



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0095029
(43) 공개일자 2020년08월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A01G 22/22 (2018.01) A01G 7/06 (2006.01)
A23L 33/105 (2016.01) C05D 9/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A01G 22/22 (2018.02)
A01G 7/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0012593
(22) 출원일자 2019년01월31일
심사청구일자 2019년01월31일
기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김선주
대전광역시 유성구 노은서로 80번길 23
박영일
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 305동 2403호(신천동, 파크리오)
이규승
충청남도 공주시 반포면 정광터3길 17
(74) 대리인
위병갑

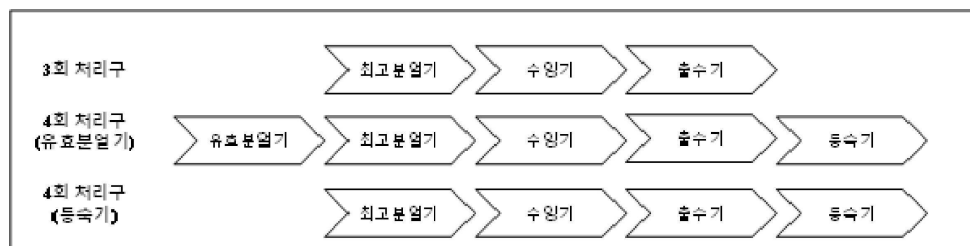
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 셀레늄 또는 게르마늄 고함유 프리미엄 작물의 재배 방법

(57) 요약

본 발명은 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물의 재배 방법에 대한 것으로, 셀레늄 또는 게르마늄의 살포 시기를 최적화하여 셀레늄 또는 게르마늄 함량이 강화된 작물을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A23L 33/105 (2016.08)

C05D 9/02 (2013.01)

A23V 2002/00 (2013.01)

A23V 2250/1626 (2013.01)

Y02A 40/19 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2018BG038010116

부처명 충남대학교 사회맞춤형 산학협력선도대학육성사업단

연구관리전문기관 충남대학교 산학협력단

연구사업명 [LINC+]산학공동기술개발사업

연구과제명 셀레늄, 게르마늄 고함유 기능성 작물 개발

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교 LINC+ 사업단

연구기간 2018.07.10 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 작물에 2회 내지 4회 살포하는 것을 포함하는 작물의 재배 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 셀레늄은 킬레이트화 셀레늄이고 상기 게르마늄은 킬레이트화 게르마늄인 것인 작물의 재배 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 작물은 벼, 엽채류, 과채류 및 유지작물로 이루어진 군에서 선택된 것인 작물의 재배 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 작물은 벼인 것인 작물의 재배 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 벼에 3회 또는 4회 살포하는 것인 작물의 재배 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 3회 살포는 최고분얼기, 수잉기 및 출수기, 또는 수잉기, 출수기 및 등숙기에 벼에 살포하는 것인 작물의 재배 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 상기 4회 살포는 유효분얼기, 최고분얼기, 수잉기 및 출수기에 벼에 살포하는 것인 작물의 재배 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서, 상기 4회 살포는 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기에 벼에 살포하는 것인 작물의 재배 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 셀레늄 또는 게르마늄은 10 ~ 200 ppm의 농도로 살포되는 것인 작물의 재배 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 작물은 엽채류, 과채류 및 유지작물로 이루어진 군에서 선택된 것인 작물의 재배 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 상기 작물의 성숙기에 3일 내지 10일 간격으로 2회 살포하는 것인 작물의 재배 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항의 방법에 의해 재배된 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물.

발명의 설명

기술분야

- [0001] 본 발명은 셀레늄(selenium), 게르마늄(germanium) 또는 이들의 조합의 살포 시기를 조절하는 것을 포함하는 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물의 재배 방법에 대한 것이다.

배경기술

- [0002] 벼(*Oriza Sativa* L.)는 밀, 옥수수과 함께 세계 3대 곡식 중의 하나로서 생산과 소비의 90 % 이상이 아시아에서 이루어지고 있다. 우리나라는 기원전 6 ~ 7 세기부터 삼국시대를 거쳐 농업국으로 농산물이 주요 식량원이 되었으며, 특히 쌀을 비롯한 곡류는 우리에게 주식으로서 지금까지 중요한 자리를 차지하고 있다. 쌀은 크게 동남아, 유럽, 아메리카에서 소비되고 전 세계시장의 80% 이상을 점하고 있는 장립종인 인디카 품종(*O. sativa* L. ssp. *indica*)과 한국을 비롯하여 일본, 대만이 주로 소비하는 중립종인 자포니카 품종(*O. sativa* L. ssp. *japonica*)이 있다. 그 중 자포니카 품종의 쌀의 구성성분은 쌀의 품종, 도정율, 저장기간, 재배지역에 따른 차이가 있으나 일반적으로 쌀의 주성분은 전분이 70% 이상을 차지하고 있으며 단백질 7~8%, 지방 1~3%, 소량의 비타민과 무기질을 함유하고 있다(쌀에서 하루 섭취(232 g)로 얻을 수 있는 무기성분의 함량은 칼륨 261.20 mg, 마그네슘 72.58 mg, 칼슘 10.74 mg, 소듐 1.47 mg, 아연 3.22 mg, 철 0.81 mg, 구리 0.37 mg, 셀레늄 9.5 μ g이며, 게르마늄은 15.8 μ g이다. 최근 국내 쌀 재배 규모와 소비시장은 현대 식습관 변화와 무역개방으로 인한 쌀 경쟁력 하락으로 감소하고 있어 고부가가치의 쌀 시장에 대한 관심이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1117864호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 이에, 본 발명의 발명자들은 셀레늄 또는 게르마늄의 살포 시기를 조절하여 셀레늄 또는 게르마늄의 함량이 강화된 작물을 재배할 수 있음을 발견하여, 본 발명을 완성하였다.
- [0005] 따라서, 본 발명의 목적은 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 작물에 살포하는 것을 포함하는 작물의 재배 방법 및 이 방법에 의해 재배된 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 작물에 2회 내지 4회 살포하는 것을 포함하는 작물의 재배 방법을 제공한다.
- [0007] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 셀레늄은 유기 또는 무기 셀레늄일 수 있으며, 예를 들어, 킬레이트화 셀레늄일 수 있다. 상기 게르마늄은 유기 또는 무기 게르마늄일 수 있으며, 예를 들어 킬레이트화 게르마늄일 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 작물은 벼, 엽채류, 과채류 및 유지작물로 이루어진 군에서 선택된 것일 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 작물은 벼일 수 있으며, 상기 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 벼에 3회 또는 4회 살포하는 것일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 3회 살포는 최고분얼기, 수잉기 및 출수기에 벼에 살포하는 것일 수 있다. 또는 상기 3회 살포는 수잉기, 출수기 및 등숙기에 벼에 살포하는 것일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 4회 살포는 유효분얼기, 최고분얼기, 수잉기 및 출수기에 벼에 살포하는 것일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 4회 살포는 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기에 벼에 살포하는 것일

수 있다.

[0013] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 셀레늄 또는 게르마늄은 10 ~ 200 ppm의 농도로 살포될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 구현 예에 있어서, 상기 작물은 엽채류, 과채류 또는 유지작물일 수 있으며, 예를 들어, 부추, 상추, 고추, 단호박, 오이, 피망 및 땅콩으로 이루어진 군에서 선택된 것일 수 있다. 상기 작물에 상기 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 상기 작물의 성숙기에 3일 내지 10일 간격으로 2회 살포하는 것일 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 상기 작물의 재배 방법에 의해 재배된 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물을 제공한다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 킬레이트화 게르마늄 또는 킬레이트화 셀레늄의 살포 농도 및 살포 시기를 최적화함으로써 셀레늄 또는 게르마늄이 강화된 작물을 용이하게 재배할 수 있다. 또한, 본 발명의 작물 재배 방법은 토양 관주나 뿌리 흡수와 같이 특정 무기물이나 양분의 흡수가 제한적이지 않은 빠른 엽면 처리를 통해 셀레늄 또는 게르마늄을 처리함으로써 효과적으로 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물을 재배할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 벼 재배 방법에서 셀레늄 또는 게르마늄 살포 시기를 나타낸 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 벼 재배 방법에서 벼 처리구 구분도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 벼 재배 방법에서 시기에 따라 셀레늄 또는 게르마늄 처리하는 것을 나타낸 사진이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 벼의 부위별 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 쌀의 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 현미의 셀레늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 백미의 셀레늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 현미 및 백미의 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 현미 및 백미의 셀레늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 현미 및 백미의 게르마늄 및 셀레늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 부추 및 상추의 셀레늄 및 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 가지, 대파 및 토마토의 셀레늄 및 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 고추, 단호박, 오이 및 피망의 셀레늄 및 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따라 재배된 땅콩의 셀레늄 및 게르마늄 함량을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다. 이하의 설명에 있어, 당업자에게 주지 저명한 기술에 대해서는 그 상세한 설명을 생략할 수 있다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다.

[0019] 따라서 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0020] 본 발명은 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 작물에 살포하는 것을 포함하는 작물의 재배 방법 및 이 방법

에 의해 재배된 셀레늄 또는 게르마늄 강화 작물에 관한 것이다.

- [0021] 상기 셀레늄은 유기 또는 무기 셀레늄일 수 있으며, 예를 들어, 킬레이트화 셀레늄일 수 있다. 상기 게르마늄은 유기 또는 무기 게르마늄일 수 있으며, 예를 들어 킬레이트화 게르마늄일 수 있다.
- [0022] 상기 작물은 벼, 엽채류, 과채류 및 유지작물로 이루어진 군에서 선택된 것일 수 있으며, 작물에 상기 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 2회 내지 4회 엽면 시비하여 살포할 수 있다.
- [0023] 상기 작물이 벼일 경우, 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 벼에 3회 또는 4회 살포할 수 있다. 구체적으로, 상기 3회 살포는 최고분얼기, 수잉기 및 출수기에 각 1회씩 벼에 살포하거나, 수잉기, 출수기 및 등숙기에 각 1회씩 벼에 살포하는 것일 수 있다. 상기 4회 살포는 유효분얼기, 최고분얼기, 수잉기 및 출수기에 각 1회씩 벼에 살포하거나, 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기에 각 1회씩 벼에 살포하는 것일 수 있다.
- [0024] 상기 셀레늄 또는 게르마늄은 10 ~ 200 ppm의 농도로 살포될 수 있으며, 예를 들어, 10 ~ 150 ppm, 10 ~ 100 ppm 또는 20 ~ 200 ppm, 50 ~ 200 ppm의 농도로 살포될 수 있다.
- [0025] 상기 킬레이트화 셀레늄 또는 게르마늄은 엽면 살포를 통해 벼에 처리될 수 있다. 엽면 살포는 토양 관주나 뿌리 흡수에 비해 특정 무기물이나 양분의 흡수가 제한되지 않으며, 토양의 이화학적 성질의 변화를 줄이고, 벼와 같이 생육기간이 긴 작물에 셀레늄 또는 게르마늄 성분을 흡수하도록 하는데 유리하다.
- [0026] 본 발명의 벼 재배방법은 이앙재배법 또는 직파재배법에 모두 적용될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 벼 재배방법에 의해 재배된 셀레늄 또는 게르마늄 강화 쌀은 처리된 킬레이트화 게르마늄 또는 킬레이트화 셀레늄의 농도, 처리 횟수, 처리 시기 등에 의존적으로 셀레늄 또는 게르마늄 함유량이 증가할 수 있다. 예를 들어, 킬레이트화 게르마늄 또는 킬레이트화 셀레늄의 처리 농도가 증가할수록 셀레늄 또는 게르마늄 함유량이 증가하며, 킬레이트화 게르마늄 또는 킬레이트화 셀레늄의 4회 처리시 증가하고, 특히 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기에 각 1회씩 총 4회 살포한 경우 가장 높은 셀레늄 또는 게르마늄 함유량을 나타낼 수 있다.
- [0028] 상기 작물이 엽채류, 과채류 또는 유지작물일 경우, 상기 셀레늄, 게르마늄 또는 이들의 조합을 상기 작물의 생숙기에 3일 내지 10일 간격으로, 예를 들어 7일 간격으로 2회 살포할 수 있다. 상기 작물은 예를 들어, 부추, 상추, 고추, 단호박, 오이, 피망 및 땅콩으로 이루어진 군에서 선택된 것일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 이하, 본 발명을 실시 예에 의해 상세히 설명하기로 한다. 그러나 이들 실시 예들은 본 발명을 구체적으로 설명하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

[0032] [실시예]

[0034] 실시 예 1. 게르마늄 강화 쌀의 재배 방법

[0035] 펩타이드와 유기 게르마늄인 $\text{Ge-132}^{\text{①}}$ 를 결합한 $\text{Chelate-Ge}(\text{Ge } 2,000 \text{ mg L}^{-1})$ 은 Bionel Co., Ltd(Nonsan, Korea) 것을 사용하였다. Nitric acid(HNO_3)은 Samchun Pure Chemical Co., Ltd.(Pyeongtaek, Korea) 것을 사용하였다.

[0036] 벼(*O. sativa* L. ssp. *japonica*) 종자(벼 ‘삼광’)를 비닐하우스(충남대학교 농생대)에서 2016년 4월 27일 모판($30 \times 50 \times 10 \text{ cm}^3$)에 파종하였다. 파종 후 32일(day after sowing, DAS)에 초장 약 9cm 정도인 어린모를 $15 \times 30 \text{ cm}^2$ 의 재식간격으로 부속농장 실험 포장에 이양하였다. 시비는 21 DAS에 $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 4.2 : 3.4 : 3.4 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 시비하였고, 86 DAS에 $\text{N} : \text{P} : \text{K} = 12 : 3 : 3 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 추비하였다. 살충제는 31 DAS에 후라단(Kyeongnong Co., Ltd., Seoul, Korea)을 $3 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 토양 처리하였고 제초제는 42 DAS에 논도사(Farmhannong Co., Ltd., Seoul, Korea)을 $3 \text{ kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 토양 처리하였다. 총 재배기간 동안의 환경은 기상청 자료에 따라 평균 온도 22.2°C , 습도 70.6% 이었다. 실험은 벼의 생장단계에 따라 최고분얼기(72 DAS) + 수잉기(105 DAS) +

출수기(118 DAS) 3회 처리구(최고분얼기 + 수잉기 + 출수기)와 생장 초기 단계(유효분얼기)또는 생장 후기 단계(등숙기)를 1회를 추가로 처리한 4회 처리구(유효분얼기 + 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기; 4회 처리구(유효분얼기)) 처리구와 4회 처리구(최고분얼기 + 수잉기 + 출수기 + 등숙기; 4회 처리구(등숙기))로 나누어 수행하였다(도 1). 각 시기별 처리구에서 게르마늄($\text{Ge } 2000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)을 농업용수로 희석하여 농도별로 3 L씩 전자동분무기(Kwangsung Co., Deajeon, Korea)를 이용하여 처리하였다(도 3). 벼 처리구 면적은 $6 \times 3 \text{ m}^2$ 로 총 12개 처리구로 구분하였다(도 2). 각 처리구는 구획간 영향이 최대한 적도록 처리구간 2m 간격을 두었고 간격 사이에 논물을 통한 게르마늄 제제의 확산을 차단하기 위해 차단막으로서 렉산골판(Koem Co., Paju, Korea)을 설치하였고 처리구 배치는 분할구배치법으로 하였다. 수확은 10월 29일에 수행하였고 총 재배기간은 177일~190일이었다. 수확한 벼에서 무작위로 3주를 선택하여 초장, 수장, 총 분얼수, 유효분얼수를 측정한 뒤 식물체(지상부, 지하부)내 게르마늄 함량을 조사하기 위해 24시간, 65°C 열풍건조 후 분말하였고, 이후 무작위로 선택한 6주는 천립중, 영화수를 측정하였다. 수확량은 생육조사 결과를 바탕으로 $10a$ 수확량 공식(1m^2 당 포기수 $\times$ 주당 유효분얼수 $\times$ 완전 낱알수 $\div 1000$)을 이용하였다. 생육 조사를 위해 수확한 벼를 제외한 각 처리구의 벼는 탈곡하여 실외에서 자연건조 후 중형도정기(Hanil CO., Pyeontaek, Korea)를 사용하여 현미(3분도), 백미(9분도)로 도정하였다. 이후 65°C 열풍건조 후 분말하였다. 실험 전, 후 공시 토양의 이화학적 특성을 조사하기 위해 실험 포장 10곳에서 총 2 kg 토양을 채취하였다.

[0038] 실험예 1.

[0039] 토양 분석

[0040] 토양의 화학성분 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원의 토양 및 식물체 분석법에 준하였다(NIAST, 2000). pH는 토양과 증류수의 비를 1:5로 하여 초자 전극법(Orion 2-star benchtop pH meter, Thermo fisher scientific Co., Ltd., Newyork, USA), EC는 토양과 증류수의 비를 1:5로 하여 EC meter (Istek-ec-400 L, Istek Co., Ltd., Seoul, Korea)로 분석하였으며, 유기물은 Walkley & Black 법, 치환성 양이온은 1N-Ammonium acetate (pH 7) 침출법으로 각각 분석하였고 유효규산은 NaOAc법, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였다. 토양 중 게르마늄 분석은 가용성 침출액으로 HCl과 HNO_3 을 2:7 비율의 용액을 사용하여 90°C 에서 2시간 가열하여 여과한 후 Inductively coupled plasma (ICP) spectrometer(Agilent technologies Inc., Santa Clara USA)로 분석하였다.

[0042] 식물체 게르마늄 추출 및 분석

[0043] 수확 후 벼의 게르마늄 함량을 조사하기 위해 각 처리 조건별로 구분한 뒤, 벼 부위별은 지상부와 지하부로 구분하였고, 쌀 부위별로는 현미와 백미로 구분하였다. 벼 부위별(지상부, 지하부) 분말 시료는 0.5 g을 50 mL-Digi tube에 넣고 HNO_3 (30 mL)와 혼합하였고, 쌀 부위별(현미, 백미) 분말 시료는 1 g을 teflon tube에 넣고 HNO_3 (10 mL)와 혼합하였다. 실온에서 24시간 정치 후 DigiPREP MS(SCP science Inc., Quebec Canada)에서 $150 \sim 170^\circ \text{C}$ 에 6시간 분해하여 분해액이 투명해지면 분해가 완료된 것으로 판단하고 분해시킨 여액을 50mL-volumetric flask에 여과지(No.6)로 여과하고 초순수를 이용해 50mL로 정용하였다. 진동혼합(vortex)후에 ICP에 넣고 게르마늄 standard를 농도별로 준비한 다음 분석하여 정량하였다. 기기분석은 Inductively coupled plasma (ICP) spectrometer(Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 이용하였으며 분석 감도를 높여주기 위하여 VGA를 부착하였다. VGA 운용 시 산화제로는 5 M HCl을 사용하였고, 환원제로는 0.5% NaOH와 0.6% NaBH_4 를 혼합하여 사용하였다. 쌀 내 게르마늄 분석 ICP의 기기분석 조건은 다음과 같다(표 1).

표 1

ICP Analysis conditions for measurement of Se and Ge content in brown and polished rice

Operating condition	Value
Power (kW)	1.20
Plasma flow (L/min)	15.00
Auxiliary flow	1.50
Nebulizer flow	0.70
Replicate read time (s)	5.00
Instrument stabilization delay (s)	25.00
Sample uptake delay (s)	50.00
Pump rate (rpm)	15.00
Element wavelength (nm)	Se 196.03
Element wavelength (nm)	Ge 206.42

[0044]

[0045]

통계분석

[0046]

ICP분석 결과는 Microsoft Office Excel 2016을 이용하여 생육 및 Ge 함량에 대한 평균값과 반복 ($n=3$)의 표준편차 (SD, standard deviation)를 구하였다. 통계프로그램은 IBM SPSS[®] version 21을 사용하여 일원배치 분산분석과 다변량을 실시하였고, 유의수준(P)은 0.05 이하로 설정하여 사후분석은 Tukey검정법을 사용하였다.

[0048]

결과

[0049]

벼의 생장

[0050]

게르마늄의 엽면 처리에 따른 초장은 3회 처리구에서 농도별로 유의차가 없었고 4회 처리구(유효분얼기) 처리구에서는 25 ppm 처리(105.00 cm)를 제외하고 유의차가 없으나 4회 처리구(등숙기)에서는 50 ppm(121.00) > 100 ppm(118.67) > 25ppm(115.67) > 0ppm(113.33 cm)으로 유의적 차이가 있었고 처리 시기별로는 유의차가 없었다. 주당 분얼수는 모든 처리 시기구에서 무처리에서 가장 많았고 3회 처리구에서 25ppm(17.00), 4회 처리구(유효분얼기)에서 50ppm(13.67), 4회 처리구(등숙기)에서 100ppm(18.67)이 가장 낮았고 농도가 높을수록 감소하는 경향을 보였다. 시기별로는 50ppm에서 4회 처리구(유효분얼기) (13.67) > 3회 처리구(18.33) > 4회 처리구(등숙기)(23.33)로 통계적 유의차가 있었으나 다른 농도내 시기별 처리구에서는 유의적 차이가 없었다. 주당 영화수는 모든 시기별 처리구에서 처리농도가 높을수록 감소하였다. 수장, 천립중, 유효경비는 모든 농도별 및 시기별 처리구에서 통계적 유의차가 없었다. 생산량은 처리 농도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였고 3회 처리구, 4회 처리구(유효분얼기)에서는 25ppm, 4회 처리구(등숙기) 처리구에서는 0ppm(무처리)에서 가장 높았다 처리 시기는 25 ppm처리 조건 내에서 3회 처리가 생산량이 높았고 50 ppm은 4회 처리구(유효분얼기)가 높았으며 100 ppm은 통계적 유의차가 없었다(표 2). 게르마늄 처리 농도가 높아질수록 벼의 생장이 감소하는 경향을 보였다. 이는 게르마늄으로 인하여 벼의 생육이 억제되고 황화현상이 나타나는 식물독성과 관련된 것으로 보이며, 벼에 게르마늄 토양 처리한 실험에서 게르마늄의 피해 초기 농도는 2.5 mg/kg이었다.

[0051]

생산량에 영향을 미치는 요소에서 처리 시기는 천립중에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 유효 분얼수에서 3회 처리구와 4회 처리구(등숙기)는 영향을 미치지 않으나 4회 처리구(유효분얼기)에서 Ge 25 ppm과 Ge 100 ppm 사이를 제외한 처리농도에서 경향성이 나타났다. 영화수는 3회 처리구에서 Ge 0 ppm과 Ge 100 ppm, Ge 25 ppm과 Ge 100 ppm 사이에서 경향성이 나타났고 4회 처리구(유효분얼기)에서 Ge 0 ppm과 Ge 100 ppm, Ge 25 ppm과 Ge 100 ppm, Ge 50 ppm과 Ge 100 ppm 사이에서 경향성이 나타났고 4회 처리구(등숙기)에서 Ge 0 ppm과 Ge 100 ppm, Ge 25 ppm과 Ge 100 ppm 사이에서 경향성이 나타났다. 생산량은 3회 처리구에서 모든 처리농도에서 경향성이 나타났고 4회 처리구(유효분얼기)에서 Ge 0 ppm과 Ge 25 ppm, Ge 0 ppm과 Ge 50 ppm를 제외한 처리농도에서 경향성이 나타났고 4회 처리구(등숙기) 처리에서 Ge 0 ppm과 Ge 25 ppm, Ge 25 ppm과 Ge 50 ppm를 제외한 처리농도에서 경향성이 나타났다.

표 2

유기 Ge 강화 벼(3, 4회 처리) - 생육조사표

① 3회 처리(시기: 최고분얼기, 수잉기, 출수기; 유기 Ge 처리 농도: 0, 25, 50, 100ppm),

② 4회 처리(시기: 유효분얼기, 최고분얼기, 수잉기, 출수기; 유기 Ge 처리 농도: 0, 25, 50, 100ppm),

③ 4회 처리(시기: 최고분얼기, 수잉기, 출수기, 등숙기; 유기 Ge 처리 농도: 0, 25, 50, 100ppm).

처리구	처리 농도 (ppm)	초장 (cm)	수장 (cm)	주당 수수 (No)	주당 중량 (No)	전립중 (g)	무효분얼비율 (%)	수확 (kg 10 ⁴)
3회 처리구	0	113.33±3.06a ¹⁾	42.13±7.77a	23.67±0.58a	1.954±131a	21.20±1.30a	0.97±0.05a	731.61±90.09a
	25	115.33±4.51aA ²⁾	51.33±2.52aA	17.00±3.46bA	2.036±344aA	21.70±1.50aA	0.96±0.04aA	806.86±133.05aA
	50	115.67±2.08aA	50.00±8.19aA	18.33±2.89abAB	1.622±222abA	21.50±0.80aA	0.92±0.05aA	635.78±82.38cB
	100	111.67±1.53aA	41.33±1.53aA	19.00±1.73abA	1.339±287bA	21.40±0.40aA	0.90±0.05aA	516.84±101.69dA
4회 처리구 (유효분얼기)	0	113.33±3.06a	42.13±7.77a	23.67±0.58a	1.954±131a	21.20±1.30a	0.97±0.05a	738.61±90.09ab
	25	105.00±1.00bA	41.33±5.86aA	19.67±1.53aA	1.862±89aA	22.30±1.30aA	0.92±0.05aA	774.49±54.51aA
	50	113.00±3.61aA	41.67±3.21aA	13.67±2.08bB	1.751±258aA	21.50±1.60aA	0.90±0.03aA	696.68±104.90bA
	100	113.67±2.31aA	45.00±5.29aA	20.00±2.00aA	1.320±160bA	21.50±1.30aA	0.88±0.03aA	518.95±64.46cA
4회 처리구 (등숙기)	0	113.33±3.06c	42.13±7.77b	23.67±0.58a	1.954±131a	21.20±1.30a	0.97±0.05a	738.61±90.09a
	25	115.67±0.58bcA	48.33±3.06bA	22.67±3.06bA	1.944±145aA	21.30±2.00aA	0.91±0.03bA	719.12±79.19cB
	50	121.00±2.00aA	58.00±6.08aA	23.33±2.89bA	1.837±165abA	20.90±0.70aA	0.90±0.02aA	676.84±60.87bAB
	100	118.67±1.53aabA	43.00±1.00bA	18.67±6.03cA	1.560±284bA	20.60±1.80aA	0.89±0.04aA	564.33±101.93cA

a) Within each column values follow by the same lowercase are not significantly different at p<0.05, using Tukey's multiple-range test (n=3)

b) Within each column values follow by the same uppercase are not significantly different at p<0.05, using Tukey's multiple-range test (n=3)

[0052]

[0053]

게르마늄 엽면처리에 따른 토양 이화학적 특성 변화

[0054]

실험 전 및 후 토양의 이화학적 특성 분석 결과(표 3), 표토에서 pH, EC, CEC, 유효인산, T-N, EX-Ca은 게르마늄 처리 전 토양이 처리 후 토양보다 높았으며, OM, 유효규산 Ex-Mg, Ex-K은 처리 후 토양이 높았다. 심토에서는 pH, EC, 유효인산, EX-Ca은 처리 전 토양이 높았으며 CEC, OM, 유효규산, Ex-Mg, Ex-K은 처리 후 토양이 높았고 T-N은 변화가 없었다.

표 3

Soil depth	Experiment	Chemical properties									
		pH (1:5)	EC (dS/m)	CEC (cmol/kg)	OM (%)	Avail - P ₂ O ₅ (cmol/kg)	Avail - SiO ₂ (cmol/kg)	T-N (%)	Ex-Ca (cmol/kg)	Ex-Mg (cmol/kg)	Ex-K (cmol/kg)
Topsoil	Before	6.87	0.64	11.46	3.08	20.89	44.28	0.09	4.61	2.06	0.30
	After	6.77	0.37	9.85	3.24	5.70	48.16	0.07	4.25	2.74	0.53
Subsoil	Before	6.96	0.25	8.63	2.48	7.58	39.65	0.07	4.31	2.54	0.28
	After	6.79	0.37	9.16	2.95	4.39	40.41	0.07	3.91	2.90	0.49

[0055]

[0056]

게르마늄 엽면 처리 농도에 따른 벼 부위별 게르마늄 함량

[0057]

게르마늄 처리 농도에 따른 벼 지하부 내 모든 처리 시기의 게르마늄 평균 함량은 Ge 100 ppm(2,907.69) > Ge 50 ppm(2,601.37) > Ge 25 ppm(1,980.22) > Ge 0 ppm(1,006.40 ppb) 순이었다(도 4). 각 처리 시기에서 게르마늄 엽면 처리 농도에 따른 벼 지하부내 게르마늄 함량은 평균 함량과 마찬가지로 처리 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 모든 처리 시기에서 게르마늄 처리 농도에 따른 벼 지상부 내 모든 처리 시기의 게르마늄 평균 함량은 Ge 100 ppm(5,163.83) > Ge 50 ppm(3,716.72) > Ge 25 ppm(3,283.84 ppb) 순이었다. 각 처리 시기에서 처리 농도에 따른 지상부내 게르마늄 함량은 처리 농도가 증가할수록 함량이 증가하는 경향을 보였다. 벼 부위별 게르마늄 함량은 잎 및 줄기에서 게르마늄 엽면 처리 농도가 증가(0 → 80 ppm)했을 때, 게르마늄 함량이 100.8배로 급격히 증가하였으나 뿌리에서는 13.9배로 증가하였고, 잎에서 게르마늄 함량은 엽면 처리 농도가 증가(0 → 40 ppm)했을 때 47.2 배 증가하였다. 모든 처리 시기 및 횟수에서 벼 식물체 내 Ge 평균 함량을 보면 지상부가 지하부에 비해 25 ppm에서 1.4배, 50 ppm에서 1.7배, 100 ppm에서 1.8배% 높은 게르마늄 함량이 나타났다. 처리 농도가 높아질수록 지하부와 지상부의 함량 차이가 증가하는 경향을 보였다. 벼에 게르마늄 엽면

처리시 게르마늄의 흡수율은 줄기와 잎은 비슷하였으나 상대적으로 뿌리는 매우 낮았고, 엽면 처리와 마찬가지로 벼에 게르마늄 토양 처리 시에도 잎, 줄기, 뿌리 순이었다. 본 실험에서는 게르마늄 처리 농도가 높을수록 지상부 및 지하부에서 게르마늄 함량이 증가하였고, 게르마늄 함량은 지상부가 지하부에 비해 높았다.

[0059] 벼 부위별 처리 시기 및 횟수에 따른 게르마늄 함량

[0060] 게르마늄 처리 시기 및 횟수에 따른 벼 지하부 내 모든 처리 농도의 게르마늄 평균 함량은 3회 처리구(2,543.96) > 4회 처리구(유효분얼기)(2,514.79) > 4회 처리구(등숙기)(2,429.53 ppb)순이었다(도 4A). 각 처리 농도에서 게르마늄 처리 시기에 따른 벼 지하부 내 게르마늄 함량은 Ge 25 ppm 처리와 50 ppm 처리에서 3회 처리구가 높고 4회 처리구(등숙기)구가 낮았으나 Ge 100 ppm 처리에서는 4회 처리구(등숙기)가 높고 4회 처리구(유효분얼기)가 낮았다. 처리 시기 및 횟수에 따른 벼 지상부 내 모든 처리 농도의 게르마늄 평균 함량은 4회 처리구(등숙기)(4,560.82) > 3회 처리구(3,844.71) > 4회 처리구(유효분얼기)(3,758.81 ppb) 순이었다(도 4B). 각 처리 농도에서 처리시기에 따른 벼 지상부 내 게르마늄 함량은 모든 농도별 처리에서 4회 처리구(등숙기)가 가장 높았으며 25ppm과 50ppm 처리에서 3회 처리구(3,173.10)에서 낮았으나 100ppm 처리에서는 4회 처리구(유효분얼기)(4,407.70 ppb)가 낮았다. 모든 처리 농도에서 벼 식물체 내 Ge 평균 함량은 지상부가 지하부에 비해 3회 처리구에서 1.5배, 4회 처리구(유효분얼기)에서 1.5배, 4회 처리구(등숙기)에서 1.9배 높은 Ge 함량을 보였다. 벼에 게르마늄 토양 처리를 1회(최고분얼기), 2회(최고분얼기 + 수잉기), 3회(최고분얼기 + 수잉기 + 출수기)로 각각 달리하여 처리하였을 때 처리 횟수가 증가할수록 게르마늄 함량이 높았으며 게르마늄 흡수율은 잎, 줄기, 뿌리에서 각각 18.8 %, 0.8 %, 0.002 %이었다. 본 실험에서 처리시기에 따른 엽면 처리 시 지상부가 지하부보다 게르마늄 함량이 높았다. 지하부는 4회 처리(유효분얼기 + 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기, 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기 + 등숙기)보다 3회 처리(최고분얼기 + 수잉기 + 출수기)에서 높은 경향을 보였으나 지상부에서는 4회 처리가 3회 처리보다 높은 경향을 보였다. 지하부에서 생육 초기인 유효분얼기부터 처리한 4회 처리구(유효분얼기)가 생육후기까지 처리한 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기 + 등숙기 처리구보다 높은 경향을 보였으나 지상부에서는 4회 처리구(등숙기)가 4회 처리구(유효분얼기)보다 높은 경향을 보였다.

[0061] 지하부는 3회 처리구, 4회 처리구(유효분얼기)에서 Ge 처리 농도 사이에 경향성이 나타났고, 4회 처리구(등숙기)에서 Ge 25ppm과 Ge 50ppm을 제외하고 Ge 처리 농도 사이에 경향성이 나타났다. 지상부는 3회 처리구, 4회 처리구(유효분얼기), 4회 처리구(등숙기)에서 Ge 25ppm과 Ge 50ppm을 제외하고 Ge 처리 농도 사이에 경향성이 나타났다.

[0063] 게르마늄 엽면 처리 농도에 따른 쌀 부위별 게르마늄 함량

[0064] 유기 게르마늄(Chelate-Ge) 처리 농도에 따른 백미 내 모든 처리 시기의 게르마늄 평균 함량은 Ge 100 ppm(493.38) > Ge 50 ppm(225.26) > Ge 25 ppm(98.32 ppb) 순이었다(도 5). 각 처리 시기에서 Chelate-Ge 엽면 처리 농도에 따른 백미 내 게르마늄 함량은 평균 함량과 마찬가지로 처리 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다(표 4). 처리농도에 따른 현미 내 모든 처리 시기의 Ge 평균 함량을 보면 Ge 100 ppm(660.09) > Ge 50 ppm(254.79) > Ge 25 ppm(150.73 ppb) 순이었다. 각 처리 시기에서 처리 농도에 따른 현미 내 게르마늄 함량은 평균 함량과 마찬가지로 처리 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 본 실험에서 유기 게르마늄 처리 농도가 높을수록 현미 및 백미에서 게르마늄 함량이 증가하였고, 현미가 백미에 비해 게르마늄 함량이 높은 것으로 나타났다.

표 4

종류	유기 Ge 처리농도 (ppm)	Ge 함량($\mu\text{g kg}^{-1}$)		
		시기별 처리 횟수		
		3회 처리구	4회 처리구(유효분얼기)	4회 처리구(등숙기)
현미	0	ND ^{a)}	ND	ND
	25	ND	87.15 $\pm$ 49.18bc ^{b)B^{c)}}	214.31 $\pm$ 80.81bcA
	50	183.48 $\pm$ 11.19bcB	210.42 $\pm$ 78.66bB	390.64 $\pm$ 94.87bA
	100	417.08 $\pm$ 199.68aB	424.95 $\pm$ 1.04aB	1138.23 $\pm$ 5.73aA
백미	0	ND	ND	ND
	25	ND	ND	98.32 $\pm$ 29.95cA
	50	139.11 $\pm$ 25.67bB	152.23 $\pm$ 73.32bB	384.43 $\pm$ 55.34bA
	100	256.59 $\pm$ 36.43aB	369.43 $\pm$ 2.31aB	750.16 $\pm$ 4.26aA

^{a)} ND, not detected

^{b)} Within each column values follow by the same lowercase are not significantly different at $p<0.05$, using Tukey's multiple-range test ($n=3$)

^{c)} Within each column values follow by the same uppercase are not significantly different at $p<0.05$, using Tukey's multiple-range test ($n=3$)

[0065]

[0066]

게르마늄 엽면 처리 시기에 따른 쌀 부위별 게르마늄 함량

[0067]

유기 게르마늄(Chelate-Ge) 처리 시기에 따른 백미 내 모든 처리 농도의 게르마늄 평균 함량을 보면 4회 처리구(등숙기)(131.90) > 4회 처리구(유효분얼기)(208.54) > 3회 처리구(343.30 ppb) 순이었다(도 5). 각 처리 농도에서 유기 게르마늄 처리 시기에 따른 백미 내 게르마늄 함량을 보면 Ge 25 ppm 처리에서 4회 처리구(등숙기)는 98.32 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 였으며 3회 처리구 및 4회 처리구(유효분얼기)는 검출되지 않았고 Ge 50 ppm 과 100 ppm 처리에서는 4회 처리구(등숙기) > 4회 처리구(유효분얼기) > 3회 처리구 순이었다. 모든 처리 농도에서 유기 킬레이트 처리 시기 및 횟수에 따른 현미 내 게르마늄 평균 함량을 보면 4회 처리구(등숙기)(343.30) > 4회 처리구(유효분얼기)(240.84) > 3회 처리구(200.19) (343.30 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) 순이었다. 각 처리 농도에 따른 처리 시기에 따른 현미 내 게르마늄 함량을 보면 4회 처리구(등숙기) > 4회 처리구(유효분얼기) > 3회 처리구 순이었다(표 7). 본 실험에서는 4회 처리(유효분얼기 + 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기, 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기 + 등숙기)가 3회 처리(최고분얼기 + 수잉기 + 출수기)보다 현미 및 백미 내에서 게르마늄 함량이 높게 나타났다. 생육 후기까지 처리한 4회 처리구(등숙기)가 생육 초기부터 4회 처리한 4회 처리구(유효분얼기)보다 Ge 함량이 높은 경향을 나타냈다. 게르마늄을 60 ppm을 함유한 상추를 생쥐에게 단일 경구투여를 통하여 독성실험한 결과 어떠한 독성이 일어나지 않았다는 연구 결과가 보고되었다(Kim et al., 2009). 따라서 생육 후기까지 4회 Ge 100ppm 처리하고 도정공정이 적은 현미가 게르마늄 섭취에 좋다고 판단된다.

[0068]

백미는 3회 처리구에서 Ge 0 ppm과 Ge 100 ppm, Ge 25 ppm과 Ge 100 ppm 사이에서 경향성이 나타났고, 4회 처리구(유효분얼기)와 4회 처리구(등숙기)에서 Ge 0 ppm과 Ge 25 ppm, Ge 25 ppm과 Ge 50 ppm을 제외한 Ge 처리 농도 사이에서 경향성이 나타났다. 현미는 3회 처리구, 4회 처리구(유효분얼기), 4회 처리구(등숙기)에서 Ge 0 ppm과 Ge 25 ppm을 제외한 게르마늄 처리 농도를 제외한 게르마늄 처리 농도 사이에서 경향성이 나타났다. 따라서 각 처리 시기 및 횟수에서 게르마늄 처리 농도 간 백미와 현미는 상관관계가 있었으며, 처리 시기 및 횟수와 게르마늄 처리 농도의 관계는 백미와 현미에서 통계적 유의성이 나타났다.

[0070]

실시 예 2. 셀레늄 강화 쌀의 재배 방법

[0071]

실시 예 1과 같은 방식으로 셀레늄을 농도별로 벼의 생장단계에 따라 최고분얼기(72 DAS) + 수잉기(105 DAS) + 출수기(118 DAS) 처리구(3회 처리)와 생장 초기 단계(유효분얼기)또는 생장 후기 단계(등숙기)를 1회를 추가로 처리한 유효분얼기 + 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기 처리구(4회 처리(유효분얼기))와 최고분얼기 + 수잉기 + 출수기 + 등숙기 처리구(4회 처리(등숙기))로 나누어 수행하였다.

[0073] 실험예 2.

[0074] 식물체 셀레늄 추출 및 분석

[0075] 수확 후 벼의 셀레늄 함량을 조사하기 위해 각 처리 조건별로 구분한 뒤, 쌀 부위별로 현미와 백미로 구분하였다. 쌀 부위별(현미, 백미) 분말 시료는 2 g을 50 mL-Digi tube에 넣고 HNO_3 (20 mL)와 혼합하였다. 쌀 부위별(현미, 백미) 분말 시료는 1 g을 teflon tube에 넣고 HNO_3 (10 mL)와 혼합하였다. 실온에서 24시간 정치 후 DigiPREP MS(SCP science Inc., Quebec Canada)에서 150 ~ 170° C에 6시간 분해하여 분해액이 투명해지면 분해가 완료된 것으로 판단하고 분해시킨 여액을 50mL-volumetric flask에 여과지(No.6)로 여과하고 초순수를 이용하여 50mL로 정용하였다. 진동혼합(vortex)후에 ICP에 넣고 게르마늄 standard를 농도별로 준비한 다음 분석하여 정량하였다. 기기분석은 Inductively coupled plasma (ICP) spectrometer(Agilent technologies Inc., Santa Clara USA)를 이용하였으며 분석 감도를 높여주기 위하여 VGA를 부착하였다. VGA 운용 시 산화제로는 5 M HCl을 사용하였고, 환원제로는 0.5% NaOH와 0.6% NaBH_4 를 혼합하여 사용하였다. 쌀 내 셀레늄 분석 ICP의 기기 분석 조건은 상기 표 1과 같다. 백미 및 현미 내의 Se 함량은 표 5에 기재하였다.

표 5

종류	처리농도 (ppm)	Se함유량(ppb)		
		3회처리	시기별 처리 횟수 4회처리(유효분얼기)	4회처리(등숙기)
현미	0	722.81±75.57e ^{a)}	722.81±75.57d	722.81±75.57f
	10	1186.67±25.31de	1076.90±16.44d	1543.99±102.52e
	20	1970.13±132.58cd	1797.52±163.07c	2253.60±121.51d
	40	2449.96±202.87c	2637.80±200.23b	3312.65±238.80c
	60	3981.30±647.53b	2793.20±188.70b	4404.17±310.85b
	100	4974.70±325.77a	5774.54±200.58a	5056.68±326.51a
	P*-Se 40	-	-	3109.65±81.40c
백미	0	610.81±68.50d	610.81±68.50e	610.81±68.50c
	10	823.52±104.32cd	776.49±137.33e	1055.13±73.76c
	20	1563.94±54.06cd	1434.23±225.15d	1448.88±4.67c
	40	1777.03±97.15bc	2214.54±229.88c	2385.21±389.62b
	60	2791.99±543.98b	2816.39±72.05b	4139.34±406.03a
	100	5963.85±830.50a	4477.75±234.78a	4700.41±553.44a
	P*-Se 40	-	-	2431.67±83.86b

P*: pesticide(농약) 혼합 처리

a) Tukey 다중 범위 검정을 이용하였을 때, 표의 열 내에서 같은 알파벳 소문자는 각 처리시기의

농도 범위(0, 10, 20, 40, 60, 100, p-Se40 ppm)내 신뢰 범위(P < 0.05) 범위에서 유의적 차이가 없음을 말한다.

[0076]

[0077] 도 6은 현미 내의 유기 셀레늄 함량을 나타낸 것으로, 처리 농도에 따른 셀레늄 함량은 3회 처리구, 4회 처리구(유효분얼기), 4회 처리구(등숙기) 모두 100ppm > 60ppm > 40ppm > 20ppm > 10ppm > 무처리 순이었다. 처리 횟수에 따른 셀레늄 함량은 3회 처리보다 4회 처리가 더 높았으며, 처리 시기에 따른 Se 함량은 3회 처리보다 4회 처리구(등숙기)가 높았으며 100ppm만 4회 처리(유효분얼기)가 4회 처리(등숙기)보다 높았으며 나머지는 4회 처리(등숙기)가 높았다.

[0078] 도 7은 백미 내의 유기 셀레늄 함량을 나타낸 것으로, 처리 농도에 따른 Se 함량은 3회 처리구, 4회 처리구(유효분얼기), 4회 처리구(등숙기) 모두 100ppm > 60ppm > 40ppm > 20ppm > 10ppm > 무처리 순이었다. 처리 횟수에 따른 Se 함량은 20ppm, 100ppm은 3회 처리가 가장 높았으며 나머지는 4회 처리가 높았다. 처리 시기에 따른 Se 함량은 10ppm, 20ppm, 100ppm은 3회 처리가 가장 높고 4회 처리(등숙기), 4회 처리(유효분얼기) 순으로 높았

으며 40ppm, 60ppm은 4회 처리(등숙기), 4회 처리(유효분얼기), 3회 처리 순으로 높았다.

[0080] 비교 예 1. 1회 또는 2회 게르마늄 처리한 게르마늄 강화 쌀

[0081] 실시 예 1에서와 동일한 방법으로 벼를 재배하되, 유효분얼기, 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기 중 어느 한 기간에 100 ppm의 유기 게르마늄을 1회 엽면처리하거나, 출수기와 등숙기에 각각 50 ppm 및 100 ppm의 유기 게르마늄을 처리하였다. 벼를 수확한 후 현미 및 백미 내의 게르마늄의 함량을 조사하여 도 8에 나타냈다. 게르마늄을 1회 처리했을 때에 비해 2회 처리했을 때 현미의 게르마늄 함량이 약 2배 정도 많았으며(도 8a), 백미의 경우에는 게르마늄의 처리 횟수와 관계없이 비슷한 게르마늄 함량을 나타냈다(도 8b).

[0082] 그러나, 유기 게르마늄을 3-4회 처리한 벼의 현미와 백미의 게르마늄 함량과 비교했을 때(표 4 및 도 5), 게르마늄을 1-2회 처리한 현미와 백미에 비해 더 높은 게르마늄 함량을 보였다. 특히, 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기에 4회 처리한 벼의 현미 및 백미는 1-2회 처리한 현미 및 백미에 비해 약 2~2.5배 더 높은 게르마늄 함량을 보였다.

[0084] 비교 예 2. 1회 또는 2회 셀레늄 처리한 셀레늄 강화 쌀

[0085] 실시 예 2에서와 동일한 방법으로 벼를 재배하되, 유효분얼기, 최고분얼기, 수잉기, 출수기 및 등숙기 중 어느 한 기간에 40 ppm의 유기 셀레늄을 1회 엽면처리하거나, 출수기와 등숙기에 각각 20 ppm 및 40 ppm의 유기 셀레늄을 처리하였다. 벼를 수확한 후 현미 및 백미 내의 셀레늄 함량을 조사하여 도 9에 나타냈다. 셀레늄을 1회 처리했을 때에 비해 2회 처리했을 때 현미 및 백미의 셀레늄 함량이 더 높았다.

[0086] 그러나, 유기 셀레늄을 3-4회 처리한 벼의 현미와 백미의 셀레늄 함량과 비교했을 때(표 5, 도 6 및 7), 셀레늄을 1-2회 처리한 현미와 백미에 비해 약 2~2.5배 더 높은 셀레늄 함량을 보였다.

[0088] 실시 예 3. 게르마늄 강화 쌀의 재배 방법

[0089] 실시 예 1과 같은 방식으로 게르마늄을 농도별로(20, 40, 60, Se 40 + Ge 100 ppm + Pesticide) 벼의 생장단계에 따라 수잉기, 출수기 및 등숙기에 각각 1회씩 총 3회 처리하였다. 벼를 수확한 후 실험에 1에서와 같은 방식으로 현미 및 백미의 게르마늄 함량을 조사하고 이를 하기 표 6 및 도 10에 나타냈다. 무처리 군에 비해 수잉기, 출수기 및 등숙기에 총 3회 처리한 현미 및 백미에서 거의 3배 내지 5배 증가한 게르마늄 함량을 나타냄을 확인할 수 있다.

표 6

처리 횟수 및 시기		처리 농도(ppm)	Ge함량($\mu\text{g kg}^{-1}$)
현미	3회 (수잉기, 출수기, 등숙기)	무처리	273.75 $\pm$ 15.23
		유기 Ge 50 ppm	843.87 $\pm$ 39.90
		유기 Ge 100 ppm	1191.27 $\pm$ 88.83
		유기 Ge 200 ppm	1596.47 $\pm$ 96.17
		유기 Se 40 / Ge 100 ppm / P	1177.13 $\pm$ 89.64
백미	3회 (수잉기, 출수기, 등숙기)	무처리	258.62 $\pm$ 15.95
		유기 Ge 50 ppm	812.17 $\pm$ 66.60
		유기 Ge 100 ppm	1058.72 $\pm$ 172.68
		유기 Ge 200 ppm	1280.96 $\pm$ 343.32
		유기 Se 40 / Ge 100 ppm / P	1093.32 $\pm$ 207.47

[0091] 실시 예 4. 셀레늄 강화 쌀의 재배 방법

[0092] 실시 예 2와 같은 방식으로 셀레늄을 농도별로(0, 40, 60, Se 40 + Ge 100 ppm + Pesticide)) 벼의 생장단계에 따라 수잉기, 출수기 및 등숙기에 각각 1회씩 총 3회 처리하였다. 벼를 수확한 후 실험에 2에서와 같은 방식으

로 현미 및 백미의 게르마늄 함량을 조사하고 이를 하기 표 7 및 도 10에 나타냈다. 무처리 군에 비해 수잉기, 출수기 및 등숙기에 총 3회 처리한 현미 및 백미에서 거의 7배 내지 15배 증가한 게르마늄 함량을 나타냄을 확인할 수 있다.

표 7

처리 횟수 및 시기		처리 농도(ppm)	Se함량($\mu\text{g kg}^{-1}$)
현미	3회(수잉기, 출수기, 등숙기)	무처리	213.92 $\pm$ 46.83
		유기 Se 20 ppm	1543.65 $\pm$ 211.25
		유기 Se 40 ppm	2265.05 $\pm$ 176.91
		유기 Se 60 ppm	3777.90 $\pm$ 159.56
		유기 Se 40 / Ge 100 ppm / P	2148.63 $\pm$ 77.64
백미	3회(수잉기, 출수기, 등숙기)	무처리	276.08 $\pm$ 107.61
		유기 Se 20 ppm	1035.79 $\pm$ 121.83
		유기 Se 40 ppm	1890.79 $\pm$ 237.06
		유기 Se 60 ppm	3095.97 $\pm$ 318.43
		유기 Se 40 / Ge 100 ppm / P	1911.87 $\pm$ 105.56

[0093]

[0095] 실시 예 5. 셀레늄 및 게르마늄 강화 작물의 재배

[0096] 셀레늄 및 게르마늄이 강화된 부추 및 상추

[0097] 부추의 파종 후 일주일 간격으로 53일 및 60일에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄을 엽면처리하고(0, 20, 40ppm), 상추의 파종 후 29일 및 32일에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄을 엽면처리하였다(0, 20, 40ppm). 부추와 상추를 수확한 후 셀레늄과 게르마늄 함량을 조사하여 도 11에 도시하였다. 부추와 상추 모두 무처리군에 비해 높은 셀레늄과 게르마늄 함량을 보였다.

[0099] 셀레늄 및 게르마늄이 강화된 가지, 대파 및 토마토

[0100] 가지는 파종 후 73일 및 80일에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄을 엽면처리하고(0, 30, 60ppm), 대파는 파종 후 173일 및 180일에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄을 엽면처리하였다(0, 30, 60ppm). 토마토는 파종 후 64일 및 71일에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄을 엽면처리하였다(0, 30, 60ppm). 가지, 대파 및 토마토를 수확한 후 셀레늄과 게르마늄 함량을 조사하여 도 12에 도시하였다. 가지, 대파 및 토마토 모두 무처리군에 비해 높은 셀레늄과 게르마늄 함량을 보였으며, 특히 가지는 무처리군에 비해 3~7배의 더 높은 함량을 보였다.

[0102] 셀레늄 및 게르마늄이 강화된 고추, 단호박, 오이 및 피망

[0103] 고추(파종 후 53일 및 60일), 단호박(파종 후 53일 및 60일), 오이(파종 후 53일 및 60일) 및 피망(파종 후 64일 및 71일)에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄을 엽면처리하였다(0, 40, 80ppm). 고추, 단호박, 오이 및 피망을 수확한 후 셀레늄과 게르마늄 함량을 조사하여 도 13에 도시하였다. 가지, 대파 및 토마토 모두 무처리군에 비해 높은 셀레늄과 게르마늄 함량을 보였으며, 특히 고추와 피망은 80ppm의 셀레늄과 게르마늄 처리시 6배 이상의 더 높은 함량을 보였다.

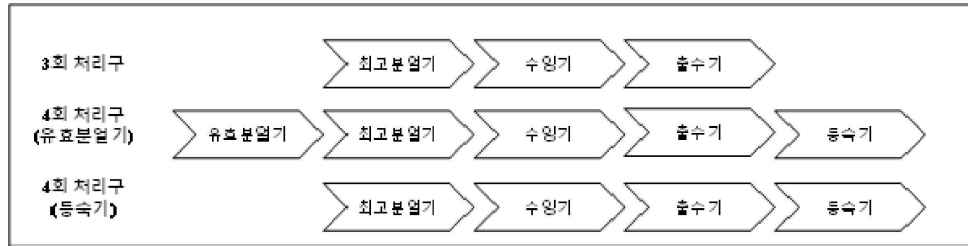
[0105] 셀레늄 및 게르마늄이 강화된 땅콩

[0106] 땅콩의 파종 후 53일 및 60일에 유기 셀레늄과 유기 게르마늄 및 무기 셀레늄과 무기 게르마늄을 엽면처리하였다(0, 20, 40ppm). 땅콩을 수확한 후 셀레늄과 게르마늄 함량을 조사하여 도 14에 도시하였다. 땅콩은 무처리군에 비해 높은 셀레늄과 게르마늄 함량을 보였으며, 특히 유기 셀레늄과 유기 게르마늄의 처리시 더 높은 함량을 보였다.

[0108] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2

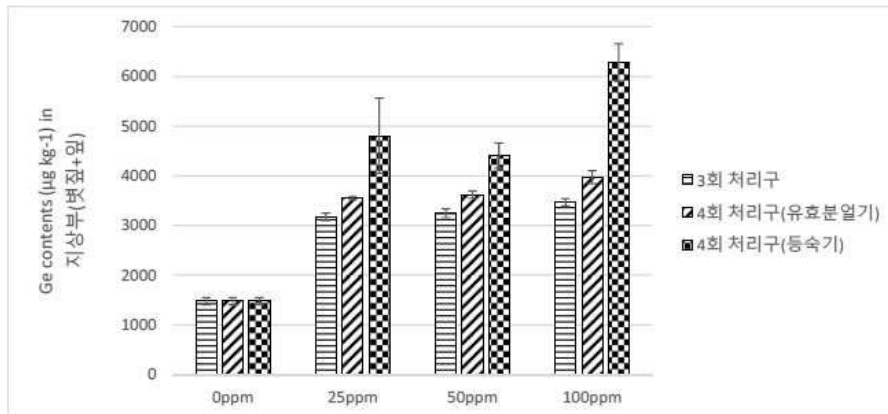


도면3

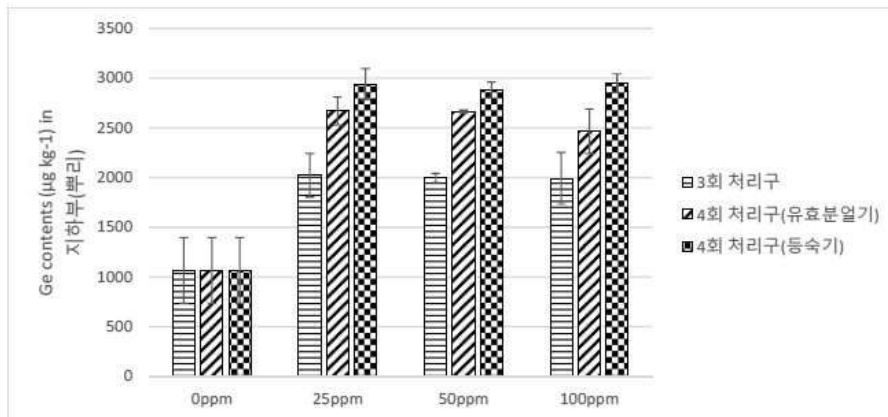


도면4

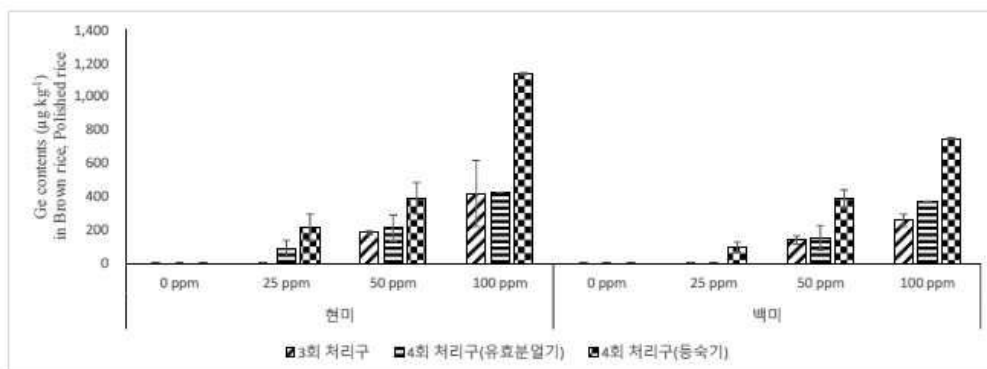
(A)



(B)

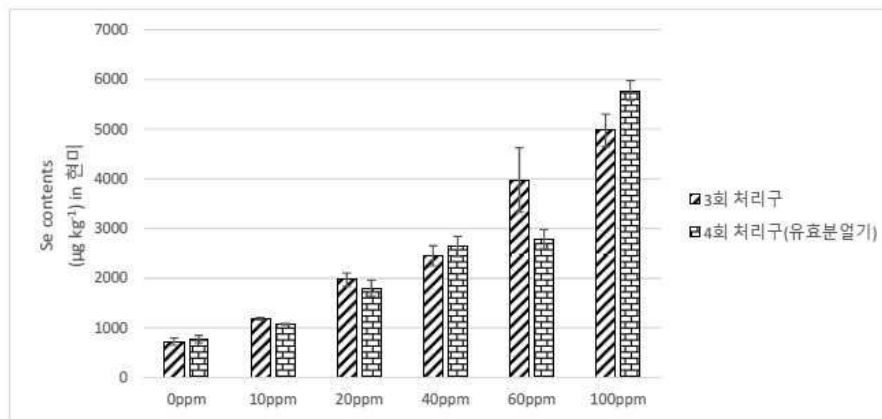


도면5

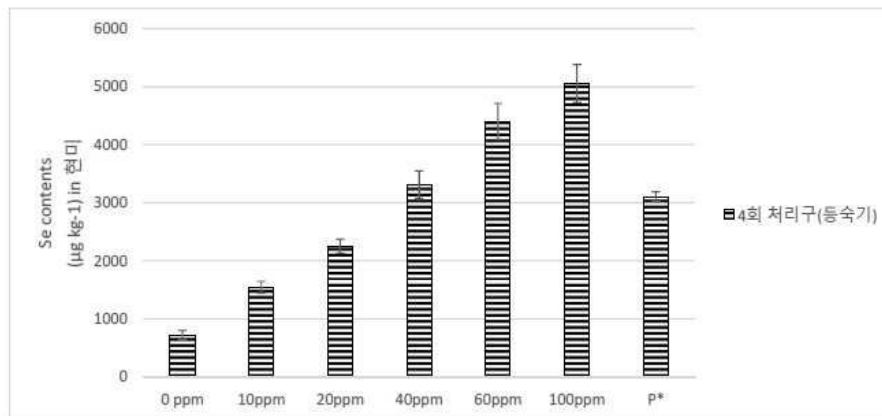


도면6

(A)

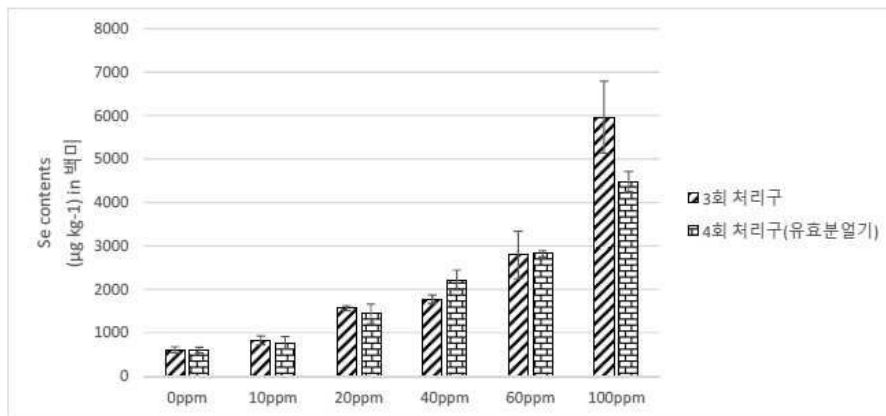


(B)

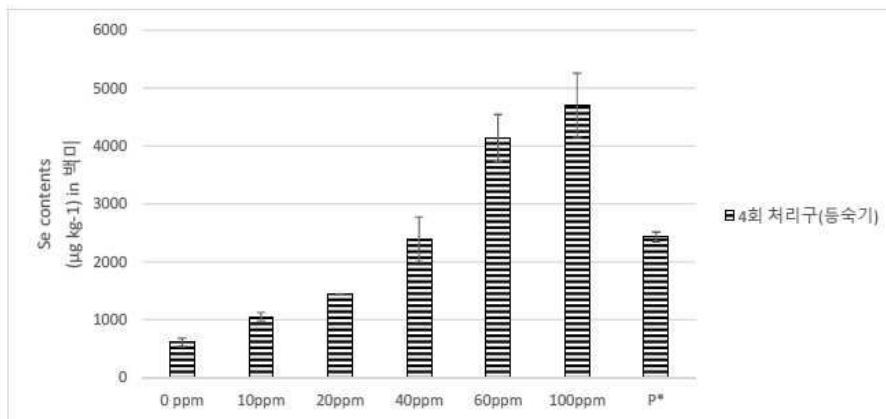


도면7

(A)

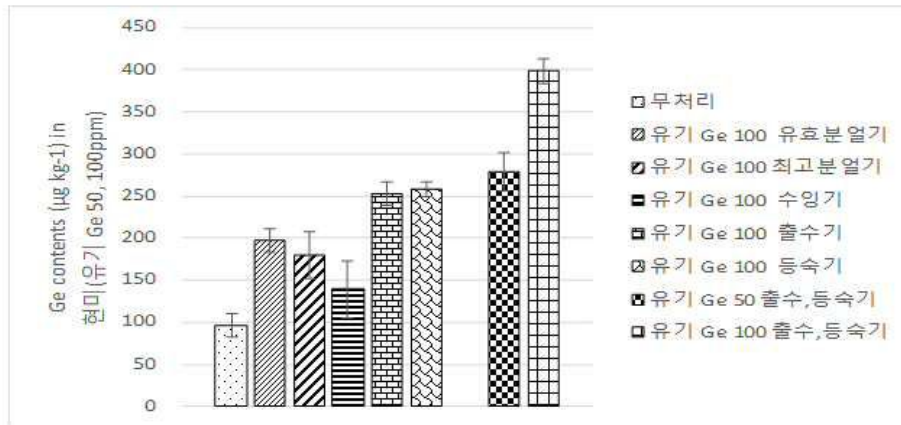


(B)

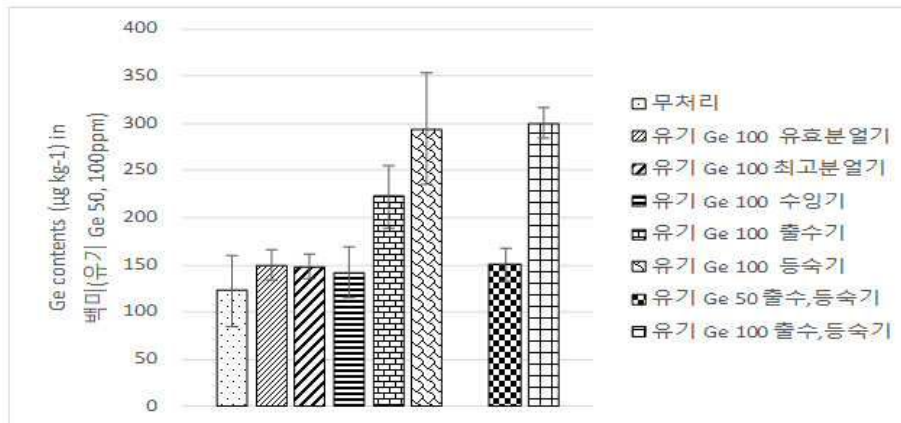


도면8

(A)

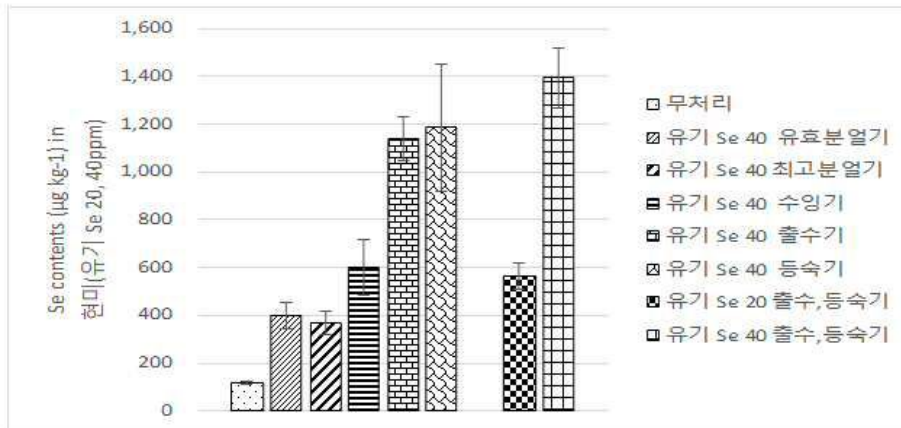


(B)

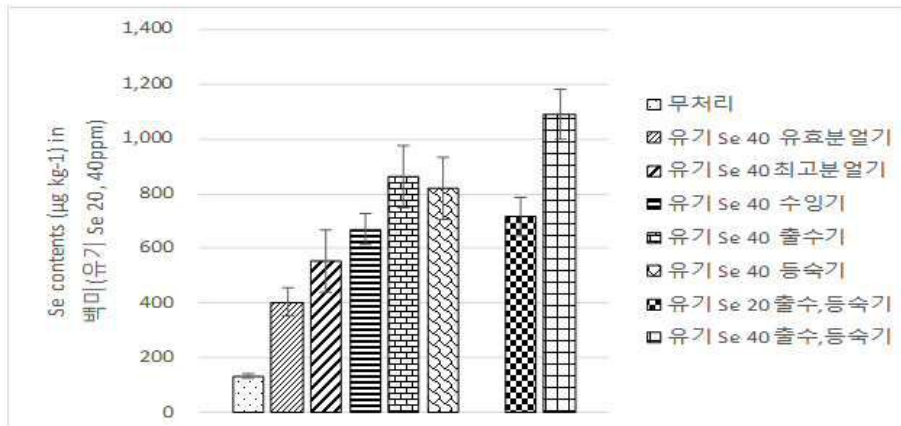


도면9

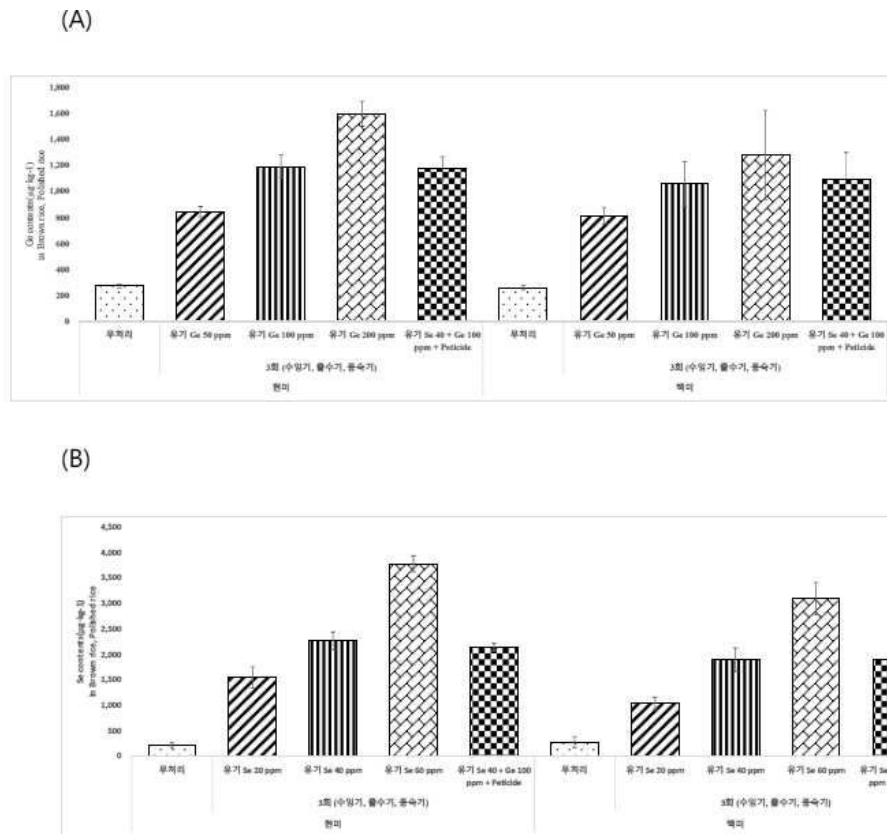
(A)



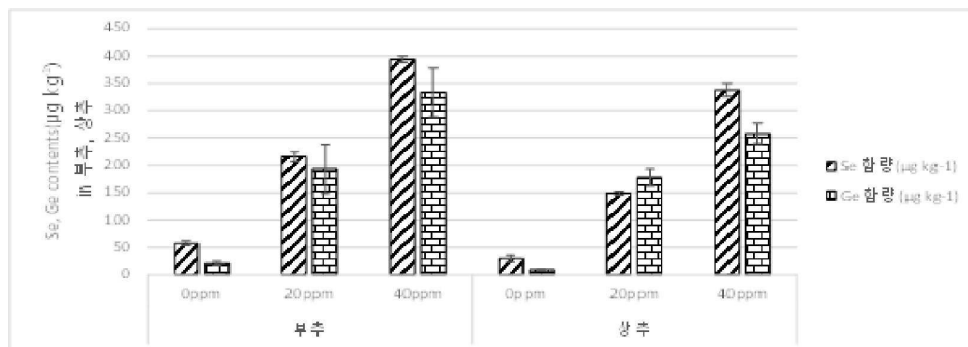
(B)



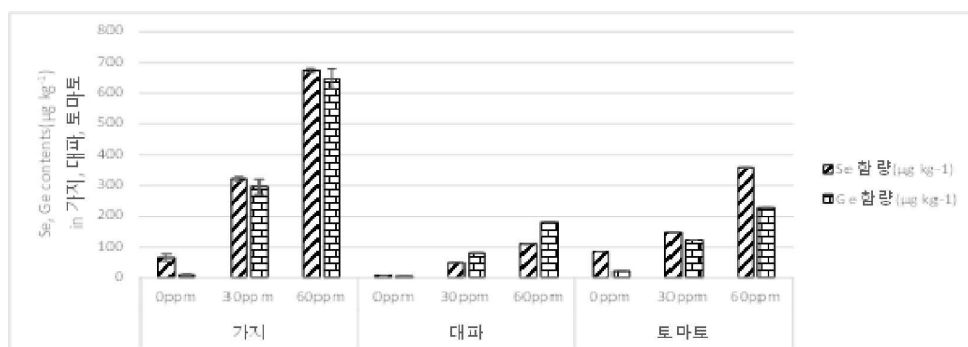
도면10



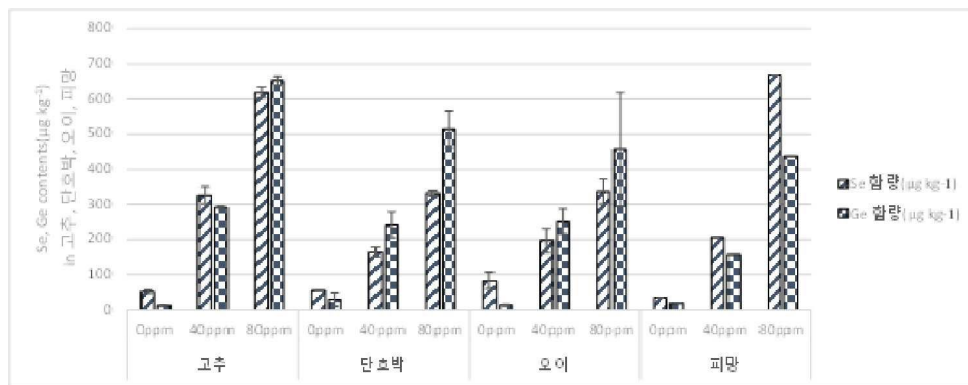
도면11



도면12



도면13



도면14

