



# 특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1216058 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2010-0100302 호
	출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2010년 10월 14일
	등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2012년 12월 20일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)  
지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법

특허권자 (PATENTEE)  
서울대학교산학협력단(114371-0\*\*\*\*\*)  
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

발명자 (INVENTOR)  
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록  
되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN  
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2012년 12월 20일



특 허 칭

COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 12월 20일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

(A) 전분과 설탕을 포함하는 현탁액을 호화시킨 후, 호화된 현탁액에 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액을 첨가하여 25~35℃에서 효소반응을 유도하는 단계; 및

(B) 상기 효소반응된 전분을 80~120℃에서 20~60분간 수열처리(hydrothermal treatment)하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액은,

네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4), 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 생산할 수 있게 형질전환된 균주의 배양액 및 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 생산할 수 있게 형질전환된 균주의 파쇄액 중에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 전분은 찹쌀 전분, 멥쌀 전분, 찰옥수수 전분, 옥수수 전분, 찹감자 전분 및 감자 전분 중에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 (A)단계에서,

효소반응 후, 반응액을 원심분리하여 불용성 부분을 수득하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 (B)단계는,

상기 효소반응된 전분의 수분함량을 20~50중량%로 조절하는 것을 특징으로 하는 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법에 관한 것으로, 좀더 구체적으로, 효소적 방법과 물리적 방법을 병행하여 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분을 제조하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 전분은 식물체에 존재하는 포도당 다당류로써 곡류, 서류에 많이 포함되어 있으며 인간에게는 1차적인 주요한 공급에너지원으로 인체 내에서 판크레아틴(pancreatin), α-아밀라아제(α-amylase)에 의해 분해된다. 그러나 일부 전분은 노화 정도, 전분 중합도, 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율 등에 따른 요인들에 의해 사람의 소장에서 분해되지 못하고 배설되는데 이러한 전분을 난소화성 전분이라 한다. 그러므로 전분은 영양학적으로 빠르게

소화되는 전분(rapidly digestible starch, RDS), 지소화성 전분(slowly digestible starch, SDS), 난소화성 전분(resistant starch, RS)으로 나누어 질 수 있다.

[0003] 여기서 지소화성 전분은 소장에서 완전히 소화되지만 소화속도가 천천히 진행되는 것이고, 난소화성 전분은 소장에서 흡수되지 않으나 식이섬유와 유사하게 대장에서 미생물의 에너지원으로 사용된다. 또한 미생물들에 의해 분해된 난소화성 전분은 아세트산, 프로피온산, 부티르산 등의 단쇄 지방산을 생성하여 대장의 pH를 낮추고 장내 환경의 변화를 유도해 분변량의 증대와 대장암을 예방할 수 있다. 이러한 지소화성 전분과 난소화성 전분은 혈당 수치를 빠르게 증가시키는 빠르게 소화되는 전분에 비해 인슐린의 과량 분비를 막아 췌장의 과부하로 인한 '인슐린 저항성' 유발을 막아 비만과 당뇨병 환자의 적절한 에너지원 제공을 이룰 수 있고 맞춤형 전분을 생산 가능하게 하여 건강 기능성 식품으로 산업적 이용이 가능하다.

[0004] 그동안 이러한 전분의 지소화성, 난소화성 전분 함량을 높이기 위해 물리적 처리, 화학적 처리, 효소적 처리가 사용되어 왔다. 이 중 물리적 처리와 효소적 처리는 화학적 처리에 비해 소비자들에게 안전성과 건강지향성을 줄 수 있다는 점에서 큰 장점으로 꼽혀왔다. 또한 물리적 처리는 처리방법이 비교적 간단하고 특별한 첨가물이 없으며, 효소적 처리는 친환경적이고 원하는 특이적 반응 수행이 가능하며 부산물이 적고 처리 후 사용을 위한 정제가 용이하다는 장점이 있다.

[0005] 그러나, 물리적 처리와 효소적 처리를 각각 단독으로 하는 경우에는 지소화성, 난소화성 전분을 증진시키는 효과가 충분하기 못 하며, 또한, 그 처리에 지나치게 오랜 기간이 소요되는 등 효율적이지 못하다는 문제가 있었다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 효소적 반응을 이용하여 전분의 중합도를 높이고 그에 더하여 물리적 방법을 병행함으로써 종전의 방법들에 비해 현저하게 높은 지소화성 및 난소화성을 가진 전분을 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명은 종래의 효소적 반응만을 이용한 경우에 비하여 효소반응의 최적조건을 충족시키지 않고서도 현저하게 높은 지소화성 및 난소화성을 가진 전분을 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명은 종래의 물리적 반응만을 이용한 경우에 비하여 비교적 낮은 반응온도 및 짧은 반응시간에서도 현저하게 높은 지소화성 및 난소화성을 가진 전분을 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 (A) 전분과 설탕을 포함하는 현탁액을 호화시킨 후, 호화된 현탁액에 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액을 첨가하여 25~35℃에서 효소반응을 유도하는 단계 및 (B) 상기 효소반응된 전분을 80~120℃에서 20~60분간 수열처리(hydrothermal treatment)하는 단계를 포함하는 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 상기 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액이 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4), 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 생산할 수 있게 형질전환된 균주의 배양액 및 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 생산할 수 있게 형질전환된 균주의 파쇄액 중에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 전분이 찹쌀 전분, 멥쌀 전분, 찰옥수수 전분, 옥수수 전분, 찰감자 전분 및 감자 전분 중에서 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 상기 (A)단계에서 효소반응 후에 반응액을 원심분리하여 불용성 부분을 수득하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 상기 (B)단계가 상기 효소반응된 전분의 수분함량을 20~50중량%로 조절하는 것을 특징으로 한다.

- [0014] 이하에서는, 본 발명의 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조방법에 대하여 단계별로 자세히 설명하겠다.
- [0015] (A) 효소적 반응을 유도하는 단계
- [0016] 본 발명의 효소적 반응을 유도하는 단계는, 전분과 설탕을 포함하는 현탁액을 호화시킨 후, 호화된 현탁액에 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액을 첨가하여 25~35℃에서 효소반응을 유도하는 단계이다.
- [0017] 전분에 사용되는 효소적인 처리에는 보통 전분 가수분해 효소가 주로 사용되나, 본 발명에서는 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액을 사용한다.
- [0018] 본 발명에서 사용되는 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액은 설탕을 과당과 포도당으로 가수분해하고 여기서 형성된 포도당은 수용체의 비환원성 말단에 연결시켜  $\alpha$ -(1→4)-글루칸을 합성하여 전분 사슬의 길이를 연장시킨다.
- [0019] 본 발명에서 사용되는 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액은 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4), 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 생산할 수 있게 형질전환된 균주의 배양액 및 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 생산할 수 있게 형질전환된 균주의 파쇄액 중에서 선택된 어느 하나 이상이다.
- [0020] 본 발명에서 사용되는 전분은 특별히 한정되는 것은 아니나, 찹쌀 전분, 멥쌀 전분, 찰옥수수 전분, 옥수수 전분, 찰감자 전분 및 감자 전분 중에서 선택된 어느 하나 이상인 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 본 발명에서 사용되는 전분과 설탕을 포함하는 현탁액은, 1~5%(w/w) 전분 수용액과 설탕을 구연산 나트륨 완충액(sodium citrate buffer, pH 7.0)에 현탁시킨 것이 바람직하다.
- [0022] 또한, 본 발명에서는 상기 현탁액을 호화시킨 후 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4) 효소액을 첨가하는 것이 바람직하는데, 현탁액을 호화시킴으로써 아밀로수크라아제의 기질에 대한 접근성을 향상시킬 수 있기 때문이다. 이때, 현탁액을 호화시키는 방법으로는 현탁액을 격렬하게 흔들면서 5~15분간 끓이는 방법을 사용할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명에서는 효소적 반응을 바람직하게 25~35℃에서 수행하는 것이 좋은데, 이 온도 조건에서 아밀로수크라아제의 반응성이 좋기 때문이다.
- [0024] 또한, 본 발명에서는 효소반응 후, 바람직하게 반응액을 원심분리하여 불용성 부분을 수득하는 단계를 추가로 포함하는 것이 좋은데, 불용성 부분에 지소화성 및 난소화성 전분이 함유되어 있기 때문이다.
- [0025] 예를 들면, 본 발명에서는 3%(w/w)의 찹쌀 전분과 100mM 수크로오스를 100mM 구연산 나트륨 완충액(sodium citrate buffer, pH 7.0)에 현탁하여 항온 수조에서 30℃, 80rpm으로 반응시킨다. 이러한 본 발명의 아밀로수크라아제 처리한 찹쌀 전분은 대조군에 비하여 지소화성 전분은 35%, 난소화성 전분은 22% 증가한다. 또한, 그 외의 본 발명의 아밀로수크라아제 처리한 멥쌀, 찰옥수수, 옥수수 전분 모두는 대조군에 비해 지소화성, 난소화성 전분의 함량 증가의 높고 낮음의 차이가 있을 뿐 모두 증가한다.
- [0026] (B) 수열처리(hydrothermal treatment)하는 단계
- [0027] 본 발명의 수열처리(hydrothermal treatment)하는 단계는, 상기 (A)단계에서 효소반응된 전분을 80~120℃에서 20~60분간 열처리하는 단계이다. 즉, 본 발명에서는 전분 사슬의 연장으로 지소화성, 난소화성 전분이 어느 정도 증가된 상태에서 물리적 방법인 수열처리(hydrothermal treatment)를 하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 본 발명의 수열처리(hydrothermal treatment)는 전분의 사슬길이의 변화를 일으키지는 않으나, 전분 사슬과 사슬 사이의 응집을 유도하여 노화를 유발하고 소화효소인 판크레아틴,  $\alpha$ -아밀라아제의 접근이 용이하지 않게 되어 전분 소화율을 늦추는 작용을 한다.
- [0029] 본 발명의 수열처리는 80~120℃에서 열처리하는 것이 바람직하며, 90~110℃에서 하는 것이 더욱 바람직하다. 또한, 열처리 시간은 20~60분이 바람직하며, 30~50분이 더욱 바람직하다.
- [0030] 또한, 본 발명에서는 수열처리를 통하여 상기 아밀로수크라아제 효소반응된 전분의 수분함량을 20~50중량%로 조절하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 25~40중량%이다.

[0031] 예를 들면, 본 발명에서는 아밀로수크라아제 처리한 전분 2g을 100ml 유리병을 이용하여 AACC 방법에 따라 수분 함량을 계산하여 수분함량을 25, 30, 35, 40%가 되도록 조절한다. 수분평형에 도달하기 위해 밀봉한 100ml 유리 병을 24시간 동안 상온에 방치 후, 오븐에서 100℃, 40분간 열처리하고 30분간 상온에 방냉한다. 그 후, 건조시 료 채취를 위하여 30℃로 오븐건조한다.

[0032] 이와 같이 효소적 처리와 물리적 처리를 병행한 본 발명의 찹쌀 전분은 대조군에 비해 수분함량에 따라 지소화 성, 난소화성 전분의 증가 정도가 다를 뿐 모두 증가하며, 효소적 처리만 한 찹쌀 전분과 비교하여도 지소화성, 난소화성 전분의 총 비율은 높게 나타난다. 또한, 그 이외의 본 발명의 아밀로수크라아제 처리한 멥쌀, 찰옥수 수, 옥수수 전분의 경우에도 같은 결과를 보인다. 이에 모든 전분에 본 발명의 방법이 적용 가능함을 알 수 있 다.

[0033] 본 발명에서는 (B)단계인 물리적 처리 병행으로 인해 굳이 아밀로수크라아제 반응에서 최적 조건 없이도 어느 정도의 사슬길이 연장을 이룰 수만 있다면, 수열처리(hydrothermal treatment) 조건을 변화해가면서 지소화성 및 난소화성 전분 증가량을 조절할 수 있다는 효과가 있다.

[0034] 또한, 본 발명에서는 (B)단계를 행할 때, 기존의 수열처리(hydrothermal treatment)의 조건인 고온에서 긴 시간 반응이 아니라 100℃에서 40분간 반응시키는 것으로도 뛰어난 지소화성, 난소화성 전분 함량을 도출해 낼 수 있 다는 효과가 있다. 예를 들면, 종래의 지소화성 및 난소화성 전분 함량을 높이기 위해 사용되어 왔던 수열처리 조건인 100℃에서 16시간 동안 반응한 경우와 비교하여, 본 발명은 100℃ 40분간 반응으로도 충분히 효과적으로 지소화성, 난소화성 전분 함량을 도출해낼 수 있다.

**발명의 효과**

[0035] 본 발명은 효소적 반응을 이용하여 전분의 중합도를 높이고 그에 더하여 물리적 방법을 병행함으로써 효과적으 로 현저하게 높은 지소화성 및 난소화성을 가진 전분을 제조할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명은 종래의 효소적 반응만을 이용한 경우에 비하여 효소반응의 최적조건을 충족시키지 않고서도 현 저하게 높은 지소화성 및 난소화성을 가진 전분을 제조할 수 있다.

[0037] 또한, 본 발명은 종래의 물리적 반응만을 이용한 경우에 비하여 비교적 낮은 반응온도 및 짧은 반응시간에서도 현저하게 높은 지소화성 및 난소화성을 가진 전분을 제조할 수 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0038] 이하, 본 발명의 내용을 하기 실시예를 들어 더욱 상세히 설명하고자 한다. 다만, 본 발명의 권리범위가 하기 실시예에만 한정되는 것은 아니고, 그와 등가의 기술적 사상의 변형까지를 포함한다.

**[0039] 제조예 : 아밀로수크라아제 효소액의 제조**

[0040] 본 제조예에서는 네이세리아 폴리사카테아(*Neisseria polysaccharea*)에서 분리한 아밀로수크라아제 유전자를 대 장균에 형질전환하여 발현시킨 미생물을 배양, 정제하여 아밀로수크라아제 효소액으로 사용하였다. 정제는 Ni-NTA 친화 크로마토그래피를 이용하였다.

[0041] 효소역가는 'Van der Veen et al'의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 즉, 0.1ml의 4% 설탕, 0.1ml의 1% 글리 코젠, 0.05ml의 희석된 효소, 0.25ml의 100mM 초산 나트륨 완충액(pH 7.0)을 혼합하여 10분간 30℃에서 반응시 킨 후 방출된 과당을 DNS(dinitrosalicylic acid)방법을 사용하여 정량하였다. 효소 역가 단위인 lunit은 분당 1μmole의 설탕을 소비하는 데 필요한 효소의 양으로 정의하였다.

**[0042] 실시예 1 내지 4: 찹쌀 전분의 제조(효소적 반응+물리적 반응)**

[0043] 본 발명의 실시예에서는 3%(w/w)의 찹쌀 전분과 100mM 수크로오스를 100mM 구연산 나트륨 완충액(pH 7.0)에 현 탁하여 격렬하게 흔들면서 호화(10분간 끓임)시켰다. 호화된 현탁액이 37℃가 될 때까지 방냉 후, 18700unit에 해당하는 상기 제조예에서 수득한 효소액을 첨가하고, 항온 수조에서 30℃, 80rpm으로 13시간 40분 동안 반응시 켰다.

[0044] 효소반응 정지와 불용성 부분의 침전을 위해 에탄올로 현탁액의 3배를 넣어 원심분리하였다. 또한 남은 에탄올 을 씻기 위해서 증류수로 3번 원심분리를 이용하여 씻어냈다. 이 후 수분함량이 10%내외가 될 때까지 동결건조 하고 막자사발로 갈아 가루로 만들어 하기의 실험에서 사용하였다.

[0045] 이와 같이 아밀로수크라아제 처리한 전분 2g을 100ml 유리병을 이용하여 AACC 방법에 따라 수분함량을 계산하여 수분함량 25, 30, 35, 40%가 되도록 조절하였다. 기존 전분시료에 포함된 수분함량측정은 AACC방법에 의해 수행하였다. 수분평형에 도달하기 위해 밀봉한 100ml 유리병을 24시간 동안 상온에 방치 후, 오븐에서 100℃, 40분간 열처리하고 30분간 상온에 방냉하였다. 그 후, 건조시료 채취를 위하여 수분함량 10% 내외가 될 때까지 30℃로 오븐건조하고 막자사발로 갈았다.

[0046] **비교예 1 : 찹쌀 전분의 제조(효소적 반응)**

[0047] 3%(w/w)의 찹쌀 전분과 100mM 수크로오스를 100mM 구연산나트륨 완충액(pH 7.0)에 현탁하여 격렬하게 흔들면서 호화(10분간 끓임)시켰다. 호화된 현탁액이 37℃가 될 때까지 방냉 후, 18700unit에 해당하는 상기 제조예에서 수득한 효소액을 투여하여 항온 수조에서 30℃, 80rpm으로 13시간 40분 동안 반응시켰다.

[0048] 효소반응 정지와 불용성 부분의 침전을 위해 에탄올로 현탁액의 3배를 넣어 원심분리하였다. 또한 남은 에탄올을 씻기 위해서 증류수로 3번 원심분리를 이용하여 씻어냈다. 이 후 수분함량이 10%내외가 될 때까지 동결건조하고 막자사발로 갈았다.

[0049] **비교예 2 : 찹쌀 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응)**

[0050] 아밀로수크라아제 효소액을 첨가하지 않은 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0051] **비교예 3 내지 6: 찹쌀 전분의 제조(물리적 반응)**

[0052] 일반 전분 2g을 100ml 유리병을 이용하여 AACC 방법에 따라 수분함량을 계산하여 수분함량 25, 30, 35, 40%가 되도록 조절하였다. 기존 전분시료에 포함된 수분함량측정은 AACC방법에 의해 수행하였다. 수분평형에 도달하기 위해 밀봉한 100ml 유리병을 24시간 동안 상온에 방치 후, 오븐에서 100℃, 40분간 열처리하고 30분간 상온에 방냉하였다. 그 후, 건조시료 채취를 위하여 수분함량 10% 내외가 될 때까지 30℃로 오븐건조하고 막자사발로 갈았다.

[0053] **비교예 7 내지 10 : 찹쌀 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응+물리적 반응)**

[0054] 비교예 2에서 제조된 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 3 내지 6과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0055] **실험예 1 : 실시예 1 내지 4, 비교예 1 내지 10의 전분(RDS, SDS, RS)의 함량**

[0056] 본 실험예에서는 상기 실시예 1 내지 4, 비교예 1 내지 10에서 전분에 대하여, '빠르게 소화되는 전분(rapidly digestible starch, RDS)', '지소화성 전분(slowly digestible starch, SDS)' 및 '난소화성 전분(resistant digestible starch, RS)의 함량을 측정하고자 하였다.

[0057] 우선 다음과 같은 전분의 영양학적 분류를 위하여 하기의 실험을 진행하였다.

[0058] 해당 전분 30mg에 100mM 초산나트륨 완충액(pH 5.2) 0.75ml와 소화 효소 용액 0.75ml을 넣고 37℃에서 각각 10, 240분간 소화시킨 후 10분간 끓여 소화 효소의 반응을 정지시켰다. 이 후, 원심분리하여 상층액을 얻어 상층액 속에 포함된 포도당의 양을 GOD-POD(glucose oxidase-peroxidase)방법으로 측정하였다. 이 실험을 통해 10분 이내로 소화된 전분을 급격히 소화되는 전분(RDS), 10분과 240분 사이에 소화된 전분을 지소화성 전분(SDS), 240분 이후에도 소화되지 않는 전분 난소화성 전분(RS)으로 나누었다. 이 실험에서 사용한 소화 효소 용액은 판크레아틴(pancreatin) 2g을 증류수 24ml에 넣고 10분간 교반한 후, 원심분리를 통해 상층액 20ml만을 회수하고, 이 상층액에 아밀로글루코시다아제(amyloglucosidase) 0.4ml과 증류수 3.6ml을 섞어 제조한 것을 사용하였다. 이상의 방법으로 실험한 결과를 표 1에 나타내었다.

**표 1**

[0059]

	RDS	SDS	RS
실시예 1(찹쌀 수분함량 25%)	6.2±0.8	36.4±1.3	57.4±0.7
실시예 2(찹쌀 수분함량 30%)	1.8±1.3	22.6±0.9	75.6±0.4
실시예 3(찹쌀 수분함량 35%)	0.6±0.1	15.3±1.1	84.1±1.0
실시예 4(찹쌀 수분함량 40%)	0.3±0.3	14.1±0.2	85.6±0.4
일반 찹쌀 전분	41.2±0.4	41.8±2.8	17.0±2.4
비교예 1	18.1±0.6	45.3±1.3	36.5±0.9
비교예 2	75.8±1.4	10.1±1.2	14.1±0.2

비교예 3(찹쌀 수분함량 25%)	41.6±0.9	41.4±2.4	17.1±2.0
비교예 4(찹쌀 수분함량 30%)	40.7±2.0	42.9±1.2	16.4±1.5
비교예 5(찹쌀 수분함량 35%)	47.9±1.5	35.6±0.3	16.4±1.3
비교예 6(찹쌀 수분함량 40%)	54.5±0.4	29.6±2.1	15.9±1.8
비교예 7(찹쌀 수분함량 25%)	76.3±1.8	8.9±1.3	14.7±0.5
비교예 8(찹쌀 수분함량 30%)	76.4±1.8	9.0±2.3	14.6±1.9
비교예 9(찹쌀 수분함량 35%)	78.4±2.2	6.0±2.1	15.6±0.4
비교예 10(찹쌀 수분함량 40%)	77.2±1.6	6.0±1.1	16.8±0.4

[0060] (단위: 중량%)

[0061] 실시예 5 내지 8: 멥쌀 전분의 제조(효소적 반응+물리적 반응)

[0062] 본 실시예 5 내지 8에서는 멥쌀 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1 내지 4와 동일하게 전분을 제조하였다.

[0063] 비교예 11: 멥쌀 전분의 제조(효소적 반응)

[0064] 멥쌀 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0065] 비교예 12 : 멥쌀 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응)

[0066] 멥쌀 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 2와 동일하게 전분을 제조하였다.

[0067] 비교예 13 내지 16: 멥쌀 전분의 제조(물리적 반응)

[0068] 멥쌀 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 3 내지 6과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0069] 비교예 17 내지 20 : 멥쌀 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응+물리적 반응)

[0070] 멥쌀 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 7 내지 10과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0071] 실험예 2 : 실시예 5 내지 8, 비교예 11 내지 20의 전분(RDS, SDS, RS)의 함량

[0072] 상기 실시예 5 내지 8, 비교예 11 내지 20의 전분에 대하여 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 RDS, SDS, RS의 함량을 측정하였다.

표 2

	RDS	SDS	RS
실시예 5(멥쌀 수분함량 25%)	37.5±4.7	24.2±2.2	38.3±2.0
실시예 6(멥쌀 수분함량 30%)	23.8±1.3	32.8±0.1	43.4±1.3
실시예 7(멥쌀 수분함량 35%)	16.5±3.4	34.0±0.6	49.5±1.7
실시예 8(멥쌀 수분함량 40%)	11.4±2.2	35.7±1.1	52.9±1.1
일반 멥쌀 전분	24.2±0.4	64.5±1.3	11.2±1.4
비교예 11	43.3±3.9	14.1±0.9	42.6±2.2
비교예 12	77.7±1.5	10.3±1.0	12.0±1.3
비교예 13(멥쌀 수분함량 25%)	28.4±0.7	60.4±1.7	11.2±1.4
비교예 14(멥쌀 수분함량 30%)	32.4±1.2	57.4±2.5	10.2±1.5
비교예 15(멥쌀 수분함량 35%)	46.5±1.0	43.2±1.7	10.3±0.8
비교예 16(멥쌀 수분함량 40%)	56.7±2.3	32.0±2.8	11.2±0.7
비교예 17(멥쌀 수분함량 25%)	77.2±1.0	9.6±1.9	13.2±1.3
비교예 18(멥쌀 수분함량 30%)	76.3±0.2	9.3±1.3	14.5±1.1
비교예 19(멥쌀 수분함량 35%)	75.7±1.7	10.6±1.5	13.6±0.8
비교예 20(멥쌀 수분함량 40%)	75.9±1.4	11.4±1.6	12.6±0.4

[0074] (단위: 중량%)

[0075] 실시예 9 내지 12: 찰옥수수 전분의 제조(효소적 반응+물리적 반응)

[0076] 본 실시예 9 내지 12에서는 찰옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1 내지 4와 동일하게 전분을

제조하였다.

[0077]

**비교예 21: 찰옥수수 전분의 제조(효소적 반응)**

[0078]

찰옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0079]

**비교예 22 : 찰옥수수 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응)**

[0080]

찰옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 2와 동일하게 전분을 제조하였다.

[0081]

**비교예 23 내지 26: 찰옥수수 전분의 제조(물리적 반응)**

[0082]

찰옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 3 내지 6과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0083]

**비교예 27 내지 30 : 찰옥수수 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응+물리적 반응)**

[0084]

찰옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 7 내지 10과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0085]

**실험예 3 : 실시예 9 내지 12, 비교예 21 내지 30의 전분(RDS, SDS, RS)의 함량**

[0086]

상기 실시예 9 내지 12, 비교예 21 내지 30의 전분에 대하여 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 RDS, SDS, RS의 함량을 측정하였다.

**표 3**

[0087]

	RDS	SDS	RS
실시예 9(찰옥수수 수분함량 25%)	10.3±0.2	51.2±1.1	38.5±0.9
실시예 10(찰옥수수 수분함량 30%)	3.9±0.8	33.0±1.3	63.1±2.1
실시예 11(찰옥수수 수분함량 35%)	2.3±0.3	22.8±1.2	74.9±1.5
실시예 12(찰옥수수 수분함량 40%)	1.1±0.5	16.7±2.1	82.2±1.6
일반 찰옥수수 전분	32.5±1.9	52.4±2.4	15.1±0.6
비교예 21	28.1±1.2	40.1±1.0	31.9±2.3
비교예 22	72.4±3.0	12.1±4.6	15.5±1.6
비교예 23(찰옥수수 수분함량 25%)	28.1±0.8	58.8±0.8	13.2±1.7
비교예 24(찰옥수수 수분함량 30%)	29.4±1.6	58.2±1.9	12.3±0.3
비교예 25(찰옥수수 수분함량 35%)	30.8±1.3	55.1±1.1	14.0±0.2
비교예 26(찰옥수수 수분함량 40%)	38.4±1.2	47.3±2.2	14.3±0.9
비교예 27(찰옥수수 수분함량 25%)	74.3±0.8	9.3±4.2	16.5±3.4
비교예 28(찰옥수수 수분함량 30%)	73.6±1.6	9.9±0.9	16.5±0.7
비교예 29(찰옥수수 수분함량 35%)	74.2±0.5	8.8±0.5	17.1±1.0
비교예 30(찰옥수수 수분함량 40%)	74.9±1.2	9.1±1.2	16.0±0.0

[0088]

(단위: 중량%)

[0089]

**실시예 13 내지 16: 일반 옥수수 전분의 제조(효소적 반응+물리적 반응)**

[0090]

본 실시예 13 내지 16에서는 일반 옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1 내지 4와 동일하게 전분을 제조하였다.

[0091]

**비교예 31: 일반 옥수수 전분의 제조(효소적 반응)**

[0092]

일반 옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0093]

**비교예 32 : 일반 옥수수 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응)**

[0094]

일반 옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 2와 동일하게 전분을 제조하였다.

[0095]

**비교예 33 내지 36: 일반 옥수수 전분의 제조(물리적 반응)**

[0096]

일반 옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 3 내지 6과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0097]

**비교예 37 내지 40 : 일반 옥수수 전분의 제조(효소 첨가 없는 효소적 반응+물리적 반응)**

[0098]

일반 옥수수 전분을 사용한 것을 제외하고는 상기 비교예 7 내지 10과 동일하게 전분을 제조하였다.

[0099] 실험예 4 : 실시예 13 내지 16, 비교예 31 내지 40의 전분(RDS, SDS, RS)의 함량

[0100] 상기 실시예 13 내지 16, 비교예 31 내지 40의 전분에 대하여 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 RDS, SDS, RS의 함량을 측정하였다.

표 4

	RDS	SDS	RS
실시예 13(일반 옥수수 수분함량 25%)	31.1±0.8	36.5±0.0	32.4±0.7
실시예 14(일반 옥수수 수분함량 30%)	12.7±0.6	49.8±1.2	37.5±1.8
실시예 15(일반 옥수수 수분함량 35%)	9.1±1.0	49.2±0.4	41.7±1.4
실시예 16(일반 옥수수 수분함량 40%)	15.2±0.8	40.9±1.8	43.9±1.0
일반 옥수수 전분	11.7±0.9	74.5±1.3	13.8±0.5
비교예 31	48.4±1.1	15.6±0.9	15.6±0.9
비교예 32	73.8±0.4	7.6±0.7	18.6±0.4
비교예 33(일반 옥수수 수분함량 25%)	7.4±0.3	77.1±0.5	15.5±0.1
비교예 34(일반 옥수수 수분함량 30%)	11.5±3.5	74.9±3.4	13.6±0.2
비교예 35(일반 옥수수 수분함량 35%)	14.4±0.4	72.6±2.2	13.1±1.8
비교예 36(일반 옥수수 수분함량 40%)	24.8±1.0	62.1±2.7	13.1±1.7
비교예 37(일반 옥수수 수분함량 25%)	73.4±0.5	12.5±0.4	14.1±0.1
비교예 38(일반 옥수수 수분함량 30%)	72.8±2.8	11.4±3.6	15.8±0.9
비교예 39(일반 옥수수 수분함량 35%)	74.3±0.1	9.5±1.0	16.2±1.1
비교예 40(일반 옥수수 수분함량 40%)	74.2±2.2	8.4±1.0	17.3±1.2

[0102] (단위: 중량%)

[0103] 상기 표 1 내지 4에 의하면, 본 발명의 실시예 1 내지 4의 찹쌀 전분(효소적 반응+물리적 반응)은 비교예 7 내지 10(효소 첨가 없는 효소적 반응+물리적 반응)에 비해 수분함량에 따라 지소화성, 난소화성 전분의 증가 정도가 다를 뿐 모두 눈에 띄게 SDS, RS의 함량이 증가하였음을 알 수 있었으며, 또한, 비교예 1(효소적 반응만)의 찹쌀 전분과 비교했을 때도 지소화성, 난소화성 전분의 총 비율은 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 또한, 실시예 5 내지 16의 멥쌀, 찰옥수수, 옥수수 전분의 경우에도 같은 결과를 보이고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 모든 전분에 적용해도 같은 결과가 도출되리라 판단되었다.

[0104] 한편, 본 발명의 실시예 1 내지 13을 보면, 찹쌀과 찰옥수수, 멥쌀과 옥수수끼리 수분함량에 따라 소화율 변화 경향성이 같다는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 찹쌀과 찰옥수수의 경우에는 수분함량이 어느 정도 증가함에 따라 RDS, SDS가 감소하고 RS가 증가함을 알 수 있었으며, 반면, 멥쌀과 옥수수의 경우에는 수분함량이 어느 정도 증가함에 따라 RDS는 감소하고 SDS와 RS가 증가함을 알 수 있었다. 이러한 차이는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량비에 따른 것이라 판단되었다. 이러한 결과는 모든 전분에 적용해도 같은 결과가 도출되리라 판단되었다.

[0105] 한편, 비교예 1(효소적 반응만)의 찹쌀 전분은 비교예 2(효소첨가 없는 효소적 반응)의 전분보다 지소화성 전분은 35%, 난소화성 전분은 22% 증가하였음을 확인할 수 있었으며, 그 외의 멥쌀, 찰옥수수, 옥수수 전분 모두 동일한 결과를 확인할 수 있었다. 이러한 효소적 반응만 처리한 전분의 SDS 및 RS의 증가는 전분 사슬 길이의 연장으로 인해 소화 효소의 침투가 용이하지 않기 때문이라고 판단되었다. 또한 RS의 경우에는 효소 반응시 항온 수조에서 37℃로 장시간 존재하다 보니 노화의 영향을 받았기 때문이라고 판단되었다.

[0106] 한편, 비교예 3 내지 6(물리적 반응만)의 전분은 호화되지 않았기 때문에 입자의 파괴가 없고 100℃에서 비교적 짧은 시간인 40분간 열처리했기 때문에 일반 전분(native)과 비슷한 RDS, SDS, RS의 함량을 보이지만 열에 의한 전분 사슬의 절단과 아밀로오스 용출에 의해 RDS는 증가하고 SDS는 감소하는 작은 변화를 보였다.

[0107] 한편, 비교예 7 내지 10(효소 첨가 없는 효소적 반응+물리적 반응)의 전분은 비교예 2(효소 첨가 없는 효소적 반응)의 전분과 비교하여 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 이는 비교예 2가 효소만 넣지 않고 모든 효소적 처리를 한 것이므로 호화된 전분을 항온 수조에 장시간 방치함으로써 노화의 영향으로 약간의 RS가 증가하고 여기에 짧은 시간인 40분가량 열처리를 하기 때문에 소화율 변화에는 큰 영향을 주지 못한 것이라 판단되었다.

[0108] 이상, 본 발명의 효소적 반응과 물리적 반응을 병행한 전분은 천연 일반 전분과 비교해서 뒤지지 않을 정도로 SDS와 RS의 총량이 높고, 효소로 아밀로수크라아제를 이용할 때도 최적 조건을 잡기 위해 노력하지 않더라도 어느 정도의 전분 사슬길이 연장을 이룬 후, 처리 방법이 쉬운 수열처리(hydrothermal treatment)방법을 적용해

수분함량을 조절함으로써 원하는 양만큼 SDS와 RS를 증가시킬 수 있음을 알 수 있었다.

- [0109] **참조예 1 내지 4 : 찹쌀 전분의 제조**
- [0110] 수열처리를 100℃에서 16시간 처리한 것을 제외하고는 상기 실시예 1 내지 4와 동일하게 전분을 제조하였다.
- [0111] **참조 비교예 1 내지 4: 찹쌀 전분의 제조**
- [0112] 수열처리를 100℃에서 16시간 처리한 것을 제외하고는 상기 비교예 3 내지 6과 동일하게 전분을 제조하였다.
- [0113] **참조 비교예 5 내지 6: 찹쌀 전분의 제조**
- [0114] 수열처리를 100℃에서 16시간 처리한 것을 제외하고는 상기 비교예 7 내지 10과 동일하게 전분을 제조하였다.
- [0115] **참조 실험예 1 : 참조예 1 내지 4, 참조 비교예 1 내지 6의 전분(RDS, SDS, RS)의 함량**
- [0116] 상기 참조예 1 내지 4, 참조 비교예 1 내지 6의 전분에 대하여 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 RDS, SDS, RS의 함량을 측정하였다.

**표 5**

	RDS	SDS	RS
[0117] 참조예 1(찹쌀 수분함량 25%)	10.2±0.2	47.7±0.1	42.1±0.3
참조예 2(찹쌀 수분함량 30%)	6.1±0.1	36.5±2.2	57.3±2.2
참조예 3(찹쌀 수분함량 35%)	2.2±0.5	19.1±2.0	78.7±2.5
참조예 4(찹쌀 수분함량 40%)	0.9±0.2	10.6±0.1	88.6±0.3
참조 비교예 1(찹쌀 수분함량 25%)	43.1±3.4	43.7±2.6	13.3±0.8
참조 비교예 2(찹쌀 수분함량 30%)	38.7±1.4	50.0±0.7	11.3±2.1
참조 비교예 3(찹쌀 수분함량 35%)	38.5±1.5	47.8±0.7	13.7±0.3
참조 비교예 4(찹쌀 수분함량 40%)	41.8±1.1	46.3±0.7	11.9±0.4
참조 비교예 5(찹쌀 수분함량 25%)	67.4±1.6	9.9±2.0	22.8±0.4
참조 비교예 6(찹쌀 수분함량 30%)	69.1±0.8	10.6±0.4	20.3±0.4
참조 비교예 7(찹쌀 수분함량 35%)	68.3±2.3	8.7±3.3	23.0±0.9
참조 비교예 8(찹쌀 수분함량 40%)	67.0±1.6	8.9±1.9	24.1±0.3

[0118] (단위: 중량%)

- [0119] **참조예 5 내지 8 : 멥쌀 전분의 제조**
- [0120] 수열처리를 100℃에서 16시간 처리한 것을 제외하고는 상기 실시예 5 내지 8와 동일하게 전분을 제조하였다.
- [0121] **참조 비교예 9 내지 12: 멥쌀 전분의 제조**
- [0122] 수열처리를 100℃에서 16시간 처리한 것을 제외하고는 상기 비교예 13 내지 16과 동일하게 전분을 제조하였다.
- [0123] **참조 비교예 13 내지 16: 멥쌀 전분의 제조**
- [0124] 수열처리를 100℃에서 16시간 처리한 것을 제외하고는 상기 비교예 17 내지 20과 동일하게 전분을 제조하였다.
- [0125] **참조 실험예 2 : 참조예 5 내지 8, 참조 비교예 9 내지 16의 전분(RDS, SDS, RS)의 함량**
- [0126] 상기 참조예 5 내지 8, 참조 비교예 9 내지 16의 전분에 대하여 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 RDS, SDS, RS의 함량을 측정하였다.

**표 6**

	RDS	SDS	RS
[0127] 참조예 5(멥쌀 수분함량 25%)	42.4±1.2	29.1±1.3	28.6±2.5
참조예 6(멥쌀 수분함량 30%)	26.2±1.3	41.6±0.9	31.6±2.0
참조예 7(멥쌀 수분함량 35%)	8.0±1.4	47.8±2.5	44.2±3.8
참조예 8(멥쌀 수분함량 40%)	4.8±0.3	37.8±1.5	57.4±1.8
참조 비교예 9(멥쌀 수분함량 25%)	30.5±0.4	59.6±0.8	9.9±1.3
참조 비교예 10(멥쌀 수분함량 30%)	26.2±1.3	64.4±0.0	9.5±1.4

참조 비교예 11(멧쌀 수분함량 35%)	36.5±1.1	54.2±1.0	9.3±0.1
참조 비교예 12(멧쌀 수분함량 40%)	42.9±0.3	45.1±2.8	12.1±3.1
참조 비교예 13(멧쌀 수분함량 25%)	77.0±2.1	12.2±4.4	10.8±2.3
참조 비교예 14(멧쌀 수분함량 30%)	76.6±1.8	12.7±2.6	10.7±0.8
참조 비교예 15(멧쌀 수분함량 35%)	75.9±0.9	13.1±0.7	11.1±1.6
참조 비교예 16(멧쌀 수분함량 40%)	75.1±1.6	13.0±0.4	11.9±2.0

[0128] (단위: 중량%)

[0129] 수열처리(hydrothermal treatment)시 종래의 100℃에서 16시간 반응시키는 방법과 비교하여 40분 동안 반응시켜도 유사한 정도로 SDS와 RS의 함량 변화를 보이는지를 확인하기 위해 참조 실험에 1, 2를 수행하였다.

[0130] 표 1, 2, 5, 6에 의하면, 본 발명의 실시예 1 내지 4, 5 내지 8은 참조예 1 내지 4, 5 내지 6과 비교하여 소화율 변화에 큰 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있었다. 즉, 열처리 반응시간의 차이는 소화율 변화에 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있었는데, 이에 의하면 본 발명은 상업적으로 이용함에 있어서도 100℃, 40분이라는 반응 조건으로 인해서 매우 효과적으로 에너지와 시간 등을 절약할 수 있음을 알 수 있었다.