(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0176849
(43) 공개일자 2024년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23J 3/16 (2006.01) *A23J 1/00* (2006.01)
A23J 1/14 (2006.01) *A23J 3/22* (2006.01)
A23L 11/00 (2021.01) *A23L 27/10* (2016.01)
A23L 29/00 (2016.01) *A23L 29/206* (2016.01)
B33Y 10/00 (2015.01) *B33Y 30/00* (2015.01)
B33Y 80/00 (2015.01)
(52) CPC특허분류
A23J 3/16 (2013.01)
A23J 1/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0076797
(22) 출원일자 2023년06월15일
심사청구일자 2023년06월15일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
홍근표
서울특별시 광진구 광나루로 458, 108동 2002호
이은정
경기도 부천시 부흥로 150, 1605동 502호
(74) 대리인
정성종, 신명용

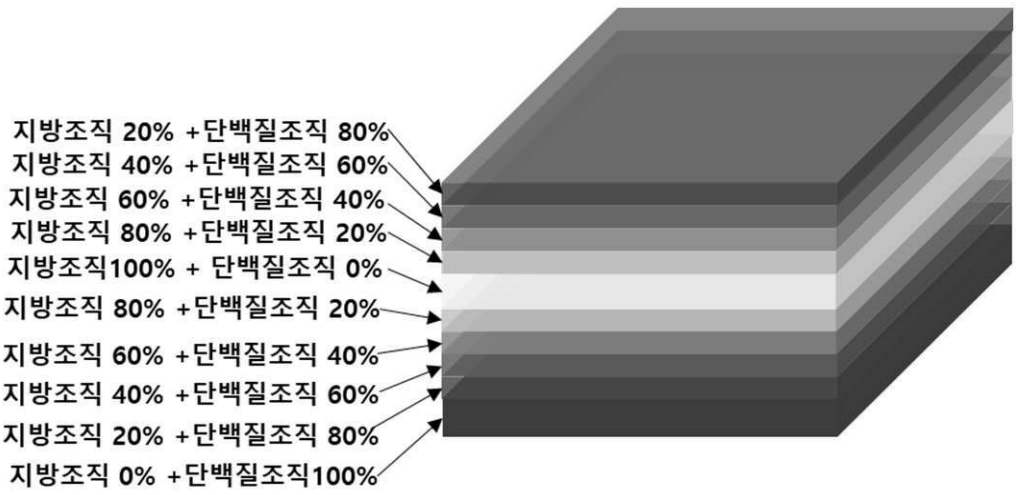
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직이 배치된 식육 모사체 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 식물성 지방 및 식물성 단백질이 배치된 식육 모사체 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 식물성 지방 및 식물성 단백질을 포함하고 식육을 모사하여 배치되어 식물성 단백질과 식물성 지방을 실제 식육과 유사하게 분포시켜 외관, 질감, 식감, 및 저작성 등을 개선한 식육 모사체 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 상기 식육 모사체를 구성하는 식물성 지방 및 식물성 단백질의 혼합물을 3D 식품 프린터의 카트리지 내 식품 소재 용도로 사용하는 3D 식품 프린타 및 이에 의하여 제조된 3D 식품에 관한 것이다.

대 표 도 - 도26



(52) CPC특허분류
A23J 1/14 (2013.01)
A23J 3/22 (2013.01)
A23J 3/227 (2013.01)
A23L 11/00 (2023.05)
A23L 27/10 (2016.08)
A23L 29/015 (2016.08)
A23L 29/206 (2016.08)
B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 30/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345351204
과제번호	2020R1I1A1A01064066
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	식육지방 모방을 위한 에멀션 겔의 조직화 및 적층 결합력 증진 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 혼합물이 식육을 모사하여 배치된 식육 모사체로서,

상기 혼합물은 식물성 지방 조직 0 내지 100 중량%와 식물성 단백질 조직 0 내지 100 중량%로 이루어진 것이며,

상기 배치는 상기 혼합물 1 이상이 목적하는 식육 모사체의 형상으로 배열된 것을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 식물성 지방 조직은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 조성물을 혼합하고 균질화하는 단계; 및 상기 균질물을 가열 처리하는 단계;를 포함하는 방법에 의하여 제조된 것임을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 두류 전분은 강낭콩, 나방콩, 녹두, 검정녹두, 동부, 리마콩, 렌즈콩, 말콩, 비둘기콩, 병아리콩, 완두, 향완두, 작두콩, 잠두, 제비콩, 팥, 및 예팥으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 식물성 지방은 대두유, 올리브유, 옥수수유, 코코넛유, 카놀라유, 아보카도유, 면실유, 마카다미아유, 쌀겨유, 포도씨유, 아몬드유, 땅콩유, 호호바유, 아마씨유, 해바라기유, 홍화유, 밀배아유, 평지씨유, 모링가유, 해조류 오일, 미강유, 참기름, 헤이즐넛유, 및 호두유로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 검류는 아라비아검, 트라가칸트검, 카라야검, 로커스트콩검, 크산탄검, 구아검, 한천, 알긴산, 카라기난 및 이의 염으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 식물성 지방 조직의 조성물은 두류 전분 11 내지 14 중량%, 식물성 지방 30 내지 60 중량%, 검류 20 내지 30 중량%, 및 물 잔여 중량%로 이루어진 것을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 식물성 단백질은 완두콩 단백질, 옥수수 단백질, 밀 단백질, 감자 단백질, 콩 단백질, 쌀 단백질, 보리 단백질, 조류 단백질, 및 카놀라 단백질로 이루어진 군으로부터 1종 이상 선택된 것임을 특징으로 하는, 식육 모사체.

청구항 8

두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 조성물을 혼합하고 균질화하는 단계; 및 상기 균질물을 가열 처리하는 단계;를 포함하는 방법에 의하여 식물성 지방 조직을 제조하는 단계; 식물성 단백질을 용해하여 식물성 단백질 조직을 제조하는 단계; 상기 제조된 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 상기 혼합물을 적층하는 단계; 및 상기 적층물을 이온 용액에 침지하는 단계;를 포함하는 식육 모사체의 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 목적 함량은 식물성 지방 조직 0 내지 100 중량%와 식물성 단백질 조직 0 내지 100 중량%

로 혼합되어 이루어진 것임을 특징으로 하는, 식육 모사체의 제조 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 혼합물을 적층하는 단계는 2 이상의 혼합물을 각각 판형으로 만든 후 이들을 순차적으로 적층하거나 또는 3D 식품 프린터를 구성하는 카트리지에 2 이상의 혼합물을 충진하고 각각의 카트리지의 압출물을 순차적으로 적층하는 단계인 것을 특징으로 하는, 식육 모사체의 제조 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 이온 용액은 칼슘, 마그네슘, 또는 이들의 조합인 것을 특징으로 하는, 식육 모사체의 제조 방법.

청구항 12

식품 소재가 충진된 카트리지를 포함하는 3D 식품 프린터로,

상기 식품 소재는 식물성 지방 조직 0 내지 100 중량% 및 식물성 단백질 조직 0 내지 100 중량%로 이루어진 혼합물이며,

상기 식물성 지방 조직은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 조성물을 혼합하고 균질화하는 단계; 및 상기 균질물을 가열 처리하는 단계;를 포함하는 방법에 의하여 제조된 것을 특징으로 하며,

상기 식물성 단백질 조직은 식물성 단백질의 용해물인 것을 특징으로 하는, 3D 식품 프린터.

청구항 13

제12항의 3D 식품 프린터로 제조한 식품을 이온 용액에 침지하여 제조된 것을 특징으로 하는 3D 식품 프린터로 제조된 식품.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 3D 식품 프린터로 제조된 식품은 식육 모사체인 것을 특징으로 하는, 3D 식품 프린팅로 제조된 식품.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직이 이 배치된 식육 모사체 및 이의 제조 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직 혼합물이 식육을 모사하여 배치되어 식물성 단백질과 식물성 지방을 실제 식육과 유사하게 분포시켜 외관, 질감, 식감, 및 저작성 등을 개선한 식육 모사체 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 유엔식량농업기구(FAO)에 의하면 세계 인구는 2050년 10억 명 정도로 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 육류 소비량은 73% 이상 증가할 것으로 추정되었다. 이러한 식량 증가량을 감당하기 위해서는 매년 약 2억 톤의 육류 생산 증산이 이루어져야 하는데 지구온난화와 같은 이상기후로 인해 작물의 수확량은 감소될 것으로 예상되고 있어 식량안보가 중요한 이슈로 대두되고 있다.

[0003] 또한, 최근 기존 관행적인 육류 생산 방식에 대한 환경오염, 가축전염병 발생에 따른 식품 안전성과 함께 건강식 및 비만 방지를 위한 채식 식단 선호 증가, 소비자의 윤리적 소비 관심 증대 및 종교적 이유로 육류 섭취가 어려운 이들을 중심으로 식육 대체육에 대한 관심이 증가하고 있다.

[0004] 현재 다양한 식육 대체육이 개발되고 시장에서 판매되고 있는 실정이다. 그러나, 현재 개발되고 판매되는 식육 대체육의 대부분은 육류의 단백질을 식물 유래 단백질을 원료로 사용하고 있을 뿐 육류의 식감과 풍미에 영향을 미치는 중요 인자인 육류의 지방을 식물 등의 동물 이외로부터 유래한 지방으로 대체하고자 하는 시도는 거의 없는 실정이다.

[0005] 육류 지방은 육류의 질감과 저작성에 영향을 미치고 조리과정에서 필요한 기름을 방출하여 조리된 육류의 식감을 개선하는 역할도 한다. 식육 대체육에서도 이러한 지방의 모사가 필요한데 다양한 종류의 식물성 오일이 이에 이용될 수 있다. 이와 관련하여 미국공개특허 제2021-0045409호는 식물 또는 동물 유래 지방, 물, 유화제를 조합하고 겔화시켜 지방입자를 캡슐화하여 대체 지방을 형성하고 있다. 그러나, 식육 대체육에 포함된 지방 대체물(모사물)은 조리과정에서 액화되어 외부로 쉽게 유출되므로 조리가 완료된 상태에서는 지방이 조직 내에 존재하지 않거나 그 양이 매우 줄어서 실제 조리된 육류의 식감과 풍미를 재현하는데 한계를 가지고 있다.

[0006] 따라서, 단백질과 지방의 배치가 실제 육류와 유사할 뿐만 아니라 조리된 후에도 지방과 육즙 대체물의 유출이 방지되어 육류의 식감, 조직감, 및 저작성을 보다 유사하게 모사할 있는 식육 대체육의 개발이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 상기한 문제점을 해결하기 위하여 식물성 단백질 조직과 식물성 지방 조직을 실제 식육과 유사하게 분포시켜 외관, 질감, 식감, 및 저작성 등을 개선한 식육 모사체, 이의 제조방법, 및 이의 용도를 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

[0008] 본 발명의 구체적인 하나의 목적은 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 혼합물이 식육을 모사하여 배치된 식육 모사체를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 구체적인 다른 하나의 목적은 식물성 지방 조직을 제조하는 단계; 식물성 단백질 조직을 제조하는 단계; 상기 제조된 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 상기 혼합물을 적층하는 단계; 및 상기 적층물을 이온 용액에 침지하는 단계;를 포함하는 식육 모사체의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 구체적인 또 다른 하나의 목적은 상기 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 혼합물을 3D 식품 프린터의 카트리지 내 식품 소재로 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 구체적인 또 다른 하나의 목적은 상기 3D 식품 프린터의 카트리지를 이용하여 3D 식품 프린터에 의해 제조된 식품, 바람직하게는 식육 모사체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 하나의 양태로서, 본 발명은 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 혼합물이 식육을 모사하여 배치된 식육 모사체를 제공한다.

[0013] 본 발명에 있어서, "식육 모사체"는 식육 모방체, 식육 유사체, 식육 대체물, 식육 대용물, 인조 식육, 육류 대용물, 인조 육류(mock meat), 모조 육류(faux meat), 모조육(imitation meat), 채식주의자용 육류(vegetarian meat) 또는 비건 육류(vegan meat)로 표현할 수 있다. 상기 식육 모사체는 동물 유래 성분 또는 동물 유래 제품이 포함되지 않고 비육류(non-meat)로부터 제조된 식품을 의미한다. 따라서, 동물 공급원으로부터의 단백질 및 지방은 완전히 존재하지 않는다. 동물 공급원의 단백질은 동물 육류 단백질 및/또는 유단백질이다. 동물 공급원의 지방은 동물 육류 지방 및/또는 유지방이다. 식육 모사체 식품 제품은 육류(즉, 포유동물, 어류 및 가금류로부터의 골격 조직 및 비골격근) 및 육류 부산물(즉, 도축된 포유동물, 가금류 또는 어류로부터 유래된, 육류 이외의 비정제 식용(non-rendered clean) 부분)이 완전히 존재하지 않는 조성물이다. 식육 모사체 식품 시장은 채식주의자, 비건, 건강 또는 윤리적인 이유로 그들의 육류 소비를 감소시키고자 하는 비채식주의자, 및 종교적인 음식물 금기(dietary laws)를 따르는 사람들을 포함한다.

[0014] 상기 "식품", "식품 제품" 및 "식품 조성물"은, 인간을 포함한 동물에 의한 섭취를 위해 의도되고 동물 또는 인간에게 적어도 하나의 영양소를 제공하는 제품 또는 조성물을 의미한다. 본 발명은 특정 동물로 제한되지 않는다.

[0015] 본 발명의 식육 모사체는 분쇄형 또는 비분쇄형 식육을 모사한 식품, 바람직하게는 비분쇄형 식육을 모사한 식품에 적용 가능하다.

[0016] 상기 "모사"는 식육과 동일한 것으로 인식하도록 식육의 형상과 동일하게 복제한 것을 말한다.

[0017] 상기 "분쇄형 식육" 또는 "분쇄한 식육"은 식육에 물리적인 힘을 가하여 잘게 부수거나 잘라내어 작은 입자로 만들어진 식육을 의미한다. 이러한 예로는 패티, 소시지, 너겟 등이 있다.

[0018] 상기 "비분쇄형" 또는 "분쇄하지 않은 식육"은 식육의 물성을 유지하기 위해 분쇄하지 않은 형태를 가지는 식육을 의미한다. 이러한 예로는 정육점 또는 식당 등에서 제공되는 스테이크형 육류, 삼겹살 등이 있다.

[0019] 본 발명의 식육 모사체는 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 혼합물이 식육을 모사하여 배치된 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명에 있어서, "식물성 지방 조직"은 식물성 지방으로 이루어진 집단으로, 이는 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 조성물을 혼합하고 균질화하는 단계; 및 상기 균질물을 가열 처리하는 단계;를 포함하는 방법으로 제조된다.

[0021] 본 발명의 식물성 지방 조직 제조 방법에 있어서, 상기 조성물은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 물로 이루어진 것을 특징으로 하며, 이들 성분의 균질화 및 가열에 의하여 비가역적 에멀션 겔을 형성한다.

[0022] 본 발명에 있어서, "비가역적 에멀션 겔"은 겔화된 에멀션이 열 또는 압력 등의 외부 조건에 의하더라도 겔성을 유지하는 것을 말한다. 하나의 구체적 예로서, 상기 비가역적 에멀션 겔은 검류에 의해 분산된 두류 전분을 겔화 소재로 하면서 식물성 지방이 액적(oil droplet) 형태로 에멀션 겔에서 분산되고 활성 충전재로 구조적 지지체로서 작용한다.

[0023] 본 발명에 있어서, 용어 "두류 전분"은 식용 가능한 콩과 식물의 종자로부터 얻은 전분을 말하며, 이는 상업적으로 생산하거나 당업계에 알려진 통상의 방법으로 가공하여 얻어진 것을 사용할 수 있다.

[0024] 상기 콩과 식물의 종자는 강낭콩(beans), 나방콩(mothbean), 녹두(mungbean), 검정녹두(blackgram), 동부(cowpea), 리마콩(limabean), 렌즈콩(lentil), 말콩(horsebean), 비둘기콩(pigeonpea), 병아리콩(chickpea), 완두(peas), 향완두(lathyrus), 작두콩(swordbean), 잠두(broad bean), 제비콩(hyacinthbean), 팥(azukibean), 예팥(ricebean) 등이 있는데, 이들로부터 1종 이상 선택할 수 있으나, 반드시 상기 종류로 콩과 식물의 종자가 제한되는 것은 아니다.

[0025] 상기 두류 전분은 다른 식물 유래의 전분, 예를 들어 밀 전분, 옥수수 전분, 쌀 전분 등의 곡물 전분, 감자 전분, 타피오카 전분, 칡 전분 등의 덩이줄기와 뿌리의 전분에 비하여 아밀로스 함량보다 아밀로펙틴 함량이 높아 하기에서 서술하는 비가역적 에멀션 겔의 형성이 용이하고 이의 경도 및 강도를 증가시키는 등 동물성 지방 모사체의 물성과 가장 동등하거나 유사한 수준의 효과를 부여한다.

[0026] 상기 두류 전분은 조성물의 전체 중량을 기준으로 11 내지 14 중량%, 바람직하게는 11 내지 13 중량%, 보다 바람직하게는 12 중량%로 포함된다. 상기 두류 전분의 함량이 11 중량% 미만으로 함유되거나 14 중량%를 초과하여 함유될 경우 비가역적 에멀션 겔의 강도가 너무 낮거나 높아 돈지 및 우지 등의 동물성 지방을 대체할 수 없는 문제가 있다.

[0027] 본 발명에 있어서, 용어 "식물성 지방"은 "식물성 오일" 또는 "식물성 지질"로 표현할 수 있으며, 채소, 종자, 견과류 및 조류로부터 얻어지는 오일을 말한다. 바람직한 실시 형태에서, 상기 오일은 대두유, 올리브유, 옥수수유, 코코넛유, 카놀라유, 아보카도유, 면실유, 마카다미아유, 쌀겨유, 포도씨유, 아몬드유, 땅콩유, 호호바유, 아마씨유, 해바라기유, 홍화유, 밀배아유, 평지씨유, 모링가유, 해조류 오일, 미강유, 참기름, 헤이즐넛유, 호두유 또는 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 1종 이상 선택된다.

[0028] 상기 식물성 지방은 조성물의 전체 중량을 기준으로 30 내지 60 중량%, 바람직하게는 35 내지 55 중량%, 보다 바람직하게는 40 내지 50 중량%로 포함된다. 상기 식물성 지방의 함량이 30 중량% 미만인 경우 최종 제조되는 동물성 지방 모사체의 경도 및 강도 등이 약하여 동물성 지방 모사체와 동등하거나 유사한 수준을 나타내지 못하며, 상기 식물성 지방의 함량이 60 중량% 초과인 경우 최종 제조되는 동물성 지방 모사체에 함유된 식물성 지방의 함량이 높아 식물성 지방 특유의 이취가 발생할 문제가 있어 바람직하지 않다.

[0029] 본 발명에 있어서, "검류"는 낮은 농도에서 높은 점성을 나타내는 다당류의 일종을 말한다. 바람직한 실시 형태에서, 상기 검류는 아라비아검, 트라가칸트검, 카라야검, 로커스트콩검, 크산탄검, 구아검, 한천, 알긴산, 카라기난, 또는 이의 염으로 이루어진 군으로부터 1종 이상 선택된다.

[0030] 상기 검류는 조성물의 전체 중량을 기준으로 20 내지 30 중량%, 바람직하게는 22 내지 28 중량%, 보다 바람직하게는 23 내지 27 중량%, 보다 더 바람직하게는 24 내지 26 중량%, 가장 바람직하게는 25 중량%로 포함된다. 또

한, 상기 검류는 0.4 내지 1.2%의 농도, 바람직하게는 0.4 내지 1.0%의 농도, 보다 바람직하게는 0.4 내지 0.6% 농도, 가장 바람직하게는 0.5% 농도로 전체 조성물에 포함된다. 상기 검류의 함량이 20 중량% 미만 또는 농도가 0.4% 미만으로 포함되는 경우 전분의 호화에 따른 겔 형성이 충분히 이루어지지 않아 최종 제조되는 동물성 지방 모사체의 경도 및 강도 등이 감소하는 문제가 있으며, 상기 검류의 함량이 30 중량% 초과 또는 농도가 1.2% 초과로 포함되는 경우 함량의 증가에 따른 겔 형성의 증가가 미미하다.

[0031] 본 발명에 있어서, "용매"는 두류 전분, 식물성 지방, 및 검류를 용해하기 위한 것으로, 바람직한 예로서 물, 증류수, 식품에 사용 가능한 음용수이다. 상기 용매는 조성물의 전체 중량을 기준으로 두류 전분, 식물성 지방, 및 검류의 전체 혼합량의 잔여 함량으로 포함된다.

[0032] 본 발명의 식물성 지방 조직 제조 방법은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 조성물을 혼합하고 균질화하는 단계를 제1 단계로 한다.

[0033] 상기 혼합 및 균질화는 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 조성물을 혼합하고 균질기를 이용하여 상기 혼합 성분, 바람직하게는 식물성 지방의 입자 크기를 2um 이하로 균일하게 하여 에멀션하는 과정이다. 하나의 예로서, 상기 균질화는 25,000 내지 32,000 rpm에서 25 내지 40초, 바람직하게는 25 내지 35초 동안 이루어질 수 있으며, 1회 이상, 바람직하게는 2회 이상, 보다 바람직하게는 2 내지 5회 이루어질 수 있다.

[0034] 본 발명의 식물성 지방 조직 제조 방법은 상기 제1 단계의 균질물을 가열 처리하는 단계를 제2 단계로 한다.

[0035] 상기 가열 처리는 중탕 가열이 바람직하며, 80 내지 100℃, 바람직하게는 85 내지 100℃, 보다 바람직하게는 90 내지 100℃에서 상기 균질물이 에멀션 겔을 형성하는 시간, 예를 들어 20 내지 40분 동안 이루어질 수 있다.

[0036] 상기한 가열 처리에 의하여 제1 단계의 균질물은 검류에 의해 분산된 두류 전분을 겔화 소재로 하면서 식물성 지방이 액적(oil droplet) 형태로 분산되고 활성 충전재로 구조적 지지체로서 작용하여 비가역적 에멀션 겔을 형성한다.

[0037] 하나의 구체적 예로서, 본 발명의 상기 비가역적 에멀션 겔은 식물성 지방이 분리대두단백과 같은 유화제로 유화시킨 오일 액적을 상기 조성물의 식물성 지방 대신에 사용한 경우보다 지방(오일)의 입자 크기는 약간 더 크지만 흐름성이 감소되어 식육 모사체의 지방 소재로 보다 더 적합하다.

[0038] 본 발명의 식물성 지방 조직 제조 방법은 상기 제2 단계 이후에 제1 단계의 가열 처리물을 2가 양이온 용액에 침지하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0039] 상기 2가 양이온 용액은 제2 단계로부터 제조된 비가역적 에멀션 겔의 응집성 및 강도를 증가하는 역할을 한다.

[0040] 상기 2가 양이온 용액은 2가 양이온이 포화되거나 80% 이상 용해된 상태로 존재하는 용액을 말한다. 바람직한 실시 형태에서, 상기 2가 양이온은 식품 산업에서 사용 가능한 칼슘, 마그네슘, 또는 이들의 조합이다.

[0041] 상기 "칼슘"은 탄산칼슘, 염화칼슘, 글루콘산칼슘, 락트산칼슘, 인산칼슘, 글리세로인산칼슘 등 및 이들의 혼합물과 같은 칼슘의 염을 지칭한다. 일 실시 형태에서, 칼슘은 염화칼슘 염이다.

[0042] 상기 "마그네슘"은 탄산마그네슘, 염화마그네슘, 수산화마그네슘, 산화마그네슘, 구연산마그네슘, 말산마그네슘, 인산마그네슘 등 및 이들의 혼합물과 같은 마그네슘의 염을 지칭한다. 일 실시 형태에서, 마그네슘은 염화마그네슘 염이다.

[0043] 상기 침지는 가열처리물, 즉 제2 단계의 가열 처리물이 충분히 잠길 수 있을 정도로 이루어지면 족하다. 상기 침지의 시간은 제2 단계의 가열 처리물의 부피에 따라 달리할 수 있으나, 바람직하게는 30 내지 100분, 보다 바람직하게는 40 내지 80분, 보다 더 바람직하게는 50 내지 80분이다.

[0044] 상기한 방법에 의하여 제조된 식물성 지방 조직은 식육을 구성하는 동물성 지방과 동등하거나 유사한 정도의 응집성 및 강도를 가져 식육 모사체에 배치될 경우 육류의 지방과 같은 외관 및 질감을 부여하고, 조리된 후에도 쉽게 외부로 유출되지 않아 육류의 지방 및 육즙 대체물과 동등하거나 유사한 정도의 식감 및 저작성을 부여한다.

[0045] 본 발명에 있어서, "식물성 단백질 조직"은 식물성 단백질로 이루어진 집단으로, 이는 시판되거나 당업계에 알려진 방법으로 제조된 식물성 단백질의 용해물로부터 제조된다.

[0046] 본 발명에 있어서, "식물성 단백질"은 "식물성 단백질 분리물" 또는 "식물성 단백질 농축물" 또는 이들의 조합을 포함하며, 채소, 종자, 견과류, 조류, 콩류로부터의 임의의 단백질 공급원을 지칭한다.

[0047] 본 명세서에 사용되는 바와 같은 용어 "식물성 단백질 농축물"은 약 65 중량% 내지 약 90 중량% 미만인 식물성 단백질의 단백질 함량을 갖는 식물 재료이다. 또한, 식물성 단백질 농축물은 전형적으로 약 3.5 중량% 내지 최대 약 20 중량%의 식물 섬유를 함유한다.

[0048] 본 명세서에 사용되는 바와 같은 용어 "식물성 단백질 분리물"은 무수분(moisture free) 기준으로 적어도 약 80 중량%인 식물성 단백질의 단백질 함량을 갖는 식물 재료이다.

[0049] 상기 식물성 단백질은 완두콩 단백질, 옥수수 단백질(예컨대, 분쇄된 옥수수 또는 옥수수 글루텐), 밀 단백질(예컨대, 분쇄된 밀 또는 밀 글루텐, 예를 들어 활성 밀 글루텐), 감자 단백질, 대두 단백질(예컨대, 대두박(soybean meal), 대두 농축물, 또는 대두 분리물)과 같은 콩 단백질, 쌀 단백질(예컨대, 분쇄된 쌀 또는 쌀 글루텐), 보리 단백질, 조류 단백질, 카놀라 단백질 또는 이들의 조합으로부터의 식물성 단백질 농축물 또는 식물성 단백질 분리물을 포함한다.

[0050] 하나의 구체적 예로서, 상기 식물성 단백질은 콩 단백질, 바람직하게는 대두 단백질, 보다 바람직하게는 대두 단백질 분리물이다.

[0051] 상기 식물성 단백질의 용해물은 식물성 단백질, 식물성 단백질 분리물, 식물성 단백질 농축물, 또는 이들의 조합이 18 내지 30 중량%, 바람직하게는 20 내지 28 중량%, 바람직하게는 20 내지 25 중량%로 용매에 용해된 것이다. 상기 용매는 식용 가능한 깨끗한 물일 수 있다.

[0052] 본 발명의 식육 모사체는 상술한 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 혼합물이 1이상 배치된 것을 특징으로 한다.

[0053] 상기 배치는 식육의 지방 조직 및 식육의 단백질 조직을 모사하여 이루어질 수 있는데, 식물성 지방 조직과 식물성 단백질 조직의 혼합물이 모사하고자 하는 식육과 같은 형태로 배열된다. 배치는 식물성 지방 조직과 식물성 단백질 조직의 혼합물이 1이상 배열되거나 상기 혼합물을 구성하는 성분의 함량이 상이한 혼합물이 2 이상 배열될 수 있다.

[0054] 상기 식물성 지방 조직과 식물성 단백질 조직의 혼합물은 식물성 지방 조직 0 내지 100 중량%와 식물성 단백질 조직 0 내지 100 중량%로 혼합되어 이루어진 것이다. 하나의 예로서, 도 26 등과 같이 식물성 지방 조직 20 중량% 및 식물성 단백질 조직 80 중량%가 혼합될 수 있다. 또한, 상기 혼합물에서 식물성 지방 조직의 함량이 0 중량%이고 식물성 단백질 조직의 함량이 100 중량%인 경우는 식물성 단백질 조직만으로 구성된 것이다. 또한 상기 혼합물에서 식물성 지방 조직의 함량이 100 중량%이고 식물성 단백질 조직의 함량이 0 중량%인 경우는 식물성 지방 조직만으로 구성된 것이다.

[0055] 본 발명에 따른 식육 모사체는 단백질과 지방의 배치가 실제 육류와 유사할 뿐만 아니라 조리된 후에도 지방과 육즙 대체물의 유출이 방지되어 육류의 식감, 조직감, 및 저작성이 육류와 동등하거나 유사하여 관능이 우수하다.

[0056] 다른 하나의 양태로서, 본 발명은 식물성 지방 조직을 제조하는 단계; 식물성 단백질 조직을 제조하는 단계; 상기 제조된 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 상기 혼합물을 적층하는 단계; 및 상기 적층물을 이온 용액에 침지하는 단계;를 포함하는 식육 모사체의 제조 방법을 제공한다.

[0057] 본 발명의 식육 모사체의 제조 방법에서, 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직은 상술한 바와 같이 제조할 수 있는바, 이하에서는 구체적인 설명을 생략한다.

[0058] 본 발명의 식육 모사체의 제조 방법에서, 상기 제조된 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계를 설명하면 다음과 같다.

[0059] 상기 목적 함량은 식물성 지방 조직 0 내지 100 중량% 및 식물성 단백질 조직 0 내지 100 중량%로 이루어진 함량이다. 하나의 예로, 식물성 지방 조직 100 중량%는 식물성 지방 조직만으로 구성된 혼합물이다. 또한, 식물성 단백질 지방 조직 100 중량%는 식물성 단백질 조직만으로 구성된 혼합물이다. 또 하나의 예로, 식물성 지방 조직 20 중량% 및 식물성 단백질 조직 80 중량%로 구성된 혼합물이다. 또 다른 하나의 예로, 식물성 지방 조직 40 중량% 및 식물성 단백질 조직 60 중량%로 구성된 혼합물이다.

[0060] 상기 혼합은 통상의 혼합기(mixer)로 이루어질 수 있는데, 식물성 지방 조직은 비가역적 에멀션 겔로 유동성이 낮으나 식물성 단백질 조직은 용해물로 유동성이 높으므로 상기 혼합에 의하여 식물성 단백질 조직 사이로 식물

성 지방 조직이 배치되어 육류의 단백질과 지방의 배치를 모사하게 된다.

[0061] 또한, 상기 혼합은 실온에서 식물성 단백질 조직의 점성에 따라 시간을 달리하여 이루어질 수 있으며, 당업자라면 상기 시간을 적절히 조절할 수 있을 것이다.

[0062] 한편, 본 발명의 상기 혼합물, 즉 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합한 것은 일정한 가소성, 응집성 및 강도를 나타내며, 상기 가소성, 응집성 및 강도는 3D 식품 프린팅에서 사용 가능한 정도의 물성(printability), 예로 치수 안정성(Dimentional stability), 전단 탄성 계수(shear modulus), 압출력(Extrusion force) 등의 물성을 만족하므로 3D 식품 프린터의 카트리지 내 식품 소재로 사용가능하다. 이러한 3D 식품 프린터의 카트리지 내 식품 소재 용도에 의하여 개인별 또는 연령별 다양한 식감이나 영양을 제공하는 식품, 바람직하게는 식육 모사체를 제공할 수 있다.

[0063] 따라서, 본 발명은 또 다른 하나의 양태로서 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합한 혼합물이 3D 식품 프린터의 카트리지 내 식품 소재, 상기 식품 소재가 충진된 3D 식품 프린터 카트리지를 포함하는 3D 식품 프린터, 및 상기 3D 식품 프린터로 제조된 식품, 바람직하게는 식육 모사체를 제공한다.

[0064] 상기 3D 식품 프린팅(3D food printing)은 3D 식품 프린터에 의하여 3D 식품이 제조되는 과정을 말한다.

[0065] 상기 3D 식품 프린터(3D food printer)는 3차원 디지털 디자인을 바탕으로 식품 구성 비율과 영양학적 데이터 등을 반영하여 식품 소재를 한층씩 적층하여 3차원으로 재구성하는 식품 제조 장치이다. 상기 3D 식품 프린터에 의하여 제조된 식품은 개인별 또는 연령별 다양한 식감 및 영양 등의 맞춤형 식품을 제조하여 소비자에게 제공할 수 있다. 바람직한 예로서, 상기 3D 식품 프린터는 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식일 수 있다.

[0066] 상기 FDM 방식은 고온과 고압으로 식품 소재를 작은 구멍으로 압출하여 한 층씩 적층하는 방식을 말한다.

[0067] 상기 식품 소재(base material)는 3D 식품 프린터에 의하여 압출되어 적층되는 식품의 원료(base material)를 말한다. 바람직한 예로서, 본 발명에 따른 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합한 혼합물은 3D 식품 프린팅을 위한 적절한 가소성, 응집성 및 강도로 인하여 3D 식품 프린터의 카트리지 내 식품 소재로 사용 가능하며, 상기 식품 소재가 충진된 카트리지를 포함하는 3D 식품 프린터의 프린팅에 의하여 3D 식품, 바람직하게는 식육 모사체, 보다 바람직하게는 분쇄형 또는 비분쇄형 식육 모사체, 보다 더 바람직하게는 비분쇄형 식육 모사체를 제조할 수 있다.

[0068] 상기 목적 함량에 따라 혼합한(또는 혼합된) 혼합물은 상술한 바와 같이 식물성 지방 조직 0 내지 100 중량% 및 식물성 단백질 조직 0 내지 100 중량%로 이루어진 혼합물이다. 하나의 예로, 식물성 지방 조직 100 중량%는 식물성 지방 조직만으로 구성된 혼합물이다. 또한, 식물성 단백질 지방 조직 100 중량%는 식물성 단백질 조직만으로 구성된 혼합물이다. 또 하나의 예로, 식물성 지방 조직 20 중량% 및 식물성 단백질 조직 80 중량%로 구성된 혼합물이다. 또 다른 하나의 예로, 식물성 지방 조직 40 중량% 및 식물성 단백질 조직 60 중량%로 구성된 혼합물이다.

[0069] 또한, 상기 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직은 상술한 바와 같다.

[0070] 또한, 상기 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직을 목적 함량에 따라 혼합한 혼합물이 3D 식품 프린터에 의하여 압출되어 적층될 때 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 함량이 상이한 혼합물이 2 이상 적층될 수 있으며, 상기 적층 이후에 이온 용액에 침지하여 강도와 경도 등의 물성을 증가시킨 3D 식품 프린팅에 의한 식품, 바람직하게는 식육 모사체를 제조할 수 있다. 상기 이온 용액의 침지는 하기에서 서술하는 바와 같다.

[0071] 본 발명의 식육 모사체의 제조 방법에서, 상기 혼합물을 적층하는 단계는 2이상의 혼합물을 순차적으로 적층하는 것으로, 이의 예로는 2 이상의 혼합물을 각각 판형으로 만든 후 이들을 순차적으로 적층하거나 또는 3D 식품 프린터를 구성하는 카트리지에 2 이상의 혼합물을 충진하고 각각의 카트리지의 압출물을 순차적으로 적층하는 단계이다.

[0072] 상기 적층은 본 발명에 따른 식육 모사체를 소비하는 개인별 또는 연령별에 따라 다양하게 이루어질 수 있으므로, 개인별 또는 연령별 다양한 식감 또는 영양을 제공하는 식육 모사체를 제공할 수 있도록 한다.

[0073] 본 발명의 식육 모사체의 제조 방법에서, 상기 적층물을 이온 용액에 침지하는 단계는 상기 적층물을 이온 용액에 침지하여 적층물에 함유된 식물성 지방 조직 내 검류 및/또는 식물성 단백질 조직 내 식물성 단백질과 이온 용액 내 이온 간의 결합력을 증가시켜 응집성 및 강도를 증진하여 육류와 같은 응집성 및 강도를 부여하는 역할을 한다(도 32 참조).

[0074] 상기 이온 용액은 상술한 2가 양이온 용액이 바람직하며, 이는 2가 양이온이 포화되거나 80% 이상 용해된 상태로 존재하는 용액을 말한다. 바람직한 실시 형태에서, 상기 2가 양이온은 식품 산업에서 사용 가능한 칼슘, 마그네슘, 또는 이들의 조합이다.

[0075] 상기 "칼슘"은 탄산칼슘, 염화칼슘, 글루콘산칼슘, 락트산칼슘, 인산칼슘, 글리세로인산칼슘 등 및 이들의 혼합물과 같은 칼슘의 염을 지칭한다. 일 실시 형태에서, 칼슘은 염화칼슘 염이다.

[0076] 상기 "마그네슘"은 탄산마그네슘, 염화마그네슘, 수산화마그네슘, 산화마그네슘, 구연산마그네슘, 말산마그네슘, 인산마그네슘 등 및 이들의 혼합물과 같은 마그네슘의 염을 지칭한다. 일 실시 형태에서, 마그네슘은 염화마그네슘 염이다.

[0077] 상기 침지는 적층물이 충분히 잠길 수 있을 정도로 이루어지면 족하다. 상기 침지의 시간은 적층물의 크기 및 부피에 따라 달리할 수 있으나, 바람직하게는 30 내지 100분, 보다 바람직하게는 40 내지 80분, 보다 더 바람직하게는 50 내지 80분이다.

발명의 효과

[0078] 본 발명의 식육 모사체는 단백질과 지방의 배치가 실제 육류와 유사할 뿐만 아니라 조리된 후에도 지방과 육즙 대체물의 유출이 방지되어 육류의 식감, 조직감, 및 저작성이 육류와 동등하거나 유사하여 관능이 우수하다. 또한, 본 발명의 식육 모사체를 구성하는 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직은 3D 식품 프린팅에서 사용 가능한 정도의 물성(printability)을 나타내어 개인별 또는 연령별 다양한 식감을 가진 식육 모사체를 용이하게 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0079] 도 1은 동부전분 10중량%를 함유한 조성(표 1)에서 오일 함량의 차이에 따라 제조한 비가역적 에멀션 겔의 TPA 분석 결과를 나타낸 그림이다.

도 2는 오일 40 중량%를 함유한 조성에 알긴산나트륨 0.5% 또는 1.0% 농도로 첨가하여 제조한 비가역적 에멀션 겔을 닐 레드(Nile red) 및 닐 그린(Nile green)으로 염색하고 CLSM으로 관찰한 그림이다. 여기서, 1번째 줄은 붉은색으로 염색된 지방과 초록색으로 염색된 탄수화물을 동시에 관찰한 이미지이고, 2번째 줄은 붉은색으로 염색된 지방만 나타낸 이미지이고, 3번째 줄은 초록색으로 염색된 탄수화물만을 나타낸 이미지이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 DSC 서모그램(thermogram)의 변화를 나타낸 그림이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 온도, 및 시간에 따른 점도의 변화를 관찰하여 나타낸 온도 스윕 곡선(temperature sweep curve)이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 주파수에 따른 G′ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 주파수에 따른 G″ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 변형률(strain)에 따른 G′ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 변형률(strain)에 따른 G″ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)의 크리프 회복 곡선을 나타낸 그림이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 오일의 처리 방법에 따라 제조된 비가역적 에멀션 겔(제조예 1 내지 3)을 닐 레드(Nile red) 및 닐 그린(Nile green)으로 염색하고 CLSM으로 관찰한 그림이다. 여기서, 1번째 줄은 붉은색으로 염색된 지방과 초록색으로 염색된 탄수화물을 동시에 관찰한 이미지이고, 2번째 줄은 붉은색으로 염색된 지방만 나타낸 이미지이고, 3번째 줄은 초록색으로 염색된 탄수화물만을 나타낸 이미지이다.

도 11은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도하고 가열처

리한 상태를 촬영한 그림이다.

도 12는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔에 대한 온도, 및 시간에 따른 점도의 변화를 관찰하여 나타낸 온도 스윕 곡선(temperature sweep curve)이다.

도 13은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 주파수에 따른 G′ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 14는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 주파수에 따른 G″ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 15는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 변형률(strain)에 따른 G′ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 16은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 변형률(strain)에 따른 G″ 값의 변화를 나타낸 그림이다.

도 17은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 크리프 회복(creep recovery) 결과를 나타낸 그림이다.

도 18은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 30% 압축에 의한 기계적 조직감 평가에서 비가역적 에멀션 겔의 외관을 나타낸 그림이다.

도 19는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 30% 압축(compression)에 대한 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 및 점착성(gumminess)을 나타낸 그림이다.

도 20은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 30% 압축(compression)에 대한 응집성(cohesiveness) 및 탄력성(springiness)을 나타낸 그림이다.

도 21은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 40% 압축(compression)으로 조직감 측정 후 외관을 나타낸 그림이다.

도 22는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 40% 압축(compression)에 대한 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 및 점착성(gumminess)을 나타낸 그림이다.

도 23은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 40% 압축(compression)에 대한 응집성(cohesiveness) 및 탄력성(springiness)을 나타낸 그림이다.

도 24는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔의 80% 압축(compression) 증가에 따른 강도(force)의 변화를 관찰한 그림이다.

도 25는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)을 혼합하여 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔에 대한 관능 평가 결과이다.

도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 단순적층방법에 따라 제조될 수 있는 식육 모사체의 예시를 나타낸 그림이다.

도 27은 동부전분 또는 감자전분을 사용한 비가역적 에멀션 겔을 단백질 판형에 도포한 뒤 단백질 판형을 덮어서 밀봉하여 제조한 식육 모방품의 가열 전과 가열 후의 외관을 촬영한 그림이다.

도 28은 지방으로 사용하는 비가역적 에멀션 겔과 단백질 조직을 필라멘트 배열식으로 제조하기 위한 준비한 준비물을 촬영하여 나타낸 그림이다.

도 29는 지방으로 사용하는 비가역적 에멀션 겔과 단백질 조직을 필라멘트 배열식으로 제조한 식육 모방품의 외관을 촬영한 그림이다.

도 30은 식물성 지방 조직과 식물성 단백질 조직의 부착 방법에 따라 제조된 구조물(식육 모방품)의 압축률에 대한 강도(force) 변화를 압축 단계별로 나타낸 그림이다.

도 31은 식물성 지방 조직과 식물성 단백질 조직의 부착 방법에 따라 제조된 구조물(식육 모방품)의 압축률에 대한 강도(force) 변화를 나타낸 그림이다.

도 32는 본 발명의 일 실시예에 따른 단순적층방법으로 제조한 구조물을 이온부착방식으로 처리한 경우의 구조물 내 검류의 겔화 정도에 대한 예상 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0080] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 실시예 등을 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명에 따른 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[0081] **제조예 1: 비처리한 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔의 제조**

[0082] 동부전분 12g, 2% 농도의 알긴산나트륨(sodium alginate, SA) 25g, 오일(카놀라유) 20g, 및 증류수 43g을 혼합하고 균질화한 후 90℃에서 30분 동안 가열 처리하여 비가역적 에멀션 겔을 제조하였다. 상기 제조된 비가역적 에멀션 겔을 이하 실험에서는 "Oil"로 표시하였다.

[0083] **제조예 2: 오일액적으로 처리한 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔의 제조**

[0084] 동부전분 12g, 2% 농도의 알긴산나트륨(sodium alginate, SA) 25g, 오일액적 50g, 및 증류수 13g을 혼합하고 호모게나이저(homogenizer)로 30,000rpm에서 30초씩 3회 균질화한 후 90℃에서 30분 동안 가열 처리하여 비가역적 에멀션 겔을 제조하였다. 상기 오일액적은 분리대두단백 4 중량%를 pH 4.5의 50mM 인산나트륨 완충액(sodium phosphate buffer)에 혼합한 용액 60g과 오일(카놀라유) 40g을 혼합하고 호모게나이저(homogenizer)로 30,000rpm에서 30초씩 3회 균질화하여 제조한 pH 4.5의 오일액적(oil droplet) 형태의 오일이다. 이때 최종 오일 함량은 전체 중량의 20%이다. 상기 제조된 비가역적 에멀션 겔을 이하 실험에서는 "emulsion pH 4.5"로 표시하였다.

[0085] **제조예 3: 오일액적으로 처리한 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔의 제조**

[0086] 동부전분 12g, 2% 농도의 알긴산나트륨(sodium alginate, SA) 25g, 오일액적 50g, 및 증류수 13g을 혼합하고 균질화한 후 90℃에서 30분 동안 가열 처리하여 비가역적 에멀션 겔을 제조하였다. 상기 오일액적은 분리대두단백 4 중량%를 pH 7.0의 50mM 인산나트륨 완충액(sodium phosphate buffer)에 혼합한 용액 60g과 오일(카놀라유) 40g을 혼합하고 호모게나이저(homogenizer)로 30,000rpm에서 30초씩 3회 균질화하여 제조한 pH 7.0의 오일액적(oil droplet) 형태의 오일이다. 이때 최종 오일 함량은 전체 중량의 20%이다. 상기 제조된 비가역적 에멀션 겔을 이하 실험에서는 "emulsion pH 7.0"으로 표시하였다.

[0087] **실시예 1: 동부전분 및 알긴산나트륨의 최소 함량 결정**

[0088] 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 비가역적 에멀션 겔을 제조하되, 하기 표 1과 같이 동부전분의 함량을 10g으로 하여 제조하였다. 제조된 비가역적 에멀션 겔을 TPA 시험법으로 30% 압축(compression)에 의한 기계적 조직감을 평가하였다.

[0089] 그 결과, 도 1에서 볼 수 있듯이, 동부전분 함량을 10g (전체 함량 중 10 중량%임)로 에멀션 겔을 제조한 경우 TPA 값 중 경도(hardness)가 돈지의 수치보다 낮게 측정되었다. 돈지와 유사한 강도를 가지는 비가역적 에멀션 겔을 제조하기 위하여 동부전분의 함량을 12 중량%로 결정하였다.

[0090] 피커링 에멀션 형성 기능이 있는 알긴산나트륨(SA)은 그 농도가 증가함에 따라 지방구의 크기를 작게 분산할 수 있다. 이에 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 비가역적 에멀션 겔을 제조하되, 동부전분 10g, 2% 수화 알긴산나트륨의 함량을 25g (농도 0.5%) 또는 50g (농도 1.0%), 및 카놀라유 40g으로 하여 제조하면서 알긴산나트륨의 최소 농도를 결정하고자 하였다. 그 결과, 도 2에서 볼 수 있듯이 40% 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔에서 알긴산나트륨의 함량이 증가함에 따라 붉은색으로 염색된 지방구가 작은 것으로 관찰되었다. 즉, 알긴산나트륨의 농도가 증가함에 따라 지방구 크기가 작아지고 분산안정성이 높아졌다. 그러나 알긴산나트륨 0.5% 농도에서도 비가역적 에멀션 겔이 제조되고 분산안정성이 유지되었기 때문에, 알긴산나트륨의 최소 농도를 0.5%로 결정

하였다.

표 1

[0091]

오일함량(%)	동부전분	수화 SA*(2%)	카놀라유	DW	Total
0	10	25	0	65	100
10	10	25	10	55	100
20	10	25	20	45	100
30	10	25	30	35	100
40	10	25	40	25	100
단위: g					

[0092] **실시예 2: 오일의 첨가 방법에 따른 비가역적 에멀션 겔의 DSC 분석 및 점도 분석**

[0093] 상기 제조예 1 내지 3에서 제조된 비가역적 에멀션 겔에 대하여 시차 주사 열분석기(Differential Scanning Calorimeter; DSC)를 이용하여 에멀션 겔의 구조적 안정성을 확인하였다. 이때 비가역적 에멀션 겔과 비교하기 위하여 알긴산 나트륨(Sodium alginate) 고유의 피크를 측정하였다.

[0094] 그 결과, 하기 표 2 및 도 3에서 볼 수 있는 바와 같이, 비가역적 에멀션 겔 제조에서 제조예 1 내지 3의 오일 적용 방식이 전분 호화의 endo peak와 SA 경화의 exo peak의 온도에 영향을 미친 것으로 나타났다. 전분 호화의 onset은 유사하였으나 peak 온도는 제조예 1, 제조예 2, 및 제조예 3의 순으로 소폭 상승하는 경향이 나타났다. SA 경화는 에멀션 배합에 의해 제조예 1과 제조예 2의 경우 다소 높아진 반면, 제조예 3의 onset과 peak 온도의 온도 상승폭이 각각 6℃로 나타났다. 이러한 결과는 ISP 등전점 이상의 pH 7에서 분리대두단백질이 음이온화 되어 SA의 음이온과 척력이 발생하고 SA의 구조화에 방해가 된 것에 기인하는 것으로 예상되었다.

표 2

[0095]

Oil forms	Onset (endo)	Peak Endo	Onset (exo)	Peak Exo
제조예 1(Oil)	61.4	67.4	109.8	117.4
제조예 2 (Emulsion pH 4.5)	59.4	69.8	109.5	117.9
제조예 3 (Emulsion pH 7.0)	59.7	71.0	114.2	121.6
Sodium alginate	-	-	108.4	116.2

[0096] 또한, 상기 제조예 1 내지 3의 에멀션 겔의 점도 변화를 Rheometer (Discovery hybrid rheometer HR-20, starch pasting cell)로 측정하였다. 그 결과, 표 3 및 도 4에서 볼 수 있듯이, 제조예 3의 비가역적 에멀션 겔의 PV가 가장 낮게 나타났다. 이는 상기에 기술한 바와 같이 오일액적을 둘러싼 pH 7.0에서의 분리대두단백질이 겔화 소재인 동부전분 및 알긴산나트륨과 분리된 결과에 기인하는 것으로 보였다.

표 3

[0097]

	PV(cP)	BD(cP)	SB(cP)	PT(℃)
제조예 1	152.10	106.06	66.65	61.91
제조예 2	143.03	82.35	67.19	68.33
제조예 3	86.10	67.82	29.45	69.38

[0098] (PV: Peak Viscosity, BD: Break-Down, SB: Setback viscosity, PT: Pasting Temperature)

[0099] **실시예 2: 오일의 첨가 방법에 따른 비가역적 에멀션 겔의 레올로지 특성 조사**

[0100] 상기 제조예 1 내지 3의 가열 전 시료를 Rheometer(Discovery hybrid rheometer HR-2) parallel plate (40mm diameter, 1mm gap)에 로딩(loading)한 후 열처리를 통한 in situ 방식으로 겔(gel)을 형성한 뒤 주파수 스윕(frequency sweep), 변형률 스윕(strain sweep), 크리프 회복 곡선(creep recovery curve)을 각각 측정하였다.

[0101] 주파수 스윕(frequency sweep)의 결과 모든 시료에서 G`이 G``보다 높아 겔화된 것으로 볼 수 있었다(도 5 및 6 참조). 그러나 변형률 스윕(strain sweep)상 진폭 진동(amplitude oscillatory) 거동에서 오일액적(제조예 2와

3)을 첨가한 경우 pH에 관계없이 G`, G`` 값이 특정 변형률 진폭(strain amplitude)까지 그 값이 일정하게 유지되는 LVR(linear viscoelastic region)이 관찰되지 않았다. 반면, 무처리의 오일(oil)을 첨가하여 제조한 겔(제조예 1)은 LVR이 관찰되었다(도 7 및 8 참조). 이는 오일액적을 첨가하여 제조한 겔(제조예 2 및 3)에서 오일은 불활성 충전재(inactive filler)로 작용한 반면, 무처리의 오일을 첨가한 겔(제조예 1)에서 오일은 활성 충전재(acive filler)로 작용하여 지지체로써 구조의 굳기와 안정화에 기여한 것을 알 수 있었다.

[0102] 이는 크리프 회복 곡선(creep recovery curve)의 결과에서도 나타났다. 구체적으로, 300 s 까지의 크리프(creep) 영역에서 변형률(strain)이 무처리의 오일을 첨가한 군(제조예 1)에서는 유지된 반면 오일액적 형태로 오일을 첨가한 군(제조예 2 및 3)은 pH에 관계없이 응력이 하강하는 것으로 나타났다(도 9 참조). 이는 오일액적 형태로 오일을 첨가한 군(제조예 2 및 3)은 열처리에 의해 겔이 형성되었지만, 흐름성이 있는 유체의 성격이 강한 것으로 판단할 수 있다.

[0103] CLSM(Confocal laser scanning microscope)에 의한 이미지에서 닐 레드(Nile red)에 의해 염색된 지방을 붉은색(red)으로, 닐 블루(Nile blue)에 의해 염색된 탄수화물은 초록색(green)으로 나타내었다. 동물성 돈지의 경우 초록색(green) 막으로 둘러싸인 내부에 지방이 채워져 있는 조직구조를 나타냈다. 식물성 지방조직 구성에서 지방적용 방법으로 무처리의 오일을 첨가한 군(제조예 1)은 오일 액적(oil droplet)의 크기가 오일액적 형태로 오일을 첨가한 군(제조예 2 및 3)보다 상대적으로 크게 나타났다(도 10 참조).

[0104] 오일 액적(oil droplet)의 크기가 작고 분산안정성이 큰 것은 제조예 3의 오일액적 형태로 오일을 첨가한 군(pH 7.0)으로 이는 유체의 특성이 크게 나타난 겔임을 알 수 있었다. 본 실험에서 구현하고자 하는 에멀션 겔의 형태는 오일 액적(oil droplet)이 활성 충전재(active filler)로써 기능을 하며 겔을 단단하게 지탱해주는 구조이다. 따라서, 비분쇄육 지방조직 모방을 위해서, 에멀션겔의 오일 첨가 방식으로 무처리한 오일을 SA와 동부전분의 현탁액(SA-stabilized cowpea starch suspension)에 첨가하여 균질화를 통한 에멀션을 제조하고, 열처리에 의해 비가역 에멀션겔을 형성하는 방법으로 선정하였다.

[0105] **제조예 4: 오일 함량을 달리한 무처리 오일 함유 비가역적 에멀션 겔의 제조**

[0106] 상기 실시예 1 및 2의 동부전분을 이용한 비가역적 겔 조성 및 오일 첨가 형태에 따른 물성학적 분석 결과를 바탕으로 분리대두단백질(ISP)을 유화제(emulsifier)로 적용한 오일 액적 형태보다는 오일을 직접 첨가하는 방식을 선택하고 이에 따른 에멀션을 제조하였다. 즉, 상기 제조예 1과 동일한 방법으로 제조하되, 하기 표 4와 같이 오일 함량을 달리하여 비가역적 에멀션 겔을 제조하였다.

[0107] 구체적으로, 전분 분산과 피커링 에멀션(Pickering emulsion) 형성의 기능이 있는 알긴산 나트륨(sodium alginate)을 활용하여 하기 표 4의 조성을 혼합하고 균질화한 에멀션을 욕조(water bath)에서 열처리(90℃, 30 min)를 수행하여 비가역적 에멀션 겔을 제조하였다. 그 제조된 형상을 도 11에 나타내었다.

표 4

[0108]

오일함량(%)	동부전분	수화 SA*(2%)	카놀라유	DW	Total
0	12	25	0	63	100
10	12	25	10	53	100
20	12	25	20	43	100
30	12	25	30	33	100
40	12	25	40	23	100
50	12	25	50	13	100
단위: g					

[0109] *2% 수화 SA(sodium alginate) 25g을 첨가하여 SA의 최종 농도는 0.5%임

[0110] 상기 제조 방법은 열처리로 첨가된 동부전분의 호화를 유도한 뒤 굳기 전 고온에서 오일 액적(oil droplet)을 첨가하는 방식(제조예 2 및 3)과 차별점을 가진다. 즉, 열처리 전 동부전분, SA, 및 무처리한 오일은 균질화 공정을 (호모게나이저로 30,000rpm에서 30초씩 3회) 통해 안정화된 에멀션 상태로 유도하고 가열처리를 통해 겔을 형성하는 원-스텝(one-step)의 간결한 제조방식을 취하고 있어서, 가열 시 혼합의 필요성 없이 정치 가열로 오일 액적(oil droplets)의 분리없이 균일한 겔을 형성할 수 있었다.

[0111] **실시예 3: 비가역적 에멀션 겔의 식물성 지방 함량에 따른 물성 및 조직감 변화 특성**

[0112] 상기 제조예 4로 제조된 비가역적 에멀션 겔에 있어서 식물성 지방(오일)의 함량이 에멀션 겔의 형성이 미치는 영향을 조사하였다.

[0113] **3-1. 열처리 전과 후의 에멀션 겔의 형상 관찰**

[0114] 열처리 후 튜브를 뒤집은 사진(도 11 참조)에서 볼 수 있듯이, 0~50% 오일 첨가량에 의해 열처리 전 안정화된 에멀션이 형성되었고, 열처리 후 고체상태의 안정된 에멀션 겔이 제조되었다.

[0115] **3-2. 오일 함량에 따른 에멀션 겔의 점도 변화**

[0116] 오일 함량에 따른 에멀션의 점도 및 온도 상승에 따른 변화를 살펴본 결과 오일 함량이 증가함에 따라 점도가 증가하였고, 열처리가 진행되기까지 안정화된 상태를 유지하였다(도 12 참조). 오일 무첨가군에서는 호화 개시 부근의 점도가 감소하다가 증가하는 양상을 나타냈으며, 호화 후 최고 점도는 오일을 함유하여 제조한 에멀션보다는 낮게 나타났다.

[0117] 점도 측정을 위한 전단(shearing)에 의해서 오일 30% 이상의 함유 에멀션에서는 오일이 조직에서 분리되면서 점도가 하강하는 것으로 나타났다. 따라서 에멀션 겔의 제조는 교반 없이 열에 의한 전분의 호화 및 고정화가 진행되는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

[0118] **3-3. 오일 함량에 따른 에멀션 겔의 레오미터 특성 조사**

[0119] 상기 제조예 4의 비가역적 에멀션 겔의 물성학적 특성을 측정하기 위해서 제조된 에멀션을 Rheometer(Discovery hybrid rheometer HR-2) parallel plate (40mm diameter, 1mm gap)에 로딩(loading)한 후 열처리를 통한 in situ 방식으로 겔(gel)을 형성한 뒤 주파수 스윕(frequency sweep), 변형률 스윕(strain sweep), 크리프 회복 곡선(creep recovery curve)을 각각 측정하였다.

[0120] 주파수 스윕(frequency sweep)의 결과(도 13 및 14)에서 볼 수 있듯이 모든 시료의 G′ -값이 G″ -값 보다 높은 고체 겔의 강도를 나타내었다. 또한 1mm gap의 in situ 겔의 G′ -값은 오일 함량이 0%인 시료가 가장 낮게 나타났으며, 오일 첨가량에 따른 G′ -값의 차는 크지 않은 것으로 나타났다.

[0121] 변형률 스윕(Strain sweep)에 의한 진폭 진동(amplitude oscillatory) 거동에서 G′ , G″ 값이 특정 변형률 진폭(strain amplitude)까지 그 값이 일정하게 유지되는 LVR(linear viscoelastic region)이 관찰되었다(도 15 및 16). 이는 에멀션 겔에서 무처리된 오일이 형성한 오일 액적(oil droplet)이 활성 충전재(active filler)로써 작용하여 더욱 단단한 구조를 형성하여 겔 강도와 변형성이 개선되는 것을 의미한다. 또한, 오일 함량이 증가함에 따라 LVR이 점차 더 길어지는 것으로 확인되었다.

[0122] 변형률 스윕(Strain sweep)에 대한 G″의 커브(도 16)에서 특이적으로 값이 증가하다가 감소하는 오버슛(overshoot) 현상이 관찰되었다. 이는 변형률(strain) 증가에 의한 변형에 대항하여 구조적으로 지지하려고 하는 저항에 의해 G″ 값이 증가하고, 더 큰 변형에 의해 구조가 파괴되면서 나타나는 현상이다. G″에서의 오버슛 현상은 오일 첨가 0%에서는 관찰되지 않았고 오일 함량이 증가함에 따라 저항력이 발생하는 변형률(strain)은 점차 높아지는 것으로 나타났다.

[0123] 크리프 회복(Creep recovery) 결과는 탄성 변형 복원성에 대한 특성을 반영한다. 도 17에서 볼 수 있듯이, 300s까지 creep step은 스트레스를 일정하게 유지하는 단계이므로, 오일 0% 함량의 시료에서 가장 높은 값을 나타내었다. 10% 오일 첨가군에서 0% 보다 눈에 띄게 감소하였고, 오일 함량이 증가함에 따라 탄성과 회복력이 우수한 것으로 나타났다.

[0124] 300s 이후 응력이 해제되어 오일 0% 첨가군에서 겔이 복원되었지만, 오일이 함유된 첨가구의 에멀션보다는 높은 변형률(strain) 값을 기록하였다. 이러한 결과로부터 오일이 함유된 에멀젤 겔은 외부 응력에 대한 탄성을 지니고 있고 응력 해제 후 복원력이 높은 것으로 평가할 수 있다.

[0125] **3-4. 오일 함량에 따른 에멀션 겔의 변형에 의한 기계적 조직감 확인**

[0126] 제조예 3의 오일 함량에 따른 비가역 에멀션 겔의 압축(compression)에 의한 기계적 조직감 평가는 돈지 유사물(pork fat analog) 제조에 관한 연구 논문을 참고하여 설정하였다(Cui et al., 2022).

[0127] 먼저, 30% 압축에 의한 기계적 조직감 평가에서, 도 18 내지 20에서 볼 수 있듯이, 제조된 비가역 에멀션 겔은 오일 함량에 관계없이 모두 돈지(pork fat)와 유사한 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness) 지표를 나타내었다. 그러나, 30% 압축(compression)은 에멀션 겔

변형에 영향을 미치지 못하는 조건이었으므로, 40% 압축(compression)으로 설정하여 기계적 조직감을 평가하였다.

[0128] 40% 압축에 의한 기계적 조직감 평가에서, 도 21 내지 23에서 볼 수 있듯이, 40% 압축(compression)에서 변형에 대한 저항력과 탄성이 오일 함량의 증가에 따라 향상되는 것으로 나타났다. 40% 압축(compression)에 의해 0 내지 20% 오일 함량의 겔은 부서짐성이 관찰되어 조직감에서 탄력성 및 응집성이 낮게 평가되었다. 반면 30% 이상의 오일 함량의 겔에서 오일 함량이 증가함에 따라 탄력성 및 응집성이 점차 높아지는 것으로 측정되었지만, 돈지(fork fat)의 높은 탄력성에 약간 미치지 못하였다.

[0129] 또한, 도 24와 같이 에멀션 겔의 압축(compression) 증가에 따른 강도(force) 변화를 보면, 50% 압축(compression) 부근에서 조직 구조가 붕괴되어 강도가 급격하게 감소되었고, 바닥면에 의한 강도 상승이 나타났다. 강도의 급격한 감소는 에멀션 겔의 오일 함량이 감소함에 따라 줄어드는 경향이 있었고, 50% 오일 함량에서는 강도의 급격한 하강 없이 80% 압축(compression)까지 강도가 증가하였다.

[0130] 이는 SA에 의해 분산된 동부전분(CS)을 겔화 소재로 적용함에 있어서 열처리 전 오일을 액적(droplet) 형태로 분산하고 열처리에 의해 제조된 에멀션 겔에서 오일은 활성 충전재(active filler)로써 구조적 지지체 역할을 한다는 것을 의미한다. 따라서 오일 함량이 증가함에 따라 외부 변형에 대한 저항성이 커지고, 형태 유지를 위한 탄력성과 응집성이 증가하는 것으로 나타났다.

[0131] **실시예 4: 제조된 비가역적 에멀션 겔의 지방 대체품 가능성에 대한 관능 평가**

[0132] 식육 지방을 모방한 식물성 에멀션 겔 조직물의 지방 조직감 구현을 위해 최적 배합비와 제조 공정 확립을 주목적으로 관능검사를 수행하였다. 구체적으로, 동부전분을 열에 대한 비가역 겔로 적용하여 상기 제조예 4에서 제조한 방법으로 식용으로 사용 중인 카놀라유를 활용하여 지방 함량 40%의 에멀션 겔을 제조하였고, 돈육 앞다리살 부위의 지방을 대조구로 하여 관능적 기호도를 비교하였다. 대조구와 제조된 에멀션 겔을 0.5cm 두께로 성형하여 뜨겁게 달군 팬위에서 기름 첨가 없이 앞뒤로 30초씩 3회 굽기를 진행한 후 40℃ 내외의 온도에서 시식할 수 있도록 준비하였다. 관능평가요원은 관능평가교육을 수료한 남녀 대학생(평균 나이 25세) 10명으로 하였다.

[0133] 관능검사 항목은 외형(appearance), 색(color), 향미 (flavour), 경도(firmness), 탄성(elasticity), 전반적기호도(Overall acceptance)를 진행하였다.

[0134] 에멀션 겔을 돈지와 관능적 비교 결과(도 25 참조) 경도에서의 개선점이 있었지만, 이취가 거의 없어 향미에서의 기호도가 높게 나타났다. 전반적으로 돈지와 견줄만한 외형과 색으로 비분쇄 모방육의 대체지방으로서 활용 가치가 있을 것으로 판단되었다.

[0135] **실시예 5: 개발된 비가역 에멀션 겔과 단백질의 적층 전략 및 부착력 평가**

[0136] 지방 및 단백질 조직을 적층하는 방법으로, 먼저 분리대두단백 23 중량% 및 물을 혼합하여 반죽하고 이를 일정 두께의 단백질 판형을 제조하였다. 그 위에 도 26에서 볼 수 있듯이 분리대두단백에 대한 제조예 4의 40% 오일 함량을 가진 가열처리 전 에멀션 겔(지방조직임)의 혼합비를 점차적으로 늘린 혼합 반죽을 얇게 적층하고, 그 위에 제조예 4의 40% 오일 함량을 가진 가열처리 전 에멀션 겔(도 26의 지방조직 100%에 해당함)을 얇게 적층하고, 다시 그 위에 분리대두단백에 대한 제조예 4의 40% 오일 함량을 가진 가열처리 전 에멀션 겔(지방조직임)의 혼합비를 점차적으로 줄인 혼합 반죽을 얇게 적층하였다. 이후 밀봉한 후 스팀 열처리로 겔화를 유도하여 조직을 고정함으로써 식물성 지방 및 식물성 단백질이 적층된 식육 모사체를 제조하였다. 이때 에멀션 겔의 점도가 높을수록 열처리 전 구조 안정성이 높기 때문에 점도가 높은 40% 오일을 함유한 에멀션 겔을 사용하여 열고정 전 구조화에 유리하게 사용하였다. 또한, 제조예 4의 방법에 따라 에멀션 겔을 제조 시 동부전분 대신에 감자전분을 사용하여 상기한 방법으로 식육 모사체를 제조하였다.

[0137] 상기 제조된 식육 모사체를 뜨겁게 달군 팬위에서 기름 첨가 없이 앞뒤로 30초씩 3회 굽기를 진행하였다.

[0138] 그 결과, 감자 전분의 경우 조리전 조직구조의 색이 흰색이었으나 팬구이 조리에 의해 색이 투명하게 변하였고, 냉해동에 의한 조직 안정성이 낮은 결과를 보였다. 이와 달리 동부전분을 이용한 경우 에멀션 겔의 색이 조리전과 후 흰색으로 유지되었고, 단백질과의 부착 안정성도 확인되었다. 또한, 냉해동에 의한 조직 구조의 안정성이 감자 전분보다 높게 나타나 향후 지방 대체 식품소재로의 활용이 기대되었다(도 27 참조).

[0139] 조직화 방법으로 상기한 판형적층법 외에 단백질 조직과 지방 조직 포뮬러를 주사기에 주입하고 열판위에 필라멘트 배열식으로 고정하는 방법을 진행하였다(도 27 참조). 구체적으로, 각 주사기에 분리대두단백 23 중량% 및 잔여 물을 혼합하여 제조한 단백질 조직 100%, 분리대두단백에 대한 상기 제조예 4의 40% 오일 함량을 가진 가

열처리 전 에멀션 겔(지방조직임)의 혼합비를 점차적으로 늘린 혼합 반죽, 및 상기 제조예 4의 40% 오일 함량을 가진 가열 처리전 에멀션 겔(지방조직 100%임)을 주입하여 필라멘트 배열식의 필라멘트를 준비하고 열판 위에 도 28에서 볼 수 있는 바와 같은 방법으로 식육 모사체를 제조하였다. 그 결과 조직 포뮬러의 단계적 주입방법으로 열판 위에 고정화 및 부착이 확인되어 향후 3D 식품 프린팅 카트리지 개발을 위한 가능 전략으로 확인되었다(도 29 참조).

[0140] 한편, 이들 판형적층법 및 필라멘트 배열식 등의 방법으로 도 26 및 도 29와 같은 식물성 지방 조직 및 식물성 단백질 조직의 배열이 상이한 식육 모사체가 적층된 구조를 제조할 수 있을 것이다.

[0141] **실시예 6: 식물성 지방 조직과 식물성 단백질 조직의 제조 방법에 따른 조직감 대비**

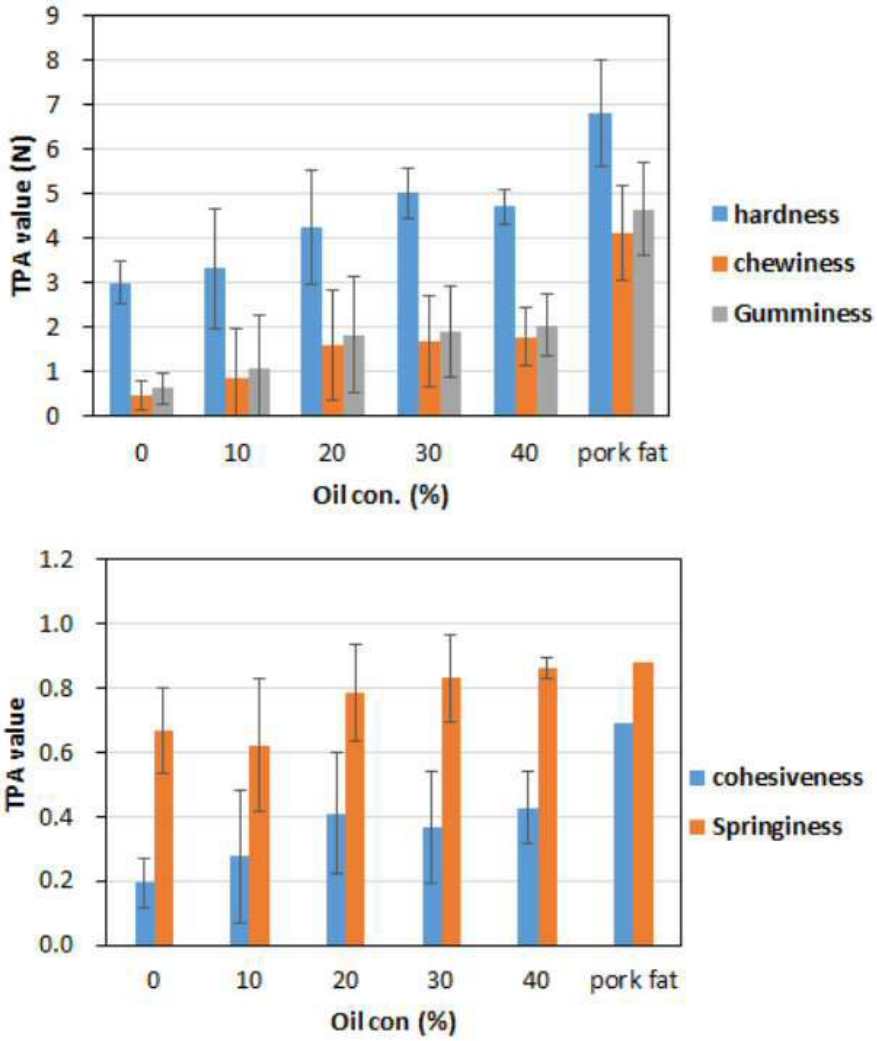
[0142] 식육 모사체의 조직 구성 방법으로 (1) 분리대두단백 23%가 함유된 반죽(단백질 조직 100%), 제조예 4의 40% 오일 함유한 가열처리된 에멀션 겔(지방 100%), 및 분리대두단백 23%가 함유된 반죽(단백질 조직 100%)을 순차적으로 적층하여 식육 모사체 제조하는 방법(단순 적층 방법), (2) 상기 실시예 5의 판형적층법으로 단백질 조직과 지방조직을 적층하고 밀봉한 다음 90℃의 욕조에서 중탕 가열처리하여 식육 모사체를 제조하는 방법(가열 부착 방법), 및 (3) 상기 가열 부착 방법으로 제조한 후 2% 농도의 칼슘 용액에 60분 동안 침지하여 식육 모사체를 제조하는 방법(이온 부착 방법)으로 구분하여 식육 모사체를 제조하였다.

[0143] 상기 제조된 식육 모사체에 대하여 물성 측정기의 원통형 프로브로 시료 높이의 80%까지 압축률에 따른 강도 변화를 측정하였다. 압축단계별 식육 모사체의 강도 변화 및 이들의 강도 변화를 비교하여 도 30 및 31에 나타내었다.

[0144] 단순 적층 시료는 32% 압축률에서 단백질과 지방조직이 분리되어 변형되었다. 반면, 가열부착 및 이온부착 시료는 80% 압축률까지 시료 변형 없이 강도가 일정하게 증가하였고, 강도는 가열부착 시료보다 이온부착 시료에서 더 높게 나타났다. 이는 이온부착 시료의 경우는 도 32에서 볼 수 있는 바와 같이 단백질 조직과 지방 조직 사이에 침투된 Ca 이온이 SA와 결합하여 겔화되었기 때문으로 추정하였다. 가열부착 시료는 80% 압축 후 상대적으로 강도가 낮은 지방조직의 부서짐이 관찰되었으나 부착면의 분리는 관찰되지 않았다. 이온부착 시료의 경우 80% 압축 후 부분적으로 찢어진 부분이 관찰되었지만, 전반적인 형태가 유지되었다.

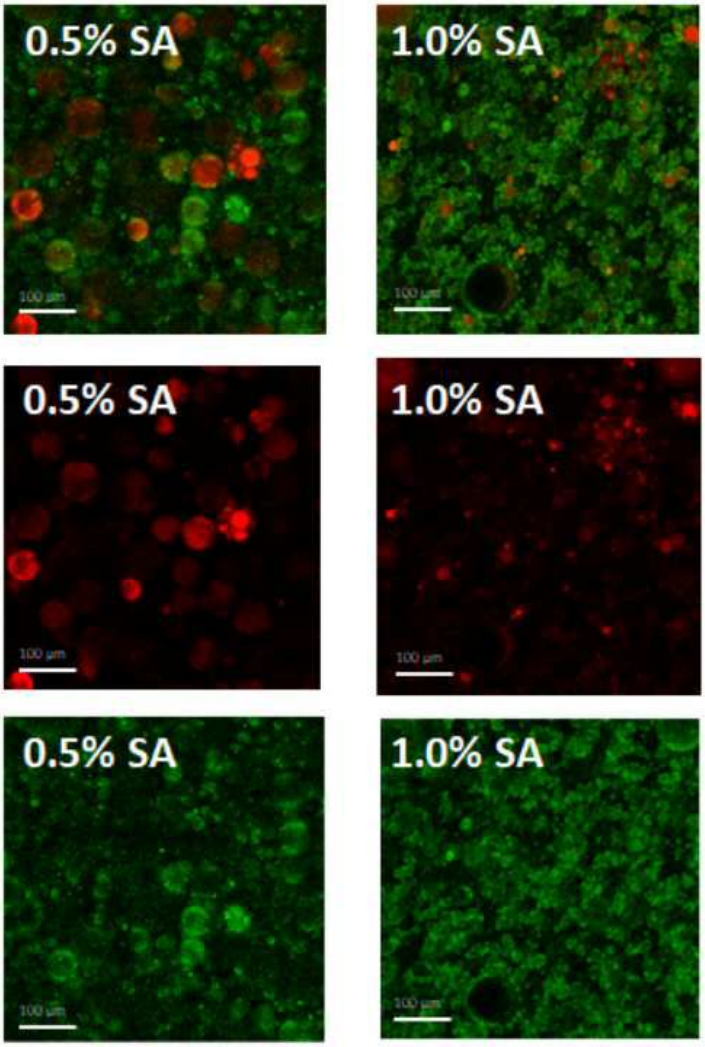
도면

도면1

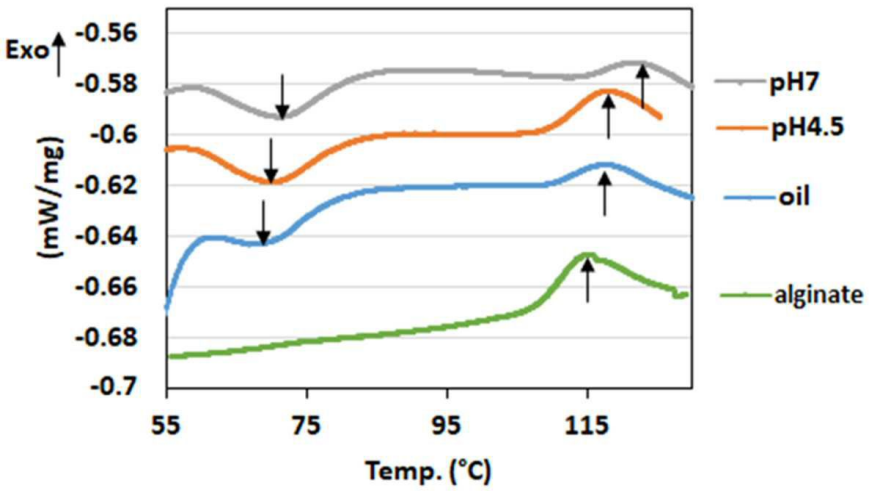

TPA value (N)
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
10
20
30
40
pork fat
Oil con. (%)
hardness
chewiness
Gumminess

TPA value
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
10
20
30
40
pork fat
Oil con (%)
cohesiveness
Springiness

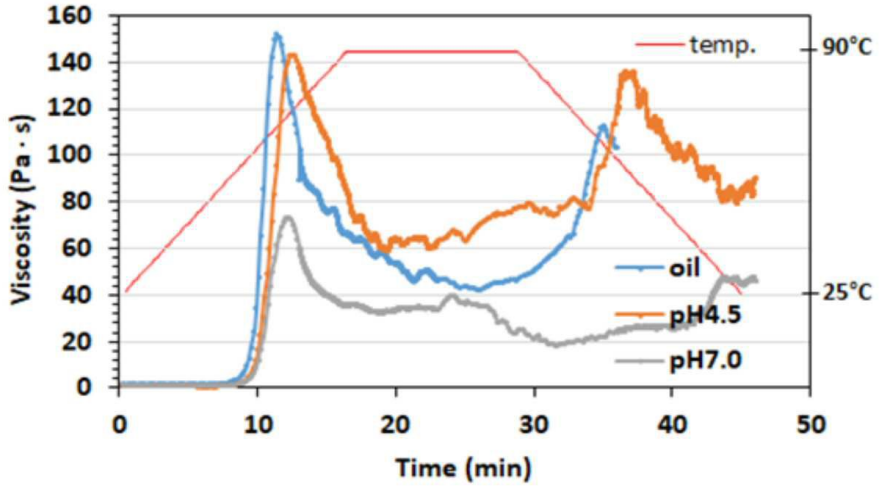
도면2


0.5% SA
1.0% SA
0.5% SA
1.0% SA
0.5% SA
1.0% SA

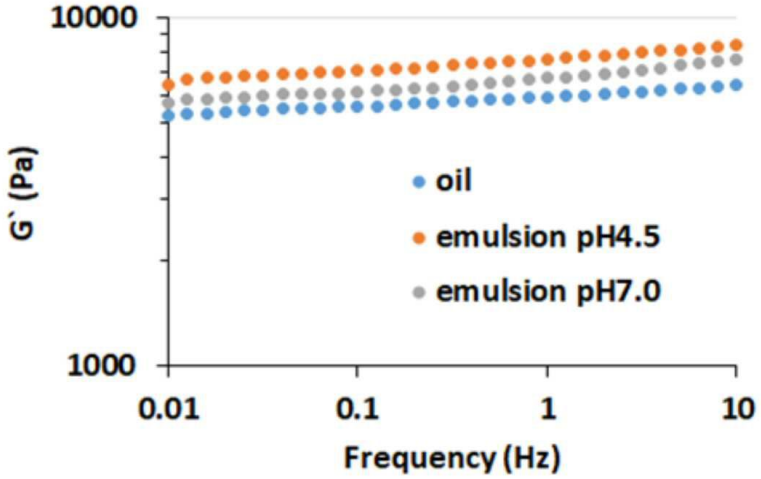
도면3


Exo
-0.56
-0.58
-0.6
-0.62
-0.64
-0.66
-0.68
-0.7
(mW/mg)
55
75
95
115
Temp. (°C)
pH7
pH4.5
oil
alginate

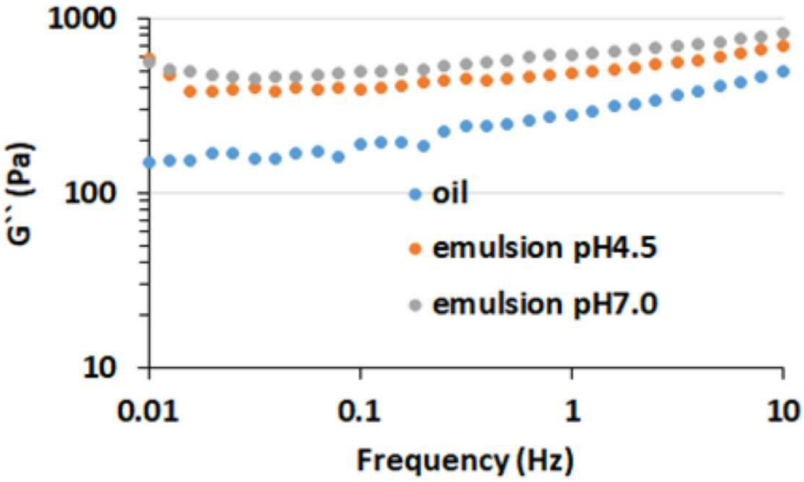
도면4


160
140
120
100
80
60
40
20
0
Viscosity (Pa · s)
0
10
20
30
40
50
Time (min)
temp.
90°C
25°C
oil
pH4.5
pH7.0

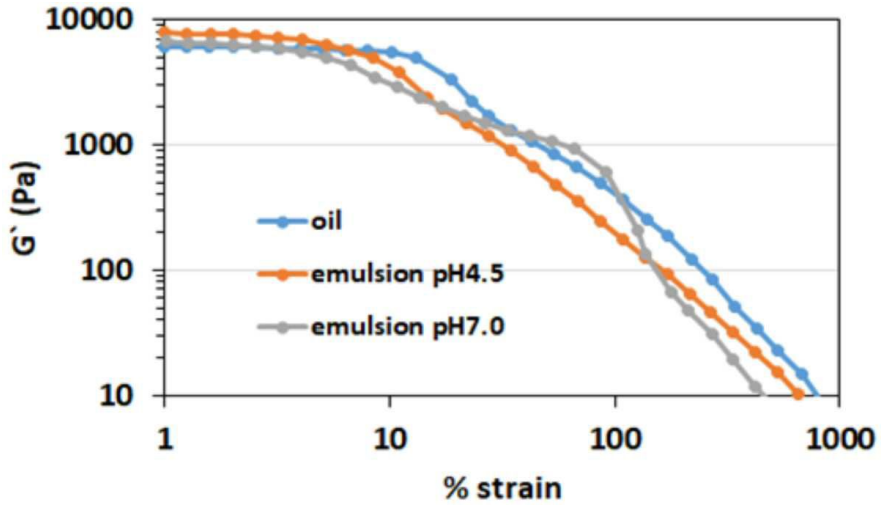
도면5


10000
1000
G` (Pa)
0.01
0.1
1
10
Frequency (Hz)
oil
emulsion pH4.5
emulsion pH7.0

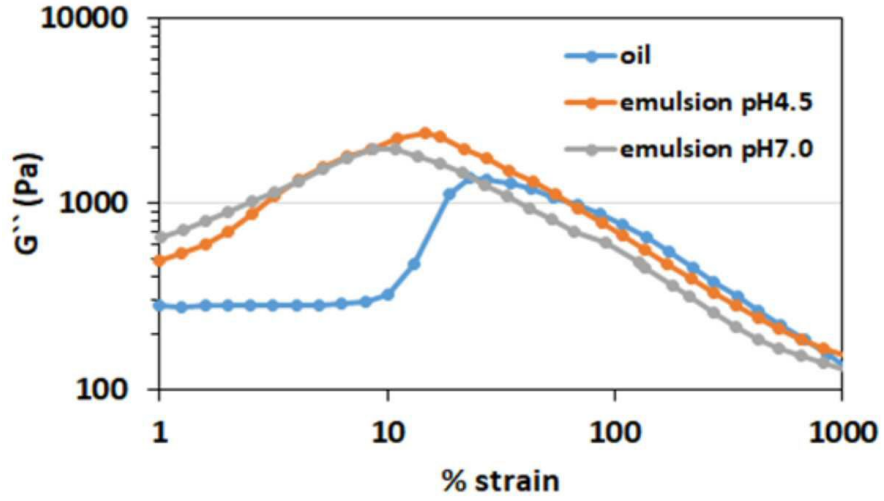
도면6


1000
100
10
G`` (Pa)
0.01
0.1
1
10
Frequency (Hz)
oil
emulsion pH4.5
emulsion pH7.0

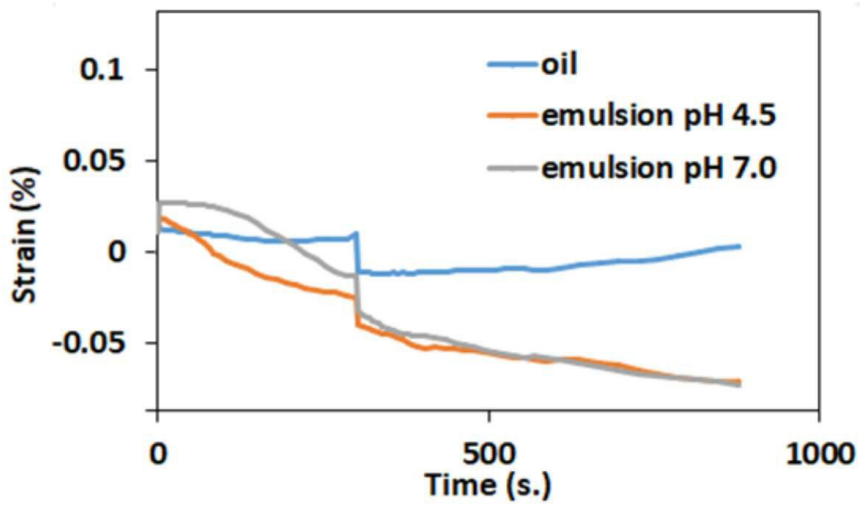
도면7


10000
1000
100
10
G` (Pa)
oil
emulsion pH4.5
emulsion pH7.0
1
10
100
1000
% strain

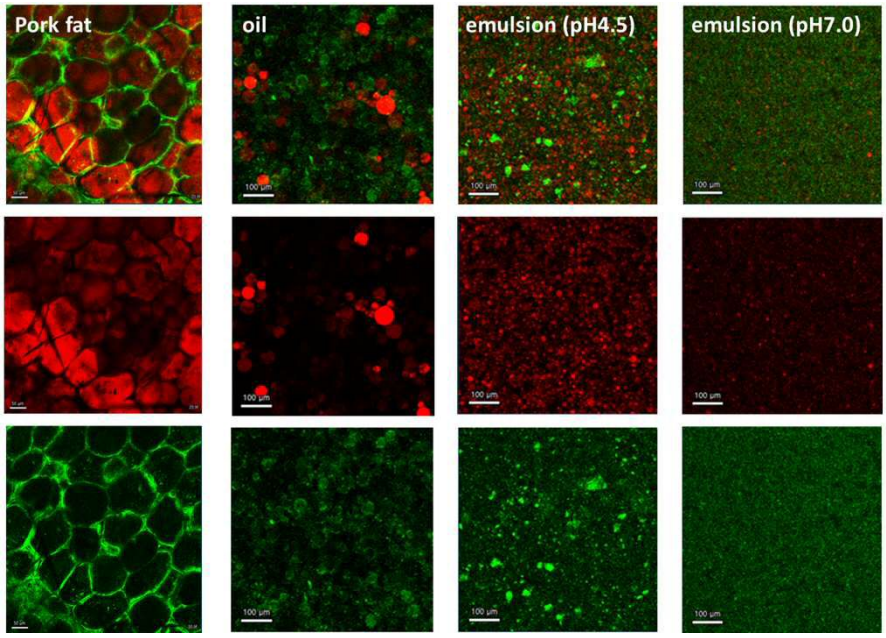
도면8


10000
1000
100
G`` (Pa)
oil
emulsion pH4.5
emulsion pH7.0
1
10
100
1000
% strain

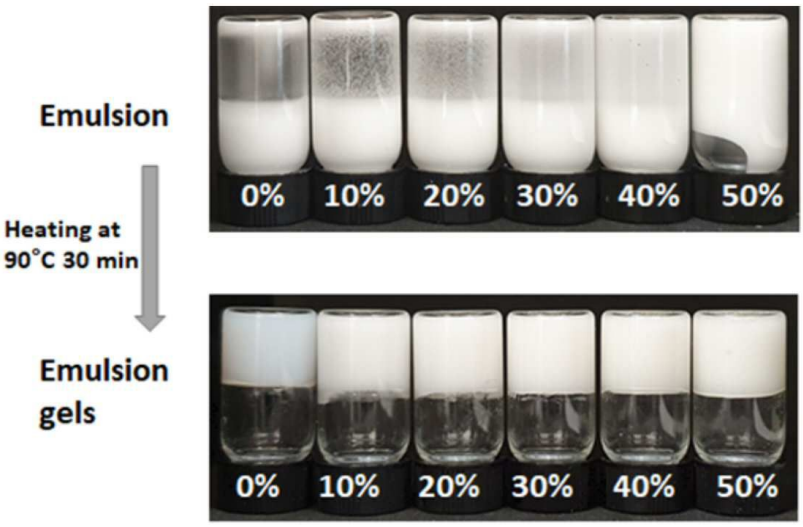
도면9


0.1
0.05
0
-0.05
Strain (%)
oil
emulsion pH 4.5
emulsion pH 7.0
0
500
1000
Time (s.)

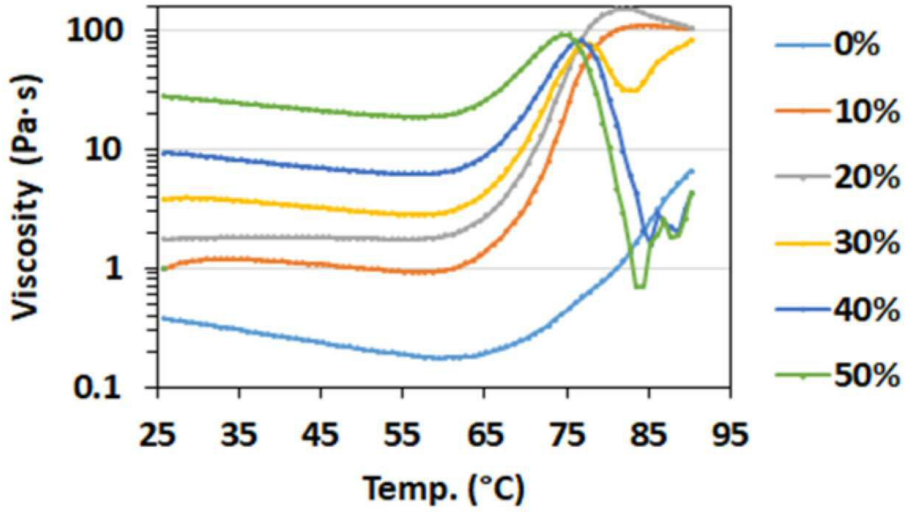
도면10


Pork fat
oil
emulsion (pH4.5)
emulsion (pH7.0)

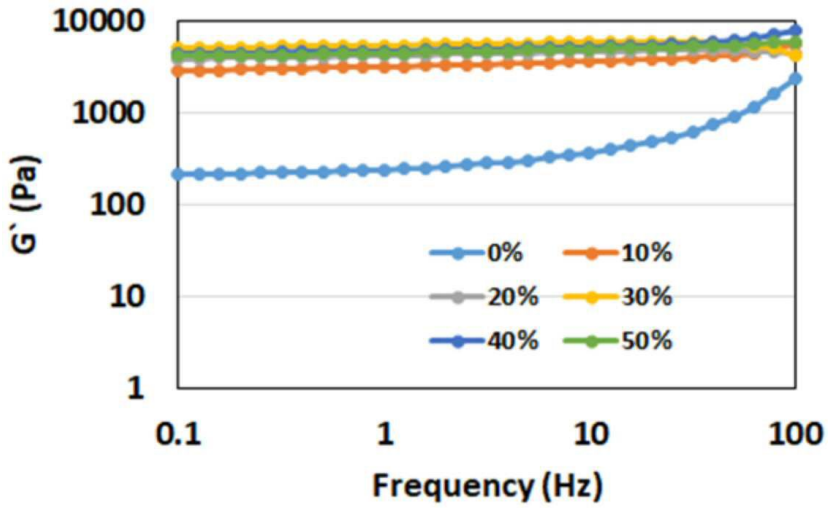
도면11


Emulsion
Heating at 90°C 30 min
Emulsion gels
0%
10%
20%
30%
40%
50%
0%
10%
20%
30%
40%
50%

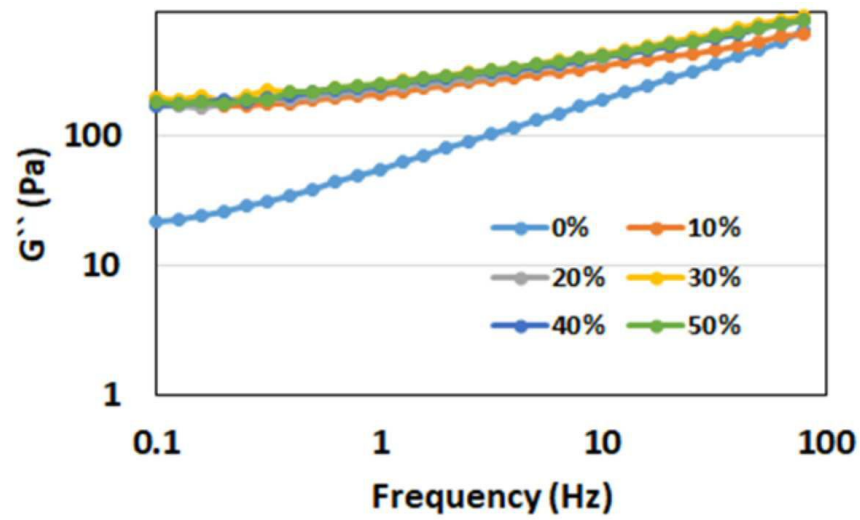
도면12



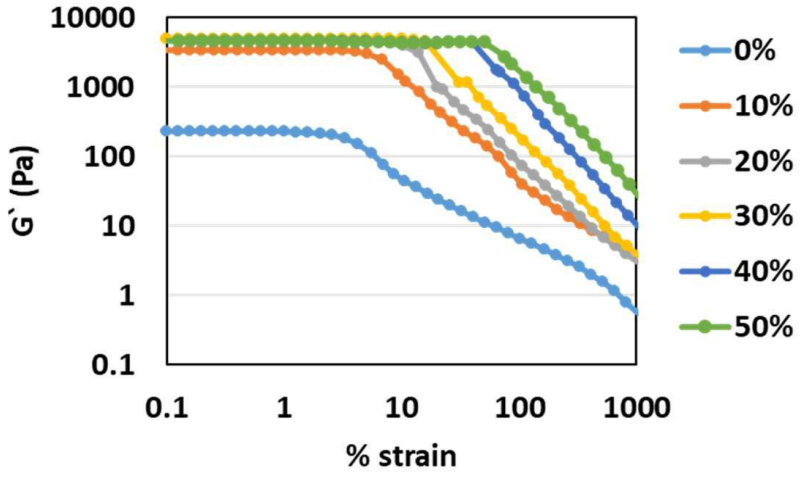
도면13



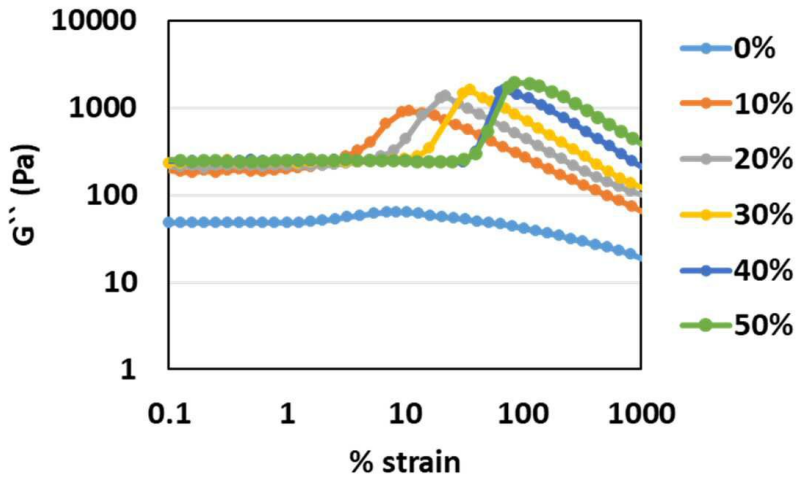
도면14



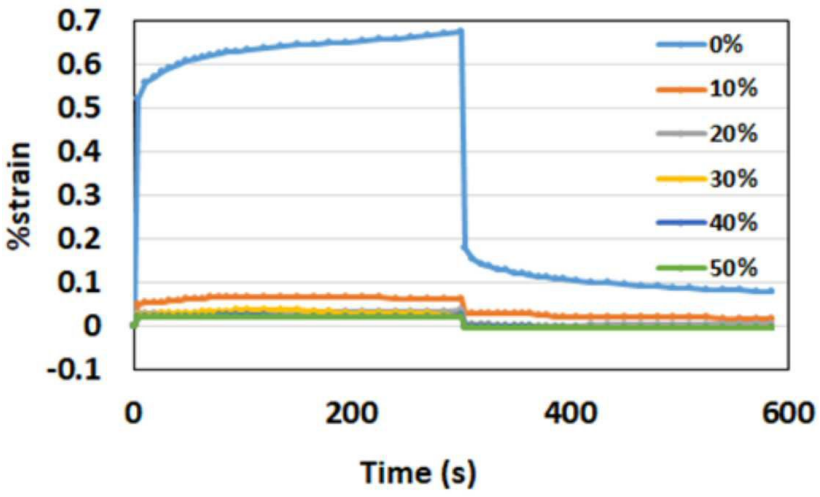
도면15



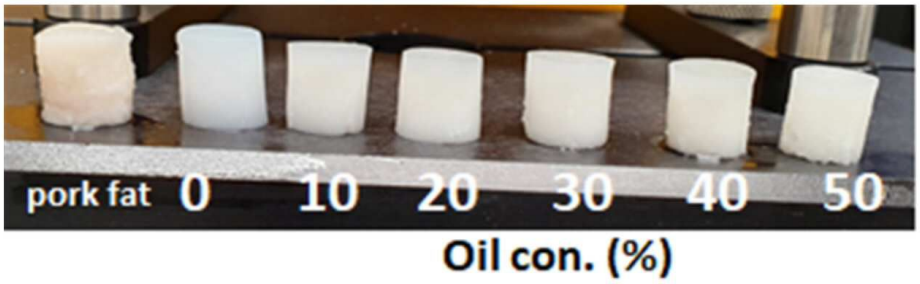
도면16



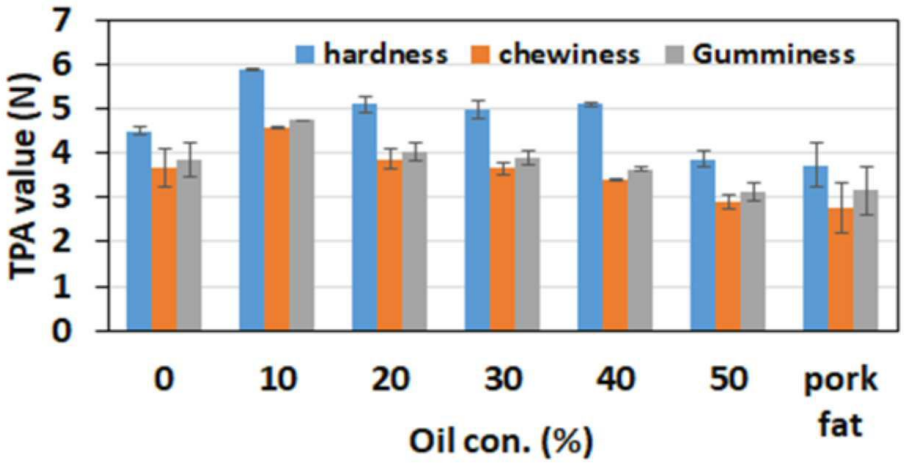
도면17



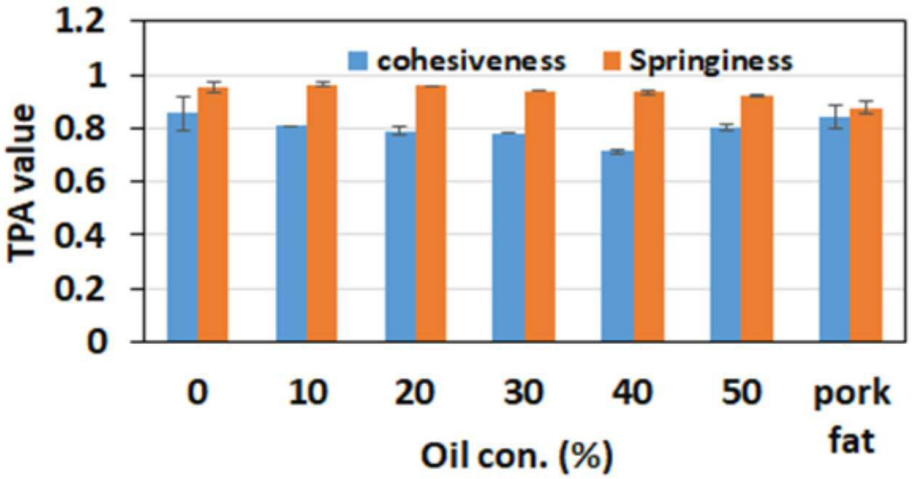
도면18



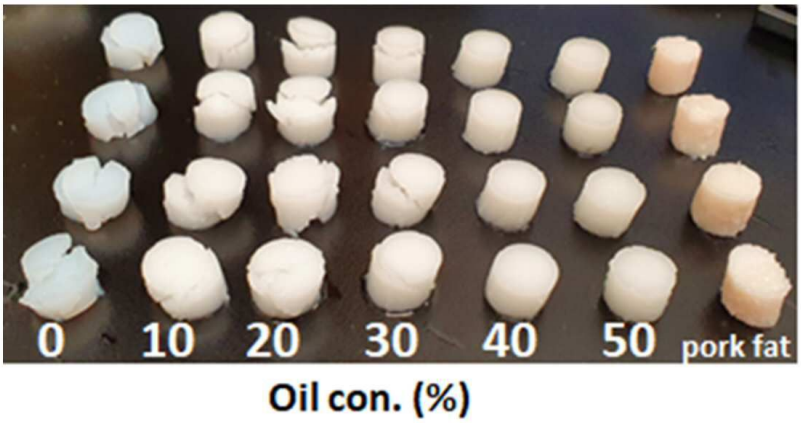
도면19



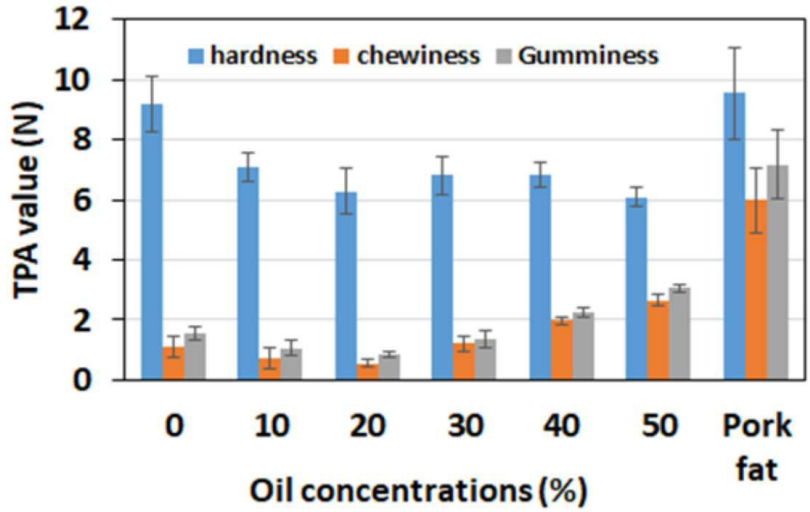
도면20



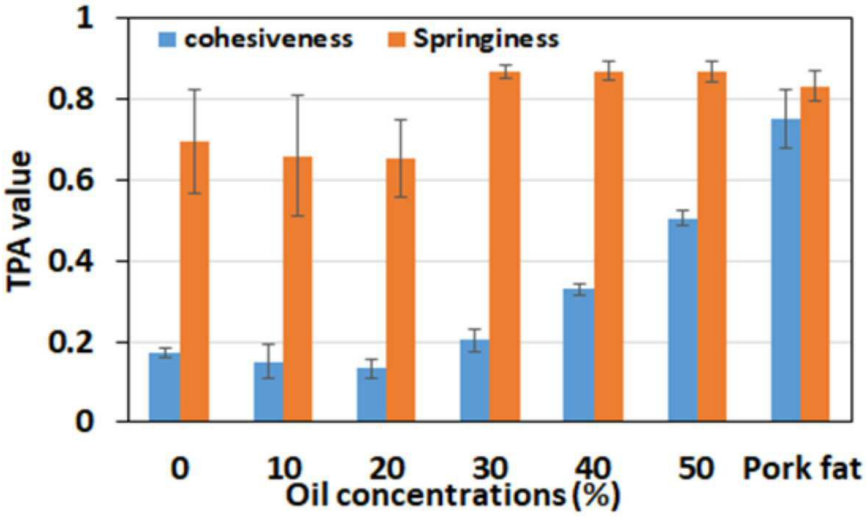
도면21



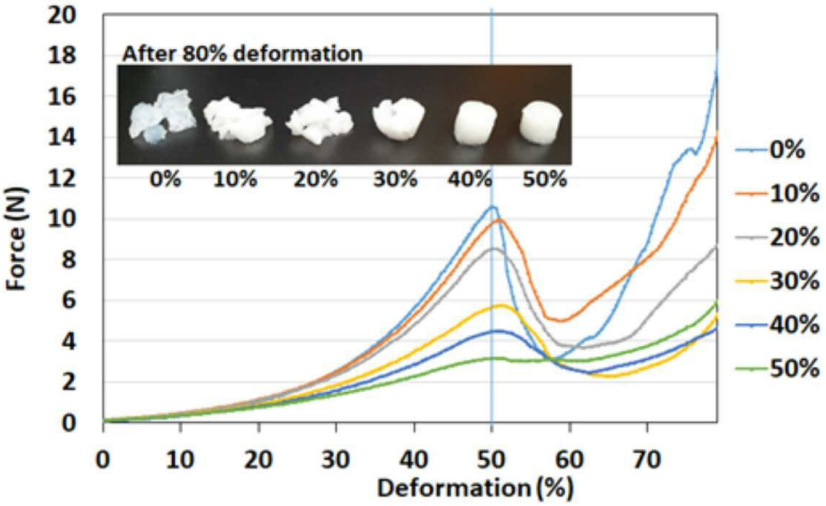
도면22



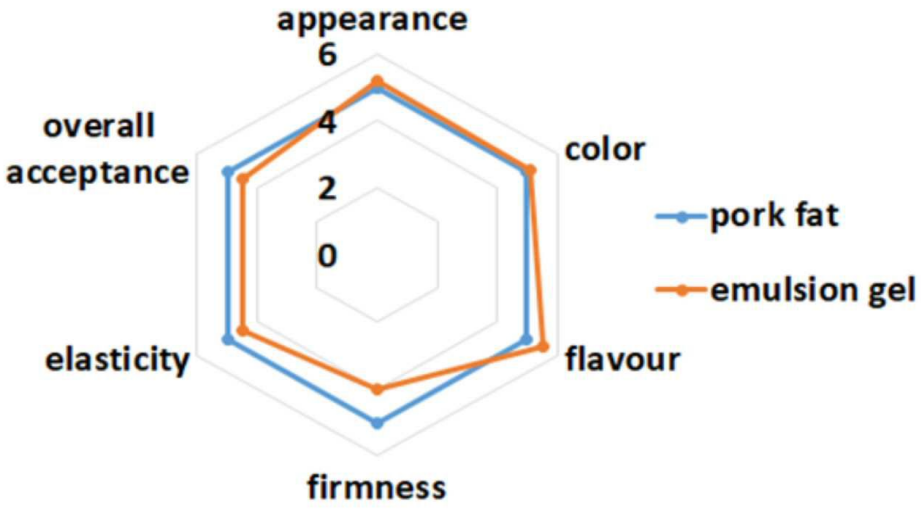
도면23



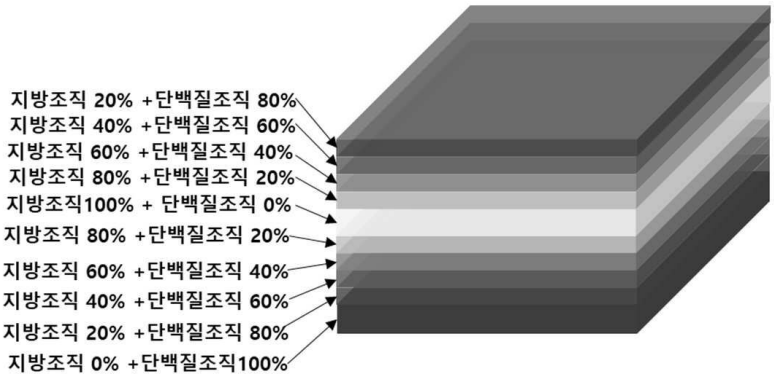
도면24



도면25



도면26



도면27

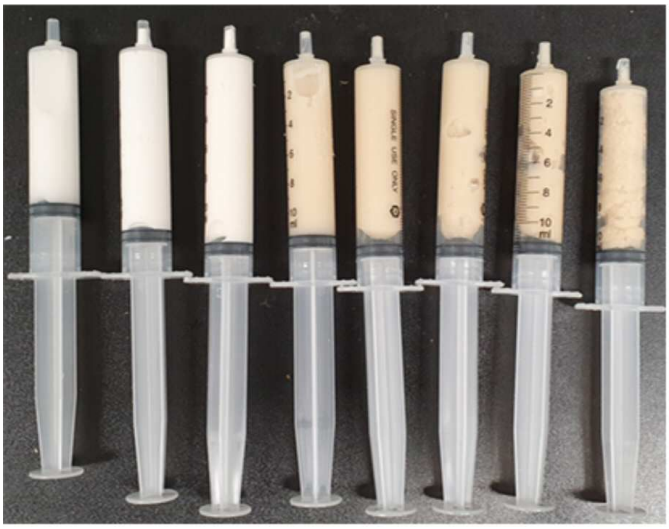


감자전분을 이용한 비가역적 에멀젼 겔



동부전분을 이용한 비가역적 에멀젼 겔

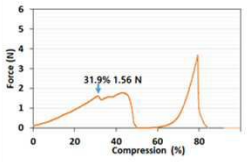
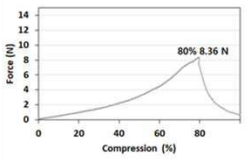
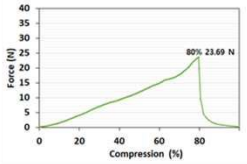
도면28



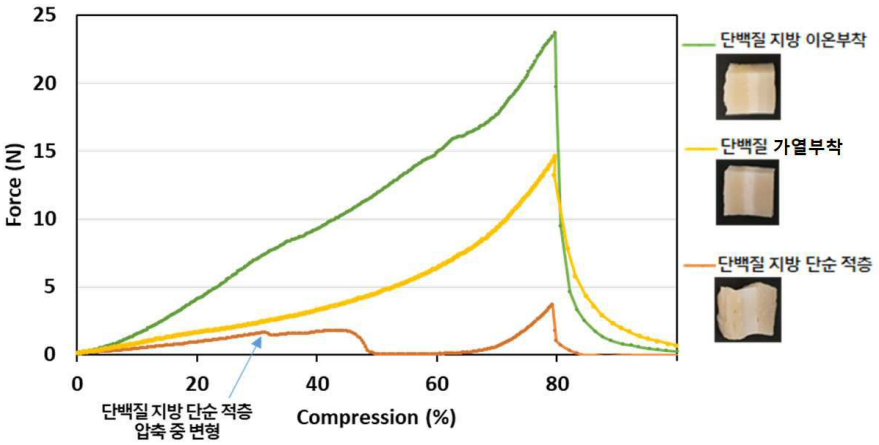
도면29



도면30

압축단계 조직구성방법	압축 전	압축 중 변형	80% 압축	압축 후	TPA profile
단백질-지방 단순 적층		 31.9% 1.56 N			
단백질-지방 가열 부착		없음			
단백질-지방 이온부착		없음			

도면31



도면32

