(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0063690
(43) 공개일자 2020년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23L 5/20 (2016.01) *A23L 7/10* (2016.01)
(52) CPC특허분류
A23L 5/276 (2016.08)
A23L 7/198 (2016.08)
(21) 출원번호 10-2018-0149727
(22) 출원일자 2018년11월28일
심사청구일자 2018년11월28일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
대한민국(농촌진흥청장)
전라북도 전주시 덕진구 농생명로 300 (중동)
(72) 발명자
김인환
서울특별시 노원구 공릉로58길 176, 102동 1108호(하계동, 우방아파트)
최나경
서울특별시 마포구 도화길 28, 114동 1602호(도화동, 삼성아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 다해

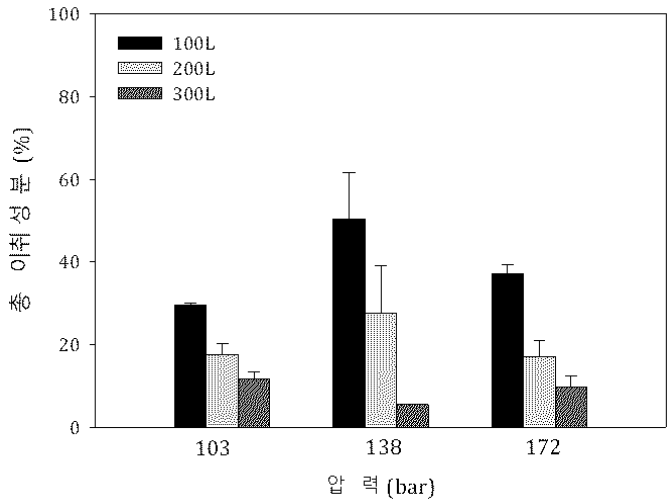
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **초임계 이산화탄소를 이용하는 이취가 제거된 고미의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 도정된 고미(古米)를 40-60℃의 온도 및 100-200 bar의 압력 조건으로 초임계 이산화탄소 처리하여 고미에 포함된 지방을 추출하지 않고 기발생한 이취 성분 만을 제거하는 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법 및 이에 따라 제조한 이취가 제거된 고미에 관한 것이다. 본 발명에 따르면 비교적 낮은 온도와 낮은 압력 조건에서 고미에 포함된 지방산을 추출하지 않고 기발생한 고미의 이취 성분 만을 약 80-95% 제거할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A23V 2002/00 (2013.01)
A23V 2300/44 (2013.01)

(72) 발명자
김희진
경기도 의정부시 평화로272번길 29, 101동 403호(호원동, 푸른마을아파트)
김선우
경기도 고양시 덕양구 세솔로 73, 2006동 2204호(삼송동, 삼송2차 아이파크)
이점식
경기도 수원시 장안구 천천로74번길 92, 822동 701호(정자동, 대월마을대림진흥아파트)
곽지은
경기도 화성시 동탄대로시범길 276, 905동 1902호(청계동, 시범우남퍼스트빌아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PJ01103701
부처명 농촌진흥청
연구관리전문기관 농촌진흥청
연구사업명 농축산물부가가치향상기술개발
연구과제명 가공용 벼의 중장기 저장에 따른 품질유지 및 이용성 평가
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교 산학협력단
연구기간 2015.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

도정된 고미(古米)를 40-60℃의 온도 및 100-200 bar의 압력 조건으로 초임계 이산화탄소 처리하여, 기발생된 이취 성분 만을 제거하는 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고미에 포함된 지방산은 추출하지 않고 이취 성분 만을 제거하는 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 이취 성분은 헥사날 및 2,4-데칸디에날로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 고미는 가루 형태인 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 초임계 이산화탄소 처리는 고미 15g 당 이산화탄소 100-300 L 의 이산화탄소 사용량의 조건 하에 수행되는 것인 이취가 제거된 고미의 제조방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따라 제조된 이취가 제거된 고미.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 고미는 가루 형태인 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초임계 이산화탄소를 이용하는 이취가 제거된 고미의 제조방법 및 이에 따라 제조한 이취가 제거된 고미에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 1980년 이후 계속 감소해온 1인당 쌀 소비량은 식습관의 서구화에 따라 쌀을 이용한 식사량이 줄어들면서 그 감소 속도가 가속화되고 있다. 쌀 소비량이 감소하고 비축미가 증가하면서 비축미의 활용 촉진에 대한 필요성이 대두되었다. 비축미 활용 촉진 방안으로써, 즉석밥, 쌀국수를 이용한 즉석 라면류, 쌀빵, 쌀과자, 막걸리 등과

같은 가공식품들의 개발, 산업체 연계 시범 사업 등의 노력이 이루어졌으나, 비축미 활용 촉진이 여의치 않아 비축미 수급량 조절에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 비축미 활용 촉진을 어렵게 하는 요인 중 가장 큰 요인은 비축미가 장기간 상온저장됨으로써 고미취(묵은 쌀 냄새) 발생이 초래되어 비축미의 상품성 및 밥맛이 저하되는 것이다.

[0003] 고미(古米)는 저장 시 쌀의 수분함량, 저장되는 온습도 등의 영향을 받아 습도 변화가 클수록 품질이 빠르게 저하된다. 저장기간 중 쌀알의 외부에서 점차 내부로 갈변되고, 묵은쌀 특유의 냄새인 고미취가 나타나는데, 고미취는 쌀에 함유된 지방질이 보관 중의 온도와 미강 효소에 의해 분해되어 유리지방산이 증가하고, 이것이 산화되어 생성되는 헥사날 등의 카보닐 화합물과 같은 이취 성분에 기인한다. 따라서 고미화의 지표로서 유리 지방산 함량을 나타내는 산가가 사용되고 있다.

[0004] 고미의 이취 성분을 제거하기 위한 방법으로 pH 조절, 열풍 건조 등의 방법이 사용될 수 있으나 실용성, 경제성, 안정성의 관점에서 초임계 이산화탄소를 이용한 방법을 시도하였다. 초임계 이산화탄소는 독성이 없어 안전성이 확보되어 있고, 가격이 저렴하며 액체와 기체의 특성을 동시에 갖고 있다는 장점이 있다. 또한 초임계 이산화탄소는 다른 용질의 초임계 유체에 비해 임계점이 매우 낮아 실용화 용매로 각광받고 있다. 초임계 이산화탄소는 분획추출법을 통한 건강기능성이 있는 유지류, 항산화물질, 색소물질 등을 농축하는데 많이 사용되는 것으로 보고되어 있다. 종래에 초임계 이산화탄소 처리는 대부분 300 bar 이상의 고압 조건에서 수행되었다. 그러나, 종래 기술에 따라 고압 조건에서 쌀의 초임계 이산화탄소 처리를 할 경우 쌀에 포함된 유리 지방산까지 추출됨으로써 쌀의 맛과 영양에 영향을 주는 문제가 있고, 고압 장치를 사용하여야 하므로 시설비 및 유지비가 많이 드는 단점이 있어 경제성이 낮은 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 비축미 등의 고미에 기발생한 이취 성분을 초임계 이산화탄소를 이용하여 직접적으로 제거하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명은 주로 가루 형태로 여러 쌀 가공품에 사용되는 비축미의 이취 성분을 제거함으로써 비축미 소비량과 그 활용범위를 넓히는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 제1 양태는 도정된 고미(古米)를 40-60℃의 온도 및 100-200 bar의 압력 조건으로 초임계 이산화탄소를 처리하여 고미에 포함된 지방산(또는 지방)을 추출하지 않고 기발생한 이취 성분 만을 제거하는 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법을 제공한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 이취 성분은 헥사날 및 2,4-데칸디에날로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상이다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 고미는 가루 형태이다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 초임계 이산화탄소 처리는 고미 15g 당 이산화탄소 100-300 L 의 이산화탄소 사용량의 조건 하에 수행된다.

[0011] 본 발명의 제2 양태는 상기 제조방법에 따라 제조된 이취가 제거된 고미를 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면 저장곡 고미로부터 초임계 이산화탄소를 이용하여 이취 성분들을 감소시킬 수 있다. 본 발명에 따르면 비교적 낮은 온도와 낮은 압력 조건에서 고미에 포함된 지방산을 추출하지 않고 기발생한 고미의 이취 성분 만을 약 80-95% 제거할 수 있다.

[0013] 본 발명에 따르면 이취가 제거된 분말 상태의 고미를 제조할 수 있다. 저장기간 3년 이상의 비축미는 주로 가루 형태로 여러 가공품에 사용되기 때문에 본 발명의 이취가 제거된 고미 제조방법은 비축미 소비량과 그 활용범위를 넓힐 수 있는 기술로 사용될 수 있을 것이라 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 40 ℃에서 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 총 이취성분 상대값 (초기 시료 100% 대비)을 나타낸 것이다.

도 2는 50 ℃에서 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 총 이취성분 상대값 (초기 시료 100% 대비)을 나타낸 것이다.

도 3은 60 ℃에서 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 총 이취성분 상대값 (초기 시료 100% 대비)을 나타낸 것이다.

도 4는 40 ℃에서 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 헥사날 농도 (쌀 g당 헥사날 ppm)를 나타낸 것이다.

도 5는 50 ℃에서 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 헥사날 농도 (쌀 g당 헥사날 ppm)를 나타낸 것이다.

도 6은 60 ℃에서 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 헥사날 농도(쌀 g당 헥사날 ppm)를 나타낸 것이다.

도 7은 초임계 이산화탄소 처리 전, 후 시료의 크로마토그램을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명을 도면을 참조하여 상세하게 설명하고자 한다. 다음에 소개되는 실시예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 이하 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.

[0017] 본 발명의 일 양태는 도정된 고미(古米)를 40-60℃의 온도 및 100-200 bar의 압력 조건으로 초임계 이산화탄소를 처리하여 고미에 포함된 지방산(또는 지방)을 추출하지 않고 기발생한 이취 성분 만을 제거하는 것을 특징으로 하는 이취가 제거된 고미의 제조방법을 제공한다.

[0018] 본 발명에서 고미는 도정 후 저장 기간이 3년 이상으로 이미 이취가 발생한 쌀을 의미한다.

[0019] 본 발명은 도정된 오래된 쌀, 즉 고미의 이취를 유발하는 성분을 직접 제거하는 것에 관한 것이다.

[0020] 고미의 이취는 쌀에 함유된 지방질이 보관 중의 온도와 미강 효소에 의해 분해되어 유리지방산이 증가하고, 이것이 산화되어 생성되는 헥사날 등의 카보닐 화합물에 기인한다.

[0021] 대표적인 이취 성분으로 2차 산화물인 헥사날(hexanal), 2,4-데칸디에날(decandienal) 등이 있다. 특히 헥사날은 이취 성분 중에서도 역가가 낮아 적은 양의 농도에서도 높은 이취를 발생시키는 대표적인 성분이다.

[0022] 그 외에 알데히드, 케톤, 저분자 탄화수소 화합물이 고미에서 이취를 유발할 수 있다. 본 발명의 이취가 제거된 고미의 제조방법은 이러한 성분들도 선택적으로 제거할 수 있다.

[0024] 본 발명의 이취가 제거된 고미의 제조방법은 도정된 고미(古米)를 40-60℃의 온도 및 100-200 bar의 압력 조건으로 초임계 이산화탄소를 처리한다.

[0025] 본 발명의 이취가 제거된 고미의 제조방법은 100-200 bar의 압력 조건으로 초임계 이산화탄소를 처리함으로써, 고미에 포함된 지방산을 추출하지 않고 기발생한 이취 성분 만을 제거하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 종래에는 곡물의 초임계 이산화탄소 처리는 대부분 300 bar 이상의 고압 조건에서 수행되었다. 그러나, 종래 기술에 따라 고압 조건에서 쌀의 초임계 이산화탄소 처리를 할 경우 쌀에 포함된 유리 지방산까지 추출된다. 맛있는 쌀은 7중량% 이하의 단백질, 17~20중량% 이하의 아밀로스, 15.5~16.5중량% 이하의 수분, 다량의 무기질을 포함하며, 지방산가(mg KOH/100g)가 8~15인 것이 바람직하다(등록특허 10-0858557 참조). 따라서, 종래 기술에 따라 고압 조건에서 곡물을 초임계 이산화탄소 처리할 경우 유리 지방산이 추출되어 쌀의 맛에 영향을 줄 수 있다.

[0027] 본 발명자들은 온도 40-60 ℃, 압력 103-172 bar, 이산화탄소 사용량 100-300 L 범위의 조건으로 이취가 발생한 고미를 초임계 이산화처리한 결과, 이취 성분 중 헥사날은 초기시료에 비해 약 86% 감소하였고, 총 이취성분은 약 94%까지 감소하고, 고미에 포함된 지방산은 추출되지 않아 지방산가가 유지됨을 확인하였다.

[0028] 이산화탄소의 임계점은 31.1 ℃, 73.9bar이다. 따라서, 상기 초임계 이산화탄소 처리는 40-60 ℃의 온도 조건

하에 수행되는 것이 바람직하다. 이산화탄소 처리 온도가 60 ℃를 초과하는 경우 쌀에 호화가 일어날 수 있고, 에너지 비용상 적절하지 못할 수 있다.

[0029] 상기 초임계 이산화탄소 처리는 100-200 bar의 압력 조건 하에 수행되는 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다. 초임계 이산화탄소 처리 압력이 100 bar 미만인 경우 이취성분 제거효과가 미약할 수 있으며, 200 bar를 초과하는 경우 온도 조건에 따라 고미에 포함된 지방산이 추출될 수 있다.

[0031] 상기 초임계 이산화탄소 처리는 고미 15g 당 이산화탄소 100-300 L 의 이산화탄소 사용량의 조건 하에 수행되는 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다.

[0033] 상기 고미는 분쇄된 쌀가루인 것이 바람직하다. 고미는 저장 시 쌀의 수분함량, 저장온도, 저장습도 등의 영향을 받아 품질이 저하되어 주로 가루 형태로 여러 쌀 가공식품에 사용된다. 본 발명에 따라 제조된 이취가 제거된 고미 가루는 품질이 개선되었기 때문에 쌀 가공식품에서 그 활용범위가 넓다.

[0035] 본 발명의 다른 양태는 상기 제조방법에 따라 제조된 이취가 제거된 고미를 제공한다. 상기 고미는 가루 형태일 수 있다.

[0037] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명에 따른 초임계 이산화탄소를 이용하여 이취가 제거된 고미의 제조방법에 대하여 살펴보기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는 없다. 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0039] **실시예 1: 쌀가루의 초임계 이산화탄소 처리**

[0040] 저장기간이 긴 국내산 가공 벼를 구입하였다. 도정하여 백미를 얻었으며, 믹서기를 이용하여 곱게 갈아 40 mesh (0.42 mm) 체로 거른 쌀가루를 얻었다. 분쇄된 쌀가루는 -20 ℃ 냉동고에 보관하여 사용하였다. 헥사날, 노나날, 노나놀, 옥타날, 펜틸퓨란 등의 표준품은 시그마 알드리치 (서울, 한국) 회사에서 구입하였다.

[0041] 분쇄 후 체에 거른 쌀가루 (15 g)을 고압용 반응기 (10 mm id, 20 cm length)에 담고, 온도가 조절되는 수조에서 초임계 이산화탄소 처리장치와 연결하였다. 40-60 ℃ 온도 범위와 103-172 bar 압력 범위, 100-300 L 이산화탄소 사용량 범위의 조건에서 초임계 이산화탄소 처리를 수행하여 초임계 이산화탄소 처리를 한 쌀가루를 얻었다. 이 때 이산화탄소 유량은 1-3 L/min로 유지했다.

[0043] **실험예 1: 이취 성분의 확인**

[0044] 초기 시료 및 초임계 이산화탄소 처리에 따라 얻은 쌀가루 약 7 g을 각각 SPME 전용 vial (Agilent technologies사)에 옮겨 담고, 정확히 무게를 칭량하였다. 50/30 μm DVM/CAR/PDMS fibers는 80 ℃ heating block에서 30분간 가온한 20 mL SPME vial에 주입하였으며, 30분간 이취 성분들을 흡착하였다. 흡착 후, SPME fiber는 가스 크로마토그래피 (Gas chromatography, GC) 주입부(220 ℃)에서 5분간 탈착시켜 이취 성분들을 분석하였다.

[0045] 헥사날 표준품에 의한 검량선을 작성하기 위해 *n*-hexane으로 희석하여 0.01-1 ppm 농도로 제조하여 3반복씩 분석하였으며, 흡착 및 탈착은 동일한 조건에서 실시되었다.

[0046] 이취 성분들의 분석을 위한 GC 컬럼은 fused silica capillary column (VOCOL™, supelco)를 사용하였고, 컬럼 온도는 초기 100 ℃에서 1분간 유지시킨 후, 분당 1 ℃씩 10분동안 110 ℃로 증가, 분당 5 ℃의 속도로 140 ℃까지 증가, 분당 10 ℃의 속도로 240 ℃까지 증가시킨 후, 240 ℃에서 5분간 유지시켰다. 주입부 온도는 220 ℃, 검출부 온도는 240 ℃, split ratio는 1/50, 기체 유입속도는 1 mL/분 이었다.

[0047] Thermo사의 mass spectrometry detector를 사용하여 GC 분석을 통해 나타난 미지의 물질을 정성분석하였다. 분석 조건은 240 ℃의 ion source, 70 eV의 전자에너지, 240 ℃의 transfer line, scan의 범위는 50-300 질량단위로 설정하였다.

[0048] 시료 내 헥사날의 농도는 칭량된 시료량과 작성된 검량선을 통해 계산되었으며, 총 이취 성분은 분석된 총 면적값을 통해 초기 시료 대비 후 시료의 값으로 계산되었다.

[0050] **실험예 2: 헥사날 검량선 작성**

[0051] 헥사날 표준품을 SPME로 포집하여 GC를 통해 검출하였다. 8.7분의 체류시간에서 헥사날이 검출되었으며, 0.01-1 ppm 농도에서 분석된 값을 통해 다음과 같은 검량선을 얻었다.

[0052] $Y = 57561\ x + 292.64\ (R^2=0.999)$

[0054] **실험예 3: 초임계 이산화탄소 처리조건에 따른 총 이취성분 변화**

[0055] 실시예 1의 쌀가루 시료에 대해 온도 (40-60 ℃), 압력 (103-172 bar), 이산화탄소 사용량 (100-300 L)의 조건에서 초임계 이산화탄소 처리 후 총 이취성분을 분석하여 초기시료 대비 상대값을 도 1 내지 3 에 나타내었다.

[0056] 도면에서 확인되는 바와 같이, 온도, 압력, 이산화탄소 사용량이 증가함에 따라 총 이취성분이 감소되는 경향이 나타났다. 특히 60 ℃에서는 총 이취성분이 현저히 감소하되 이산화탄소 사용량에 따른 총 이취성분의 변화가 크지 않았다. 60 ℃, 138 bar, 200 L에서 초기 시료 대비 최대 약 94% 감소하였다.

[0057] 도 7은 60 ℃, 138 bar, 200 L 조건에서 초임계 이산화탄소 처리 전과 후의 이취 성분의 변화를 보여주는 크로마토그램인데, 이취 성분이 매우 감소함 을 알 수 있다.

[0059] **실험예 4. 초임계 이산화탄소 운전조건에 따른 헥사날 변화**

[0060] 실시예 1의 쌀가루 시료에 대해 온도 (40-60 ℃), 압력 (103-172 bar), 이산화탄소 사용량 (100-300 L)의 조건에서 초임계 이산화탄소 처리 후 헥사날 농도를 분석하여 그 결과를 도 4 내지 6에 나타내었다.

[0061] 도면에서 확인되는 바와 같이, 각 온도에서 압력이 증가함에 따라 헥사날 농도가 감소하였다. 그리고 각 온도와 압력에서 이산화탄소 사용량이 증가함에 따라 헥사날 농도가 감소하였다. 각 압력에서는 온도가 증가함에 따라 헥사날 농도가 감소하는 경향을 보였다. 40 ℃에서는 이산화탄소 사용량 100 L에서 헥사날 농도가 초기와 비슷하거나 초기보다 증가하는 경향을 보였으나, 60 ℃에서는 전 압력 범위에서 헥사날 농도가 현저히 감소하였다. 특히 60 ℃, 172 bar, 300 L 조건에서 초기 시료의 헥사날 농도 0.1486 ppm/g rice 대비 최대 0.009545 ppm/g rice로 감소하였다.

[0063] 이상의 결과로부터 103 bar, 50 ℃, 300 L 또는 138 bar, 40 ℃, 300L의 조건 하에서 초임계 이산화처리를 할 경우 고미의 이취를 효과적으로 제거할 수 있음을 확인할 수 있었다. 두 최적 조건에서 헥사날 농도는 초기 시료 대비 약 86%, 총 이취성분은 초기 시료 대비 약 94% 감소하였다.

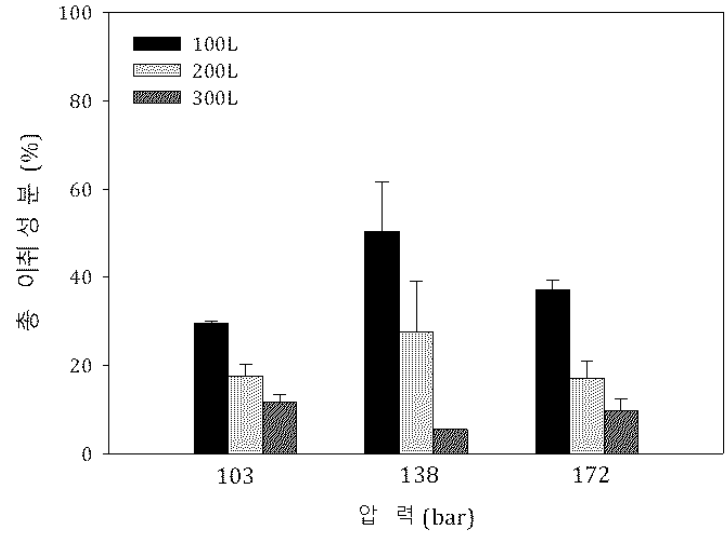
[0065] 한편, 육안상으로 지방산을 포함한 어떠한 유지 성분이 추출되지 않았음을확인하였다. 유지 성분 중 중성지질(triacylglycerol)보다 유리지방산 (free fatty acid)의 초임계 이산화탄소에 대한 용해도가 높다는 것은 이미 다른 참고문헌과 선행연구를 통해 밝혀진 사실이며, 따라서 유지 성분이 추출될 경우, 지방산이 가장 먼저 추출될 것이나, 그 어떠한 물질도 추출되지 않았기 때문에, 지방산 또한 추출되지 않음이 확인되었다.

[0067] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형 실시들은 본 발명의 기술적 사상

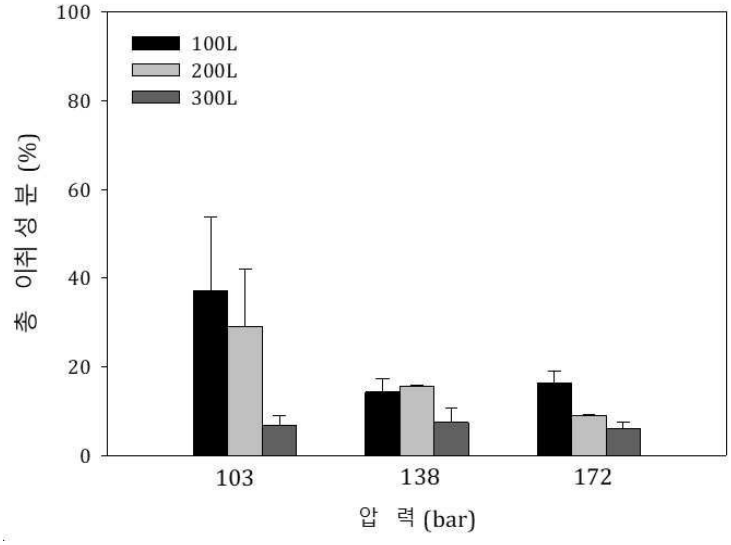
이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

도면

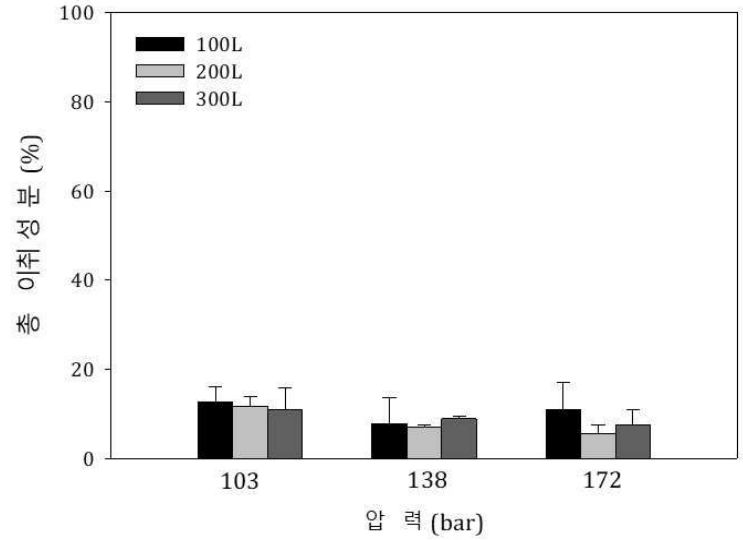
도면1



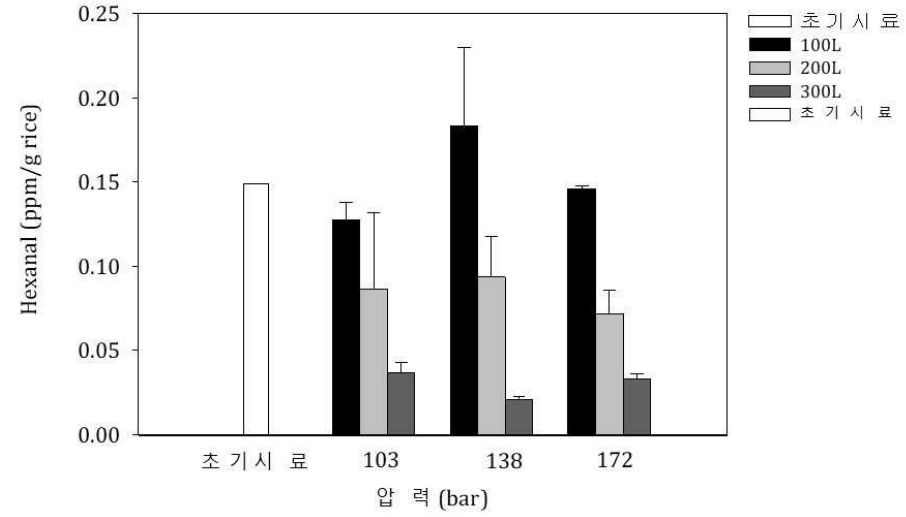
도면2



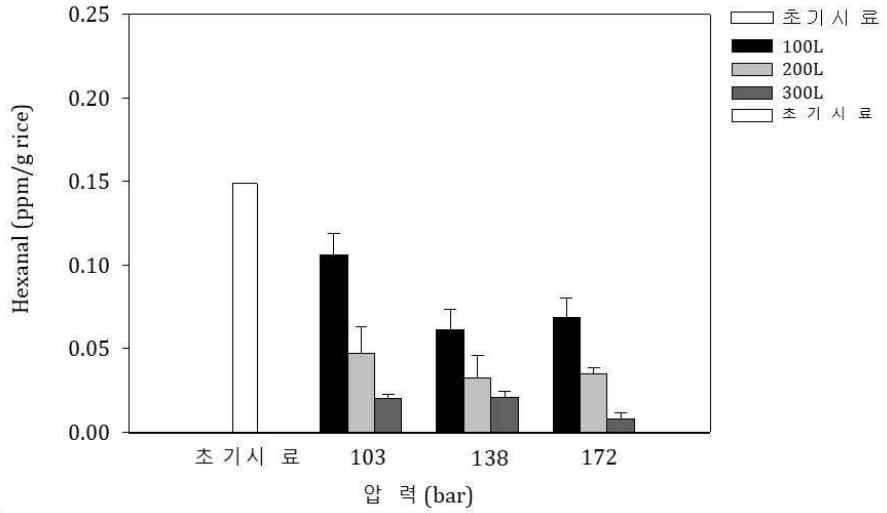
도면3


100
80
60
40
20
0
100L
200L
300L
총 이취 성분 (%)
103
138
172
압 력 (bar)

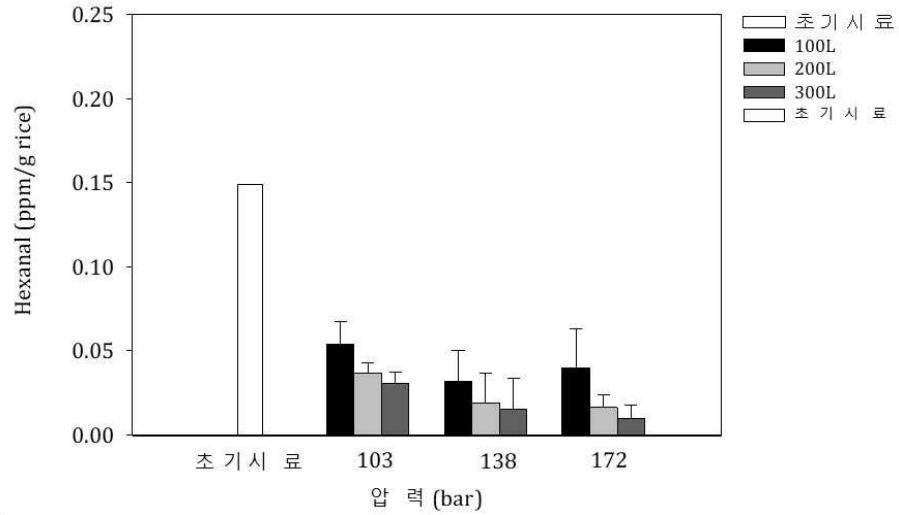
도면4


0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Hexanal (ppm/g rice)
초 기 시 료
103
138
172
압 력 (bar)
초 기 시 료
100L
200L
300L
초 기 시 료

도면5


0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Hexanal (ppm/g rice)
초기시료
103
138
172
압 력 (bar)
초기시료
100L
200L
300L
초기시료

도면6


0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Hexanal (ppm/g rice)
초기시료
103
138
172
압 력 (bar)
초기시료
100L
200L
300L
초기시료

도면7

