(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0030549
(43) 공개일자 2024년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23L 17/00 (2016.01) *A23L 29/00* (2016.01)
A23L 29/212 (2016.01) *A23L 29/30* (2022.01)
A23L 3/01 (2017.01) *A23P 20/25* (2016.01)
(52) CPC특허분류
A23L 17/70 (2016.08)
A23L 29/015 (2016.08)
(21) 출원번호 10-2022-0109738
(22) 출원일자 2022년08월31일
심사청구일자 2022년08월31일

(71) 출원인
국립부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
안동현
부산광역시 남구 분포로 111, 118동 2204호
(74) 대리인
위병갑

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **마이크로웨이브를 이용한 어육 수리미 반죽 3D 프린트 토출물의 응고 방법**

(57) 요 약

본 발명은 어육 수리미 반죽혼합물을 이용하여 3D 프린터를 통해 개인 맞춤형 식품을 개발함에 있어 3D 프린터에서 토출된 토출물을 신속히 응고시키는 방법에 관한 것으로, 3D 프린터의 어육 수리미 반죽 토출물을 마이크로웨이브로 처리하여 응고시키는 방법을 이용한 어육 연제품의 제조 방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
A23L 29/212 (2016.08)
A23L 29/30 (2022.01)
A23L 3/01 (2013.01)
A23P 20/25 (2016.08)
A23P 2020/253 (2016.08)
A23V 2002/00 (2023.08)
A23V 2250/5118 (2013.01)
A23V 2250/543 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1525012888
과제번호	201803932
부처명	해양수산부
과제관리(전문)기관명	해양수산과학기술진흥원
연구사업명	수산전문인력양성사업
연구과제명	미래수산식품 연구센터
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

어육 수리미를 포함하는 반죽을 3D 프린터로 토출하는 단계(단계 1); 및

3D 프린터의 토출물을 마이크로웨이브로 처리하여 응고시키는 단계(단계 2);를 포함하는, 마이크로웨이브 및 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 2의 마이크로웨이브는 2400 내지 2500 MHz의 파장 및 200W 내지 1200W의 출력 세기로 0.5분 내지 3.0분 동안 처리하는 것인, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 1은 하기의 단계를 포함하는 것인, 방법:

(a) 어육 수리미에 얼음물, 소금, 인산염 및 설탕을 첨가하여 염용성 단백질을 용출시키고, 전분을 첨가하여 반죽을 제조하는 단계;

(b) 상기 반죽을 3D 프린터의 카트리지에 충진하는 단계; 및

(c) 상기 충진된 카트리지를 3D 프린터에 장착하고 반죽을 3D 프린터의 노즐로 토출하는 단계.

청구항 4

제1항의 제조 방법으로 제조된 어육 연제품.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 어육 수리미 혼합물을 3D 프린트로 개인 맞춤형 식품을 개발함에 있어 프린트에서 토출된 토출물을 신속히 응고시키는 방법에 관한 것으로, 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조 방법에 있어서, 마이크로웨이브를 이용한 3D 프린터의 어육 수리미 반죽 토출물을 응고시키는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 들어 소비자의 성향이 대량 생산된 식품 중에 선호하는 식품을 선택하기 보다, 자신이 원하는 식품 또는 자신에게 맞는 식품을 제조하여 이를 이용하고자 하는 맞춤형 식품을 더 선호하는 추세가 강하게 드러나고 있다. 또한 노인층의 급격한 증가, 이로 인한 환자의 증가, 그리고 1인 가구의 증가 등의 사회현상으로 맞춤형 식품의 필요성은 더욱 커지고 있다.

[0003] 또한 산업의 큰 변화로 4차 산업혁명 기술을 이용한 산업이 사회를 바꿔가고 있으면 그 중 식품산업도 예외는 아니다. 따라서 소비자들의 맞춤형 식품의 요구를 4차산업혁명 기술 중 하나인 3D 프린트 기술로 대응하고자 개인 맞춤형 식품의 제조에 적합한 3D 프린터의 이용이 증가하고 있으며, 이를 이용한 식품의 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

[0004] 수산식품 가운데 수리미(surimi)는 생선의 내장과 뼈를 제거하고 어육을 마쇄하여 수세 공정을 통해 근형질 단백질, 색소, 지질, 비단백태 질소 화합물 등을 제거하고 근원섬유 단백질만은 농축한 후 냉동 변성제를 혼합하여 제품의 보존성을 높인 어육 단백질 제품이다. 어육 수리미는 어육 단백질을 오래동안 안전하게 저장할 수 있는 수단이며 이를 이용하여 다양한 가공제품을 제조하고 있다. 기존의 어묵 종류와 맛살 등 고급 연제품과 다양한 파생 식품이 개발되고 있어 양질의 단백질 공급원으로 크게 기여하고 있다.

[0005] 이에 어육 수리미를 이용하여 단백질 공급원의 개인 맞춤형 식품을 제조하고자 하는 연구가 세계적으로 이루어지고 있다. 또한, 어육 수리미를 이용한 3D 프린트용 반죽 혼합물을 개발하고자하는 움직임은 세계적으로 이루어지고 있다. 그런데 3D 프린트에 적합한 물성을 지니는 반죽 혼합물을 제조하는 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 3D 프린터로 토출 후 이를 신속히 응고시켜 고정시키는 방법에 대한 연구는 활발하게 이루어지고 있지 않다.

[0006] 기존의 어육 수리미 이용 제품의 제조에 있어서, 주 성분이 단백질인 수리미를 응고시키기 위한 가열 방법으로 일반적으로 고온의 스팀, 열탕 혹은 기름에 튀기는 방법을 사용하고 있다. 그러나 3D 프린트의 경우 혼합물을 노즐로 토출한 다음 신속히 응고시켜 형태를 유지시켜야 하는데, 기존의 steam이나 boiling 등의 가열처리 방법은 많은 시간이 소요되거나 공정에 번거로움이 있어 3D 프린트 토출물의 응고에는 부적합하여, 3D 프린터로 토출한 후 이를 응고시키는 방법은 용이하지 않은 상태이다. 이에 신속하게 어육 수리미 혼합 토출물을 응고시키기 위한 방법을 개발해야할 필요성이 대두되었다. 이에 단백질을 신속하게 가열 응고시킬 수 있는 마이크로웨이브에 착안하여 3D 프린트 토출물의 응고에 적용하는 방법을 개발하고자 하였다.

[0007] 이에 본 발명자들은 어육 수리미를 3D 프린트용 반죽혼합물로 제조하여 3D 프린트로 토출한 다음 신속하게 가열하여 응고시키는 방법을 개발하고자 연구한 결과, 마이크로웨이브 방법을 3D 프린트 토출물의 응고에 적용하는 방법을 도출하였으며, 마이크로웨이브 파장, 출력 및 시간을 조절하여 응고 방법을 최적화하여 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-2333462호

(특허문헌 0002) 대한민국공개특허 제10-2022-0061502호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 목적은 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조 방법에 있어서, 3D 프린터에서 토출된 토출물을 신속히 응고시키는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0011] 본 발명은 어육 수리미를 포함하는 반죽을 3D 프린터로 토출하는 단계(단계 1); 및 3D 프린터의 토출물을 마이크로웨이브로 처리하여 응고시키는 단계(단계 2);를 포함하는, 마이크로웨이브 및 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조 방법을 제공한다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 단계 2의 마이크로웨이브는 2450 MHz의 파장 및 400W 내지 1000W의 출력 세기로 0.5분 내지 3.0분 동안 처리하는 것일 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명은 어육 수리미를 이용하여 상기 방법으로 제조된 3D 프린트된 어육 연제품을 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 응고 방법으로 어육 수리미를 이용하여 3D 프린트용 반죽 혼합물을 제조하고 이를 토출하여 마이크로웨이브로 신속하게 응고시켜 제품화하면 3D 프린트 특유의 맞춤형 제품의 제조에 최적의 방법이 될 것이며, 이를 어육 수리미를 이용한 3D 프린트 어육 연제품 제조에 적용할 수 있다. 또한 이 방법을 응용하면, 축육 및 단백질을 원료로 한 3D 프린트 토출물의 응고에 적용될 수 있을 것이다. 따라서 식품분야의 4차 산업혁명에 크게 기여할 수 있는 효과가 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0016] 본원 명세서 전체에서 사용되는 용어, "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계" 는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0017] 본 발명은 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조 방법에 있어서, 3D 프린터에서 토출된 토출물을 신속히 응고시키는 방법에 관한 것이다.

[0018] 일 측면에서, 본 발명은 어육 수리미를 포함하는 반죽을 3D 프린터로 토출하는 단계(단계 1); 및 3D 프린터의 토출물을 마이크로웨이브로 처리하여 응고시키는 단계(단계 2);를 포함하는, 마이크로웨이브 및 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조 방법을 제공한다.

[0019] 일 측면에서, 본 발명은 상기 제조 방법으로 제조된 어육 연제품을 제공한다.

[0020] 상기 "어육"은 생선의 가식부를 의미하는 것으로서, 어유 유래의 고기를 말한다. 어육이 될 수 있는 어류의 종은 명태, 대구, 백조기, 조기, 성대, 양태, 갈치, 실꼬리돔, 참돔, 감성돔, 황돔, 붉은돔, 고등어 또는 다랑어가 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0021] 상기 "수리미"는 생선의 내장과 뼈를 제거하고 어육을 마쇄하여 수세 공정을 통해 근원섬유 단백질만은 농축한 후 냉동 변성제를 혼합하여 제품의 보존성을 높인 어육 단백질 제품을 말한다.

[0022] 상기 "3D 프린터"는 3D 도면을 바탕으로 입체 물품을 만들어내는 기계로서, 입체 형태를 만드는 방식에 따라 적층형(첨가형 또는 쾌속조형 방식)과 절삭형(컴퓨터 수치제어 조각 방식)으로 구분한다. 적층형은 파우더(석고나 나일론 등의 가루)나 플라스틱 액체 또는 플라스틱 실을 종이보다 얇은 0.01~0.08㎜의 층(레이어)으로 겹겹이 쌓아 입체 형상을 만들어내는 방식으로서, 레이어가 얇을수록 정밀한 형상을 얻을 수 있고, 채색을 동시에 진행할 수 있다. 절삭형은 커다란 덩어리를 조각하듯이 깎아내 입체 형상을 만들어내는 방식으로서, 적층형에 비하여 완성품이 더 정밀하다는 장점이 있지만, 재료가 많이 소모되고 컵처럼 안쪽이 파인 모양은 제작하기 어려우며 채색 작업을 따로 해야 하는 단점이 있다.

[0023] 상기 "마이크로웨이브"는 전자파를 이용하여 물질의 내부와 표면부를 동시에 가열처리하는 방법으로 빠른 시간에 식품 전체의 가열을 할 수 있다는 특징을 가지고 있어 가정에서 간편하게 식품을 가열하는데 많이 사용하고 있다.

[0024] 본 발명자들은 3D 프린터로 토출한 어육 수리미 반죽혼합물을 신속히 응고시켜 고정하는 방법을 개발하고자 하였으며, 마이크로웨이브 파장(2450 MHz), 출력(400W-1000W) 그리고 시간을 조절하여 가열 응고 방법을 최적화한 결과, 마이크로웨이브를 적합한 파장으로 일정시간 처리하였을 때 가장 좋은 품질의 응고물을 얻을 수 있음을 확인하였다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 단계 2의 마이크로웨이브는 2400 내지 2500 MHz의 파장 및 200W 내지 1200W의 출력 세기로 0.5분 내지 3.0분 동안 처리하는 것일 수 있고, 바람직하게는 2450 MHz의 파장 및 300W 내지 1000W의 출력 세기로 0.5분 내지 3.0분 동안 처리하는 것일 수 있다. 보다 바람직하게는 2450 MHz의 파장 및 300W 내지 500W의 출력 세기로 1.8 내지 2.2 분 동안 처리하는 것일 수 있으며, 해당 조건으로 마이크로웨이브를 처리시 탄력성 및 복원성이 가장 우수한 응고물을 얻을 수 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 단계 1은 하기의 단계를 포함하는 것일 수 있다: (a) 어육 수리미에 얼음물, 소금, 인산염 및 설탕을 첨가하여 염용성 단백질을 용출시키고, 전분을 첨가하여 반죽을 제조하는 단계; (b) 상기 반죽을 3D 프린터의 카트리지에 충진하는 단계; 및 (c) 상기 충진된 카트리지를 3D 프린터에 장착하고 반죽을 3D 프린터의 노즐로 토출하는 단계.

[0027] 상기 "카트리지"는 3D 프린터에 장착되어 재료를 토출할 수 있는 용기를 말하고, 상기 "3D 프린터의 카트리지 충진"은 상기 반죽을 카트리지 내에 채우는 것을 말한다.

[0028] 본 발명에서, 상기 어육 수리미는 3D 프린터의 카트리지에 충진되는 반죽 전체 중량에 대하여 바람직하게는 40 내지 70 중량%로 포함되는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 어육 수리미의 양이 40 중량% 이하로 포함될 경우 3D 프린터에서의 토출 후 응고시키기 어렵다는 문제가 있고, 어육 수리미의 양이 70 중량% 이상으로 포함될 경우 단백질의 농도가 높아 3D 프린터로의 토출이 어렵다는 문제가 있다.

[0029] 상기 (a) 단계의 전 단계로는 냉동 상태의 어육 수리미를 해동하고 분쇄하는 단계가 먼저 이루어질 수 있다.

[0030] 상기 (a) 단계는 어육 수리미에서 염용성 단백질을 용출시키는 단계 및 상기 어육 수리미에 전분을 첨가하여 반죽하는 완성하는 단계이다. 얼음물(또는 얼음), 소금, 인산염 및 설탕을 첨가하고 유화기(silent cutter)를 통해 고기갈이하여 염용성 단백질인 미오신(myosin)과 엑토미오신(actomyosin) 단백질을 용출시키는 공정이다. 상기 3D 프린터의 카트리지 충진용 재료는 프린터의 노즐을 통해 토출되어야 하므로, 유동성을 있는 약한 겔 상태로 제조하여야하고, 3D 프린터에서 토출시킨 후 응고 과정을 거쳐야 한다. 그러나, 약한 겔 상태의 어육 수리미는 토출 후 응고가 어렵다는 문제가 있다. 이를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 어육 수리미에 전분을 첨가하여 반죽을 완성하였고, 3D 프린터에서 반죽을 토출시킨 후에는 마이크로웨이브를 처리하여 어육 수리미를 응고시키는 공정을 수행하였다.

[0031] 상기 전분은 알긴산나트륨(sodium alginate), 한천, 곤약, 타피오카, 전분, 옥수수 전분, 아이오타 카라기난(iota Carrageenan) 및 펙틴으로 이루어진 그룹에서 선택되는 것일 수 있고, 바람직하게는 알긴산나트륨일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0032] 상기 전분은 3D 프린터의 카트리지에 충진되는 반죽 전체 중량에 대하여 0.1 내지 20 중량%로 포함되는 것일 수 있고, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0033] 또한, 3D 프린터를 이용하여 특이적이고 사실적인 형태와 색상을 가진 개인 맞춤형 어육 연제품을 제조하기 위하여, 전분 첨가시 추가적으로 색소를 함께 첨가하여 다양한 색상을 가진 반죽을 제조할 수 있다.

[0034] 상기 색소는 식용색소인 것일 수 있고, 식용색소는 클로로필, 카로티노이드, 안토잔틴, 안토시아닌, 플라보노이드, 타르 색소, 베타-카로틴 및 리보플라빈으로 이루어진 그룹에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0035] 상기 색소는 3D 프린터의 카트리지에 충진되는 반죽 전체 중량에 대하여 0.001 내지 1.0 중량%로 포함되는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0036] 본 발명에서, 상기 어육 수리미를 포함한 반죽은 전분 및 색소 이외에 감미료 및 향료를 추가적으로 더 포함하여 제조하는 것일 수 있다. 상기 감미료는 설탕, 포도당, 과당, 젖당, 이성화당, 소비톨, 아스파탐 및 수크랄로스로 이루어진 그룹에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 상기 향료는 가쓰오부시향, 유자향, 오렌지향, 키위향, 딸기향, 마늘 오일 및 머스타드 오일로 이루어진 그룹에서 선택되는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0037] 상기 (b) 단계는 상기 반죽을 3D 프린터의 카트리지에 충진하는 단계로서, 어육 수리미 및 알긴산나트륨이 포함되고 유동성이 있는 약한 겔 상태로 완성된 반죽을 3D 프린터의 카트리지에 채우는 공정이다.

[0038] 상기 (c) 단계는 어육 수리미를 이용한 반죽이 충진된 3D 프린터의 카트리지를 3D 프린터에 장착하고 노즐을 통해 반죽을 토출시켜 입체 물품을 제조하는 단계이다.

[0039] 상기 입체 물품은 기본적인 틀(mold)에 다양한 물성 및 색상을 가진 여러 종류의 반죽이 토출되어 제조되는 것일 수 있다. 또한, 상기 입체 물품은 기본적인 틀 없이 제조될 수 있고, 3D 도면을 바탕으로 다양한 물성 및 색상을 가진 여러 종류의 반죽이 적층되어 입체 구조를 가진 물품이 제조될 수 있다.

[0041] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 더욱 상세히 설명하기로 한다. 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0043] **실시예 1. 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조**

[0044] 1-1. 어육 수리미를 이용한 3D 프린트용 반죽혼합물 제조

[0045] 어육 수리미를 분쇄한 다음, 어육 수리미 50 중량%에 소금, 인산염 및 설탕을 각각 1.2 중량%, 0.5 중량% 및 1.5 중량%를 첨가하고, 고기갈이하여 염용성 단백질을 추출하였다. 이 때 상기 어육 수리미에 얼음물을 36.8 중량% 첨가하여 염용성 단백질인 미오신(myosin)과 엑토미오신(actomyosin) 단백질을을 충분히 용출시키고 또한 겔을 형성시켰다. 상기 염용성 단백질이 용출된 어육 수리미에 물성을 조절하기 위해 전분 등을 첨가하여 3D 프린트용 반죽혼합물의 제조를 완성하였다. 예를 들어 염용성 단백질이 용출된 어육 수리미 전체 중량에 대하여 알긴산나트륨 10 중량%를 첨가하여 3D 프린트용 반죽혼합물의 제조를 완성할 수 있다. 3D 프린트에 있어 물성은

중요한 요인으로 적합한 물성으로 조절이 필수적이다.

[0047] 1-2. 3D 프린트용 반죽혼합물의 토출

[0048] 상기 실시예 1-1에서 제조한 3D 프린트용 반죽혼합물을 여과하고, 탈기하여 입자의 크기가 작고 균일해지도록 하였으며, 공기를 제거하여 조직을 일정하게 한 후, 3D 프린터의 카트리지에 충진하여 노즐을 통해 3D 프린터 토출하였다. 이때 적당한 형태를 이루며 적층하여 조직을 형성하였다.

[0050] 1-3. 3D 프린트 토출물의 응고

[0051] 3D 프린터에서 토출된 반죽혼합물 조직을 고정하기 위해 응고하는 단계로서, 마이크로웨이브 처리를 실시하였다. 이때 마이크로웨이브 파장(2450 MHz), 출력(400W-1000W) 및 시간(1분-2.5분)을 달리하여 처리하였다.

[0052] 구체적으로, 토출한 적층물이 적층된 판을 마이크로웨이브(2450 MHz)의 회전판에 올리고 전자레인지용 두껑을 덮어 수분 손실을 억제하고, 전자레인지 내부에 수분을 첨가하고 400W-1000W의 조건으로 1분에서 3분까지 처리하였다. 종료 후 적층물을 꺼낸 다음 실온에서 냉각 후 냉장하고 물성 등 품질을 평가하였다.

[0054] **비교예 1. 기존 가열방법을 적용한 3D 프린터를 이용한 어육 연제품의 제조**

[0055] 실시예 1과 동일하게 제조하되, 실시예 1-3의 3D 프린터 토출물의 응고 단계에서 마이크로웨이브 대신 기존의 80℃ 찜 가열을 실시하여 3D 프린터 토출물을 응고하였다. 즉, 80℃에서 50분간 가열 처리 후 실온 냉각 후 냉장 저장하고 품질을 평가하였다.

[0057] **실험예 1. 마이크로웨이브 처리 조건에 따른 어육 연제품의 물성 검사**

[0058] 본 발명자들은 어육 수리미를 이용한 3D 프린트 반죽혼합물을 3D 프린터로 토출하여 응고하는 단계에서, 마이크로웨이브 처리 조건에 따른 어육 수리미 응고물의 물성을 비교하는 실험을 수행하였다. Texture meter(물성 측정기)로 경도(hardness), 점착성(Adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 복원성(resilience)에 대하여 분석하였다. 또한 색차계로 명도, 적색도, 황색도를 측정하였고, 관능평가를 통해 맛, 냄새, 질감, 색, 전호감도를 분석하였다.

[0059] 하기 표 1 내지 3은 3D 프린터로 토출된 어육 수리미를 이용한 3D 프린트 반죽혼합물을 400W 마이크로웨이브 처리하여 응고시켜 얻어진 응고물의 물성, 관능평가 및 색차를 분석한 결과이다.

표 1

[0060]

	경도	점착력	탄력성	응집성	검성	씹힘성	복원성
마이-1분	970.80±250.97^{b}	-99.90±52.80^{a}	0.74±0.12^{b}	0.71±0.04^{a}	682.86±143.75^{b}	514.30±179.06^{b}	0.25±0.04^{b}
마이-1.5분	2774.71±738.51^{a}	-134.55±136.77^{a}	0.85±0.02^{ab}	0.73±0.02^{a}	2026.33±593.40^{a}	1735.73±527.30^{a}	0.27±0.02^{ab}
마이-2분	2649.62±378.82^{a}	-134.49±62.20^{a}	0.95±0.02^{a}	0.74±0.03^{a}	1948.39±218.19^{a}	1844.08±186.84^{a}	0.31±0.02^{a}
80℃찜	2103.75±660.34^{a}	-7.30±1.25^{a}	0.79±0.02^{b}	0.73±0.01^{a}	1539.21±490.51^{a}	1217.97±404.49^{a}	0.31±0.03^{a}

표 2

[0061]

	색	냄새	비린내	맛	이미	질감	경도	탄력성	전호감도
마이-1분	5.50±1.20^{a}	3.50±0.93^{b}	3.75±1.49^{b}	5.38±1.41^{a}	4.00±1.77^{a}	4.38±0.74^{c}	3.75±1.16^{b}	3.75±1.16^{b}	4.88±1.81^{ba}
마이-1.5분	5.00±0.53^{a}	5.38±1.92^{a}	5.75±1.75^{a}	5.25±1.98^{a}	4.38±1.92^{a}	5.63±0.92^{ba}	6.25±1.67^{a}	6.13±1.46^{a}	5.63±1.19^{ba}
마이-2분	5.75±0.89^{a}	4.75±1.67^{ba}	3.63±1.41^{b}	5.25±1.04^{a}	4.00±2.14^{a}	6.25±1.04^{a}	6.88±1.25^{a}	6.25±1.28^{a}	6.13±1.64^{a}
80℃찜	4.50±1.69^{a}	3.50±1.20^{b}	3.75±1.04^{b}	3.38±0.92^{b}	4.25±2.19^{a}	4.75±0.89^{bc}	4.13±1.36^{b}	3.75±1.39^{b}	4.13±0.83^{b}

표 3

[0062]

	L*(명도)	a*(적색도)	b*(황색도)	ΔE(색도)
마이-1분	60.98±1.62^{b}	-0.11±1.45^{a}	8.96±1.66^{a}	33.28±1.75^{a}
마이-1.5분	64.57±3.31^{a}	0.01±1.51^{a}	7.22±0.71^{b}	29.85±3.21^{b}
마이-2분	65.47±0.64^{a}	0.26±0.54^{a}	6.67±0.37^{b}	28.8±0.63^{b}
80℃찜	65.38±1.09^{a}	-0.23±0.59^{a}	8.83±0.9^{a}	29.44±0.93^{b}

[0064] 하기 표 4 내지 5는 3D 프린터로 토출된 어육 수리미를 이용한 3D 프린트 반죽혼합물을 600W 마이크로웨이브 처리하여 응고시켜 얻어진 응고물의 물성 및 색차를 분석한 결과이다.

표 4

[0065]

	경도	점착력	탄력성	응집성	검성	씹힘성	복원성
80℃가열	22408.97±623.52^{a}	-3041.94±809.72^{b}	0.84±0.04^{a}	0.61±0.07^{a}	13563.61±1814.61^{a}	11866.37±1389.25^{a}	0.20±0.00^{a}
마이-1.5분	23015.88±5910.78^{a}	110.48±108.50^{a}	0.83±0.15^{a}	0.54±0.14^{a}	11977.82±907.84^{a}	9946.50±2163.44^{a}	0.20±0.03^{a}
마이-2.0분	26320.96±11279.87^{a}	-3968.28±2255.20^{b}	0.91±0.05^{a}	0.65±0.04^{a}	16850.53±65^{a}	15555.457±66^{a}	0.20±0.06^{a}
마이-2.5분	26682.84±742.18^{a}	-3443.85±1048.78^{b}	0.96±0.03^{a}	0.62±0.05^{a}	16502.66±1736.31^{a}	15940.33±2063.13^{a}	0.20±0.01^{a}

표 5

[0066]

	L*(명도)	a*(적색도)	b*(황색도)	ΔE(색도)
80℃가열	69.97±2.44^{c}	0.09±0.54^{a}	1.89±0.10^{a}	23.70±0.39^{c}
마이-1.5분	71.39±2.47^{b}	-0.59±0.13^{b}	1.97±0.42^{a}	27.41±2.43^{a}
마이-2.0분	72.77±0.18^{a}	0.06±0.63^{a}	1.91±0.27^{a}	26.18±0.18^{b}
마이-2.5분	72.94±0.83^{a}	-0.11±0.35^{a}	1.87±0.15^{a}	25.84±0.83^{b}

[0068] 하기 표 6 내지 8은 3D 프린터로 토출된 어육 수리미를 이용한 3D 프린트 반죽혼합물을 1000W 마이크로웨이브 처리하여 응고시켜 얻어진 응고물의 물성, 관능평가 및 색차를 분석한 결과이다.

표 6

[0069]

	경도	점착력	탄력성	응집성	검성	씹힘성	복원성
80℃찜	1430.78±45 2.31^{b}	-7.14±3.0 7^{a}	0.81±0.09^{b}	0.70±0.03^{a}	1015.30±36 2.83^{b}	838.91±37 5.54^{b}	0.25±0.02^{a}
마이-1분	3305.65±58 3.72^{a}	-121.06±8 1.98^{b}	0.94±0.05^{a}	0.73±0.04^{a}	2402.12±38 5.97^{a}	2245.79±29 1.95^{a}	0.24±0.02^{a}

표 7

[0070]

	색	냄새	비린내	맛	이미	질감	경도	탄력성	전호감도
80℃찜	5.89±1. 05^{a}	5.44±2. 01^{a}	4.44±1. 81^{a}	5.44±1. 51^{a}	5.33±1. 66^{a}	5.67±1. 12^{a}	5.67±0. 87^{b}	5.56±1. 24^{a}	5.22±0. 83^{b}
마이-1분	6.33±1. 00^{a}	5.22±1. 64^{a}	5.67±1. 41^{a}	6.22±1. 20^{a}	5.67±1. 58^{a}	6.00±1. 32^{a}	7.00±1. 00^{a}	6.44±1. 24^{a}	6.33±0. 87^{a}

표 8

[0071]

	L*(명도)	a*(적색도)	b*(황색도)	ΔE(색도)
80℃찜	63.86±1.91^{a}	-0.48±0.60^{b}	7.79±0.94^{a}	30.19±1.90^{b}
마이-1분	61.60±1.86^{b}	3.61±1.86^{a}	6.40±1.19^{b}	32.39±1.71^{a}

[0073] 상기 표 1 내지 8에 나타난 바와 같이, 마이크로웨이브 2분 처리 시 경도, 점착력, 응집성, 검성, 씹힘성은 1.5분과 거의 차이가 없었으나 탄력성, 복원성은 2분 처리시에 더 뛰어나서 전체적으로 2분 처리가 가장 품질이 뛰어난 것으로 나타났으며, 특히, 400W 마이크로웨이브로 2분 처리시 가장 높은 탄력성 및 복원성을 갖는 것을 확인하였다.

[0074] 상기 결과로부터, 3D 프린터로 토출된 어육 수리미를 이용한 3D 프린트 반죽혼합물을 마이크로웨이브 방법을 이용하여 응고시켜 어육 연제품을 제조시, 마이크로웨이브 파장 2450 MHz, 출력 400W, 시간 2분으로 처리하는 조건을 이용하는 경우에 3D 프린터에서 토출된 토출물을 신속히 응고시키면서도 물성과 품질을 뛰어나게 유지할 수 있음을 확인하였다.