



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0097585
(43) 공개일자 2024년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23J 3/16 (2006.01) A23J 1/00 (2006.01)
A23J 3/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A23J 3/16 (2013.01)
A23J 1/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0179793
(22) 출원일자 2022년12월20일
심사청구일자 2022년12월20일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이진규
서울특별시 서초구 반포대로 275, 108동 1902호(반포동, 래미안퍼스티지아파트)
이남근
서울특별시 강서구 공항대로2가길 33, 203호(공항동, 진하우스)
(74) 대리인
리앤목특허법인

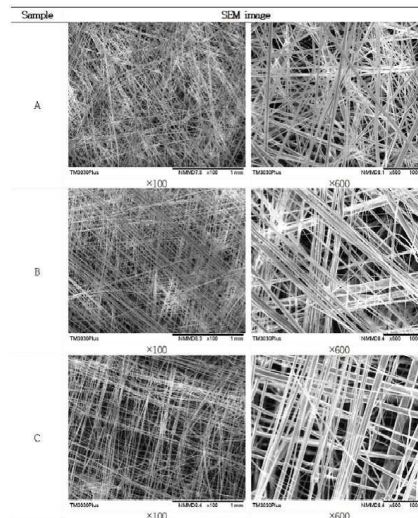
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제, 대체 단백질, 식품 및 대체 단백질의 제조방법

(57) 요약

대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제, 대체 단백질, 식품 및 대체 단백질의 제조방법이 개시된다. 개시된 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제는 제1 식물성 단백질을 포함하는 섬유들로 이루어진 섬유 적층체를 포함하고, 상기 섬유 적층체는 제1 방향으로 배열된 섬유들을 포함하는 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 및 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 배열된 섬유들을 포함하는 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A23J 3/18 (2013.01)

(72) 발명자

오유림

서울특별시 은평구 역말로9길 37-8 카리스하우스
101호(대조동)

김은지

서울특별시 서대문구 연세로2다길 11-13, 103호(창
천동)

하유림

서울특별시 마포구 신촌로 160, 이대역 서희스타힐
스 1108호(대흥동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1545025635

과제번호

321021032HD030

부처명

농림축산식품부

과제관리(전문)기관명

농림식품기술기획평가원

연구사업명

고부가가치식품기술개발

연구과제명

소고기 유사 분쇄형 및 비분쇄형 식물 기반 식품 생산을 위한 단백질 소재화 및 적

용 기술 개발

기 여 율

7/10

과제수행기관명

이화여자대학교 산학협력단

연구기간

2022.01.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1711167949

과제번호

2021R1F1A1056188

부처명

과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명

한국연구재단

연구사업명

개인기초연구(과기정통부)

연구과제명

3D 적층 대체육의 식감 모델링화

기 여 율

3/10

과제수행기관명

이화여자대학교

연구기간

2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제1 식물성 단백질을 포함하는 섬유들로 이루어진 섬유 적층체를 포함하고,

상기 섬유 적층체는 제1 방향으로 배열된 섬유들을 포함하는 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 및 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 배열된 섬유들을 포함하는 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층을 포함하는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층은 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층상에 적층되는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 섬유 적층체는 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층상에 순차적으로 적층된 적어도 하나의 제3 방향 배열 섬유층 내지 적어도 하나의 제 n 방향 배열 섬유층을 더 포함하고, 상기 n 은 4 이상의 정수인 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 내지 상기 적어도 하나의 제 n 방향 배열 섬유층은 섬유 배열 방향이 서로 다른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 식물성 단백질은 수불용성 단백질을 포함하고, 상기 수불용성 단백질은 제인(zein)을 포함하는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 각각의 섬유는 수용성 단백질 및 단백질 불용화제를 더 포함하고, 상기 수용성 단백질은 젤라틴을 포함하고, 상기 단백질 불용화제는 키토산을 포함하는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제.

청구항 7

대체 단백질 주재료;

대체 단백질 부재료; 및

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 포함하는 대체 단백질.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 대체 단백질 주재료는 제2 식물성 단백질을 포함하는 대체 단백질.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 식물성 단백질은 완두단백, 녹두단백 또는 이들의 조합을 포함하는 대체 단백질.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 대체 단백질 부재료는 글루텐을 포함하는 대체 단백질.

청구항 11

제7항에 있어서,

기타 첨가제를 더 포함하는 대체 단백질.

청구항 12

제7항에 따른 대체 단백질을 포함하는 식품.

청구항 13

복수종의 식물성 단백질로 이루어진 대체 단백질 주재료의 유변학적 특성을 분석하여 점탄성 기준에 따라 상기 복수종의 식물성 단백질의 최적 배합비를 결정하는 단계(S10);

상기 복수종의 식물성 단백질을 상기 단계(S10)에서 결정된 최적 배합비에 따라 배합하여 대체 단백질 주재료를 제조하는 단계(S20);

반응표면분석법(RSM: response surface methodology)을 이용하여 기준 단백질의 물성을 기준으로 상기 단계(S10)에서 제조된 대체 단백질 주재료, 대체 단백질 부재료 및 기타 첨가제를 배합비를 달리하여 배합하여 복수의 제1 대체 단백질 배합물을 제조한 후 상기 제조된 복수의 제1 대체 단백질 배합물을 사용하여 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율 및 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간을 결정하는 단계(S30);

상기 단계(S30)에서 제조된 상기 복수의 제1 대체 단백질 배합물 중 상기 단계(S30)에서 결정된 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율을 갖는 제1 대체 단백질 배합물에 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 더 첨가하여 제2 대체 단백질 배합물을 제조하는 단계(S40); 및

상기 단계(S40)에서 제조된 상기 제2 대체 단백질 배합물을 상기 단계(S30)에서 결정된 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간 동안 밀폐된 용기에 저장하여 상기 기준 단백질의 물성과 동등한 수준으로 조절된 물성을 갖는 대체 단백질을 제조하는 단계(S50)를 포함하는 대체 단백질의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제, 대체 단백질, 식품 및 대체 단백질의 제조방법이 개시된다. 보다 상세하게는, 대체 단백질에 동물성 단백질과 동등한 수준의 물성을 부여할 수 있는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제, 대체 단백질, 식품 및 대체 단백질의 제조방법이 개시된다.

배경 기술

[0002]

한국무역협회의 국제무역통상연구원에서 발간한 IIT Trade Focus, 2021년 16호(대체 단백질 식품 트렌드와 시사점: 푸트테크가 여는 새로운 미래)에 따르면, 코로나19 이후 건강, 환경, 동물 복지 등 사회·환경 부문의 지속가능성에 대한 관심이 커지면서 식물성 대체육을 중심으로 대체 단백질 식품 시장이 확대되고 있다. 대체 단백질(alternative Protein) 식품이란 동물성 단백질 식품 제조 시 전통적으로 사용되는 원료 대신 식물 추출, 동물 세포 배양, 미생물 발효 방식을 통해 인공적으로 단백질을 만들어 맛과 식감을 구현한 식품을 의미한다. 비욘드 미트, 임파서블푸드, 오틀리 등 글로벌 기업의 성장에 힘입어 대체 단백질 식품은 '특별하고 신기한 제품'에서 '일상적 소비제품'의 범주로 이동하고 있다. 대체 단백질 식품 시장 활성화는 소비자의 지속가능성 중

시에 따른 장기적 트렌드로 식품 산업뿐 아니라 유관 산업의 변화를 촉진해 약 3천 억 달러 규모의 글로벌 비즈니스 기회를 창출할 것으로 기대된다. 특히 최근 주목받고 있는 대체육의 경우 2030년 전 세계 육류 시장의 30% 규모로 성장하고 2040년에는 60% 이상을 차지해 기존 육류 시장규모를 추월할 것으로 전망되고 있다. 단백질 재배·사육 시대에서 추출·발효·배양 시대로의 전환기를 맞아 시장 트렌드를 기업 사례를 중심으로 4가지로 분석했다. 대체 단백질 제품은 지속적인 R&D 투자 확대와 식품기술 혁신을 통해 다양한 대체 제품과 새로운 제조 방식이 상용화되고 있으며, 대체 단백질 식품시장은 B2B 생태계 조성, 중국 시장 공략 본격화 등 시장이 활성화되고 있다는 점이 주목할 만하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 본 발명의 일 구현예는 대체 단백질에 동물성 단백질과 동등한 수준의 물성을 부여할 수 있는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 제공한다.
- [0004] 본 발명의 다른 구현예는 상기 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 포함하는 대체 단백질을 제공한다.
- [0005] 본 발명의 또 다른 구현예는 상기 대체 단백질을 포함하는 식품을 제공한다.
- [0006] 본 발명의 또 다른 구현예는 상기 대체 단백질의 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 측면은,
- [0008] 제1 식물성 단백질을 포함하는 섬유들로 이루어진 섬유 적층체를 포함하고,
- [0009] 상기 섬유 적층체는 제1 방향으로 배열된 섬유들을 포함하는 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 및 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 배열된 섬유들을 포함하는 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층을 포함하는 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 제공한다.
- [0010] 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층은 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층상에 적층될 수 있다.
- [0011] 상기 섬유 적층체는 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층상에 순차적으로 적층된 적어도 하나의 제3 방향 배열 섬유층 내지 적어도 하나의 제n 방향 배열 섬유층을 더 포함하고, 상기 n은 4 이상의 정수일 수 있다.
- [0012] 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 내지 상기 적어도 하나의 제n 방향 배열 섬유층은 섬유 배열 방향이 서로 다를 수 있다.
- [0013] 상기 제1 식물성 단백질은 수불용성 단백질을 포함하고, 상기 수불용성 단백질은 제인(zein)을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 각각의 섬유는 수용성 단백질 및 단백질 불용화제를 더 포함하고, 상기 수용성 단백질은 젤라틴을 포함하고, 상기 단백질 불용화제는 키토산을 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 측면은,
- [0016] 대체 단백질 주재료;
- [0017] 대체 단백질 부재료; 및
- [0018] 상기 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 포함하는 대체 단백질을 제공한다.
- [0019] 상기 대체 단백질 주재료는 제2 식물성 단백질을 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 제2 식물성 단백질은 완두단백, 녹두단백 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 대체 단백질 부재료는 글루텐을 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 대체 단백질은 기타 첨가제를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0024] 상기 대체 단백질을 포함하는 식품을 제공한다.

- [0025] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0026] 복수종의 식물성 단백질로 이루어진 대체 단백질 주재료의 유변학적 특성을 분석하여 점탄성 기준에 따라 상기 복수종의 식물성 단백질의 최적 배합비를 결정하는 단계(S10);
- [0027] 상기 복수종의 식물성 단백질을 상기 단계(S10)에서 결정된 최적 배합비에 따라 배합하여 대체 단백질 주재료를 제조하는 단계(S20);
- [0028] 반응표면분석법(RSM: response surface methodology)을 이용하여 기준 단백질의 물성을 기준으로 상기 단계(S10)에서 제조된 대체 단백질 주재료, 대체 단백질 부재료 및 기타 첨가제를 배합비를 달리하여 배합하여 복수의 제1 대체 단백질 배합물을 제조한 후 상기 제조된 복수의 제1 대체 단백질 배합물을 사용하여 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율 및 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간을 결정하는 단계(S30);
- [0029] 상기 단계(S30)에서 제조된 상기 복수의 제1 대체 단백질 배합물 중 상기 단계(S30)에서 결정된 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율을 갖는 제1 대체 단백질 배합물에 상기 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 더 첨가하여 제2 대체 단백질 배합물을 제조하는 단계(S40); 및
- [0030] 상기 단계(S40)에서 제조된 상기 제2 대체 단백질 배합물을 상기 단계(S30)에서 결정된 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간 동안 밀폐된 용기에 저장하여 상기 기준 단백질의 물성과 동등한 수준으로 조절된 물성을 갖는 대체 단백질을 제조하는 단계(S50)를 포함하는 대체 단백질의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제는 대체 단백질에 동물성 단백질과 동등한 수준의 물성을 부여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 구현예들에 따른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제들의 주사전자현미경(SEM) 이미지들이다.
- 도 2a는 주파수 스위프(frequency sweep)에 따른 복수종의 식물성 단백질로 이루어진 대체 단백질 주재료의 유변학적 거동을 나타낸 그래프이다.
- 도 2b는 온도 변화(temperature sweep)에 따른 복수종의 식물성 단백질로 이루어진 대체 단백질 주재료의 유변학적 거동을 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 반응표면분석법(RSM: response surface methodology)을 이용하여 글루텐 첨가비율과 저장시간이 다른 9가지 샘플의 Texture analysis 결과에 대한 반응표면도를 얻었으며, 우둔의 조직감 값을 기준으로 하여 최적화를 수행하여 최적의 글루텐 첨가비율 및 최적의 저장시간을 도출하여 그 결과를 나타낸 도면이다. 구체적으로, 도 3의 (a)는 3차원 반응표면 최적화 이미지 플롯이고, 도 3의 (b)는 반응표면에 의한 최적 조건을 나타낸 그래프이고, 도 3의 (a)에서 WG는 글루텐 첨가비율을 나타내고, SD는 저장시간(hr)을 나타내고, 도 3의 (b)에서 Composite Desirability는 대조군인 우둔의 물성을 "1" 이라고 했을 때 대체 단백질의 상대적 물성 수준을 나타내는 것이고, D와 d는 대조군인 우둔과의 편차를 나타내고, y는 반응표면분석법에 의해 도출된 값(최적 예상 값)을 나타내고, Targ는 target의 물성 값(대조군 우둔의 chewiness, gumminess, hardness 값)을 나타내고, Cur(current)는 계산된 최적화 조건 값을 나타낸다.
- 도 4는 전자현미경을 이용하여 측정한 섬유형 첨가제 미첨가 대체 단백질, 우둔 및 섬유형 첨가제 첨가 대체 단백질의 표면미세구조를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하, 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 상세히 설명한다.
- [0034] 본 명세서에서, "대체 단백질(alternative protein)"이란 식물성 단백질을 포함하는 2종 이상의 성분을 사용하여 인공적으로 만든 단백질로서, 동물성 단백질과 동등한 수준의 물성(경도(hardness), 씹힘성(chewiness) 및 겹섬성(gumminess))을 갖는 단백질을 의미한다.
- [0035] 또한 본 명세서에서, "유변학적 특성(rheological properties)"이란 저장 탄성률(storage modulus, G'), 손실

탄성률(loss modulus, G''), 탄젠트 델타($\tan \delta$) 또는 이들의 조합을 의미한다.

- [0036] 또한 본 명세서에서, "반응표면분석법(RSM: response surface methodology)"이란 여러개의 설명변수 X 들이 복합적인 작용을 함으로써 어떤 반응변수 Y 에 영향을 줄 때, 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대한 통계적 분석 방법을 의미한다. 일반적으로 반응표면분석법은 X 와 Y 의 관계가 2차 곡선반응을 나타낼 때 사용되며, 중심합성계획법(central composite design)이 대표적인 방법이라 할 수 있다. 완전요인배치법을 이용한 회귀반응식은 상수항과 1차항만 있었으나, 2차 곡선반응에 대한 회귀계수까지 모두 파악하기 위해서는 기존의 실험위치에 추가적인 실험이 포함되어야 한다. 시간과 비용의 문제를 최소화시킬 수 있도록 실험횟수의 증가폭을 최소화하는 방법으로 고안된 것이 중심합성계획법인데, 이를 위해서는 완전요인배치법에서 설명된 실험의 위치(cube points)와 새롭게 추가되는 축점(axial point)에서는 반복없이 1회의 실험만 실시하며 중심점(center point)에서만 반복 실험을 통해 오차항을 구하게끔 한다. 이러한 반응표면분석법은 여러 인자들이 제품의 성질에 영향을 줄 때 유용한 방법이다.
- [0037] 또한 본 명세서에서, "점탄성(viscoelasticity)"이란 물체에 힘을 가했을 때 탄성변형과 점성을 지닌 흐름이 동시에 나타나는 현상을 말한다. 모든 물체는 이러한 점탄성을 가지고 있다.
- [0038] 또한 본 명세서에서, "방사 각도(spinning angle)"란 방사구금으로부터 섬유가 방사되는 방향과 섬유 수집틀 사이의 각도를 의미한다. 방사구금으로부터 방사된 섬유는 360° 회전 가능하도록 구성된 섬유 수집틀에 쌓이는데, 일정 시간(예를 들어, 2시간)마다 상기 섬유 수집틀을 미리 결정된 각도만큼 일방향(시계방향 또는 반시계 방향)으로 회전시켜주면, 섬유 배열 방향이 다른 복수의 섬유층들을 포함하는 섬유 적층체가 형성되게 된다.
- [0039] 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제(이하, 간단히 “섬유형 첨가제”로 지칭함)는 제1 식물성 단백질을 포함하는 섬유들로 이루어진 섬유 적층체를 포함한다.
- [0040] 상기 섬유 적층체는 섬유 매트(fiber mat) 형상을 가질 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0041] 구체적으로, 상기 섬유 적층체는 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 및 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층을 포함할 수 있다.
- [0042] 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층은 제1 방향으로 배열된 섬유들을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층에 포함된 섬유들은 실질적으로 모두 제1 방향으로 배열될 수 있다.
- [0043] 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 배열된 섬유들을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층에 포함된 섬유들은 실질적으로 모두 제2 방향으로 배열될 수 있다.
- [0044] 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층은 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층상에 적층될 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 섬유 적층체는 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층상에 순차적으로 적층된 적어도 하나의 제3 방향 배열 섬유층 내지 적어도 하나의 제 n 방향 배열 섬유층을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 n 은 4 이상의 정수일 수 있다.
- [0046] 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 내지 상기 적어도 하나의 제 n 방향 배열 섬유층은 섬유 배열 방향이 서로 다를 수 있다. 구체적으로, 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층은 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층과 섬유 배열 방향이 다르고, 상기 적어도 하나의 제3 방향 배열 섬유층은 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 및 상기 적어도 하나의 제2 방향 배열 섬유층과 섬유 배열 방향이 모두 다르고, 상기 적어도 하나의 제 n 방향 배열 섬유층은 상기 적어도 하나의 제1 방향 배열 섬유층 내지 상기 적어도 하나의 제 $n-1$ 방향 배열 섬유층과 섬유 배열 방향이 모두 다를 수 있다.
- [0047] 상기 제1 식물성 단백질은 수불용성 단백질을 포함할 수 있다.
- [0048] 상기 수불용성 단백질은 제인(zein)을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 상기 각각의 섬유는 수용성 단백질 및 단백질 불용화제를 더 포함할 수 있다.
- [0050] 상기 단백질 불용화제는 상기 수용성 단백질이 물에 전혀 또는 거의 용해되지 않도록 하는 역할을 수행한다.
- [0051] 상기 수용성 단백질은 젤라틴을 포함할 수 있고, 상기 단백질 불용화제는 키토산을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0052] 이하, 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질을 상세히 설명한다.
- [0053] 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질은 대체 단백질 주재료, 대체 단백질 부재료 및 상기 섬유형 첨가제를 포함한다.
- [0054] 상기 대체 단백질 주재료는 제2 식물성 단백질을 포함할 수 있다.
- [0055] 상기 제2 식물성 단백질은 완두단백, 녹두단백 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 상기 대체 단백질 부재료는 상기 대체 단백질의 물성(예를 들어, 경도(hardness)와 겹성(gumminess))을 조절할 수 있는 글루텐을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 또한, 상기 대체 단백질은 기타 첨가제를 더 포함할 수 있다.
- [0058] 상기 기타 첨가제는 감자 전분, k-카라기난, 레시틴, 코코넛 오일, 알칼리 용액, 비트 분말 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0059] 본 발명의 다른 측면은 대체 단백질을 포함하는 식품을 제공한다.
- [0060] 이하, 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질의 제조방법을 상세히 설명한다.
- [0061] 본 발명의 일 구현예에 따른 대체 단백질의 제조방법은 복수종의 식물성 단백질로 이루어진 대체 단백질 주재료의 유변학적 특성을 분석하여 점탄성 기준에 따라 상기 복수종의 식물성 단백질의 최적 배합비를 결정하는 단계(S10), 상기 복수종의 식물성 단백질을 상기 단계(S10)에서 결정된 최적 배합비에 따라 배합하여 대체 단백질 주재료를 제조하는 단계(S20), 반응표면분석법(RSM: response surface methodology)을 이용하여 기준 단백질의 물성을 기준으로 상기 단계(S10)에서 제조된 대체 단백질 주재료, 대체 단백질 부재료 및 기타 첨가제를 배합비를 달리하여 배합하여 복수의 제1 대체 단백질 배합물을 제조한 후 상기 제조된 복수의 제1 대체 단백질 배합물을 사용하여 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율 및 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간을 결정하는 단계(S30), 상기 단계(S30)에서 제조된 상기 복수의 제1 대체 단백질 배합물 중 상기 단계(S30)에서 결정된 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율을 갖는 제1 대체 단백질 배합물에 상기 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 더 첨가하여 제2 대체 단백질 배합물을 제조하는 단계(S40), 및 상기 단계(S40)에서 제조된 상기 제2 대체 단백질 배합물을 상기 단계(S30)에서 결정된 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간 동안 밀폐된 용기에 저장하여 상기 기준 단백질의 물성과 동등한 수준으로 조절된 물성을 갖는 대체 단백질을 제조하는 단계(S50)를 포함한다.
- [0062] 상기 단계(S10)에서, 복수종의 식물성 단백질로 이루어진 대체 단백질 주재료의 샘플들을 배합비를 달리하여 복수개 제조한 후, 각각의 유변학적 특성을 분석하여 점탄성을 평가한 다음, 모든 샘플 중 점성적 성질과 탄성적 성질이 모두 중간값 수준인 샘플의 배합비를 최적 배합비로 결정할 수 있다. 그러나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 상기 단계(S30)에서, 상기 기준 단백질은 우둔(top round cap off)일 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0064] 또한 상기 단계(S30) 및 상기 단계(S50)에서, 상기 기준 단백질의 물성은 경도(hardness), 씹힘성(chewiness) 및 겹성(gumminess)을 포함할 수 있다.
- [0065] 또한 상기 단계(S30) 및 상기 단계(S50)에서, 상기 대체 단백질 부재료의 최적 첨가비율 및 상기 제1 대체 단백질 배합물의 최적 저장시간이란 상기 대체 단백질 부재료의 첨가비율을 달리하여 상기 제1 대체 단백질 배합물의 샘플들을 복수개 제조한 후, 각각의 샘플에 대하여 저장시간을 달리하여 보관하였을 때, 상기 기준 단백질의 물성과 동등한 수준의 물성을 갖게 되는 특정 샘플 및 특정 저장시간의 조합에서 당해 샘플 중 대체 단백질 부재료의 첨가량과 당해 저장시간을 의미한다. 여기서, “저장시간”이란 냉장온도(4℃)에서 밀폐된 용기에 샘플을 넣고 보관하는 시간을 의미한다.
- [0066] 또한 상기 단계(S30) 및 상기 단계(S50)에서, 상기 대체 단백질 부재료의 첨가비율이란 상기 대체 단백질 주재료와 상기 대체 단백질 부재료의 총합량을 숫자 “10”으로 표시하였을 때, 상기 대체 단백질 주재료의 함량 대 상기 대체 단백질 부재료의 함량의 비율을 의미한다.
- [0067] 상기 단계(S40)에서, 상기 섬유형 첨가제는 최종 대체 단백질의 씹힘성(chewiness)을 상기 기준 단백질의 씹힘

성(chewiness)과 동등한 수준으로 향상시키는 역할을 수행한다.

이하, 본 발명을 하기 실시예를 들어 설명하지만, 본 발명이 하기 실시예로만 한정되는 것은 아니다.

1. 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제의 제조

(1) 단백질 기반 섬유의 제조

1) 실험재료

실험재료로는 제인(zein), 젤라틴(gelatin) 및 키토산(chitosan)을 사용하였다.

2) 실험방법

① 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 제조하였으며, 제인(zein), 젤라틴(gelatin) 및 키토산(chitosan) 원료를 이용하여 방사 각도별로 섬유 매트(fiber mat)를 제조하여 물성 차이를 분석하였다.

② 구체적으로, 제인(zein) 15g 및 젤라틴(gelatin) 15g을 혼합하여 총 고형분 함량이 30중량%인 단백질 혼합물을 제조하였으며, 상기 단백질 혼합물을 80부피% 아세트산 용매에 용해시키고 키토산(chitosan) 1.35g을 첨가한 후 자석교반기로 교반하여 분산시켜 섬유 제조용 혼합액을 제조하였으며, 상기 섬유 제조용 혼합액을 이용하여 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 제조하였다.

③ 상기 제조된 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제의 강도를 측정하기 위해 인장강도(TS: tensile strength)를 측정하였으며, 파단 연신율(EAB: elongation at break)은 인장 시험 시, 섬유 매트가 늘어나는 비율을 확인하고자 측정하였다.

3) 실험결과

① 방사 각도별로 제조한 상기 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제는 주사전자현미경을 이용하여 100 및 600 배율로 관찰하였으며, 관찰 결과, 시료 A, B 및 C 모두 정교한 격자 형태를 보이는 것으로 나타났다(도 1 참조). 도 1에서, A는 섬유 방사 진행중 2시간마다 섬유 수집틀을 시계방향으로 45° 각도로 회전시켜 제조한 섬유형 첨가제이고, B는 섬유 방사 진행중 2시간마다 섬유 수집틀을 시계방향으로 60° 각도로 회전시켜 제조한 섬유형 첨가제이고, C는 섬유 방사 진행중 2시간마다 섬유 수집틀을 시계방향으로 90° 각도로 회전시켜 제조한 섬유형 첨가제이다.

② 방사 각도별 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제의 TS 및 EAB 측정 결과, 모두 유의적인 차이가 나타났다. TS 및 EAB는 시료 A에서 각각 17.44 ± 1.91 MPa 및 $17.78 \pm 0.96\%$ 로 가장 높은 강도 및 연신율을 가지는 것으로 나타났다(하기 표 1 참조).

표 1

샘플	TS(MPa)	EAB(%)
A	17.44 ± 1.91	17.78 ± 0.96
B	13.46 ± 0.97	11.11 ± 1.92
C	15.16 ± 0.17	13.33 ± 0.00

2. 대체 단백질 배합물의 배합비 설정

(1) 대체 단백질 주재료의 제조

1) 실험방법

① 우둔(육우)의 물성을 구현하기 위해 식물성 단백질 소재인 완두단백 분말과 녹두단백 분말을 사용하여 소재 혼합물들의 점성적 성질 및 탄성적 성질이 중간 값의 배합조건을 얻기 위해 유변학적 특성을 분석하였다.

- Temperature sweep test의 경우, 25~95℃, shear strain 1%, 25 mm diameter of plate, frequency 1 Hz의 조건으로 측정하였다.

- Frequency sweep test는 frequency 0.1~100 rad/s, 25℃, shear strain 0.1%, 25 mm diameter of plate의 조건으로 측정하였다.

② 완두단백:녹두단백의 비율을 중량 기준으로 7:3, 5:5 및 3:7로 배합물을 준비하여 유변학적 특성을 분석하였

다.

2) 실험 결과

① 식품의 유변학적 분석은 외부의 힘에 의한 식품 재료, 중간산물, 최종제품의 변형과 유동 특성을 분석하여 식품의 물리학적 미각, 즉 식품이 부드럽다, 거칠다, 유체 상태, 반고체 상태, 고체 상태인지 식품의 풍미에 큰 영향을 미치는 입안에서 느끼는 감촉 정도를 정량적으로 표현하는 방법이다.

② 이에 제조하고자 하는 대체 단백질의 주요 성분들의 혼합에 따른 유변학적 특성을 분석하여 대체 단백질 성분들의 혼합 비율 중 점탄성 성질의 중간 값을 형성하는 결과를 도 2a와 도 2b에 나타내었다.

③ Frequency sweep (시료의 비파괴 변형 시간적 거동) 분석 결과(도 2a)를 참조하면, frequency와 관계없이 완두단백:녹두단백 비율에 따른 시료 모두 G' (Storage modulus, 탄성적 성질)가 G'' (Loss modulus, 점성적 성질)보다 큰 값으로 탄성적 거동이 우수하여 대체 단백질이 안전한 고체 형태의 네트워크 구조로 유지할 수 있는 것으로 나타났다. 완두단백의 비율이 높을수록 탄성적(G') 및 점성적(G'') 성질이 높았다.

④ 도 2b의 temperature sweep의 경우 (조리 시 물성 변화), 가열시 온도가 높아짐에 따라(하단 그래프 좌에서 우 방향), 냉각시 온도가 낮아짐에 따라(상단 그래프, 우에서 좌 방향) G' 및 G'' 가 높아지는 것으로 보아 식품 단백질 소재(즉, 대체 단백질 주재료)는 가열 및 냉각 후에 경화되는 특성으로 나타났으며, 완두단백의 비율이 높을수록 더 단단해지는 것으로 나타났다.

⑤ 유변학적 특성 분석 결과, 완두단백 및 녹두단백의 혼합비율 5:5(중량비)가 점성적 성질 및 탄성적 성질이 중간 값으로 나타나 가장 적합한 것으로 확인되었으며, 상기 중량비를 대체 단백질을 제조하기 위한 대체 단백질 주재료의 배합 조건으로 선정하였다.

(2) 대체 단백질 주재료 및 대체 단백질 부재료를 이용한 대체 단백질 제조의 최적 배합비 설정

1) 실험방법

① 우둔의 물성과 유사한 대체 단백질을 제조하기 위해 반응표면분석법 (RSM, response surface methodology)을 이용하여 대체 단백질 제조의 최적 배합비를 설정하였다.

② 최적화 방법: 대체 단백질 제조의 최적 배합비 설정시 소재로는 대체 단백질 주재료와 글루텐 소재(즉, 대체 단백질 부재료)를 사용하였으며, 기타 첨가제를 하기 표 2와 같이 고정하였다. Minitab[®] 20 software(Minitab Inc., USA)를 이용하여 글루텐 첨가비율과 저장시간을 달리한 9가지 샘플(하기 표 3 참조)의 Texture analysis 결과에 대한 반응표면도를 얻었으며 우둔의 조직감 값을 기준으로 두고, 최적화를 수행하여 최적의 글루텐 첨가비율 및 최적 저장시간을 도출하였다(도 3 및 하기 표 4 참조).

③ 물성 분석은 texture analyzer (TA.XT2i Plus, Stable Microsystems, UK)를 이용하여 double-cycle compression test type으로 경도(hardness), 씹힘성(chewiness) 및 검성(gumminess)을 측정하였다(Diameter of probe: 25 mm, Strain: 75%, Trigger force: 5 g, Speed: pre-test 1 mm/s, test 5 mm/s, post-test 5 mm/s).

대조군인 우둔은 냉동상태에서 20 mm X 20 mm 크기로 자른 후 조리하여 3회 반복 측정하였으며, 실험군도 대조군과 동일하게 처리하여 측정하였다.

표 2

Ingredient	Content(g)
감자전분	0.36
k-카라기난	0.24
레시틴	0.10
코코넛오일	0.06
알칼리수(pH 8)	6.21
비트분말	0.26

표 3

Sample No.	Factor			감자 전분 (g)	k-카라기난 (g)	레시틴 (g)	코코넛 오일 (g)	알칼리수 (g)	비트 분말 (g)
	글루텐 (g)	저장시간 (day)*	대체 단백질 주재료 (g)**						
1	0.28	1	1.94	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
2	0.28	2	2.22	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
3	0.28	3	2.50	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
4	0.55	1	1.94	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
5	0.55	2	2.22	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
6	0.55	3	2.50	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
7	0.83	1	1.94	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
8	0.83	2	2.22	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26
9	0.83	3	2.50	0.36	0.24	0.10	0.06	6.21	0.26

* 저장시간: 냉장온도(4℃)에서 밀폐된 용기에 샘플을 넣고 1일, 2일, 3일 동안 보관

** 대체 단백질 주재료의 조성: 완두단백의 함량 + 녹두단백의 함량(5:5의 중량비)

2) 실험 결과

① 우둔의 물성과 유사한 대체 단백질 성분들의 최적 배합비의 반응표면분석의 결과는 도 3에 도시된 바와 같다.

- 우둔의 경도(hardness), 씹힘성(chewiness) 및 검성(gumminess)은 각각 21,831.5 g, 10,184.5 및 11,285.7이었으며, 최적화 결과 대체 단백질 주재료(완두 5중량부 : 녹두단백 5중량부) : 글루텐 첨가비율은 7.87중량부 : 2.13중량부, 저온저장시간은 1.48 days로 도출되었다.

② 씹힘성(chewiness)을 제외하고 경도(hardness) 및 검성(gumminess) 값에서 실제 육류인 우둔과 유의적인 차이(유의 확률(p) < 0.05)가 없어 유사한 것으로 확인되었다(하기 표 4 참조).

표 4

Sample	Response variable		
	경도(hardness)(g)	씹힘성(chewiness)	검성(gumminess)
우둔	21684.1±873.63	10193.5±1406.64	13414.8±667.99
예측 모델	21830	10180	11290
섬유형 첨가제 미첨가 대체 단백질	21838.4±762.53	12215.2±680.40	13060.9±275.46

3. 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 이용한 대체 단백질의 물성 개선

(1) 실험방법

상기 표 2와 표 4의 대체 단백질 성분들의 총중량 100 g을 기준으로 14 g의 섬유형 첨가제(제조된 섬유형 첨가제 중 인장강도 및 연신율이 중간 값을 갖는, 섬유 방사 진행 중 2시간마다 섬유 수집틀을 90° 각도로 회전시켜 제조한 섬유형 첨가제를 사용)를 첨가하여 대체 단백질을 제조하고, 상기 대체 단백질의 물성을 우둔의 물성과 비교하였다.

(2) 실험결과

최적화된 대체 단백질 성분들로 제조된 대체 단백질은 우둔의 물성과 비교했을 때 씹힘성(chewiness)의 개선이 필요하였으며, 이를 개선하기 위해 대체 단백질의 물성 조절용 섬유형 첨가제를 첨가한 결과, 상기 섬유형 첨가제를 첨가한 대체 단백질은 경도(hardness) 및 검성(gumminess) 물성이 우둔의 대응 물성들과 유사한 값(p < 0.05)을 유지하면서 상기 섬유형 첨가제를 첨가하지 않은 대체 단백질보다 씹힘성(chewiness)이 실제 우둔과 유의적인 차이(p < 0.05)가 없어 유사한 것으로 확인할 수 있었다(하기 표 5 참조). 이는 섬유형 첨가제의 첨가를 통해 대체 단백질 성분들 간의 결합 능력이 향상되어 수분이나 공기를 포집할 수 있는 대체 단백질의 능력이 증

가해 씹힘성(chewiness)이 감소한 것으로 판단할 수 있다(도 4 참조).

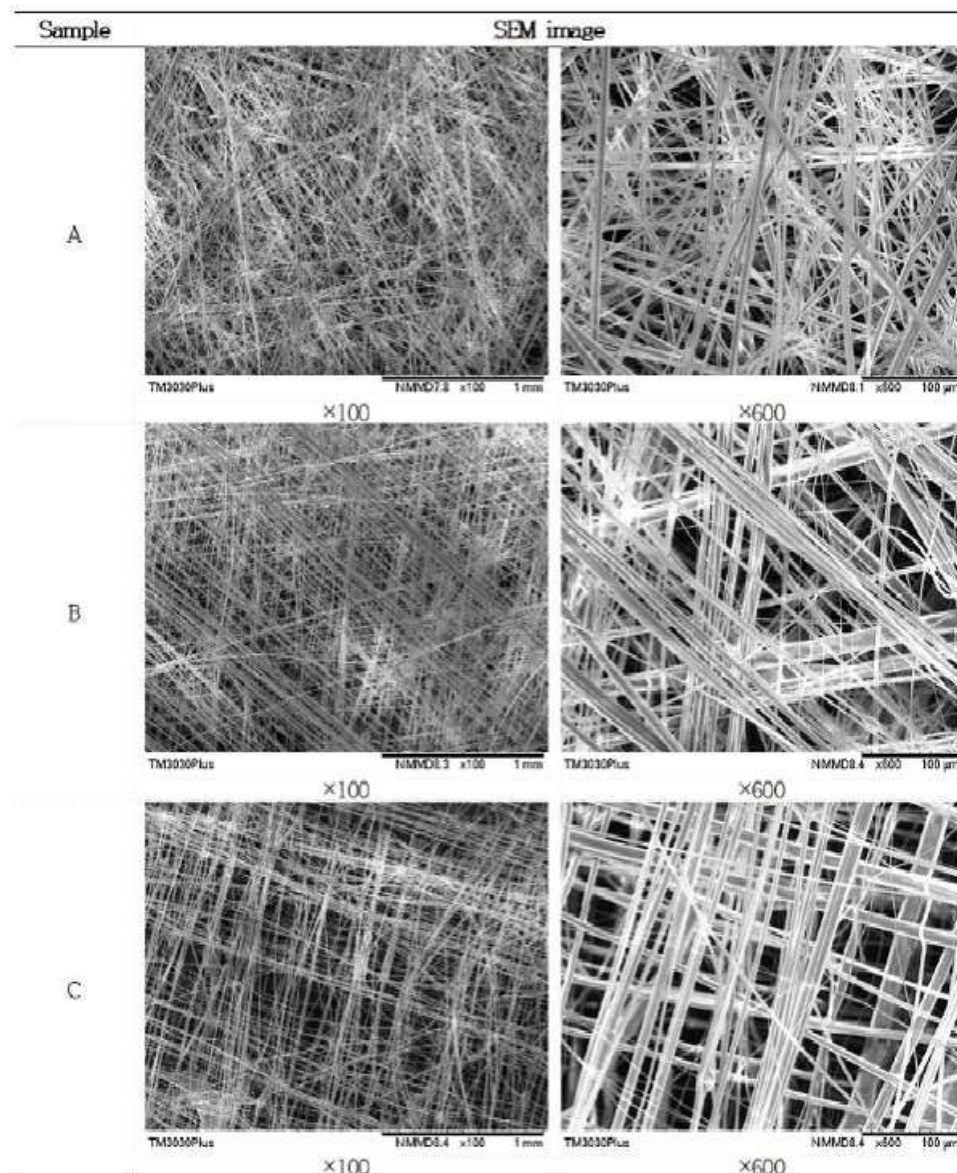
표 5

Sample	Response variable		
	경도(hardness)(g)	씹힘성(chewiness)	겉성(gumminess)
우둔	21684.1±873.63	10193.5±1406.64	13414.8±667.99
섬유형 첨가제 미첨가 대체 단백질	21838.4±762.53	12215.2±680.40	13060.9±275.46
섬유형 첨가제 첨가 대체 단백질	20964.0±223.76	10454.7±260.83	12165.12±262.23

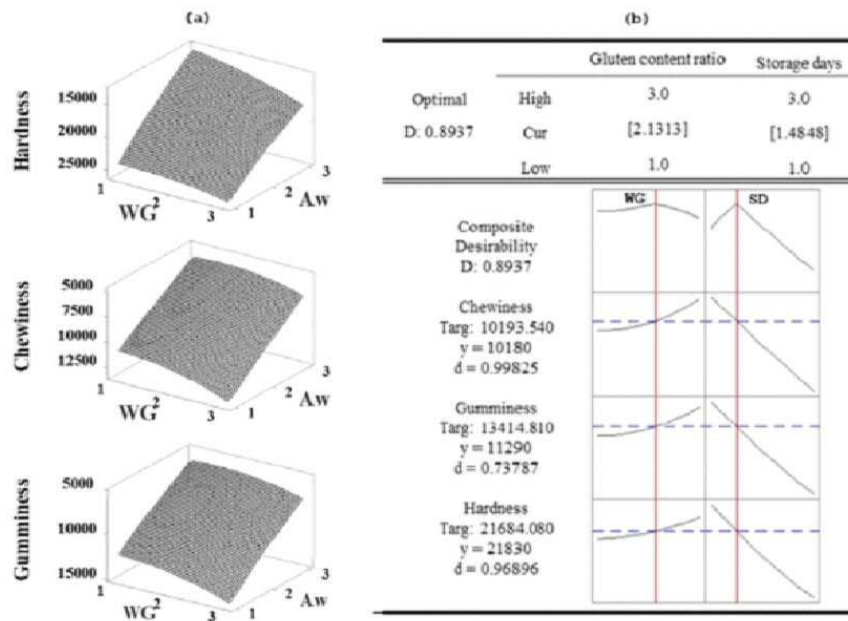
이상에서 도면 및 실시예를 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 구현예가 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 구현예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

도면

도면1



도면3



도면4

