



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0032885
(43) 공개일자 2021년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08B 30/12 (2006.01) C12P 19/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08B 30/12 (2013.01)
C12P 19/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0036649
(22) 출원일자 2020년03월26일
심사청구일자 2020년03월26일
(30) 우선권주장
1020190113961 2019년09월17일 대한민국(KR)

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
백무열
경기도 성남시 분당구 중앙공원로 17, 312동 401호(서현동, 시범단지한양아파트)
김병용
경기도 용인시 수지구 신봉2로 72, 218동 703호(신봉동, 신봉마을자이2차아파트)
오선민
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732(서천동)
(74) 대리인
위병갑

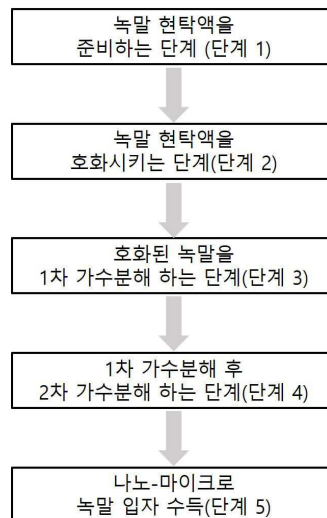
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 입자 크기 조절이 가능한 나노-마이크로 녹말 입자의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 입자 크기 조절이 가능한 나노-마이크로 녹말 입자의 제조 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 제조 방법은 녹말의 호화 과정에서 교반에 의해 단쇄 글루칸의 생성량이 증가하고, 1차 및 2차 가수분해 과정에 의해 녹말의 겔화 현상을 방지하는 효과가 있으며, 또한, 입자크기와 모양이 균일한 나노-마이크로 녹말 입자를 제조할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545017728
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	고부가가치식품기술개발사업
연구과제명	물리적 기능 강화 클린라벨 쌀전분 소재 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교산학협력단(국제캠퍼스)
연구기간	2018.04.03 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

버퍼 용액에 녹말을 분산시켜 녹말 현탁액을 준비하는 단계(단계 1);
 상기 녹말 현탁액을 가열 및 교반하여 호화(gelatinization)시키는 단계(단계 2);
 상기 호화된 녹말을 교반하면서 1차 가수분해하는 단계(단계 3);
 상기 1차 가수분해 후, 상등액만 취하여 2차 가수분해하여 용해성 단쇄 글루칸을 수득하는 단계(단계 4); 및
 상기 용해성 단쇄 글루칸의 응집 반응을 통해 나노-마이크로 녹말 입자를 수득하는 단계(단계 5); 를 포함하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 단계 2는 240 내지 260rpm으로 교반하는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 단계 3은 90 내지 105rpm으로 교반하면서, 40℃ 내지 80℃의 온도에서 2 내지 6시간 1차 가수분해하는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 4

1항에 있어서,
 상기 단계 4는 45℃ 내지 85℃의 온도에서 12 내지 24시간 2차 가수분해하는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 5

1항에 있어서,
 상기 단계 3의 1차 가수분해 또는 상기 단계 4의 2차 가수분해는,
 풀루라나아제(Pullulanase), 아이소-아밀라아제(iso-amylase), 아밀로글루코시다아제(amyloglucosidase), 및 아밀로펙틴 1,6-글루코시다아제(amylopectin 1,6-glucosidase)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 효소를 처리하여 가수분해하는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 단계 4는 가수분해시 95 내지 105rpm으로 교반하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단계 5는 2 내지 6℃에서 20 내지 28시간 응집 반응하는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 나노-마이크로 녹말 입자는 상기 응집 반응 시간에 따라 크기가 제어되는 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 나노-마이크로 녹말 입자의 크기는 800nm 내지 4μm인 것을 특징으로 하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 제조방법에 따라 제조된 나노-마이크로 녹말 입자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 입자 크기 조절이 가능한 나노-마이크로 녹말 입자의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 녹말의 가수분해물 중 용해성 단쇄 글루칸 응집체(short chain glucan aggregates)의 크기를 조절하여 나노-마이크로 녹말 입자를 제조하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 생합성 및 생분해성을 가진 나노-마이크로 입자의 제조와 응용에 대해 많은 연구들이 관심을 보이고 있다. 나노 입자의 재료로서 녹말은 전형적인 친환경 및 생분해성 중합체라는 점에서 나노-마이크로 입자를 제조하는데 적합한 물질로 각광받고 있다.

[0003] 나노-마이크로 녹말 입자를 제조하는 방법 중 하나로, 효소 가수분해를 통해 아밀로펙틴으로부터 용해성 단쇄 글루칸만을 분리하고 이들의 응집을 유도하여 입자를 만드는 방법이 있다. 이렇게 제조된 나노-마이크로 녹말 입자는 플라스틱 필러, 식품 첨가제, 약물 운반체, 임플란트 재료 등 여러 분야에서 사용될 수 있으며 또한 석유 기반의 접착제 대신 생분해성 접착제로서 제지, 코팅 및 사용될 가능성을 가지고 있다.

[0004] 이러한 나노-마이크로 녹말 입자들의 물리화학적 특성은 그 크기와 모양에 의존한다고 알려져 있어, 나노-마이크로 녹말 입자를 생성하는 동안 입자의 크기와 분포의 균일성을 조절하는 것이 매우 중요하다. 현재까지 나노-마이크로 녹말 입자의 크기와 형태를 조절하는 것에 대해 계면 활성제 또는 화학적 첨가제에 의해 제조되고 있으나, 불균일한 크기/모양 및 높은 비용의 문제점이 있다.

[0005] 이에, 본 발명자들은 녹말의 호화 과정에서 교반하고, 1차 및 2차 가수분해하고, 가수분해 과정에서 교반하여 녹말 입자를 제조할 경우, 크기와 모양이 균일하고, 입자 크기 조절이 가능한 나노-마이크로 녹말 입자를 제조할 수 있는 것을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-0873015호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 상기 제조방법으로 제조된 나노-마이크로 녹말 입자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0011] 본 발명은 버퍼 용액에 녹말을 분산시켜 녹말 현탁액을 준비하는 단계(단계 1);

[0012] 상기 녹말 현탁액을 가열 및 교반하여 호화(gelatinization)시키는 단계(단계 2);

[0013] 상기 호화된 녹말을 교반하면서 1차 가수분해하는 단계(단계 3);

[0014] 상기 1차 가수분해 후, 상등액만 취하여 2차 가수분해하여 용해성 단쇄 글루칸을 수득하는 단계(단계 4); 및

[0015] 상기 용해성 단쇄 글루칸의 응집 반응을 통해 나노-마이크로 녹말 입자를 수득하는 단계(단계 5); 를 포함하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법을 제공한다.

[0016] 또한, 본 발명은 상기 제조방법으로 제조된 나노-마이크로 녹말 입자를 제공한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 제조방법은 녹말의 호화 과정 및 가수분해 과정에서 교반에 의해 단쇄 글루칸의 생성량이 증가하고, 1차 및 2차 가수분해 과정에 의해 녹말의 겔화 현상을 방지하는 효과가 있으며, 또한, 입자크기와 모양이 균일한 나노-마이크로 녹말 입자를 제조할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 효소 가수분해와 교반을 이용한 나노-마이크로 녹말 입자의 제조 방법을 개략적으로 나타낸다.

도 2는 실시예 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 형태학적 변화를 나타낸 현미경 사진이다.

도 3은 실시예 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 수율 결과를 나타낸 그래프이다.

도 4는 실시예 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 X선 회절 패턴을 나타낸 그래프이다.

도 5는 실시예 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 효소에 의한 소화도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법

[0022] 본 발명은 버퍼 용액에 녹말을 분산시켜 녹말 현탁액을 준비하는 단계(단계 1);

[0023] 상기 녹말 현탁액을 가열 및 교반하여 호화(gelatinization)시키는 단계(단계 2);

- [0024] 상기 호화된 녹말을 교반하면서 1차 가수분해하는 단계(단계 3);
- [0025] 상기 1차 가수분해 후, 상등액만 취하여 2차 가수분해하여 용해성 단쇄 글루칸을 수득하는 단계(단계 4); 및
- [0026] 상기 용해성 단쇄 글루칸의 응집 반응을 통해 나노-마이크로 녹말 입자를 수득하는 단계(단계 5); 를 포함하는 나노-마이크로 녹말 입자의 제조방법을 제공한다(도 1참조).
- [0027] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 녹말의 예로는 식물로부터 수득되는 천연 녹말로, 옥수수 녹말, 밤 녹말, 카사바 녹말, 고아밀로오스 옥수수 녹말, 찰옥수수 녹말, 쌀 녹말, 찰쌀 녹말, 고아밀로오스 쌀 녹말, 감자 녹말, 찰 감자 녹말, 고구마 녹말, 보리 녹말, 찰 보리 녹말, 콩(pea) 녹말, 밀 녹말, 찰 밀 녹말, 사고(sago) 녹말, 아마란스 녹말, 타피오카 녹말, 수수(sorghum) 녹말, 찰수수 녹말, 바나나 녹말, 녹두 녹말, 동부 녹말, 쿠즈(kuzukiri) 녹말 등이 될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0028] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2의 호화시키는 단계는 버퍼 용액 100 중량부 기준 녹말 5 내지 20 중량부 혼합하여 95 내지 105℃, 40 내지 50분간 가열하고, 240 내지 260rpm으로 교반하면서 호화시킬 수 있다. 상기 단계 2의 녹말의 호화과정에서 교반에 의해 단쇄 글루칸의 생성량이 늘어나는 효과가 있다.
- [0029] 상기 단계 2의 녹말을 호화시킨 후, 55 내지 65℃로 냉각하여 호화반응을 종료한 뒤, 가수분해할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 3은 호화된 녹말을 1차 가수분해하는 단계로 풀루라나아제(Pullulanase), 아이소-아밀라아제(iso-amylase), 아밀로글루코시다아제(amyloglucosidase) 또는 아밀로펙틴 1,6-글루코시다아제(amylopectin 1,6-glucosidase)를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 녹말 내의 1-6 결합을 가수분해할 수 있는 풀루라나아제(Pullulanase) 또는 아이소-아밀라아제(iso-amylase)의 효소를 처리하여 가수분해할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 3의 1차 가수분해는 90 내지 105rpm으로 교반하면서, 40℃ 내지 80℃의 온도에서 2 내지 6시간 진행될 수 있고, 바람직하게는 100rpm으로 교반하면서 60℃에서 4시간 진행할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 4는 상기 1차 가수분해물의 상등액만 취하여 2차 가수분해하는 단계로 풀루라나아제(Pullulanase), 아이소-아밀라아제(iso-amylase), 아밀로글루코시다아제(amyloglucosidase) 또는 아밀로펙틴 1,6-글루코시다아제(amylopectin 1,6-glucosidase)를 사용할 수 있으며, 바람직하게는 녹말 내의 1-6 결합을 가수분해할 수 있는 풀루라나아제(Pullulanase) 또는 아이소-아밀라아제(iso-amylase)의 효소를 처리하여 가수분해할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 4의 2차 가수분해는 45℃ 내지 85℃의 온도에서 12 내지 24시간 진행될 수 있고, 바람직하게는 65℃에서 18시간 진행할 수 있다.
- [0034] 상기 2차 가수분해는 상기 1차 가수분해된 녹말을 일정한 크기의 녹말 입자로 제조할 수 있으며, 상기 2차 가수분해 과정에 의해 녹말의 겔화 현상을 방지할 수 있는 효과가 있다.
- [0035] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 2차 가수분해하는 과정에서 95 내지 105rpm으로 교반하는 과정을 추가로 포함할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 단계 5는 녹말 응집 반응을 통해 나노-마이크로 녹말 입자를 수득하는 단계로, 2차 가수분해 후 생성된 가수분해물인 용해성 단쇄 글루칸들의 자발적 응집 반응에 의해 녹말 입자가 형성된다.
- [0037] 상기 응집 반응은 2 내지 6℃에서, 20 내지 28시간 진행될 수 있고, 바람직하게 4℃에서 24시간 진행될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 제조방법에 있어서, 상기 나노-마이크로 녹말 입자는 상기 응집 반응 시간에 따라 크기가 제어될 수 있으며, 상기 나노-마이크로 녹말 입자의 크기는 800nm 내지 4μm 일 수 있으나, 상기 녹말 입자의 크기는 특별히 제한되지 않는다.
- [0040] 또한, 본 발명은 상기 제조방법에 따라 제조된 나노-마이크로 녹말 입자를 제공한다.

- [0042] 이하, 본 발명을 하기의 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명한다. 단, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0044] <준비에>
- [0045] 찹옥수수 녹말은 아밀로오스 함량이 2% 미만의 찹옥수수 녹말을 사용하였다. 200 mM의 sodium acetate 완충용액 (pH 5.0)을 이용하여 10%의 녹말 현탁액이 되도록 준비하고, 효소는 플루라나아제(Pullulanase, 1350 NPUN/g)의 효소를 구입하여 사용하였으며 액상의 형태를 사용하였다.
- [0046] 호화 시 사용된 교반기는 MS-3060 (Misung Scientific. Co. Ltd., Korea) 이며 호화 시 250 rpm에 해당하는 3 scale로 맞추어 진행하였다. 효소 가수분해 시 교반을 위해 항온수조가 사용되었으며(LSB-0305, Lab Tech, Korea), 100 rpm에 맞추어 준비하였다.
- [0048] <실시예 1> 호화와 가수분해 시 교반을 하지 않은 조건의 나노-마이크로 녹말 입자의 제조
- [0049] 찹옥수수 녹말과 200 mM sodium acetate buffer를 혼합하여 10%의 녹말 현탁액이 되도록 준비하고 끓는 물에 30 분간 교반없이 호화를 해 주었다. 호화 후 60℃까지 냉각한 다음 플루라나아제 (5 μ l/g starch)를 첨가하고 4시간 동안 진탕 없이 60℃에서 가수분해를 하였다. 가수분해 후 상등액만을 취하여 한번 더 플루라나아제를 첨가하고 (4 μ l/ml) 65℃에서 18시간 가수분해하였다. 효소 가수분해 후 침전물을 제거하고 상등액만을 취하여 4℃에 24시간 저장하였으며 이후 수세와 열풍건조를 하였다.
- [0051] <실시예 2> 호화 시 교반을 하고 가수분해 시 교반을 하지 않은 조건의 나노-마이크로 녹말 입자의 제조
- [0052] 찹옥수수 녹말과 200 mM sodium acetate buffer를 혼합하여 10%의 녹말 현탁액이 되도록 준비하고 끓는 물에 30 분간 교반기를 이용하여 교반하면서 호화를 해 주었다. 호화 후 60℃까지 냉각한 다음 플루라나아제 (5 μ l/g starch)를 첨가하고 4시간 동안 교반없이 65℃에서 가수분해를 하였다. 가수분해 후 상등액만을 취하여 한번 더 플루라나아제를 첨가하고 (4 μ l/ml) 60℃에서 18시간 가수분해하였다. 효소가수분해 후 침전물을 제거하고 상등액만을 취하여 4℃에 24시간 저장하였으며 이후 수세와 열풍건조를 하였다.
- [0054] <실시예 3> 호화 시 교반을 하지 않고 가수분해 시 교반을 한 조건의 나노-마이크로 녹말 입자의 제조
- [0055] 찹옥수수 녹말과 200 mM sodium acetate buffer를 혼합하여 10%의 녹말 현탁액이 되도록 준비하고 끓는 물에 30 분간 교반 없이 호화를 해 주었다. 호화 후 60℃까지 냉각한 다음 플루라나아제 (5 μ l/g starch)를 첨가하고 4시간 동안 100 rpm으로 진탕하면서 60℃에서 가수분해를 하였다. 가수분해 후 상등액만을 취하여 한번 더 플루라나아제를 첨가하고 (4 μ l/ml) 65℃에서 18시간 가수분해하였다. 효소 가수분해 후 침전물을 제거하고 상등액만을 취하여 4℃에 24시간 저장하였으며 이후 수세와 열풍건조를 하였다.
- [0057] <실시예 4> 호화와 가수분해 시 교반을 모두 한 조건의 나노-마이크로 녹말 입자의 제조
- [0058] 찹옥수수 녹말과 200 mM sodium acetate buffer를 혼합하여 10%의 녹말 현탁액이 되도록 준비하고 끓는 물에 30 분간 교반기를 이용하여 교반하면서 호화를 해 주었다. 호화 후 60℃까지 냉각한 다음 플루라나아제 (5 μ l/g starch)를 첨가하고 4시간 동안 100 rpm으로 진탕하면서 60℃에서 가수분해를 하였다. 가수분해 후 상등액만을 취하여 한번 더 플루라나아제를 첨가하고 (4 μ l/ml) 65℃에서 18시간 가수분해하였다. 효소 가수분해 후 침전물을 제거하고 상등액만을 취하여 4℃에 24시간 저장하였으며 이후 수세와 열풍건조를 하였다.
- [0060] 상기 실시예 1 내지 4를 간략히 정리하면 하기 표 1과 같다.

표 1

	호화 시 교반	효소 가수분해 시 교반
실시에 1	X	X
실시에 2	X	0
실시에 3	0	X
실시에 4	0	0

<실험예 1> 나노-마이크로 녹말 입자의 형태학적 분석

실시에 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 형태학적 변화를 알아보기 위하여 현미경으로 관찰하였다. 호화와 효소 가수분해 과정에서 교반 조건을 달리하여 제조된 나노-마이크로 녹말입자의 형태는 전자주사현미경(TM 3000, Hitachi, Japan)을 사용하여 측정하였다.

나노-마이크로 녹말 입자의 형태학적 변화는 도 2에 나타난 바와 같다. 그 결과, 호화와 효소 가수분해 과정에서 교반 없이 제조된 나노-마이크로 녹말 입자인 실시에 1의 입자 크기는 2 내지 4 μm 의 둥근 형태를 나타내었으며 실시에 2의 입자는 실시에 1 보다는 조금 작은 1 내지 3 μm 를 나타내었다. 하지만 호화 시 교반을 하지 않고 효소 가수분해 시 교반을 한 실시에 3의 경우, 실시에 1과 실시에 2와 비교했을 때 800 nm 내지 1500 nm의 입자 크기를 보이고 있었다. 마찬가지로 실시에 4의 입자크기 역시 실시에 3과 유사한 크기를 보이고 있으며 따라서 효소 가수분해 시 교반처리가 나노-마이크로 녹말 입자의 크기 조절에 영향을 미친 것을 알 수 있으며 교반에 의해 나노-마이크로 녹말 입자를 구성하는 용해성 단쇄 글루칸의 응집에 영향을 줌으로서 입자의 크기를 조절하는 것을 확인하였다.

<실험예 2> 나노-마이크로 녹말 입자의 수율

실시에 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 수율을 알아보기 위하여 4℃에 24시간 저장 후 수세·건조한 나노-마이크로 입자의 무게와 제조 시 사용한 찹옥수수 녹말의 무게의 비율로서 계산하였다.

나노-마이크로 녹말 입자의 수율 결과는 도 3에 나타난 바와 같다. 실시에 1의 입자의 수율은 $9.0 \pm 1.2\%$ 로 가장 낮은 수율을 보이고 있으며 실시에 2는 $19.9 \pm 2.0\%$ 의 수율을 가졌다. 반면, 실시에 3과 실시에 4의 수율은 각각 $56.9 \pm 1.9\%$ 와 $66.9 \pm 0.3\%$ 로 비교적 높은 수율을 나타내었다. 따라서 녹말의 호화 과정에서 교반처리가 나노-마이크로 녹말 입자를 형성할 수 있는 용해성 단쇄 글루칸의 양에 영향을 주어 나노-마이크로 녹말 입자의 수율에도 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

<실험예 3> 나노-마이크로 녹말 입자의 X선 회절패턴 및 상대적 결정화도 분석

실시에 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 X회절 패턴을 X선 회절계(D8 Advance, Bruker Co., Germany)로 관찰하였으며 얻어진 X선 회절 패턴으로 상대적 결정화도를 측정하였다.

나노-마이크로 녹말 입자의 X선 회절패턴 및 상대적 결정화도 결과는 도 4에 나타난 바와 같다. 실시에 1 내지 실시에 4의 나노-마이크로 녹말 입자는 B형 결정구조를 나타내었다. X선 패턴 중 실시에 1의 피크의 intensity가 가장 큰 것을 확인할 수 있었다. X선 회절 패턴을 바탕으로 계산한 상대적 결정화도에서 실시에 1은 상기 실시에 1 내지 4 중에서 가장 높은 결정화도를 보이고 있으며 실시에 2부터 실시에 4로 가면서 각각 15.3%, 15.1%, 14.7%를 나타내, 결정화도가 줄어드는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 입자크기가 커짐으로써 결합하는 나노-마이크로 녹말 입자의 결정질 영역을 증가시키는 것으로 보인다.

<실험예 4> 나노-마이크로 녹말 입자의 소화도 분석

실시에 1 내지 4의 나노-마이크로 녹말 입자의 소화도를 저항 녹말 Kit (Megazyme INC., USA)를 이용하여 측정하였다. 37℃에서 효소액과 실시에 1 내지 4를 반응시켰으며 20분 까지의 소화도를 급속 소화 녹말(Rapidly digestible starch, RDS), 20분부터 120분 까지의 소화도를 완만 소화 녹말(Slowly digestible starch, SDS)라

고 하였으며 120분 동안 소화되지 않은 부분을 저항 녹말(Resistant starch, RS)로 나타내었다.

[0077] 나노-마이크로 녹말 입자의 소화도 분석 결과는 도 5에 나타난 바와 같다. 나노-마이크로 녹말 입자의 RDS, 즉, 20분 안에 빠르게 소화되는 녹말은 실시예 1 내지 실시예 2는 24-25% 함유하고 있으며 실시예 3과 실시예 4는 각각 34%, 42%로 점차 증가하는 것을 알 수 있다. 20분과 120분 사이에 소화되는 녹말인 SDS는 실시예 1 내지 실시예 4에서 6.5-9.5%의 범위를 갖고 있었다. 120분 이후부터 소화가 되지 않는 녹말인 RS의 함량은 실시예 1과 실시예 2에서 65% 이상으로 실시예 3과 실시예 4보다 높은 함량을 보였다. 입자 크기가 작은 결과를 보인 실시예 3과 실시예 4의 경우 RS함량이 점차 낮아지는 것을 확인하였다. 이를 통해서 교반에 의해 나노-마이크로 녹말 입자크기가 변화하면서 소화효소에 의한 민감성과 침투성이 달라져 RDS, SDS, RS의 함량에 차이를 보인 것을 알 수 있다.

[0079] <실험예 5> 교반속도에 따른 나노-마이크로 녹말 입자의 수율 확인

[0080] 나노-마이크로 녹말 입자의 수율이 향상되는 최적 교반 속도 범위와 조건을 도출하기 위해 녹말의 호화시 교반 속도를 0 내지 250 rpm으로 하여 100℃에서 30분동안 실시하였다. 또한 1차 가수분해시 교반 속도를 0 내지 110 rpm으로 60℃에서 4시간 실시하여 수득한 나노-마이크로 녹말 입자의 수율을 표 2에 나타내었다.

[0081] 녹말의 호화과정에서 교반을 진행할 경우 교반 속도가 증가할 수록 7.8 ± 1.1 내지 $59.4 \pm 0.2\%$ 로 나노-마이크로 녹말 입자의 수율이 증가하는 것을 확인하였다.

[0082] 또한, 동일한 조건에서 호화과정에서 교반 후, 1차 가수분해 과정에서 교반을 진행하는 경우, 호화과정에서 교반을 진행하는 경우보다 높은 수율의 나노-마이크로 녹말 입자를 얻을 수 있는 것을 확인하였다. 1차 가수분해 과정에서 교반 속도가 30에서 100rpm으로 증가함에 따라 나노-마이크로 녹말 입자의 수율이 증가하는 경향을 보이나, 110rpm에서는 나노-마이크로 녹말 입자의 수율이 떨어지는 것을 확인하였다.

[0083] 특히 녹말의 호화과정에서 250rpm으로 교반을 진행하고, 1차 가수분해과정에서 100rpm으로 교반을 진행할 경우, $74.2 \pm 0.9\%$ 로 나노-마이크로 녹말 입자의 수율이 가장 높은 것을 확인하였다.

표 2

교반속도(rpm)	Yield (%)						
가수분해 호화	0	30	50	70	90	100	110
0	7.8 ± 1.1	8.4 ± 0.8	9.1 ± 0.4	11.1 ± 0.9	12.6 ± 0.1	24.5 ± 1.2	17.5 ± 1.7
50	14.9 ± 1.9	15.7 ± 0.2	16.4 ± 1.1	17.5 ± 0.6	19.8 ± 0.6	37.6 ± 1.5	22.4 ± 1.1
100	22.4 ± 2.7	24.2 ± 1.4	25.7 ± 0.8	26.8 ± 1.2	27.5 ± 0.7	45.1 ± 2.5	30.4 ± 2.1
150	39.6 ± 1.0	40.9 ± 0.9	41.6 ± 1.2	42.1 ± 1.8	43.6 ± 1.3	48.2 ± 3.9	43.4 ± 1.8
200	45.3 ± 2.4	46.5 ± 1.3	47.8 ± 0.9	48.5 ± 2.0	49.1 ± 0.9	56.6 ± 1.9	48.1 ± 0.8
250	59.4 ± 0.2	61.7 ± 0.4	62.5 ± 0.7	63.0 ± 0.4	63.7 ± 1.2	74.2 ± 0.9	62.8 ± 0.6

[0085]

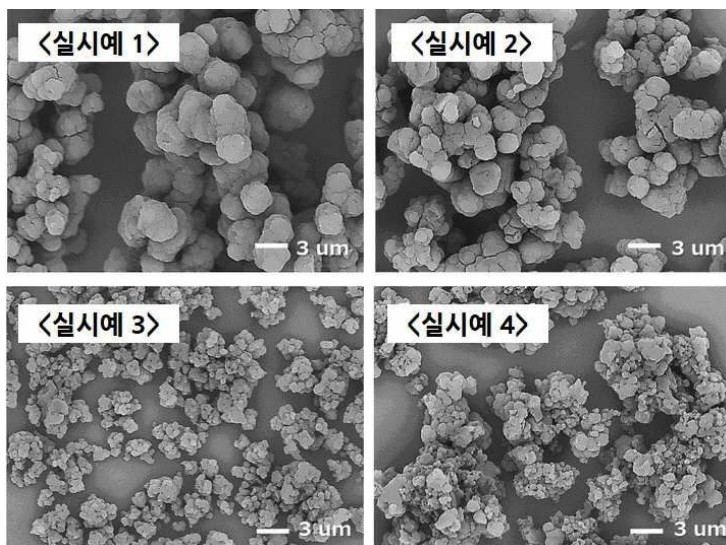
[0087] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허 청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

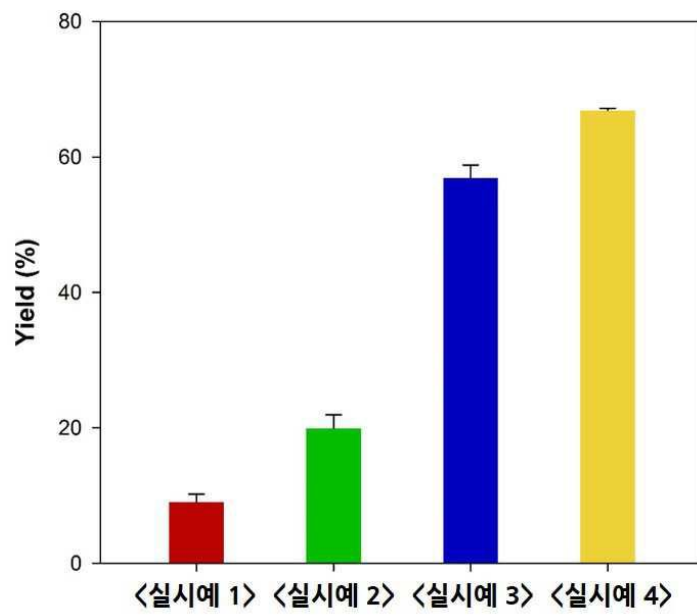
도면1



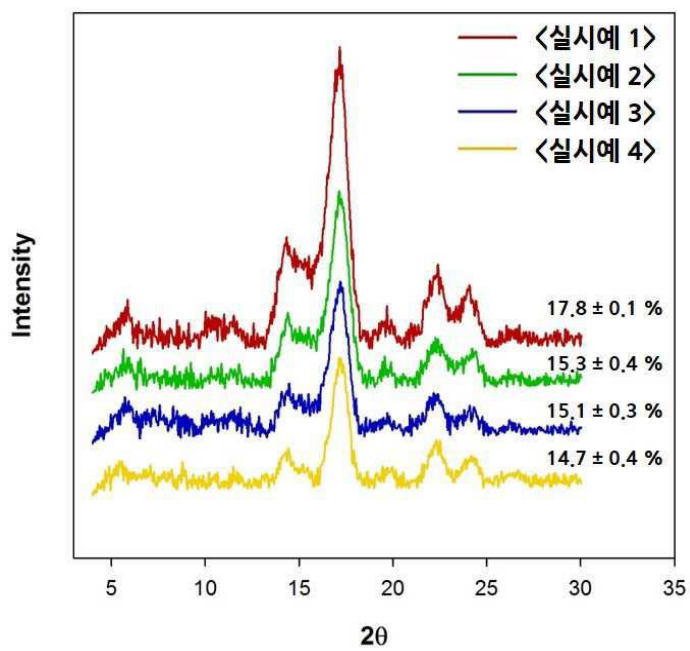
도면2



도면3



도면4



도면5

