



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0176260
(43) 공개일자 2024년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A23D 9/00 (2006.01) A23D 9/02 (2006.01)
A23L 13/40 (2023.01) A23L 29/206 (2016.01)
A23L 29/212 (2016.01) A23L 29/238 (2022.01)
A23L 29/256 (2016.01)

(52) CPC특허분류

A23D 9/00 (2013.01)
A23D 9/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0076798

(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

정성중, 신명용

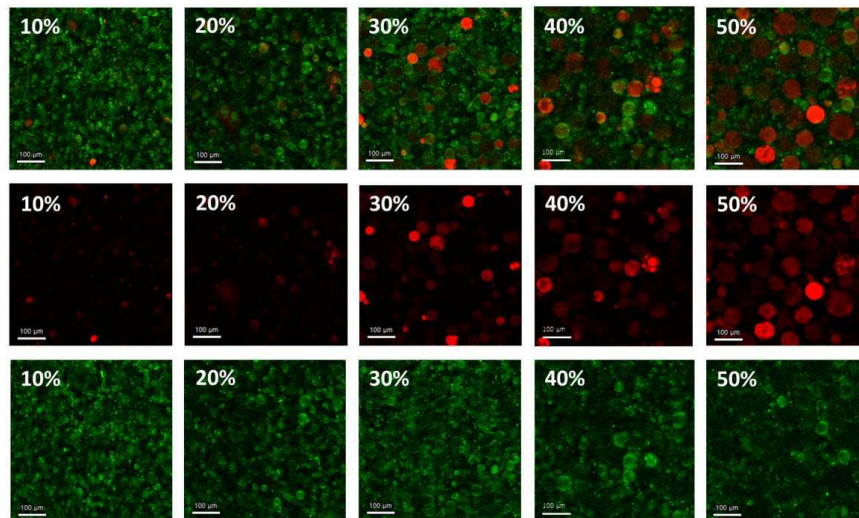
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 동물성 지방 모사체 조성물 및 그를 이용하여 동물성 지방 모사체를 제조하는 방법

(57) 요약

본 발명은 (i) 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분, 및 (ii) 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분으로 이루어진 동물성 지방 모사체 조성물, 및 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 물로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질화하는 단계; 상기 균질물을 가열 처리하는 단계; 및 상기 가열처리물을 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분에 침지하는 단계를 포함하는 동물성 지방 모사체를 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의한 동물성 지방 모사체는 동물성 지방과 동등하거나 유사한 정도의 응집성, 강도, 외관, 색상, 및 관능을 나타내어 비분쇄육 식물성 대체 식품의 지방 조직으로 유용하게 사용가능하다.

대표도 - 도28



(52) CPC특허분류

A23L 13/43 (2016.08)
A23L 29/206 (2016.08)
A23L 29/212 (2016.08)
A23L 29/238 (2022.01)
A23L 29/256 (2016.08)
A23V 2002/00 (2023.08)
A23V 2200/124 (2013.01)
A23V 2300/24 (2013.01)
A23V 2300/31 (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

명세서

청구범위

청구항 1

(i) 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분, 및 (ii) 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분으로 이루어진 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 성분은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매의 혼합 및 균질화와 가열에 의하여 비가역적 에멀전 겔을 형성하는 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제2 성분은 제1 성분으로부터 형성된 비가역적 에멀전 겔의 응집성 및 강도를 증가시키는 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 두류 전분은 강낭콩, 나방콩, 녹두, 검정녹두, 동부, 리마콩, 렌즈콩, 말콩, 비둘기콩, 병아리콩, 완두, 향완두, 작두콩, 잠두, 제비콩, 팥, 및 예팔으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 5

제1항에 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 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 검류는 아라비아검, 트라가칸트검, 카라야검, 로커스트콩검, 크산탄검, 구아검, 한천, 알긴산, 및 카라기난으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 성분은 두류 전분 10 내지 14 중량%, 식물성 지방 30 내지 60 중량%, 검류 20 내지 30 중량%, 및 용매 잔여 중량%로 이루어진 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제2 성분의 2가 양이온은 칼슘, 마그네슘, 또는 이들의 조합인 것으로 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체 조성물.

청구항 9

두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질화하는 단계; 상기 균질물을 가열 처리하는 단계; 및 상기 가열처리물을 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분에 침지하는 단계;를 포함하는 동물성 지방 모사체의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 가열 처리는 80 내지 100℃에서 상기 균질물이 에멀전 겔을 형성하는 시간동안 이루어진 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체의 제조 방법.

청구항 11

제9항 또는 제10항 방법에 의하여 제조된 동물성 지방 모사체로, 상기 동물성 지방 모사체는 비분쇄육의 식물성 대체 식품의 지방 조직으로 사용하는 것을 특징으로 하는 동물성 지방 모사체.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 동물성 지방 모사체 조성물 및 상기 조성물을 이용하여 동물성 지방 모사체를 제조하는 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 (i) 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분, 및 (ii) 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분으로 이루어진 동물성 지방 모사체 조성물, 및 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질화하는 단계; 상기 균질물을 가열 처리하는 단계; 및 상기 가열처리물을 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분에 침지하는 단계를 포함하는 동물성 지방 모사체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[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 건강 식 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] 현재까지 식육 대체육에 대한 많은 연구가 이루어지고 있지만, 대부분 햄버거 패티, 소시지 등과 같은 분쇄형 제품에 관한 것이다. 비분쇄형 제품에 대해서는 대체육에서 식물성 단백질의 조직감을 개선하기 위한 연구가 있을 뿐, 고체 형태의 동물성 지질 부분을 대체할 비분쇄 형태의 동물성 지방 모사체(animal fat analogue) 및 식물성 대체육에 대한 연구는 현재까지 거의 없는 실정이다.

[0005] 기존 연구에서 육류 제품에 필수 성분인 지질을 동물성 지질에서 식물성 오일 또는 에멀션으로 대체하려는 시도는 계속하여 이루어졌다. 다만, 동물성 지질을 식물성 오일로 직접 대체하는 경우 다즙성과 물성에 부정적인 영향을 미칠 수 있고, 동물성 지질을 식물성 에멀션으로 대체하는 경우 에멀션은 액체 성질을 가지기 때문에 조리 손실이 증가하고, 제품의 씹는 질감이 부족해질 수밖에 없다.

[0006] 이러한 문제를 해결하기 위하여, 한국 공개특허 제10-2023-0057085호는 탈아세틸화 곤약 및 메틸 셀룰로오스를 포함하는 비분쇄육에 사용 가능한 동물성 지질 모방체를 개시하고 있다. 하지만, 상기 공개특허는 곤약을 탈아세틸화하는 공정이 필요하므로 화학적 처리에 따른 환경 오염의 문제와 공정의 복잡화로 인한 문제가 있다.

[0007] 또한, 한국 등록특허 제10-2138833호는 올레오젤, 하이드로콜로이드 수용액 및 우지(beef tallow)를 혼합하여 제조하는 식물성 지방 조성물을 개시하고 있으나, 식물성 지방 이외에 동물성 지방이 사용된다는 점 및 상기 식물성 지방 조성물은 비분쇄육에 적합하다는 점에서 문제가 있다.

[0008] 이에 본 발명자들은 공정이 간단하면서도 동물성 지방을 충분히 대체할만한 외관, 물성, 및 향미 등의 관능을 가지는 동물성 지방 모사체를 개발하고자 예의 노력하였으며, 그 결과 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명의 하나의 목적은 (i) 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분, 및 (ii) 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분으로 이루어진 동물성 지방 모사체 조성물을 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 하나의 목적은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질화하는 단계; 상기 균질물을 가열 처리하는 단계; 및 상기 가열처리물을 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분에 침지하는 단계를 포함하는 동물성 지방 모사체를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 하나의 양태로서, 본 발명은 (i) 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분, 및 (ii) 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분으로 이루어진 동물성 지방 모사체 조성물을 제공한다.
- [0012] 본 발명에 있어서, "동물성 지방 모사체"는 식물로부터 유래한 지방으로 동물로부터 유래한 지방과 동등하거나 유사한 수준의 외관 및 물성을 가지는 모사체를 말한다.
- [0013] 상기 "모사체"는 "모방체" 또는 "대체물"로서 표현될 수 있으며, 목적하는 대상체와 외관, 물성 또는 관능이 동등하거나 유사한 것을 말한다. 여기서, "동등"한 것은 대상체와 90% 이상, 바람직하게는 95 내지 100%인 것을 말하며, "유사"하다는 것은 대상체와 80% 이상, 바람직하게는 81% 이상, 보다 바람직하게는 82% 이상인 것을 말한다. 상기 외관은 시각적인 형상을 의미하며, 상기 물성은 예를 들면 경도, 강도, 응집성, 탄력성 등 중의 어느 하나 이상의 레올로지 특성을 의미한다.
- [0014] 하나의 구체적 예로서, 본 발명에 따른 동물성 지방 모사체는 40% 및 80% 압축에 의한 경도, 응집성, 및 탄력성이 돈지(fork fat)와 유사한 수준을 나타내었다(도 25 내지 27 참조).
- [0015] 또 하나의 구체적 예로서, 본 발명에 따른 동물성 지방 모사체는 돈지(fork fat)와 유사한 정도의 외관 및 색상을 나타내었으며(도 32 참조), 이취가 거의 없어 관능 및 기호도가 우수하다.
- [0016] 상기의 특성으로 인하여 본 발명의 동물성 지방 모사체는 비분쇄육의 식물성 대체 식품에 유용하게 적용 가능하다. 하나의 바람직한 양태로서, 본 발명의 동물성 지방 모사체는 비분쇄육의 식물성 대체 식품을 구성하는 식물성 대체 지방(지방 조직)에 유용하게 적용 가능하다.
- [0017] 상기 비분쇄육은 패티, 너겟, 소시지 등의 분쇄육과 달리 식육을 분쇄하지 않고 있는 그대로의 형태 또는 이의 절단된 형태를 가지는 식육을 말한다. 여기서, 식육은 소고기, 돼지고기, 닭고기, 오리고기 등이며, 이로 제한되지 않는다.
- [0018] 상기 식물성 대체 식품은 식육 대체육 또는 식물성 고기 등으로 표현할 수 있으며, 동물성 단백질 또는 동물성 단백질 및 동물성 지방의 조합을 대체하는 식물성 단백질, 또는 식물성 단백질 및 식물성 지방의 조합으로 이루어진 식품이다.
- [0019] 본 발명에 있어서, "제1 성분"은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 것을 특징으로 하며, 이들 성분의 균질화 및 가열에 의하여 비가역적 에멀션 겔을 형성한다.
- [0020] 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 충전제로 구조적 지지체로서 작용한다.
- [0021] 본 발명에 있어서, 용어 "두류 전분"은 식용 가능한 콩과 식물의 종자로부터 얻은 전분을 말하며, 이는 상업적으로 생산하거나 당업계에서 알려진 통상의 방법으로 가공하여 얻어진 것을 사용할 수 있다.
- [0022] 상기 콩과 식물의 종자는 강낭콩(bean), 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.
- [0023] 상기 두류 전분은 다른 식물 유래의 전분, 예를 들어 밀 전분, 옥수수 전분, 쌀 전분 등의 곡물 전분, 감자 전분, 타피오카 전분, 쉰 전분 등의 덩이줄기와 뿌리의 전분에 비하여 아밀로스에 비하여 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.
- [0024] 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.

- [0025] 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, 팽지씨유, 모링가유, 해조류 오일, 미강유, 참기름, 헤이즐넛유, 호두유, 또는 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 1종 이상 선택된다.
- [0026] 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.
- [0027] 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.
- [0028] 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. 또한, 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.
- [0029] 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.
- [0030] 본 발명에 있어서, "제2 성분"은 2가 양이온 용액으로 이루어진 것을 특징으로 하며, 제1 성분에 따른 비가역적 에멀션 겔의 응집성 및 강도를 증가하는 역할을 한다.
- [0031] 본 발명에 있어서, "2가 양이온 용액"은 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.
- [0032] 상기 "칼슘"은 탄산칼슘, 염화칼슘, 글루콘산칼슘, 락트산칼슘, 인산칼슘, 글리세로인산칼슘 등 및 이들의 혼합물과 같은 칼슘의 염을 지칭한다. 일 실시 형태에서, 칼슘은 염화칼슘 염이다.
- [0033] 상기 "마그네슘"은 탄산마그네슘, 염화마그네슘, 수산화마그네슘, 산화마그네슘, 구연산마그네슘, 말산마그네슘, 인산마그네슘 등 및 이들의 혼합물과 같은 마그네슘의 염을 지칭한다. 일 실시 형태에서, 마그네슘은 염화마그네슘 염이다.
- [0034] 상기 2가 양이온 용액은 제1 성분에 따른 비가역적 에멀션 겔이 충분히 침지될 수 있는 정도의 함량이면 족하다. 이때, 침지는 제1 성분에 따른 비가역적 에멀션 겔의 부피에 따라 시간을 달리할 수 있으나, 바람직하게는 30 내지 100분, 보다 바람직하게는 40 내지 80분, 보다 더 바람직하게는 50 내지 80분이다.
- [0035] 다른 하나의 양태로서, 본 발명은 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질화하는 단계; 상기 균질물을 가열 처리하는 단계; 및 상기 가열처리물을 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분에 침지하는 단계;를 포함하는 동물성 지방 모사체를 제조하는 방법을 제공한다.
- [0036] 본 발명의 제조 방법에 있어서, 제1 성분 및 제2 성분의 구성 및 그에 따른 효과는 상술한 바와 같다.
- [0037] 먼저, 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질화하는 단계이다.
- [0038] 상기 혼합 및 균질화는 두류 전분, 식물성 지방, 검류, 및 용매로 이루어진 제1 성분을 혼합하고 균질기를 이용하여 상기 혼합 성분, 바람직하게는 식물성 지방의 입자 크기를 2 μ m 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 있

다.

- [0039] 다음으로, 상기 제1 성분의 균질물을 가열 처리하는 단계이다.
- [0040] 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.
- [0041] 상기한 가열 처리에 의하여 제1 성분의 균질물은 검류에 의해 분산된 두류 전분을 겔화 소재로 하면서 식물성 지방이 액적(oil droplet) 형태로 분산되고 활성 충전제로 구조적 지지체로서 작용하여 비가역적 에멀션 겔을 형성한다.
- [0042] 하나의 구체적 예로서, 본 발명의 상기 비가역적 에멀션 겔은 식물성 지방이 분리대두단백과 같은 유화제로 유화시킨 오일 액적을 제1 성분의 식물성 지방 대신에 사용한 경우보다 지방(오일)의 입자 크기는 약간 더 크지만 흐름성이 감소되어 동물성 지방 모사체의 소재로 보다 더 적합하다.
- [0043] 한편, 본 발명의 상기 제1 성분에 의한 비가역적 에멀션 겔은 연질 고형물로 가소성이 있으며 일정한 응집성 및 강도를 나타낸다. 이러한 가소성, 응집성 및 강도는 3D 식품 프린팅에서 사용 가능한 정도의 물성(printability), 예로 치수 안정성(Dimensional stability), 전단 탄성 계수(shear modulus), 압출력(Extrusion force) 등을 만족하므로 3D 식품 프린터(3D food printer), 바람직하게는 FDM(Fused Deposition Modeling) 방식의 3D 식품 프린터의 식품 소재로 사용가능하다.
- [0044] 상기 3D 식품 프린팅은 3D 식품 프린터에 의하여 3D 식품이 제조되는 과정을 말한다.
- [0045] 상기 3D 식품 프린터는 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 식품, 즉 3D 식품은 개인별 또는 연령별 다양한 식감 및 영양 등의 맞춤형 3D 식품을 제조하여 소비자에게 제공할 수 있다.
- [0046] 상기 FDM 방식의 3D 식품 프린터는 고온과 고압으로 식품 소재를 작은 구멍으로 압출하여 한 층씩 적층하는 방식의 3D 식품 프린터이다.
- [0047] 상기 식품 소재는 3D 식품 프린터에 의하여 압출되어 적층되는 식품의 원료(base material)를 말한다.
- [0048] 바람직한 양태로서, 상기 제1 성분에 의한 비가역적 에멀션 겔은 상술한 응집성 및 강도로 인하여 식육 모사체, 바람직하게는 비분쇄형 식육 모사체, 동물성 지방 모사체 등의 3D 식품을 제조하기 위한 3D 식품 프린터의 식품 소재로 이용할 수 있다.
- [0049] 따라서, 본 발명은 또 다른 하나의 양태로서 상기한 비가역적 에멀션 겔을 포함하는 3D 식품 프린터의 식품 소재, 및 상기 3D 식품 프린터의 식품 소재로 제조되어 식품의 동물성 지방이 식물성 지방으로 대체된 동물성 지방 모사체를 포함하는 식품과 같은 3D 식품을 제공한다.
- [0050] 상기 동물성 지방 모사체를 포함하는 식품은 인간을 포함한 동물에 의한 섭취를 위해 의도되고 동물 또는 인간에게 적어도 하나의 영양소를 제공하는 제품 또는 조성물로 동물성 지방이 포함되지 않은 제품 또는 조성물이다. 이의 예로서, 상술한 식물성 대체 식품 또는 비분쇄형 식물성 대체 식품이 있다.
- [0051] 상기 비가역적 에멀션 겔은 상술한 바와 같다.
- [0052] 상기 3D 식품 프린터에 의하여 비가역적 에멀션 겔이 압출되어 적층된 이후에 이를 2가 양이온 용액으로 이루어진 조성물에 침지하여 3D 식품 프린터에 의한 동물성 지방 모사체를 포함하는 3D 식품을 제조할 수 있다. 상기 2가 양이온 용액으로 이루어진 조성물 및 이의 침지는 하기에서 서술하는 바와 같다.
- [0053] 다음으로, 상기 가열처리물을 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분에 침지하는 단계이다.
- [0054] 상기 2가 양이온 용액으로 이루어진 제2 성분은 상술한 바와 같다.
- [0055] 상기 침지는 가열처리물, 즉 제1 성분에 따른 비가역적 에멀션 겔이 충분히 잠길 수 있을 정도로 이루어지면 족하다. 상기 침지의 시간은 가열처리물의 부피에 따라 달리할 수 있으나, 바람직하게는 30 내지 100분, 보다 바람직하게는 40 내지 80분, 보다 더 바람직하게는 50 내지 80분이다.
- [0056] 상기한 2가 양이온 용액에의 침지에 의하여 상기 가열처리물의 응집성 및 강도가 증진되어 동물성 지방 모사체와 동등하거나 유사한 수준을 나타내게 된다.

발명의 효과

[0057]

본 발명에 따른 동물성 지방 모사체는 동물성 지방, 예를 들어 돈지와 동등하거나 유사한 정도의 응집성, 강도, 외관, 색상, 및 관능을 나타내면서도 식물성 지방으로 대체되어 비분쇄육 식물성 대체 식품의 식물성 지방으로 유용하게 사용 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0058]

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 Nile 레드(Nile red) 및 Nile 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 스위프 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 Nile 레드(Nile red) 및 Nile 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 가열처리한 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 스위프 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)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 조직의 40% 압축(compression) 후의 외관을 나타낸 그림이다.

도 26은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 후 40% 압축(compression)에 의한 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 및 점착성(gumminess)을 측정하여 나타낸 그림이다.

도 27은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 후 40% 압축(compression)에 의한 응집성(cohesiveness) 및 탄력성(springiness)을 측정하여 나타낸 그림이다.

도 28은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 후의 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 29는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일 50%를 첨가하고 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 후의 에멀션 겔을 닐 레드(Nile red) 및 닐 그린(Nile green)으로 염색하고 40배로 관찰한 CLSM 이미지 결과를 2배로 확대한 그림이다.

도 30은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 후의 에멀션 겔을 SEM으로 측정한 이미지를 나타낸 그림이다.

도 31은 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)의 함유량(0 내지 50%)에 따른 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔을 염화칼슘 용액에 침지한 후의 에멀션 겔을 농도구배 알코올(gradient alcohol)로 처리하여 오일을 제거한 후 SEM으로 측정한 이미지를 나타낸 그림이다.

도 32는 동부전분 및 알긴산 나트륨에 오일(카놀라유)을 혼합하여 에멀션을 유도한 후 가열처리한 비가역적 에멀션 겔에 대한 관능 평가 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0059] 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.
- [0060] **제조예 1: 무처리한 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔의 제조**
- [0061] 동부전분 12g, 2% 농도의 알긴산나트륨(sodium alginate, SA) 25g, 오일(카놀라유) 20g, 및 증류수 43g을 혼합하고 호모게나이저(homogenizer)로 30,000rpm에서 30초씩 3회 균질화한 후 90℃에서 30분 동안 중탕 가열 처리하여 비가역적 에멀션 겔을 제조하였다. 상기 제조된 비가역적 에멀션 겔을 이하 실험에서는 "Oil"로 표시하였다.
- [0062] **제조예 2: 오일액적으로 처리한 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔의 제조**
- [0063] 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 중탕 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.
- [0064] **제조예 3: 오일액적으로 처리한 오일을 함유한 비가역적 에멀션 겔의 제조**
- [0065] 동부전분 12g, 2% 농도의 알긴산나트륨(sodium alginate, SA) 25g, 오일액적 50g, 및 증류수 13g을 혼합하고 균질화한 후 90℃에서 30분 동안 중탕 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.
- [0066] **실시예 1: 동부전분 및 알긴산나트륨의 최소 함량 결정**
- [0067] 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.
- [0068] 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.
- [0069] 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 결정하였다.

표 1

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					

실시예 2: 오일의 첨가 방법에 따른 비가역적 에멀션 겔의 DSC 분석 및 점도 분석

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.

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

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

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

	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

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

실시예 3: 오일의 첨가 방법에 따른 비가역적 에멀션 겔의 레올로지 특성 조사

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 스위프(frequency sweep), 변형률 스위프(strain sweep), 크리프 회복 곡선(creep recovery curve)을 각각 측정하였다.

주파수 스위프(frequency sweep)의 결과 모든 시료에서 G' 이 G'' 보다 높아 겔화된 것으로 볼 수 있었다(도 5 및 6 참조). 그러나 변형률 스위프(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 유지

되는 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(activ filler)로 작용하여 지지체로써 구조의 굳기와 안정화에 기여한 것을 알 수 있었다.

[0081] 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.

[0082] CLSM(Confocal laser scanning microscope)에 의한 이미지에서 닐 레드(Nile red)에 의해 염색된 지방을 붉은 색(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).

[0083] 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.

[0084] 제조예 4: 오일 함량을 달리한 무처리 오일 함유 비가역적 에멀션 겔의 제조

[0085] 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.

[0086] 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

[0087]

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					

[0088] *2% 수화 SA(sodium alginate) 25g을 첨가하여 SA의 최종 농도는 0.5%임

[0089] 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.

[0090] 실시예 4: 비가역적 에멀션 겔의 식물성 지방 함량에 따른 물성 및 조직감 변화 특성

[0091] 상기 제조예 4로 제조된 비가역적 에멀션 겔에 있어서 식물성 지방(오일)의 함량이 에멀션 겔의 형성이 미치는

영향을 조사하였다.

[0092] **4-1. 열처리 전과 후의 에멀션 겔의 형상 관찰**

[0093] 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.

[0094] **4-2. 오일 함량에 따른 에멀션 겔의 점도 변화**

[0095] 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 에멀션보다 낮게 나타났다.

[0096] 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.

[0097] **4-3. 오일 함량에 따른 에멀션 겔의 레오미터 특성 조사**

[0098] 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.

[0099] 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.

[0100] 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 충전제(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.

[0101] 변형률 스윕(Strain sweep)에 대한 G'' 의 커브(도 16)에서 특이적으로 값이 증가하다가 감소하는 오버슈트(overshoot) 현상이 관찰되었다. 이는 변형률(strain) 증가에 의한 변형에 대하여 구조적으로 지지하려고 하는 저항에 의해 G'' 값이 증가하고, 더 큰 변형에 의해 구조가 파괴되면서 나타나는 현상이다. G' 에서의 오버슈트 현상은 오일 첨가 0%에서는 관찰되지 않았고 오일 함량이 증가함에 따라 저항력이 발생하는 변형률(strain)은 점차 높아지는 것으로 나타났다.

[0102] 크리프 회복(Creep recovery) 결과는 탄성 변형 복원성에 대한 특성을 반영한다. 도 17에서 볼 수 있듯이, 300s 까지 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.

[0103] 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.

[0104] **4-4. 오일 함량에 따른 에멀션 겔의 변형에 의한 기계적 조직감 확인**

[0105] 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).

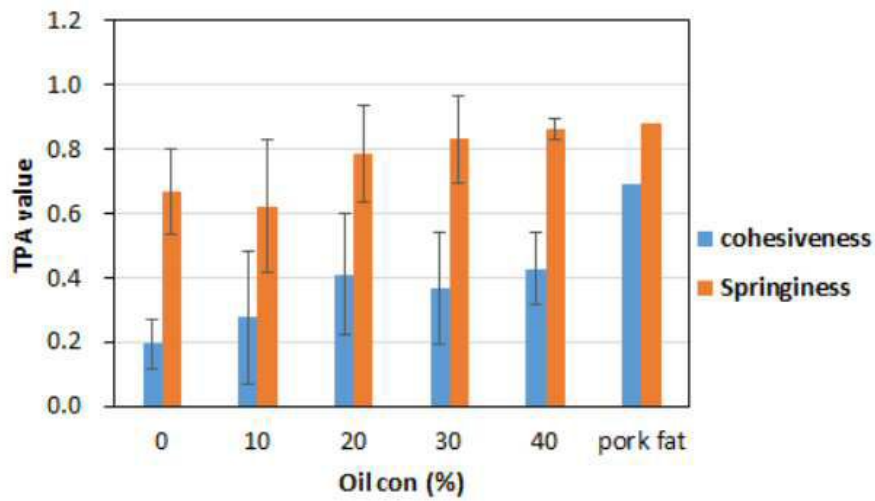
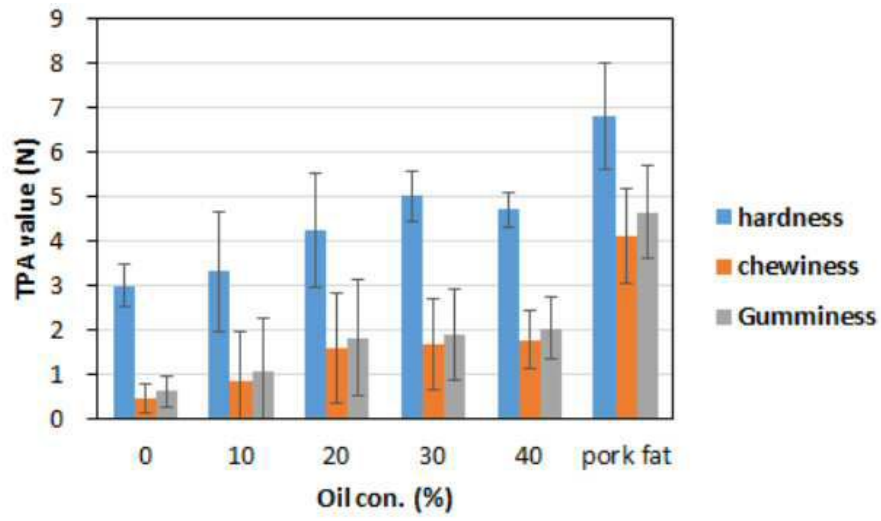
[0106] 먼저, 30% 압축에 의한 기계적 조직감 평가에서, 도 18 내지 20에서 볼 수 있듯이, 제조된 비가역 에멀션 겔은 오일 함량에 관계없이 모두 돈지(pork fat)와 유사한 경도(hardness), 씹힘성(chewiness), 점착성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness) 지표를 나타내었다. 그러나, 30% 압축(compression)은 에멀션 겔 변형에 영향을 미치지 못하는 조건이었으므로, 40% 압축(compression)으로 설정하여 기계적 조직감을 평가하였

다.

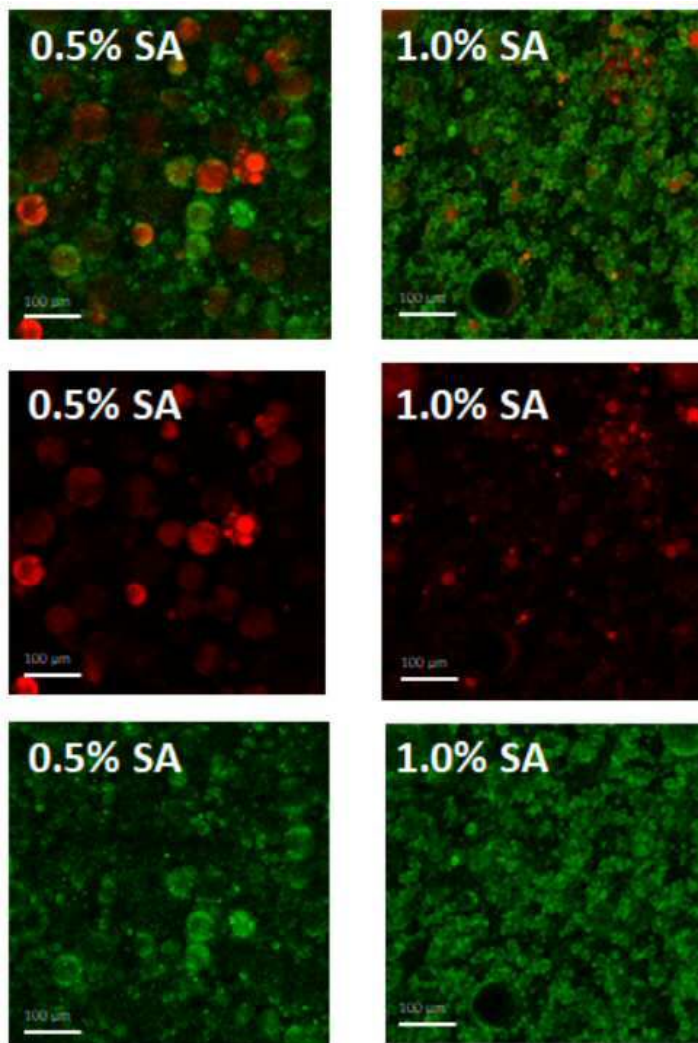
- [0107] 40% 압축에 의한 기계적 조직감 평가에서, 도 21 내지 23에서 볼 수 있듯이, 40% 압축(compression)에서 변형에 대한 저항력과 탄성이 오일 함량의 증가에 따라 향상되는 것으로 나타났다. 40% 압축(compression)에 의해 0 내지 20% 오일 함량의 겔은 부서짐성이 관찰되어 조직감에서 탄력성 및 응집성이 낮게 평가되었다. 반면 30% 이상의 오일 함량의 겔에서 오일 함량이 증가함에 따라 탄력성 및 응집성이 점차 높아지는 것으로 측정되었지만, 돈지(fork fat)의 높은 탄력성에 약간 미치지 못하였다.
- [0108] 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.
- [0109] 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 충전제(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.
- [0110] **실시예 5: 식물성 지방이 함유된 비가역적 에멀션 겔의 응집성 및 강도 개선**
- [0111] 식물성 지방을 함유하는 비가역적 에멀션 겔의 응집성 및 강도를 개선하기 위한 방안으로 2가 양이온에 의해 겔을 형성하는 SA의 특성을 이용하고자 하였다. 구체적으로, 상기 제조예 4의 오일 함량을 달리하고 열처리한 비가역 에멀션 겔을 CaCl_2 (150mM) 용액에 침지시키는 방법으로 SA의 겔화를 적용하였다. 비가역 에멀션 겔을 16시간 침지한 후 TPA 측정 결과 침지 전에 비해 경도(hardness)가 크게 증가하는 결과가 나타났고, 오일 함량이 적을수록 상승폭이 커지는 경향이 관찰되었다. 응집성과 탄력성은 오일 함량에 관계없이 유사하게 나타났으며, 침지 후 상승하여 돈지 수준에 근접하게 나타났다(도 25 내지 27 참조).
- [0112] 또한, CLSM에 의한 이미지에서 오일 함량이 증가함에 따라 Nile 레드(Nile red)를 첨가하여 붉은색으로 표시된 지방구의 크기가 커지고 분포도 조밀해지는 것으로 관찰되었다(도 28 참조). 그 중 50% 오일 함유된 에멀션 겔의 확대 이미지(도 29)에서 붉은색의 지방구 주변을 탄수화물을 지시하는 초록색 입자들에 의해 둘러싸여 있는 것으로 나타났고, 이는 SA에 의한 피커링 에멀션(Pickering emulsion)의 구조로 판단되었다.
- [0113] SEM 측정 이미지에서 오일 함량이 증가함에 따라 표면이 흐릿해지는 현상이 관찰되었는데(도 30 참조), 이는 오일에 의한 것으로 사료되었다. 도 31에서 농도구배 알코올(gradient alcohol) 처리에 의한 오일 제거 후 겔 조직층의 구조를 살펴보면 원형의 분화구 모형이 관찰되어 오일이 액적(droplet) 형태로 에멀션 겔 내에 존재하며 조직 구조의 견고함 유지에 기여하고 있는 것으로 보였다.
- [0114] **실시예 6: 제조된 비가역적 에멀션 겔의 지방 대체품 가능성에 대한 관능 평가**
- [0115] 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 앞다리 살 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.
- [0116] 관능검사 항목은 외형(appearance), 색(color), 향미(flavour), 경도(firmness), 탄성(elasticity), 전반적기호도(Overall acceptance)를 진행하였다.
- [0117] 에멀션 겔을 돈지와 관능적 비교 결과(도 32 참조) 경도에서의 개선점이 있었지만, 이취가 거의 없어 향미에서의 기호도가 높게 나타났다. 전반적으로 돈지와 견줄만한 외형과 색으로 비분쇄 모방육의 대체지방으로서 활용 가치가 있을 것으로 판단되었다.

도면

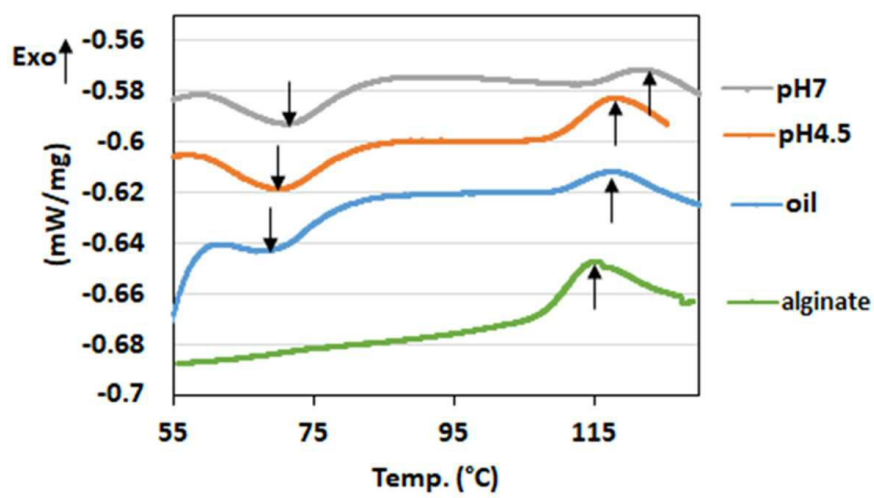
도면1



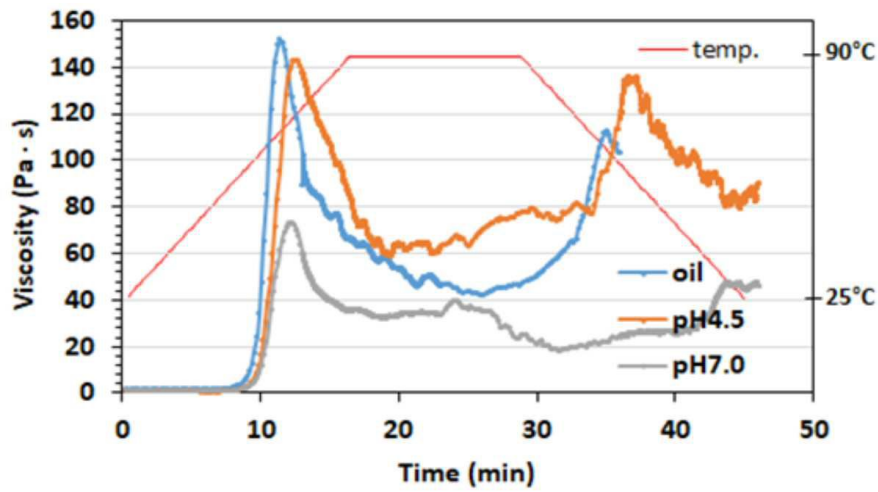
도면2



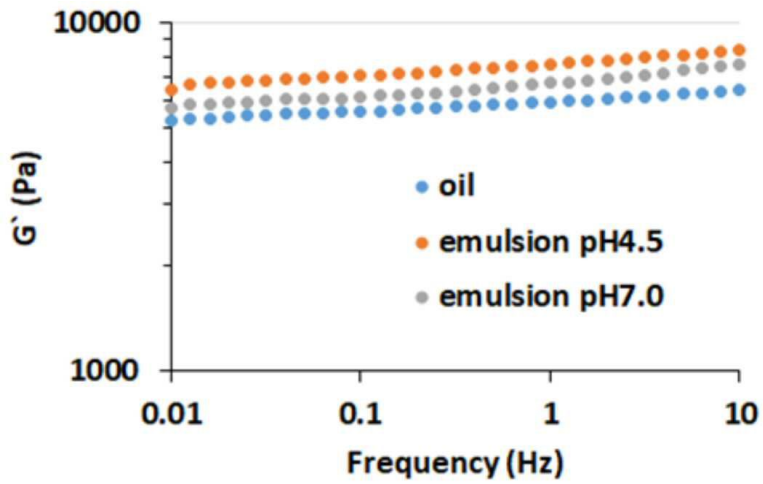
도면3



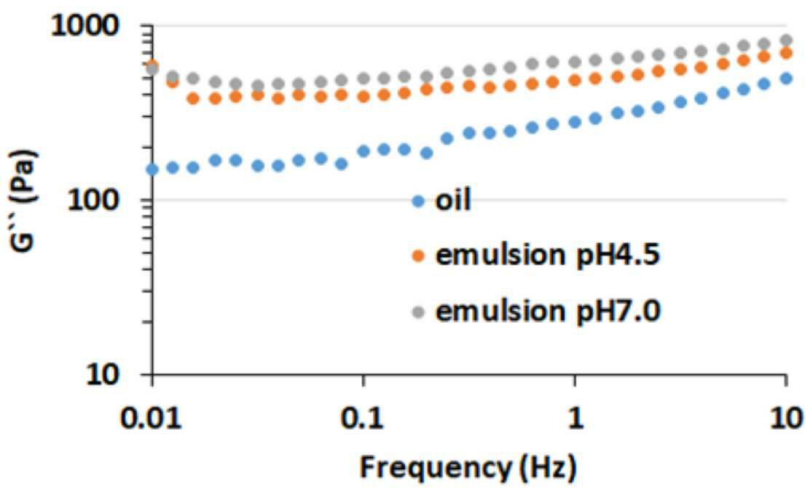
도면4



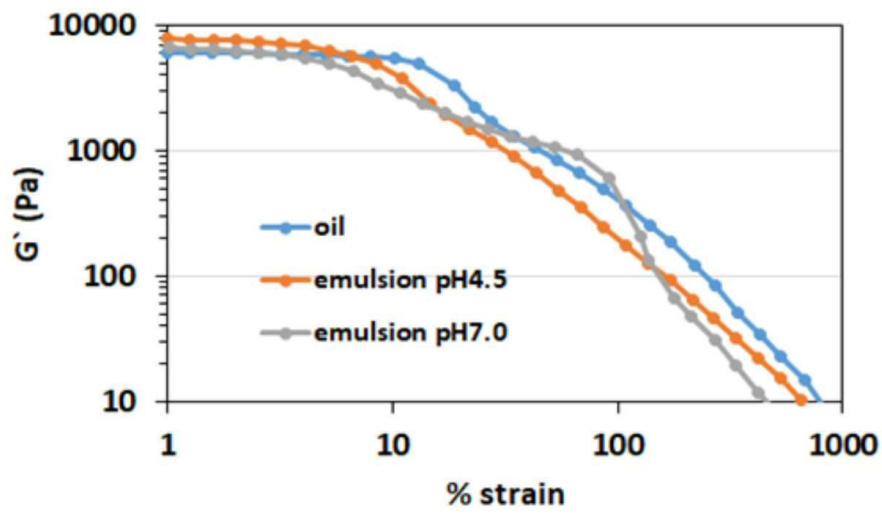
도면5



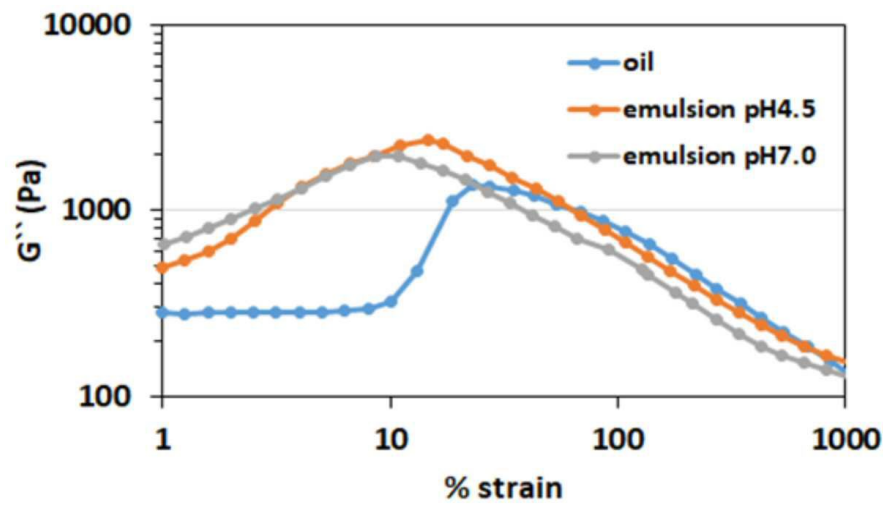
도면6



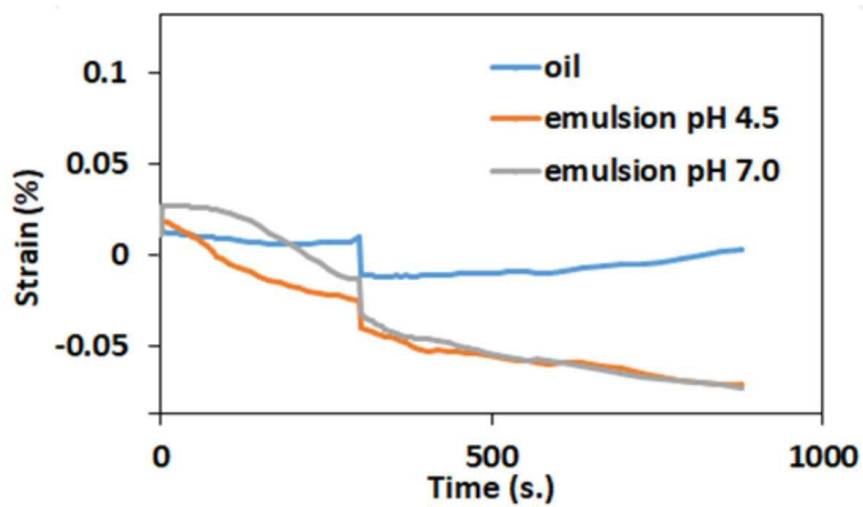
도면7



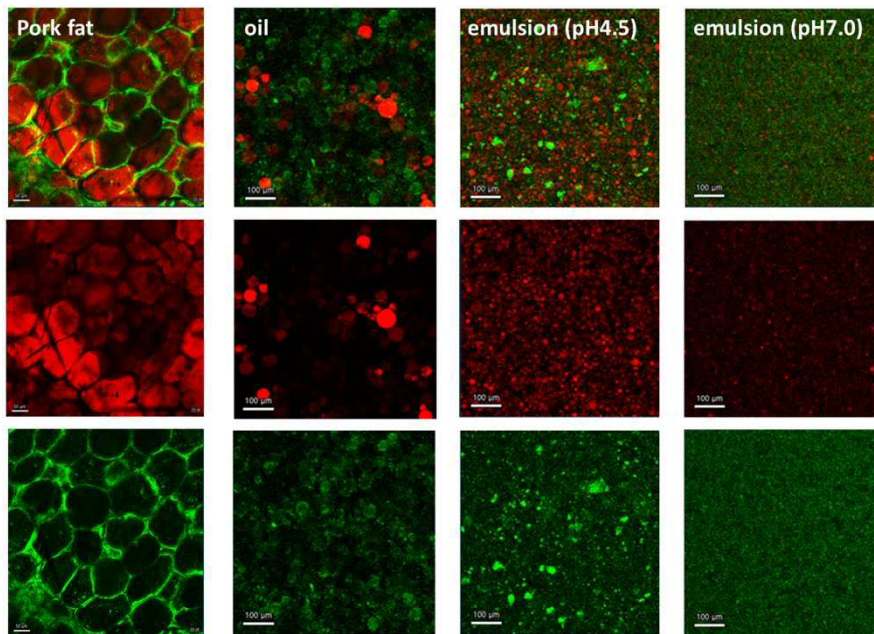
도면8



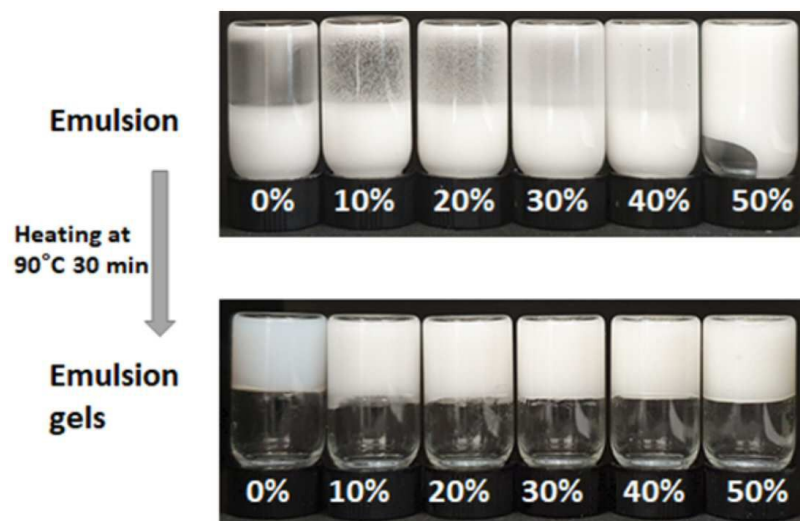
도면9



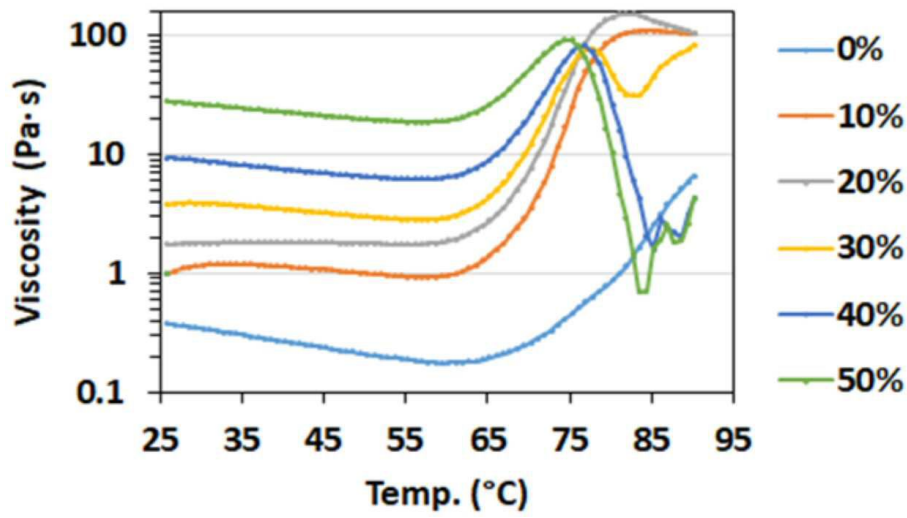
도면10



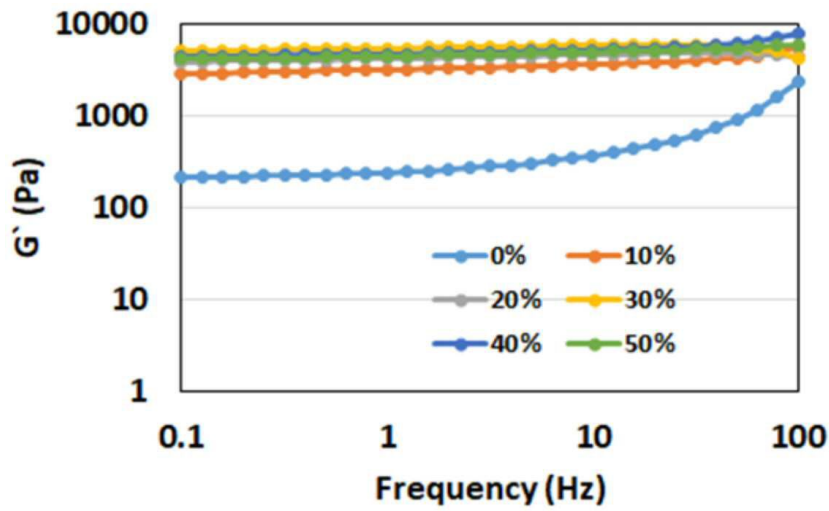
도면11



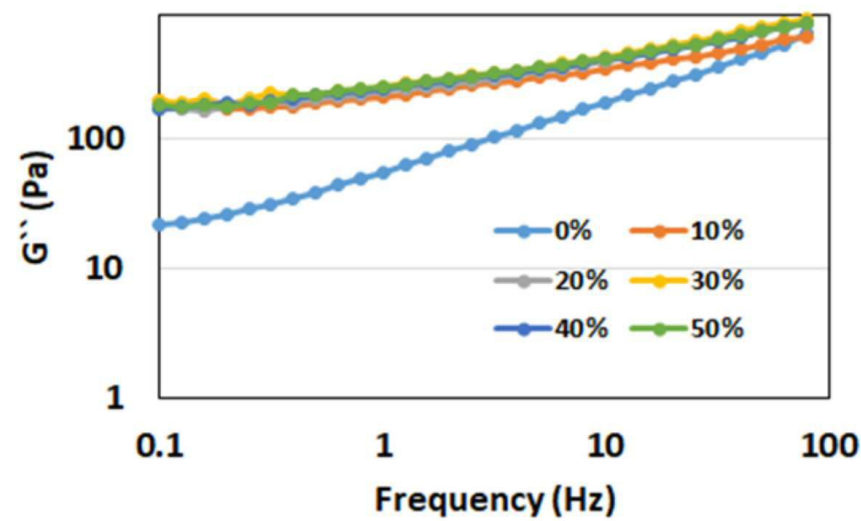
도면12



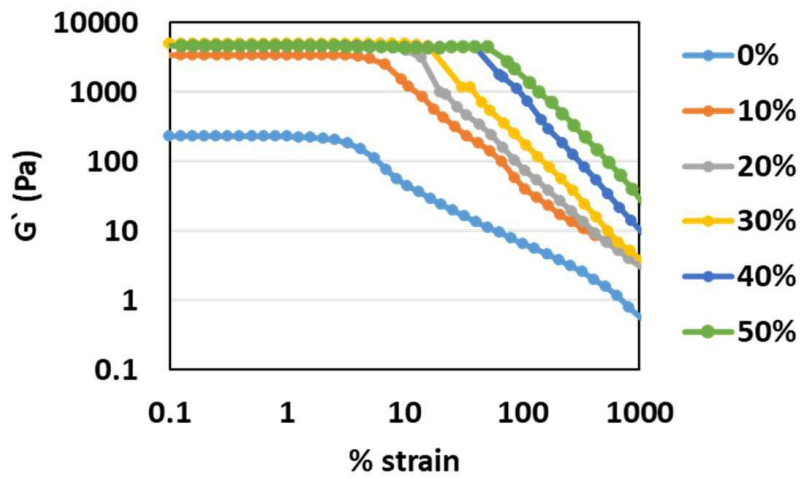
도면13



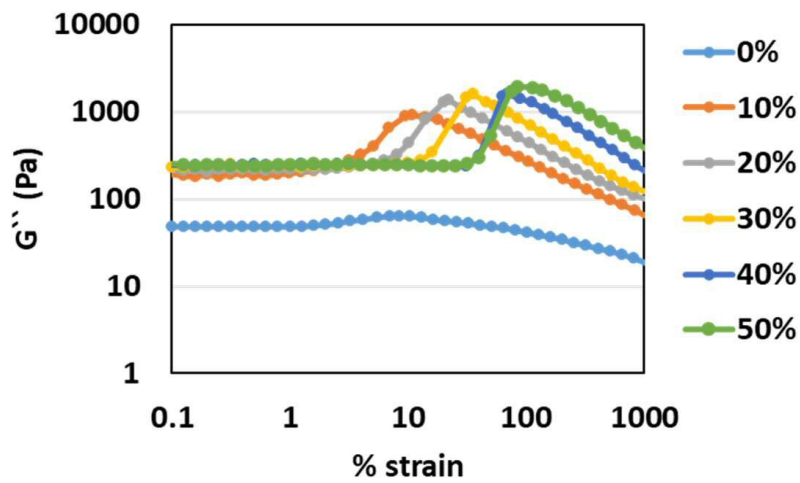
도면14



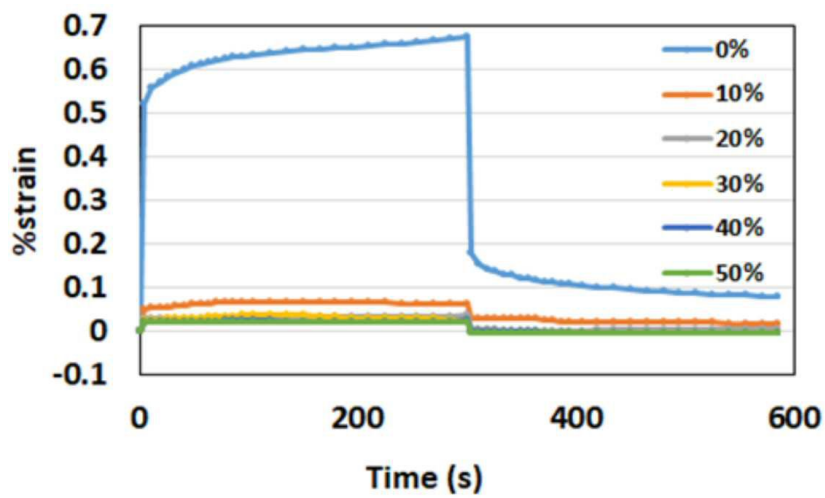
도면15



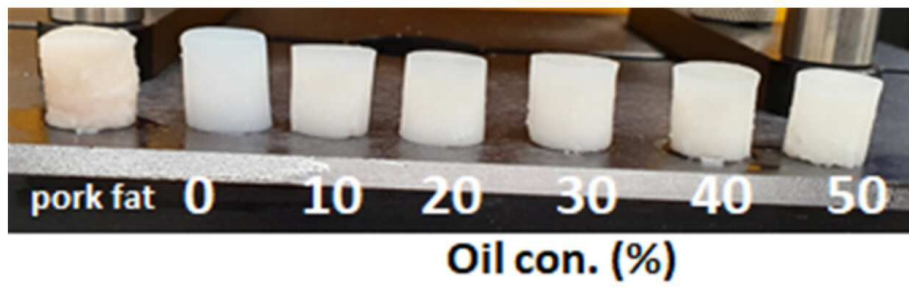
도면16



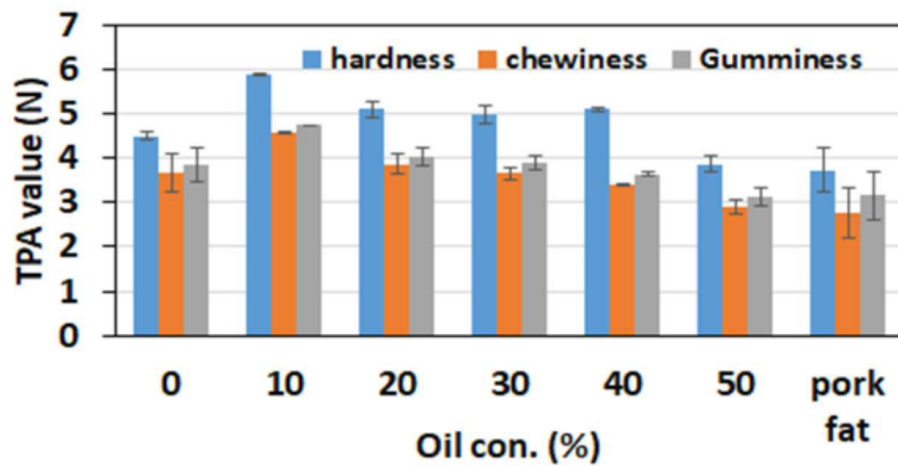
도면17



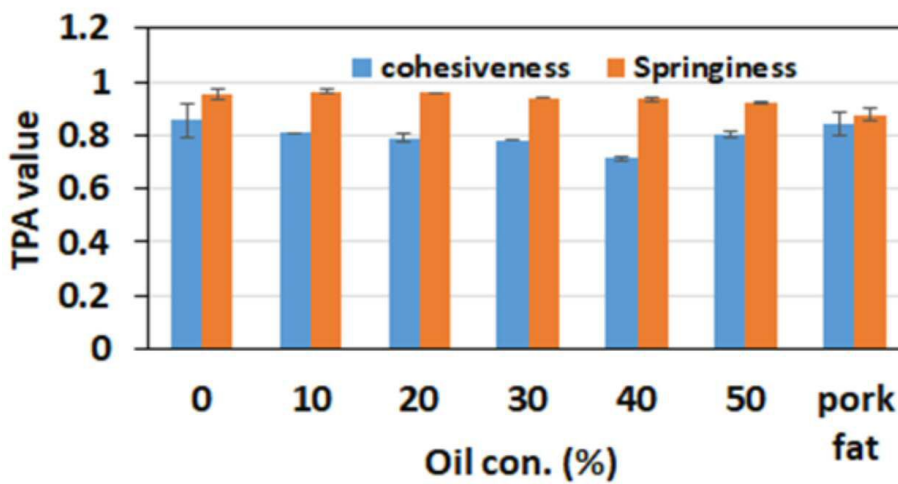
도면18



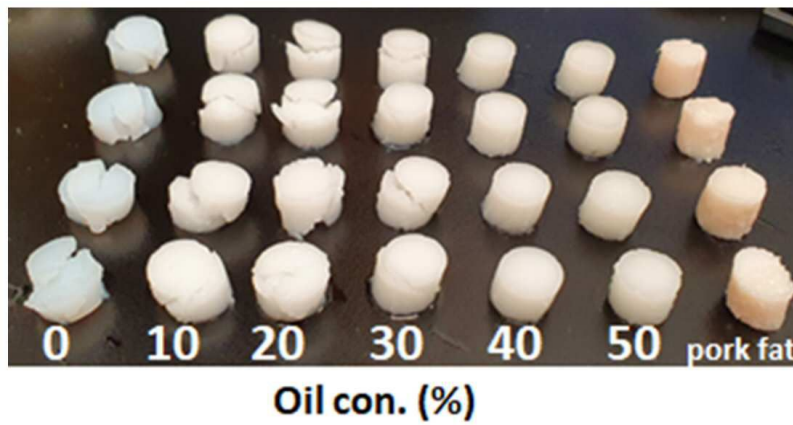
도면19



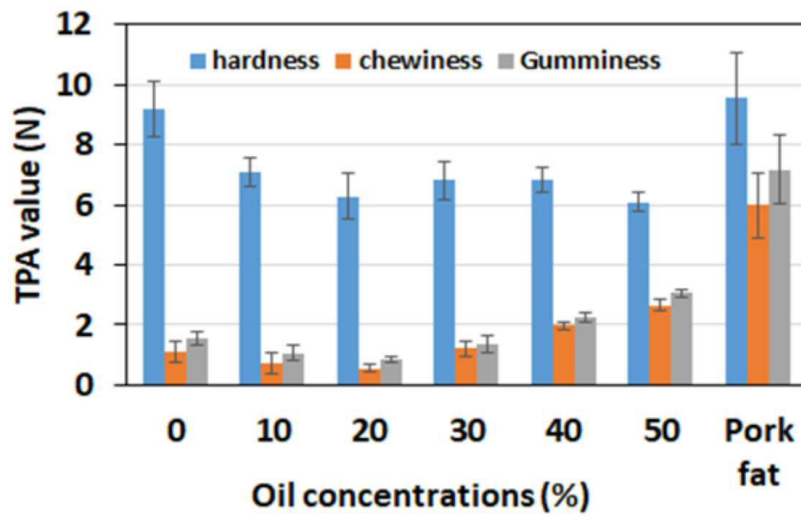
도면20



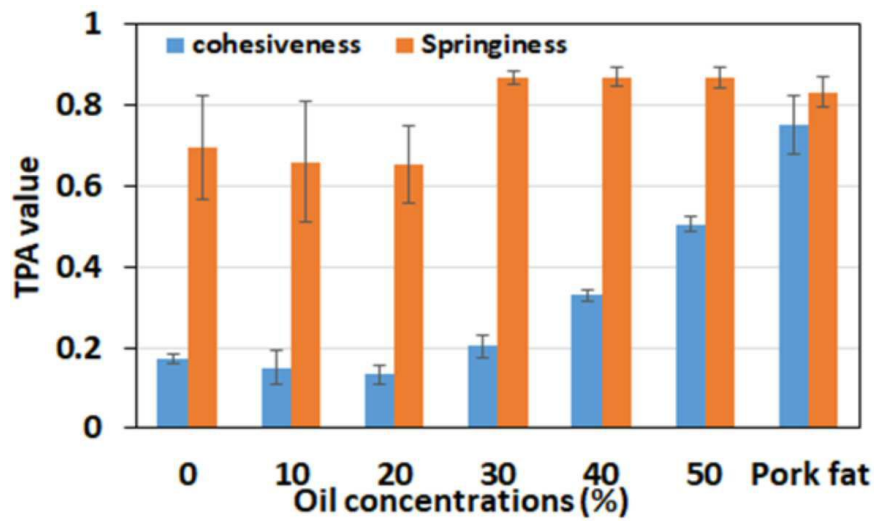
도면21



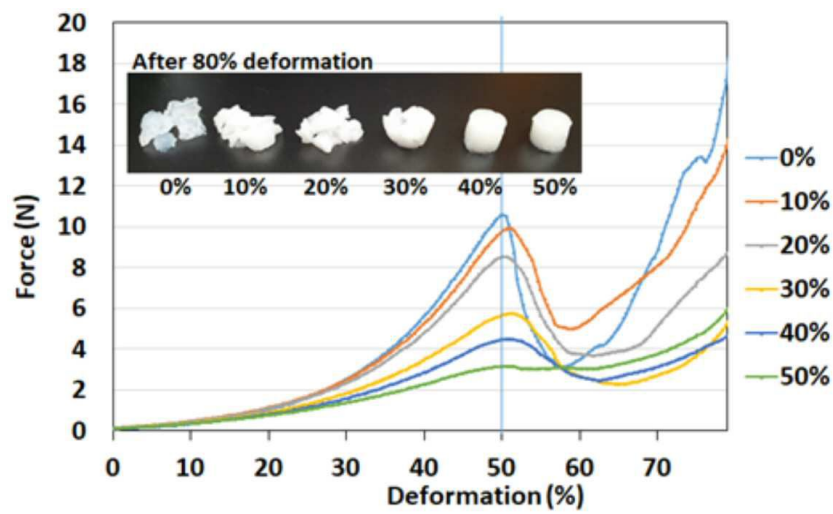
도면22



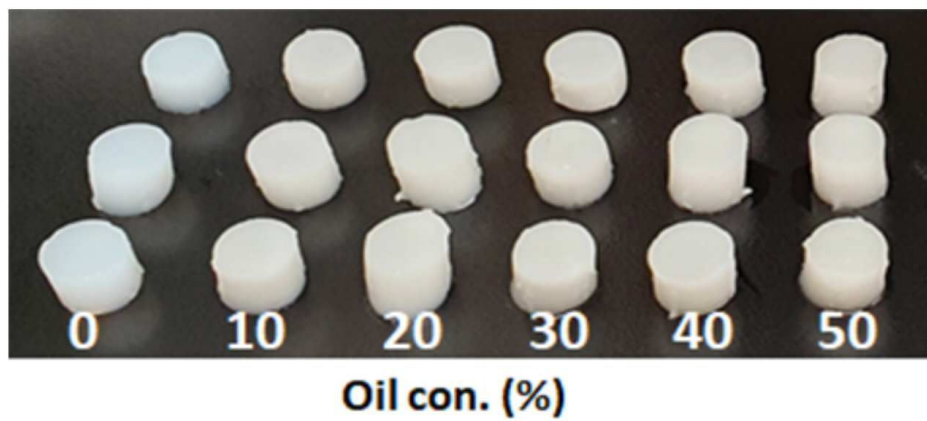
도면23



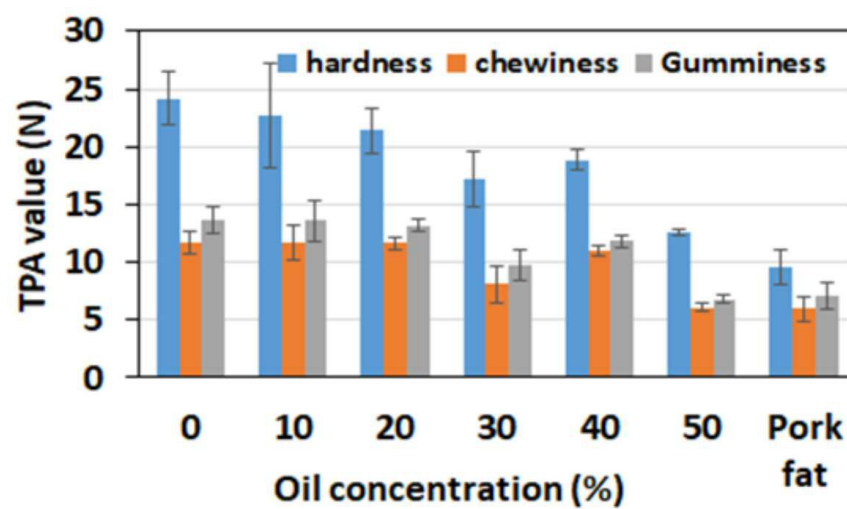
도면24



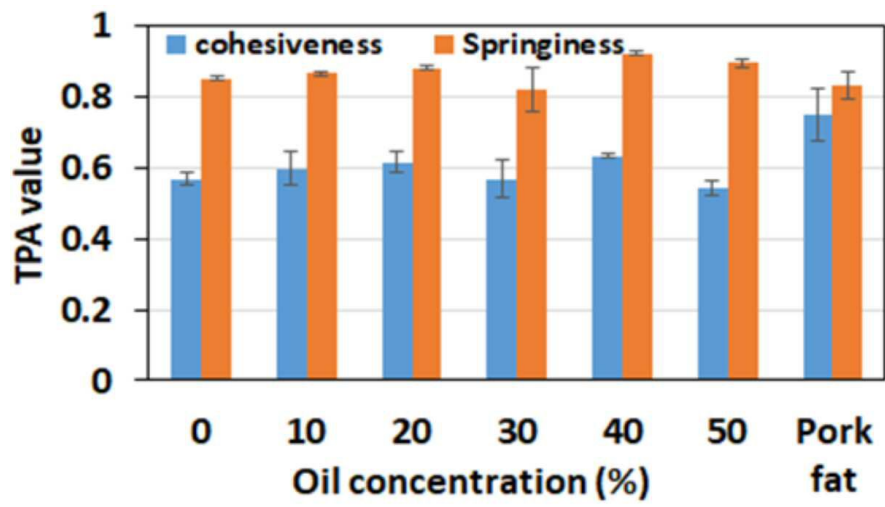
도면25



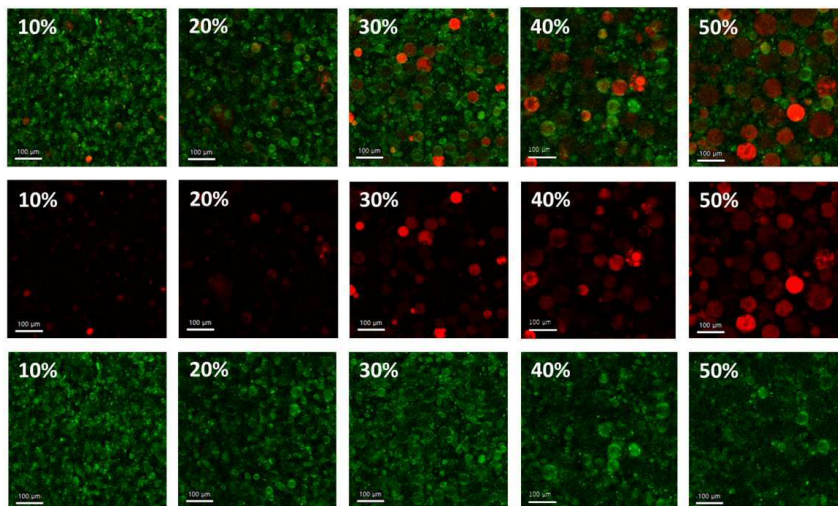
도면26



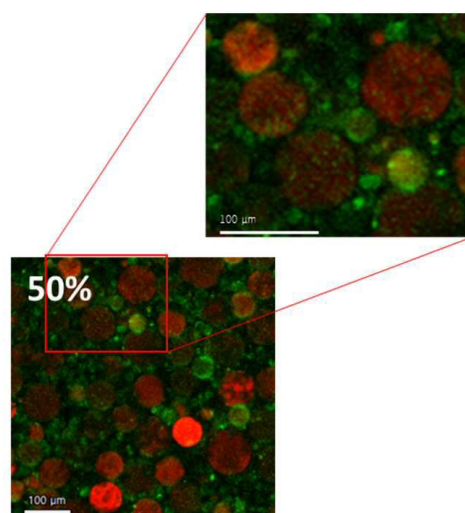
도면27



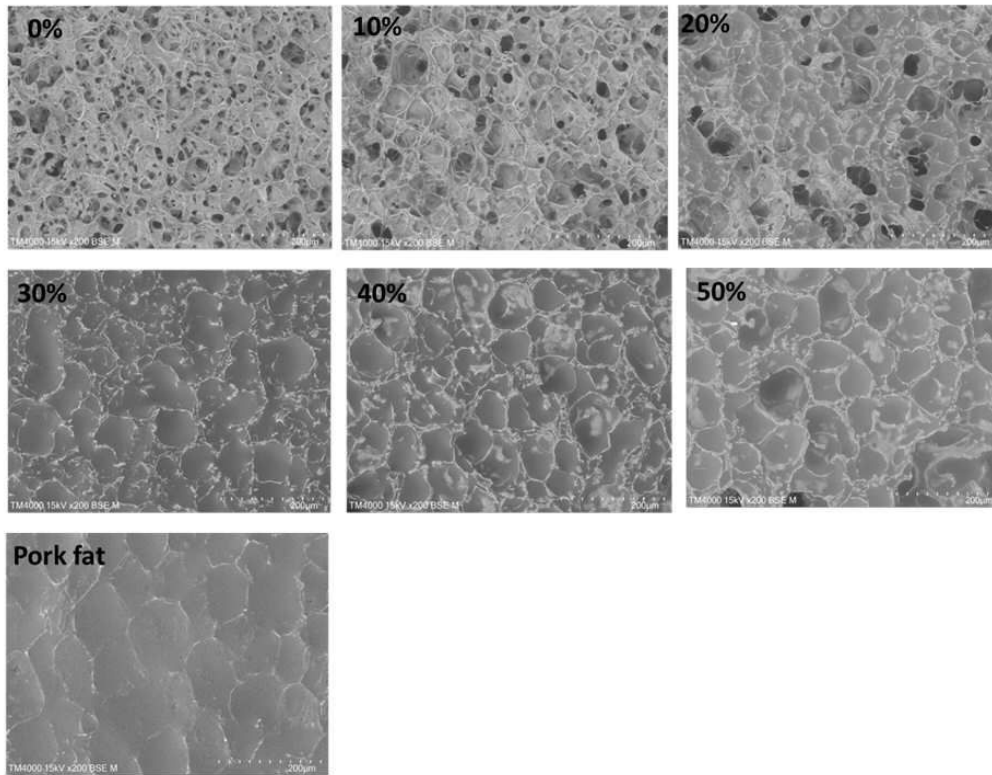
도면28



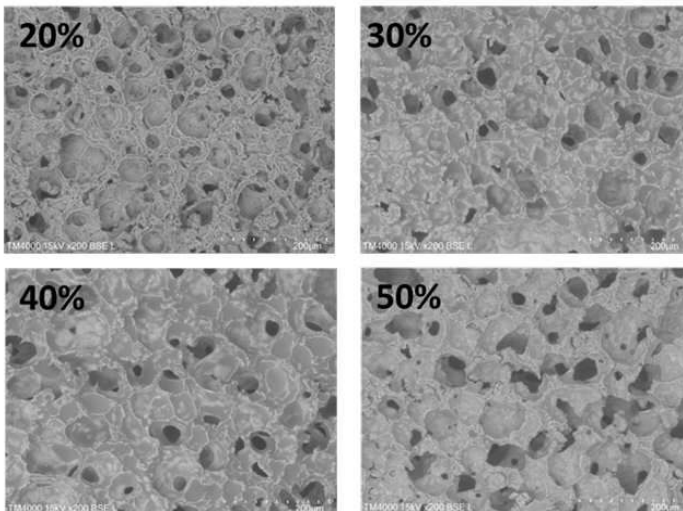
도면29



도면30



도면31



도면32

