(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0126267
(43) 공개일자 2023년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23L 33/00 (2016.01) *A23L 11/00* (2021.01)
A23L 17/40 (2016.01) *A23L 29/269* (2016.01)
A23L 29/281 (2016.01) *A23L 33/10* (2022.01)
A23L 33/15 (2016.01) *A23P 20/25* (2016.01)
(52) CPC특허분류
A23L 33/40 (2016.08)
A23L 11/03 (2016.08)
(21) 출원번호 10-2022-0022582
(22) 출원일자 2022년02월21일
심사청구일자 2022년02월21일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
이상길
부산광역시 남구 분포로 113, 203동 2204호(용호동, 엘지메트로시티)
윤현정
부산광역시 해운대구 선수촌로 122, 103동 1603호(반여동, 아시아선수촌아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
두호특허법인

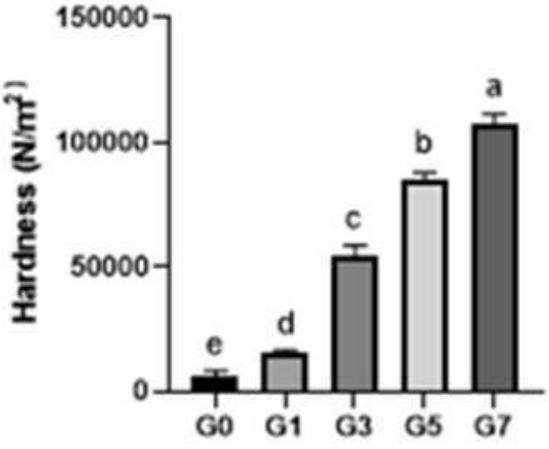
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물에 있어서, 전복, 대두단백, 폴리덱스트란(polydextran), 젤란검(gellan gum) 및 젤라틴(gelatin)을 포함하고, 상기 젤란검의 함유량은 0.5~1.5 %이고, 상기 젤라틴의 함유량은 2~4%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제공할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A23L 17/40 (2016.08)
A23L 29/269 (2016.08)
A23L 29/284 (2016.08)
A23L 33/10 (2022.01)
A23L 33/15 (2016.08)
A23P 20/25 (2016.08)
A23P 2020/253 (2016.08)
A23V 2002/00 (2023.08)
A23V 2250/5488 (2013.01)
(72) 발명자
정유진
부산광역시 남구 유엔로201번길 68-8, 302호(대연동, 아진더힐)

한나라
부산광역시 남구 황령대로492번길 18, 606호(대연동, 영 스퀘어)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	0020211063
과제번호	CD20211063
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국여성과학기술인육성재단
연구사업명	여대학원생 공학연구팀제 지원사업
연구과제명	3D 프린팅기술을 이용한 개인 맞춤형 수산 식품 개발 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	부경대학교
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1525010998
과제번호	201803932
부처명	해양수산부
과제관리(전문)기관명	해양수산과학기술진흥원
연구사업명	수산전문인력양성(R&D)
연구과제명	미래수산식품 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	부경대학교산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물에 있어서,

전복, 대두단백, 폴리덱스트란(polydextran), 젤란검(gellan gum) 및 젤라틴(gelatin)을 포함하고,

상기 젤란검의 함유량은 0.5~1.5 %이고, 상기 젤라틴의 함유량은 2~4%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 젤란검의 함유량은 1%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 젤라틴의 함유량은 3%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 전복의 함유량은 5~15%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 대두단백의 함유량은 4~5%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

비타민 C(vitamin C)를 더 포함하는, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일 실시예는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 한국은 출산율 저하와 기대수명 증가로 고령인구가 급증하고 있으며 2020년 고령 인구 비율 15.8%인 고령 사회에 진입하였고 2060년 고령 비율은 43.9%에 달할 것으로 예측된다. 노화로 인한 신체적 변화로는 자연치아 상실, 신체동작의 조정력 약화, 저작근의 약화가 있으며 이로 인해 식욕부진, 저작 및 연하 기능 저하 등의 증상이 나타나고 영양 불균형으로까지 이어진다. 이렇게 고령 사회로 인한 고령친화식품 개발이 시급하지만 한국의 고령친화식품 시장은 해외 시장에 비해 인식부족, 사업성 부재, 시장성 파악 및 기획의 부족, 기술개발 등의 문제로 인해 활성화되지 않고 있다.

[0005] 소비자들의 건강 기능식품에 대한 관심이 높아지면서 3D food printing이 주목받고 있다. 이는 다양한 패턴을 식품에 적용할 수 있어 시각적인 점을 개선하고 식품의 양과 영양성분의 조절을 통해 필수적인 영양소 또한 보충 가능해 개인맞춤형 식품 생산에 적합한 가공 방법이기 때문이다. 3D printing은 개인의 특정 영양 요구와 칼로리 섭취량을 기반으로 한 맞춤형 식사 생산을 가능하게 하며 노인이나 먹거나 삼키는 데 어려움이 있는 환자와 같이 특정 영양 요구 사항이 있는 사람들에게 적합하다. 노인 및 소화불량 환자에게 적절한 농도의 음식을 제공하는 것은 중요하지만 질감을 변형한 음식은 외관, 맛이 떨어질 수 있다. 따라서 인쇄물 내부구조 패턴 변경 가능성과 자유 형태의 기하학적 구조 제작을 위한 원료 밀도 제어를 통한 개인맞춤형 질감 제작을 실시하고자 한다. 이처럼 식품 3d printing은 개인맞춤형 질감이 제작 가능해 소화불량 환자나 노인을 위한 고령친화식품 개발에 적합하다.

[0007] 식품 분야에서 3D 프린팅 기술을 적용하는 것은 식품 재료의 다양한 물리화학적 특성 때문에 적합한 프린팅 기술 선택이 중요하다. 식품의 3D 프린팅에는 압출 기반 인쇄, 선택적 레이저 소결, 바인더 분사 및 잉크젯 인쇄를 포함하여 여러 기술이 있다.

[0009] 그 중 압출 기반 3D 프린팅에 있어서, 원활한 프린팅을 위해 압출 전 단계에서 식품자체의 유동성을 유지해야 하며, 압출 후 단계에서는 출력물의 구조적인 변형이 일어나지 않고 증착되어야 형상이 유지되므로 샘플 자체의 적절한 강도가 중요하다. 따라서 3D print ink의 경우 프린팅 시 입자 균질성과 적절한 흐름 특성을 갖추어야 하며, 프린팅 이후에도 구조적 안정성을 제공할 수 있는 것이어야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 10-2021-0027047(2021.03.10)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 실시예들은 고령사회에서 필요한 고령친화식품을 제조할 수 있는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제공하기 위한 것이다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예들은 전복의 영양분을 섭취할 수 있으면서도 고령의 치아로 섭취가 가능한 고령친화식품을 제조할 수 있는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물에 있어서, 전복, 대두단백, 폴리덱스트

란(polydextran), 젤란검(gellan gum) 및 젤라틴(gelatin)을 포함하고, 상기 젤란검의 함유량은 0.5~1.5%이고, 상기 젤라틴의 함유량은 2~4%인, 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제공할 수 있다.

[0017] 상기 젤란검의 함유량은 1%일 수 있다.

[0018] 상기 젤라틴의 함유량은 3%일 수 있다.

[0019] 상기 전복의 함유량은 5~15%일 수 있다.

[0020] 상기 대두단백의 함유량은 4~5%일 수 있다.

[0021] 비타민 C(vitamin C)를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 실시예들에 의하면, 고령사회에서 필요한 고령친화식품을 제조할 수 있는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제공할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 실시예들에 의하면, 전복의 영양분을 섭취할 수 있으면서도 고령의 치아로 섭취가 가능한 고령친화식품을 제조할 수 있는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 젤라틴 함량에 따른 API의 물성측정 결과를 나타내는 그래프

도 2는 젤라틴 함량에 따른 API의 WHC 결과를 나타내는 그래프

도 3은 API의 유동학적 물성을 측정한 그래프

도 4(A)는 젤라틴 %에 따른 전복 페이스트의 3D 프린팅 출력물을 나타내는 사진이고, 도 4(B)는 API 원기둥 출력물의 지름과 높이를 측정한 결과를 나타내는 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0028] 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0029] 본 발명의 기술적 사상은 청구범위에 의해 결정되며, 이하의 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 효율적으로 설명하기 위한 일 수단일 뿐이다.

[0031] 젤라틴(gelatin)은 콜라겐에서 단백질을 가수분해하여 만들어진 하이드로겔의 일종으로 저점도 특성, 분산 안정성 및 수분 보유력 등 물리적으로 우수한 특성을 보인다. 젤라틴은 증점제, 겔화제 또는 안정화제로 자주 사용되어 식품 재료에 질감 및 수분 보유 특성을 제공할 수 있다. 이러한 특징으로 식품에 첨가 시, 식품 전체의 물성을 조절할 수 있다. 이와 관련하여, 유제품의 물리화학적 외관, 조직 및 유변학적 특성연구를 위해 리코타 치즈에 겔화제로써 젤라틴을 사용한 연구가 있다. 또한 젤라틴은 우수한 하이드로겔 형성 특성으로 인해 3D 프린팅 재료로 널리 사용되며, 주사기에서 압출하고 증착하여 모양을 만들고 증가시킬 수 있다.

[0033] 하지만 젤라틴 젤이 수소 결합의 분자간 접촉에 의해 형성되지만 37° C에서 삼중 나선 구조가 다시 꼬인 상태로 돌아가 용액 형태로 녹기 때문에 3D 프린팅 시 온도, 농도에 대한 영향을 많이 받는다. 이를 방지하기 위해 본

발명에서는 젤란검(gellan gum)을 0.5~1.5%, 보다 바람직하게는 1% 첨가하였으며 젤라틴에 소량의 젤란검 혼합 시 겔화 및 용융 온도, 겔 강도 등 젤라틴 특성이 향상될 수 있다. 따라서, 젤란검으로 젤라틴의 열변성 특성을 최소화할 수 있다.

[0035] 전복은 100g당 15g의 단백질을 함유한 고단백 식품이며, 높은 영양소와 생리활성 화합물을 함유해 건강 증진 효능을 가진다. 전복의 단백질은 식품의 중요한 영양 성분 중 하나로, 특히 노인의 경우 다량의 단백질 섭취는 노화로 인한 다양한 질병 및 근육량 손실의 보완, 뼈 건강 개선, 에너지 균형 유지, 심혈관 기능 및 상처 치유에 효과적이다. 그러나 전복은 단단한 식감을 특징으로 하여 노인의 경우 저작에 어려움을 겪을 수 있다.

[0037] 따라서, 본 발명에서는 젤라틴 농도에 따라 물성조절이 가능하며, 고단백 식품인 전복의 단단한 식감을 파우더로 첨가해 수산물 섭취가 어려운 노인 인구를 위한 전복을 함유한 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물을 제안하고자 한다. 본 발명에 따른 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물은 젤라틴 함량에 따른 개인 맞춤형 고령친화식품 가공이 가능하며 3d 프린팅 출력성을 보여줄 수 있다. 본 발명에 따른 3D 프린트 잉크 조성물의 고령친화식품 물성 기준 확인을 위해 텍스처 분석(Texture analysis)와 그 외 유변학적인 실험을 진행하였다.

[0039] **고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물의 재료**

[0040] 전복을 함유하는 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크의 제조를 위하여 전복, 분리대두단백분말(ISP)(Solae Co., St. Louis, MO, USA), 젤란검(CP Kelco U.S., Inc., USA), 폴리덱스트로스P(삼양사, 인천, 대한민국), 젤라틴(Gelita AG, Eberbach, Germany), L-Ascrobic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

[0042] **고령친화 식품용 3D 프린트 잉크 조성물의 제조방법**

[0043] 전복은 껍질을 벗기고 내장을 제거한 후, 흐르는 물에 2번 이상 세척하였다. 세척한 전복을 진공포장하여 80℃ 수조에서 30분 가열해준 뒤 -70℃에서 72시간 동결건조하였다. 동결건조한 전복은 블렌더(blender)로 분쇄하였으며, 분쇄한 전복을 200㎛ 크기의 체를 쳐서 나온 분말을 사용하였다. 전복 분말은 -50℃에서 보관하였다.

[0045] 젤라틴을 제외한 에이피아이(API)를 대조군으로 하였고 젤라틴의 농도별로 첨가한 API의 배합비율은 표 1에 따라 제조하였다. 젤라틴 농도(0, 1, 3, 5, 7%)에 따라 샘플의 이름을 API-G0, API-G1, API-G3, API-G5, API-G7로 정하였다.

[0046] 먼저 전복(10%), 대두 단백(4.5%), 폴리덱스트란(polydextran)(2.5%), vitamin C (0.0098%), 젤란검(1%)의 파우더를 혼합하였으며 혼합비율은 고령친화식품의 영양성분 기준에 따른다. 혼합 파우더와 얼음물에 약 5분 불린 판젤라틴(1, 3, 5, 7 %)을 55℃의 증류수(dw)와 함께 섞은 후, 만들어진 API를 4 ℃에 냉장 보관하였으며 샘플은 48시간 이내에 모두 사용되었다.

[0048] API의 배합비율은 다음의 표 1과 같다.

표 1

[0050]

Sample No.	Factors: Gelatin	Abalone	Soy protein	Polydextran	Vitamin C	Gelangum
API-G0	0					
API-G1	1					
API-G3	3	10	4.5	2.5	0.0098	1
API-G5	5					
API-G7	7					

[0052] **텍스처 분석 실험**

[0053] API의 물성측정을 위해 텍스처 분석기(Texture analyzer)(FRTS 50N, IMADA Co., LTD., Jinnoshinden-cho Knowari Toyohashi, Japan)을 사용하였다. 압축 시험을 위해 지름 20mm의 원형 프루브를 사용했으며 압축 및 복귀 속도는 10 mm/sec, 테이블 근접한도는 8 mm로 설정했다. 측정에 사용한 용기의 사이즈는 지름 40 mm, 높이 20 mm (용기 바닥 높이: 3mm)의 원기둥 모양이며 샘플을 15mm 높이로 채워서 경도를 측정하였고 최소 3번이상 측정했다.

[0055] 젤라틴 함량에 따른 API의 물성측정 결과는 도 1과 같다. 경도는 식품의 단단한 정도를 나타내며 어금니 사이 또는 혀와 구강 내의 식품을 섭취 가능한 형태로 변형시키기 위해 압축하는데 필요한 힘을 말하며, 고령친화식품 물성기준에서 식품단계를 3가지로 나누는 주요 요인이다. 식품의 경도가 높을수록 저작과 소화에 영향을 미친다. 경도 측정은 젤라틴 함량에 따른 API의 고령친화식품 적합성을 판단하기 위한 식품 단계 확인을 위해 수행했다.

[0057] 젤라틴을 첨가한 샘플은 전체적으로 젤라틴 농도 유의적으로 경도 상승을 보여주며 고령친화 식품 단계 또한 유의적인 차이를 나타냈다. API-G0(6613.6±2311.8 N/m²), API-G1(15403.4±1327.4 N/m²)의 응력은 20,000 이하로 고령친화식품 기준 3단계(잇몸섭취)이며 API-G3(54511.7±4316.7 N/m²), API-G5(85180.5±2922.5 N/m²), API-G7(107399.2±4079.6 N/m²) 의 응력은 1단계 치아섭취 기준인 50,000을 모두 초과하여 고령친화식품 기준 1단계(치아섭취)이다. 젤라틴을 1~7%로 첨가할 시 고령친화식품 물성기준에는 모두 충족하며, 젤라틴 3% 이상 첨가 시 물성 기준은 3단계(잇몸섭취)에서 1단계(치아섭취)로 올라감을 확인하였다.

[0059] 젤라틴 용액은 겔화 과정 중 탄성이 강해지는데 이는 불규칙한 고리 모양인 젤라틴이 냉각되면서 원래 구조인 3중 나선 구조로 다시 되돌아가려는 폴리펩티드(polypeptide) 사슬로부터 가교 결합에 의해 3차원의 구조를 형성하게 된다. 젤라틴 농도가 증가할수록 가교결합의 밀도가 증가하여 강한 탄성을 가진 고무질 망상구조(rubber network)를 형성한다.

[0061] 젤라틴 농도에 따른 텍스처 분석은 젤라틴의 농도변화로 인해 유의적인 경도 변화를 나타냈으며 젤라틴이 고령식품의 물성조절용으로 적합함을 보여준 결과이다.

[0063] **수분보유력(Water holding capacity) 실험**

[0064] WHC측정은 Huisheng Le의 실험방법을 참고하여 실험하였다. 500 g의 API를 튜브에 담고 원심 분리 전 샘플의 무게(W1)를 측정하였다. 샘플이 담긴 튜브를 4 ℃에서 14000 rpm으로 20분간 원심 분리(1730R, Labogene, Korea)하였다. 이후 상층액 제거를 통해 손실된 수분의 양(W2)을 기록하였다. WHC는 다음의 수학식 1을 따라 계산하였

으며 3회 반복실험하였다. :

[0066] [수학식 1]

[0067] $WHC(\%) = (W1-W2/W1) \times 100$

[0068] (W1은 원심 분리 전 샘플의 무게, W2는 상층액 제거를 통해 손실된 수분의 양)

[0070] 식품 젤의 경우 저장, 온도 등의 원인으로 수분 손실이 발생할 수 있고 이는 젤의 질감과 품질에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 샘플이 외부적인 힘이 없을 때 물을 보유할 수 있는 능력인 WHC를 통해 식품 젤의 적합성을 평가하는 것은 중요하다.

[0072] 젤라틴 함량에 따른 API의 WHC 결과는 도 2에 나타냈다. API의 WHC는 젤라틴 첨가가 증가함에 따라 크게 증가했으며, 이는 물을 보유하는 겔 네트워크가 향상되었음을 나타낸다. G3, G5, G7에서는 젤라틴 함량 간의 유의미한 차이는 없었지만 G0, G1에 비해 유의적으로 높은 WHC을 확인할 수 있었다.

[0074] 젤라틴은 농도에 따라 젤라틴 가교결합이 증가하고, 젤라틴 네트워크는 수분을 포획하는 능력이 있어 젤라틴 농도가 증가할수록 높은 WHC를 나타낸다. 젤라틴의 첨가가 API의 수분 보유능력을 향상시킴을 확인하였으며 젤라틴 3% 이상부터는 WHC의 유의미한 차이가 없었다. G0의 경우 젤라틴을 첨가하지 않아 젤라틴의 가교결합이 형성되지 않았고 따라서 가장 낮은 WHC값을 나타냈다.

[0076] **레오미터(Rheometer) 실험**

[0077] API의 유동학적 물성을 측정하기 위해 레오미터(Paar Physica MCR 92, Anton Paar Inc., Graz, Austria)를 사용하였다. 펠티어 플레이트(Peltier plate)를 레오미터에 사용하였으며 샘플을 플레이트 위에 위치시켰다. 스틸 플랫 플레이트(Steel flat plate)(직경 = 25 mm, gap = 1mm)가 모든 실험에 사용되었다. 변형률 스윕 테스트(Strain sweep test)는 실온에서 진행됐으며 전단율(shear rate)는 0.1에서 100 s^{-1} , 주파수(frequency)는 10 rad/s(1 Hz)으로 고정하여 API의 선형 점탄성 범위(linear viscoelastic range; LVR)을 결정하기 위해 진행되었다. 전단 변형률(Shear strain value)은 0.3%로 결정되었으며 모든 이후의 실험은 샘플의 LVR이내에서 수행되었다.

[0078] 주파수 스윕 테스트는 0.1에서 100 rad/s의 범위에서, 일정한 온도(실온), 일정한 strain(0.3%)에서 수행되었다. 저장탄성률(Storage modulus)(G′), 손실탄성률(loss modulus)(G″), 복합 점도(complex viscosity)(η^*)는 RheoCompassTM soft ware (Anton Paar)로 계산하였다.

[0080] 압출형 3d 프린팅에서의 식품 잉크는 유압 피스톤이 작용하는 힘에 의해 노즐을 통해 증착되는데, 잉크에 사용되는 재료의 유동학적(rheological) 특성은 3d 프린팅에 영향을 준다. 도 3(A)는 변형률 증가에 따른 G’ 그래프로 선형 점탄성 영역(linear viscoelastic region)을 보여주며, 이 영역 내에서는 API의 변형이 가역적으로 일어나지만 LVR을 초과하면 샘플 구조의 파괴가 일어난다. G’ 는 저장 탄성률로 겔의 구조적인 강도, 탄성을 말하며 G"는 손실 탄성률로서 점성의 특성을 의미한다. 진폭 스윕 테스트(Amplitude sweep test) 결과에 따라 변형률을 0.3%에서 모든 샘플이 선형 점탄성 영역으로 나타났으며 이후 모든 실험에 이 변형률을 적용하였다.

[0082] 도 3(C), (D)를 보면 모든 샘플의 G’ 이 G"보다 높으며 교차점이 없다. 이는 API가 겔과 같은 구조를 형성하는 재료가 탄성 상태에 있음을 나타내며 이는 3D 프린팅 출력 후의 형태 유지력이 좋은 재료임을 나타낸다. 또한 주파수가 증가하면서 G’ , G"이 모든 샘플에서 증가하는 것을 확인할 수 있고 이 결과는 젤라틴 농도 증가에 따라 증가하고 있으며 이는 젤라틴 비율은 G’ , G"값에 영향을 줌을 나타낸다.

[0084] G"의 경우 주파수 증가에 따른 G5, G7 값이 유사한 값을 보이고 있어 두 샘플의 점성의 특성이 거의 동일함을 예측할 수 있다. G0과 G1은 낮은 주파수에서 G' 값이 큰 변동없이 가까운 것을 볼 수 있는데 이는 정지상태에서 샘플의 변화가 적으며 두 샘플의 겔과 같은 특성이 유사함을 시사한다.

[0085] 식품 구조에서 전단박하 현상(Shear-thinning) 은 긴 사슬을 함유한 식품의 고분자물질의 풀림 또는 농축된 분산액의 구조가 분해되어 정렬을 형성하는 것을 의미한다. 전단박하 현상을 띠는 식품은 3d 프린팅 실린저에서 압출기에 의한 높은 전단력으로 인해 노즐로 원활하게 출력이 가능하게 하며 인쇄 후에는 전단력이 작용하지 않아 식품의 모양이 유지 가능하도록 할 수 있다. 도 3(B)에 각주파수에 따른 복합 점도의 결과를 나타냈다. 주파수가 증가할수록 복합 점도가 감소하는 전단박하 현상을 보이며 이는 API 샘플 모두가 3d 프린팅에 적합한 유변학적 특징을 가진 것을 의미한다.

[0087] **3D 프린팅 프로세스**

[0088] 3D 프린팅은 압출 기반의 3D 식품 프린터(YL-R1, YOLILO Co., Ltd., 서울, 대한민국)를 사용했으며 시린지(Syringe)는 총 60ml의 부피이며, 노즐팁(직경 1.1 ㎜)을 시린지에 끼워 출력했다. 3D 프린트 출력 모델은 원기둥 구조(지름 28 ㎜, 높이 40 ㎜)로 3D 프린팅 슬라이싱 소프트 웨어(slicing software) Cura 4.10.0 (Ultimaker B.V., Netherlands)을 이용해 G-code 로 변환한 후 사용하였다. 3D 프린팅은 온도(실온), 첫 번째 층 높이 1.2 ㎜, 층과 층 사이의 높이 0.9 ㎜, 출력 속도 25 ㎜/s, 밀도(fill density) 0%, vertical shells 20줄, z offset 0.5 ㎜, 유량율 100% 의 조건에서 수행되었다. 3D 프린터로 인쇄한 출력물은 프린팅 베드(Printing bed)에 층층히 쌓여 완성되었다.

[0089] 24시간 4 ℃ 냉장 보관한 샘플을 실온에 한시간 꺼내두어 온도를 균일화한 후 시린지에 채웠으며 원기둥 구조 출력으로 곡선모양의 정교함(끊어짐 또는 덩어리짐)을 확인하고자 하였다. 출력물의 지름, 높이를 측정해 설정한 3D model 과 비교하여 젤라틴 농도별로 제조된 API의 프린팅 수행력(printing performance)을 확인하였다.

[0091] 도 4(A)는 젤라틴 %에 따른 전복 페이스트의 3D 프린팅 출력물을 보여준다. G0 출력물의 경우 샘플의 묽은 특성으로 출력 중간에 샘플이 나오지 않거나 원기둥 또한 기울어짐을 확인할 수 있었고 G1 출력물은 G0보다는 나아졌지만 여전히 샘플이 중간에 나오지 않는 부분이 생겨 정교한 출력이 어려웠다. 하지만 G3 출력물 이후로는 정교한 곡선이 출력 가능했으며 출력 시 끊기는 부분이 적어져 완벽한 원기둥 형상에 가까워졌다. 이는 젤라틴 함량의 증가로 기계적 강도 향상으로 인한 결과이며 도 1 및 도 3과 유사한 경향을 보인다.

[0093] 도 4(B)의 경우 젤라틴 함량에 따른 API 원기둥 출력물의 사진만으로는 정확한 결과 설명에 어려움이 있어 각 원기둥의 지름과 높이를 측정한 결과이며 con 은 지름 28 ㎜, 높이 40 ㎜로 출력하고자 한 3d 모델의 치수를 의미한다.

[0095] G3의 경우 지름과 높이가 각각 28.33㎜, 39.00㎜으로 5개의 API 중 설정한 원기둥(지름: 28 ㎜, 높이:40㎜) 과 가장 유의미한 차이가 없는 것을 보여주어 control 원기둥에 가장 가까움을 나타냈다. 원기둥 높이의 경우, 젤라틴 농도에 따른 경향을 보이진 않았지만 G0, G1에 비해 G3, G5, G7 이 con과 유사한 결과를 보였으며 지름의 경우, 젤라틴을 함유한 모든 샘플에서 con과 유의미한 차이가 없음을 보여준다.

[0097] **통계분석**

[0098] 모든 실험은 3회 이상 반복 수행하였으며, 결과는 평균±표준편차로 표현하였다. 실험 결과는 그룹 간 유의 차이를 분석하기 위해 Graphpad 9.0 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA)을 이용하여 one-way ANOVA 검정을 실시하였으며, 95% 신뢰 수준의 Tukey's Test를 이용하여 사후 검정 하였다.

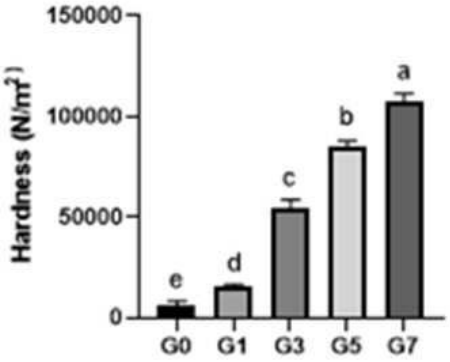
[0100] 본 발명에 따르면 젤라틴 농도에 따른 고령친화 식품용 3D 프린트 잉크를 제공할 수 있다. 젤라틴 0, 1%를 첨가하였을 때 잉크의 물성이 3단계(잇몸섭취)로 고령친화식품 기준에 충족하였지만 3d 프린팅 용으로는 적합하지

않았으며 젤라틴 3% 이상 첨가하였을 때 3d 프린팅에 적용 가능한 물성을 가진 잉크로 확인되었고 고령친화식품 기준 1단계(치아섭취)이다. 젤라틴 농도 증가는 식용 잉크의 3d 프린팅 성능을 향상시킬 수 있으며, 전복 파우더에 3% 젤라틴을 함유한 재료가 최적의 인쇄 가능성을 보여주었다.

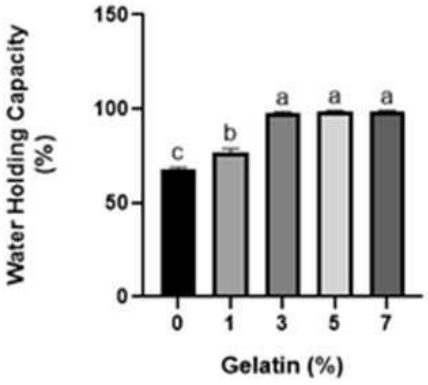
[0102] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

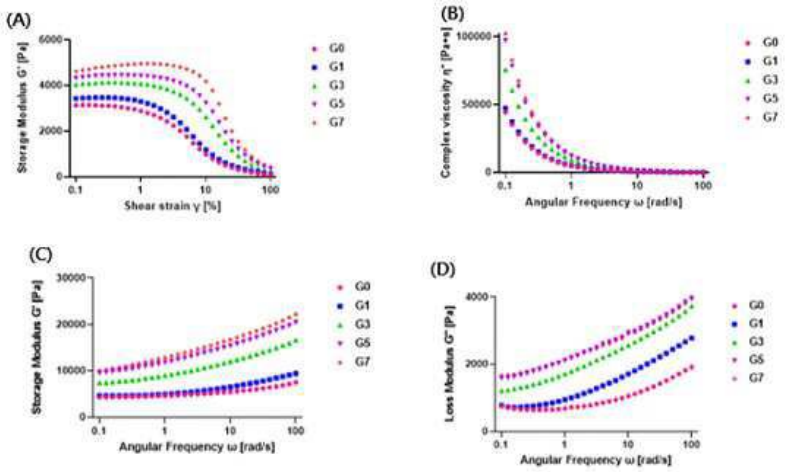
도면1



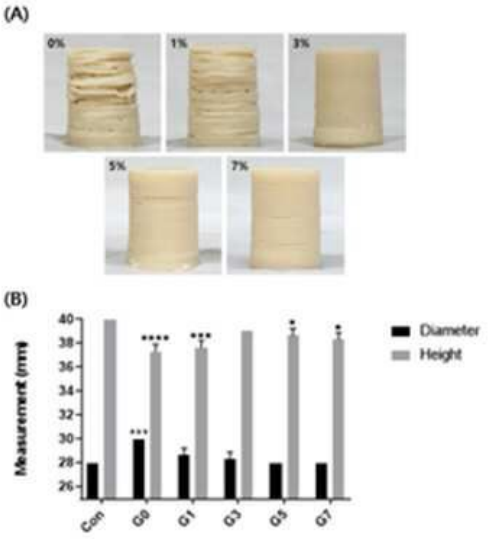
도면2



도면3


(A)
Storage Modulus G' [Pa]
Shear strain γ [%]
G0
G1
G3
G5
G7
(B)
Complex viscosity η* [Pa•s]
Angular Frequency ω [rad/s]
(C)
Storage Modulus G' [Pa]
Angular Frequency ω [rad/s]
(D)
Loss Modulus G'' [Pa]
Angular Frequency ω [rad/s]

도면4


(A)
0%
1%
3%
5%
7%
(B)
Measurement (mm)
Diameter
Height
Con
G0
G1
G3
G5
G7