pesticides in pears were calculated using their half-lives. The residual amount of fenitrothion in YC pear at the harvest time slightly exceeded its maximum residue limits (MRLs) which is 0.20 mg/kg, whereas that in GJ pear was below MRLs. In case of myclobutanil, the residual amounts were below MRLs in pears of both regions. The dissipation constants of fenitrothion in YC and GJ pears were 0.055 ( $t_{1/2}$  = 12.6 days) and 0.040 ( $t_{1/2}$  = 17.3 days), respectively, and those of myclobutanil were 0.025 ( $t_{1/2}$  = 12.6 days) and 0.097 ( $t_{1/2}$  = 17.3 days), respectively. According to the calculated PHRLs, if the residual amounts of fenitrothion and myclobutanil in pears were 0.48~0.67 mg/kg and 1.20~1.69 mg/kg, respectively, at 10 days prior to the harvest, their residue amounts in pears at the harvest time would be below the MRLs.

**Keywords** : Biological half-life, Fenitrothion, Myclobutanil, Pear, Pre-harvest residue limit

**Corresponding author** : E-mail, jekim@knu.ac.kr; Tel, 053-950-5720

국내 주요 유통 농산물 중 엽경채류에 대한 잔류농약의  
통계학적 및 확률론적 분포에 따른 위해성평가  
(Risk Assessment of Residual Pesticides in Leaf and Stem Vegetable  
Based on Statistical and Probabilistic Approach)

이상협<sup>1)\*</sup> · 전영환<sup>1)</sup> · 황정인<sup>1)</sup> · 전상오<sup>1)</sup> · 이성은<sup>1)</sup> · 장한섭<sup>2)</sup> · 김장억<sup>1)</sup>  
Sang-Hyeob Lee<sup>1)\*</sup> · Young-Hwan Jeon<sup>1)</sup> · Jeong-In Hwang<sup>1)</sup> · Sang-Oh Jeon<sup>1)</sup> · Sung-Eun Lee<sup>1)</sup> ·  
Han-Sub Jang<sup>2)</sup> · Jang-Eok Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경북대학교 응용생명과학부, <sup>2)</sup>국립농산물품질관리원

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

<sup>2)</sup>Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries,  
National Agricultural Products Quality Management Service, Gimcheon 740-870, Korea

최근 3년간(2010년~2012년) 국립농산물품질관리원에서 실시한 엽경채류 중 주요 유통 농산물 10종(들깨잎, 미나리, 배추, 부추, 상추, 시금치, 쑥갓, 양배추, 얼갈이배추, 열무)에 대한 농약 잔류 실태조사 결과, 조사된 12,849건 중 MRL을 초과한 시료는 427건으로 부적합 시료는 0.03% 이었다. 부적합 시료 중 MRL을 초과한 농약은 acrinathrin 외 73종이었다. 엽경채류 10종 중 acrinathrin외 73종에 대한 통계학적 위해성평가를 위하여 @Risk 통계프로그램을 이용한 극단(95 percentile) 및 초극단(99 percentile) 값을 바탕으로 연령별 %ADI 및 %ARfD 평가를 실시하였다. 또한 ADI와 ARfD를 초과할 수 있는 확률론적 위해성 평가는 R 프로그램을 사용하여 Monte-Carlo simulation을 통해 수행하였다. 그 결과, 연령별 %ADI 위해도는 소아기 0.0000~0.4416%, 청소년기 0.0000~0.1486%, 성인기 0.0000~0.4276%로 나타났으며 극단값은 소아기에 최고 0.2947%, 초극단값은 소아기에 최고 0.6595%로 나타났다. 또한, 연령별 %ARfD 위해도는 소아기 0.0000~0.0074%, 청소년기 0.0000~0.0049%, 성인기 0.0001~0.0447%로 나타났으며 극단값은 소아기에 최고 0.0022%, 초극단값은 소아기에 최고 0.0961%로 나타났다. 확률론적 위해성 평가를 통해 엽경채류 중 73종 농약의 ADI 및 ARfD 초과 확률을 산출한 결과, ADI를 초과할 확률은 0.00~0.28%, ARfD를 초과할 확률은 0.05%로 극히 낮은 수준이었다. 따라서 다양한 통계학적 기법을 이용한 위해성평가 결과들로 미루어 보면 엽경채류 중 잔류농약 노출에 의한 위해성은 모두 낮은 것으로 나타났다.

주제어 : 엽경채류, 잔류농약, 위해성평가, @Risk프로그램, Monte-Carlo simulation

주연구자 연락처 : E-mail, jekim@knu.ac.kr; Tel, 053-950-5720

PF-15

## Determination of Deltamethrin Residues in Beef, Chicken, and Milk Using Gas Chromatography Coupled with Electron Capture Detector (GC/ECD를 이용한 소고기, 닭고기, 우유 중 델타메쓰린 잔류 분석)

Da-l Jung<sup>1)</sup> · Jeong-Heui Choi<sup>1)</sup> · Sung Woo Kim<sup>1)</sup> · So Jeong Im<sup>1)</sup> · Young-Jun Lee<sup>1)</sup> ·  
Md. Musfiqur Rahman<sup>1)</sup> · A. M. Abd El-Aty<sup>1),2)</sup> · Jae-Han Shim<sup>1)</sup>  
정다이<sup>1)</sup> · 최정희<sup>1)</sup> · 김성우<sup>1)</sup> · 임소정<sup>1)</sup> · 이영준<sup>1)</sup> · 무스픽<sup>1)</sup> · 압두<sup>1),2)</sup> · 심재한<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Biotechnology Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, 12211-Giza, Egypt

<sup>1)</sup>전남대학교 농업생명과학대학, <sup>2)</sup>카이로대학교 수의과학대학

In this study, a method was developed to determine deltamethrin residues in beef, chicken, and milk using gas chromatography equipped with electron capture detector. Samples were extracted with acetonitrile and MgSO<sub>4</sub> and purified with SPE Florisil cartridge. Performance characteristics, including linearity, quantitation limit (LOQ), precision, and recovery were validated. A matrix-matched calibration was used for quantitation and recoveries obtained at 3 spiking levels; 15, 30, and 60 µg/kg, were satisfactory (74.8~97.9 %). Precision and repeatability presented as relative standard deviation (RSDs) were < 8%. The limits of quantitation (LOQ) were estimated to be 10 µg/kg. The developed method was found to be able to determine the analyte with satisfactory intensity and accuracy in incurred samples.

**Keywords** : Deltamethrin residues, GC/ECD, SPE, Beef, Chicken, Milk

**Corresponding author** : E-mail, jhshim@chonnam.ac.kr; TEL, +82-62-530-2135

## Anticancer Activity of Polysaccharide Isolated from *Fomes fomentarius* (말굽버섯에서 분리된 다당류의 항암활성)

Rekha Jakhar · Souren Paul · Sun Chul Kang\*

리카자카, 소렌폴, 강선철

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

Mushrooms are known to complement chemotherapy and radiation therapy by countering the side-effects of cancer. Recently, a great deal of interest has been developed to isolate novel bioactive compounds from mushrooms because of their numerous health beneficial effects. Chemically water-extractable polysaccharide (MFKF-AP1 $\beta$ ) was isolated from fruiting bodies of mushroom *Fomes fomentarius*. In this research, we investigated the anticancer effects of MFKF-AP1 $\beta$  on human lung carcinoma A549 cell. Results showed that MFKF-AP1 $\beta$  distinctly inhibited A549 cells growth in a dose-dependent manner and induced cell apoptosis evidenced by apoptosis assay. Besides that, MFKF-AP1 $\beta$  induced the LDH release and causes morphological alterations. Furthermore, the MFKF-AP1 $\beta$  (25–100  $\mu$ g/ml) resulted in a significant single strand DNA breakage, on A549 cells as shown by comet assay. Taken together, our results demonstrate that MFKF-AP1 $\beta$  possesses strong antitumor activities through the induction of apoptosis. All these results suggested that MFKF-AP1 $\beta$  has evident anticancer activity through apoptotic induction.

**Keywords :** *Fomes fomentarius*, polysaccharide, anticancer activity

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

PF-17

**Protective Effect of Morin Hydrate on Acrylamide-induced Renal and  
Hepatotoxicity by Subcutaneous Injection in Mice Model**  
(마우스 모델을 이용한 아크릴아마이드 유도된 신독성 및 간독성에 대한  
morin hydrate의 보호효과)

Sun Chul Kang<sup>1</sup> · Rekha Jakhar, Mahendra Pal Singh

강선철, 리카자카, 마헨드라

Department of Biotechnology, Daegu University, Kyongsan, Kyungbook, 712-714, Republic of Korea  
대구대학교 생명공학과

Acrylamide (AA) is considered as a potential carcinogen by Food and Drug Administration (United States). AA is produced during the heating of starchy foods like potato chips, french fries, and coffee at high temperature and is regarded as a potential genotoxic carcinogen. However, a number of researches going on worldwide in the field of toxicology are concerned about the carcinogenicity of AA. Morin hydrate is a potent flavonoid compound. It is a yellow color substance that can be isolated from *Maclura pomifera* (Osage orange). So, in this study we have used morin hydrate to abolish the AA-induced toxicity by determining the variety of hematological, biochemical and immunological parameters in the serum, urine, liver and kidney of male mice. Subcutaneous injection of morin hydrate at a concentration of 5mg and 15mg kg<sup>-1</sup> per day for 5 days along with 10mg kg<sup>-1</sup> AA exposure could significantly reduce the toxicity of AA. As we found a significant reduction in the level of thiobarbituric reactive substances (TBARS) in tissue and serum, also, a significant reduction in antioxidant enzymes like superoxide dismutase (SOD), glutathione S transferase (GST), glutathione (GSH), myeloperoxidase (MPO) was observed. On the other hand, level of aspartate amino transferase (AST), alinine aminotransferase (ALT) in serum was found to decrease in a concentration dependent manner of morin hydrate. On the basis of the present study we conclude that morin hydrate can potentially protect renal and hepatic toxicity induced by AA.

**Keywords** : morin hydrate, renal toxicity, hepatotoxicity, mouse model

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

## *Rhizopus oryzae*를 이용한 기능성 된장의 이화학적 특성 (Physicochemical Properties of Functional *Doenjang* Using *Rhizopus oryzae*)

김재영<sup>1),\*</sup> · 백승화<sup>2)</sup> · 김충기<sup>2)</sup> · 이승훈<sup>2)</sup> · 김성조<sup>3)</sup> · 한성수<sup>3)</sup> · 문진아<sup>4)</sup> · 임효빈<sup>5)</sup>  
Jae-Young Kim<sup>1),\*</sup> · Seung-Hwa Baek<sup>2)</sup> · Choong-Ki Kim<sup>2)</sup> · Seung-Hoon Lee<sup>2)</sup> ·  
Seong-Jo Kim<sup>3)</sup> · Seong-Soo Han<sup>3)</sup> · Jin-A Moon<sup>4)</sup> · Hyo-Bin Im<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>환경부 화학물질안전원 사고예방심사과, <sup>2)</sup>충북도립대학교 바이오식품생명과학과, <sup>3)</sup>원광대학교 생물환경화학과,  
<sup>4)</sup>식품의약품안전처 식품영양안전국 영양안전정책과, <sup>5)</sup>원광대학교 의료원 건강검진센터

<sup>1)</sup>Accident Prevention and Assessment Division, National Institute of Chemical Safety, Ministry of Environment,  
Daejeon 305-343, Republic of Korea

<sup>2)</sup>Department of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University,  
Chungbuk 373-806, Republic of Korea

<sup>3)</sup>Department of Bio-Environmental Chemistry, Wonkwang University,  
Jeonbuk 570-749, Republic of Korea

<sup>4)</sup>Nutrition Safety Policy Division, Bureau of Food Nutrition and Dietary Safety, Ministry of Food and Drug Safety,  
Chungbuk 363-700, Republic of Korea

<sup>5)</sup>Health Promotion Center, Wonkwang University of Medicine & Hospital, Jeonbuk 570-749, Republic of Korea

본 연구는 된장의 이소플라본 함량을 향상시킬 목적으로 전통장류의 발효에 관여하는 미생물인 *Aspergillus oryzae*(AOM) 및 *Rhizopus oryzae*(ROM)로 발효시킨 콩알메주 및 볶은 콩가루를 조합하여 담근 기능성 된장의 발효방법을 개발하고, 조합비율을 달리하여 숙성시킨 된장의 이화학적 특성을 비교하였다. 된장은 AOM 및 ROM을 이용해 제조한 콩알메주의 비율을 달리하여 AOM(100%), ROM(100%), A 된장(AOM 80% : ROM 20%), B 된장(AOM 60% : ROM 40%), C(AOM 40% : ROM 60%) 등 5개 군으로 담근 후 10주의 숙성기간 동안 된장의 질소함량, 수분함량, 조지방 등의 일반성분과 총당, 환원당, 에탄올 함량, 적정산도, pH,  $\alpha$ -amylase 및  $\beta$ -amylase 효소활성도 등 이화학적 특성을 비교하였다. 기능성 된장의 수분, 조단백, 조지방, 조회분, pH 및 적정산도의 경우는 숙성기간에 따라 약간의 차이는 있으나 된장 간의 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 숙성 10주째의 총 당 및 환원당 함량은 A된장<C된장<B된장<ROM<AOM 순이었다.  $\alpha$ -amylase 효소활성은 6주째부터 A된장<C된장<B된장<ROM<AOM 순,  $\beta$ -amylase 효소활성은 ROM<C된장=A된장<B된장<AOM 순이었다. 알코올 함량은 전체적으로 ROM<A된장<C된장<B된장<AOM 순이었으며, 아미노태 및 암모니아태 등 질소함량은 숙성기간이 길어질수록 증가하는 경향이었고, 전체적인 생성량은 ROM<C된장<A된장<B된장<AOM 순이었다. 결론적으로 발효방법을 달리하여 제조한 된장의 일반성분은 비율과 비례하여 큰 차이는 없으나, 당 함량은 AOM 및 ROM 각각 단일 미생물로 발효시킨 된장이 가장 높았고, 알코올 및 질소함량은 AOM이 가장 높고, ROM의 경우가 낮았으며, 각 된장의 비율에 비례하여 그 수준이 달라졌다. 따라서 AOM 및 ROM의 적정 비율을 찾기는 어려우나, 이러한 발효미생물을 이용해 제조한 기능성 된장의 상품성을 확인할 수 있었다.

주제어 : 된장, 이화학적 특성, *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oryzae*

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

## 자연생태 환경 분야(PN)

PN - 01

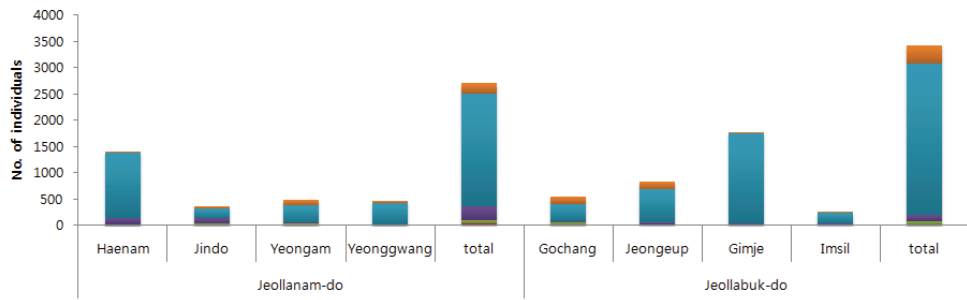
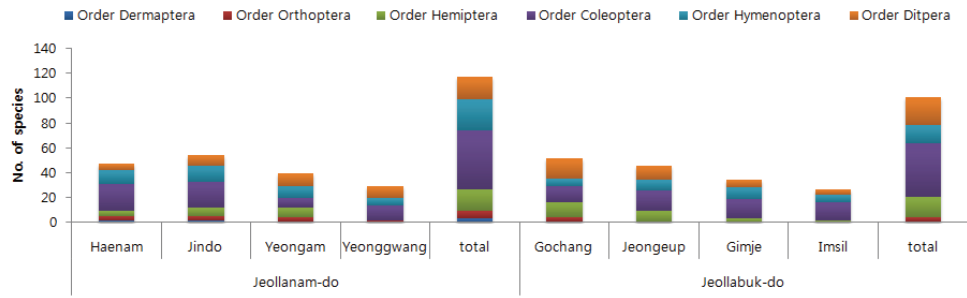
## 전라도 밭 생태계 내 지표배회성 곤충의 다양성 (Diversity of Ground Dwelling Insects in Dry Field of Jeolla-do)

김명현<sup>\*</sup> · 최락중 · 조광진 · 최순군 · 김민경 · 정구복 · 홍성창  
 Myung-Hyun Kim<sup>\*</sup> · Lak-Jung Choe · Kwang-Jin Cho · Soon-Kun Choi ·  
 Min-Kyeong Kim · Goo-Buk Jung · Seong-Chang Hong  
 국립농업과학원 기후변화생태과  
 Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science,  
 RDA, Suwon, 441-707, Korea

우리나라 생물다양성에 대한 연구는 주로 비교적 생물다양성이 높은 산림을 중심으로 이루어져, 인간의 삶과 밀접한 관련이 있는 농업환경의 생물다양성에 대한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 생물다양성은 개발과 기후변화를 포함한 인위적 영향에 의하여 끊임없이 변화하며, 이러한 특성을 이용하여 최근 환경 변화의 지표로 활용도가 높다. 특히 농업환경은 인간의 생존을 위한 먹거리가 생산되는 공간으로, 기후 및 환경이 급격히 변화됨에 따라 농업생태계 내 생물다양성의 변화에 대한 연구의 필요성이 시급한 실정이다. 따라서 본 연구는 전라도의 농업생태계 내 서식하는 생물다양성에 대한 기초자료의 축적을 목적으로 수행되었다. 2013년도의 경우 전국 밭 생태계에 대한 조사가 실시되었으며, 그 중 전라도의 경우 전라남도와 전라북도에서 각각 4지역씩 총 8지역을 선정하여 5-6월에 걸쳐 조사하였다. 조사지역은 밭 중심의 경작이 이루어지는 지역 가운데, 연속된 밭의 면적이 1ha 이상이 되는 지역을 선정하였다. 조사방법으로는 Fit-fall trap을 이용하였으며, 각 지역 당 총 3 지점을 선정, 각 지점 당 5개의 Fit-fall trap을 약 3m 간격으로 설치하여 24시간 내에 채집된 곤충을 수거하였다. 조사결과 전라남도에서는 총 6목 117종 2,705개체, 전라북도에서는 총 6목 101종 3,423개체의 지표배회성 곤충이 조사되었다. 가장 많은 종이 출현한 분류군은 딱정벌레목(Coleoptera)으로 전라남도와 전라북도에서 각각 40.17%, 42.57%의 비율을 나타냈으며, 이 외 분류군으로는 벌목(Hymenoptera), 파리목(Diptera), 노린재목(Hemiptera), 메뚜기목(Orthoptera), 집게벌레목(Dermaptera)이 주로 출현하였다. 가장 높은 밀도로 출현한 분류군은 벌목으로 전라남도 와 전라북도에서 각각 79.19%, 83.90%의 높은 비율을 나타냈다. 종 구성과 밀도에서 우점 분류군이 이처럼 차이를 보이는 것은 먹이사슬의 상위에 위치한 배회성 딱정벌레 무리가 다양하게 출현하여 딱정벌레목의 종 구성 비율이 높은 것으로 나타난 반면, 벌목의 주요종인 개미과(Formidae)에 속한 종들이 대부분 사회생활을 하는 무리로 Fit-fall trap을 특정 군체에 근접한 지역에 설치한 경우 많은 개체가 트랩에 채집이 되어 이러한 결과를 나타낸 것으로 보인다.

주제어 : 밭 생태계, 농업생태계, 생물다양성, 지표배회성 곤충, 전라남도, 전라북도

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





PN - 02

## 발경작지 내 서식처 유형에 따른 식물상 특성 - 전라도 지역을 대상으로 (Ecological Characteristics of Plant According to Habitat Types in Dry Field of Jullado)

조광진<sup>\*</sup> · 김명현 · 최락중 · 최순군 · 김민경 · 정구복 · 홍성창  
Kwang-Jin Cho<sup>\*</sup> · Myung-Hyun Kim · Lak-Jung Choe · Soon-Kun Choi · Min-Kyeong Kim  
· Goo-Buk Jung · Seong-Chang Hong

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

경작지와 같이 인간의 간섭과 관리가 지속적으로 가해지고 있는 입지환경조건일지라도 교란된 군락구조에서 균질성을 지닌 식물군락이 형성되고, 이러한 식물군락은 미묘한 종조성의 차이에 의해 서식처의 환경조건을 반영한다. 그럼으로 경작지를 조사할 경우, 미지형적 서식처 유형에 따라 식물종을 구분하여 조사할 필요가 있다. 하지만, 국내에서 발경작지의 서식처유형을 세부적으로 구분하여 식물상 조사를 수행한 연구는 이루어진바 없다. 따라서 본 연구에서는 전라도 지역의 발경작지를 대상으로 서식처 유형을 구분하고 서식처 유형에 따라 생육하고 있는 식물종의 종조성 및 생태적 특성 등을 분석하여 향후 기후변화 및 경작활동변화에 따른 농업환경변동성을 모니터링하는데 기초자료로 활용하고자 하였다. 생태식물상 비교에는 전라도 8개 지역에서 조사된 식물자료를 통하여 라운키에르의 생활형, 번식전략, 귀화율, 도시화지수가 이용되었다. 식물상 조사는 2013년 5월부터 9월에 걸쳐 수행되었으며, 발경작지의 서식처 유형은 3가지(밭내부, 밭둑, 경사면)로 구분되었다. 조사지역의 관속식물상은 68과 203속 244종 43변종 9품종으로 포함하여 총 296분류군이 확인되었다. 과별로는 벼과(16.2%), 국화과(14.2%), 콩과(9.1%), 마디풀과(5.4%), 십자화과(4.1%) 순이었다. 출현식물종의 기여도에 따르면, 밭내부는 쌍자엽식물, 밭둑은 C4식물, 경사면은 국화과식물로 특징지어졌다. 생활형 분석결과, 1년생식물은 밭내부(67.6%), 밭둑(51.9%), 경사면(54.3%) 순이었다. 귀화율은 밭내부 27.9%, 밭둑 21.0%, 경사면 18.6%이었고, 도시화지수는 밭내부 11.8%, 밭둑 13.7%, 경사면 10.0%이었다. 1년생식물의 구성비, 번식전략, 귀화율, 도시화지수를 모두 고려했을 때, 인간간섭도가 가장 높은 곳은 밭내부로 확인되었다.

Table 1. The number of vascular plants by the taxonomic category in study area

	Family			Genus			Species			Variety			Forma			Sum			
	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	IDF	EDF	LS	
Pteridophyta	-	2	2	-	2	2	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	2	2	
Gymnospermae	-	2	1	-	2	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	3	1	
Angiospermae	Dicotyledoneae	33	52	46	95	133	110	113	154	129	19	24	17	2	5	5	134	183	151
	Monocotyledoneae	7	7	7	26	41	29	33	45	33	7	14	9	-	2	-	40	61	42
Total taxa	40	63	56	121	178	142	146	203	164	26	39	27	2	7	5	174	249	196	

Note) IDF : Inside of dry field, EDF : Embankment around the end of a dry field, LS : Levee slope of dry field

주제어 : 귀화율, 도시화지수, 밭, 생활형, 식물상

주연구자 연락처 : E-mail, a4233125@korea.kr; Tel, 82-31-290-0234

## 제주도 밭 경작지에 생육하는 식물의 다양성 (Diversity of Vascular Plants in Dry Field of Jeju Island)

조광진<sup>\*</sup> · 김명현 · 최락중 · 최순군 · 김민경 · 정구복 · 홍성창  
Kwang-Jin Cho<sup>\*</sup> · Myung-Hyun Kim · Lak-Jung Choe · Soon-Kun Choi · Min-Kyeong Kim  
· Goo-Buk Jung · Seong-Chang Hong

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

제주도는 지리적으로 동해와 황해 그리고 동중국해를 접하고 있어 겨울에도 따뜻하며, 연중 바다의 영향을 많이 받는 독특한 기후조건을 나타낸다. 토양은 대부분 화산회토로 산성이 강하고 비옥도가 낮은 편이어서 우리나라의 타 경작지와는 다른 독특한 식물생육조건을 보인다. 따라서 이러한 생육환경을 기반으로 살아가는 제주도 밭경작지 식물의 생태적 특성 또한 특이할 것으로 생각되며, 본 연구는 제주도 밭경작지 내 생육하는 식물상의 다양성을 조사하여 이를 바탕으로 농업환경의 변동양상을 모니터링하기 위한 기초정보를 제공하고자 한다. 본 연구의 현장조사는 2013년 제주시 한림읍 2지역과 서귀포시 성산읍 2지역을 대상으로 6월과 9월 2차례에 걸쳐 실시하였으며, 밭내부와 돌담을 포함한 밭둑 그리고 경사면으로 서식처를 세분하여 조사하였다. 조사결과, 제주도 밭경작지에는 68과 173속 194종 38변종 5품종으로 총 237분류군이 생육하고 있는 것으로 조사되었다. 서식처 유형별로는 밭 내부에서 38과 121분류군이, 밭둑에서 68과 217분류군이, 경사면에서 29과 71분류군이 출현하였고 밭둑에 가장 많은 식물종이 관찰되었다(Table 1). 경사면에서 식물종의 출현빈도가 낮은 이유는 조사지역 일원의 밭경작지는 대부분 평지에 위치하고 있어 밭과 밭사이 경사면이 넓게 발달하고 있지 않아 다른 서식처 유형에 비해 조사면적이 협소했기 때문인 것으로 사료된다. 과별 분포 특성을 살펴보면, 국화과(Compositae)가 11.8%로 가장 높은 빈도로 출현하였고 다음으로 벼과(Gramineae; 10.5%), 백합과(Liliaceae; 5.5%), 콩과(Leguminosae; 4.6%) 마디풀과(Polygonaceae; 3.8%) 등의 순이었다. 본 연구에서 확인된 제주도 밭경작지의 식물상 현황은 생물자원을 활용하여 농업생태계의 환경변동성을 평가하는데 있어 기초자료로서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어** : 농업생태계, 다양성, 밭, 식물상, 제주도, 환경변동성

**주연구자 연락처** : E-mail, a4233125@korea.kr; Tel, 82-31-290-0234

Table 1. The number of vascular plants by the taxonomic category in study area

Habitat type	Family	Genus	Species	Variety	Forma	Taxa
IDF	38	92	100	20	1	121
EDF	68	164	180	32	5	217
LS	29	61	59	11	1	71
DF	68	173	194	38	5	237

Note) IDF : Inside of dry field, EDF : Embankment around the end of a dry field, LS : Levee slope of dry field, DF : Dry field of Jeju island

PN - 04

## 제주도 밭 생태계 내 지표배회성 곤충의 다양성 (Diversity of Ground Dwelling Insects in Dry Field of Jeju Island)

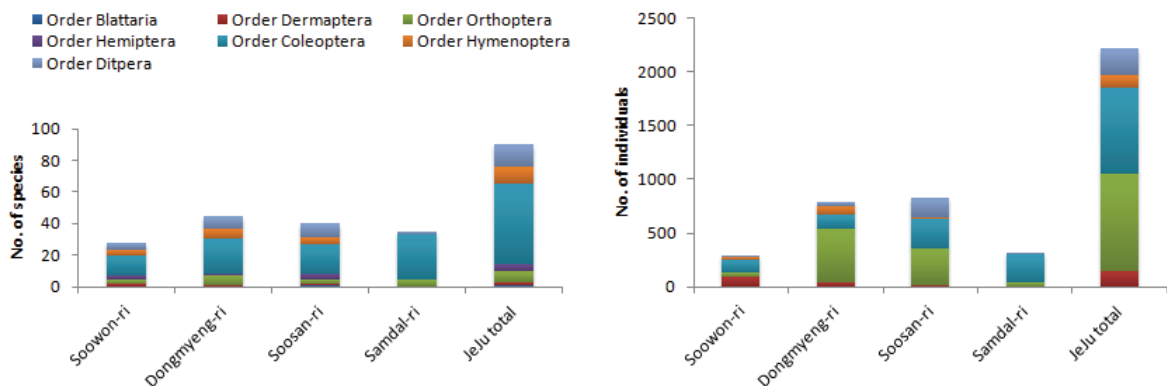
최락중 · 김명현<sup>\*</sup> · 조광진 · 최순군 · 김민경 · 정구복 · 홍성창  
Lak-Jung Choe · Myung-Hyun Kim<sup>\*</sup> · Kwang-Jin Cho · Soon-Kun Choi ·  
Min-Kyeong Kim · Goo-Buk Jung · Seong-Chang Hong

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

우리나라 대부분의 농경지 토양은 화강암을 모재로 한 산성토양으로 이루어졌으나, 제주도 농경지의 경우 화산회토로 다른 지역과 다른 토양 특성을 나타내고 있다. 또한 최근 세계농업유산으로 등재된 '제주밭돌담'과 같은 독특한 농업생태계를 이루고 있어, 이를 기반으로 서식하는 생물상 또한 독특할 것으로 기대된다. 따라서 본 연구는 제주도의 농업생태계 내 서식하는 생물다양성에 대한 기초자료의 축적을 목적으로 수행되었다. 2013년도의 경우 전국 밭 생태계에 대한 조사가 실시되었으며, 그 중 제주도의 경우 제주시와 서귀포시에서 각각 2지역씩 총 4지역을 선정하여 6월에 조사하였다. 조사지역은 밭 중심의 경작이 이루어지는 지역 가운데, 연속된 밭의 면적이 1ha 이상이 되는 지역을 선정하였다. 조사방법으로는 Fit-fall trap을 이용하였으며, 각 지역 당 총 3 지점을 선정, 각 지점 당 5개의 Fit-fall trap을 약 3m 간격으로 설치하여 24시간 내에 채집된 곤충을 수거하였다. 조사결과 제주도에서는 총 7목 90종 2,215개체의 지표배회성 곤충이 조사되었다. 가장 많은 종이 출현한 분류군은 딱정벌레목(Coleoptera)으로 56.67%의 비율을 나타냈으며, 이 외 분류군으로는 벌목(Hymenoptera), 파리목(Diptera), 메뚜기목(Orthoptera), 노린재목(Hemiptera), 집게벌레목(Dermaptera), 바퀴목(Blattaria)이 주로 출현하였다. 가장 높은 밀도로 출현한 분류군은 메뚜기목으로 40.68%의 높은 비율을 나타낸 반면, 가장 종조성 비율이 높은 딱정벌레는 35.67%의 비율을 보여 상대적으로 낮은 밀도를 나타냈다. 메뚜기목 종들은 대부분 귀뚜라미과(Gryllidae)의 약충으로 조사시기와 약충의 발생시기가 일치하여 상대적으로 높은 밀도를 보인 것으로 판단되며, 밭 주변의 돌담 또한 이들의 은신처로 활용도가 높아 이러한 밀도 특성에 기여한 것으로 보인다.

**주제어** : 밭 생태계, 농업생태계, 생물다양성, 지표배회성 곤충, 제주도

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



## 조류를 이용한 논 생태계 건전성 평가 (Health Assessment of Paddy Field Using Birds)

최순균 · 김미란 · 김명현<sup>\*</sup> · 조광진 · 최락중 · 김민경 · 정구복 · 홍성창  
Soon-Kun Choi · Miran Kim · Myung-Hyun Kim<sup>\*</sup> · Kwang-Jin Cho · Lak-Jung Choe ·  
Min-Kyeong Kim · Goo-Buk Jung · Seong-Chang Hong

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

지구의 자연은 장기간에 걸쳐 점진적으로 변화하며, 논 생태계는 이러한 환경변화에 대한 반응으로 그 구조와 기능이 변화하고 있다. 최근 농산물에 대한 품질 및 안전성에 대한 소비자들의 요구가 증가함에 따라, 국가 농업정책 역시 환경 친화적인 방향으로 전환하고 있다. 이러한 환경 친화적 농법에 대한 평가는 주로 수서무척추동물, 육상곤충, 식생 등에 의해서 주로 수행되어져 왔다. 논 생태계를 평가함에 있어서 주로 활용되고 있는 수서무척추동물 들은 생태계 먹이사슬에서 하위 단위에 속하는 것들이 대부분으로 생태계 전반에 대한 영향을 전체적으로 평가하기 위해서는 먹이사슬의 상위 영양단계에 있는 생물군을 대상으로 조사하는 것이 더 바람직할 것으로 판단한다. 조류는 논에 의존하여 살면서 논 생태계의 상위 영양단계에 있는 포식자로서 하위 영양단계의 변화상을 반영할 수 있는 특징이 있다. 따라서, 본 연구에서는 인접한 친환경농업지역(6km)과 관행농업지역(6km)을 2013년 7월~11월까지 월 1회 조사하였다. 조사 방법은 농로를 따라 천천히 차량으로 이동하면서 선 조사법과 정점조사법을 병행하여 2명이 한 팀으로 수행하였다. 이동 중 쌍안경으로 관찰되거나 울음소리로 구별되는 조류의 종명과 개체수를 관찰지점의 조사지환경(본답, 논둑, 농로, 농수로, 주변습지)과 조사자, 조사일, 날씨 등의 정보와 함께 기록하였다. 조사기간 중 확인된 조류는 총 37종 3,259개체였다. 친환경농업지역에서는 33종 2,501개체가 확인되었고, 관행농업지역에서는 23종 758개체가 확인되어 친환경농업지역의 종수 및 개체수가 훨씬 높은 것으로 나타났다. 월별 종수 및 개체수 분석에서는 9월에 가장 많은 종이 관찰되었고, 개체수는 8월과 9월에 가장 많고, 10월에 가장 적었다. 종다양도지수는 통과조류와 월동조류가 논 생태계를 이용하는 10월에 가장 높게 나타났다. 친환경농업지역이 관행농업지역의 조류 개체수보다 최소 1.2배~최대 5.8배까지 많이 나타났으며, 특히 8월과 9월에 두 지역 간의 차이가 크게 나타났다.

주제어 : 조류, 논 생태계, 종다양도, 건전성

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

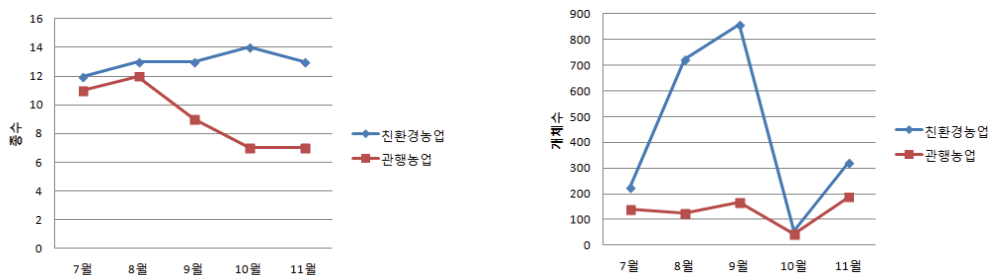


그림 1. 영농방법별 조류의 종수 및 개체수 변동

PN - 06

## Tolerance to Salt by Rhizobacteria on *Brassica rapa* var. *glabra* (근권세균에 의한 배추 염내성 효과)

Khalid A. Hussein · Jin Ho Joo\*

후세인 카알이드 · 주진호\*

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

Salinity has been a threat to agriculture in some parts of the world; and recently, the threat has grown. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) may benefit plant growth, either by improving plant nutrition or producing plant growth hormones. The effects of rhizobacterial strains to reduce the salinity stress on the germination of Chinese cabbage seeds were tested using four concentrations of NaCl (50, 100, 150, and 200 mM). Also, PGPR strains were tested to enhance the early germination of Chinese cabbage seeds under normal conditions. *Azotobacter chroococcum* showed best with enhancing in the radicle length of 4, 1.2, and 1 at treatments of 50, 100, and 150 mM of NaCl, respectively. Additionally, significant differences were found in plumule length, *A. chroococcum* and *Lactobacillus* sp showed remarkable activation either in normal or under stress conditions. Co-inoculation by three rhizobacterial strains (LAPmix) indicated synergistic effect to enhance the early germination of the seeds. The results of this study are promising for application of rhizobacterial strains that possess plant growth promoting traits to enhance the plant tolerance against salinity.

**Keywords :** Rhizobacteria, Salinity, Tolerance, Plant growth promotion

**Corresponding author :** Email, jhjoo@kangwon.ac.kr

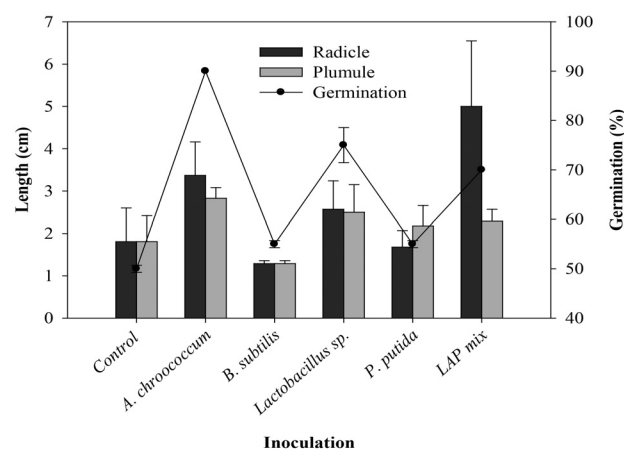


Fig. The effect of different inoculations on the length of radicle and plumule and the seeds germination percentage of Chinese cabbage, *Brassica rapa* var. *glabra*, after 96 hour

## Effects of Light Environmental Control on Growth of Red Curly Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a Plant Factory System

(식물공장 시스템내 광환경 제어가 적축면 상추 생장에 미치는 영향)

Jeong-Wook Heo<sup>1),2)\*</sup> · Dong-Euk Kim<sup>1)</sup> · Kwang-Jae Lee<sup>1),2)</sup> · Dong-Hyeon Kang<sup>1)</sup> · Si-Young Lee<sup>1)</sup> ·  
Hyun-Man Shin<sup>2)</sup> · Yoon-Sun Huh<sup>2)</sup> · Ki-Yeol Lee<sup>2)</sup> · Tae-Jung Kim<sup>2)</sup> · Sook-Jong Kim<sup>2)</sup>  
허정욱<sup>1),2)\*</sup> · 김동억<sup>1)</sup> · 이광재<sup>1),2)</sup> · 강동현<sup>1)</sup> · 이시영<sup>1)</sup> · 신현만<sup>2)</sup> · 허윤선<sup>2)</sup> · 이기열<sup>2)</sup> · 김태중<sup>2)</sup> · 김숙종<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science,  
Rural Development of Administration, Suwon 441-707, Korea

<sup>2)</sup>Department of Research Development, Chungbuk Agricultural Research &  
Extension Service, Guejeongri 383, Korea

<sup>1)</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부, <sup>2)</sup>충북농업기술원 연구개발부

Plant factory, which considered as a novel plant production system preparing for the climate changes such as a global warming or raining, is an attractive year-round production technique of leafy plants regardless of place or season. The environmental factors of air temperature, relative humidity, nutrient, CO<sub>2</sub> concentration, light intensity or quality inside the factory system influencing on growth have been reported. In this study, effects of light-environmental control of quality or intensity were investigated on growth of red curly lettuce (*Brassica rapa*) seedlings with different four growth ages (0, 10, 20, and 30 days-old after transplanting) inside the factory system. 'Tukksun' red-curly lettuce which developed two true leaves was used as a plant material, and the seedlings were cultured under nutrient solution of 1.5 ds m<sup>-1</sup> EC and 5.8 pH for 10 days after light exposure of 50, 100 or 230 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Light-emitting diodes of Red, blue plus red, and blue plus white were used, and fluorescent light was considered as a control. In 0 day-old seedlings after transplanting, dry weight and number of leaves under blue plus red light of 50 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> light intensity for 10 days increased 28 and 19% comparing with the control, respectively. Increasing of fresh and dry weights in 30 days-old seedlings was significantly stimulated by blue plus red and red light. However, leaf pigmentation was inhibited by the red light regardless of the different growth ages and promoted by the mixture lights. Under 230 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> light intensity, number of leaves, fresh and dry weights were greater by mixture-light exposure on 20 days-old seedlings. On 30 days-old seedlings, increment of dry and fresh weights was also affected by the mixture light. Leaf pigmentation was significantly inhibited by the red light regardless of the different light intensities in all the growth ages. Higher growth and pigmentation could be achieved at 20 and 30 days-old seedlings cultured under the mixture lights of blue, red, or white. It is concluded that light intensity should be controlled according to growth ages for growth and pigmentation, but rather stable control during culture period, and monochromic red is not suitable for leaf pigmentation of red curly lettuce in plant factory system.

**Keywords** : Light quality, Light intensity, Light-Emitting Diodes, Year round production

**Corresponding author** : E-mail, wooncho@korea.kr; Tel, 82-43-220-5656



PN - 08

## Effects of Light Wavelength and Variety of Photoreversibility on Germination in Lettuce

### (광 파장과 품종별 상추 발아의 광가역성)

Seung-Chang Hong<sup>\*</sup> · Min-Kyeong Kim · Myoung-Hyun Kim · Soon-Kun Choi ·

Jin-Woo Eo · Gu-Bok Jung · Kyu-Ho So

홍성창<sup>\*</sup> · 김민경 · 김명현 · 최순군 · 어진우 · 정구복 · 소규호

Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science(NAAS),  
RDA, Suwon, 441-707, Korea

국립농업과학원

적색광에 의해 유도된 반응이 초적색광에 의해 무효화 되는 작용인 광가역성(photoreversibility)은 식물의 광생리에서 중요한 반응이다. 식물의 광가역성 반응은 광수용단백질인 파이토크롬이 매개하는 작용으로 잘 알려져 있다. 따라서 파이토크롬 작용을 유도하는 적색광과 초적색광은 식물의 광반응을 유도하는 주요한 광파장이다. 본 연구는 상추의 발아에 대한 적색광과 초적색광의 작용을 재확인하면서 백색광의 광가역성반응 가능성을 평가하고, 국내에서 재배되는 10개 상추품종의 발아의 광가역성을 검증하기 위하여 수행하였다. 본 연구는 LED 광원을 이용하여 적색광(660nm), 청색광(470nm) 초적색광(730nm), 백색광(300~1100nm)이 설치되어 광원별 처리시간을 조절할 수 있는 자체 제작한 광가역성 처리장치를 이용하였다. 상추는 청상추 품종인 그랜드래피드를 이용하였다. 광 파장별 처리시간은 암흑 상태에서 5분간 처리하였다. 적색광 처리구(R)는 적색광 5분, 적색광+초적색광 처리구는(R+FR) 적색광 5분+초적색광 5분간 처리하였고, 적색광+초적색광+적색광(R+FR+R) 처리구는 적색광 5분+초적색광 5분+적색광 5분을 하루에 3회 처리하였다. 청색광 처리구는 청색광, 청색광+초적색광, 청색광+초적색광+청색광을 순차적으로 처리하였고 백색광 처리구는 백색광, 백색광+초적색광, 백색광+초적색광+백색광을 순차적으로 처리하였다. 상추의 발아율은 적색광 처리에서 초적색광에 의해 감소되고 연이은 적색광에 의해 증가하여 광가역성을 나타냈다. 청색광 처리구에서는 청색광에 의한 발아율이 초적색광에 의해 감소되지 않아 광가역성을 나타내지 않았다. 또한 백색광 처리에서 상추의 발아율은 초적색광에 의해 감소하고 연이은 백색광 처리에 의해 증가하여 광가역성을 나타내는 경향이였다. 이러한 결과는 백색광(300~1000nm)이 적색광을 일정 비율 포함하고 있어 파이토크롬의 작용을 일부 유도하였기 때문으로 판단된다. 앞으로 백색광과 연관된 식물의 광가역성반응이 심도있게 확인된다면 농작물의 생육, 개화를 조절하는 기술로 응용될 수 있을 것으로 예상된다. 상추 품종별 발아의 광가역성반응은 청상추 품종들에서 강하게 나타나는 경향이였다.

**Keywords** : Germination, Lettuce, Photoreversibility, Variety, Wavelength

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

## 미세조류를 이용한 농업용저수지 오염하천의 생태공학적인 수처리 및 부산물의 자원화

### (A Study on Wastewater Treatment based on Ecological Engineering and Reusing of By-product in Polluted Reservoir using Microalgae)

김진욱<sup>1)\*</sup> · 남귀숙<sup>1)</sup> · 홍대벽<sup>1)</sup> · 배요섭<sup>2)</sup> · 김호일<sup>2)</sup>

Jin-Wook Kim<sup>1)\*</sup> · Gui-Sook Nam<sup>1)</sup> · Dae-Buck Hong<sup>1)</sup> · Yo-Sup Bae<sup>2)</sup> · Ho-Il Kim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원, <sup>2)</sup>한국농어촌공사 환경사업단

<sup>1)</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation

Ansan-si, Gyeonggi-do, 426-908, Korea

<sup>2)</sup>Environmental project Group, Korea Rural Community Corporation

Euiwang-si, Gyeonggi-do, 426-908, Korea

우리나라는 전국 18,000여개소의 저수지가 분포하고 있으며, 상당수의 저수지에서 농촌유역의 미처리된 생활하수와 축산폐수 등으로 인해 수질오염은 물론 녹조가 발생하고 있다. 그러나 녹조는 질소와 인을 가장 효율적으로 이용, 흡수하는 지구상 최고의 생물로 녹조와 같이 유해한 조류가 아니라 자원적 가치가 높은 유용한 조류를 이용하여 저수지의 녹조를 사전에 인위적 공간에서 대량 발생시킨다면 질소와 인의 효율적 제거는 물론 호소 내 녹조발생 잠재성을 감소시키고, 수거한 녹조는 바이오매스로서 자원화가 가능하다. 바이오매스의 자원화는 바이오에너지 생산도 가능하겠지만 농촌지역에 바로 활용할 수 있는 유기비료, 가축사료, 버섯배지, 토양개량제 등은 현실적 실현이 가능한 자원화 기술로 농촌지역의 자원재순환에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해 미세조류를 이용하여 미처리된 생활하수, 가축분뇨, 농경배수 등 고농도 영양물질을 포함한 농촌지역 오염하천의 물을 고효율로 정화처리함으로써 저수지의 녹조예방은 물론 자원화 기술을 개발하고 있으며, 고효율의 미세조류 배양시스템과 회수기술을 개발을 통해 농촌지역의 수환경 개선과 자원재순환 등 어메니티 증진에 기여하고자 한다. 본 연구는 2009년 기술적 경제성 타당성 평가를 시작으로 2012년 까지 전북 부안군 계화면 계화조류지 인근에서 유입되는 하수처리장 방류수와 위생처리장 방류수, 농경배수 등을 대상으로 미세조류배양기술, 수질개선 효과 분석, 회수 기술개발에 대한 연구를 진행하였으며, 옥외배양조건에서 미세조류 최적배양조건을 규명하였으며, 높은 수준의 미세조류 배양성능을 관찰하였다. 또한 총질소 평균 76.2%, 최대 94.4%, 총인 평균 81.7%, 최대 91.6%의 수질개선 효과가 입증되는 등 오염하천의 인, 질소를 고도처리 수준으로 처리하는 데 문제가 없었으며, 바이오디젤로 자원화하기 위한 유용지방산의 함량도 예측보다 높은 수준을 보여주었다. 지난 3년간의 소규모 파일럿 테스트 결과를 바탕으로 가축분뇨와 생활하수가 포함된 고농도 비점오염물질이 유입되는 경기 시흥 과림저수지의 오염하천에서 미세조류 배양시스템과 수거기술을 실규모 수준으로 투입하여 수처리함으로써 비점오염 저감은 물론 호내에서의 녹조발생을 사전 예방을 달성하고, 아울러 농촌지역에 활용할 수 있는 자원화 제품의 개발에 주안점을 두고 있다. 향후, 유역에서 발생하는 오염물질의 재자원화를 통해 자원순환마을의 모델을 제시하고 전국 농촌지역에 확대 적용할 수 있는 기반을 만들고자 한다.

**주제어** : 농업용저수지, 축산폐수, 생태공학적인 수처리, 녹조, 자원화

**주요연구자 연락처** : E-mail, jwkim77@ekr.or.kr; Tel, 031-400-1840



## 토양 환경 분야(PS)

PS - 01

## Heavy Metal Uptake by Balloon Flower Together with Investigating Soil Properties and Heavy Metal Concentrations in the Cultivated (도라지 재배 토양의 이화학적 특성 및 중금속 농도 분포와 이에 따른 도라지 내 중금속 농도)

Jun-Sik Bae · Byoung-Hwan Seo · Kwon-Rae Kim<sup>\*</sup>  
배준식 · 서병환 · 김권래<sup>\*</sup>

Department of Agronomy and Medicinal Plant Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam 660-758, Korea  
경남과학기술대학교 농학한약자원학부

Soil properties and heavy metal (HM) concentrations in the field soils where balloon flowers (*Platycodon grandiflorum*, BF) were cultivated, were investigated together with HM (Cd, Cu, Pb, and Zn) accumulation by the BF roots. Basically, in most soils examined (51-97% among 65 samples), the chemical properties including soil pH, organic matter, available-P, and exchangeable cation contents appeared to be lower than the optimal ranges for balloon flower cultivation. There were no samples exceeding the standard limits for HM in soils. Instead, the total HM concentration levels in soils appeared to be maintained at around background levels for general soil in Korea. This implied that the elevated HM accumulation in the soils caused by any possible input sources was unlikely. Even though the BF cultivated soils were not contaminated by HM, it was appeared that substantial amount of Cd was accumulated in BF roots with 1.5% and 35% roots samples exceeding the standard limits legislated for BF root (0.81 mg kg<sup>-1</sup>DW) and herbal plants (0.3mgkg<sup>-1</sup>DW), respectively. This implied that the soil HM standard limits based on the total concentration does not reflect well the metal accumulation by plants and also it is likely that the Cd standard limits for BF and herbal plants is too restrict.

**Keywords** : Contamination, Food safety, Herbal plant, Medicinal plant, Soil

**Corresponding author** : E-mail, kimkr419@gntech.ac.kr; Tel, 82-55-751-3223

## 간척지 조성경과 기간이 다른 토양 염도 분포비율 비교연구 (Comparative Study of Soil Salinity Distribution in the Two Different Reclaimed Areas)

조민경\* · 이복자 · 문상현 · 김혜성 · 성지영

Min Kyoung Cho\* · Bok-Ja Lee · Sang Hyeon Mun · Hye Soeng Kim · Ji Young Sung

한국농어촌공사 농어촌연구원

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

간척지를 농경지로 활용하기 위해서는, 간척지 조성 초기의 제염작업이 필수적이며, 이러한 제염이 어느 정도 진행되었는지에 대한 토양 염류도의 지속적인 모니터링 역시 반드시 필요하다. 토양의 높은 염도는 식물의 생육에 직접적인 영향을 미치므로, 간척지를 조성한 후 다양한 활용을 위해서는 생산기반조성뿐 아니라, 염도관리는 매우 중요하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 조성 후 10년 이상 경과 된 간척지(SM)와, 최근 조성된 간척지(SH)에 대하여, 토양조사를 실시하여, 두 지역의 염류도 분포를 기준으로 제염의 진행정도를 파악하기 위하여 포화추출액 전기전도도(ECe)를 측정하였고, 수용액 중의 양이온 함량, 염소 함량 및 SAR과의 상관관계를 알아보았다. 또한 토양의 일반적인 특징을 파악하기 위하여 토성분석, 산도 및 유기물 함량 등을 측정하였다.

토양의 염류도를 구분하기 위한 지표로는 ECe와 SAR가 가장 널리 사용된다. ECe에 의한 토양염류도 구분은, 2 dS/m 이하는 비염류성, 2~4 dS/m는 약염류성, 4~8 dS/m은 중염류성, 8~16 dS/m은 강염류성, 16 dS/m이상은 극염류성으로 나누어진다. 또한 SAR에 의한 구분은, SAR < 10이하이면 식물의 생육에 영향이 없고, 10~26이면 식물생육에 영향을 미치며, SAR > 26이상이면 식물생육에 상당한 영향을 끼치는 토양 염류도인 것으로 판단한다.

채취한 토양을 포화반죽한 후 진공펌프를 이용하여 추출한 여액의 전기전도도(ECe)를 측정하였다. 또한  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 의 함량은 유도결합플라즈마 원자발광분광법(ICP-AES)으로 측정하였고, 염소( $\text{Cl}^-$ )함량은 질산은 적정법(수질오염공정시험기준, 2013)으로 측정하였다.

두 지역의 토성 분석 결과, 사양토(SL) 또는 미사질양토(SiL)가 가장 많은 비중을 차지하였고, 두 간척지 모두 공통적으로 양토의 성질을 가지고 있었다.

10년 이상 경과된 SM 간척지는 비염류성 토양의 비율이 약 46%이었고, 약염류성 토양은 약 18%, 중염류성 토양은 약 15%, 강염류성 토양은 약 15%, 극염류성 토양은 약 6%로 비염류성 토양의 비율이 가장 많았다. 이와 달리 신규 조성된 SH 간척지는 비염류성 토양의 비율이 약 6%이고, 약염류성 토양은 약 14%, 중염류성 토양은 약 13%, 강염류성 토양은 약 18%, 극염류성 토양은 약 48%로 극염류성 토양의 비율이 가장 많았다. 토양의 염류도 분포를 기준으로 볼 때, 조성기간이 오래된 SM 간척지의 경우 농경지로서 사용이 가능한 정도의 염류도를 갖는 비율이 약 65% 정도로 많은 부분에서의 제염작업이 이루어졌다고 볼 수 있다.

ECe를 기준으로 구분한 토양들의 양이온의 농도 및 SAR의 평균은 ECe가 증가함에 따라 SAR도 증가하는 것을 알 수 있고, 염소이온의 농도 역시 이와 비례하여 증가하는 관계를 갖는 것을 보였

다. 따라서 간척지 조성 초기에는 높은 염류도를 갖지만, 염류도를 충분히 낮출 수 있으며 이렇게 제염이 적절히 진행된 토양은 농경지 및 일반용지로서의 효용가치를 가질 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어** : 간척지, ECe, 토양염류도, SAR

**주연구자 연락처** : E-mail, 3120221@ekr.or.kr; Tel, 86-031-400-1623

## Comparison of Effects of Calcium Hydroxide and Oyster Shell on Cadmium Immobilization in Upland Soil (밭토양에서 소석회와 패화석에 의한 카드뮴 부동화 효과의 비교)

Yong-dong Noh<sup>1)</sup> · Pil-Joo Kim<sup>2)</sup> · Chang-Oh Hong<sup>1),\*</sup>  
노용동<sup>1)</sup> · 김필주<sup>2)</sup> · 홍창오<sup>1),\*</sup>

<sup>1)</sup>Department of Life science and Environmental Biochemistry, Pusan National University,  
1268-50 Miryang 627-706 Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science, Graduate School (Brain Korea 21 Program),  
Gyeongsang National University, 900, Kaswa-dong, Jinju, 660-701, South Korea

<sup>1)</sup>부산대학교 생명자원과학대학 생명환경화학과

<sup>2)</sup>경상대학교 대학원(BK 21 Program) 응용생명과학부

Oyster shell is alkaline with pH 9.8, porous, and has high concentration of CaCO<sub>3</sub> (up to ca. 95%). It could be used as an alternative of lime fertilizer to immobilize cadmium (Cd) in heavy metal contaminated arable soil. Therefore, this study has been conducted to improve agricultural utilization of oyster shell as an alternative of lime fertilizer that immobilize Cd in heavy metal contaminated arable soil. To do this, we compared effects of calcium (Ca) materials [Ca(OH)<sub>2</sub> and oyster shell] on Cd extractability in upland soil and determined mechanisms of Cd immobilization with both Ca materials. Both Ca materials were added at the rates of 0, 0.1, 0.2, 0.4 and 0.8% (wt Ca wt<sup>-1</sup>) in Cd contaminated upland soil that contained total 6.5 mg Cd kg<sup>-1</sup>, and the mixtures of soil and Ca material were incubated at 25°C for 4 weeks. Both Ca materials increased pH and net negative charge with increasing Ca addition and decreased 1 N NH<sub>4</sub>OAc extractable Cd concentration. 0.1 N HCl extractable Cd concentration markedly decreased with addition of oyster shell but not with Ca(OH)<sub>2</sub>. 1 N NH<sub>4</sub>OAc extractable Cd concentration was significantly related with pH and net negative charge of soil. However, there were no significant relationships between 0.1 N HCl extractable Cd concentration and pH and net negative charge of soil. From the above results, Cd immobilization with Ca(OH)<sub>2</sub> was mainly attributed to Cd adsorption resulted from increase in pH-induced negative charge of soil. Scanning electron microscope (SEM) images and energy dispersive spectroscopy (EDS) analyses were conducted to determine mechanism of Cd immobilization with oyster shell. There was no visible precipitation on surface of both Ca materials. However, Cd was detected in innerlayer of oyster shell by EDS analyses but not in that of Ca(OH)<sub>2</sub>. Therefore, we concluded that Cd immobilization with oyster shell was different from that with Ca(OH)<sub>2</sub> implying Cd immobilization with oyster shell might be due to precipitation of Cd or other chemical reactions in innerlayer of oyster shell. Further study should be conducted to elucidate the mechanism of Cd immobilization with oyster shell.

**Keywords** : Cadmium immobilization, Calcium hydroxide, Oyster shell

**Corresponding author** : soilchem@pusan.ac.kr; Tel, 82-55-350-5548

## PS - 04

## 국내 주요 논토양 토성별 메탄발생 잠재력 평가에 관한 연구 (Study for the Methane Potential Production in Rice Paddy Soils in Korea)

주옥정\* · 조광래 · 김대균 · 김영순 · 박인태

Okjung Ju\* · Kwang-Rae Cho · Dae-Kyun Kim · Youngsun Kim · In-tae Park

경기도농업기술원 작물개발과

Crop Research and Development Division, Gyeonggi-Do Agricultural Research and Extension Services,  
283-33, Byeongeomjungang-ro Hwasung-City Gyeonggi-do, 445-784, Korea

메탄은 담수환경 조건에서 비교적 많이 발생하며 이와 관련된 연구로는 유기물의 투입에 따른 메탄 생성, 기후조건 등 주변 환경조건에 따른 메탄생성, 비의 품종별 및 물 관리에 따른 메탄 생성등이 있다. 그러나 대부분의 연구가 메탄 순방출량(net flux)에 집중되어 있으며, 토양생태학적인 메탄발생의 기작구명 연구는 거의 진행되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 메탄 발생 저감 기술 개발을 위한 기초자료로 활용코자, 국내 주요 논토양 8개 지역 27지점에 대해 무작위 샘플링법으로 토양시료를 채취하여 메탄생성균, 산화균, 발생량 등을 분석하였다. 토양시료채취는 2013년 4월, 10월, 2014년 3월에 실시하였으며, core sampler 안에 acryl로 제작된 직경 4.9cm, 높이 5cm의 용기를 장착하여 채취한 후 밀봉하여 실험실로 운반하였다. 메탄발생량은 WFPS (Water- Filled Pore Space) 100% 조건하에서 28℃ 항온·항습기에서 48~72시간 배양하여 측정하였으며, 토양 DNA추출은 토양 0.3~0.5g을 취하여 Ultra Clean Soil DNA Isolation Kit (MoBio Laboratories, Solana Beach, CA, USA)을 이용하여 분석하였다. 메탄 생성균 및 산화균의 풍부도는 RT-qPCR방법을 이용해 측정하였으며, CFX96TM Real-time PCR Detection System(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)과 SYBR Green (Bio-Rad, Hercules, CA, USA) 검출 용액이 사용되었다. 토성별 평균 메탄발생량 및 메탄산화균의 풍부도는 sand 함량이 가장 많고(77%) clay 함량이 적은(2% 미만) 양질사토(loamy sand)에서 가장 크게 나타났으며, 대체로 clay 함량이 많은 토양에서 메탄 발생량이 작은 경향이였다.

표 1. 국내 주요 논토양의 토성별 평균 메탄생성균, 메탄산화균 및 메탄발생량

Soil Texture	Methanogen (mrcA gene copy)	Methanotroph (pmoA gene copy)	CH <sub>4</sub> production rate ( $\mu$ lCH <sub>4</sub> /kg/hr)
Silt (n=8)	8,987,626 (1,704,327~30,250,338)	7,406,647 (2,609,548~10,953,433)	12.2 (1.3~35.0)
Silt loam (n=15)	10,943,822 (3,674,895~27,155,919)	8,488,960 (72,312~16,679,140)	220.2 (1.1~3092.8)
Loam (n=2)	11,397,382 (9,471,036~13,323,729)	7,119,054 (6,835,479~7,402,628)	4.3 (3.9~4.6)
Sandy loam (n=1)	23,857,408	10,139,370	4.6
Loamy sand (n=1)	11,003,950	14,443,864	692.8

주제어 : Methane, Rice paddy soil, Methanogen, Methanotroph

주연구자 연락처 : E-mail, okjung3@gg.go.kr; Tel, 031-229-5787

**Determination of  $\delta^{13}\text{C}$  of Dissolved Organic Carbon in Water Samples:  
Alkaline Persulfate Oxidation and Freeze Drying-Combustion  
(수질 시료 용존유기탄소의 탄소동위원소비 분석 방법:  
알칼린 과황산 산화법과 동결건조 연소법 비교)**

Byeong-Jun Jeon<sup>1)\*</sup> · Jong-Hyun Ham<sup>1)</sup> · Sang-Sun Lim<sup>1)</sup> · Kwang-Seung Lee<sup>1)</sup> · Se-In Lee<sup>1)</sup> ·  
Hyun-Jin Park<sup>1)</sup> · Seo-Jin Yu<sup>1)</sup> · Sang-Mo Lee<sup>2)</sup> · Yong-Se Park<sup>2)</sup> · Kwang-Sik Yoon<sup>1)</sup> · Woo-Jung Choi<sup>1)</sup>  
전병준<sup>1)\*</sup> · 함종현<sup>1)</sup> · 임상선<sup>1)</sup> · 이광승<sup>1)</sup> · 이세인<sup>1)</sup> · 박현진<sup>1)</sup> ·  
유서진<sup>1)</sup> · 이상모<sup>2)</sup> · 박용세<sup>2)</sup> · 윤광식<sup>1)</sup> · 최우정<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Rural and Biosystems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>2)</sup>National Instrumentation Center for Environment Management, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

<sup>1)</sup>전남대학교 지역·바이오시스템공학과

<sup>2)</sup>서울대학교 농생명과학공동기기원

Dissolved organic carbon (DOC) is a key parameter of water quality assessment as DOC is directly associated with biological oxygen demand (BOD). Carbon isotope composition ( $\delta^{13}\text{C}$ ) of DOC can be used as an indicator of the DOC sources since organic materials have distinguished  $\delta^{13}\text{C}$  values affected by their source; for example C3 vs. C4. In this study, we compared two methods (alkaline persulfate oxidation and freeze drying-combustion). For the alkaline persulfate oxidation method, glucose (-12.0‰) was used as a standard material. Glucose solution (10 mg L<sup>-1</sup>) was oxidized with alkaline persulfate (10 mL) in the presence of SrCl<sub>2</sub> (for precipitation of CO<sub>2</sub>) under a variety experimental conditions, and then the precipitates (SrCO<sub>3</sub>) were analyzed for  $\delta^{13}\text{C}$ . The measured  $\delta^{13}\text{C}$  were -25~-17‰ and thus the precision and reproducibility were not satisfied. For the freeze drying-combustion method, five reference materials (-23.3~-12.0‰) were prepared by mixing glucose (-12.0‰) and compost extracts (-23.3‰). The solutions (150 mL) containing the reference materials were freeze-dried after addition of 700 mg of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (for increasing quantity) and then the powder was analyzed for  $\delta^{13}\text{C}$ . There was a linear relationship ( $y=1.1328x + 6.7348$ ,  $r^2=0.98$ ,  $P<0.001$ ) between the calculated values (y) and measured values (x). Therefore, our study suggests that freeze drying-combustion can produce more reliable  $\delta^{13}\text{C}$  measurement compared to the conventional alkaline persulfate oxidation method.

**Keywords** : Dissolved organic carbon, Carbon isotope ratio, Alkaline persulfate oxidation

**Corresponding author** : E-mail, wjchoi@jnu.ac.kr; Tel, 82-62-530-2153

## PS - 06

## 액비 농도, 시비량, 분시비율에 따른 벼 생육과 담수 중 양분 함량 변화 (Responses of Rice Growth and Paddy Water Nutrients to Liquid Manure Application: Nutrient Concentration, Application Rate, and Split Ratio)

함종현<sup>1)</sup> · 임상선<sup>1)</sup> · 이광승<sup>1)</sup> · 전병준<sup>1)</sup> · 이세인<sup>1)</sup> · 박현진<sup>1)</sup> · 윤광식<sup>1)</sup> · 최우정<sup>1)</sup>  
Jong-Hyun Ham<sup>1)</sup> · Sang-Sun Lim<sup>1)</sup> · Kwang-Seung Lee<sup>1)</sup> · Byeong-Jun Jeon<sup>1)</sup> · Se-In Lee<sup>1)</sup> ·  
Hyun-Jin Park<sup>1)</sup> · Kwang-Sik Yoon<sup>1)</sup> · Woo-Jung Choi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>전남대학교 지역·바이오시스템공학과

<sup>1)</sup>Department of Rural and Biosystems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

돈분 액비는 속효성으로 화학비료를 대체할 수 있지만, 반대로 수계로 쉽게 유출되어 수질오염 원인으로 작용할 수 있다. 본 연구는 액비 시용 방법(액비 종류, 시용량, 분시비율)에 따른 벼 생육과 담수 중 양분 농도를 조사하여 벼 수량과 비점오염 저감을 위한 합리적인 액비 시용 방법을 제안하기 위해 수행되었다. 고농도 액비( $M_H$ )와 저농도( $M_L$ ) 액비를 질소 기준 표준시비량( $L_S$ )과 2배( $L_D$ ) 시비량으로 2가지 방식(5:3:2, 2:4:4)으로 분시하여 벼를 재배하였고, 벼 재배기간 중 주기적으로 담수 농도를 채취하여 분석하였다. 벼 수량은  $M_L L_D S_{244}$ ( $570.3 \text{ g m}^{-2}$ )와  $M_L L_S S_{532}$ ( $538.1 \text{ g m}^{-2}$ )가 SF( $574.7 \text{ g m}^{-2}$ )와 유사하였지만,  $M_L L_D S_{244}$ 는 담수 중 평균 T-N, T-P, TOC, COD 농도가 각각 43.2, 0.4, 20.5, 8.7  $\text{mg L}^{-1}$ 로  $M_L L_S S_{532}$ (각각 19.2, 0.2, 18.0, 7.4  $\text{mg L}^{-1}$ )로 높았다. 한편, 담수 중 수질항목 농도가 낮은  $M_H L_S$  처리구의 벼 수량은  $M_H L_S S_{532}$ 와  $M_H L_S S_{244}$ 에서 각각 374.9과 204.7  $\text{g m}^{-2}$ 으로 저조하였다. 따라서, 벼 수량과 담수 중 수질 항목 지표를 모두 고려하면 저농도 액비를 표준시비량 수준에서 5:3:2(기비:1차 추비:2차 추비)로 분시하는 것(처리명:  $M_L L_S S_{532}$ )이 최적 액비 시용 방법으로 나타났다. 하지만, 액비에 함유된 유기탄소에 의해 TOC와 COD 농도 상승 가능성이 있는 점을 충분히 고려해야 할 필요가 있다.

**주제어** : 돈분액비, 시용량, 분시비율, 수질오염, 벼 수량

**주연구자 연락처** : E-mail, wjchoi@jnu.ac.kr; Tel, 82-62-530-2153



## 비소 오염토양의 산세척법에 대한 효율성 연구 (Case Study of Acid Washing Treatment Efficiency in Arsenic Polluted Soil)

이복자 · 도효석 · 김선영 · 김민규

Bok-Ja Lee · Hyo-Seok Do · Sun Young Kim · Min Gyu Kim

한국농어촌공사 농어촌연구원

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

토양오염물질을 산업적으로 이용하기 위한 시설(폐광산, 제련소 등) 주변 지역은 다양한 경로로 토양오염물질의 유입으로 인한 문제가 발생하여 왔다. 유기성 오염물질에 대한 다양한 토양정화기술들이 실시되어온 바와 달리, 국내 중금속오염에 대한 정화기술에 대한 연구사례는 매우 드물다.

본 연구에서는 다양한 금속으로 오염된 토양에 대하여 산세척(soil washing)을 실시하고, 그 정화효율성을 연구하고자 하였다.

연구대상지역은 정밀조사 결과 다양한 중금속으로 오염되어 있으며, 토양의 이화학적 특성도 다양하였으며, 특히 비소가 주 오염원으로 판명된 곳이다. 이러한 비소오염토양에 대하여 입도선별 후 토양세척법을 시행한 후 그 정화효율을 분석하였다. 토양세척법의 처리전과 후를 비교해서 정화기술의 처리효율을 측정하고자 하였다.

토양세척법은 오염된 토양을 환원제와 산을 함유한 세척액과 반응시켜 토양을 약산성의 상태로 환원 환경을 조성해 오염물질을 토양입자로부터 용출하여 토양 중 오염물질 농도를 낮추는 방법으로서, 세척제의 종류, 고액비, 교반강도, 세척시간 등을 달리 적용할 수 있다.

비소에 대한 오염정화효율을 측정하기 위하여, 토양세척법으로 정화완료된 토양시료를 토양오염 공정시험법(2013)으로 분석하였다. 풍건한 토양을 0.15 mm의 표준체에 통과시킨 후, 질산과 염산을 이용하여 토양내 유기물을 천천히 산화시킨 후 온도를 서서히 올려 환류조건에 도달시켜 왕수 분해하였다. 분해액을 여과한 후, 유도결합플라즈마 원자발광광도법(ICP-AES)로 측정하였으며, 비소의 분석파장은 189.04nm를 사용하였다.

오염의 정화효율을 측정하기 위하여 토양의 사용형태와 입도분포에 따라 나누었다. 토지이용형태는 답, 전, 기타로 구분하였으며, 입도분포는 2mm이상과 0.005mm 이하를 제외하고, 0.005~2.00mm 사이를 8개 구간으로 구분하여 토양세척을 실시한 후 그 정화효율을 분석하였다. Pilot Scale 의 실증시험에서 황산을 이용한 산세척이 가장 효과적인 것으로 나타났으므로, 오염정화기법으로는 황산 세척법을 사용하였다.

이외 중금속오염토양의 정화방법으로 객토, 동전기, 열탈착, 식물경작법 등이 있으나, 이러한 방법에 대한 효율성에 대한 검증은 좀 더 많은 연구가 필요하며, 지속적인 오염도 변화를 측정하기 위한 모니터링이 필요하다. 이번 토양오염정화를 위한 토양 세척법을 적용사례 연구를 통하여, 오염토양 정화 효율성 결정요인을 추정하여, 외부환경의 영향을 적게 받으면서 처리효율 또한 뛰어난 오염토양 정화기술 개발에 활용할 수 있을 것이다.

**주제어** : 토양산세척, 비소오염토양, 정화효율

**주연구자 연락처** : E-mail, 2131872@ekr.or.kr Tel, 82-031-400-1846



PS - 08

## 규산질비료가 시설재배지 토양특성과 고추수량에 미치는 영향 (Influences of Silicate Fertilizer Application on Soil Properties and Red Pepper Productivity in Plastic Film House)

안병구<sup>1)\*</sup> · 김종엽<sup>1)</sup> · 김갑철<sup>1)</sup> · 고도영<sup>1)</sup> · 정성수<sup>1)</sup> · 이진호<sup>2)</sup>Byung-Koo Ahn<sup>1)\*</sup> · Jong-Yeob Kim<sup>1)</sup> · Kab-Cheol Kim<sup>1)</sup> · Do-Young Ko<sup>1)</sup> · Seong-Soo Jeong<sup>1)</sup> · Jin-Ho Lee<sup>2)</sup><sup>1)</sup>전북농업기술원, <sup>2)</sup>전북대학교 생물환경화학과<sup>1)</sup>Jeollabuk-Do Agricultural Research and Extension Services, Iksan, Korea<sup>2)</sup>Department of Bioenvironmental Chemistry, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

규소는 기초 광물을 형성하는 요소로서 토양을 구성하는 화학성분의 28% 이상을 차지하고 있으며, 화분과 작물에 필요한 물질로 수량을 크게 증대시키고, 벼의 도열병 저항성을 향상시킨다. 규소는 식물체에 흡수되면 광합성을 증가시키고 양분흡수를 촉진시켜 식물생육을 이롭게 하는 효과가 있다. 우리나라에서는 1957년부터 규산질비료가 공급되기 시작하였고, 1970년대 후반부터 천연 규회석에서 광재를 원료로 제조한 규산질비료로 교체되기 시작하였으며, 현재는 입상, 분상, 사상 형태의 규산질비료가 공급되고 있다. 규산과 인산은 화학적 성질이 유사하여 길항적으로 작용한다. 즉 철이나 알루미늄의 활성부위를 어느 한 성분이 점유함으로써 다른 성분이 이에 고정되는 것을 억제하여 가용성을 촉진시키는 효과가 있다. 또한 규산질비료 시용을 통한 질소 흡수 이용률을 증진하여 질소시비량을 저감할 수 있고, 규산질비료에 함유되어 있는  $Ca^{2+}$ 과  $Mg^{2+}$  같은 염기성이온이 토양용액에 용해되어 토양 pH를 상승시키는 효과가 있다. 따라서 본 시험에서 건고추 생산을 위한 시설재배지에서 규산질비료를 0, 1000, 2000, 3000 kg ha<sup>-1</sup> 수준으로 처리하고, 퇴비 10 Mg ha<sup>-1</sup>와 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O는 토양검정에 의해 밑거름으로 질소 50%, 인산 100%, 칼리 60%를 시비한 후, 천하대세 품종을 120 x 45 cm 간격으로 정식하고 토양특성과 고추수량에 미치는 영향을 조사하였다. 웃거름은 수확 후 3회에 나누어 질소와 칼리를 시비하였다. 시험한 토양은 양토이고, pH, 유효인산, 치환성양이온이 적정 수준보다 낮았다. 정식 후 30, 60일에 지상부 생육(초장, 경경, 절수)을 조사한 결과 무처리구와 2000, 3000 kg ha<sup>-1</sup> 처리구에서 양호한 수준을 보였고, 1차 수확기에 조사한 고추 잎의 N과 P는 규산질비료 처리량과 반비례 관계였고, K, Ca, Mg과는 비례관계를 보였다. 수확시기에 조사한 토양 pH는 모든 처리구에서 증가하였고, 치환성  $Ca^{2+}$ 과  $Mg^{2+}$ 은 정식전보다 감소하였다. EC농도는 무처리에서 증가하였고, 토양 중 유효인산은 모든 처리구에서 증가하였고, 규산질비료 처리량과 비례관계였다. 홍고추를 5차 수확한 결과 상품과율은 2000, 3000 kg ha<sup>-1</sup> 처리구에서 97.2~97.3% 였고, 무처리구에서 95.6%로 가장 낮았다. 비상품과를 제외한 상품과의 건고추 수량은 규산질비료 처리구가 무처리 대비 9.0~11.8% 증가하였고, 2000 kg ha<sup>-1</sup> 처리구가 가장 많이 증가하였다.

주제어 : 규산질비료, 고추, 토양, 시설재배지, 시비

주연구자 연락처 : E-mail, ahnbk61@korea.kr; Tel, 86-63-290-6193

## Effect of Combined Application of Bottom Ash and Compost on Heavy Metal Accumulation and Enzyme Activities in Upland Soil (밭 토양에서 석탄회와 퇴비의 혼합시용이 토양의 중금속 축적 및 효소활성에 미치는 영향)

Woo-sup Lim<sup>1)</sup> · Pil Joo Kim<sup>2)</sup> · Chang Oh Hong<sup>1)</sup>

임우섭<sup>1)</sup> · 김필주<sup>2)</sup> · 홍창오<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Life science and Environmental Biochemistry, Pusan National University, 1268-50 Miryang 627-706 Korea

<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science, Graduate School (Brain Korea 21 Program), Gyeongsang National University, 900, Kaswa-dong, Jinju, 660-701, South Korea

<sup>1)</sup>부산대학교 생명자원과학대학 생명환경화학과

<sup>2)</sup>경상대학교 대학원(BK 21 Program) 응용생명과학부

Coal combustion bottom ash (BA) has high carbon and calcium content, and alkaline pH, which might improve nutrient cycling in soil related to microbial enzyme activities as it is used as soil amendment. However, it contains heavy metals such as copper (Cu), manganese (Mn), and zinc (Zn), which could cause heavy metals accumulation in arable soil. Therefore, the objective of this study was to evaluate effect of combined application of BA and compost as soil amendment on heavy metals concentration, enzyme activities, chemical properties, and crop yield in upland soil. Bottom ash was applied at the rate of 0, 20, 40, and 80 Mg/ha under different rate of compost application (0 and 30 Mg/ha) in radish (*Raphanus sativus var*) field. Water soluble Mn and Zn concentration in soil significantly decreased with increasing application rate of BA. Decrease in those metals concentration was accelerated with combined application of BA and compost. However, compost application increased water soluble Cu concentration in soil, which is attributed to high content Cu in compost itself. Compost application markedly increased urease and dehydrogenase activities, but those activities decreased with increasing application rate of BA, which might resulted from dilution effect of BA addition. Acidic and alkaline phosphatase activities were not affected with single application of BA but increased with combined application of BA and compost. Combined application of BA and compost improved chemical properties of soil such as pH, EC, and organic carbon content. Radish yield was not affected by application rate of BA. However, combined application of BA and compost increased radish yield with irrespective of application rate of BA. From the above results, combined application of BA and compost could be used as soil amendment to improve enzyme activities, chemical properties, and crop yield without heavy metal accumulation in arable soil.

**Keywords** : Bottom Ash, Compost, Enzyme activity, Heavy metal, Soil amendment

**Corresponding author** : E-mail, soilchem@pusan.ac.kr; Tel, +82-55-350-5548

PS - 10

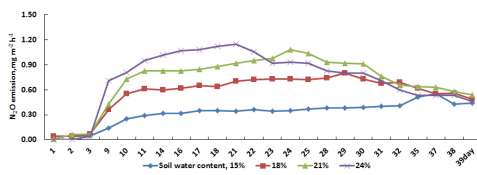
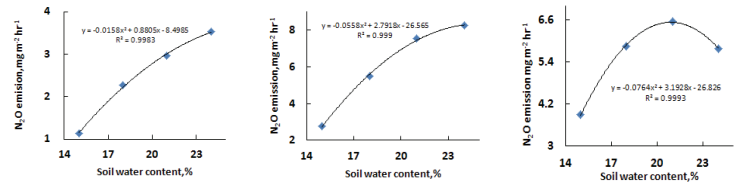
## 토양수분이 아산화질소 배출량에 미치는 영향 Effects of Soil Water Content on N<sub>2</sub>O Emission in Greenhouse Soils

조광래<sup>\*</sup> · 주옥정 · 김대균 · 박인태Kwang-Rae Cho<sup>\*</sup> · Okjung Ju · Dae-Kyun Kim · In-tae Park

경기도농업기술원 작물개발과

Crop Research and Development Division, Gyeonggi-Do Agricultural Research and Extension Services,  
283-33, Byeongeomjungang-ro Hwasung-City Gyeonggi-do, 445-784, Korea

우리나라의 연평균 강수량은 1,277mm(1978~2007)로 세계 평균의 1.6배 많지만 1인당 연강수량은 연간 2,629m<sup>3</sup>으로 세계 평균의 1/6배 적은 것으로 알려져 있어, 시설재배지에서 관개시 물 절약 기술이 필요한 실정이다. 따라서 토양수분 함량별로 온실가스인 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배출량을 평가하여 관개기술의 기초자료로 활용코자, 사양토인 시설재배지 건토양을 와그너 풋트(1/5000a)에 8kg 담고 경기도농업기술원 유리온실내(평균온도 25±2℃)에서 2012년 1월부터 2월까지 실내시험을 수행하였다. 질소원은 요소(N 함량 46%)로 각각의 풋트에 10g씩 사용하였다. 토양수분은 15, 18, 21, 24% 4수준으로 각각 조절하였으며 3일 간격으로 지하수를 보충하였다. N<sub>2</sub>O 발생량은 처리 후 1일부터 39일간 GC-ECD(Varian 450)로 24회 조사하였다. N<sub>2</sub>O 일일 배출량은 토양수분 함량이 높을수록 처리 후 초기에 많이 나오는 경향이였으며, 토양수분 함량 24%에서는 처리 후 21일경, 21%에서는 24일경, 18%에서는 29일경, 15%에서는 37일경에 N<sub>2</sub>O 일일 배출량이 가장 많았다(Fig. 1). N<sub>2</sub>O 누적 배출량과 토양수분 함량과의 관계를 시기별로 회귀분석한 결과는 다음과 같다(Fig. 2). 처리 후 초기(처리 후 1~14일)와 처리 후 중기(처리 후 16~25일)에서는 토양수분 함량이 높아짐에 따라 N<sub>2</sub>O 배출량이 많아졌다. 처리 후 후기(처리 후 28~39일)에서는 토양수분 함량 20.9%까지는 N<sub>2</sub>O 발생이 증가하다 그 후 다시 감소하였다. 처리 후 초기부터 후기까지 전 기간(처리 후 1~39일)에서의 N<sub>2</sub>O는 토양수분 함량 23.2%까지는 증가하다 다시 감소하였다. 따라서 N<sub>2</sub>O 배출량을 고려할 때, 시설하우스에서는 물을 절약하는 관개기술이 필요하다고 생각된다.

Fig. 1. Temporal changes of N<sub>2</sub>O emissionFig. 2. Correlations between N<sub>2</sub>O emission and soil water content (left : from 1 to 14 DAT<sup>\*</sup>, middle : 16 to 25 DAT<sup>\*</sup>, right : from 28 to 39 DAT<sup>\*</sup>)<sup>\*</sup> DAT : Days after treatment주제어 : N<sub>2</sub>O, 토양수분, 시설재배지, 관개

주연구자 연락처 : E-mail, cho228@gg.go.kr; Tel, 031-229-5785

## 친환경농업 실천농가 온실가스 탄소배출량 산정 (Estimate Greenhouse Gas Emissions on Environment-Friendly Agriculture Rice)

문영훈<sup>1)</sup> · 최인영<sup>1)</sup> · 최선우<sup>1)</sup> · 안병구<sup>1)</sup> · 정성수<sup>1)</sup> · 김득수<sup>2)</sup>  
 Young-Hun Moon<sup>1)</sup> · In-Young Choi<sup>1)</sup> · Seon-Wu Choi<sup>1)</sup> · Byung-Koo Ahn<sup>1)</sup> ·  
 Seong-Soo Cheong<sup>1)</sup> · Deug-Soo Kim<sup>2)</sup>

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

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

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

최근 경제 발전으로 웰빙 농산물의 수요 및 환경보전의 중요성 증대로 친환경농산물 인증면적이 2001년 5,000ha에서 2009년 202,000ha로 증가하였다. 현재 우리나라 쌀 생산체계에 대한 영농방법별 환경성 비교 평가에 대한 연구는 없었다. 본 연구는 2011년~2013년 전북 군산과 익산 지역에서 45농가 관행농 15, 무농약 15, 유기농 15농가를 대상으로 영농방법별로 쌀 생산 과정 중 투입·배출되는 물질 목록을 면접조사 하여 생산체계에 대한 전과정평가는 국제표준화기구(ISO)에서 제정한 환경경영체계에 관한 국제표준 ISO 14040 규격에 의거하여 전과정 목록분석을 수행하였다. 전과정 목록분석은 모든 투입·산출량 자료는 벼논 10a를 기준으로 수집하였다. 전과정평가는 현장에서 발생하는 생산 활동 자료에 대한 전과정 목록구축과 관련된 에너지효율, 온실가스 배출 등에 대한 계수를 설정하였다. 질소비료에 의한 벼논 아산화질소 발생량을 계산할 때 비료 투입량 내 질소 유효성분함량을 적용하고 배출계수는 IPCC 1996 Tier 1을 적용하였다. 메탄배출량은 재배면적에 IPCC 1996 Tier 1 값을 적용하고 유기물시용 및 담수의 유·무와 재배일수 및 담수일수를 변수로 하여 산출하였다. 에너지 및 농자재 투입에 대한 자료 수집은 현장에서 면접 조사하였다. 전과정 목록분석은 지식경제부 영향평가 방법론의 특성화계수 및 특성화모델을 적용하여 각 범주별 기준물질에 대한 관련 물질들의 상응값(특성화 계수)과 발생량을 곱하여 영향범주별 환경영향 기여도를 평가하였다. 영향범주는 무생물자원고갈(ADP), 지구온난화(GWP), 오존층고갈(ODP), 산성화(AP), 부영양화(EP), 광화학산화물생성(POCP), PASS 4.1.3 프로그램을 사용하였다. 쌀 생산체계에서 온실가스 배출량을 탄소성적값으로 환산한 결과 쌀 1 kg 생산할 때 관행농 2.21 kg CO<sub>2</sub>-eq. kg<sup>-1</sup>, 무농약 2.14 kg CO<sub>2</sub>-eq. kg<sup>-1</sup>, 유기농 2.10 kg CO<sub>2</sub>-eq. kg<sup>-1</sup>가 발생 하였다.

Table. 유기농 원단위 탄소성적 산정

온실가스	배출량 (kg)	지구온난화지수 (GWP)	탄소성적 (kg CO <sub>2</sub> -eq.)
CO <sub>2</sub>	0.26	1	0.26
CH <sub>4</sub>	0.09	21	1.79
N <sub>2</sub> O	2.79e-04	310	0.09
HFCs	1.10e-09	1300	1.44e-06
SF <sub>6</sub>	2.29e-10	23900	5.48e-06
CFC-14	1.20e-09	6500	7.81e-06
Total (탄소성적)			2.10

주제어 : 온실가스, 벼, 관행농, 무농약, 유기농업

주연구자 연락처 : E-mail, moon0149@korea.kr, Tel, 86-63-290-6081

PS - 12

## 쌀 주산단지 재배 현미의 중금속 흡수이행 및 생물농축계수 산정 (Calculation of Bio-concentration Factor and Transition of Heavy Metals to Brown Rice of Chief Producing Area)

Seon-Hee Jeong<sup>\*</sup> · Won-Il Kim · Woo-Ri Go · Eun-Jin Huh · Anitha Kunhikrishnan ·  
Hyun-Myung Noh · Ji-Hyock Yoo

정선희<sup>\*</sup> · 김원일 · 고우리 · 허은진 · Anitha Kunhikrishnan · 노현명 · 유지혁

Chemical Safety Division, NAAS, Suwon 441-707, Republic of Korea

국립농업과학원 화학물질안전과

토양오염물질 중 중금속은 토양내 유입되면 이동성이 적고 장기간 축적되어 작물의 생육저해 및 먹이연쇄계를 통하여 인체에 피해를 준다. 중금속 오염지의 환경위해성평가는 오염물질의 인체 노출 경로로 농작물섭취, 음용수 섭취, 토양 섭취, 토양 및 음용수 피부접촉, 비산먼지 흡입을 산정하고 있는데 이 중 농작물섭취에 의한 인체 노출량은 농산물의 일일 섭취량과 농산물 중 오염물질 농도 산정하여 추정하는데 현재 이에 대한 국내 자료는 없는 실정이다. 이에 본 연구는 국내 쌀 주산단지 거주 주민의 위해 정도를 정량적으로 평가하기 위하여 국내 생산되는 쌀의 중금속 흡수이행 정도를 파악하여 생물농축계수를 산정하였다. 쌀의 중금속 생물농축계수 산정은 국내 쌀 생산량이 상위권인 전국 16개 시군 쌀 주산단지를 대상으로 시군별로 2~6점의 시료 채취가 가능한 지점을 선정하여 토양시료와 동일 지점에서 재배한 쌀을 총 82개 지점에서 채취하여 시료로 사용하였다. 생물농축계수(BCF)의 산정은  $BCF = C_p(\text{농작물내 중금속농도, DW mg/kg}) / C_s(\text{토양농도, mg/kg})$ 로 계산되었다. 조사 쌀의 평균 BCF값은 As는 0.101, Cd는 0.121, Cu는 0.399, Hg는 0.061, Ni는 0.033, Pb는 0.010, Zn은 0.473 등으로 조사되었다. 원소별로 구분해 볼 때 Hg, Ni, Pb 등은 가식부위로의 전이율이 낮은 반면 작물의 필수 영양성분의 일종인 Cu, Zn이 전이율은 높게 나타났다. 이 결과는 국내 중금속 오염지역의 환경위해성 평가체계를 구축하는데 국내 기초자료로 활용코자 한다.

주제어 : 논토양, 쌀, 중금속, 생물농축계수

주연구자 연락처 : E-mail, wikim721@korea.kr; Tel, 031-290-0527

## Role of Biochars on the Availability of Arsenic and Cadmium to Earthworms (지렁이의 비소, 카드뮴의 유효성에 대한 바이오차 역할)

Gyeong-Jin Kim\* · Anitha Kunhikrishnan · Won-Il Kim · Jeong-Mi Lee · Nam-June Cho

김경진\* · Anitha Kunhikrishnan · 김원일 · 이정미 · 조남준

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

Soil contamination with heavy metal(loid)s has increasingly become a serious global environmental issue in recent years with considerable efforts made to remediate the contaminated soils. Interest in using biochar as a soil amendment is increasing because of its capacity to adsorb metal(loid)s and organic pollutants. This study investigated the effect of hairy vetch (HV) and poultry manure biochars (PMBC) (2% w/w) at 450 and 700°C on the availability of arsenic (As) and cadmium (Cd) to earthworms (*Eisenia fetida*) in a highly contaminated As soil. The bioavailability of As and Cd to earthworms was determined by mortality and avoidance tests. Biochars reduced the extractable As and Cd by 45-89% in treated soils. Weight loss of worms was observed in all the treatments. The mortality percentage reduced by 70-80% in biochars compared to control. Biochars PMBC 700, and HVBC 450 greatly reduced the metal(loid) accumulation in worm tissues compared to control. In the avoidance test, earthworms preferred the low-temperature biochars compared to the high-temperature soils. The worms partially selected both the treatments when placed between the control and biochars which may be due to presence of metal(loid)s in biochars. The availability of metal(loid)s to earthworms varied between the biochars (feed stock and temperature), therefore, care must be taken during the selection of amendments to remediate contaminated soils.

**Keywords** : Arsenic, Cadmium, Biochars, Earthworms, Mortality, Avoidance

**Corresponding author** : E-mail, wikim721@korea.kr; Tel, 031-290-0527



PS - 14

## 국내 중금속오염 폐금속 광산인근 논토양의 환경위해성평가 (Environmental Health Risk Assessment for Heavy Metals in Paddy Soil Nearby Abandoned Mine Areas in Korea)

Eun-Jin Huh<sup>\*</sup> · Won-Il Kim · Woo-Ri Go · Seon-Hee Jeong · Gyeong-Jin Kim · Min-Ji Kim · Ji-Hyock Yoo  
허은진<sup>\*</sup> · 김원일 · 고우리 · 정선희 · 김경진 · 김민지 · 류지혁  
Chemical Safety Division, NAAS, Suwon 441-707, Republic of Korea  
국립농업과학원 화학물질안전과

본 연구는 국내 중금속오염 폐금속광산(HY, MB, SS, TC, YD광산)을 대상으로 토양, 관개용수, 농작물의 독성 중금속 원소들의 오염도를 분석하고, 노출경로에 따른 일일평균노출량(ADD)을 기반으로 발암위해도 및 비발암위해도를 산출하여 환경위해성평가를 한 결과는 다음과 같다. 토양중 금속 함량은 5개 광산 중 HY, MB광산의 비소평균 함량이 각각 47.7, 39.5 mg/kg으로 토양오염 우려기준인 25 mg/kg를 초과하여 다른 중금속 보다 비소의 오염이 심각함을 나타내었다. 관개용수에 의한 중금속 함량 분석의 결과는 HY광산만 비소함량이 26.012  $\mu\text{g/L}$ 으로 농업용수 수질 기준치인 50  $\mu\text{g/L}$ 를 초과하진 않았으나 다른 광산의 경우보다 높은 오염을 보였다. 쌀 중 비소함량은 HY광산에서 평균 0.253 mg/kg으로 다른 광산보다 높은 수준을 보였고, 쌀 중 카드뮴의 경우 HY, SS, YD 광산에서 낱의 경우 전체 5개 광산 인근 일부 필지에서 허용 기준치를 초과하는 시료가 확인 되었다. 이러한 결과를 토대로 본 다섯개 광산의 오염도 분석은 비소의 오염이 가장 두드러지게 나타났으며, 다른 광산과 다르게 HY광산에서 관개용수의 중금속 오염이 심각함을 알 수 있었다. 중금속의 오염수준분석 결과를 바탕으로 노출경로에 따른 총 일일평균노출량을 각각 계산하여 발암위해도 및 비발암위해도를 산출하였다. 비발암위해도 산출 결과, As의 HI 지수가 1이 넘는 광산은 HY, MB, TC광산이 각각 3.474, 1.115, 1.253으로 산출되었으며, HY광산에서 가장 높은 수치로 고 위험도를 나타냈다. Pb의 HI지수의 경우 TC광산을 제외하고 모두 1를 넘는 수치로 그 범위는 1.008~1.277로 비슷한 위해도 발생가능성을 보였다. 발암위해도의 경우 비소의 발암잠재력 수치(SF)만이 정립되어있어 비소의 발암위해도만 평가를 진행하였다. 비발암오염도와 동일하게 HY광산( $1.56\text{E-}03$ )에서 가장 높은 값을 보였다. 이 결과는 관개용수로 오염으로 인한 농작물의 흡수가 달라져 농작물의 오염도에서 큰 차이를 가져온 것이라는 결과를 얻을 수 있다. 토양의 중금속의 함량이 관개용수의 중금속 함량보다 영향이 적어 관개용수의 중금속오염도가 가장 심했던 HY광산에서 농작물 중금속 오염도를 크게 증폭시켜 환경위해성 평가에서도 고 위험 군으로 분리되는 결과를 얻을 수 있었다. 결론적으로, HY광산의 높은 농작물 중금속 오염도는 토양중금속의 오염보다는 관개용수의 오염이 농산물 중금속 오염에 더 큰 영향을 미침을 추정할 수 있었다.

주제어 : 비소, 중금속, 위해성평가, 발암위해도, 비발암위해도

주연구자 연락처 : E-mail, wikim721@korea.kr; Tel, 031-290-0527

## Influence of Biochars, Red Soil and Vermicompost on Arsenic Availability to Plants, Earthworms and Microorganisms (식물, 지렁이, 미생물의 비소 유효성에 대한 바이오차, 황토, 지렁이퇴비의 영향)

Anitha Kunhikrishnan\* · Gyeong-Jin Kim · Won-Il Kim · Jeong-Mi Lee · Woo-Ri Go · Nam-June Cho

Anitha Kunhikrishnan\* · 김경진 · 김원일 · 이정미 · 고우리 · 조남준

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

This study investigated the influence of organic amendments [vermicompost (5% w/w), and hairy vetch and poultry manure biochars (2% w/w) at two temperatures (450 and 700°C)] and red soil (RS-2% w/w) on the availability of arsenic (As) to radish plants (*Raphanus sativus*), earthworms (*Eisenia fetida*) and microorganisms in a highly contaminated As (1341.54 mg As kg<sup>-1</sup>) soil. The bioavailability of As to earthworms was determined by mortality test and to microorganisms by microbial biomass carbon (MBC) experiment. In the plant growth experiment, there was no significant difference in dry matter content among the biochars, vermicompost and red soil and also between biochars at different temperatures. Although the extractable As increased in all the treatments after the completion of the experiment, biochars, significantly reduced the uptake of As compared to the control. Poultry manure biochar decreased As at a higher rate when compared to hairy vetch biochar, and the reduction percentage was significantly higher at higher temperature. Red soil and vermicompost also reduced the availability of As to radish but the percentage of reduction was similar to hairy vetch biochar at 450°C. Also, red soil in combination with biochars reduced the availability of As but the percentage of reduction was similar to biochars at 450°C. At the end of the mortality experiment, weight loss of worms was observed in all the treatments. The mortality percentage in worms reduced by 70-80% in biochars and RS compared to control and vermicompost treatments. The HVBC 450 and PMBC 700 markedly reduced As accumulation in worm tissues compared to control, red soil and vermicompost treatments. Microbial activity varied between the treatments and higher MBC was noticed in soils treated with biochars at low temperatures. This study shows the effectiveness of biochar and red soil in the remediation of As-contaminated soils. Results may vary, depending on the types of biochar and its pyrolysis temperature. A field experiment is currently underway to confirm the results obtained from the glass house and laboratory studies.

**Keywords** : Arsenic, Radish, Earthworms, Microorganisms, Biochars, Red soil, Vermicompost

**Corresponding author** : E-mail, wikim721@korea.kr; Tel, 031-290-0527



PS - 16

## 혼합유박비료가 벼 생육과 품질에 미치는 영향 (Effect on the Growth and Quality of Rice Residues Manure Mixed Expeller Cake fertilizer)

문영훈<sup>\*</sup> · 최선우 · 최인영 · 안병구 · 정성수Young-Hun Moon<sup>\*</sup> · Seon-Wu Choi · In-Young Choi · Byung-Koo Ahn · Seong-Soo Cheong

전라북도농업기술원

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

벼에 필요한 혼합유박비료의 양을 정확하게 파악하여 효율적으로 사용하면 환경에 대한 양분의 부하를 최소화하고, 농자재를 절감하기 위하여 2012-2013년에 수행하게 되었다. 본 시험은 전북 익산시 신흥동 유기농재배 포장에서 신동진벼를 2013년 6월 10일 포트모로 기계 이앙하였다. 처리방법은 이앙전 3일(일반관행), 10일, 20일, 30일, 40일에 혼합유박비료를 전량 밑거름으로 사용하였으며, 처리량은 질소를 기준으로  $9\text{kg } 10\text{a}^{-1}$  수준으로 처리하였고, 혼합유박비료 성분량은  $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O} = 4.0\text{-}2.0\text{-}1.0\text{kg}$  이었으며, 시험구는 각각 단구제로 배치하였다. 혼합유박비료 실내 실험한 결과는 건담조건에서  $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 7일까지 암모니아화작용이 이루어지기 시작 했으며,  $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 35일 까지 질산화작용이 이루어지기 시작했고, 담수조건에서 T-N 변화는 차이가 없었으며,  $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 28일 까지 암모니아화작용이 진행되는 경향 이었으며,  $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 28일 까지 질산화작용이 진행되었다. 시험전 토양은  $\text{EC } 0.53 \text{ dS m}^{-1}$ , 유기물 함량  $29 \text{ g kg}^{-1}$ , 유효인산 함량  $96 \text{ mg kg}^{-1}$ , 규산  $168 \text{ mg kg}^{-1}$  등이었고, 수확기 토양성분 중 EC는 약간 높아지는 경향을 보였고, 유기물, 인산, 규산 등은 시험전에 비해 감소하는 경향이였다. 초장은 처리간에 증가폭이 유사한 경향을 나타냈고, 농가관행 보다는 이앙 전 20일 처리구에서 초장, 경수가 높았으며, 이앙 전 10일, 농가관행 처리구에서 초장, 경수는 비슷한 경향을 보였으며, 엽록소 함량은 이앙 전 20일 > 이앙 전 10일 > 농가관행 > 이앙 전 30일 > 이앙 전 40일 처리구 순으로 조사되었다. 혼합유박비료 처리구별 수량구성요소와 수량은 이앙 전 20일 처리구가 가장 많았고, 이앙 전 40일에서 가장 적었으나 처리간 큰 차이는 없었다.  $10\text{a}$ 당 수량은 이앙 전 20일 > 이앙 전 10일 > 농가관행 > 이앙 전 30일 > 이앙 전 40일 순 이었다. 쌀의 몇 가지 이화학성분과 식미치를 조사한 결과 처리간 아밀로오스 함량 차이는 18.1 ~ 18.8%로서 미미하였으며, 식미를 예측할 수 있는 중요한 특성으로 알려져 있는 단백질 함량은 6.0% ~ 6.4%로 나타났으며, 이앙 전 20일이 약간 좋은 경향 이었다.

Table. 백미 이화학성 및 식미치

구 분	이 화학 성(Infratec 1241, Foss)			식미치 (Toyo-MA system)
	백 도	아밀로오스 함량 (%)	단백질 함량 (%)	
이앙 전 3일(관행)	38.3	18.2	6.3	70.3
이앙 전 10일	38.3	18.5	6.2	71.1
이앙 전 20일	38.5	18.8	6.0	71.9
이앙 전 30일	38.2	18.3	6.3	70.6
이앙 전 40일	38.1	18.1	6.4	70.4

주제어 : 벼, 혼합유박비료

주연구자 연락처 : E-mail, moon0149@korea.kr; Tel, 86-63-290-6081

## 농업부산물을 이용하여 제조한 biochar의 비료학적 특성 평가 (Evaluation of Fertilizer Characteristics in Biochar Using Agricultural Waste)

강세원<sup>1)</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 박주왕<sup>1)</sup> · 허종수<sup>2)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>

Se-Won Kang<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>1)</sup> · Ju-Wang Park<sup>1)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>2)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>

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

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

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

농업부산물 중 벧짚은 규산, 칼리 및 질소 등이 함유되어 있어 대부분 퇴비로 제조되어 경지에 환원되고 있지만, 벧짚 외에 대부분의 농업부산물은 그 활용도가 매우 낮은 편으로 이들의 농업적 재활용 방안이 필요한 실정이다. 특히, 농업부산물은 질소, 인 및 칼리 등 비료학적 성분이 풍부하여 농업적 이용가능성이 높을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 논, 밭에서 발생하는 다양한 농업부산물을 이용하여 biochar로 제조한 후 각각의 biochar의 비료학적 특성을 평가하였다. Biochar 토양개량제 제조에 사용된 농업부산물은 왕겨(RH), 보릿짚(BS), 고춧대(PS), 옥수수대(CS)를 이용하였으며, 400℃에서 4시간동안 열분해하여 biochar를 제조하였다. 제조된 biochar의 질소 및 칼리 함량은 PS > CS > RH > BS biochar순으로 높았고, 인 함량은 PS > CS > BS > RH biochar 순으로 높게 조사되었다. 농업부산물 biochar 토양개량제의 B, Cu, Fe, Mn, Ni 및 Zn 함량은 토양개량제의 종류에 상관없이 각각 0.1~11.5, 3.7~24.2, 7.6~322, 83.8~1,331, 0.7~3.6 및 63.1~305 mg/kg 범위로 조사되었다. 따라서 농업부산물을 활용하여 제조한 biochar를 토양에 주입한다면 토양개량효과와 함께 질소, 인산, 칼리 및 미량성분을 공급할 수 있어 비료학적 가치가 있을 것으로 판단된다.

**주제어** : 농업부산물, 비료학적 성분, 성형보조제, 압출장치, 토양개량제

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

PS - 18

## 보릿짚 biochar의 중금속 흡착 효율 평가 (Evaluation of Heavy Metal Adsorption Efficiency in Barley Straw Biochar)

강세원<sup>1)</sup> · 서동철<sup>1)</sup> · 박주왕<sup>1)</sup> · 허종수<sup>2)</sup> · 조주식<sup>1)</sup>Se-Won Kang<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>1)</sup> · Ju-Wang Park<sup>1)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>2)</sup> · Ju-SiK Cho<sup>1)</sup><sup>1)</sup>순천대학교 생물환경학과, <sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농업생명산업 글로벌 인재 육성 사업단) & 농업생명과학원<sup>1)</sup>Department of Bio-environmental Sciences, Suncheon National University, Korea<sup>2)</sup>Division of Applied Life Science(BK21 program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Korea

보릿짚은 논에서 발생하는 농업부산물로 다른 부산물에 비해 활용도가 낮아 대부분 소각되고 있지만, 소각시에 발생하는 가스성분 및 입자상 물질들은 대기오염을 일으키는 하나의 원인으로 작용하고 있어 보릿짚의 재활용 방안이 필요한 실정이다. Pb 및 Cd 등의 중금속은 토양환경에서 발생하는 독성 물질로 중금속의 함량이 기준치를 초과하게 되면 작물흡수 등으로 인해 인간에게 직·간접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이에 본 연구는 보릿짚을 biochar로 제조하여 Freundlich와 Langmuir 등온흡착 실험을 통해 보릿짚 biochar의 중금속 제거 및 흡착 효율을 평가하였다. 보릿짚 biochar의 Pb 제거효율은 96.0%이었고, Cd의 제거효율은 54.6%이었다. Freundlich 등온흡착식에 의하면 Pb 및 Cd의 흡착능력(K)은 각각 296.1 및 48.1로 Pb가 Cd에 비해 흡착능력이 컸으며, 흡착강도(1/n)는 각각 0.08 및 0.05로 모든 중금속의 흡착강도 값이 1이하로 Langmuir 형의 등온흡착 특성을 가지고 있었다. Langmuir 등온흡착식으로부터 산출한 보릿짚 biochar의 최대흡착량은 Pb의 경우 454.5 mg/g, Cd의 경우 58.1 mg/g으로 Pb가 Cd에 비해 높은 흡착능력을 보였다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 보릿짚 biochar는 중금속오염 토양이나 토양복원에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

**주제어** : 등온흡착, 보릿짚, Biochar, Cd, Pb

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

## 당근 연속재배지에서 녹비작물 파종량이 당근의 생육과 상품수량에 미치는 영향 (Effect of Seedling Rate of Green Manure Crop on Growth and Commercial Yield of Carrot in the Continuous Cropped Field with Carrot)

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

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

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

<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경과학부.

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

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

본 연구는 당근 연속재배지에서 녹비작물의 파종량이 당근의 생육과 상품수량에 미치는 영향을 조사하기 위해 수단그라스와 크로타라리아를 일반적인 파종량인  $6 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 을 기준으로 하여 1/2배량, 기준량 및 2배량으로 각각 파종하여 녹비작물의 생육특성 및 당근의 생육특성과 상품수량을 조사하였다. 녹비작물 파종량에 따른 biomass 생산량은 전반적으로 수단그라스가 크로타라리아에 비해 높았으며, 파종량이 증가함에 따라 biomass 생산량도 증가하는 경향을 보였다. 녹비작물 환원시 양분 공급량은 크로타라리아의 경우 질소와 인산의 공급량이 칼리에 비해 높은 경향이었고, 수단그라스의 경우 질소와 인산에 비해 칼리의 공급량이 높은 특성을 보였다. 특히, 당근은 다른 작물에 비해 칼리의 양분요구량이 높은 작물이기 때문에 수단그라스의 적절한 혼용이 필요할 것으로 판단된다. 녹비작물의 토양환원 후 토양의 물리학적 특성 변화는 용적밀도의 경우 모든 녹비작물 처리구가 대조구에 비해 감소하는 경향이었고, 공극률의 경우는 녹비작물 처리구가 대조구에 비해 증가하는 경향이였다. 녹비작물 파종량에 따른 당근의 상품수량을 조사한 결과 녹비작물 처리구는 대조구에 비해 총 생산량은 증가하였고, 당근 장해를 포함한 비상품율은 감소하는 경향이였다. 특히 크로타라리아 처리구에서 다른 녹비작물에 비하여 장해율이 낮았으며, 기준량 및 2배량을 파종한 처리구에서 당근의 생산량은 각각  $3,414 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$  및  $3,453 \text{ kg } 10\text{a}^{-1}$ 로 다른 처리구에 비해 높았다. 이상의 결과를 미루어 볼 때, 당근 연속재배지에서 당근의 생육 및 상품수량을 증대시키기 위해서는 녹비작물을 활용하는 것이 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 기대되며, 부가적으로 녹비작물의 활용은 당근의 연작장해 경감효과가 있는 것으로 판단된다.

주제어 : 당근, 수단그라스, 크로타라리아, 파종량

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



Fig. 1. 시험포장 및 당근재배 전경.

## Effect of Molybdenum on Nitrogenase and Nitrate Reductase Activity in Hairy Vetch

### (몰리브덴이 헤어리베치의 Nitrogenase와 Nitrate Reductase 활성에 미치는 영향)

Faridul Alam<sup>1)</sup> · Song Yeob Kim<sup>1)</sup> · Tae Young Kim<sup>1)</sup> · Yong Bok Lee<sup>2)</sup>

파리돌 알람<sup>1)</sup> · 김송엽<sup>1)</sup> · 김태영<sup>1)</sup> · 이용복<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, South Korea

<sup>2)</sup>Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, South Korea

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부, <sup>2)</sup>경상대학교 생명과학연구원

Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) is a winter annual legume used in single or mixtures with barley, the most popular used as green manure in Korea. Molybdenum (Mo) is one of the micronutrients, plays an important role in nitrogen fixation of legume plant. Mo acts as a co-factor of the protein in the synthesis of nitrogenase complex, which is responsible for conversion of nitrogen (N<sub>2</sub>) into ammonium in the process of nitrogen fixation. A pot experiment was conducted in green house during 2012 to study the effect of Mo in nodulation, nitrogenase activity, nitrate reductase activity and biomass production in vegetative and flowering stage of hairy vetch. In this study, Mo was applied 0, 0.25, 0.5, 1.0 and 2.0 kg ha<sup>-1</sup>. Nitrogenase activity of hairy vetch root nodules was measured by acetylene reduction assay to know the effective nitrogen fixation. Nitrate reductase activity and others chemical properties were measured according to standard protocol. Molybdenum application increases nodule number, nodule weight, above ground biomass, root biomass, nitrogenase activity and nitrate reductase activity compared to control plant. Among the treatments, Mo application 1kg ha<sup>-1</sup> treated plants showed the highest nodule number and nodule mass in vegetative stage and flowering stage. These results indicated that 1kg Mo ha<sup>-1</sup> treated plant produced higher nodule number and nodule weight, which might be attributed to nitrogenase activity in nodules that in turn enhanced N<sub>2</sub> fixation. Plants that received same treatment showed the highest above ground biomass yield (5.01 g plant<sup>-1</sup>) and root biomass yield (0.35 g plant<sup>-1</sup>) in flowering stage. The highest nitrogenase activity (1797.5 μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> plant<sup>-1</sup> hr<sup>-1</sup>) and nitrate reductase activity (2.1 mg kg<sup>-1</sup>) in root were recorded in 1 kg Mo ha<sup>-1</sup> treated plant in flowering stage, which were also higher than vegetative stage. Therefore, optimum Mo application rate was 1kg Mo ha<sup>-1</sup>, which was probably the appropriate dose that showed better performance in biomass production of hairy vetch plant.

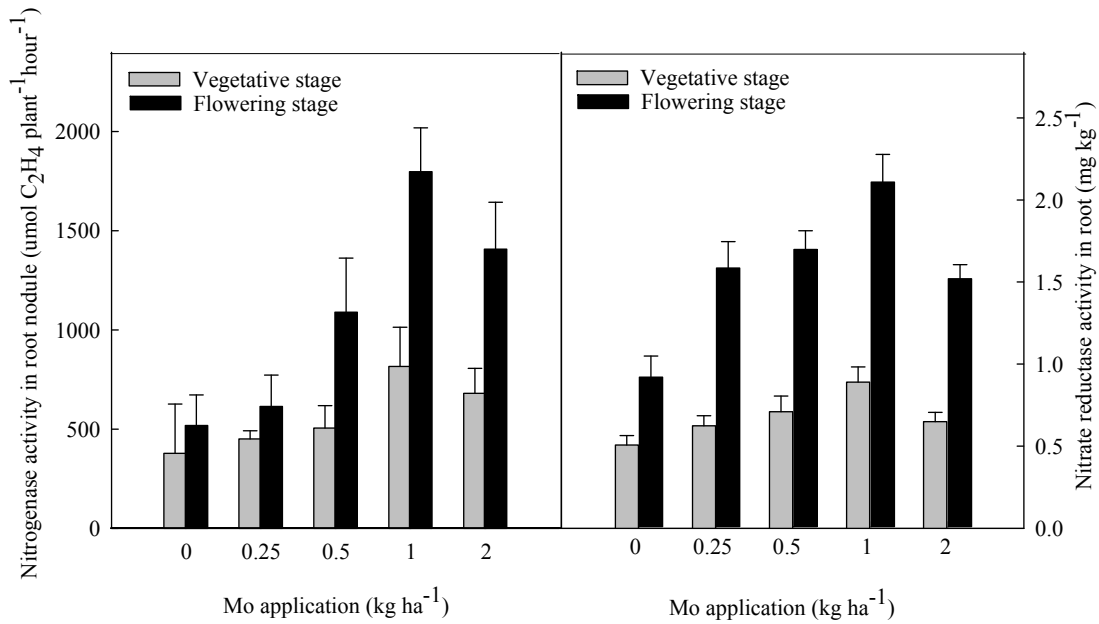


Fig. Nitrogenase and nitrate reductase activity at different levels of Mo in vegetative and flowering stage of Hairy vetch. Error bars indicate standard error among the mean value.

Keywords : Hairy vetch, Molybdenum, Nitrogenase, Nitrate reductase

Corresponding author : E-mail, yblee5467@gmail.com; Tel, 82-55-772-1967

## Improvement of Methanogenesis Characterizing Accuracy by Ribonucleic Acid based Techniques in Rice Paddy Soil (벼논에서 RNA 기반 기술을 이용한 메탄생성균 특성화의 정확도 개선)

Hyo Suk Gwon<sup>1)\*</sup> · Hyun Young Hwang<sup>1)</sup> · Pil Joo Kim<sup>1),2)</sup>  
권효숙<sup>1)\*</sup> · 황현영<sup>1)</sup> · 김필주<sup>1),2)</sup>

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

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

Methanogens which divided into acetotrophic and hydrogenotrophic species produce the same methyl Co-enzyme M reductase, and it is expressed by *mcrA* gene. *mcrA* gene only restricted to methanogenic archaea, and thus it is used to characterize methanogenic diversity and activity. In general, DNA level based metagenome techniques is broadly utilized to characterize methanogenic archaea in paddy soil, but its changes were not matched well with methane emission characteristics during rice cultivation. In order to improve the accuracy of methanogenesis activity and diversity analysis which is related to CH<sub>4</sub> emission dynamics in paddy soil, methane emission rates were monitored in a typical paddy field by a closed chamber method during rice cultivation and the activities and diversities of methanogens were characterized by DNA and RNA-based techniques in the surface soils. Finally, the data accuracy was compared by using the relationship between CH<sub>4</sub> emission rates and methanogenic properties. RNA-based methanogens activities were more highly correlated with methane emission patterns than DNA-based techniques during rice cultivation. However, the characteristics of methanogens diversities were not discriminated between DNA and RNA-based techniques. Therefore, methanogens should be characterized by RNA-based techniques rather than DNA in rice paddy soil.

**Keywords** : Rice paddy, Methane emission, Methanogen

**Corresponding author** : E-mail, pjkim@gnu.ac.kr; Tel, 055-772-1966



## 수질 환경 분야(PW)

PW-01

## 가축분뇨 퇴비 시용 논에서 저류지에 의한 비점오염 저감 효과 (Reducing Nutrient Load in Drainage Water from Paddy Field with Livestock Manure by Small-scaled Pond)

김민경<sup>\*</sup> · 정구복 · 김명현 · 최순균 · 조광진 · 홍성창 · 소규호  
Min-Kyeong Kim<sup>\*</sup> · Goo-Buk Jung · Myun-Hyun Kim · Soon-Kun Choi ·  
Kwang-Jin Cho · Seong-Chang Hong · Kyu-Ho So

국립농업과학원 기후변화생태과

Climate Change and Agro-Ecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

기후변화에 따른 강우특성 변화로 비점오염물질의 유출이 증대될 것으로 예측되어 이에 대한 집중관리가 필요하다. 다른 영농형태와 달리 논은 재배작물과 투입자재가 단일 및 표준화되어 있어 비점오염원 관리가 비교적 용이하나 면적이 넓고 물관리 방법에 따라 배출 변화의 폭이 크다. 따라서 논에서의 비점오염원 관리는 배출수 관리방안이 현실적인 방안으로 판단되어 본 연구에서는 화학비료 대체 가축분뇨 퇴비가 시용된 논으로부터 직접 수계로 배출되는 것을 방지하기 위한 저류지의 효과를 구명하고자 2013년 5월부터 9월까지 경기도 수원시 권선구 서둔동 국립농업과학원 기후변화생태과 시험포장(1,715 m<sup>2</sup>)에서 논 배출수가 외부로 배출되기 전에 논 저류지(12 m<sup>2</sup>)를 조성하였다. 영농기간 동안 강우사상시 논 배출수와 저류지를 통과한 배출수의 토사 및 양분(질소, 인) 부하량을 평가하여 저류지의 효과를 평가하였다. 영농기간 동안 논 저류지를 이용한 논 배출수 중 총질소와 총인의 부하 저감 효과는 각각 82.6%와 85.6% 이었다. 따라서 경지기반 정리되어 용수의 취·배수가 용이한 논에서는 외부 수계로 배출되기 전 저류지를 설치하면 양분물질의 배출이 저감될 것으로 생각되며 특히 농업보호구역 및 농업진흥지역에는 논 배수 저류시설 등의 자연정화형 비점오염 저감방안을 마련하도록 정책부서의 제도개선이 필요하다고 생각된다.

주제어 : 논, 비점오염, 저류지, 가축분뇨 퇴비

주연구자 연락처 : E-mail, kimmk72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0223

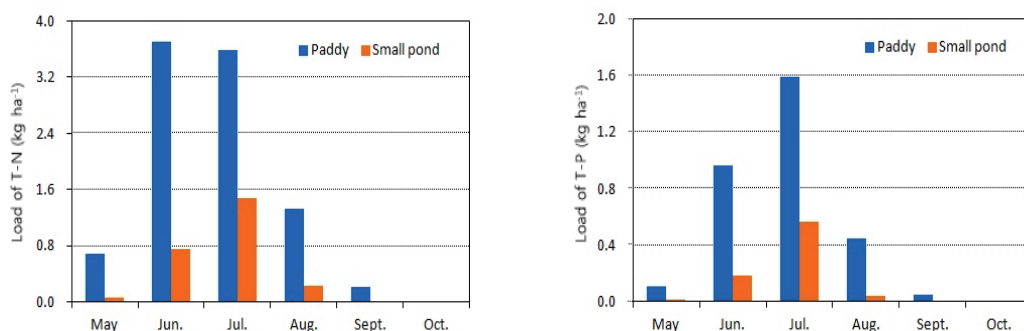


Figure. Comparison of total nitrogen(left) and total phosphorus(right) loads in drainage water at an entrance and an exit of the small-scaled pond

## 곡간지 논에서의 물질수지 평가 (Nutrient Load Balance from the Valley Paddy Field during the Cultivation Period)

김민경<sup>\*</sup> · 정구복 · 김명현 · 최순균 · 조광진 · 홍성창 · 소규호  
Min-Kyeong Kim<sup>\*</sup> · Goo-Buk Jung · Myun-Hyun Kim · Soon-Kun Choi ·  
Kwang-Jin Cho · Seong-Chang Hong · Kyu-Ho So

국립농업과학원 기후변화생태과  
Climate Change and Agro-Ecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

우리나라 전체 농경지 면적의 60% 이상을 차지하는 논은 관개와 낙수라는 특수한 물관리가 이루어지기 때문에 양분물질의 유입 및 유출특성이 상이하며, 같은 논이라 할지라도 비료사용량, 시비방법, 시비시기, 관개용수 및 강우특성에 따라 양분물질의 유출량이 다르다. 논에서의 수문 및 수질 모니터링 결과는 지형 및 기상조건, 영농관리방법 및 관개수원에 따라 그 결과가 상이하게 나타난다. 일반적으로 관개용수 공급이 용이한 평탄지 논에서 양분물질의 유입 및 유출 평가에 대한 연구는 측정이 용이하여 많이 이루어져 있으나 곡간지 논에서의 물질수지 평가는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 곡간지 논에서 벼농사가 주변 수계의 수질에 미치는 영향을 평가하기 위해 충북 진천군 문백면 은탄리 곡간지 논에서 2013년 5월부터 10월까지 벼 재배기간 동안 논에서 양분물질인 질소와 인의 유입 및 유출 부하량을 조사하였다. 조사 면적인 1,984 m<sup>2</sup>이며 토양층은 매곡층으로 사양질이며 배수가 약간 양호한 토양이었다. 관개수원은 영농초기에는 하천수와 지하수를 이용하다가 중기부터는 지하수만으로 관개하였으며 재배품종은 청풍흑찰이었다. 조사기간 동안 논으로 유입되는 강우, 관개수, 비료의 인 유입량은 각각 1.24, 2.03, 40.4 kg/ha으로 43.7 kg/ha가 유입되었으며 논으로부터 유출되는 배출수, 침투수, 작물 흡수에 의한 인 유출량은 각각 2.52, 0.41, 39.9 kg/ha으로 42.8 kg/ha가 유출되었다. 따라서 곡간지 논에서의 질소의 유입량과 유출량은 각각 152.9와 110.7 kg/ha 이고 인의 유입량과 유출량은 각각 43.7과 42.8 kg/ha으로 질소와 인 수지는 42.2와 0.9 kg/ha이었다. 따라서 곡간지 논은 양분물질을 흡수하는 논의 공익적인 기능을 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 지역 및 영농관리 형태에 따라 다르겠지만 곡간지 논의 각 요인별 부하량은 평탄지 논에 비해 발생량은 낮으나 발생농도가 높아 부하량이 큰 것으로 나타났다.

주제어 : 논, 물질수지, 질소, 인, 곡간지

주연구자 연락처 : E-mail, kimmk72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0223

Table. Total nitrogen and total phosphorus mass balance in the studied valley paddy field during the rice cultivation period in 2013. (Unit : kg/ha)

	Input (A)				Output (B)				ΔS (A-B)
	Rainfall	Fertilizer	Irrigation	Sub-total	Surface drainage	Percolation	Crop uptake	Sub-total	
T-N	5.3	112	35.6	152.9	22.7	4.19	83.8	110.7	42.2
T-P	1.24	40.4	2.03	43.7	2.52	0.41	39.9	42.8	0.9

PW-03

## 농업용 하천수와 지하수의 수질 상태지표 산정 (State Indicator of Water Quality for Agricultural Surface Water and Groundwater)

김민경<sup>1)\*</sup> · 윤순강<sup>1)</sup> · 권순익<sup>1)</sup> · 정구복<sup>1)</sup> · 노안성<sup>2)</sup> · 최승출<sup>3)</sup> · 최원일<sup>4)</sup> · 이종은<sup>5)</sup> · 김갑철<sup>6)</sup> ·  
김병호<sup>7)</sup> · 박상조<sup>8)</sup> · 이성태<sup>9)</sup> · 양상호<sup>10)</sup>

Min-Kyeong Kim<sup>1)\*</sup> · Sun-Gang Yun<sup>1)</sup> · Soon-Ik Kwon<sup>1)</sup> · Goo-bok Jung<sup>1)</sup> · An-Sung Ro<sup>2)</sup> ·  
Seung-Chul Choi<sup>3)</sup> · Won-Il Choi<sup>4)</sup> · Jong-Eun Lee<sup>5)</sup> · Kab-Cheol Kim<sup>6)</sup> ·  
Byeong-Ho Kim<sup>7)</sup> · Sang-Jo Park<sup>8)</sup> · Seong-Tae Lee<sup>9)</sup> · Sang-Ho Yang<sup>10)</sup>

<sup>1)</sup>국립농업과학원, <sup>2)</sup>경기도농업기술원, <sup>3)</sup>강원도농업기술원, <sup>4)</sup>충청북도농업기술원, <sup>5)</sup>충청남도농업기술원, <sup>6)</sup>전라북도농업기술원,  
<sup>7)</sup>전라남도농업기술원, <sup>8)</sup>경상북도농업기술원, <sup>9)</sup>경상남도농업기술원, <sup>10)</sup>제주도농업기술원

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

<sup>2)</sup>Gyeonggi Agricultural Research and Extension Services, Hwaseong 445-972, Korea

<sup>3)</sup>Gangwon Agricultural Research and Extension Services, ChunCheon 200-150, Korea

<sup>4)</sup>Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Cheongweon 363-883, Korea

<sup>5)</sup>Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Yessan 340-861, Korea

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

<sup>7)</sup>Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

<sup>8)</sup>Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Daegu 702-708, Korea

<sup>9)</sup>Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-950, Korea

<sup>10)</sup>Agricultural Research and Extension Services, Jeju Special Self-Governing Province, 697-500, Korea

본 연구에서는 수질환경에 대한 농업의 긍정적 및 부정적 영향을 평가하기 위하여 2007년부터 2013년 우리나라 농업용 하천수와 지하수 수질에 대한 변동 조사결과를 활용하여 OECD 기준과 우리나라 농업용수 수질기준에 의한 수질 상태지표를 산정하였다. OECD 수질 상태지표의 기준은 국가 음용수 수질기준치를 초과한 질산염과 인을 함유하는 하천수와 지하수 조사지점 비율을 나타내는데 우리나라 음용수 수질기준은 질산태 질소가 10 mg/L이며 인에 대한 기준은 없다. 우리나라 농업용수 수질기준은 하천수의 경우 환경정책기본법의 생활환경기준 IV등급을 따르며 지하수의 경우 지하수법의 농·어업용수 기준을 따르는데 이 기준치를 초과한 하천수와 지하수의 조사지점 비율을 나타낸다. OECD 기준에 의한 우리나라 농업용 지하수의 질산염 상태지표는 12.3~17.7%이었는데 본 연구에 활용된 수질 변동 자료는 지하수의 질산태 질소만 있어 OECD 수질 상태지표의 경우 이에 대한 수질 상태지표만을 산정하였다. 또한 우리나라 수질기준에 의한 하천수의 수질 상태지표는 pH 0.0~7.7%, DO 0.0~0.8%, BOD 0.4~1.0%, COD<sub>Mn</sub> 1.3~3.7%, T-P 1.2~4.7%, SS 0.0~1.6%이었으며 지하수의 수질 상태지표는 pH 0.0~7.2%, NO<sub>3</sub>-N 2.0~4.0%, Cl<sup>-</sup> 0.0~0.3%, Cd 0.0%, As 0.0~14.2%, Pb 0.0~0.82% 이었다. 농업용수 수질 상태지표를 통해서 나타난 것처럼 최근 문제시 되고 있는 농업용수 수질기준 항목 중 농작물에 필수 영양성분인 질소와 인에 대한 기준이 너무 엄격하게 설정되어 있어 우리나라 농업용수의 상당부분이 수질기준을 초과하는 것으로 나타났다. 이는 농산물 생산의 걸림돌이 되는 동시에 우리나라 수자원의 상당량을 활용하지 못하게 하는 결과를 초래하고 있다. 따라서 우리나라 농업용수 수질 현황을 고려한 이수목적의 농업용수 수질기준 및 정책 수립이 절실히 필요하다고 생각된다.

**주제어** : 농업용수, 하천수, 지하수, 수질, 상태지표

**주연구자 연락처** : E-mail, kimmk72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0223

## Wet Deposition of Trace Metals in the Suwon Region during Farming Period

### (작물 재배기간동안 수원지역의 강우에 의한 중금속 부하 특성)

Min-Kyeong Kim<sup>1,\*</sup> · Goo-Buk Jung<sup>1</sup> · Jong-Sik Lee<sup>1</sup> · Soon-Ik Kwon<sup>2</sup> · Mi-Jin Chae<sup>2</sup> · Myun-Hyun Kim<sup>1</sup> ·  
 Soon-Kun Choi<sup>1</sup> · Kwang-Jin Cho<sup>1</sup> · Seong-Chang Hong<sup>1</sup>  
 김민경<sup>1,\*</sup> · 정구복<sup>1</sup> · 이종식<sup>1</sup> · 권순익<sup>2</sup> · 채미진<sup>2</sup> · 김명현<sup>1</sup> · 최순균<sup>1</sup> · 조광진<sup>1</sup> · 홍성창<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Soil and Fertilizer Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>1</sup>국립농업과학원 기후변화생태과, <sup>2</sup>국립농업과학원 토양비료과

This study investigates the characteristic distributions of heavy metals in rainwater sampled from the Suwon region in central Korea, from April to October during 2011–2013. Additionally, the relationship between the concentrations of heavy metals and other chemical properties of the rainwater are also evaluated. Chemical properties of the rainwater varied between different raining periods and years. The volume-weighted mean of rainwater pH ranged from 3.9 to 6.7, and the volume-weighted means, considering the arithmetic means of heavy metal concentrations and their respective rainfall amounts, followed the order Zn>Pb>Cu>Cr>Ni>Cd. There were positive correlations between the major ionic components, such as Ca, Mg, and K, and the heavy metal concentrations of rainwater; Cu, Zn and Ni had strong relationships with all ion contents. The trends of monthly heavy metal concentrations showed higher values in July during 2011–2013. Considering the relative enrichments of heavy metals in rainwater, the order of average enrichment factors (EFs) was Cd>Pb>Cu>Zn>Ni>Cr; all of these were relatively higher than the EFs of natural components such as Fe, Mg and Ca. Al concentration, which is an indicator of EFs, had a positive relationship with elements originating from the Earth's crust, and a negative correlation with sources of anthropogenic contamination

**Keywords** : Enrichment factor, Heavy metal, Rainwater

**Corresponding author** : E-mail, kimmk72@korea.kr; Tel, 82-31-290-0223

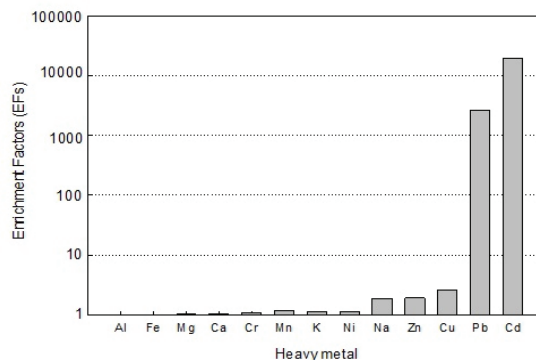


Figure. Average enrichment factors of heavy metals in rainwater in the Suwon region during farming periods (April to October) between 2011 and 2013

## PW-05

## 강화도 고구저수지의 물리적 특성 및 수질오염유형에 따른 수질개선방안 (Water Quality Improvements According to Physical Characteristics and Water Pollution Type of Gogu Reservoir Located in Ganghwado)

최선화\* · 김형중 · 김해도 · 김동환 · 이태호

Sun-Hwa Choi\* · Hyung-Joong Kim · Hae-Do Kim · Dong-Hwan Kim · Tae-Ho Lee

한국농어촌공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Ansan 426-908, Korea

고구저수지는 인천광역시 강화군 교동면 고구리에 1978년에 설치된 농업용 양수저수지이다. 유역은 화개산(259.5m)을 정점으로 형성된 구릉지역으로 강화군 교동면 고구 1, 2리 일부에 해당하는 전형적인 농촌지형이다. 고구저수지는 유역면적이 약 340ha로 자연 집수구역이 너무 작아 저수지 하류지역 농경배수로에서 물을 양수하여 관개용수로 재사용하고 있다. 농업용수로 사용한 물을 저수지로 양수하고 또 그 물을 농업용수로 공급하는 일련의 과정이 계속 반복됨으로서 저수지의 수질오염을 가중시키고 있다. 오염된 물을 사용하여 농사를 짓는 하류지역 농민들은 친환경농산물 인증을 받기 어려워 지속적인 민원을 제기하고 있다. 따라서 본 연구에서는 양수저수지인 고구저수지의 물리적 특성과 수질오염특성을 살펴보고, 저수지의 수질개선을 위한 적절한 수질개선대책을 제시하였다.

고구저수지의 수질현황은 COD 7.4~8.8 mg/L(평균 8.2 mg/L), T-N 0.611~1.355 mg/L(평균 0.885 mg/L), T-P 0.040~0.090 mg/L(평균 0.068 mg/L)로 조사 시기에 따라 수질의 차이를 보였으며, 양수지점인 농경배수에서의 수질은 COD 6.8~8.0 mg/L(평균 7.5 mg/L), T-N 0.820~3.960 mg/L(평균 2.384 mg/L), T-P 0.053~2.122 mg/L(평균 1.391 mg/L)로 T-N, T-P 농도가 높게 나타났다. 상류유역의 유입배수1은 COD 0.4~4.4 mg/L(평균 1.4 mg/L), T-N 0.038~3.538 mg/L(평균 1.558 mg/L), T-P 0.055~4.337 mg/L(평균 1.734 mg/L)로 T-N, T-P 농도가 높았고, 유입배수2에서는 T-P 농도가 매우 높게 나타났다. 유입배수1과 유입배수2는 저수지 상류부에 위치하고 있는 도로에 의해 분리된 소류지와 수문으로 각각 연결되어 흐름이 거의 없는 정체된 수역을 보이고 있다.

고구저수지는 평균 COD농도가 8.0 mg/L이상으로 유기물오염도가 높고, 유효저수량/만수면적 비가 5m이하로 호소 내부적으로 부영양화에 취약한 구조를 가지고 있는 복합원인형에 해당하는 저수지이다. 따라서 수질개선방안으로 호 내 DO를 증가시켜 내부생산성을 억제하는 방안과 유입수에 해당하는 농경배수의 수질을 개선시키는 대책들을 제안하였다. 저수지 호내 대책으로는 산소 직접 주입법과 호소수 인공순환/폭기법이 있는데 고구저수지는 수면적이 넓기 때문에 인공순환폭기법이 적용 가능 할 것으로 판단된다. 농경배수로는 하천 폭이 넓고 수심이 깊은 자연형태의 수로로 높은 T-N, T-P 농도를 나타내고 있으므로 농경지 인근 휴경지를 거친 후 배수하는 방법과 배수로 내에 설치하는 식생수로, 인공식물섬, Off-line으로 설치하는 인공습지 등이 현장 적용성이 높을 대책들로 판단되었다.

주제어 : 농업용수, 양수저수지, 수질, 수질개선, 인공습지

주연구자 연락처 : E-mail, csh@ekr.or.kr; Tel, 82-31-400-1832



## 농업용 양수저수지의 영양상태 및 수질오염유형 분류 (Water Quality Improvements According to Physical Characteristics and Water Pollution Type of Gogu Reservoir Located in Ganghwado)

최선화\* · 김해도 · 김동환 · 이태호

Sun-Hwa Choi\* · Hae-Do Kim · Dong-Hwan Kim · Tae-Ho Lee

한국농어촌공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Ansan 426-908, Korea

우리나라에는 자연적으로 집수할 수 있는 직접유역이 매우 작아서 인근에 있는 강이나 하천, 또는 농경배수로 등에서 물을 양수하여 필요한 저수량을 확보하는 양수저수지로 강화도 및 전라남도 서남해안 간척지를 중심으로 전국에 약 250여개 분포하고 있다. 양수저수지는 대부분 하류지역 하천이나 농경배수로에서 물을 양수하여 농업용수 저수지를 채우고 있다. 특히, 농경배수로에서 물을 양수하는 경우에는 농지에 공급된 물이 농경배수로에서 저수지로 그리고 다시 농지와 농경배수로를 거쳐 저수지로 양수되어 반복 재사용되고 있다. 이처럼 반복 농업용수로 사용되면서 오염물질이 지속적으로 호 내에 누적되고 있으며, 이러한 양수저수지는 대부분 평균수심이 4m 이하로 수체가 작아 수질이 악화될 수 있는 취약한 구조를 갖고 있다. 본 연구에서는 37개의 양수저수지를 R.V.Vollenweir 영양상태 분류법과 한국형 부영양화지수법에 따라 각각 영양상태를 분류하였고, 호소의 물리적인자(유효저수량/만수면적)와 평균 COD값을 기준으로 한 호소의 오염유형분류법(한국농어촌공사, 2002)에 따라 외부원인형, 내부원인형, 복합원인형, 일반관리형의 4종류로 분류하였다.

R.V. Vollenweider의 호소 영양상태 구분법에 의해 분류한 결과 중영양호에는 길정저수지를 포함하여 10개소가, 중부영양호에는 고구, 길상2, 대산저수지 등을 포함하여 25개소가, 부영양호에는 중왕저수지와 구계저수지 2개소가 해당하였다. 한국형 부영양화 평가지수에 의한 분류결과 중영양호에는 길정저수지를 포함하여 8개소가 속했고, 부영양호에는 길상2, 대상, 고구저수지를 포함하여 양수저수지 대부분이 포함되었다. 과영양에는 중왕, 덕촌저수지 2개소가 해당하였다. 이러한 결과로부터 양수저수지는 대부분이 중부영양호 또는 부영양호 상태에 있는 것으로 나타났다.

37개의 양수저수지를 외부원인형, 내부원인형, 복합원인형, 일반관리형의 4종류로 분류한 결과, 외부원인형은 저수지 내부의 구조적인 원인보다는 배수로 및 하천의 오염된 물이 유입되어 호소 수질에 영향을 미치는 저수지로서, 난정, 창립저수지가 해당되며, 내부원인형은 저수지의 수심이 얇고 물이 정체되어 조류발생, 수생식물 고사 등으로 수질오염이 심화되는 경우와 퇴적물로부터의 오염물질 용출에 의해 오염이 심화되는 경우가 있다. 이러한 내부원인형은 강화도에 위치한 길상저수지 등 12개소가 해당하였다. 내부원인과 외부원인이 복합적으로 작용하여 수질오염을 심화시키는 복합원인형은 고구, 대산 등 13개소가 해당되었으며, 이러한 저수지는 준설 등을 통한 체적증가, 물순환 및 산소주입에 의한 호내 산소량 증가 등의 호 내 대책과 함께 유입수에 대한 대책이 강구되어야 할 것이다. 일반관리형은 현재의 수질이 농업용수 수질기준을 만족하는 호소로서 길정저수지 등 10개소가 해당되는 것으로 나타났다.

주제어 : 농업용수, 양수저수지, 수질, 영양상태, 오염유형

주연기자 연락처 : E-mail, csh@ekr.or.kr; Tel, 82-31-400-1832

PW-07

## 멀티사이클론기술을 활용한 농업용수 물 처리 시스템 적용성 검토 (A Study on Application of Water Process with Multi-cyclone Technique for Irrigation)

최선화 · 김해도\* · 김동환 · 이태호

Sun-Hwa Choi · Hae-do Kim\* · Dong-Hwan Kim · Tae-Ho Lee

한국농어촌 공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Ansan 426-908, Korea

농촌은 도시화가 전국으로 확산되면서 농촌의 쾌적성은 점차 훼손되었고 하천·호소의 수질이 더욱 악화되고 있다. 또한 농촌지역의 도시화에 따라 하수처리장의 농촌지역에도 들어가고 있으며 이제는 농촌지역과 도시지역이 구분되지 않고 혼합되어 있는 형태로 발전하고 있기 때문에 농업활동도 변화되고 있으며, 하천에서 취수하는 용수중에서 위치 및 기상영향으로 농업용수로의 사용이 부적합한 용수가 취수는 경우가 있다.

본 연구에서는 농업용수로서 수질측면의 부적합한 수질을 대상으로 다중 멀티사이클론을 활용한 부유물질 및 COD 저감용 수처리 공정을 개발하였다. 기본원리는 물보다 비중이 높은 부유물을 사이클론의 원리인 원심력을 이용하여 침전시켜 분리하고, 물보다 비중이 낮은 부유물은 극미세버블을 이용하여 부상시키는 원리이다. 시작품을 제작하기 위해 다단형 사이클론과 멀티 사이클론으로 구분하여 부유물질을 제거하도록 제작하였다. 성능검정을 위해 경기도 수원 황구지천에 위치한 농업용수 양수장에 설치하였다. 해당지역은 도심구간을 통과한 하천과 하수처리장방류수를 이용하여 농업용수를 공급하는 지역으로 유입수를 처리할 필요성이 있는 농업지역이다. 관개기간인 4~9월까지 100ha의 논 농업지역에 물처리를 하여 공급하였다. 공급수의 수질분석결과 처리효율은 초기 유입수에 대하여 배제양이 약 5%로 측정되어 95%의 처리효율이 나타났으며, 평균 유입수의 SS 농도가 32ppm 정도에 반해, 처리수의 농도는 9.5 ppm으로 처리효율이 상당히 높은 것으로 측정되었다.

본 물 처리시스템은 방류수뿐만 아니라 하천의 농업용수 취수지역 등에 다양하게 응용할 수 있으며 전기비만 소요되고 별도의 필터교체는 없는 구조이기 때문에 유기막 계열의 멤브레인 필터에 비해 유지비용이 저렴하고 유지관리성도 매우 뛰어날 것으로 예상된다. 특히, 본 기술은 극미세버블과 사이클론 기술을 채용하였기 때문에, 침강성이 강한 고형물을 포함하는 폐수처리뿐만 아니라, 부유성이 높은 미세 입자 제거효율이 높으며, 응집제와 같은 화학약품 사용이 없어 2차 수질오염의 문제가 없는 것 또한 농업용 목적의 물 처리장치로 매우 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

주제어 : 극미세버블, 싸이클론, 물처리, 농업용수, 농어촌공사

주연기자 연락처 : E-mail, searoad@ekr.or.kr; Tel, 031-400-1864

## LC-MS/MS를 이용한 농업용수 중 항생제 다성분 동시분석법 개발 (Method Development of Several Antibiotics in the Agricultural Water by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)

이복자<sup>\*</sup> · 문상현 · 손용태Bok-Ja Lee<sup>\*</sup> · Sang-Hyun Moon · Yong-Tae Son

한국농어촌공사 농어촌연구원

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

기후변화에 따라 농업용 저수지의 심각한 녹조현상이 반복적으로 발생하고 있으며, 이의 발생을 제어하기 위하여 비점오염원의 관리가 시급한 과제로 대두되고 있다. 이러한 조류의 과다발생의 원인으로 영양염류의 과다유입뿐 아니라, 미생물 생태계를 위협하는 유기성 오염물질의 유입이 의심되고 있다. 이러한 오염물질로서 대표적인 것으로 축산분뇨에 포함되어 유입되는 항생제의 잔류성이 의심되고 있는 바, 이에 대한 대책마련을 위한 기초로서, 농업용수 중의 잔류 항생제 농도를 측정하여 향후 비점오염원의 관리대책 수립에 활용하고자 한다.

이에 따라 항생제 다성분 동시분석을 실시하고, 자료를 확보하여 신뢰도 높은 분석법과 보다 정확한 정량방법의 개발에 초점을 맞추어 신속하고 정확한 분석방법 개발에 대한 연구를 진행하고자 하였다.

현재 유기화합물질의 측정방법으로 가장 널리 사용되어져 액체크로마토그래피 분광광도법은 측정시간이 길며, 여러 가지 오염물질을 동시에 분석할 수 없어, 많은 어려움이 따르고 있다. 이에 비하여 액체크로마토그래피 이중질량분석기를 이용한 동시다성분 분석법은 다양한 오염물질에 대한 신속한 분석이 가능하며, 정성 및 정량이 동시에 가능한 좀 더 정확한 분석법이라 할 수 있다.

본 연구에서는 우리나라 축산업에서 가장 소비량이 많은 항생제 13성분을 분석대상으로 선정하였으며, 항생제의 동시분석을 위하여 LC-MS/MS를 사용하였다.

농업용수 중 주요오염원이 축산계인 저수지를 선정하여, 시료를 채취하고, 고상추출법(SPE; OLB-Oasis)를 이용하여 전처리하였으며, 분석장비로는 고성능액체크로마토그래피-이중질량분석기 (UPLC-ESI MS/MS)를 이용하여 분석하였다. 이동상으로는 Acetonitrile(HPLC grade)과 증류된 정제수를 이용하였다. 고성능액체크로마토그래피 시스템은 Waters 사의 Acquity UPLC를 이용하였고, 컬럼은 BEH C18 (1.7 $\mu$ m, 50 $\times$ 2.0mm i.d. Waters)을 이용하였다. 이중질량분석장치는 전기스프레이 이온화장치(ESI; Electrospray ionization)를 장착한 TSQ Quantum Access Max 시스템(Thermo, USA)을 이용하였다.

Tetracycline 계통의 항생제로는 Tetracycline, Oxytetracycline, Chlrtetracycline, Sulfonamide 계 항생제로는 Sulfamethazine, Sulfamerazine, Sulfathiazole, Sulfadoxine, Sulfapyridine, mycin 계열의 항생제로는 Erythromycin, Enrofloxacin Neomycin, Penicillin 그리고 성장호르몬제인 Tylosin,에 대하여 검출한계 및 회수율을 측정하였다.

또한 주요오염원이 축산계인 농업용 저수지에 대한 수질시료 채취 후 동일한 분석법을 이용하여 항생제의 동시분석을 실시하였다.

**주제어** : antibiotics, 농업용수, LC-MS/MS

**주요연구자 연락처** : E-mail, lbj@ekr.or.kr; Tel, 82-31-400-1846



PW-09

## 개발한 농업용저수지 수질예측모델(ARSIM)을 이용한 이동저수지 수질예측 (Idong Reservoir Water Quality Prediction Using Developed Water Quality Model)

최선화 · 김동환\* · 함종화 · 유선아 · 김해도 · 이태호

Sun-Hwa Choi · Dong-Hwan Kim\* · Jong-Hwa Ham · Sun-A Yoo · Hae-Do Kim · Tae-Ho Lee

한국농어촌 공사 농어촌연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Ansan 426-908, Korea

한국농어촌공사에서는 농업용저수지의 효율적인 수질관리 및 간단한 수질예측이 가능하도록 2010년 농업용저수지 수질예측모델인 ARSIM(Agricultural Reservoir water quality Simulation Model)을 개발하였다. ARSIM은 기존에 개발된 복잡한 2차원, 3차원 모델과 다르게 수체를 하나의 단순완전혼합 형태로 보고 수질을 모의한다. 이는 농업용저수지 유형별 수질예측모델 적용방안 연구(2010)에서 저수지의 조사지점과 수심에 따른 수질 차이를 비교한 결과 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 완전혼합 형태의 모델 적용이 가능하다고 판단하였다. 실제로 대부분의 농업용저수지는 대형호수에 비해 체류시간이 짧고, 수심이 얕아 수직 혼합이 쉽게 일어나는 편이다. ARISM의 장점으로서는 저수지제원과 유역오염원, 토지이용 등의 자료를 간단한 인터페이스에서 입력이 가능하여 복잡한 과정을 거쳐 모델의 input data를 만들 필요가 없으며, 모델 내 자동보정기능을 추가하여 모델을 검보정하는데 필요한 노력과 시간을 대폭 감소하였다. 또한 유입하천 수질의 변화, 유역 오염원 변화 등 다양한 시나리오 기능을 추가하여 모델 구축 후 간단한 수치변경으로 수질의 예측이 가능하다. 본 연구에서는 경기도 용인시에 위치한 농업용 이동저수지를 대상으로 수질 모니터링을 실시하였으며, 수질모델을 구축하여 유역 내 오염원 증가 등 여러 가지 시나리오를 적용하여 그에 따른 수질 변화를 모의하였다.

이동저수지의 수질조사는 2010년부터 2011년까지 2년간 실시하였으며, 저수지와 세 개의 주요 유입하천의 수질을 월 1회 조사하였다. ARSIM은 유역모델과 저수지모델이 통합한 형태이므로 한국농어촌공사에서 매년 조사하는 측정망 저수지 오염원 자료와 실측한 수질자료를 이용하여 모델을 구축한 후 검보정하였다. 모델의 구축 후 시나리오 분석으로는 유입하천의 TP 농도를 감소하는 경우와 유역 내 일정규모의 폐수배출시설이 들어설 경우를 설정하여 각각의 저수지 수질변화를 분석하였다.

**주제어** : 농업용저수지, 이동저수지, 수질예측, 수질모델, 농어촌공사

**주연구자 연락처** : E-mail, kimdh@ekr.or.kr; Tel, 82-31-400-1827

## 수계별 농업용저수지의 총유기탄소(TOC) 특성 연구 (A Study on the Characteristics of the Total Organic Carbon in Agricultural Reservoirs)

민혜정\* · 서하나 · 이진경 · 김민희 · 최금선

Hye-Jung Min\* · Ha-Na Seo · Jin-Kyung Lee · Min-Hee Kim · Geum-Sun Choi

한국농어촌공사 농어촌연구원

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

하천과 호소에는 외부 육상으로부터 기원된 유기물의 유입이 많으므로 난분해성 유기물의 비율이 우세하기 때문에 유기성 오염의 증가 원인을 파악하는데 있어서 생물화학적산소요구량(BOD)과 화학적산소요구량(COD) 측정만으로 한계가 있다. 최근 이를 보완하기 위한 유기물 오염 지표로서 총유기탄소(TOC)에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이에 본 연구에서는 전국의 총 805개 농업용 저수지를 수계별로 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강으로 구분하여 총유기탄소의 특성을 파악하고 화학적산소요구량(COD)과의 상관관계를 분석하였다. 이와 더불어 계절적으로 부영양화가 빈번히 발생하는 3차(7월~9월)에 클로로필a 농도에 따른 TOC/COD 상관관계에 대하여 분석하였다. 수계권역별 저수지는 한강수계 165개, 낙동강수계 247개, 금강수계 186개, 영산강수계 98개, 섬진강수계 109개에 대하여 조사하였다. 조사기간은 2012년에서 2013년, 2년 동안 계절별로 총 8회 조사하였다. 조사항목은 TOC, COD, 클로로필a이며, 모든 항목은 수질오염공정시험기준에 따라 분석하였다. 총유기탄소(TOC) 기기분석에 사용된 장비는 GE Instrument사의 SIEVERS 900이다.

수계별로 TOC와 COD의 상관관계(TOC/COD)를 분석하기 위해 이상 값과 실제 값의 편차의 합이 가장 적은 관계식을 추론하였다. 수계에 따라 COD가 한강수계 9 mg/L, 금강수계 7 mg/L, 영산강수계 6 mg/L, 섬진강수계 8 mg/L을 기준으로 저농도와 고농도에 대해 관계식이 구분되며, 기준 이하의 저농도 구간에서 관계식의 기울기가 고농도 구간의 기울기에 비해 높게 나타났다. 이를 통해 COD 농도가 낮은 저수지에서 유기오염물질 중 부식물질(humic substance)과 같은 난분해성 물질이 외부에서 유입되어 높은 비율로 나타나는 것으로 판단된다. 그러나 낙동강수계의 경우 농도와 상관없이 전 농도에서 기울기가 높게 나타나 유기물질 중 난분해성 유기물질이 높은 비율로 존재한다고 추정할 수 있다. 각 조사년도 3차 클로로필a에 따라 TOC/COD 상관관계는 수질환경기준 중 생활환경기준(호소)에서 좋음(Ib, 9 mg/m<sup>3</sup> 이하), 약간 나쁨(IV, 35 mg/m<sup>3</sup> 이하) 단계를 기준으로 분류하여 분석하였다. TOC/COD 관계식의 기울기가 9 mg/m<sup>3</sup> 미만에서 약 0.7, 9 ~ 35 mg/m<sup>3</sup>에서 약 0.6, 35 mg/m<sup>3</sup> 이상에서 약 0.5로, 클로로필a 농도가 낮은 구간에서 COD대비 TOC가 높게 나타나며 유기오염물질 중 외부 오염물질의 유입이 주원인으로 작용하는 난분해성 물질의 비율이 높다고 판단된다.

앞으로 국내 농업용저수지에 대한 TOC와 COD의 데이터를 지속적으로 확보하여 상관관계를 분석한다면, 과거의 COD 결과를 통해 TOC의 결과를 비교적 정확하게 유추할 수 있을 것이라 사료되며, 수계별 특성에 맞는 모델식으로 활용 가능하리라 생각된다.

**주제어** : 농업용저수지, 총유기탄소(TOC), 화학적산소요구량(COD), 클로로필a, 난분해성물질

**주요연구자 연락처** : E-mail, 2131822@ekr.or.kr; Tel, 82-031-400-1622

PW-11

## 유입수 양수공급 인공습지의 수질정화 효과 (Water-quality Improvement Efficiency of Constructed Wetland Suppling Influent by Pumping)

김형중\* · 김동환 · 이태호

Hyung-Joong Kim\* · Dong-Hwan Kim · Tae-Ho Lee

한국농어촌공사 농어촌연구원  
Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation,  
Gyeonggi-do 426-908, Korea

농림축산식품부와 한국농어촌공사에서는 농업용 저수지의 수질개선을 위하여 하천수가 저수지로 유입되는 부분에 인공습지를 조성하여 하천수를 정화하여 저수지로 유입시키고 있다. 이 경우 하천에 취수보를 설치하여 하천수가 인공습지에 자연유하로 유입되도록 하고 있다. 그러나 상류 침수문제나 인공습지 설치부지의 표고가 적당하지 않은 경우에는 하천수를 자연유하시킬 수 있는 높이로 취수보를 설치할 수 없기 때문에 하천수를 양수하여 인공습지에 유입시키게 된다. 이와 같이 유입수를 양수하여 공급하는 경우는 연속적으로 하천수가 유입되는 자연유하형식과 달리 하천수를 간헐적으로 인공습지에 공급하게 되므로 연속 유입식과 정화효율이 달라질 수 있다. 본 연구에서는 간헐식으로 양수하여 유입수를 공급하는 인공습지의 수질정화효과를 분석하기 위하여 2011년부터 2013년까지 조사를 실시하였다.

조사기간 동안 유입수의 수온은 평균 19.1 °C, pH는 7.6, EC는 214.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이고, DO는 8.7 mg/L이었다. SS농도는 유입수가 평균 71.8 mg/L였는데, 유출수는 9.2 mg/L로 낮아졌고, SS의 부하량도 유입 평균 166.9 kg/d에서 유출 19.1 kg/d로 낮아져 88.6%의 높은 정화효율을 보였다.

BOD농도는 유입수와 유출수가 각각 평균 2.9 mg/L, 2.5 mg/L로써 유출수에서 다소 낮아졌다. 또한 BOD부하량도 6.2 kg/d가 유입되고 5.2 kg/d가 유출되어 17.1%의 정화효율을 보였다. COD농도도 유입수와 유출수가 각각 평균 15.6 mg/L, 15.0 mg/L로써 유출수에서 다소 낮아졌다. COD부하량도 유입부하량이 34.2 kg/d이고, 유출부하량이 32.5 kg/d로써 5.0%의 정화효율을 보였다. 이와 같이 COD 정화효율이 낮은 것은 첫 번째로 저수지의 관리수위가 인공습지 수위와 차이가 나지 않아 저수지 만수시 물이 원활히 흐르지 못하고 정체되어 체류시간이 길어짐에 따라서 물이 식물고사체 등의 영향으로 부패하여 인공습지에서 오히려 수질농도가 높아질 수 있다. 또 한편으로 저수지의 수위가 낮은 경우에는 인공습지 유출부에 낙관판을 설치하여 일정한 수심을 유지하여 체류시간을 확보해야 하는데 수위조절이 원활하지 않아 유입된 물이 충분한 체류시간을 거치지 못하고 곧바로 유출되어 정화될 시간이 없었기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 저수지의 수질개선을 위해서는 저수지와 인공습지의 수위관리를 통하여 인공습지에서 적정한 체류시간이 확보될 수 있도록 수위를 관리할 필요가 있다.

T-N농도는 유입수가 평균 1.6 mg/L에서 유출수는 1.1 mg/L로 낮아졌고, T-N 유입부하량은 3.3 kg/d이고, 유출부하량은 2.2 kg/d로써 34.6%의 정화효율을 보였다. T-P농도는 유입수가 평균 0.28 mg/L인데 유출수는 0.14 mg/L로 낮아졌고, T-P 부하량도 유입 0.62 kg/d에서 유출 0.29 kg/d로

낮아져 52.9%의 정화효율을 보였다. 이와 같이 유입수를 양수하여 공급하는 인공습지에서도 연속 공급형 인공습지에 비해 낮지 않은 정화효율을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

**주제어** : 인공습지, 양수, 농도, 부하량, 정화효율

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

PW-12

## 농업용 저수지 독 높이기에 따른 수질 변화의 특성에 관한 연구 (A Study on Characteristics of Water Quality Variation in Heightening Agricultural Reservoirs)

이진경<sup>1),\*</sup> · 이주순<sup>2)</sup> · 노영애<sup>2)</sup> · 이인재<sup>2)</sup> · 김재연<sup>2)</sup>Jin-Kyung Lee<sup>1),\*</sup> · Ju-Soon Lee<sup>2)</sup> · Young-Ae No<sup>2)</sup> · In-Jae Lee<sup>2)</sup> · Jae-Yeon Kim<sup>2)</sup><sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원 · 경희대학교 환경응용과학과, <sup>2)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원<sup>1)</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Gyeong-Gi 426-908, Korea ·

Department of Plant and Environmental New Resources, Kyung Hee University, Gyeong-Gi 446-701, Korea

<sup>2)</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Gyeong-Gi 426-908, Korea

지구온난화에 따른 기후변화 등으로 가뭄과 홍수가 빈발하고 갈수기 시에는 수량 부족 등의 문제점이 지속되어 이를 극복하고 수질이 악화되는 것을 제어하기 위해 저수지의 독을 높이는 사업이 시행되었다. 이에 본 연구에서는 농업용저수지 제당의 증고가 저수지 수질 특성변화에 미치는 영향을 분석하고 수질변화의 경향을 알아보고자 하였다. 저수지의 독 높이기가 시행된 저수지 중 제당 증고가 상대적으로 저수지의 수질에 영향을 줄 것으로 생각되는 증고 5m 이상의 저수지 25개 지구에 대해 한강, 금강, 낙동강, 영산강, 섬진강 수계로 나누어, 공사 이전인 2009년부터 준공 완료인 2013년까지 5년간에 걸쳐 계절별로 수질 변화를 조사하였다.

저수지의 제당 증고에 따른 수질변화를 분석한 결과, COD의 경우 공사 이전(2009년) 2.9mg/L~8.8mg/L에서 공사 후(2013년) 1.9mg/L~8.5mg/L로 대부분의 지구에서 3%~48% 저감되었다. T-P의 경우 공사 이전(2009년) 0.008mg/L~0.065mg/L에서 공사 기간(2010년~2012년) 동안 9%~304% 증가하는 경향을 나타냈으나, 공사 후(2013년) 일부지구를 제외하고는 5%~68% 저감되었다. 수계별로는 한강수계의 Chl-a는 공사 이전에 비해 공사 후 약 49%의 저감을 나타낸 반면, T-N은 공사 이전에 비해 63%~81% 증가하였다. 낙동강수계에서도 Chl-a는 공사 이전에 비해 공사 후 대체로 감소하는 경향을 보인 반면, T-N은 공사 이전보다 공사 후 16%~132% 증가하였다. 이는 저수지 내로 유입되는 외부 오염원을 완전히 제어하지 못했기 때문이기도 하나, 독높이기 시행 이후 저수지의 수질이 안정화하는데 다소 시간이 소요될 것으로 보이며, 항목별로 수질이 안정화되는데 소요되는 시간이 다르기 때문으로 판단된다.

본 연구결과, 저수지 독 높이기로 수질이 변화하였으나, 공사 완료 이후 경과기간이 적어 수질개선 여부를 확인하기에는 다소 무리가 있다고 판단되어, 독높이기 적용 지구에 대하여 지속적인 수질 모니터링 및 다양한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

**주제어** : 저수지 독 높이기사업, COD, T-N, T-P, SS, Chl-a

**주연구자 연락처** : E-mail, hana84@ekr.or.kr; Tel, 82-031-400-1622

## 전라북도 농업용 지하수 수질 평가 (Irrigation Water Qualities of Agricultural Groundwater in Jeollabuk-Do Ares)

김갑철\* · 안병구 · 고도영 · 김종엽 · 정성수 · 고연실

Kab-Cheol Kim\* · Byung-Koo Ahn · Do-Young Ko · Jong-Yeob Kim · Seong-soo Cheong · Yuen-sil Ko

전북농업기술원 기후변화대응과

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

농작물의 안전한 생육과 농업경영의 합리화를 위하여 농경지에 공급될 물을 관리하는 일이 매우 중요하며 벼농사를 위주로 해온 우리나라의 농업용수 개발은 농업생산성에 중요한 관건이 되어왔다. 정부는 농업용수 확보를 위하여 많은 양의 지하수를 개발하였다. 대다수 OECD 국가에서 총 지하수 사용량에서 농업이 차지하는 비율이 30%를 넘게 차지하고 있으며, 우리나라도 지하수를 주로 사용하고 있는 시설재배 면적이 증가하고 있는 현실은 농업의 지하수 사용이 불러올 수 있는 다양한 문제점을 야기할 수 있다. 본 수질조사는 전북지역의 논, 밭, 시설재배지에 대한 농업용 지하수의 수질변동을 장기간 모니터링하여 지하수 수질에 대한 기초자료를 확보하고 관개용수로 이용시 농산물의 안전성을 저해하는 위해요소들을 사전에 차단하고자 지하수 수질을 조사하였다. 조사 지점은 논농사용 6개소, 밭농사용 5개소, 시설재배지 10개소 등 21지점을 대상으로 2013년 4, 7월에 pH, BOD, 중금속 등 18성분을 수질오염공정시험방법으로 분석 하였다

농업용 지하수 21지점에 대한 분석결과 pH 6.5, EC 0.29 dS/m, NO<sub>3</sub>-N 4.56, T-N 5.41, T-P 0.12, Ca 13.74, K 3.35, Mg 3.84 mg/L로 지하수의 농·어업용 수질기준에 적합한 수질환경을 유지하고 있는 것으로 조사 되었다. 중금속 성분은 Fe 0.062, Pb 0.007, Al 0.135, Mn 0.009 mg/L로 분석되었으며, Cd, As, Hg 등은 검출되지 않아 중금속에도 안전한 것으로 분석되었다. 지하수 조사지점의 농업용수 수질기준 초과성분은 pH 2지점(초과율 20%), 시설재배지 1지점(초과율 5%) 이었다. 조사 시기별로는 4월의 수질농도가 높은 경향을 나타냈으며, T-N는 시설재배 > 논 > 밭 순으로 높았으며, T-P는 논 > 시설재배 > 밭 순 이었다. 전북지역에 농업용으로 이용되는 논, 밭, 시설재배지 지하수 수질은 환경부 농업용수 지하수 농·어업용 수질기준에 적합한 수질환경을 유지하는 것으로 분석되었다.

주제어 : 농업용수, 지하수, 수질

주연구자 연락처 : kimk@korea.kr, 063-290-6192

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

Land use	pH	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> -N	T-N	T-P	(mg/L)				
						Cl <sup>-</sup>	Ca	K	Mg	Na
Paddy	6.6	0.315	4.71	5.64	0.15	23.95	12.04	3.01	4.24	16.03
Upland	6.2	0.253	4.18	4.62	0.03	16.72	14.78	3.78	1.48	11.41
Plastic film house	6.6	0.315	4.79	5.95	0.16	35.22	14.41	3.27	5.80	15.55
평균	6.5	0.294	4.56	5.41	0.12	25.30	13.74	3.35	3.84	14.33



PW - 14

## 소규모 농업용 전대저수지의 조류발생 특성 (Characteristics of Algal Bloom in a Small-scaled Agricultural Reservoir, Jundae)

남귀숙<sup>1)</sup> · 김진욱<sup>1)</sup> · 홍대벽<sup>1)</sup> · 배요섭<sup>2)</sup> · 김호일<sup>2)</sup>  
Gui-Sook Nam<sup>1)</sup> · Jin-Wook Kim<sup>1)</sup> · Dae-Buck Hong<sup>1)</sup> · Yo-Sup Bae<sup>2)</sup> · Ho-Il Kim<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>한국농어촌공사 농어촌연구원, <sup>2)</sup>한국농어촌공사 환경사업단  
<sup>1)</sup>Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation

Ansan-si, Gyeonggi-do, 426-908, Korea

<sup>2)</sup>Environmental project Group, Korea Rural Community Corporation  
Ewiwang-si, Gyeonggi-do, 426-908, Korea

주요 오염원이 축산과 농경배수인 소규모 농업용 저수지인 전대저수지에서 2011년 3월부터 2013년 10월까지의 모니터링 결과를 바탕으로 조류발생 특성을 분석하여 부영양화된 소형저수지에서의 조류발생(Algal bloom) 관계를 규명하고자 하였다. 2013년 10월까지 전년에 비해 강우가 적은 사실을 제외하면 기상의 큰 변화는 없었다. 전대저수지에서 출현한 식물플랑크톤은 총 6과 40속 62종이었으며, 현존량은  $1.3 \times 10^4 \sim 2.8 \times 10^6 \text{ cells} \cdot \text{ml}^{-1}$  로 TN, TP의 농도 감소와 함께 식물플랑크톤의 현존량도 연차별로 점차 감소하였다. 주요 우점종은 남조류인 *Anabaena* sp., *Oscillatoria* sp., *Microcystis* sp. 등이었으며, *Oscillatoria* sp.의 우점 빈도가 가장 높았다. 수온이 증가하면서 *Anabaena* sp., *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp. 순으로 우점종이 변화하였으며, TN이 높은 경우 *Anabaena* sp. TP가 높은 경우 *Microcystis* sp.가, TN과 TP가 낮은 경우 *Oscillatoria* sp.가 우점하였다. N/P ratio는 *Anabaena* sp. 우점시 가장 높았고, *Oscillatoria* sp. 우점시 가장 낮았으며, Chl-*a* 농도는 *Oscillatoria* sp. 우점시 높게 나타나고, 식물플랑크톤 현존량은 *Anabaena* sp. 우점시 높게 나타났으며, *Microcystis* sp. 우점시에는 Chl-*a*와 현존량 모두 낮았다. 이를 통해, 오염이 심각한 소형저수지에서는 *Microcystis* sp. 보다 *Anabaena* sp.와 *Oscillatoria* sp.에 의한 대발생이 주로 문제가 됨을 알 수 있었다. *Anabaena* sp.가 우점할 때는 수환경 요인간의 상관계수가 높아 예측과 관리에 활용이 가능한 반면 *Oscillatoria* sp.는 Chl-*a* 상관성이 낮게 나타나는 등, 조류대발생을 신속하게 예측하고, 예방, 관리하기 위해서는 조류발생 환경과 원인종의 관계를 규명하고 이를 활용하는 방안이 필요할 것으로 사료된다.

주제어 : 소규모 농업용저수지, 남조류, 조류대발생

주연구자 연락처 : E-mail, kimk@korea.kr; Tel, 063-290-6192

## 페로니켈슬래그와 고로급랭슬래그의 인 흡착특성 (Phosphorus Adsorption Characteristic of Ferronickel and Rapid Cooling Slag)

박종환<sup>1)\*</sup> · 김성현<sup>1)</sup> · 서동철<sup>2)</sup> · 강병화<sup>3)</sup> · 조주식<sup>2)</sup> · 허종수<sup>1)</sup>  
Jong-Hwan Park<sup>1)\*</sup> · Seong-Heon Kim<sup>1)</sup> · Dong-Cheol Seo<sup>2)</sup> · Byung-Hwa Kang<sup>3)</sup> · Ju-Sik Cho<sup>2)</sup> · Jong-Soo Heo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)&농업생명과학원.  
<sup>2)</sup>순천대학교 생명환경학과.  
<sup>3)</sup>효석.

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

<sup>2)</sup>Department of Bio-Environmental Sciences, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea

<sup>3)</sup>Hyoseok, co., LTD, 857 Kumho-dong, Gwangyang, Korea

본 연구는 철강산업에서 배출되는 산업폐기물의 일종인 페로니켈슬래그와 고로급랭슬래그의 인 공급지나 여과시스템에서 인에 대한 흡착제로서의 적용성을 검토하기 위한 연구로서 페로니켈슬래그(FNS)와 고로급랭슬래그(RCS)를 입경별(유효입경: 0.5 mm, 2.5 mm)로 구분하여 Freundlich 및 Langmuir 등온흡착실험을 통해 인에 대한 흡착특성을 조사하였다. Freundlich 등온흡착식에 의한 페로니켈슬래그(FNS)와 고로급랭슬래그(RCS)의 인 흡착능(K)은 RCS 0.5(0.5105) > RCS 2.5(0.3571) > FNS 2.5(0.0545) ≃ FNS 0.5(0.0400) 순이었다. Langmuir 등온흡착식에 의한 인의 최대흡착능(a)은 FNS 0.5, FNS 2.5, RCS 0.5, RCS 2.5가 각각 320, 187, 3,582 및 2,983 mg kg<sup>-1</sup>이었다. 슬래그의 인 흡착은 전반적으로 Langmuir 등온흡착식이 Freundlich 등온흡착식에 비해서 잘 일치하였다. 이상의 결과를 미루어 볼 때, 인 흡착능력은 고로급랭슬래그(RCS)가 페로니켈슬래그(FNS)보다 매우 높았으며, 고로급랭슬래그는 인공습지나 여과시스템에서 인 흡착을 위한 여재로 적용이 가능할 것으로 판단되며, 페로니켈슬래그는 인 흡착 시스템의 여재로 사용이 불가능 할 것으로 판단된다.

주제어 : 고로급랭슬래그, 인공습지, 페로니켈슬래그, 흡착

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

Table. Freundlich 및 Langmuir 등온흡착식에 의한 페로니켈슬래그 및 고로급랭슬래그의 인 흡착능(K), 흡착강도(1/n), 최대흡착능(a) 및 결합세기(b)

Filter media	Freundlich adsorption isotherm			Langmuir adsorption isotherm			
	K	1/n	r	a	b	r	
FNS	0.5	0.0400	0.3168	0.998 <sup>**</sup>	0.3203	0.0193	0.991 <sup>**</sup>
	2.5	0.0545	0.1954	0.981 <sup>**</sup>	0.1873	0.0452	0.995 <sup>**</sup>
RCS	0.5	0.5105	0.3414	0.989 <sup>**</sup>	3.5817	0.0706	0.996 <sup>**</sup>
	2.5	0.3572	0.3657	0.981 <sup>**</sup>	2.9833	0.0566	0.996 <sup>**</sup>



PW - 16

## 참깨대 biochar에서 중금속들의 경쟁 흡착특성 (Competitive Adsorption Characteristic of Sesame Straw Biochar on Heavy Metals)

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

본 연구는 최근 흡착제로서 활용도가 높은 biochar의 경쟁 흡착특성을 조사하기 위한 연구로서 참깨대 biochar가 주입된 삼각플라스크에 중금속(Cd, Cu, Cr, Pb, Zn) 표준용액을 단일 및 복합으로 구분하여 농도별로 흡착실험을 한 후 Freundlich 및 Langmuir 등온흡착식에 적용하여 흡착능(K, a)를 조사하였다. 참깨대 biochar의 단일 중금속에 대한 흡착능(K)은 Pb (11.83) >> Cd (9.68) > Cr (8.38) > Cu (6.04) > Zn (3.76) 순이었으며, 복합 중금속에 대한 흡착능(K)은 Pb (2.88) > Cu (2.41) > Cr (1.77) > Zn (1.38) > Cd (1.19) 순이었다. 참깨대 biochar의 단일 중금속 용액에 대한 최대흡착능(a)은 Pb (102 mg g<sup>-1</sup>) >> Cd (86) > Cr (65) > Cu (55) > Zn (34) 순으로 Freundlich와 동일한 경향으로 나타났으며, 납의 흡착능이 가장 높았고, 아연의 흡착능이 가장 낮았으며, 참깨대 biochar의 복합 중금속 용액에 대한 최대흡착능(a)은 Pb (88 mg g<sup>-1</sup>) > Cu (40) > Cr (21) > Zn (7) > Cd (5) 순으로 Freundlich와 동일한 경향으로 나타났으며, 납의 흡착능이 가장 높았고, 아연의 흡착능이 가장 낮았다. 본 결과를  $a_{\text{metal}}$  (monometal adsorption)/ $\dot{a}_{\text{metal}}$  (multimetal adsorption)의 비율로 보았을 때  $a_{\text{Cd}}/\dot{a}_{\text{Cd}}$  (17.20) >  $a_{\text{Zn}}/\dot{a}_{\text{Zn}}$  (4.85) >  $a_{\text{Cr}}/\dot{a}_{\text{Cr}}$  (3.01) >  $a_{\text{Pb}}/\dot{a}_{\text{Pb}}$  (1.16) >  $a_{\text{Cu}}/\dot{a}_{\text{Cu}}$  (1.38) 순으로 카드뮴이 가장 높았으며, 구리가 가장 낮은 값을 보였다. 카드뮴의 경우는 납과 구리에 비해 경쟁흡착에 의한 영향을 많이 받는 것으로 판단된다.

주제어 : 경쟁흡착, 중금속, 참깨대, Biochar

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

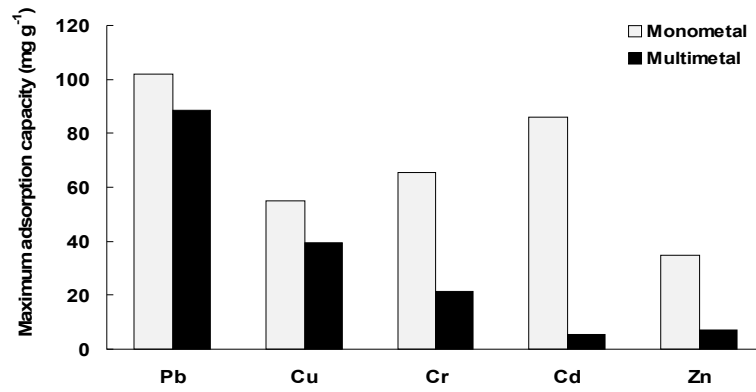


Fig. 단일 및 복합 중금속 용액에 대한 참깨대 biochar의 최대 흡착능 비교.

PW-17

## 반응시간에 따른 SOB 바이오센서의 아질산성질소( $\text{NO}_2^-$ -N) 농도별 독성탐지능력 평가

### (Estimation of Detection Capability of the Toxicity of Nitrite Nitrogen( $\text{NO}_2^-$ -N) Concentration of SOB Biosensor Based on the Reaction Time)

황지훈<sup>1)\*</sup> · 오상은<sup>1)</sup> · 신범수<sup>2)</sup>Ji-Hoon Hwang<sup>1)\*</sup> · Sang-Eun Oh<sup>1)</sup> · Beom-Soo Shin<sup>2)</sup><sup>1)</sup>강원대학교 바이오자원환경학과, <sup>2)</sup>강원대학교 바이오시스템공학과<sup>1)</sup>Department of Biological Environment, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea<sup>2)</sup>Department of Biosystems Engineering, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

지구상에 있는 물중에서 인간이 수자원으로 사용할 수 있는 물은 극히 적은 양에 불과하다. 하지만 생활수준이 높아지면서 물의 이용량은 점차 증가하고, 그에 따라 수질오염도 증가했다. 수질이 오염되었을 때, 그 피해를 최소화하고자 다양한 종류의 독성탐지장치가 개발이 되었고 널리 사용되고 있다. 수중의 독성을 탐지하기 위하여 황산화미생물을 이용한 새로운 형태의 생태독성탐지 방법이 연구되었다. 황산화미생물이 산소 존재 하에서 황입자를 산화하여 황산을 만들게 되고 이는 EC의 증가 및 pH의 감소를 가져온다. 이번 실험에서는 반응시간에 따른 미생물 활성 및 그에 따른 전기전도도 변화를 관찰하고 각 반응시간 별 조건에 여러 농도의 아질산성질소가 유입되었을 경우의 독성여부를 비교하여 어느 반응시간의 조건에서 독성여부의 판별이 가장 신속한지 알아보 고자 하였다. 아질산칼륨( $\text{KNO}_2$ )을 이용하여 아질산성질소를 각각 0.5, 1, 2, 3, 5 mg/L 로 제조하 였고, 유입수가 유입된 후 유출되기까지의 반응시간은 각각 10, 15, 20, 30 분으로 하였다. 이 실험의 결과 2, 3, 5 mg/L 의 아질산성질소의 경우 모든 반응시간에서 독성이 검출되었다. 그리고 0.5 mg/L 의 경우는 모든 반응시간에서 독성이 검출되지 않았다. 하지만 1 mg/L 의 경우에는 30 분과 20분 반응했을 때는 독성도가 나타나지 않았으나, 15분과 10분 반응했을 경우 독성이 검출이 되었다. 이를 통해 황산화미생물을 이용한 독성탐지장치의 반응시간은 짧을수록 더 민감하게 독성 물질을 검출 할 수 있을 것이라고 판단하였다.

주제어 : 바이오센서, 황산화미생물, 전기전도도, 반응시간, 아질산성질소

주연구자 연락처 : E-mail, hjhgreen@nate.com; Tel, 86-010-2696-5523

## 황산화 미생물을 이용한 생물감시장치의 실제하천 이용 시 독성 탐지연구 (Detecting Toxicity Using Real Stream Water by Sulfur Oxidizing Bacteria)

강우창<sup>1)</sup> · 신범수<sup>2)</sup> · 오상은<sup>1)</sup>

Woo-Chang Kang<sup>1)</sup> · Beom-Soo Shin<sup>2)</sup> · Sang-Eun Oh<sup>1)</sup>

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

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

<sup>2)</sup>Department of Biosystems Engineering, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

지구상의 모든 동식물은 생활을 유지하기 위해 수자원이 반드시 필요하며 따라서 수계가 오염되었을 경우 이로 인해 생활환경에 큰 변화가 발생한다. 수계가 오염되는 원인은 공장폐수, 하수종말처리장의 최종방류수의 처리가 미흡 또는 관리의 부족, 사고 등이다. 이러한 사고는 발생하지 않도록 미리 대비하는 것이 중요하지만 사고 발생 후 이를 빨리 발견하여 후속조치를 하는 것도 중요하다. 생물감시장치는 물고기, 물벼룩, 발광미생물, 질산화미생물 등의 생물을 이용해 강·하천의 독성물질 포함여부를 탐지하는 장치로 실시간, 연속적으로 측정이 가능하며 생물을 이용하기 때문에 민감도가 좋다. 하지만 생물 크기에 따른 독성발현정도가 다르고 시험생물 사멸 후 새로운 시험생물의 구입 등 유지관리비가 높은 단점이 있다. 황산화미생물을 이용한 생물감시장치는 다른 생물감시장치의 단점을 최대한 보완하고자 개발되었다. 본 연구에 이용된 황산화미생물을 이용한 생물감시장치는 강원도 춘천시 북한강변에 설치되었으며 현재까지 6개월 이상 문제없이 운전되고 있다. 북한강은 수자원보호구역으로 오염도가 낮으므로 독성에 의한 경보발생이 거의 없어 인위적으로 독성물질을 주입하고 EC변화를 관찰하였다. 시험수로 북한강물을 사용하고 정상적인 반응을 보이는 도중 5 L 용량의 외부저류조에 20 mL/L로 축산분뇨를 희석하여 주입시킨 경우 축산분뇨의 높은 전기전도도로 인해 유입수 EC는 약 1.5 mS/cm까지 급격히 증가하였다. 유입된 축산분뇨에 의해 3개의 모든 반응조의 황산화미생물은 활성이 감소하게 되었으며 유입 후 약 1시간 안에 반응조 내 전기전도도가 유입수의 전기전도도와 유사하게 되었다. 크롬은 2 mg/L로 이 또한 정상적인 반응을 보이는 반응조에 유입되었으며 유입 즉시, 전기전도도 값 및 기울기가 감소하였고 약 30분 만에 평균 20%의 독성도가 계산되었다. 아질산성질소는 30 mg/L의 농도가 주입되었으며 약 1시간 만에 약 50%의 독성도가 계산되었다. 황산화미생물을 이용한 생물감시장치는 독성물질에 따라 약 50%의 독성도가 약 30분~1시간에 측정이 되며 운전이 쉽고 독성도에 의한 계산과 이를 통한 정보 알람으로 다양한 조건에서 신속한 대처가 가능하기 때문에 현장에서 효율적 활용이 가능하다고 판단된다.

주제어 : 기울기, 독성도, 전기전도도, 축산분뇨, 황산화 미생물

주요연구자 연락처 : E-mail, ohsangeun@kangwon.ac.kr; Tel, 033-250-6449

PW - 19

## Effect of Air Flow Rates on the Sulfur Oxidizing Bacteria (SOB) Biosensor (황산화 미생물을 이용한 바이오센서의 공기 유속 영향)

Anup Gurung · Sang-Eun Oh

아누프 구룽, 오상은

Department of Biological Environment, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University,  
Chuncheon 200-701, Korea

강원대학교 농업생명과학대학 바이오자원환경학과

In recent years real time biomonitoring has become the most effective and reliable method to obtain biological information relating to toxic events in an aquatic system, since it incorporates living organism into the system to serve as biosensor. Very recently, sulfur-oxidizing bacteria (SOB) biosensor has been developed as a new biomonitoring technology for monitoring the water system. The SOB biosensor depends on the ability of SOB to oxidize elemental sulfur particles in presence of oxygen to produce sulfuric acid. The reaction results in the formation of sulfate and hydrogen ion, which lowers the medium pH and increase the medium electrical conductivity. In presence of toxic substances, the SOB activity will be inhibited that ultimately stop the formation of sulfate and hydrogen ion in the medium. The SOB biosensor has been used to detect heavy metals, oxidized contaminants, and endocrine disrupting compounds in water. The activity of SOB are influenced by different physical parameters, such as hydraulic retention time, sulfur particle size and temperature, that ultimately bring changes while detection of toxic substances. In this experiment, effect of different air flow rate on the SOB biosensor are tested. The experiment was conducted in 7-chamber SOB bioreactor and operated in batch mode.

**Keywords** : Aeration, Biosensor, Sulfur, Toxicity, Wastewater

**Corresponding author** : E-mail, ohsangeun@kangwon.ac.kr; Tel, 82-33-250-6449