



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월09일
(11) 등록번호 10-0873015
(24) 등록일자 2008년12월03일

(51) Int. Cl.

A23L 1/0522 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0082819

(22) 출원일자 2007년08월17일

심사청구일자 2007년08월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR1019970005348 B1

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

임승택

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 생명과학관 녹지 308호

김중예

서울 성북구 안암동5가 고려대학교 생명과학관 녹지 308호

(74) 대리인

윤여강, 이문섭

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 임성택

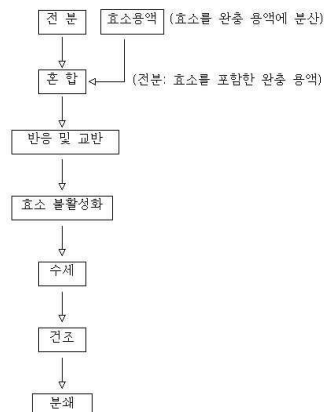
(54) 나노 전분입자의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 전분 가수분해효소를 이용하여 전분입자의 무정형 영역을 가수분해함으로써 전분 입자의 붕괴를 유도하여 나노 수준의 전분 입자를 제조하는 방법에 관한 것으로, 전분분해효소를 완충용액 또는 수용액에 용해시키는 단계, 상기 효소용액과 전분을 혼합하여 가수분해 반응을 일으키는 단계, 상기 가수분해 반응을 종료시키는 단계, 상기 단계의 결과물을 에탄올로 세척하여 건조하는 단계, 및 상기 건조된 전분을 균질기(homogenizer)를 이용하여 분쇄하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 전분분해효소를 이용하여 전분입자의 무정형 영역을 가수분해함으로써, 전분입자의 붕괴를 유도하여 나노 수준의 전분입자를 제조할 수 있다. 이러한 나노 전분입자는 지방대체제, 코팅제, 보강제 등으로 식품, 의약품 및 화학제품 등의 다양한 분야에 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

W09532993 A1

KR100451527 B1

KR100524518 B1

KR100117964 B1

특허청구의 범위

청구항 1

하기 단계를 포함하는 나노 전분입자 제조방법:

- a) 전분분해효소를 완충용액 또는 수용액에 용해시키는 단계;
- b) 상기 10,000-53,000 units/L 효소용액과 20-40g/L 농도의 전분을 혼합하여 30-40℃에서 가수분해 반응을 일으키는 단계;
- c) 상기 가수분해 반응을 종료시키는 단계;
- d) 상기 c)단계의 결과물을 에탄올로 세척하여 건조하는 단계; 및
- e) 상기 건조된 전분을 균질기 (homogenizer)를 이용하여 분쇄하는 단계.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 a)단계에서 전분분해효소는 알파아밀라아제, 베타아밀라아제, 글루코아밀라아제, 알파글루코시데이스, 이소아밀라아제 및 풀루라네이즈로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 나노 전분입자 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 b)단계에서 전분은 일반 옥수수 전분, 찰옥수수 전분, 고아밀로즈 옥수수 전분, 쌀 전분, 찹쌀 전분, 고아밀로즈 쌀 전분, 감자 전분, 찹감자 전분, 고구마 전분, 보리 전분, 찹보리 전분, 콩(pea) 전분, 밀 전분, 찹밀 전분, 사고(sago) 전분, 아마란스 전분, 타피오카 전분, 수수(sorghum) 전분, 찰수수 전분, 바나나 전분, 녹두 전분, 동부 전분 및 쿠즈(kuzukiri) 전분으로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 특징으로 하는 나노 전분입자 제조방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 d)단계에서 진공건조법, 동결건조법, 매물건조법 또는 열풍건조법을 사용하여 건조하는 것을 특징으로 하는 나노 전분입자 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 나노 전분입자의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로 전분 가수분해효소를 이용하여 전분입자의 무정형 영역을 가수분해함으로써 전분 입자의 붕괴를 유도하여 나노 수준의 전분 입자를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 미세 전분은 여러 가지 기능성으로 인하여 다양한 응용 분야에서 사용될 수 있다. 향미성분을 비롯한 여러 가지 물질을 포집함으로써 식품의 품질을 더 안정적으로 오래 유지할 수 있다. 또한 미세전분은 지방 미셀 (micelle)과 유사한 물성을 지니기 때문에 지방대체제로서 이용할 수 있고, 천연고무를 비롯한 여러 가지 물질의 강도를 높이기 위한 충전제로 응용할 수 있다 [P. R. Kulkarni 외 Carbohydrate polymer 53 (2003); R. L. Whistler 외 Cereal food world 35 (1990); A. Dufresne 외 Macromolecules 38 (2005)].
- <3> 종래 소형 전분입자는 전분을 가소화 한 후 가공과정 중에 가교제를 첨가하여 중합체 형태의 나노 전분 입자를 생성하는 방법 [Y. Jiugao, L. Jie, Starch 46 (1994); 한국 공개특허 2001-0108128; 한국 공개특허 2001-

0108052]에 의하여 주로 제조되었다. 상기 제조방법을 이용하면 제조공정 및 방법에 따라 50nm-100 μ m 크기의 전분입자를 생성할 수 있다. 미세한 입자 크기로 인하여 이러한 전분입자는 약품, 화장품, 식품, 도료, 코팅, 종이 및 잉크 등 여러 응용분야에 사용될 수 있다. 하지만 상기 명시된 미세 전분입자 제조방법은 다양한 첨가제가 필요로 하는 방법이다. 따라서 순수하게 전분으로만 이루어진 입자가 아닌 전분질 외 유화제 및 가교제 등 인공적인 화학물질이 첨가되어 있는 입자이다.

- <4> 상기 명시된 제조방법 이외에도 효소 혹은 산 가수분해에 의한 미세 전분 제조 방법 [A. Dufresne 외, *Macromolecules* 38 (2005); 한국 공개특허 특1995-0005843]이 있다. 이 방법에 의하면 가수분해에 의한 공정으로 순수 전분만으로 구성된 미세 입자를 생성할 수는 있지만, 나노 수준의 전분입자를 제조하지는 못하였다. 본 발명은 효소가수분해를 이용하여 나노 수준의 전분으로만 구성된 순수 전분입자의 제조방법을 발명하였다.
- <5> 이에, 본 발명자들은 상기 종래기술들의 문제점들을 극복하기 위하여 예의 연구노력한 결과, 전분 가수분해효소를 이용하여 전분입자의 무정형 영역을 가수분해함으로써 전분 입자의 붕괴를 유도하는 경우, 나노 수준의 전분입자를 제조할 수 있음을 확인하고, 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <6> 따라서, 본 발명의 주된 목적은 효소의 가수분해를 이용하여 전분입자의 무정형 영역을 선택적으로 제거하여 전분입자의 붕괴를 유도함으로써 나노 전분입자를 제조하는 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

- <7> 본 발명의 한 양태에 따르면, 본 발명은 하기 단계를 포함하는 나노 전분입자 제조방법을 제공한다:
- <8> a) 전분분해효소를 완충용액 또는 수용액에 용해시키는 단계;
- <9> b) 상기 효소용액과 전분을 혼합하여 가수분해 반응을 일으키는 단계;
- <10> c) 상기 가수분해 반응을 종료시키는 단계;
- <11> d) 상기 c)단계의 결과물을 에탄올로 세척하여 건조하는 단계; 및
- <12> e) 상기 건조된 전분을 균질기 (homogenizer)를 이용하여 분쇄하는 단계.
- <13> 본 발명에서, 상기 전분 또는 전분입자는 결정 영역과 무정형 영역이 환형으로 교차되어 있는 구조를 가진다. 산이나 효소를 이용하여 가수분해 할 경우에는 결정 영역 보다는 무정형 영역이 우선적으로 분해된다. 따라서 가수분해를 통하여 무정형 영역만 제거할 경우 결정 영역만 남은 전분 입자 내부에는 많은 빈공간이 생기게 되고 구조적으로 불안정하게 되고 붕괴하게 된다. 본 발명은 효소를 이용하여 전분입자의 무정형 영역을 선택적으로 가수분해하고 전분입자의 붕괴를 유도하여 나노 전분 입자를 제조하는 방법을 제시한다.
- <14> 본 발명의 도 2에서 나타난 것처럼, 전분입자는 결정성이 큰 영역 (Crystalline Hard Shell)과 결정성이 낮은 영역 (Semi-crystalline Soft Shell, 무정형 영역)이 환형으로 교차되어 있는 구조로 알려져 있다 (Gallant et al., 1997). 본 발명에서는 전분입자의 결정성이 낮은 영역을 선택적으로 가수분해하여 전분입자의 붕괴를 유발시켜, 블라클릿 (blocklet) 혹은 여러 개의 블라클릿으로 이루어진 입자가 전분입자로부터 떨어져 나가도록 유도하여 나노 수준의 전분입자를 제조하였다.
- <15> 본 발명에서, 상기 블라클릿 (blocklet)은 전분입자 내부에 매우 안정하게 존재하기 때문에 쉽게 전분입자에서 떨어져 나가지 않는다 (도 2 참조). 상기 언급된 “대한민국 공개특허 1995-0005843”에서는 전분입자의 가수분해가 충분하지 않기 때문에 전분입자의 붕괴보다는 단순한 단편화만 일어나게 된다. 그리고 효소의 가수분해에 의하여 일부의 블라클릿이 형성되었다 하더라도 제조과정 중 높은 온도와 물리적인 마찰로 인하여 전분입자는 호화되어 버린다.
- <16> 보다 상세히 살펴보면, 상기 “대한민국 공개특허 1995-0005843”에서는 고농도의 전분 현탁액 (600g/L), 고온 조건 (60-70℃) 및 적은 효소량 (3,100 units/L) 조건에서 효소의 가수분해를 수행하였고, 전분입자의 단편화를 가속화하기 위하여 고형매체를 첨가하였다. 이러한 적은 효소 사용량과 고농도의 전분 현탁액으로 인하여 전분입자의 충분한 가수분해가 일어나지 못하게 된다. 또한 일부의 블라클릿이 생성되더라도 높은 반응온도와 물리적인 마찰로 인하여 블라클릿은 효소의 가수분해 중에 호화되어 버린다. 그러나 본 발명에서는 낮은 전분 현탁

액 (20-40g/L), 온도조건 (30-40℃) 및 효소 사용량 (10,000-53,000 units/L)을 사용하여 가수분해를 수행하였고, 이로 인하여 충분한 전분입자의 가수분해가 일어나게 되어 대부분의 전분입자에서 블라클릿이 형성되었고 형성된 블라클릿은 호화되지 않고 남아 있었다.

<17> 본 발명의 나노 전분입자 제조방법에서, 상기 a)단계에서 전분분해효소는 식품가공분야에서 옥수수, 감자, 쌀, 밀 등으로부터 생전분입자를 가공하는 데 통상적으로 사용되고 있는 모든 전분분해효소가 사용될 수 있으나, 바람직하게는 알파아밀라아제 (α -amylase), 베타아밀라아제 (β -amylase), 글루코아밀라아제 (Glucoamylase), 알파글루코시다아제 (α -glucosidase), 이소아밀라아제 (Iso-amylase) 및 풀루라나아제 (Pullulanase)로 이루어진 군에서 선택된 것이 적당하다. 본 발명의 실시예 2에서는 전분분해효소의 종류에 크게 상관없이 본 발명의 나노 전분입자를 제조할 수 있음을 확인하였다 (도 5 참조).

<18> 본 발명의 나노 전분입자 제조방법에서, 상기 b)단계에서 전분은 일반 옥수수 전분, 찰옥수수 전분, 고아밀로즈 옥수수 전분, 쌀 전분, 찹쌀 전분, 고아밀로즈 쌀 전분, 감자 전분, 찹감자 전분, 고구마 전분, 보리 전분, 찹보리 전분, 콩(pea) 전분, 밀 전분, 찰밀 전분, 사고(sago) 전분, 아마란스 전분, 타피오카 전분, 수수(sorghum) 전분, 찰수수 전분, 바나나 전분, 녹두 전분, 동부 전분 및 쿠즈(kuzukiri) 전분으로 이루어진 군으로부터 선택된 것이 바람직하다. 본 발명의 실시예1과 3에서는 상기 전분들로부터 나노 전분입자를 제조할 수 있음을 증명하기 위하여, 예로서 찹쌀 이외에 맷쌀, 찰옥수수 및 옥수수를 이용하여 나노 전분입자를 제조하고 그 크기 및 분포를 확인하였다 (도 6a, 6b, 6c 참조).

<19> 본 발명에서, 상기 전분 또는 전분입자는 쌀, 옥수수, 감자, 고구마, 밀과 같은 각종 생전분질을 가공하여 얻은 것을 의미한다. 생전분질을 가공하여 얻어진 전분입자는 생전분의 종류에 따라 다르지만 대체로 10-100 μ m 크기로서, 각종 산업분야에 이용 시 전분의 가공특성들은 입자의 크기에 영향을 받게 된다. 따라서 종래 마이크로 수준의 전분입자보다 더 미세한 나노 수준의 전분입자들은 여러 산업분야에서 다양한 용도로 사용될 수 있다.

<20> 본 발명의 나노 전분입자 제조방법에서, 상기 b)단계의 가수분해 반응은 20-40g/L의 전분농도, 30-40℃의 반응 온도, 및 10,000-53,000 units/L의 효소 사용량에서 수행되는 것이 바람직하다. 본 발명에서 목적으로 하는 나노수준의 전분입자를 제조하기 위해서는 전분입자 내부에 매우 안정하게 존재하는 블라클릿을 전분입자로부터 떨어뜨려야 하는데, 전분입자의 단순한 침식과정 또는 단편화만으로는 이러한 목적을 달성할 수 없다. 따라서 본 발명의 가수분해반응을 전분의 호화가 일어나지 않는 온도조건과 상기 전분농도 및 효소 사용량에서 가수분해를 수행하여 전분입자의 붕괴를 유도함으로써 본 발명의 목적을 달성할 수 있었다.

<21> 본 발명에 있어서, 상기 c)단계는 가수분해 반응을 종료하는 단계로 pH를 변화시키거나, 에탄올과 같은 용매를 첨가함으로써 효소를 불활성화 시켜 반응을 종료한다. 가열에 의한 효소의 불활성화는 전분 입자의 호화를 야기하기 때문에 바람직하지 않다.

<22> 본 발명에 있어서, 상기 d)단계에서의 세척은 불활성화 된 효소 및 가수분해에 의하여 생성된 유리 당을 제거하는 것을 말한다. 알코올 (에탄올, 이소프로판올, 메탄올 등) 수용액을 이용하여 수세하여 전분입자의 팽윤 및 변성을 억제한다.

<23> 본 발명의 나노 전분입자 제조방법에서, 가수분해된 전분입자는 상기 d)단계에서 세척 및 건조과정을 거치게 되는데, 건조과정에서는 진공건조법, 동결건조법, 매했건조법 및 열풍건조법을 사용하여 건조할 수 있으나, 열에 의한 변성을 고려하면 저온에서 수행되는 건조방법을 선택하는 것이 바람직하다.

<24> 본 발명의 나노 전분입자 제조방법에서, 건조된 전분입자는 상기 e)단계에서 분쇄과정을 거치게 되는 데, 분쇄과정에서는 볼밀, 제트밀, 균질 (homogenization), 미세유동화 (microfluidisation) 또는 초음파 (ultrasonication)를 사용할 수 있으며, 분쇄과정 역시 열에 의한 변성을 고려하여 저온에서 분쇄하는 것이 바람직하다.

<25> 현재 미세 전분입자는 식품, 섬유, 제지, 그리고 화학공업분야에서 다양한 용도로 이용되고 있다. 식품산업에서는 가공식품의 증점제, 분산제, 향보존제 등으로 이용되고 있고, 섬유공업에서는 섬유사의 제직성을 높이기 위하여 실의 가호, 나염 및 호제 등으로 이용되고 있으며, 제지공업에서는 주로 표면사이징제, 코팅제, 내부첨가제 및 판지의 층간접착제 등으로 이용되고 있다. 또한 화학공업에서는 전분을 변성화시켜 접착제, 분산제, 증점제 및 미끄럼 방지제 분말 등으로 이용하고 있다. 최근에는 생분괴성 플라스틱의 제조에도 이용되고 있으며 각종 흡수성 수지의 원료로도 이용된다.

<26> 본 발명의 나노수준 전분입자를 산업분야에 사용할 경우 기능성 및 반응성에서 우수한 장점들을 나타낼 수 있다. 예컨대, 나노 전분입자를 식품에 이용할 경우 작은 크기의 입자로 인하여 열의 전달이 용이하여 낮은 온도

에서 쉽게 호화되며, 용해성이 향상되고, 호화액의 투명도가 증가되며, 용액상에서 쉽게 침전되지 않아 분산성이 향상되고, 전분 분자가 분산되므로 재배열 침전되는 노화가 억제되어 저온 안정성을 향상시킬 수 있다. 또한 흡습성은 저하되는 반면 물에 대한 보수성은 향상되는 특징을 갖게 된다.

<27> 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 이들 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이므로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다.

효 과

<28> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 전분 분해효소의 가수분해 반응을 이용하여 전분입자의 붕괴를 유도하여 다른 첨가제 없이 전분만으로 이루어진 나노 수준의 전분입자를 용이하게 제조할 수 있으며, 본 발명의 방법으로 제조된 나노 전분입자는 식품, 의약품 및 화학제품 등의 다양한 산업에서 유용하게 적용시킬 수 있을 것으로 기대된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<29> 실시예 1. 나노 전분입자의 제조

<30> 알파아밀라아제 (Sigma-Aldrich Company) 8040 units를 pH가 6.9인 20 mM의 인산나트륨완충용액 300 mL에 분산하여 용해시켰다. 찹쌀 전분 (Waxy rice starch; Remyline-AX DR, Remy industries, Leuven, Belgium) 10 g을 300 mL 효소 용액에 분산시킴으로써 가수분해 반응을 시작하였다. 150 rpm으로 교반해주며 37℃에서 가수분해 반응을 수행하였다. 가수분해는 3시간부터 24시간 동안 진행되었고 가수분해 시간에 따른 전분입자의 특징을 분석하였다.

<31> 가수분해는 2700 mL의 95% 에탄올을 가함으로써 효소를 불활성화시켜 반응을 종결하였다. 가수분해 반응 종결 후 가수분해 된 전분 입자를 회수하기 위하여 2280g의 힘으로 10분 동안 원심분리 하였다. 회수된 전분입자에서 불활성화 된 효소와 가수분해에 의해 생성된 유리 당을 제거하기 위하여 50% 에탄올로 3회 세척하였다. 세척 후 35℃에서 12시간 동안 가수분해 된 전분을 건조하였다. 건조 후 균질기 (Ultrasonic homogenizer UH-600, SMT, Japan)를 이용하여 4℃에서 10,000 rpm으로 1분 동안 분쇄하였다.

<32> 이렇게 제조된 전분 입자의 평균 입자 크기 및 입자 크기 분포 그리고 입자 형태를 측정하였다. 측정 과정 및 결과는 다음 시험예 1에 명시하였다.

<33>

<34> 시험예 1. 가수분해 된 전분 입자의 평균 직경 및 입자 크기 분포 측정

<35> 입자 분석기 (1064 LD, CILAS, France)를 이용하여 상기 실시예 1에서 제조한 전분입자의 평균 직경 및 입자 크기 분포를 측정하였다. 파장 830nm 레이저를 이용하여 95% 에탄올 상에서 측정하였다. 측정 시 전분 입자의 농도는 기계가 제시한 범위 내에서 측정하였다. 모든 측정은 Mie 이론 [Wilson 외, Cereal Chem, 83, (2006)]에 기초하여 수행되었다. 입자 분포 및 평균 직경은 전분입자의 부피를 기준으로 측정되었다. 입자의 평균직경은 하기 표 1에 나타내었다.

<36> [표 1]. 가수분해 된 찹쌀 전분입자의 평균 직경

효소 가수분해 시간 (h)	입자 평균 직경 (μm)
0	5.94
3	1.64
6	1.39
9	1.34
24	1.40

<37>

<38> 찹쌀 전분 및 가수분해 된 전분입자들의 평균 직경은 표 1에 나타낸 바와 같다. 찹쌀 전분입자의 평균 직경은 5.94 μm 이고 가수분해 3시간 후 급격하게 감소하여 1.64 μm 로 감소하였다. 그 후 가수 분해가 진행됨에 따라 전분 입자의 평균 직경은 소량 감소하였지만 큰 폭의 감소는 없었다.

<39> 찹쌀 전분 및 가수분해 된 전분의 입자 분포는 도 3에 도시되어 있다. 찹쌀 전분의 경우 5.6 μm 중심으로 하나의 입자 분포를 이루고 있다. 효소 가수분해 3시간 후, 3.6 μm 의 입자 분포와 함께 500nm 크기의 입자 분포 또한 생

성되었다. 효소가수 분해에 의하여 전분입자의 무정형 영역이 분해됨에 따라 전분입자에서 결정성 블라클릿(blocklet)이 떨어져 나가 500nm 크기의 입자 분포를 형성하였고, 남아 있는 전분입자 모체는 가수분해에 따른 무정형 영역의 손실 및 이로 인한 입자의 붕괴로 인하여 3.6 μ m로 크기가 감소하였다. 가수분해가 진행됨에 500nm 입자의 크기는 변함이 없었고, 500nm 입자의 수는 가수분해 9시간까지 증가하였지만 그 이후에는 소량 감소하였다. 전분입자 모체의 크기는 가수분해 시간이 증가함에 따라 감소하였다. (도 3-6에서, WR: native waxy rice, EH: enzymatic hydrolysis, 숫자: 가수분해시간)

<40> **시험예 2. 전분 입자의 형태**

<41> 주사전자현미경 (JSEM 5410 LV System, Japan)을 이용하여 전분입자 형태를 관찰하였다. 전분입자를 금으로 코팅한 후 15 kV에서 관찰하였다.

<42> 도 4a에서와 같이, 찹쌀 전분은 다각형 모양의 마이크로 수준의 입자이다. 그러나 도 4b에서와 같이, 가수분해 24시간 이후 전분입자는 붕괴되어 다각형의 본 모양을 잃고 500nm 크기의 작은 파편들과 마이크로 수준의 붕괴된 형태의 입자를 보였다.

<43> **실시예 2. 다른 전분 분해효소를 이용한 나노 전분입자의 제조**

<44> 실시예 1과 같은 조건에서 알파아밀라아제 대신 아밀로글루코시데이즈(amyloglucosidase, No. 9913, Sigma-Aldrich) 전분 분해효소를 사용하여 가수분해 후 전분입자의 형태를 관찰한 결과는 도 5에 도시하였다. 도 5에서는 아밀로글루코시데이즈를 이용했을 경우에도 나노 크기의 전분입자가 생성됨을 확인할 수 있다. 이는 전분 분해효소의 종류에 큰 관련 없이 모두 나노 크기의 전분입자를 제조할 수 있음을 나타낸다.

<45> **실시예 3. 다른 전분을 이용한 나노 전분입자의 제조**

<46> 실시예 1과 같은 조건에서 찹쌀 전분 이외에도 다른 전분들로부터 나노 전분입자를 효과적으로 제조할 수 있었으며, 그 결과는 도 6a, 6b, 6c와 같다. 도 6a, 6b, 6c에서는 각각 맵쌀, 찰옥수수 및 옥수수로부터 전분 분해효소를 처리하여 나노 전분입자가 생성됨을 나타낸다. 따라서 본 발명의 방법을 이용할 경우 찹쌀 전분 뿐만 아니라 다른 종류의 전분에서도 나노 크기의 전분입자를 제조할 수 있음을 확인하였다.

도면의 간단한 설명

<47> 도 1은 본 발명에 따른 나노 전분입자의 제조방법을 도식화한 도면이다.

<48> 도 2는 전분입자의 구조를 나타내는 도면이다.

<49> 도 3은 본 발명에 따라 가수분해 된 전분입자의 크기 및 분포를 나타내는 도면이다.

<50> 도 4a는 찹쌀 전분입자의 형태를 나타내는 주사전자현미경 사진이다.

<51> 도 4b는 본 발명에 따라 가수분해 된 찹쌀 전분입자의 형태를 나타내는 주사전자현미경 사진이다.

<52> 도 5는 다른 전분분해효소인 알파글루코시데이즈를 이용하여 찹쌀전분으로부터 제조된 전분입자의 크기 및 분포를 나타내는 도면이다.

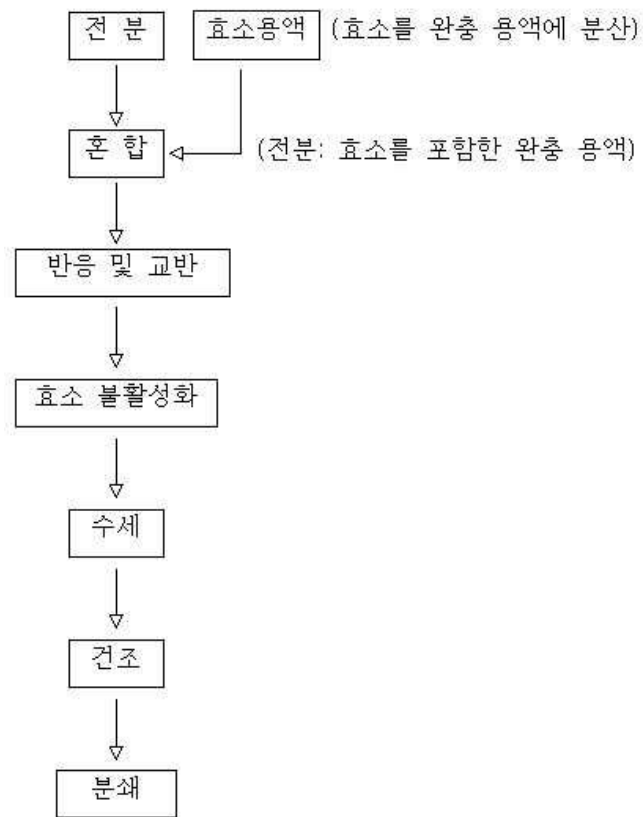
<53> 도 6a는 본 발명에 따라 맵쌀로부터 제조된 전분입자의 크기 및 분포를 나타내는 도면이다.

<54> 도 6b는 본 발명에 따라 찰옥수수로부터 제조된 전분입자의 크기 및 분포를 나타내는 도면이다.

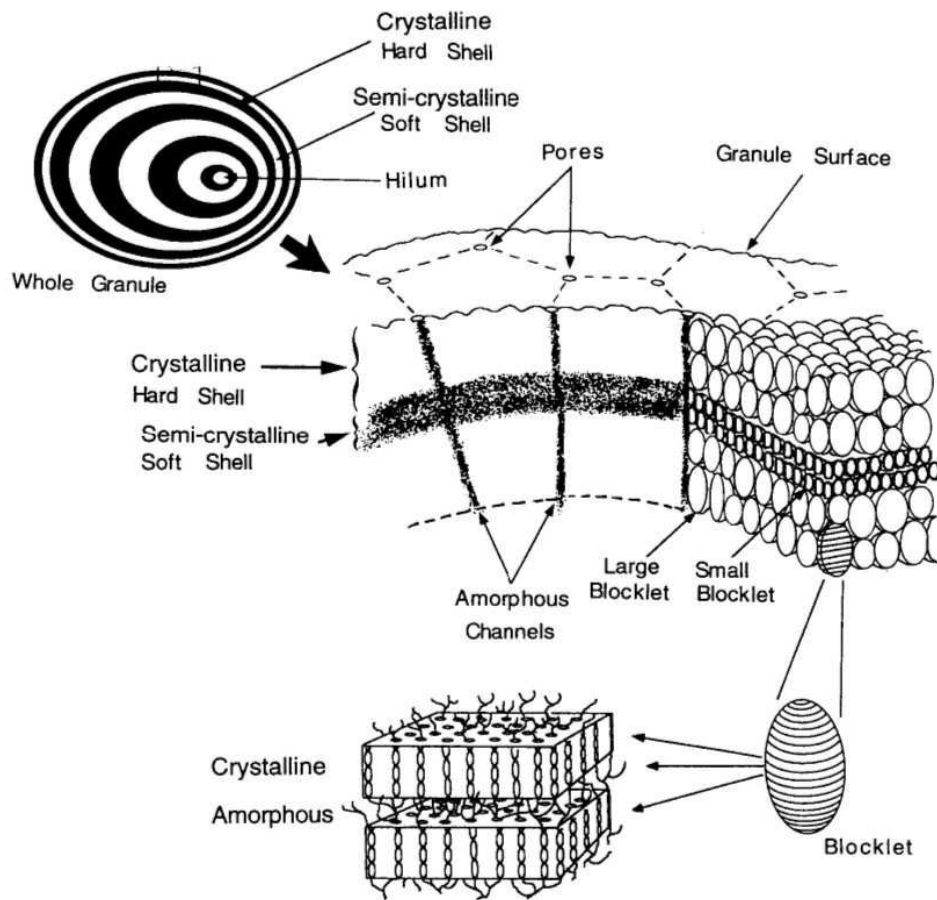
<55> 도 6c는 본 발명에 따라 옥수수로부터 제조된 전분입자의 크기 및 분포를 나타내는 도면이다.

도면

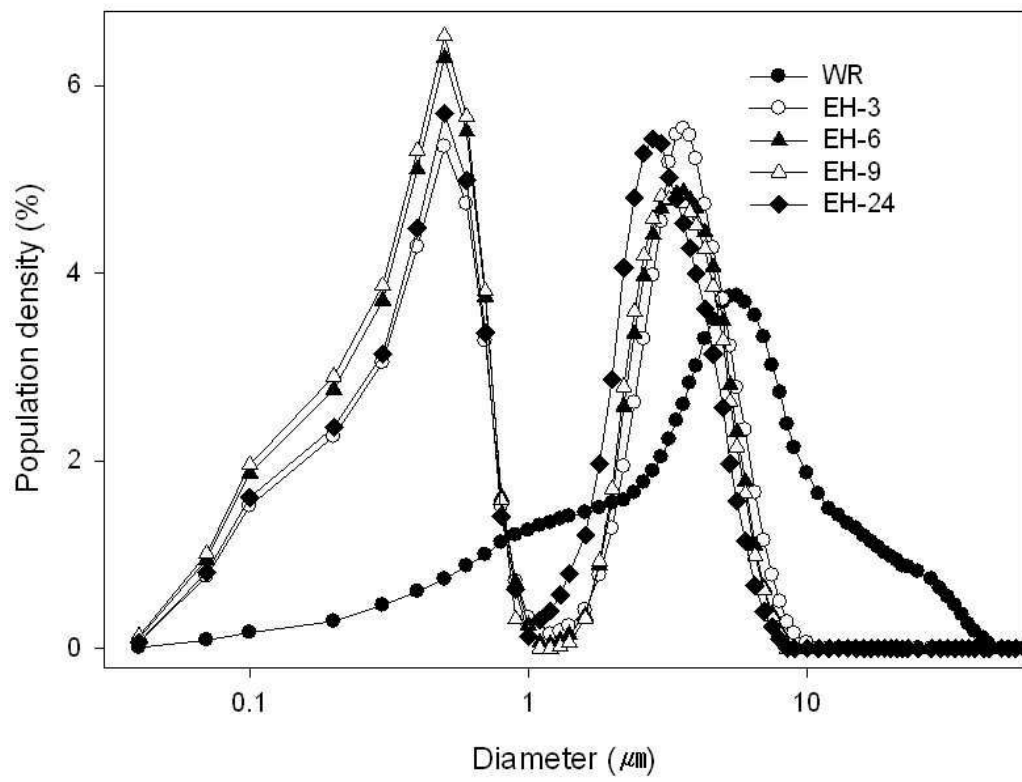
도면1



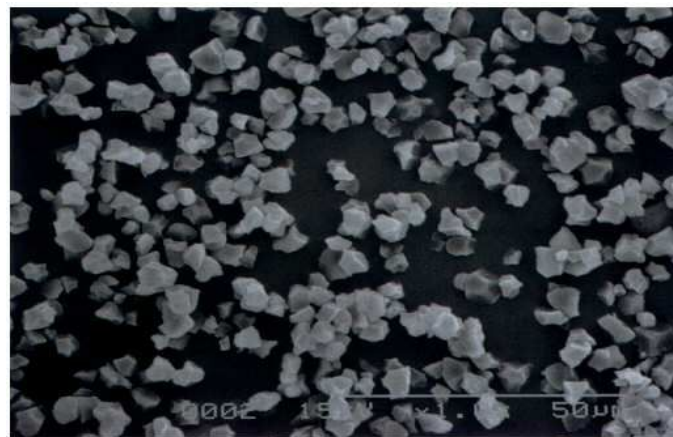
도면2



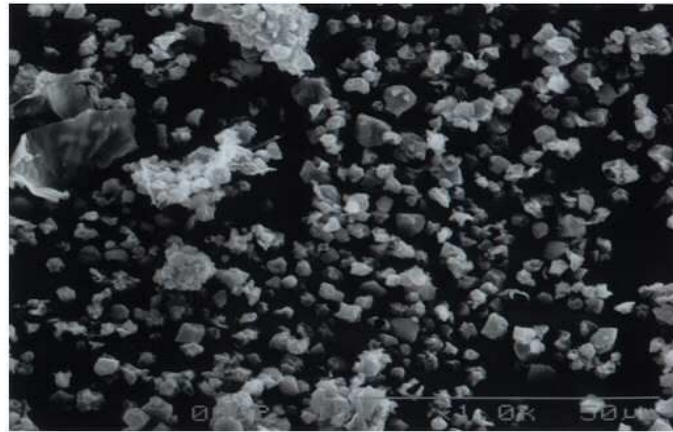
도면3



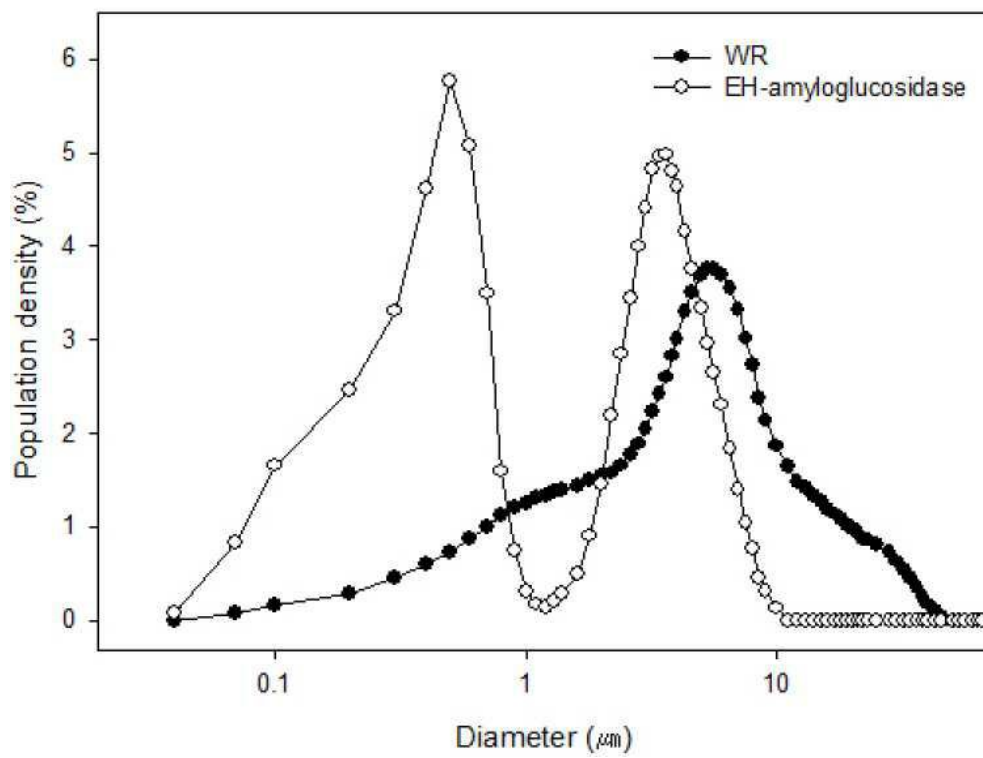
도면4a



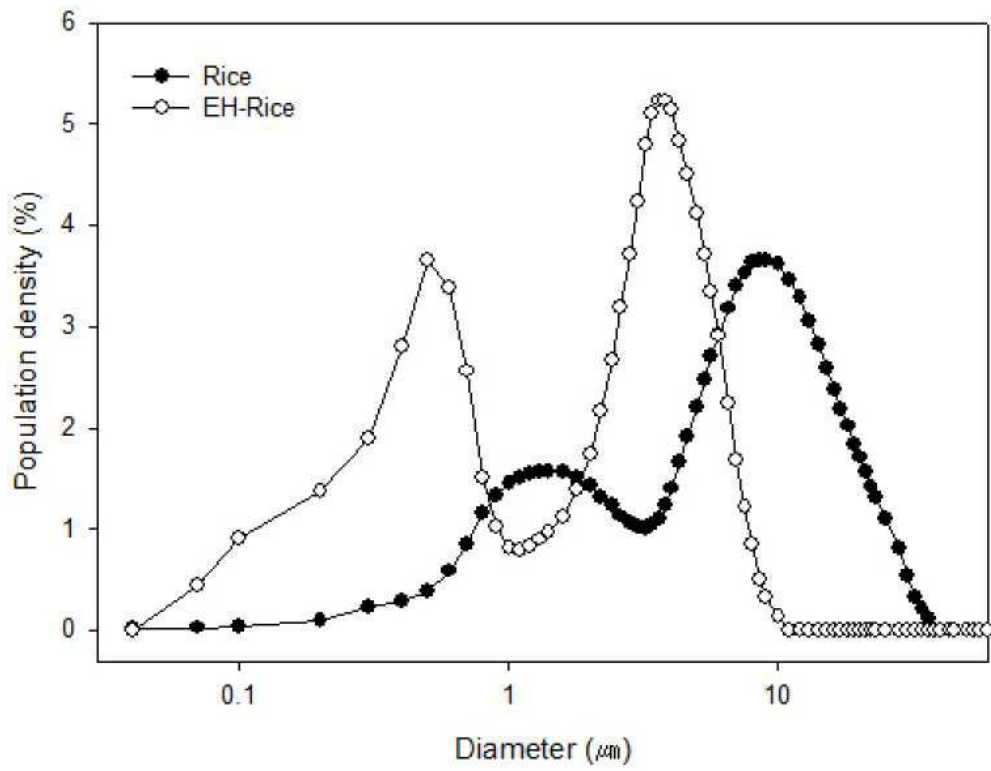
도면4b



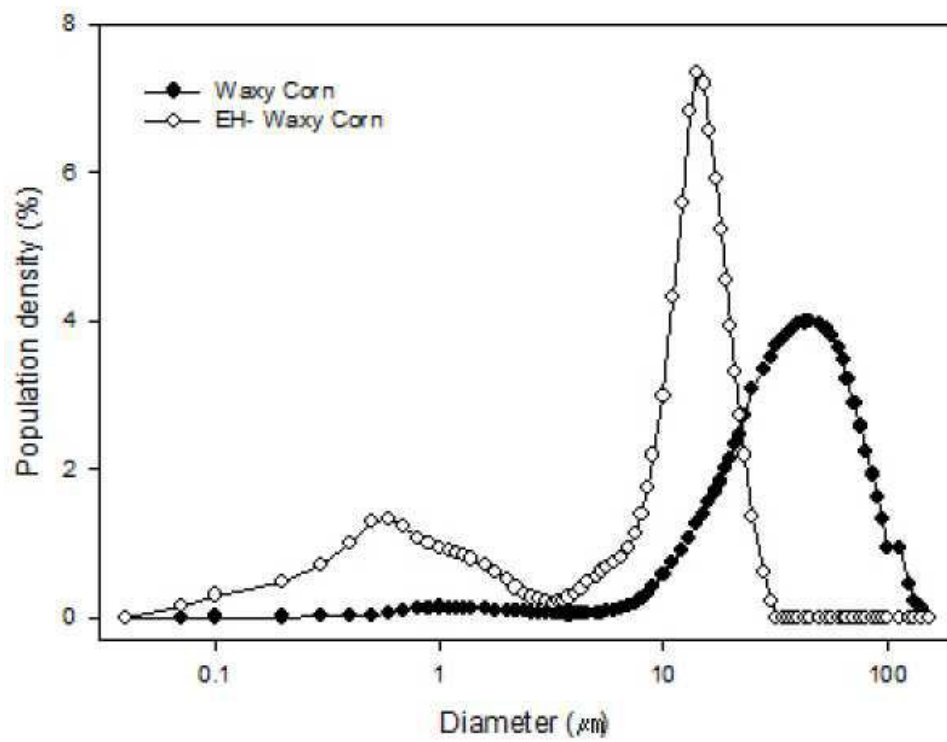
도면5



도면6a



도면6b



도면6c

