



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0014273
(43) 공개일자 2025년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 30/88 (2006.01) G01N 30/02 (2006.01)
G01N 30/72 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 30/88 (2020.05)
G01N 30/7206 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0093984
(22) 출원일자 2023년07월19일
심사청구일자 2023년07월19일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
양한술
경상남도 진주시 소호로19번길 11, 110동 1203호
서진규
경상남도 창원시 성산구 용지로121번길 22, 5층
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
위병갑

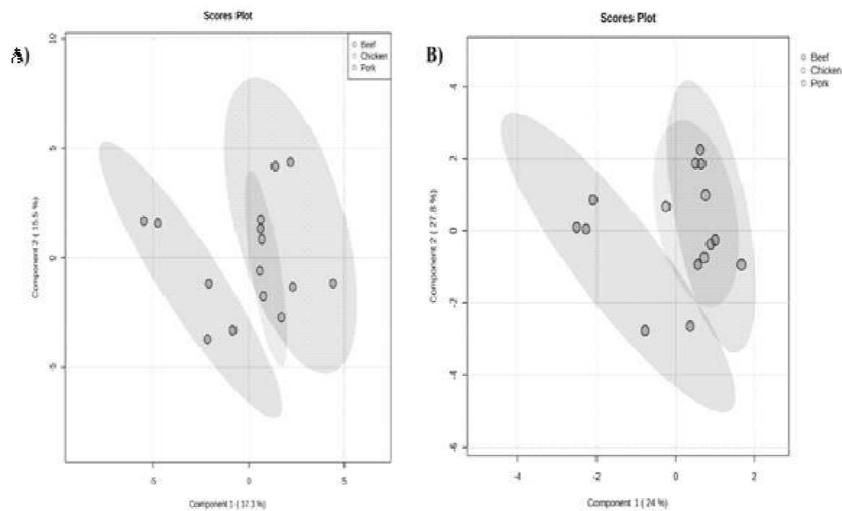
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 휘발성 화합물을 이용한 원료육 판별용 조성물

(57) 요약

본 발명은 육류의 휘발성 화합물을 포함하는 원료육 판별용 마커 조성물 및 미지시료의 휘발성 화합물 프로파일에 따라 원료육을 판별하는 방법에 관한 것으로, HS-SPME-GC-MS를 사용하여 상기 휘발성 화합물을 식별하고 정량화 하였으며, PLS-DA를 이용하여 돼지고기, 닭고기, 및 소고기 각각의 휘발성 화합물 프로파일이 상이함을 확인하였다. 상기 휘발성 화합물의 대부분은 지질 분해 화합물에 해당함에 따라, 육종 판별을 위해 단백질을 이용하여 열변성의 문제가 있던 기존 기술의 한계를 극복하고, 단일 및 혼합 원료육 육종을 판별하는데 효율적으로 사용될 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 2030/025 (2013.01)

G01N 2030/884 (2013.01)

(72) 발명자

아하메드 주바예드

경상남도 진주시 진주대로 501, 경상국립대학교 측
산학과

엄정욱

경상남도 진주시 말티고개로 131-6, 401호

정강진

경상남도 진주시 진주대로500번길 37, 201호

명세서

청구범위

청구항 1

육류의 휘발성 화합물을 포함하는, 원료육 판별용 마커 조성물.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 휘발성 화합물은 언데카날(undecanal), 2-언데칸온(2-undecanone), 4-옥타놀(4-octanol), 2-언데카날(2-undecanal), 1- 옥타놀(1-octanol), 3-뷰틸 사이클로펜타논(3-butyl cyclopentanone), 헥사날(hexanal), 헵타놀(heptanol), 4-메틸 페놀(4-methyl phenol), 벤즈알데하이드(benzaldehyde), 도데케인(dodecane), 노나날(nonanal), 언데케인(undecane), 옥타날(octanal), 및 벤젠아세트알데하이드(benzeneacetaldehyde)로 이루어진 군 중 어느 하나 이상인 것인, 원료육 판별용 마커 조성물.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 휘발성 화합물은 언데카날(undecanal), 1-옥타놀(1-octanol), 헥사날(hexanal), 헵타놀(heptanol), 벤즈알데하이드(benzaldehyde), 도데케인(dodecane), 노나날(nonanal), 및 벤젠아세트알데하이드(benzeneacetaldehyde)로 이루어진 군 중 어느하나 이상인 것인, 원료육 판별용 마커 조성물.

청구항 4

제 1항에 있어서, 펜타데케인(pentadecane), 헵타데케인(heptadecane), 헥사데케인(hexadecane), 2-메틸 5H-6,7-다이하이드로사이클로펜타피라진(2-methyl 5H-6,7-dihydrocyclopentapyrazine), 벤젠아세트알데하이드(benzeneacetaldehyde), 및 6-메틸-2-헵타논(6-methyl-2-heptanone)의 농도가 가장 높게 나타날 경우 상기 원료육이 닭으로부터 유래한 것이라고 판별하고; 헥사날(hexanal), 4-메틸 페놀(4-methyl phenol), 및 2-에틸-5-메틸 피라진(2-ethyl-5-methyl pyrazine)의 농도가 가장 높게 나타날 경우 상기 원료육이 돼지로부터 유래한 것이라고 판별하고; 및 4-옥타놀(4-octanol), 2-언데칸온(2-undecanone), 언데카날(undecanal), 언데케인(undecane), 도데케인(dodecane), 3-뷰틸 사이클로펜타논(3-butyl cyclopentanone), 1-옥타놀(1-octanol), 노나날(nonanal), 벤즈알데하이드(benzaldehyde), 옥타날(octanal), 2-언데카날(2-undecanal), 헵타놀(heptanol), 2,5-다이메틸 피라진(2,5-dimethyl pyrazine), 2-아세틸 피롤(2-acetyl pyrrole), 도데카날(dodecanal), 및 메틸 피라진(methyl pyrazine)의 농도가 가장 높게 나타날 경우 상기 원료육이 소로부터 유래한 것이라고 판별하는 것을 특징으로 하는, 원료육 판별용 마커 조성물.

청구항 5

언데카날(undecanal), 2-언데칸온(2-undecanone), 4-옥타놀(4-octanol), 2-언데카날(2-undecanal), 1- 옥타놀(1-octanol), 3-뷰틸 사이클로펜타논(3-butyl cyclopentanone), 헥사날(hexanal), 헵타놀(heptanol), 4-메틸 페놀(4-methyl phenol), 벤즈알데하이드(benzaldehyde), 도데케인(dodecane), 노나날(nonanal), 언데케인(undecane), 옥타날(octanal), 및 벤젠아세트알데하이드(benzeneacetaldehyde)를 검출 또는 농도를 측정하기 위한제제를 포함하는 원료육 판별용 마커조성물.

청구항 6

제 5항에 있어서, 시료의 언데카날(undecanal), 1-옥타놀(1-octanol), 헥사날(hexanal), 헵타놀(heptanol), 벤즈알데하이드(benzaldehyde), 도데케인(dodecane), 노나날(nonanal), 및 벤젠아세트알데하이드(benzeneacetaldehyde)를검출 또는 농도를 측정하기 위한 제제를 포함하는 원료육 판별용 마커 조성물.

청구항 7

시료에서 휘발성 화합물을 농축하는 단계;

농축된 휘발성 화합물을 정성 및 정량 분석하는 단계;

상기 분석으로 얻어진 휘발성 화합물 프로파일에 따라 육종을 판별하는 단계;를 포함하는 원료육 판별 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 농축단계는 고체상 미세추출법(Solid-phase microextraction, SPME)을 이용한 것인, 원료육 판별 방법.

청구항 9

제 7항에 있어서, 상기 정성 및 정량 분석단계는 기체 크로마토그래피 질량분석법(GC-MS)을 이용한 것인, 원료육 판별 방법.

청구항 10

제 7항에 있어서, 상기 휘발성 화합물 프로파일은 펜타데케인(pentadecane), 헵타데케인(heptadecane), 헥사데케인(hexadecane), 2-메틸 5H-6,7-다이하이드로사이클로펜타피라진(2-methyl 5H-6,7-dihydrocyclopentapyrazine), 벤젠아세트알데하이드(benzeneacetaldehyde), 및 6-메틸-2-헵타논(6-methyl-2-heptanone)의 농도가 가장 높게 나타날 경우 상기 원료육이 닭으로부터 유래한 것이라고 판별하고; 헥사날(hexanal), 4-메틸 페놀(4-methyl phenol), 및 2-에틸-5-메틸 피라진(2-ethyl-5-methyl pyrazine)의 농도가 가장 높게 나타날 경우 상기 원료육이 돼지로부터 유래한 것이라고 판별하고; 4-옥타놀(4-octanol), 2-엔데카논(2-undecanone), 엔데카날(undecanal), 엔데케인(undecane), 도데케인(dodecane), 3-부틸 사이클로펜타논(3-butyl cyclopentanone), 1-옥타놀(1-octanol), 노나날(nonanal), 벤즈알데하이드(benzaldehyde), 옥타날(octanal), 2-엔데카날(2-undecanal), 헵타놀(heptanol), 2,5-다이메틸 피라진(2,5-dimethyl pyrazine), 2-아세틸 피롤(2-acetyl pyrrole), 도데카날(dodecanal), 및 메틸 피라진(methyl pyrazine)의 농도가 가장 높게 나타날 경우 상기 원료육이 소로부터 유래한 것이라고 판별하는 것인, 원료육 판별 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 휘발성 화합물을 이용한 원료육 판별용 조성물에 관한 것이며, 또한 휘발성 화합물을 이용한 원료육 판별 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 분쇄 및 혼합육 제품(mixed meat products)이란 두 가지 이상의 원료육(raw meat)에 식품첨가물을 가하거나 그 원형을 알아볼 수 없도록 분쇄 또는 절단 등의 방법으로 변형시킨 것을 혼합하거나 또는 다른 식품이나 첨가물을 사용하여 가공한 제품을 말한다. 식약처에서 제공하는 식품공전 상 육가공품은 햄류, 베이컨류, 프레스 햄과 혼합프레스 햄 및 소시지류로 분류된다. 사용되는 원료육은 매우 다양하며, 2가지 이상의 식육의 종류를 제품에 사용할 때는 제품 표기란에 사용 비율이 많은 순으로 원료가 기재하여야 한다. 하지만 최근 원료육을 분쇄 또는 혼합하여 만든 제품인 혼합육제품에 이용되는 원료육 부정유통 및 둔갑 판매 등 식품원료를 의도적으로 혼입한 사례가 꾸준히 적발되어 오고 있음에 따라, 혼합육 제품에 대한 소비자의 불신을 야기하기도 한다. 이에 따라, 원료육을 판별하는 기술은 올바른 원료육의 표기를 도모하고, 부정한 원료육의 혼입을 방지하여 소비자의 신뢰를 지킬 수 있는 방안으로 여겨진다.

[0003] 이러한 소비자의 요구에 따라, 원료육을 판별하는 기술로서 종래에는 real-time PCR, ELISA, GC-MS, 특정 단백질이나 DNA를 이용한 펩타이드 조사 등이 사용되어 왔다(Nakyinsige, Man & Sazili, 2012). 하지만, 이러한 기술은 단백질을 이용한 원료육 판별기술임에 따라, 열처리, 저장, 가공으로 인해 단백질이 변성될 경우, 원료육 판별에 어려움을 준다는 문제점이 존재했다. 최근에는 상기 단백질 기반 기술보다 안정적이라고 평가되는, DNA를 이용한 판별 분석방법도 사용되고 있으나, 분석에 필요한 시간, 노동력, 경제적 비용이 많이 들 뿐만 아니라, 여전히 열 변성에 의한 문제점을 가지고 있다. 이에 따라, 최근에는 Li 등(2019)의 다중 PCR 분석을 이용하여 미토콘드리아 DNA를 기반으로 한 식별, Stader 등(2019)의 UHPLC-MS/MS을 이용한 종 특이적 마커 펩타이드 식별, 및 Fornal 등(2019)의 LC-MS를 이용한 종의 특정 펩타이드 식별 방법도 개발되어 이용되고 있으나, 그럼에도 불구하고 여전히 육가공산업에서는 신속하고 쉽고 경제적 부담이 적으며 정확한 원료육 판별 기술에 대한 요구가 해결되지 않고 있는 실정이다.

[0004] 이에 본 발명자들은 각 축종마다 휘발성 화합물 프로파일이 다르다는 것을 확인하였으며, 상기 휘발성 화합물은 가열 처리를 통해 형성된다는 점에서 기존 방식들의 문제점인 열변성을 해결할 수 있을 것으로 판단하여, 추출 용매가 필요 없고 신속하고 정확하게 휘발성 및 반휘발성 화합물을 농축할 수 있는 SPME를 이용하여 추출한 휘발성 화합물을 GC-MS를 통해 분석하여 원료육을 판별할 수 있음을 확인하여 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 휘발성 화합물을 이용하여 원료육을 판별하는 조성물을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 휘발성 화합물을 이용하여 원료육을 판별하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 휘발성 화합물을 이용하여 원료육을 판별하는 마커 조성물을 제공한다.

[0008] 또한, 본 발명은 미지 사료에서 휘발성 화합물을 농축하는 단계 및 상기 휘발성 화합물을 분석하는 단계를 포함하는 원료육 판별 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 가공육 시료의 원료육을 판별하기 위한 조성물 및 방법은 단백질의 열변성에 영향 받지 않는 것으로, 이를 통해 본 발명의 상기 휘발성 화합물 프로파일은 기존 원료육 판별 기술이 지니고 있던 단백질의 열변성이라는 문제점을 극복하여, 가공육의 원료육 판별용도로 효과적으로 사용될 수 있음을 확인하였다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 팬에 구운 소고기, 돼지고기, 및 닭고기에서 확인된 화합물을 확인한 도이다.

도 2는 PLS-DA점수를 이용하여 육종 판별 용도로 사용할 수 있는 화합물의 종류를 확인한 도이다. A)는 조리된 소고기, 돼지고기, 닭고기에서 확인된 화합물의 PLS-DA 점수 플롯을 나타낸 도이며, B)는 육종에 따라 유의하게 다른 화합물만 도시한 PLS-DA 점수 플롯을 나타낸 도이다.

도 3은 유의한 VIP(투영의 변수 중요도) 값으로 선별된, 육종 판별 용도로 쓰일 수 있는 화합물을 나타낸 도이다.

도 4는 육종에 따른 휘발성 화합물의 heat map을 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 발명의 실시예로 본 발명을 상세히 설명하기로 한다. 다만, 하기 실시예는 본 발명에 대한 예시로 제시되는 것으로, 당업자에게 주지 저명한 기술 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 수 있고, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않는다. 본 발명은 후술하는 특허 청구범위의 기재 및 그로부터 해석되는 균등 범주 내에서 다양한 변형 및 응용이 가능하다.

[0012] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0013] 본 발명에서 사용되는 모든 기술용어는, 달리 정의되지 않는 이상, 본 발명의 관련 분야에서 통상의 당업자가 일반적으로 이해하는 바와 같은 의미로 사용된다. 또한 본 명세서에는 바람직한 방법이나 시료가 기재되나, 이와 유사하거나 동등한 것들도 본 발명의 범주에 포함된다. 본 명세서에 참고문헌으로 기재되는 모든 간행물의 내용은 본 발명에 도입된다.

[0014] 본 발명에서 어떤 구성요소를 “포함” 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0015] 본 발명은 휘발성 화합물 또는 상기 화합물을 측정하기 위한 제제를 포함하는 원료육 판별용 마커 조성물을 제공한다.
- [0016] 또한, 본 발명은 시료로부터 휘발성 화합물을 농축 및 분석하는 단계를 포함하는 원료육 판별 방법을 제공한다.
- [0017] 본 발명에서 사용된 용어 “휘발성 화합물”은 원료육에 열에 안정한 것을 특징으로 하며, 열을 가했을 때 생성되는, 특유의 향미를 가지는 휘발성 화합물일 수 있다.
- [0018] 본 발명에서 사용된 용어 “가공육”은 혼합육(mixed meat)을 포함하며, 원료육(raw meat)에 소금, 설탕, 화학조미료, 향신료, 또는 식품첨가물을 첨가한 것일 수 있으며, 또한 상기 원료육(raw meat)을 절단, 분쇄, 끓이기, 굽기, 튀기기, 냉동, 건조, 훈제, 발효, 또는 통조림화한 것일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 “휘발성 화합물”은 바람직하게는 undecanal, 2-undecanone, 4-octanol, 2-undecenal, 1-octanol, 3-butyl cyclopentanone, hexanal, heptanol, 4-methyl phenol, benzaldehyde, dodecane, nonanal, undecane, octanal, 및 benzeneacetaldehyde일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 undecanal, 1-octanol, hexanal, heptanol, benzaldehyde, dodecane, nonanal, 및 benzeneacetaldehyde일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0020] 본 발명의 마커 조성물은 유효성분 이외에 보조제 또는 안정제를 추가로 포함할 수 있으며, 상기 보조제 또는 안정제는 당해 기술분야에 알려진 것이라면 어느 것이나 제한 없이 사용할 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 마커 조성물은 당해 기술분야에 알려진 것이라면 어느 형태로든 이용될 수 있으며, 예를 들어 원료육 판별용 키트 또는 원료육 판별 장치의 형태로 이용될 수 있다.
- [0022] 본 발명에서 사용된 용어 “제제 조성물”은 특정 목적을 위해 준비된 물질을 의미하며, 약품, 의약품, 화장품, 식품, 및 검출용 시약을 포함할 수 있으며 이에 제한되지 않는다. 상기 제제 조성물의 제조는 원료 물질의 특성에 따라 당해 기술분야에 알려진 방법에 따라 수행될 수 있다.
- [0023] 본 발명에서 제공하는 원료육 판별 방법에서 “시료에서 휘발성 화합물을 농축하는 단계”는 SPME(Solid Phase Microextraction)에 의해 수행될 수 있으며, 상기 SPME는 시료 중 미량의 화합물을 추출할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명에서 제공하는 원료육 판별 방법에서 “농축된 휘발성 화합물을 정성 및 정량 분석하는 단계”는 GC-MS(Gas Chromatography-Mass Spectrometry)에 의해 수행될 수 있으며, 상기 GC-MS는 시료 중 특정 화합물의 존재 여부와 그 함량을 분석하는 방법일 수 있으며, 시료 중 화합물을 기화시켜 크로마토그래피로 분리한 후, 질량분석기로 질량-전하비를 측정하여 화합물을 확인하고 정량하는 방법으로서, 다양한 종류의 화합물을 분석할 수 있으며, 적은 양의 시료도 분석할 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명에서 제공하는 원료육 판별 방법에서 “휘발성 화합물 프로파일에 따라 육종을 판별하는 단계”는 미지의 시료로부터 농축 및 분석된 화합물의 농도를 확인하여, 상대적으로 높은 농도의 화합물들을 기준으로 휘발성 화합물 프로파일에 따라 육종을 판별하는 것을 말한다.
- [0026] 본 발명의 “휘발성 화합물 프로파일”은 시료 중 존재하는 휘발성 화합물의 종류와 함량에 따른 육종 구분을 나타내는 일종의 목록 또는 데이터로, 상기 휘발성 화합물 프로파일은 닭고기의 경우 pentadecane, heptadecane, hexadecane, 2-methyl 5H-6,7-dihydrocyclopentapyrazine, 및 6-methyl-2-heptanone일 수 있으며, 돼지고기의 경우 hexanal, 4-methyl phenol, 및 2-ethyl-5-methyl pyrazine일 수 있으며, 또한 소고기의 경우 4-octanol, 2-undecanone, undecanal, undecane, dodecane, 3-butyl cyclopentanone, 1-octanol, nonanal, benzaldehyde, octanal, 2-undecenal, heptanol, 2,5-dimethyl pyrazine, 2-acetyl pyrrole, dodecanal, 및 methyl pyrazine일 수 있다.
- [0027] 본 발명에서 “시료”는 소고기, 돼지고기, 및 닭고기로 이루어진 군에서 어느 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0028] 이하 본 발명을, 실시예를 통하여 보다 구체적으로 설명한다. 다만, 하기 실시예는 본 발명의 기술적 특징을 명확하게 예시하기 위한 것 일뿐, 본 발명의 보호범위를 한정하는 것은 아니다.
- [0030] <실시예 1> 소, 돼지, 및 닭에서의 휘발성 화합물 정성 및 정량

- [0031] Headspace-solid phase micro extraction(HS-SPME, 헤드스페이스 고체상 미세 추출법)을 통해 소, 돼지, 및 닭에서의 휘발성 화합물을 추출하고 GC/MS(가스 크로마토그래피 질량분석기)를 이용하여 상기 휘발성 화합물을 검출하여 정성 및 정량 분석하였고, 도 1에서와 같이 총 50가지 개별 휘발성 화합물을 확인하였다. 상기 개별 휘발성 화합물을 알데히드(aldehydes), 케톤(ketones), 알코올(alcohols), N-포함 화합물(N-containing compounds), 및 탄화수소(hydrocarbons)로 구분하였고, 이를 통해 모든 축종에서 알데히드(18)가 가장 풍부한 화합물이며, 그 다음으로 탄화수소(10), 알코올(8), N-포함 화합물(8), 케톤(6) 순으로 포함되어 있음을 확인하였다.
- [0033] <실시에 2> 다변량 분석(PLS-DA, VIP score and heat map)을 이용한 바이오마커 식별
- [0034] <실시에 2.1> PLS-DA 모델 분석을 통한 축종 간 휘발성 화합물 분포 패턴 확인
- [0035] 실시예 1을 통해 확인된 휘발성 화합물의 축종 간 차이를 확인하기 위하여, 시료에서 채취된 화합물의 농도를 기준으로 PLS-DA 모델 분석을 수행하였다. 그 결과 도 1(A)에서와 같이, 축종 별로 휘발성 화합물의 조성에 차이가 있음을 확인하였다. 소, 돼지, 및 닭 각각의 그래프상 분포 위치에 차이가 있으며, 소는 돼지 또는 닭과 완전히 겹치지 않음을 확인하였다. 또한, 도 1(A)에서의 패턴과 마찬가지로, 분포 패턴이 겹치는 닭과 돼지는 비슷한 향미를 가지며, 분포 패턴이 다른 축종과 겹치지 않는 소는 완전히 구분되는 향미를 가짐을 확인하였다.
- [0037] <실시에 2.2> PLS-DA 모델 분석을 통한 축종 간 휘발성 화합물 바이오마커 확인
- [0038] VIP score을 이용한 변수 중요도 분석을 통해 축종 분별에 유의한 화합물을 식별하기 위해, 도 2와 같이, PLS-DA와 함께 휘발성 화합물들의 VIP 점수를 계산하였다. VIP score 1 이상을 기준으로 축종 판별에 유의한 마커 화합물을 선정하였다. VIP score 1 이상인 상위 15개의 화합물은 undecanal, 2-undecanone, 4-octanol, 2-undecenal, 1-octanol, 3-butyl cyclopentanone, hexanal, heptanol, 4-methyl phenol, benzaldehyde, dodecane, nonanal, undecane, octanal, benzeneacetaldehyde로 확인되었으며, 이중 undecanal은 2.4의 VIP 점수를 가짐에 따라, 축종 판별의 가장 유의한 마커임을 확인하였다. 또한, 상기 15개의 화합물 중 대부분은 지질 분해로 유래된 것임에 따라, 지질 분해 화합물들이 조리된 세 가지 다른 축종의 향미 프로파일을 구분하는데 가장 큰 역할을 한다는 것을 확인하였다.
- [0039] 상기 15개 화합물 중 VIP score이 높은 상위 8개의 화합물은 가장 중요한 축종 판별 바이오마커로 확인되었으며, 상기 8개의 화합물은 undecanal, 1-octanol, hexanal, heptanol, benzaldehyde, dodecane, nonanal, 및 benzeneacetaldehyde($P < 0.05$)이다. 도 2의 오른쪽 색상 상자는 파란색에서 빨간색으로 갈수록 유의한 화합물의 빈도 값이 증가함을 나타냄에 따라, 소에서는 undecanal, 2-undecanone, 4-octanol, 2-undecenal 및 1-octanol이 상위 빈도값의 5개 화합물이며, 닭고기에서는 benzeneacetaldehyde, undecanal, 1-octanol 및 3-butyl cyclopentanone이 상위 빈도값의 4개 화합물이다. 마찬가지로, 돼지고기에서는 hexanal, 4-methyl phenol, dodecane, undecane 및 benzeneacetaldehyde가 상위 빈도값의 5개 화합물로 확인되었다.
- [0040] 또한 도 2(B)와 같이, 상기 화합물의 차이에 따라, 실시예 2.1과 마찬가지로, 소는 돼지 또는 닭과 명확히 분리됨을 확인하였다.
- [0042] <실시에 2.3> 축종 판별 휘발성 화합물 바이오마커의 heat map 확인
- [0043] 실시예 2.1에서와 마찬가지로, 명확한 축종 판별 바이오마커를 발굴하기 위해 휘발성 화합물의 heat map을 작성하였다.
- [0044] 이를 통해 도 3과 같이, 소, 돼지, 및 닭의 세 축종 간 차이에 유의하게 기여하는 휘발성 화합물을 확인하였다. 닭고기와 돼지고기 휘발성 화합물이 먼저 한 그룹으로 클러스터링 되는 것으로 나타났다. 휘발성 화합물 중에는, pentadecane, heptadecane, hexadecane, 2-methyl 5H-6,7-dihydrocyclopentapyrazine, 및 6-methyl-2-heptanone이 닭고기에서 소고기와 돼지고기보다 높은 것으로 확인되었다. 돼지고기에서는 hexanal, 4-methyl phenol, 및 2-ethyl-5-methyl pyrazine의 상대적 함량이 소고기와 닭고기보다 높은 것으로 확인되었다. 그리고 소고기에서는 4-octanol, 2-undecanone, undecanal, undecane, dodecane, 3-butyl cyclopentanone, 1-octanol, nonanal, benzaldehyde, octanal, 2-undecenal, heptanol, 2,5-dimethyl pyrazine, 2-acetyl

pyrrole, dodecanal, 및 methyl pyrazine의 농도가 다른 육종에서보다 유의하게 높은 것으로 확인되었다.

[0045]

상기 heat map은 실시예 2.1 및 2.2의 PLS-DA와 마찬가지로, 소고기는 완전히 돼지고기 또는 닭고기와 구별되며, 또한 돼지고기와 닭고기 각각도 서로 구별되나, 돼지고기와 닭고기는 일부 유사성을 가지고 있음을 확인하였다.

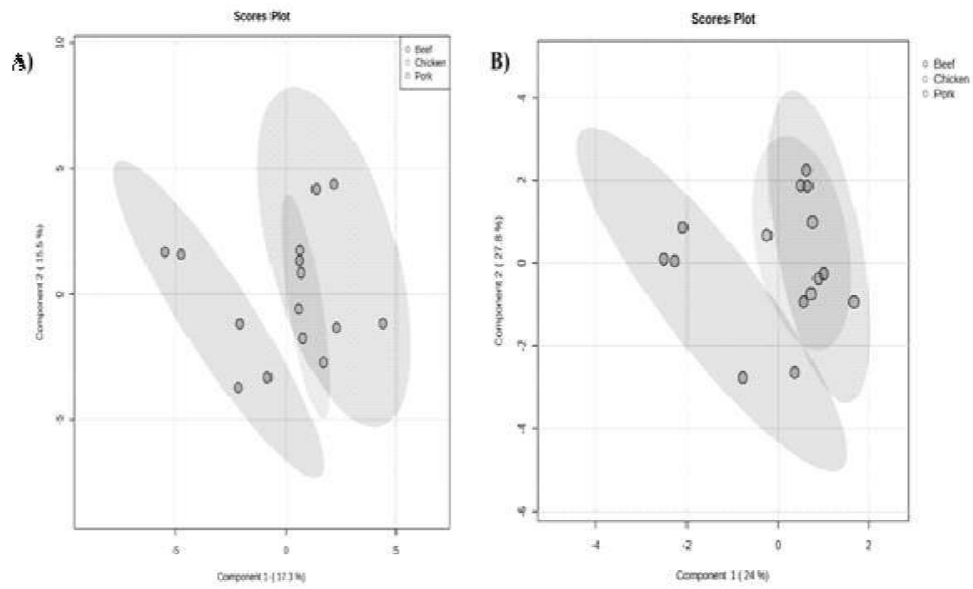
도면

도면1

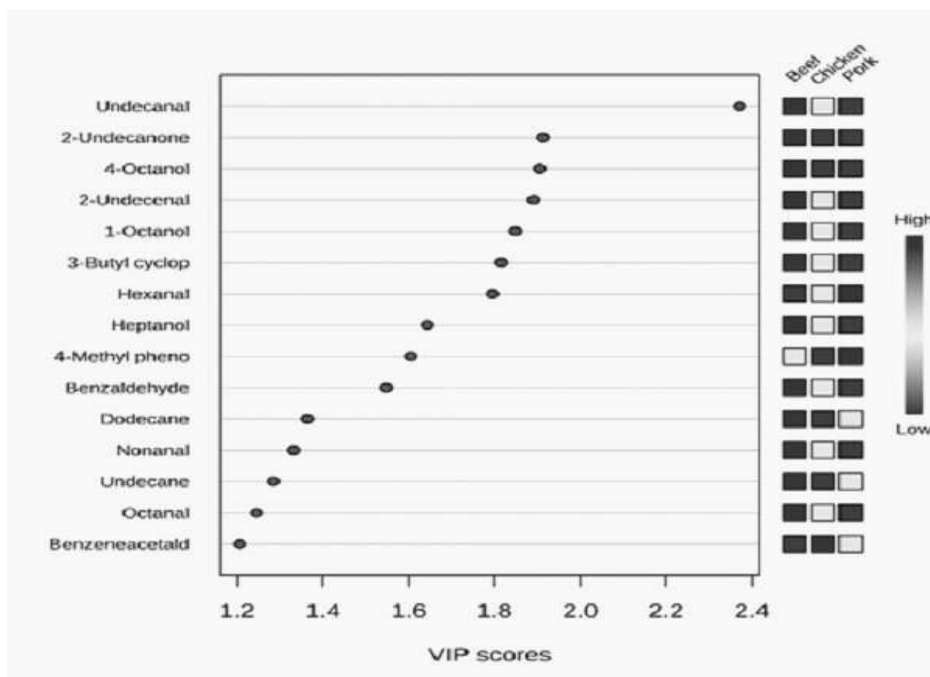
Compound name	RT(min)	Experimental LRI	Referenced LRI	m/z	Concentration (µg/kg)			P value	Identification method
					Beef	Pork	Chicken		
Aldehydes									
					779.73	723.66	689.88		
2-methyl butanal	4.22			57	14.82±1.67 ^{ab}	10.49±2.39 ^{ab}	23.77±3.34 ^a	**	ms
3-methyl butanal	4.37			58	11.32±1.65 ^{ab}	8.45±1.56 ^{ab}	18.61±2.95 ^a	**	ms
Pentanal	6.90	882		58	9.16±1.7 ^a	23.61±7.55 ^a	27.29±6.85 ^a	ns	ms
Hexanal	11.10	1050	1040 ^a	56	57.04±5.07 ^{ab}	219.85±38.50 ^a	106.58±18.91 ^{ab}	***	Lri, ms
Heptanal	15.29	1176	1181 ^a	70	57.07±7.10 ^a	53.35±9.09 ^a	57.14±9.38 ^a	ns	Lri, ms
Octanal	19.17	1287	1287 ^a	43	99.14±12.85 ^a	66.56±10.31 ^a	74.95±13.28 ^a	ns	Lri, ms
Nonanal	22.85	1394	1394 ^a	57	263.08±21.52 ^a	165.22±27.54 ^{ab}	152.71±21.37 ^{ab}	***	Lri, ms
Decanal	26.55	1501	1500 ^a	57	31.54±8.6 ^a	14.90±4.0 ^c	19.52±2.41 ^{ab}	***	Lri, ms
2-Octenal (E)	24.15	1432	1437 ^a	83	4.56±.76 ^a	23.63±6.64 ^a	38.40±9.34 ^a	***	Lri, ms
Benzaldehyde	27.42	1530	1530 ^a	106	46.16±4.37 ^a	31.11±1.72 ^{ab}	32.80±1.77 ^{ab}	**	Lri, ms
Benzeneacetaldehyde	30.66	1651	1648 ^a	91	69.70±2.56 ^a	25.91±2.53 ^{ab}	36.29±5.43 ^{ab}	***	Lri, ms
Tetradecanal	35.88	1929	1924 ^a	57	4.37±.22 ^{ab}	11.48±2.12 ^a	13.44±1.58 ^a	***	Lri, ms
Hexadecanal	38.92	2141	2141 ^a	57	39.99±11.16 ^a	13.65±2.54 ^{ab}	8.42±1.14 ^{ab}	**	Lri, ms
2-Nonenal	27.79	1542	1541 ^a	55	11.63±1.92 ^{ab}	19.84±4.81 ^{ab}	24.13±4.85 ^a	*	Lri, ms
Dodecanal	32.09	1715	1720 ^a	57	9.12±1.27 ^a	4.74±1.81 ^{ab}	.68±.42 ^c	**	Lri, ms
2-Undecenal (E)	32.98	1759	1758 ^a	57	37.14±9.47 ^a	18.33±5.14 ^a	26.82±8.84 ^a	ns	Lri, ms
2,4-Decadienal (E, Z)	33.32	1777	1780 ^a	81	1.64±.23 ^c	12.54±4.89 ^{ab}	25.09±2.86 ^a	**	Lri, ms
Undecenal	29.63	1607	1607 ^a	57	12.25±1.62 ^a	0.0	3.24±1.13 ^{ab}	**	Lri, ms
Ketones									
					14.67	9.95	12.96		
2-Octanone	19.02	1282	1279 ^a	58	2.98±.37 ^a	1.05±.13 ^{ab}	2.12±.56 ^{ab}	**	Lri, ms
3-Octanone	17.90	1250	1250 ^a	57	1.28±.15 ^{ab}	2.88±.28 ^a	1.97±.34 ^{ab}	**	Lri, ms
2-Decanone	26.36	1495	1495 ^a	58	5.18±1.14 ^a	6.02±.79 ^a	7.17±2.20 ^a	ns	Lri, ms
2-Undecanone	29.47	1600	1602 ^a	58	1.48±.21 ^a	0.0	0.0	ns	Lri, ms
3-Butyl cyclopentanone	27.98	1549		55	3.75±.32 ^a	0.0	0.0	ns	Lri, ms
6-methyl-2-heptanone	17.28	1232	1236 ^a	58	0.0	0.0	1.70±.20 ^a	ns	Lri, ms
Alcohols									
					225.26	251.96	182.08		
1-Pentanol	17.59	1242	1244 ^a	42	6.81±.55 ^{ab}	17.16±5.22 ^{ab}	25.61±5.60 ^a	**	Lri, ms
1-Octen-3-ol	24.57	1444	1445 ^a	57	79±22.80 ^{ab}	141±26.88 ^a	60.97±8.69 ^{ab}	*	Lri, ms
Heptanol	24.77	1450	1451 ^a	56	35.79±3.11 ^a	20.65±2.72 ^{ab}	22.70±3.57 ^{ab}	**	Lri, ms
2-Ethyl-1-hexanol	26.02	1485	1484 ^a	57	23.71±5.07 ^a	30.67±5.19 ^a	33.38±6.37 ^a	ns	Lri, ms
1-Octanol	28.17	1556	1555 ^a	56	53.74±3.96 ^a	24.12±3.41 ^{ab}	32.34±5.84 ^{ab}	***	Lri, ms
2-Octen-1-ol	29.76	1613	1613 ^a	57	22.32±6.66 ^a	14.54±4.04 ^{ab}	7.08±2.16 ^{ab}	ns	Lri, ms
4-Octanol	22.24	1376	1376 ^a	69	1.36±.22 ^a	0.0	0.0	ns	Lri, ms
4-methyl phenol	38.12	2085	2073 ^a	60	2.53±.13 ^a	3.82±1.01 ^a	0.0	ns	Lri, ms
N-containing compounds									
					92.74	103.2	60.13		
Methyl pyrazine	18.23	1260	1264 ^a	94	2.77±1.01 ^a	5.18±1.66 ^a	0.0	ns	Lri, ms
2,5-dimethyl pyrazine	20.25	1318	1323 ^a	108	9.18±1.69 ^a	14.42±1.20 ^a	8.72±3.8 ^a	ns	Lri, ms
2-ethyl-6-methyl pyrazine	22.44	1382	1385 ^a	121	5.74±1.20 ^{ab}	11.37±2.64 ^a	2.42±.25 ^{ab}	**	Lri, ms
2-ethyl-5-methyl pyrazine	22.66	1389	1392 ^a	121	13.60±5.53 ^a	10.66±.77 ^a	6.11±.02 ^a	ns	Lri, ms
Trimethyl pyrazine	23.10	1403	1406 ^a	122	30.92±3.70 ^a	33.09±2.62 ^a	18.05±1.82 ^{ab}	***	Lri, ms
3-ethyl-2,5-dimethyl pyrazine	24.52	1442	1447 ^a	135	23.06±1.37 ^a	26.11±4.78 ^a	23.40±3.30 ^a	ns	Lri, ms
2 methyl 5H-6,7-dihydrocyclopentapyrazine	32.21	1720	1718 ^a	134	0.0	0.0	1.43±.54 ^a	ns	Lri, ms
2-Acetylpyrrole	36.62	1979	1971 ^a	94	7.47±1.98 ^a	2.37±.32 ^{ab}	0.0	*	Lri, ms
Hydrocarbons									
					77.13	25.98	28.01		
Undecane	11.66	1087	1100 ^a	57	4.35±.53 ^a	0.0	0.0	ns	ms, std
Octane	2.52			85	3.96±.56 ^a	5.16±.78 ^a	2.13±.15 ^{ab}	**	ms
Hexane	1.99			57	9.91±1.73 ^a	.34±.03 ^b	6.49±3.44 ^a	ns	ms
Dodecane	15.93	1194	1195 ^a	57	5.08±.31 ^a	3.28±.49 ^{ab}	0.0	**	ms, std
2-pentyl furan	16.96	1224	1229 ^a	81	20.27±4.65 ^a	11.74±2.73 ^{ab}	4.22±.88 ^c	**	Lri, ms
Tridecane	19.60	1299	1296 ^a	57	9.91±1.44 ^a	1.79±.64 ^{ab}	1.35±.31 ^{ab}	***	ms, std
Pentadecane	26.57	1500	1501 ^a	57	15.18±.68 ^a	0.0	8.82±1.03 ^{ab}	**	ms, std
Hexadecane	29.49	1600	1596 ^a	57	0.0	1.18±.17 ^a	1.35±.42 ^a	ns	ms, std
Heptadecane	31.82	1701	1700 ^a	67	3.09±.60 ^a	1.96±.53 ^a	2.57±.40 ^a	ns	ms, std
2-Octyl furan	27.63	1537	1530 ^a	81	5.38±.45 ^a	2.32±.10 ^{ab}	1.08±.03 ^c	***	Lri, ms

Identification method: LRI, linear retention index compared with previous literature; ms, mass spectrum comparison using NIST libraries; std, same retention time with standard compound.
Referenced LRI: (a- reference agreed with NIST Chemistry WebBook, b- reference agreed with Sohail et al., 2022, c- reference agreed with PubChem data), m/z: target ion used for quantification; Calculation of LRI for some compounds is impossible because these compounds elute before the alkane.
** Means with a different letter within a different row are significantly different (P<0.05, Duncan test). Data are presented as mean ± SE.
Significance: ***P<0.001, **P<0.01, *P<0.05; ns, not significant.

도면2



도면3



도면4

