



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0096728
(43) 공개일자 2011년08월31일

(51) Int. Cl.

G01T 1/16 (2006.01) G01N 33/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0016135

(22) 출원일자 2010년02월23일

심사청구일자 2010년02월23일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전 유성구 궁동 220 충남대학교

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 어은동 52번지

(72) 발명자

안길환

대전광역시 유성구 지족동 992번지 반석마을 3단지 호반베르디움아파트 309동 1901호

이광식

대전광역시 서구 삼천동 986 가람아파트 12동 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

최규환

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 무기염을 이용한 한국산 배추와 중국산 배추의 판별 방법

(57) 요약

본 발명은 배추에 함유된 동위원소를 갖는 특정 원소의 동위원소의 함량을 측정하는 단계; 상기 측정된 동위원소의 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추의 판별이 가능한 조건을 설정하는 단계; 및 상기 설정된 조건으로부터 한국산 배추를 선별하는 단계를 포함하는 한국산 배추와 중국산 배추를 판별하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도24

샘플	조건1	조건2	조건3		조건1	조건2	조건3
강원도1		강원도1	강원도1	O	1.1		X
강원도2		강원도2	강원도2	O	2.1		X
강원도3		강원도3		O	2.2		X
강원도4		강원도4		O	2.3		X
강원도5		강원도5	강원도5	O	2.4		X
강원도6		강원도6	강원도6	O	QD1		X
안성1	안성1		안성1	O	QD2		X
안성2	안성2	안성2		O	QD3		X
안성3	안성3	안성3	안성3	O	QD4		X
안성4	안성4		안성4	O	QD5		X
안성5	안성5			O	QD6		X
안성6	안성6			O	QD7		X
안성7				X	SY1		X
안성8	안성8	안성8	안성8	O	SY2		X
안성9	안성9	안성9	안성9	O	SY3		X
해남1			X	SY6			X
해남2			X	SY7			X
해남3		해남3		O			
해남4	해남4	해남4		O			
해남5	해남5			O			
해남6			해남6	O			
해남7			X				

(72) 발명자

장창순

경기도 평택시 장당동 우미이노스빌아파트 301동
307호

류동걸

대전광역시 서구 도마2동 경남아파트 109동 1306호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 308023-03-1-HD110

부처명 농림수산식품기술기획평가원

연구관리전문기관

연구사업명 농림기술개발사업

연구과제명 전자코기술을 이용한 배추의 원산지 판별

기여율

주관기관 한국기초과학지원연구원

연구기간 2008년 12월 20일 ~ 2010년 12월 19일

특허청구의 범위

청구항 1

배추에 함유된 동위원소를 갖는 특정 원소의 동위원소의 함량을 측정하는 단계;

상기 측정된 동위원소의 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추의 판별이 가능한 조건을 설정하는 단계; 및

상기 설정된 조건으로부터 한국산 배추를 선별하는 단계를 포함하는 한국산 배추와 중국산 배추를 판별하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 특정 원소는 갈륨(Ga), 스트론튬(Sr) 및 카드뮴(Cd)으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상인 것을 특징으로 하는 한국산 배추와 중국산 배추의 판별 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 갈륨(Ga)의 동위원소는 Ga69와 Ga71이고, 상기 스트론튬(Sr)의 동위원소는 Sr84, Sr86, Sr87 및 Sr88이고, 상기 카드뮴(Cd)의 동위원소는 Cd110, Cd111, Cd112, Cd113, Cd114 및 Cd116인 것을 특징으로 하는 한국산 배추와 중국산 배추의 판별 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 조건은 하기 조건 중 하나 이상인 것을 특징으로 하는 한국산 배추와 중국산 배추의 판별 방법:

Sr86의 함량비가 0.25 이하인 배추를 먼저 선택하고, 선택된 배추 중 Sr87의 함량비가 0.28을 초과하는 배추를 선택하는 조건;

Cd114의 함량비가 0.179 이하인 배추를 선택하는 조건; 및

Cd113의 함량비가 0.139 이상인 배추를 먼저 선택하고, 선택된 배추 중 Sr88의 함량비가 0.258 미만인 배추를 선택하고, 재차 선택된 배추 중 Cd110의 함량비가 0.01 이상인 배추를 선택하는 조건.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 배추에 함유된 동위원소를 갖는 특정 원소의 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추를 판별하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 들어 국제사회에서 다자간 자유무역협정(FTA: Free Trade Agreement)이 확대됨에 따라 각국에서 생산되는 다양한 식품들이 이전보다 훨씬 자유롭게 국경을 넘나들고 있다. 이러한 국제적인 변화는 우리나라에서도 예외일 수 없다. 특히, 2008년에는 미국산 쇠고기 수입 재개와 광우병 소에 대한 우려가 맞물려서 미국산 쇠고기의 원산지 판별에 대한 문제가 국가사회적인 문제로 대두하였다. 자유무역의 확대와 식품의 원산지 문제는 매우 밀접한 관계가 있다. 식품의 원산지 감별 및 진위 판별에 대한 기술의 발전은 자국 국민의 먹을거리에 대한 불안감을 해소해 줄 뿐만 아니라, 공급자에 대한 정확한 정보를 제공하여 농축산물 유통의 투명성을 보장하여 줄 수 있다. 이 밖에도 식품의 원산지 추적에 대한 연구는 국제사회에서 자유무역협정에 따른 수입 농축산물의 원산지 추적관리로 우리의 검역주권에 대한 위상을 확립함과 아울러 원산지판별 기술 시장에 조기 진입할 수 있는 발판을 제공해 준다. 정확하고 객관적인 식품의 원산지 판별 기술을 확립하지 못한다면 자국에서 생산되거나 유통 중인 식품에 대한 보호망을 확립할 수 없으며 국가 경제 발전에도 커다란 손실을 겪게 될 뿐만 아니라, 나아가 수·출입 농축산물에 대한 품질관리에 있어 국제 무역의 기술 장벽을 극복하지 못하게 되어 결국에는 우리가 먹는 식품의 안전성을 확보할 수 없을 것이다. 특히 금전적 이득을 취하기 위하여 행해지는 원산지 위조 문제로부터

터 생산자와 소비자를 동시에 보호하기 위해서는 식품의 원산지를 과학적으로 추적할 수 있는 기술의 발전이 절실하게 필요한 실정이다.

[0003] 유럽에서는 안전한 식품관리를 위하여 "TRACE"라는 프로그램(Tracing Food commodities in Europe, <http://www.trace.eu.org>)이 시행되어 유럽에서 생산되는 식품들의 원산지 연구를 위하여 2005년부터 2009년까지 5년간 19백만 유로의 연구비가 투입되고 있다. TRACE 프로그램에서 식품의 원산지 판별을 위하여 활용되고 있는 방법으로는 1) 동위원소와 미량원소를 이용한 기술, 2) 유전자 분석 기술, 그리고 3) 대사체 분석 기술이 있다. 이 중에서 동위원소 분석기술을 이용한 식품의 원산지 판별 기술은 식품과 관련된 주요 인증 방법 중의 핵심이며, 식품의 원산지에 대한 법률 제정을 통하여 원산지가 표기된 식품에 대해서는 생산자에게 높은 가격과 많은 혜택을 부여하고 있다. 이러한 규제를 통해 생산자와 소비자를 철저히 보호하고 이를 악용한 사기행위를 감지하기 위한 노력으로 선진국에서는 동위원소 분석 기술을 적극 활용하고 있다. 농축산물의 원산지 추적에 대한 연구는 현재 유럽연합, 미국 및 일본 등에서 가장 활발하게 진행되고 있으며 이와 관련된 동위원소 분석법의 법제화 및 분석법 개발을 위해 산·학·연의 협동 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0004] 국내에서는 식품의 원산지 추적에 대한 연구가 아직까지 매우 미미한 실정이다. 그동안 일부 연구기관에서 자체 연구사업으로 진행하여 왔지만, 2008년 말에 농림수산물부에서 돼지고기와 배추의 원산지 판별법 개발을 위하여 국가 차원의 연구비를 투입하기 시작하였다. 현재 국내에서는 식품에 대한 동위원소 분석 자료의 구축이 거의 되어있지 않아 외국의 연구결과에 의존하여 원산지를 추정할 수밖에 없는 한계가 있다. 이를 극복해보고자 최근 한국기초과학지원연구원 환경과학연구부에서는 동위원소 분석기술을 이용한 식품의 원산지 추적을 위한 연구의 가능성을 타진해 보고자 수행한 예비 연구를 통하여 얻은 결과를 논문으로 발표하였으며, 원산지 추적 관련 새로운 분석기술의 개발을 위해 노력하고 있다. 한국기초과학지원연구원에서는 중앙관세분석소로부터 확보한 원산지가 확인된 한국산 쇠고기와 수입산 쇠고기의 탄소, 질소, 산소 동위원소를 분석하여 쇠고기의 원산지를 추적하는 연구가 진행 중에 있으며, 예비연구결과에서 탄소와 산소 동위원소를 이용하여 국내산과 수입산 쇠고기의 원산지 판별이 가능함을 확인하였다.

[0005] 최근 기생충이 발견되어 신뢰성이 떨어진 중국산 김치가 국산으로 둔갑하여 유통되고 있어 생산농가와 소비자에게 동시에 피해를 주어 유통관리업체의 허실이 드러나고 있다. 그러나 한국산 배추와 동일한 품종의 배추가 중국 현지에서 재배되어 한국으로 반입되기 때문에, 유전자 마커로 원산지를 감별하는 것은 이제 불가능하며, 아직까지 배추의 원산지를 판별하는 연구는 없는 실정이다.

[0006] 한국특허공개 제2003-0081630호에는 질소동위원소비를 이용한 유기 농산물의 판별 방법에 대해서 개시하고 있으나, 본 발명의 동위원소비를 이용한 한국산 배추와 중국산 배추의 판별 방법과는 상이하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 요구에 의해 도출된 것으로서, 본 발명의 목적은 분석기간이 짧고 다량의 샘플을 분석할 수 있는 동위원소비를 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추의 판별하는 방법을 개발하기 위해, 먼저 한국과 중국의 토양의 동위원소 함량 비율과 한국산 배추와 중국산 배추의 동위원소 함량 비율과의 상관성을 조사하고, 한국산 배추와 중국산 배추를 판별할 수 있는 동위원소를 갖는 원소를 선정된 후, 선정된 원소의 각 동위원소별 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추의 판별하는 방법을 개발함으로써 본 발명을 완성하였다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 배추에 함유된 동위원소를 갖는 특정 원소의 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추를 판별하는 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0009] 한우 등의 원산지 판별 시 사용되는 유전자 검사에 의한 원산지 분석은 한국의 배추 종자를 중국에 수출하는 현 상황에서 불가능하다 (한우의 경우 전수 분석). 따라서 본 발명에서 새로운 검사방법을 개발하였는 바, 각 원소별 동위원소비를 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추를 판별함으로써 이전에 불가능하였던 배추의 원산지 분석을 행할 수 있으며, 비용 또한 비교적 저렴하여 많은 샘플을 분석할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명에 따르면, 배추의 원산지를 판별함으로써 국민의 먹을거리에 대한 불안감을 해소해 줄 뿐만 아니

라, 유통의 투명성이 보장될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 배추의 원산지 판별을 위해 ICP-MS를 이용하여 분석하기 전 전처리하는 공정을 나타낸 것이다.

도 2는 한국산 배추의 동위원소의 함량 비율을 나타낸 것이다.

(a) Ga69와 Ga71의 각 함량비율 계산식

$(\text{Ga69}/(\text{Ga69} + \text{Ga71})), (\text{Ga71}/(\text{Ga69} + \text{Ga71}))$

(b) Sr84, Sr86, Sr87 및 Sr88의 각 함량비율 계산식

$(\text{Sr84}/(\text{Sr84} + \text{Sr86} + \text{Sr87} + \text{Sr88})), (\text{Sr86}/(\text{Sr84} + \text{Sr86} + \text{Sr87} + \text{Sr88})), (\text{Sr87}/(\text{Sr84} + \text{Sr86} + \text{Sr87} + \text{Sr88})), (\text{Sr88}/(\text{Sr84} + \text{Sr86} + \text{Sr87} + \text{Sr88}))$

(c) Cd110, Cd111, Cd112, Cd113, Cd114 및 Cd116의 각 함량비율 계산식

$(\text{Cd110}/(\text{Cd110} + \text{Cd111} + \text{Cd112} + \text{Cd113} + \text{Cd114} + \text{Cd116})), (\text{Cd111}/(\text{Cd110} + \text{Cd111} + \text{Cd112} + \text{Cd113} + \text{Cd114} + \text{Cd116})), (\text{Cd112}/(\text{Cd110} + \text{Cd111} + \text{Cd112} + \text{Cd113} + \text{Cd114} + \text{Cd116})), (\text{Cd113}/(\text{Cd110} + \text{Cd111} + \text{Cd112} + \text{Cd113} + \text{Cd114} + \text{Cd116})), (\text{Cd114}/(\text{Cd110} + \text{Cd111} + \text{Cd112} + \text{Cd113} + \text{Cd114} + \text{Cd116})), (\text{Cd116}/(\text{Cd110} + \text{Cd111} + \text{Cd112} + \text{Cd113} + \text{Cd114} + \text{Cd116}))$

도 3은 중국산 배추의 동위원소의 함량 비율을 나타낸 것이다.

(a) Ga69와 Ga71의 함량비율, (b) Sr84, Sr86, Sr87 및 Sr88의 함량비율 및 (c) Cd110, Cd111, Cd112, Cd113, Cd114 및 Cd116의 함량비율을 계산하는 식은 도 2에 기재된 바와 같다.

도 4는 한국산 배추와 중국산 배추의 Ga69-Sr84의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 5는 한국산 배추와 중국산 배추의 Ga69-Sr87의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 6은 한국산 배추와 중국산 배추의 Ga69-Sr88의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 7은 한국산 배추와 중국산 배추의 Ga71-Sr84의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 8은 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr84-Sr86의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 9는 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr84-Sr87의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 10은 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr84-Sr88의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 11은 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr86-Sr87의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 12는 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr86-Sr88의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 13은 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr87-Sr88의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 14는 한국산 배추와 중국산 배추의 Sr84-Cd113의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 15는 한국산 배추와 중국산 배추의 Ga69-Sr86의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 16은 한국산 배추와 중국산 배추의 Ga71-Sr87의 동위원소 함량 비율을 이차원 그래프로 나타낸 것이다.

도 17은 한국산 배추와 중국산 배추의 동위원소 함량 비율을 나타낸 것이다.

도 18은 Sr86의 함량비가 0.25 이하인 배추를 선택한 것을 나타낸 것이다.

도 19는 도 18의 조건에 의해 선택된 배추 중 Sr87의 함량비가 0.28을 초과하는 배추를 선택한 것을 나타낸 것이다.

도 20은 Cd114의 함량비가 0.179 이하인 배추를 선택한 것을 나타낸 것이다.

도 21은 Cd113의 함량비가 0.139 이상인 배추를 선택한 것을 나타낸 것이다.

도 22는 도 21의 조건에 의해 선택된 배추 중 Sr88의 함량비가 0.258 미만인 배추를 선택한 것을 나타낸

것이다.

도 23은 도 22의 조건에 의해 선택된 배추 중 Cd110의 함량비가 0.01 이상인 배추를 선택한 것을 나타낸 것이다.

도 24는 도 18 내지 도 23의 조건에 의해 한국산 배추 샘플 22개 중 18개 샘플(81.8%)을 한국산으로 판별하고, 중국산 배추 17개 샘플을 모두 중국산으로 판별한 것을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은
- [0013] 배추에 함유된 동위원소를 갖는 특정 원소의 동위원소의 함량을 측정하는 단계;
- [0014] 상기 측정된 동위원소의 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추의 판별이 가능한 조건을 설정하는 단계; 및
- [0015] 상기 설정된 조건으로부터 한국산 배추를 선별하는 단계를 포함하는 한국산 배추와 중국산 배추를 판별하는 방법을 제공한다.
- [0016] 본 발명의 방법은 배추에 함유된 동위원소를 갖는 특정 원소의 동위원소의 함량을 측정하는 단계를 포함한다. 동위원소를 측정하는 방법은 예를 들면, ICP-MS(Inductively coupled plasma mass spectrometry)를 이용할 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 당업계에 통상적으로 이용되는 방법들을 이용할 수 있다.
- [0017] 상기 특정 원소는 바람직하게는 갈륨(Ga), 스트론튬(Sr) 및 카드뮴(Cd)으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 원소는 더욱 바람직하게는 스트론튬(Sr) 및 카드뮴(Cd)으로 이루어질 수 있다. 상기 갈륨(Ga)의 동위원소는 Ga69와 Ga71이고, 상기 스트론튬(Sr)의 동위원소는 Sr84, Sr86, Sr87 및 Sr88이고, 상기 카드뮴(Cd)의 동위원소는 Cd110, Cd111, Cd112, Cd113, Cd114 및 Cd116이다.
- [0018] 상기 동위원소는 이의 함량 측정시에 미량으로 존재하는 잠재적 방해물질(potential Interferences)이 포함되어 측정될 수도 있다.
- [0019] 상기 Ga69에는 잠재적 방해물질(potential Interferences)로서, ArP, ClO2, V0, La++, Ce++ 및 Ba++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0020] 상기 Ga71에는 잠재적 방해물질로서, ArCl, ClO2, ArP, Ce++ 및 Nd++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0021] 상기 Sr84에는 잠재적 방해물질로서, Kr, Er++, Yb++ 및 Tm++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0022] 상기 Sr86에는 잠재적 방해물질로서, Kr 및 Yb++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0023] 상기 Sr87에는 잠재적 방해물질로서, Rd, Lu++ 및 Yb++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0024] 상기 Sr88에는 잠재적 방해물질로서, Yb++ 및 Lu++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0025] 상기 Cd110에는 잠재적 방해물질로서, Pd, ZrO 및 MoO 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0026] 상기 Cd111에는 잠재적 방해물질로서, MoO 가 포함될 수 있으며,
- [0027] 상기 Cd112에는 잠재적 방해물질로서, Sn, ZrO 및 MoO 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0028] 상기 Cd113에는 잠재적 방해물질로서, In 및 MoO 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있으며,
- [0029] 상기 Cd114에는 잠재적 방해물질로서, Sn 및 MoO 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수

있으며,

[0030] 상기 Cd116에는 잠재적 방해물질로서, Sn, MoO 및 Th++ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있다.

[0031] 상기 내용을 정리하면, 하기 표 1과 같다.

표 1

[0032] 각 동위원소에 포함되어 측정될 수 있는 잠재적 방해물질

원소	질량	잠재적 방해물질(Potential interferences)
Ga	68.9257	ArP, ClO ₂ , VO, La ⁺⁺ , Ce ⁺⁺ , Ba ⁺⁺
Ga	70.9249	ArCl, ClO ₂ , ArP, Ce ⁺⁺ , Nd ⁺⁺
Sr	83.9134	Kr, Er ⁺⁺ , Yb ⁺⁺ , Tm ⁺⁺
Sr	85.9094	Kr, Yb ⁺⁺
Sr	86.9089	Rd, Lu ⁺⁺ , Yb ⁺⁺
Sr	87.9056	Yb ⁺⁺ , Lu ⁺⁺
Cd	109.903	Pd, ZrO, MoO
Cd	110.904	MoO
Cd	111.903	Sn, ZrO, MoO
Cd	112.905	In, MoO
Cd	113.904	Sn, MoO
Cd	115.905	Sn, MoO, Th ⁺⁺

[0033] 예를 들면, Ga69의 경우에는 미량으로 존재하는 잠재적 방해물질(potential interferences)로서 ArP, ClO₂, VO, La⁺⁺, Ce⁺⁺ 및 Ba⁺⁺ 로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상이 포함될 수 있다. 즉, 잠재적 방해물질이 없는 경우에는 Ga69만이 검출될 수도 있고, 상기와 같은 잠재적 방해물질이 있는 경우에는 잠재적 방해물질과 함께 Ga69가 검출될 수도 있다. Ga69만을 분리하여 검출하는 데는 비용과 시간이 많이 소요되므로, 잠재적 방해물질이 있는 경우에는 동시에 검출하여 한국산 배추와 중국산 배추를 판별할 수도 있다.

[0034] 또한, Ga69를 제외한 다른 동위원소의 경우에도 Ga69와 동일한 설명이 가능하다는 것을 당업자는 용이하게 인식할 수 있다.

[0035] 본 발명의 방법은 상기 측정된 동위원소의 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 이용하여 한국산 배추와 중국산 배추의 판별이 가능한 조건을 설정하는 단계를 포함한다. 예를 들면, 갈륨의 경우에, 갈륨의 동위원소인 Ga69와 Ga71의 함량비율은 하기 식에 의해 계산할 수 있다:

[0036] Ga69의 함량 비율: $Ga69 \text{ 함량} / (Ga69 \text{ 함량} + Ga71 \text{ 함량})$

[0037] Ga71의 함량 비율: $Ga71 \text{ 함량} / (Ga69 \text{ 함량} + Ga71 \text{ 함량})$

[0038] 상기 방법에서, 한국산 배추와 중국산 배추의 판별이 가능한 조건은 하기 조건 중 하나 이상일 수 있다:

[0039] Sr86의 함량비가 0.25 이하인 배추를 먼저 선택하고, 선택된 배추 중 Sr87의 함량비가 0.28을 초과하는 배추를 선택하는 조건(조건 1);

[0040] Cd114의 함량비가 0.179 이하인 배추를 선택하는 조건(조건 2); 및

[0041] Cd113의 함량비가 0.139 이상인 배추를 먼저 선택하고, 선택된 배추 중 Sr88의 함량비가 0.258 미만인 배추를 선택하고, 재차 선택된 배추 중 Cd110의 함량비가 0.01 이상인 배추를 선택하는 조건(조건 3).

[0042] 바람직하게는, 상기 조건은 조건 1, 조건 2 및 조건 3을 모두 조합한 것이다. 조건 1 내지 3을 모두 조합하면 보다 정확하게 한국산 배추와 중국산 배추의 판별이 가능할 수 있다.

[0043] 본 발명의 방법은 마지막 단계로서, 상기 설정된 조건으로부터 한국산 배추를 선별하는 단계를 포함한다. 상기 조건 1 내지 3에 부합하는 배추를 선별하게 되면, 중국산 배추로부터 한국산 배추를 용이하게 선별이 가능하다.

[0044] 본 발명의 방법은 배추에 제한되지 않고, 양배추, 꽃양배추, 브로콜리, 양파, 파, 마늘, 상추, 샐러리, 시금치, 썬갓, 파슬리, 미나리, 땅두릅, 생강 등에 적용할 수 있음을 당업자는 용이하게 인식할 수 있을 것이다.

[0045] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0046] **실험방법**

[0047] **실험예 1: 배추에 함유된 동위원소의 측정**

- [0048] 1. 배추의 최외곽에서 3번째 잎(비가식부위를 제외한 첫 번째 가식부위)을 채취하였다.
- [0049] 2. 배추의 잎(녹색)부분 5 g을 도가니에 준비하고, 105℃의 건조기(dry oven)에서 밤새 건조시켰다.
- [0050] 3. 건조 후, 데시케이터에서 30분간 방냉시킨 후 샘플의 함량을 측정하였다.
- [0051] 4. 그 다음, 550℃ 회화로에서 5시간 동안 회화시킨 후, 방냉하고 무게를 측정하였다.
- [0052] 5. 배추 회분에 증류수로 HCl을 희석시킨 용액 5 ml를 첨가 후 끓여주었다.
- [0053] 6. 끓은 용액을 증류수를 이용하여 25 ml가 되도록 정량하고, ICP-MS를 이용하여 분석하였다.

[0054] **실시예 1: 한국산 배추와 중국산 배추의 동위원소 분석 결과**

[0055] 도 2와 도 3은 한국산 배추와 중국산 배추의 갈륨, 스트론튬 및 카드뮴의 동위원소 함량으로부터 계산된 각 원소별 동위원소의 함량 비율을 나타낸 것이다. 도 2는 강원도, 안성 및 해남에서 채취한 한국산 배추로 총 22종의 배추의 각 원소별 동위원소 함량 비율을 나타낸 것이고, 도 3은 중국산 배추로 총 17종의 배추의 각 원소별 동위원소 함량 비율을 나타낸 것이며, 계산하는 방법은 하기와 같으며, 각 원소에 해당하는 동위원소의 함량 비율을 합하면 1이 된다.

[0056] (a) Ga69와 Ga71의 각 함량 비율 계산식

[0057] $(Ga69/(Ga69 + Ga71)), (Ga71/(Ga69 + Ga71))$

[0058] (b) Sr84, Sr86, Sr87 및 Sr88의 각 함량 비율 계산식

[0059] $(Sr84/(Sr84 + Sr86 + Sr87 + Sr88)), (Sr86/(Sr84 + Sr86 + Sr87 + Sr88)), (Sr87/(Sr84 + Sr86 + Sr87 + Sr88)), (Sr88/(Sr84 + Sr86 + Sr87 + Sr88))$

[0060] (c) Cd110, Cd111, Cd112, Cd113, Cd114 및 Cd116의 각 함량 비율 계산식

[0061] $(Cd110/(Cd110 + Cd111 + Cd112 + Cd113 + Cd114 + Cd116)), (Cd111/(Cd110 + Cd111 + Cd112 + Cd113 + Cd114 + Cd116)), (Cd112/(Cd110 + Cd111 + Cd112 + Cd113 + Cd114 + Cd116)), (Cd113/(Cd110 + Cd111 + Cd112 + Cd113 + Cd114 + Cd116)), (Cd114/(Cd110 + Cd111 + Cd112 + Cd113 + Cd114 + Cd116)), (Cd116/(Cd110 + Cd111 + Cd112 + Cd113 + Cd114 + Cd116))$

[0062] **실시예 2: 한국산 배추와 중국산 배추의 동위원소 함량 비율을 이용한 이차원 그래프**

[0063] 도 4~도 16은 한국산 배추와 중국산 배추에 함유된 각 원소별 동위원소 함량 비율을 이용하여 이차원 그래프로 표현하여 한국산과 중국산 배추를 비교한 것이다. 그 결과, 한국산과 중국산 배추를 동위원소를 이용하여 부분적으로 분리가 가능하였다. 따라서, 이차원 그래프를 이용하여 원산지 판별을 위한 조건을 설정하였고, 이를 이용하여 한국산과 중국산의 원산지 판별을 위해 설정된 조건에 따라 샘플을 분리하였다.

[0064] **실시예 3: 한국산 배추와 중국산 배추의 이차원 그래프를 이용한 조건 설정**

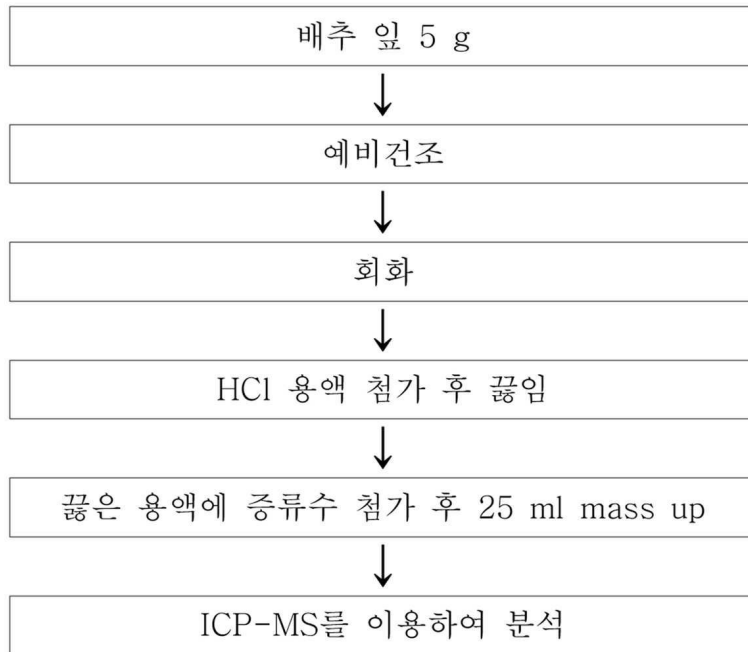
[0065] 도 4~도 16의 이차원 그래프를 이용하여 원산지 판별을 위한 조건을 설정하고, 한국과 중국의 원산지 판별을 위해 설정된 조건으로부터 한국산 배추를 선별하였다.

[0066] 도 17은 한국산 배추와 중국산 배추의 전체 샘플의 동위원소 함량 비율을 나타낸 것이다. 이 데이터를 가지고 먼저 첫 번째 조건인 Sr86의 함량비가 0.25 이하인 배추를 먼저 선택하고(도 18), 선택된 배추 중 Sr87의 함량

비가 0.28을 초과하는 배추를 선택하여 한국산 배추 10종의 샘플이 선택되었다(도 19). 두번째 조건이의 결과인 도 20은 Cd114의 함량비가 0.179 이하인 배추를 선택하는 조건으로부터 한국산 배추 12종의 샘플이 선택된 것이다. 마지막 조건은 Cd113의 함량비가 0.139 이상인 배추를 먼저 선택하고(도 21), 선택된 배추 중 Sr88의 함량비가 0.258 미만인 배추를 선택하고(도 22), 선택된 배추 중 Cd110의 함량비가 0.01 이상인 배추를 선택하여 한국산 배추 10종의 샘플이 선택되었다(도 23). 위의 세 가지 조건을 이용하여 한국산 배추 샘플 22종 중 18종 샘플(81.8%)을 한국산으로 판별하였으며, 중국산 배추 17종 샘플을 중국산으로 모두 판별하였다(도 24).

도면

도면1



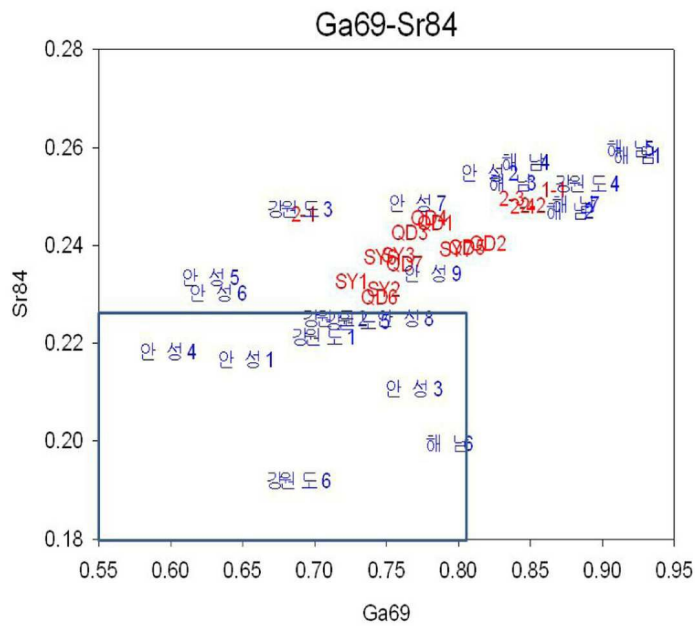
도면2

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Cd114	Cd116
강원도1	0.706	0.294	0.221	0.224	0.337	0.218	0.167	0.172	0.175	0.125	0.173	0.187
강원도2	0.714	0.286	0.225	0.225	0.327	0.223	0.174	0.167	0.171	0.122	0.176	0.191
강원도3	0.690	0.310	0.247	0.253	0.251	0.249	0.167	0.171	0.171	0.121	0.174	0.195
강원도4	0.889	0.111	0.252	0.254	0.240	0.254	0.157	0.180	0.173	0.127	0.174	0.189
강원도5	0.730	0.270	0.224	0.220	0.340	0.216	0.170	0.173	0.177	0.126	0.175	0.179
강원도6	0.689	0.311	0.192	0.228	0.358	0.223	0.168	0.177	0.171	0.121	0.174	0.190
안성1	0.653	0.348	0.216	0.248	0.287	0.248	0.079	0.195	0.171	0.179	0.207	0.169
안성2	0.821	0.179	0.255	0.252	0.241	0.253	0.040	0.214	0.139	0.173	0.165	0.269
안성3	0.769	0.231	0.211	0.224	0.343	0.222	0.145	0.176	0.162	0.149	0.170	0.198
안성4	0.598	0.402	0.218	0.245	0.292	0.245	0.183	0.205	0.199	0.189	0.224	0.000
안성5	0.628	0.372	0.233	0.254	0.257	0.256	0.150	0.201	0.162	0.149	0.183	0.155
안성6	0.633	0.367	0.230	0.246	0.273	0.252	0.095	0.203	0.195	0.174	0.193	0.140
안성7	0.772	0.229	0.248	0.255	0.244	0.252	0.137	0.176	0.177	0.132	0.182	0.197
안성8	0.763	0.237	0.225	0.237	0.302	0.237	0.151	0.179	0.183	0.139	0.174	0.174
안성9	0.782	0.218	0.234	0.244	0.281	0.240	0.128	0.168	0.163	0.149	0.170	0.223
해남1	0.924	0.076	0.258	0.262	0.221	0.259	0.116	0.194	0.183	0.163	0.193	0.152
해남2	0.877	0.123	0.247	0.261	0.233	0.258	0.148	0.191	0.193	0.148	0.195	0.126
해남3	0.838	0.162	0.253	0.259	0.235	0.254	0.118	0.160	0.157	0.125	0.164	0.276
해남4	0.847	0.153	0.257	0.260	0.229	0.255	0.174	0.187	0.190	0.140	0.172	0.137
해남5	0.919	0.081	0.260	0.261	0.223	0.257	0.126	0.193	0.187	0.146	0.182	0.166
해남6	0.794	0.207	0.199	0.219	0.367	0.215	0.167	0.182	0.178	0.132	0.186	0.155
해남7	0.881	0.119	0.248	0.261	0.233	0.258	0.018	0.238	0.198	0.225	0.223	0.099

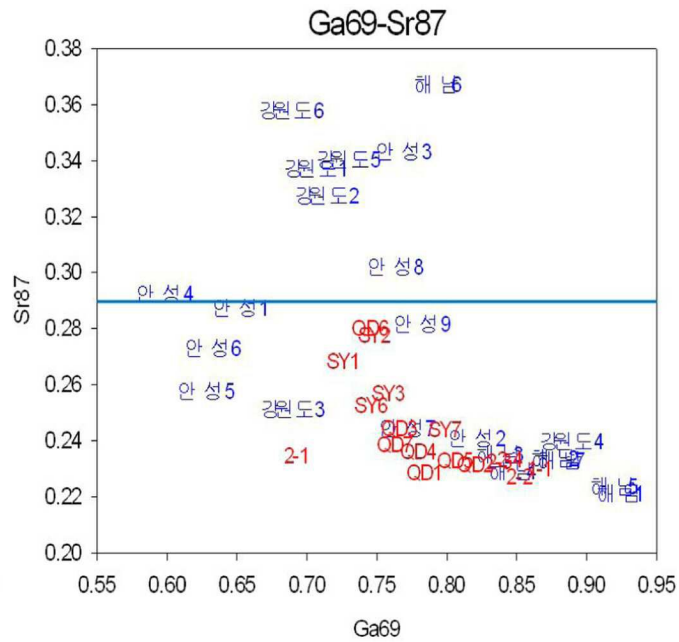
도면3

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Cd114	Cd116
1_1	0.866	0.134	0.251	0.262	0.230	0.257	0.000	0.195	0.197	0.157	0.208	0.244
2_1	0.693	0.307	0.246	0.261	0.234	0.258	0.143	0.174	0.177	0.119	0.182	0.205
2_2	0.852	0.148	0.248	0.260	0.227	0.265	0.000	0.212	0.206	0.141	0.213	0.227
2_3	0.837	0.163	0.249	0.262	0.232	0.256	0.060	0.194	0.194	0.134	0.197	0.222
2_4	0.845	0.155	0.248	0.262	0.233	0.257	0.129	0.175	0.180	0.130	0.180	0.206
QD1	0.784	0.216	0.245	0.257	0.228	0.270	0.124	0.183	0.185	0.134	0.191	0.184
QD2	0.820	0.180	0.240	0.258	0.231	0.270	0.140	0.174	0.186	0.135	0.191	0.174
QD3	0.766	0.234	0.242	0.258	0.244	0.256	0.166	0.171	0.173	0.124	0.182	0.185
QD4	0.779	0.221	0.245	0.260	0.236	0.259	0.139	0.188	0.179	0.144	0.194	0.157
QD5	0.806	0.194	0.240	0.257	0.233	0.271	0.120	0.185	0.184	0.137	0.192	0.182
QD6	0.745	0.255	0.229	0.247	0.280	0.244	0.164	0.166	0.173	0.128	0.184	0.185
QD7	0.763	0.237	0.236	0.256	0.238	0.270	0.129	0.188	0.177	0.137	0.184	0.186
SY1	0.726	0.274	0.232	0.252	0.268	0.248	0.170	0.185	0.175	0.130	0.184	0.157
SY2	0.748	0.252	0.231	0.247	0.277	0.245	0.172	0.172	0.173	0.119	0.179	0.184
SY3	0.758	0.242	0.238	0.254	0.256	0.252	0.163	0.173	0.173	0.126	0.180	0.185
SY6	0.746	0.255	0.238	0.255	0.252	0.255	0.161	0.170	0.174	0.121	0.182	0.192
SY7	0.799	0.201	0.239	0.260	0.244	0.258	0.177	0.194	0.188	0.138	0.193	0.111

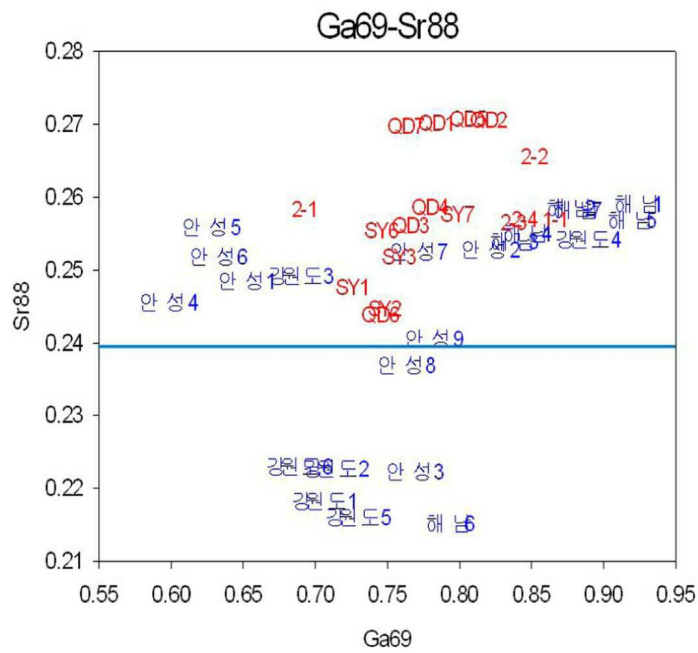
도면4



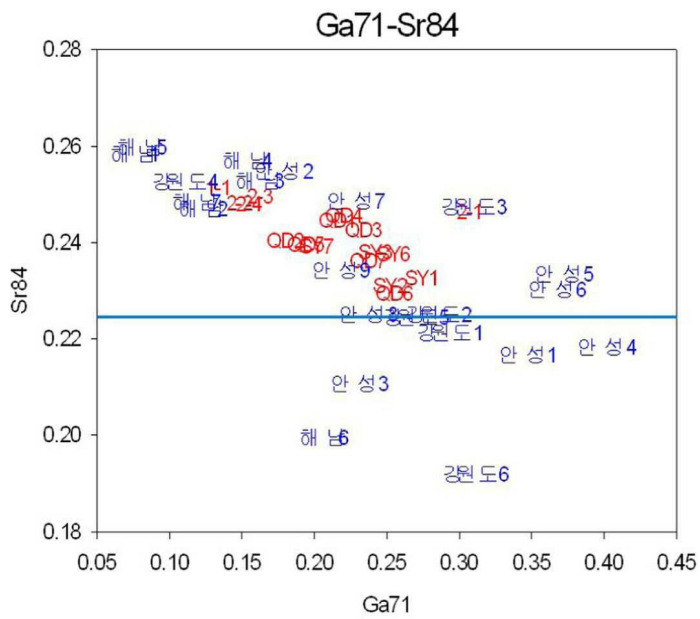
도면5



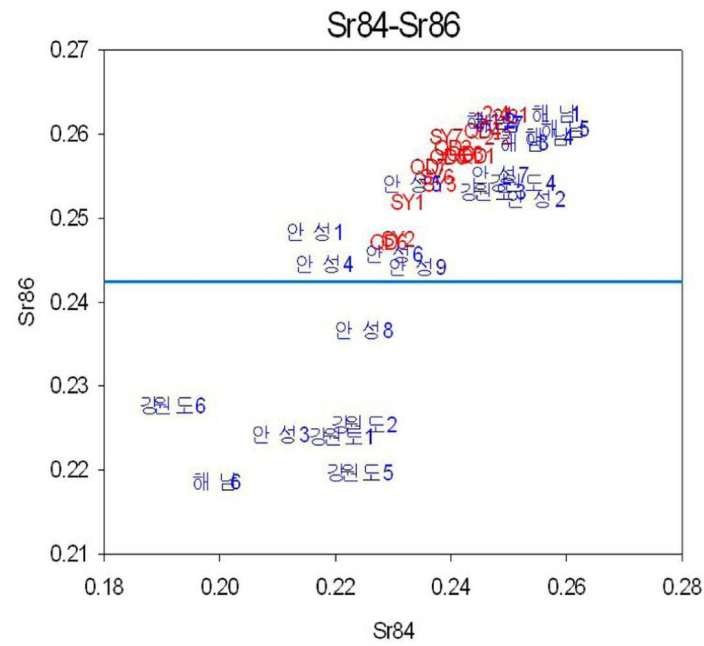
도면6



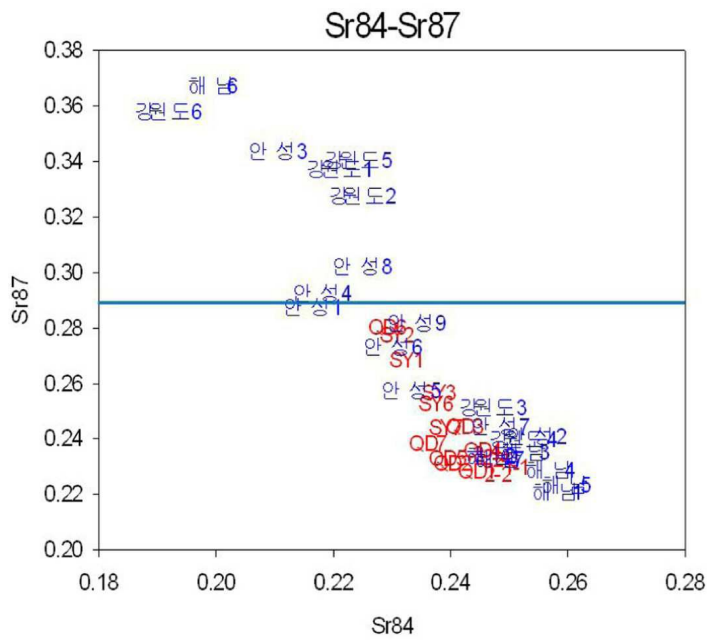
도면7



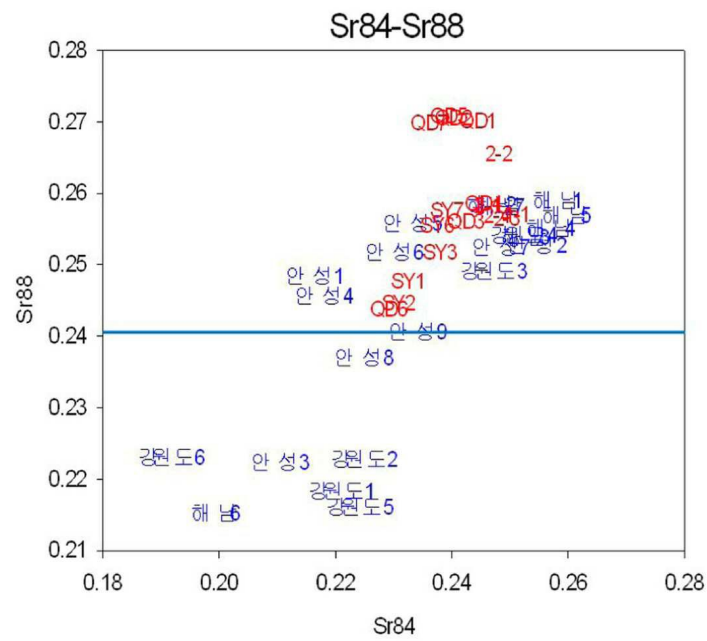
도면8



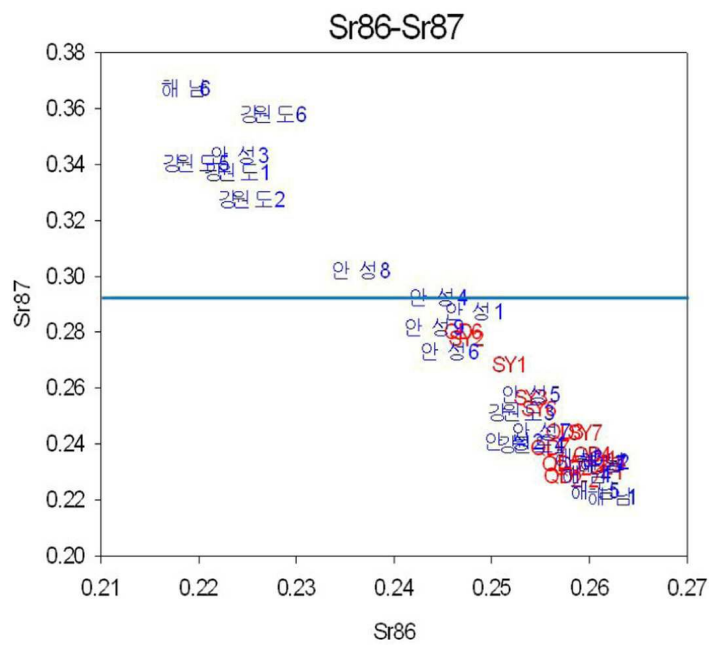
도면9



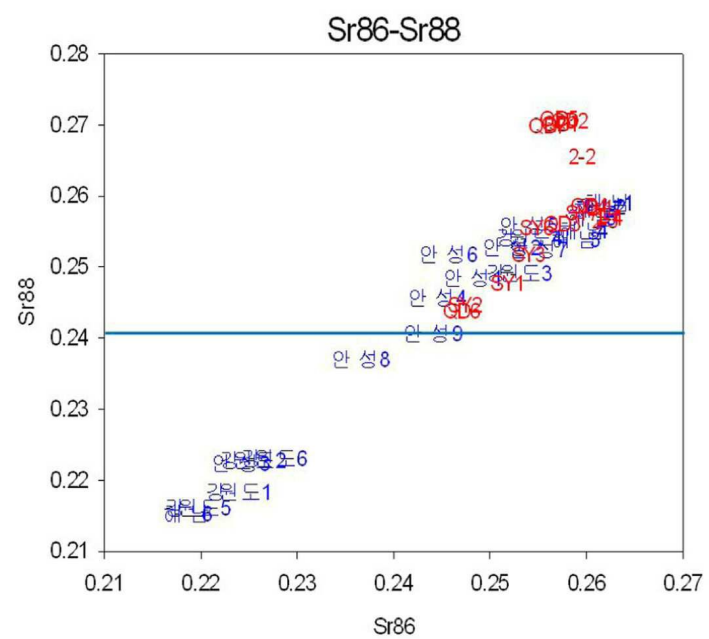
도면10



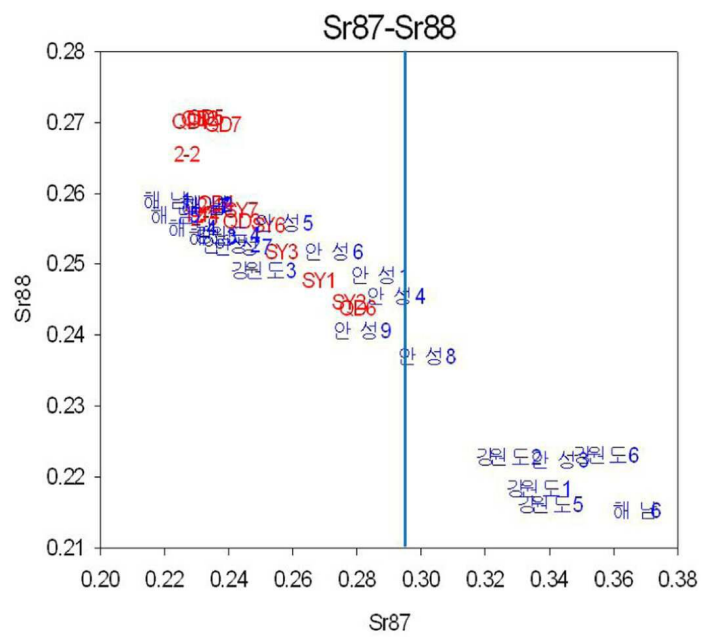
도면11



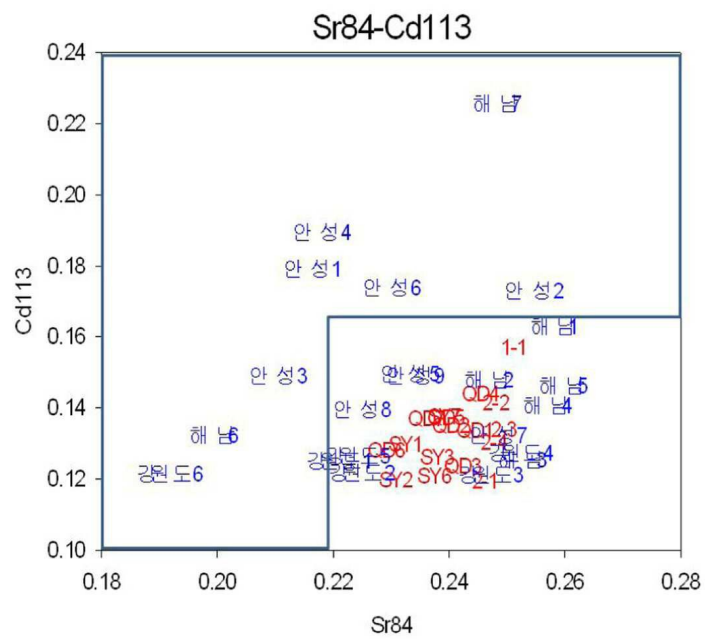
도면12



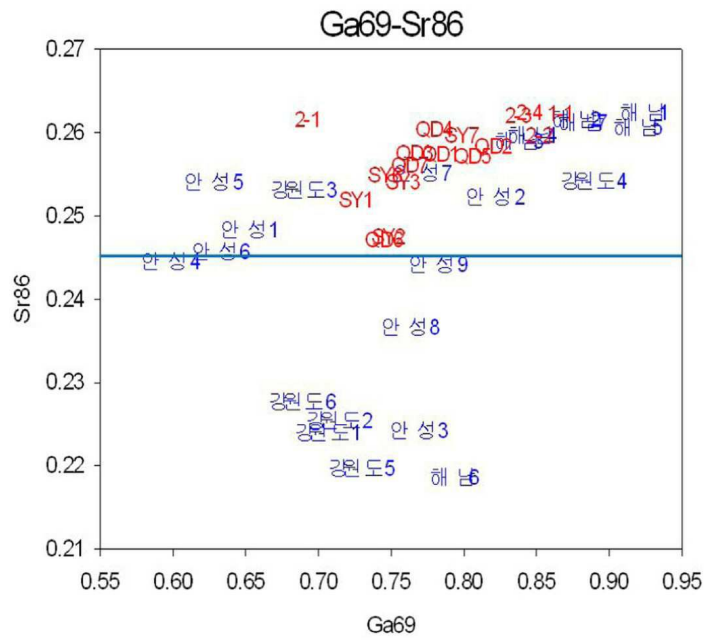
도면13



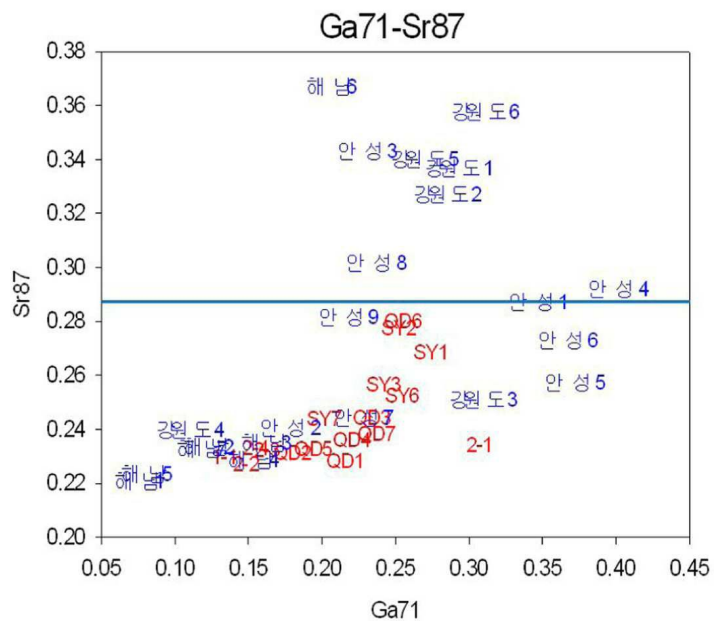
도면14



도면15



도면16



도면17

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Ga69 ▼	Ga71 ▼	Sr84 ▼	Sr86 ▼	Sr87 ▼	Sr88 ▼	Cd110 ▼	Cd111 ▼	Cd112 ▼	Cd113 ▼	Cd114 ▼	Cd116 ▼	
2	강원도1	0.7063	0.2937	0.2211	0.2239	0.3368	0.2182	0.1673	0.1724	0.1753	0.1247	0.1733	0.187	1
3	강원도2	0.7141	0.2859	0.2249	0.2254	0.3271	0.2227	0.1735	0.1668	0.1712	0.1215	0.1757	0.1913	2
4	강원도3	0.6899	0.3101	0.2472	0.253	0.2509	0.249	0.1674	0.1714	0.1712	0.121	0.1743	0.1947	3
5	강원도4	0.8894	0.1106	0.2523	0.2541	0.2396	0.2541	0.1574	0.1796	0.1725	0.127	0.1741	0.1894	4
6	강원도5	0.7298	0.2702	0.2242	0.2197	0.3402	0.2159	0.1695	0.1728	0.1769	0.1263	0.1754	0.1791	5
7	강원도6	0.6888	0.3112	0.1918	0.2276	0.3577	0.2229	0.1677	0.1771	0.1706	0.1213	0.1735	0.1898	6
8	안성1	0.6525	0.3475	0.2164	0.2482	0.2871	0.2483	0.0791	0.1948	0.1713	0.1788	0.2069	0.1691	7
9	안성2	0.8214	0.1786	0.2546	0.2522	0.2406	0.2526	0.0399	0.2142	0.1388	0.1728	0.1654	0.2688	8
10	안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198	9
11	안성4	0.5982	0.4018	0.2181	0.2445	0.292	0.2454	0.1832	0.2047	0.1991	0.1893	0.2237	0	10
12	안성5	0.6276	0.3724	0.2332	0.2539	0.2572	0.2557	0.1501	0.201	0.1622	0.1493	0.1828	0.1546	11
13	안성6	0.6328	0.3672	0.2301	0.2456	0.2727	0.2516	0.0945	0.2034	0.1951	0.1735	0.1931	0.1404	12
14	안성7	0.7715	0.2285	0.2484	0.255	0.2443	0.2524	0.1365	0.1755	0.177	0.132	0.1815	0.1973	13
15	안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742	14
16	안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227	15
17	해남1	0.9242	0.0758	0.2581	0.2623	0.2207	0.2589	0.116	0.1938	0.183	0.1627	0.1926	0.1519	16
18	해남2	0.8771	0.1229	0.2468	0.2614	0.2334	0.2583	0.1477	0.1908	0.1928	0.1477	0.1947	0.1262	17
19	해남3	0.8377	0.1623	0.2526	0.2589	0.2348	0.2538	0.1179	0.1604	0.1572	0.1251	0.1636	0.2759	18
20	해남4	0.8466	0.1534	0.2569	0.2596	0.2286	0.2549	0.1742	0.1869	0.1899	0.1404	0.1719	0.1366	19
21	해남5	0.9192	0.0808	0.2597	0.2605	0.2231	0.2567	0.1256	0.1933	0.1868	0.146	0.1819	0.1664	20
22	해남6	0.7935	0.2065	0.1993	0.2186	0.367	0.2151	0.1671	0.1824	0.1776	0.1321	0.1857	0.1551	21
23	해남7	0.8814	0.1186	0.2482	0.2612	0.2326	0.2581	0.0177	0.238	0.1975	0.2253	0.2228	0.0987	22
24	1_1	0.8664	0.1336	0.2512	0.2622	0.2297	0.2569	0	0.1949	0.1967	0.1569	0.2077	0.2439	1
25	2_1	0.6927	0.3073	0.2462	0.2614	0.2342	0.2582	0.143	0.1743	0.177	0.1192	0.1817	0.2047	2
26	2_2	0.8519	0.1481	0.2481	0.2595	0.227	0.2654	0	0.2117	0.2062	0.1413	0.2134	0.2274	3
27	2_3	0.8373	0.1627	0.2494	0.2619	0.2323	0.2564	0.0598	0.1942	0.1942	0.1336	0.1965	0.2216	4
28	2_4	0.845	0.155	0.2478	0.2624	0.2331	0.2568	0.129	0.1749	0.1803	0.13	0.1798	0.2061	5
29	QD1	0.784	0.216	0.2445	0.2573	0.2281	0.27	0.1238	0.1831	0.185	0.1336	0.1905	0.1841	6
30	QD2	0.8203	0.1797	0.2403	0.2582	0.231	0.2704	0.1401	0.1736	0.1863	0.1348	0.1909	0.1741	7
31	QD3	0.766	0.234	0.2424	0.2575	0.2441	0.256	0.1663	0.171	0.1728	0.1235	0.1816	0.1848	8
32	QD4	0.7794	0.2206	0.2454	0.2603	0.2358	0.2585	0.1393	0.1878	0.179	0.1437	0.1935	0.1567	9
33	QD5	0.8058	0.1942	0.2395	0.2571	0.2327	0.2706	0.1203	0.1847	0.184	0.1371	0.1921	0.1816	10
34	QD6	0.7451	0.2549	0.2292	0.247	0.28	0.2437	0.164	0.1664	0.1728	0.1279	0.1837	0.1852	11
35	QD7	0.7628	0.2372	0.2362	0.256	0.2382	0.2697	0.1288	0.1882	0.1767	0.1368	0.1838	0.1857	12
36	SY1	0.7258	0.2742	0.2324	0.2518	0.2682	0.2476	0.17	0.1846	0.1753	0.1296	0.1839	0.1566	13
37	SY2	0.748	0.252	0.2308	0.2474	0.2773	0.2445	0.1723	0.1717	0.1734	0.1194	0.1791	0.1841	14
38	SY3	0.7582	0.2418	0.2379	0.254	0.2564	0.2517	0.1631	0.1729	0.1732	0.126	0.1799	0.1848	15
39	SY6	0.7455	0.2545	0.2375	0.2548	0.2523	0.2553	0.1612	0.1697	0.174	0.1206	0.1823	0.1923	16
40	SY7	0.7986	0.2014	0.2391	0.2595	0.2439	0.2575	0.1765	0.1944	0.188	0.1375	0.1931	0.1106	17

도면18

	Ga69 ▼	Ga71 ▼	Sr84 ▼	Sr86 ▼	Sr87 ▼	Sr88 ▼	Cd110 ▼	Cd111 ▼	Cd112 ▼	Cd113 ▼	Cd114 ▼	Cd116 ▼
강원도1	0.7063	0.2937	0.2211	0.2239	0.3368	0.2182	0.1673	0.1724	0.1753	0.1247	0.1733	0.187
강원도2	0.7141	0.2859	0.2249	0.2254	0.3271	0.2227	0.1735	0.1668	0.1712	0.1215	0.1757	0.1913
강원도5	0.7298	0.2702	0.2242	0.2197	0.3402	0.2159	0.1695	0.1728	0.1769	0.1263	0.1754	0.1791
강원도6	0.6888	0.3112	0.1918	0.2276	0.3577	0.2229	0.1677	0.1771	0.1706	0.1213	0.1735	0.1898
안성1	0.6525	0.3475	0.2164	0.2482	0.2871	0.2483	0.0791	0.1948	0.1713	0.1788	0.2069	0.1691
안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198
안성4	0.5982	0.4018	0.2181	0.2445	0.292	0.2454	0.1832	0.2047	0.1991	0.1893	0.2237	0
안성6	0.6328	0.3672	0.2301	0.2456	0.2727	0.2516	0.0945	0.2034	0.1951	0.1735	0.1931	0.1404
안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742
안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227
해남6	0.7935	0.2065	0.1993	0.2186	0.367	0.2151	0.1671	0.1824	0.1776	0.1321	0.1857	0.1551
QD6	0.7451	0.2549	0.2292	0.247	0.28	0.2437	0.164	0.1664	0.1728	0.1279	0.1837	0.1852
SY2	0.748	0.252	0.2308	0.2474	0.2773	0.2445	0.1723	0.1717	0.1734	0.1194	0.1791	0.1841

도면19

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Cd114	Cd116
강원도1	0.7063	0.2937	0.2211	0.2239	0.3368	0.2182	0.1673	0.1724	0.1753	0.1247	0.1733	0.187
강원도2	0.7141	0.2859	0.2249	0.2254	0.3271	0.2227	0.1735	0.1668	0.1712	0.1215	0.1757	0.1913
강원도5	0.7298	0.2702	0.2242	0.2197	0.3402	0.2159	0.1695	0.1728	0.1769	0.1263	0.1754	0.1791
강원도6	0.6888	0.3112	0.1918	0.2276	0.3577	0.2229	0.1677	0.1771	0.1706	0.1213	0.1735	0.1898
안성1	0.6525	0.3475	0.2164	0.2482	0.2871	0.2483	0.0791	0.1948	0.1713	0.1788	0.2069	0.1691
안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198
안성4	0.5982	0.4018	0.2181	0.2445	0.292	0.2454	0.1832	0.2047	0.1991	0.1893	0.2237	0
안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742
안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227
해남6	0.7935	0.2065	0.1993	0.2186	0.367	0.2151	0.1671	0.1824	0.1776	0.1321	0.1857	0.1551

도면20

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Cd114	Cd116
강원도1	0.7063	0.2937	0.2211	0.2239	0.3368	0.2182	0.1673	0.1724	0.1753	0.1247	0.1733	0.187
강원도2	0.7141	0.2859	0.2249	0.2254	0.3271	0.2227	0.1735	0.1668	0.1712	0.1215	0.1757	0.1913
강원도3	0.6899	0.3101	0.2472	0.253	0.2509	0.249	0.1674	0.1714	0.1712	0.121	0.1743	0.1947
강원도4	0.8894	0.1106	0.2523	0.2541	0.2396	0.2541	0.1574	0.1796	0.1725	0.127	0.1741	0.1894
강원도5	0.7298	0.2702	0.2242	0.2197	0.3402	0.2159	0.1695	0.1728	0.1769	0.1263	0.1754	0.1791
강원도6	0.6888	0.3112	0.1918	0.2276	0.3577	0.2229	0.1677	0.1771	0.1706	0.1213	0.1735	0.1898
안성2	0.8214	0.1786	0.2546	0.2522	0.2406	0.2526	0.0399	0.2142	0.1388	0.1728	0.1654	0.2688
안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198
안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742
안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227
해남3	0.8377	0.1623	0.2526	0.2589	0.2348	0.2538	0.1179	0.1604	0.1572	0.1251	0.1636	0.2759
해남4	0.8466	0.1534	0.2569	0.2596	0.2286	0.2549	0.1742	0.1869	0.1899	0.1404	0.1719	0.1366

도면21

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Cd114	Cd116
안성1	0.6525	0.3475	0.2164	0.2482	0.2871	0.2483	0.0791	0.1948	0.1713	0.1788	0.2069	0.1691
안성2	0.8214	0.1786	0.2546	0.2522	0.2406	0.2526	0.0399	0.2142	0.1388	0.1728	0.1654	0.2688
안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198
안성4	0.5982	0.4018	0.2181	0.2445	0.292	0.2454	0.1832	0.2047	0.1991	0.1893	0.2237	0
안성5	0.6276	0.3724	0.2332	0.2539	0.2572	0.2557	0.1501	0.201	0.1622	0.1493	0.1828	0.1546
안성6	0.6328	0.3672	0.2301	0.2456	0.2727	0.2516	0.0945	0.2034	0.1951	0.1735	0.1931	0.1404
안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742
안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227
해남1	0.9242	0.0758	0.2581	0.2623	0.2207	0.2589	0.116	0.1938	0.183	0.1627	0.1926	0.1519
해남2	0.8771	0.1229	0.2468	0.2614	0.2334	0.2583	0.1477	0.1908	0.1928	0.1477	0.1947	0.1262
해남4	0.8466	0.1534	0.2569	0.2596	0.2286	0.2549	0.1742	0.1869	0.1899	0.1404	0.1719	0.1366
해남5	0.9192	0.0808	0.2597	0.2605	0.2231	0.2567	0.1256	0.1933	0.1868	0.146	0.1819	0.1664
해남7	0.8814	0.1186	0.2482	0.2612	0.2326	0.2581	0.0177	0.238	0.1975	0.2253	0.2228	0.0987
1_1	0.8664	0.1336	0.2512	0.2622	0.2297	0.2569	0	0.1949	0.1967	0.1569	0.2077	0.2439
2_2	0.8519	0.1481	0.2481	0.2595	0.227	0.2654	0	0.2117	0.2062	0.1413	0.2134	0.2274
QD4	0.7794	0.2206	0.2454	0.2603	0.2358	0.2585	0.1393	0.1878	0.179	0.1437	0.1935	0.1567

도면22

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Y	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Y	Cd114	Cd116
안성1	0.6525	0.3475	0.2164	0.2482	0.2871	0.2483	0.0791	0.1948	0.1713	0.1788	0.2069	0.1691		
안성2	0.8214	0.1786	0.2546	0.2522	0.2406	0.2526	0.0399	0.2142	0.1388	0.1728	0.1654	0.2688		
안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198		
안성4	0.5982	0.4018	0.2181	0.2445	0.292	0.2454	0.1832	0.2047	0.1991	0.1893	0.2237	0		
안성5	0.6276	0.3724	0.2332	0.2539	0.2572	0.2557	0.1501	0.201	0.1622	0.1493	0.1828	0.1546		
안성6	0.6328	0.3672	0.2301	0.2456	0.2727	0.2516	0.0945	0.2034	0.1951	0.1735	0.1931	0.1404		
안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742		
안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227		
해남4	0.8466	0.1534	0.2569	0.2596	0.2286	0.2549	0.1742	0.1869	0.1899	0.1404	0.1719	0.1366		
해남5	0.9192	0.0808	0.2597	0.2605	0.2231	0.2567	0.1256	0.1933	0.1868	0.146	0.1819	0.1664		
1_1	0.8664	0.1336	0.2512	0.2622	0.2297	0.2569	0	0.1949	0.1967	0.1569	0.2077	0.2439		

도면23

	Ga69	Ga71	Sr84	Sr86	Sr87	Sr88	Y	Cd110	Cd111	Cd112	Cd113	Y	Cd114	Cd116
안성1	0.6525	0.3475	0.2164	0.2482	0.2871	0.2483	0.0791	0.1948	0.1713	0.1788	0.2069	0.1691		
안성2	0.8214	0.1786	0.2546	0.2522	0.2406	0.2526	0.0399	0.2142	0.1388	0.1728	0.1654	0.2688		
안성3	0.769	0.231	0.2105	0.2241	0.3432	0.2222	0.1448	0.1764	0.1616	0.1488	0.1704	0.198		
안성4	0.5982	0.4018	0.2181	0.2445	0.292	0.2454	0.1832	0.2047	0.1991	0.1893	0.2237	0		
안성5	0.6276	0.3724	0.2332	0.2539	0.2572	0.2557	0.1501	0.201	0.1622	0.1493	0.1828	0.1546		
안성6	0.6328	0.3672	0.2301	0.2456	0.2727	0.2516	0.0945	0.2034	0.1951	0.1735	0.1931	0.1404		
안성8	0.763	0.237	0.2249	0.2366	0.3017	0.2368	0.1506	0.1787	0.1831	0.1393	0.1742	0.1742		
안성9	0.782	0.218	0.2341	0.244	0.2814	0.2404	0.1276	0.1684	0.1629	0.1487	0.1697	0.2227		
해남4	0.8466	0.1534	0.2569	0.2596	0.2286	0.2549	0.1742	0.1869	0.1899	0.1404	0.1719	0.1366		
해남5	0.9192	0.0808	0.2597	0.2605	0.2231	0.2567	0.1256	0.1933	0.1868	0.146	0.1819	0.1664		

도면24

샘플	조건1	조건2	조건3			조건1	조건2	조건3	
강원도1		강원도1	강원도1	O	1_1				X
강원도2		강원도2	강원도2	O	2_1				X
강원도3		강원도3		O	2_2				X
강원도4		강원도4		O	2_3				X
강원도5		강원도5	강원도5	O	2_4				X
강원도6		강원도6	강원도6	O	QD1				X
안성1	안성1		안성1	O	QD2				X
안성2	안성2	안성2		O	QD3				X
안성3	안성3	안성3	안성3	O	QD4				X
안성4	안성4		안성4	O	QD5				X
안성5	안성5			O	QD6				X
안성6	안성6			O	QD7				X
안성7				X	SY1				X
안성8	안성8	안성8	안성8	O	SY2				X
안성9	안성9	안성9	안성9	O	SY3				X
해남1				X	SY6				X
해남2				X	SY7				X
해남3		해남3		O					
해남4	해남4	해남4		O					
해남5	해남5			O					
해남6			해남6	O					
해남7				X					