



특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1214923 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2011-0146172 호
	출 원 일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2011년 12월 29일
	등 록 일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2012년 12월 17일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)
열안정성이 증진된 지소화성 또는 난소화성 전분의 제조방법
및 그로부터 제조된 전분

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 17일



특 허 청
COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 12월 17일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

특허청구의 범위

청구항 1

내부에는 지소화성이 증진된 전분이 위치하고, 외부는 알진산(alginate)으로 코팅된 코팅 전분으로서,
 상기 지소화성이 증진된 전분은 전분에 설탕 및 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 첨가하여 반응시킴으로써 수득된 전분이며,
 상기 코팅 전분의 지소화성 및 난소화성 전분의 함량은 가열 전에는 92% 이상, 가열 후에는 71 ~ 96%인 것을 특징으로 하는 코팅 전분.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 전분은,
 찰옥수수 전분인 것을 특징으로 하는 코팅 전분.

청구항 4

코팅 전분의 제조방법으로서,
 알진산염을 물에 용해한 후, 지소화성이 증진된 전분을 첨가하여 현탁시키고 캡슐화시키며,
 상기 지소화성이 증진된 전분은 전분에 설탕 및 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 첨가하여 반응시킴으로써 수득된 전분이며,
 상기 코팅 전분의 지소화성 및 난소화성 전분의 함량은 가열 전에는 92% 이상, 가열 후에는 71 ~ 96%가 되는 것을 특징으로 하는 코팅 전분의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 캡슐화는,
 전분 현탁액을 염화칼슘(CaCl_2) 용액에 떨어뜨려 지소화성이 증진된 전분을 캡슐화하는 것을 특징으로 하는 코팅 전분의 제조방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제4항에 있어서,
 알진산염은,

알긴산나트륨인 것을 특징으로 하는 코팅 전분의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
 상기 알긴산나트륨의 농도는,
 0.5~1.0%(w/v)인 것을 특징으로 하는 코팅 전분의 제조방법.

청구항 9

내부에는 지소화성이 증진된 전분이 위치하고, 외부는 알긴산(alginate)으로 코팅된 코팅 전분을 함유하거나 그로부터 제조되는 식품 조성물로서,
 상기 지소화성이 증진된 전분은 전분에 설탕 및 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 첨가하여 반응시킴으로써 수득된 전분이며,
 상기 코팅 전분의 지소화성 및 난소화성 전분의 함량은 가열 전에는 92% 이상, 가열 후에는 71 ~ 96%인 것을 특징으로 하는 식품 조성물.

청구항 10

제9항에 있어서,
 상기 식품은,
 다이어트 식품인 것을 특징으로 하는 식품 조성물

청구항 11

제9항에 있어서,
 상기 식품은,
 스포츠 음료인 것을 특징으로 하는 식품 조성물.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 가공 전분의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 열안정성이 증진된 지소화성 또는 난소화성 전분의 제조방법 및 그로부터 제조된 전분에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전분은 식물체에 존재하는 포도당 다당류로서, 인간에게는 일차적인 주요한 에너지 공급원인데, 위장관 내에서 아말라아제에 의해 분해된다.

[0003] 영양학적으로 전분은 위장관에서 포도당이 방출되고, 흡수되는 속도에 따라 빠르게 소화되는 전분(rapidly digestible starch, RDS), 천천히 소화되는 지소화성 전분(slowly digestible starch, SDS), 소화 효소에 의하여 소화되지 않는 난소화성 전분(resistant starch, RS)으로 나뉜다.

[0004] 그런데, 체내에서 빠르게 소화되는 전분은 식후 혈당을 높이는 등 당뇨병 환자에게 바람직하지 않다. 이처럼 전분의 소화 속도는 혈당 및 인슐린 반응과 관련이 있기 때문에, 점차 지소화성 및 난소화성 전분의 유익성에 관

심이 증가하고 있다.

- [0005] 지소화성 전분은 소장에서 완전히 소화되지만, 소화가 천천히 진행되는 전분이고, 난소화성 전분은 소장에서 흡수되지 않으나, 식이섬유와 유사하게 대장 미생물들에 의하여 분해되어 단쇄 지방산을 생성함으로써, 대장의 pH를 낮추고 장내 환경을 개선하여, 분변량의 증대와 대장암 예방 효과가 있는 전분이다.
- [0006] 또한, 지소화성과 난소화성 전분은 포도당의 방출과 흡수 속도가 느리기 때문에 낮은 혈당지수(glycemic index)를 나타내며, 이는 인슐린의 과량 분비를 막아 당뇨병, 심혈관 질환에 유익한 건강 기능성 식품으로서 산업적 이용이 가능하다.
- [0007] 그동안 전분의 지소화성, 난소화성 전분 함량을 높이기 위해 물리적 처리, 화학적 처리, 효소적 처리를 이용한 사례들이 보고되었다. 하지만, 물리적, 화학적, 효소적 처리를 하여 증진된 지소화성 전분은 열 안정성이 없어, 가열 후 구조가 유지되지 않고, 빠르게 소화되는 전분으로 바뀌어 영양학적 중요성에도 불구하고 식품 가공 등의 응용은 제한적이었다.
- [0008] 한편, 알진산(alginate)은 천연에 존재하는 생체고분자 물질로 갈조류로부터 추출된다. 알진산은 글루론산(α -L-guluronic acid (G))과 마누론산(β -D-manuronic acid (M))의 사슬 구조로 되어 있으며, 이 중 글루론산은 칼슘(Ca^{2+}) 등의 2가 양이온과 함께 고분자 매트릭스(egg-box junction)를 형성한다. 이 고분자 매트릭스는 물질을 포집하는 특징이 있어서 효소나 세포고정화, 의약품의 신체 기관으로의 전달, 상처 보호를 위한 드레싱에 이용되는 등 산업적으로 다양하게 활용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 특허출원번호 제10-2007-0134131호에는 지소화성이 증진된 전분의 제조방법으로, "전분과 설탕을 물에 현탁 시키고 끓여 현탁액을 제조하고 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*) 유래의 아밀로수크라아제를 첨가하여 25~35℃에서 효소 반응을 유도함. 효소반응 후, 반응액을 원심분리하여 불용성 부분을 수득하는 것을 특징으로 하는 지소화성이 증진된 전분의 제조방법"이 기재되어 있다.
- (특허문헌 0002) 대한민국 특허출원번호 제10-2009-0012382호에는, 아밀로수크라아제와 글리코젠 가지화 효소의 순차적 첨가에 의한 난소화성 말토덱스트린의 제조방법으로, "반응 기질에 아밀로수크라아제를 첨가한 후, 3~12시간 경과 후 순차적으로 글리코젠 가지화 효소를 첨가함으로써, RS3 형태의 난소화성 말토덱스트린을 고수율로 생산하는 방법"이 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명에서는 열적 안정성이 확보되어 식품 가공 중에 지소화성 및 난소화성을 잃어버리지 않는 새로운 형태의 전분 및 이의 제조방법을 개발하여 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은 내부에는 전분이 위치하고, 외부는 알진산(alginate)으로 코팅된 코팅 전분을 제공한다. 본 발명의 코팅 전분은 열적 안정성이 확보되어, 가열 후에도 높은 지소화성 및 난소화성 특성을 유지할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 코팅 전분에 있어서, 전분은 바람직하게 전분에 설탕 및 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 첨가하여 반응시킴으로써 수득되는 지소화성이 증진된 전분인 것이 좋다. 아밀로수크라아제는 설탕을 과당과 포도당으로 가수분해하고, 여기서 형성된 포도당을 수용체의 비환원성 말단에 연결시켜 알파-(1→4)-글루칸을 합

성하여 전분 사슬의 길이를 연장시킨다. 아밀로수크라아제는 일 예로, 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*)에서 분리한 것을 사용할 수 있다.

- [0013] 본 발명의 코팅 전분에 있어서, 전분은 일 예로, 찹옥수수 전분일 수 있다.
- [0014] 한편, 본 발명은 알진산염을 물에 용해한 후, 전분을 첨가하여 현탁시키고, 캡슐화시키는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 코팅 전분의 제조방법을 제공한다.
- [0015] 본 발명의 코팅 전분 제조방법에 있어서, 캡슐화는 공지의 다양한 캡슐화 기술을 이용하여 수행할 수 있는데, 일 예로 전분 현탁액을 염화칼슘(CaCl_2) 용액에 떨어뜨려 전분을 캡슐화할 수도 있다.
- [0016] 본 발명의 코팅 전분 제조방법에 있어서, 전분은 바람직하게 전분에 설탕 및 아밀로수크라아제(E.C. 2.4.1.4)를 첨가하여 반응시킴으로써, 수득되는 지소화성이 증진된 전분인 것이 좋다. 지소화성 증진 전분의 제조과정에 대해서는 상기에서 설명하였으므로, 여기서는 생략하기로 한다.
- [0017] 본 발명의 코팅 전분 제조방법에 있어서, 알진산염은 일 예로, 알진산나트륨일 수 있다. 이때, 상기 알진산나트륨의 농도는 바람직하게 0.5~1.0%(w/v)인 것이 좋다. 알진산나트륨의 농도와 아밀로수크라아제 효소의 양을 조정하여 알진산칼슘의 함유량 및 밀도가 다양한 전분-알진산칼슘 입자를 제조할 수 있다.
- [0018] 한편, 본 발명은 내부에는 전분이 위치하고, 외부는 알진산(alginate)으로 코팅된 코팅 전분을 함유하거나 그로부터 제조되는 식품 조성물을 제공한다. 상기 식품은 사용되는 전분 중 일부를 본 발명의 코팅 전분으로 대체하거나, 본 발명의 코팅 전분을 베이스로 하여 반죽을 거쳐 제조되는 빵, 비스킷 등을 포함한다.
- [0019] 본 발명의 식품 조성물에 있어서, 상기 식품은, 바람직하게 다이어트 식품 또는 스포츠 음료인 것이 좋다. 난소화성 전분은 다이어트 식품으로 활용될 수 있고, 지소화성 음료는 마라톤 선수 등 운동선수의 칼로리 음료로 사용될 수 있기 때문이다.

[0020]

발명의 효과

- [0021] 본 발명은 열 안정성을 증대시키기 위하여, 전분에 알진산칼슘 코팅을 하여, 지소화성 전분 및 난소화성 전분의 함량이 유지되는 전분을 제조하였는데, 가열 후(100℃)에도 높은 지소화성 및 난소화성 전분의 함량을 유지할 수 있었다.
- [0022] 본 발명은 아밀로수크라아제와 알진산염의 양을 각각 달리하여 지소화성 전분과 난소화성 전분의 함량이 다른 맞춤형 전분의 제조가 가능하다. 본 발명은 지소화성 전분이 열에 파괴되는 특성을 개선한 방법으로서, 아직까지 이루어지지 않고 있는 지소화성 전분의 실용화에 기여할 수 있다.
- [0023] 지소화성 및 난소화성 전분은 혈당을 천천히 증가시키고, 장내 pH 조절을 이뤄 대장암 예방을 하는 등 건강 증진 효과를 발휘하는데, 본 발명은 비만이나 당뇨병 환자의 식이에 효과적으로 이용 가능하다. 또한, 포도당이 천천히 방출되기 때문에 에너지를 계속적으로 이용해야 하는 운동선수식 등에도 활용될 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 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.
- [0025] **[비교예 1: 찹옥수수를 이용한 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분의 제조]**
- [0026] 찹옥수수를 이용하여 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분을 제조하였다. 제조방법은 대한민국공개특허 10-2009-0066542에 명기되어 있는 아밀로수크라아제를 이용한 전분 사슬 길이 연장 방법을 적용하였다.
- [0027] 찹옥수수 전분에 5000과 20000 unit의 아밀로수크라아제를 20시간 동안 반응시켰다. 즉, 5%(w/w)의 찹옥수수 전분과 100mM 설탕을 100mM 구연산나트륨 완충용액(pH 7.0)에 현탁하여 격렬하게 흔들면서 호화시켰다. 호화된 현탁액이 37℃가 될 때까지 방냉 후, 5000과 20000 unit에 해당하는 아밀로수크라아제액을 투여하고 수조에서 30℃, 80rpm으로 20시간 동안 반응시켰다.

- [0028] 효소반응 정지와 불용성 부분의 침전을 위해 에탄올을 현탁액의 3배만큼 넣고 원심 분리하였다. 또한, 남은 에탄올을 씻기 위해서 증류수로 3번, 원심 분리를 이용하여 씻어냈다. 이후, 수분함량이 10% 내외가 될 때까지 동결건조하고 막자사발로 갈아서 실험에 사용하였으며, 이를 하기 실험에서 'AS'로 표기하였다.
- [0029] 이 실험에서 사용한 효소는 네이세리아 폴리사카레아(*Neisseria polysaccharea*)에서 분리한 아밀로수크라아제 유전자를 대장균에 형질전환하여 발현시킨 후, 정제하여 사용하였다. 정제는 Ni-NTA 친화 크로마토그래피를 이용하였다. 효소역가는 'Van der Veen 등'의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 즉, 0.1 ml의 4% 설탕, 0.1 ml의 1% 글리코젠, 0.05 ml의 희석된 효소, 0.25 ml의 100 mM 구연산 나트륨 완충용액(pH 7.0)을 혼합하여 10분간 30°C에서 반응시킨 후 방출된 과당을 DNS(dinitrosalicylic acid) 방법을 사용하여 정량하였다. 효소 역가 단위인 1 unit은 분당 1 μ mole의 설탕을 소비하는 데 필요한 효소의 양으로 정의하였다.
- [0030] [실험예 1: 상기에서 제조한 비교예 전분의 RDS, SDS, RS 함량 조사]
- [0031] 상기 실시 예에서 제조한 효소 대조구(AS control), AS처리 전분(AS), 천연 전분(Native)을 대상으로 하여 '빠르게 소화되는 전분(rapidly digestible starch, RDS)', '지소화성 전분(slowly digestible starch, SDS)' 및 '난소화성 전분(resistant starch, RS)'의 함량을 측정하고자 하였다.
- [0032] 우선 전분의 영양학적 분류를 위하여 하기의 실험을 진행하였다.
- [0033] 각각의 해당 전분 30 mg에 100 mM 초산나트륨 완충용액(pH 5.2) 2.25 ml와 소화 효소 용액 2.25 ml를 넣고 37°C에서 각각 10, 240분간 소화시킨 후 10분간 끓여 소화 효소의 반응을 정지시켰다. 이후, 원심 분리하여 상층액을 얻어 상층액 속에 포함된 포도당의 양을 GOD-POD방법으로 측정하였다.
- [0034] 이 실험을 통해 10분 이내로 소화된 전분을 급격히 소화되는 전분(RDS), 10분과 240분 사이에 소화된 전분을 지소화성 전분(SDS), 240분 이후에도 소화되지 않는 전분을 난소화성 전분(RS)으로 나누었다.
- [0035] 이 실험에서 사용한 소화 효소 용액은 판크레아틴(pancreatin) 3 g을 증류수 36 ml에 넣고 10분간 교반한 후, 원심 분리를 통해 상층액 20 ml만을 회수한 것이다. 이 상층액에 아밀로글루코시다아제(amyloglucosidase) 0.6 ml와 증류수 5.4 ml를 섞어 제조한 것을 사용하였다.
- [0036] 이상의 방법으로 실험한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

[0037]

시료	비가열 AS ¹⁾ -처리 전분				가열 AS-처리 전분			
	RDS	SDS	RS	SDS+RS	RDS	SDS	RS	SDS+RS
찰옥수수 (waxy corn)	39.5 ±1.6	44.4 ±2.9	16.1 ±2.6	14.7	97.1 ±1.4	0.1 ±1.0	2.8 ±2.4	2.9
5,000U-AS ²⁾	60.0 ±1.0	33.3 ±0.4	6.7 ±1.2	40.0	95.5 ±2.9	0.3 ±2.0	4.2 ±1.3	4.5
20,000U-AS	24.6 ±1.1	42.7 ±0.7	32.7 ±1.3	75.4	51.7 ±1.5	14.9 ±3.3	33.4 ±3.3	48.3
AS-Con ³⁾	58.4 ±1.3	5.9 ±1.4	35.7 ±1.5	41.6	79.0 ±2.5	7.4 ±0.5	14.5 ±2.8	21.9

- [0038] 1) AS: 아밀로수크라아제 처리 전분
- [0039] 2) 5,000U, 20,000U: 사용된 아밀로수크라아제 양
- [0040] 3) AS-Con; 아밀로수크라아제 처리 전분에 대한 대조구(AS 무처리 시료로서, 아밀로수크라아제 효소액만을 첨가하지 않고, 동결건조까지 모든 과정을 똑같이 처리한 대조구 시료)

[0041] 아밀로수크라아제 처리한 찰쌀 전분(AS)의 경우, 5000 unit 처리한 전분은 지소화성 전분이 33.3%, 난소화성 전분이 6.7%의 함량을 보였으며, 20000 unit 처리한 전분은 지소화성 전분이 42.7%, 난소화성 전분이 32.7%를 보였다. 이는 5000과 20000 unit 효소 처리한 실험구가 효소 대조구(AS-Con)보다 지소화성 전분은

27.4%, 36.8% 각각 증가하였으며, 난소화성 전분은 29%, 3% 감소함을 보여준다.

[0042] 이러한 아밀로수크라아제 처리 전분(AS)의 SDS와 RS의 증가는 전분 사슬길이의 연장으로 인해 소화 효소의 침투가 용이하지 않기 때문이다. 또한, RS의 경우에는 효소 반응 시 37℃ 수조에서 장시간 존재하다 보니 노화의 영향도 받기 때문이다.

[0043] 하지만, 효소 처리한 실험구와 대조구를 100℃에서 20분간 가열 후에는 가열 전과 비교하였을 때 효소 처리한 시료의 지소화성 전분의 함량이 각각 30% (5000 unit)와 27.8% (20000 unit) 효소 처리한 실험구에서 감소하였다. 효소 대조구는 RS의 함량이 가열 후에 21.2% 감소함을 보여주고 있다. 즉, 상기 표 1은 지소화성 및 난소화성 전분이 열에 안정하지 않음을 나타내고 있다.

[0044] **[실시예 1: 알지네이트로 코팅된 지소화성 및 난소화성 전분의 제조]**

[0045] 열적 안정성을 부여하고자 상기에서 제조한 지소화성 및 난소화성이 증진된 전분에 알지네이트 코팅을 수행하였다. 먼저, 0.5, 0.7 및 1.0%(w/v) 농도의 알진산나트륨을 물에 완전히 용해한 후 이 용액에 상기 비교예 1에서 제조한 전분을 첨가하여 균일하게 현탁시켰다.

[0046] 연동 펌프에 23번 피하주사바늘(hypodermic needle)을 장착하여 전분 현탁액을 일정한 속도로 2% 염화칼슘(CaCl₂) 용액이 담겨있는 비커에 떨어뜨려 전분이 포집된 알진산칼슘을 제조하였다.

[0047] 알진산 코팅이 된 전분은 WC+EN(찰옥수수를 코팅한 전분), WC+ASConEN(효소처리된 전분의 대조구), WC+5000EN(5000 unit 효소처리된 전분), WC+20000EN(20000 unit 효소처리된 전분)으로 표시하였다.

[0048] 하기 표 2는 제조된 전분-알진산칼슘 고분자 매트릭스의 알진산칼슘의 양과 포집되어 있는 전분의 함량을 보여주고 있다. 사용된 아밀로수크라아제 효소의 양과 알진산나트륨의 농도를 조절하여 전분을 포집하고 있는 막의 알진산칼슘 밀도가 다양한 전분-알진산칼슘을 제조할 수 있었다.

표 2

[0049]

현탁액			최종 조성			
알진산나트륨(%)	전분(%)	물(%)	시료	알진산칼슘의 최종 함량(%) ¹⁾	전분(%)	수분(%)
1	9	90	WC+EN ²⁾	17.4	76.6 ± 0.86	6.00
			WC+5000EN ³⁾	16.1	77.2 ± 0.95	6.73
			WC+20000EN ⁴⁾	15.7	77.7 ± 0.51	6.59
			WC+ASConEN ⁵⁾	16.6	76.9 ± 0.50	6.52
0.7	9	90.3	WC+EN	14.2	79.8 ± 0.60	6.07
			WC+5000EN	14.3	79.3 ± 0.71	6.37
			WC+20000EN	15.8	77.8 ± 0.94	6.43
			WC+ASConEN	15.6	78.2 ± 0.85	6.15
0.5	9	90.5	WC+EN	11.3	82.7 ± 0.07	5.97
			WC+5000EN	11.4	82.6 ± 0.51	6.07
			WC+20000EN	12.8	81.0 ± 0.99	6.21
			WC+ASConEN	11.6	82.2 ± 0.75	6.15

[0050] 1) 차이에 의해 계산됨. 예, 100%-(% 전분 + % 수분)

[0051] 2) WC+EN: 천연 찰옥수수 전분의 알진산 캡슐화

[0052] 3) WC+5000EN: 5000unit AS가 처리된 찰옥수수 전분의 알진산 캡슐화

[0053] 4) WC+20000EN: 20000unit AS가 처리된 찰옥수수 전분의 알진산 캡슐화

[0054] 5) WC+ASConEN: AS가 처리된 찰옥수수 전분의 대조구(AS 무처리 시료로서, 아밀로수크라아제 효소액만을 첨가하지 않고, 동결건조까지 모든 과정을 똑같이 처리한 대조구 시료)의 알진산 캡슐화

[0055] 전분-알진산칼슘 매트릭스의 최종 알진산칼슘 함량은 17%에서 11% 정도이며, 1% 알진산나트륨을 이용하였을 때가 0.7 또는 0.5% 알진산나트륨을 사용하였을 때보다 더 단단한 알진산칼슘 매트릭스를 형성하여 높은 알진산칼슘의 함량을 보였다. 반면에 전분의 함량은 1% 알진산나트륨을 이용하였을 때가 76% 정도의 전분 포집량을 보이고, 0.5% 알진산나트륨은 82%의 전분 포집량을 보였다. 이는 알진산나트륨의 함량이 최종 알진산칼슘의 함유량과는 비례하고, 포집된 전분의 함량과는 반비례함을 나타낸다.

[0056] 한편, 효소 처리한 전분-알진산칼슘의 소화율을 측정하여 하기 표 3에 나타냈다.

표 3

[0057]

	1% 알진산나트륨				0.7% 알진산나트륨				0.5% 알진산나트륨			
	RDS	SDS	RS	SDS+RS	RDS	SDS	RS	SDS+RS	RDS	SDS	RS	SDS+RS
WC+EN	4.38 ±0.55	46.88 ±0.71	48.74 ±0.71	95.62	7.05 ±0.47	56.78 ±4.15	36.17 ±3.71	92.95	7.24 ±1.35	69.44 ±1.50	23.32 ±2.78	92.76
WC+5000EN	5.72 ±1.55	19.38 ±0.73	74.90 ±0.84	94.28	7.36 ±0.17	20.88 ±2.19	71.76 ±2.26	92.64	7.65 ±0.12	16.39 ±1.48	75.97 ±1.38	92.36
WC+20000EN	2.33 ±1.65	4.15 ±0.82	93.52 ±1.13	97.67	2.54 ±0.14	11.65 ±0.51	85.81 ±0.38	97.46	3.00 ±1.21	13.96 ±1.56	83.04 ±0.39	97.00
WC+ASConEN	32.90 ±1.28	60.98 ±2.96	6.12 ±2.56	67.10	34.20 ±2.43	59.79 ±0.90	6.01 ±1.56	65.80	42.52 ±2.03	51.57 ±2.08	5.92 ±3.00	57.49

[0058] 효소 처리한 전분-알진산칼슘의 소화율을 측정한 결과 WC+5000EN 시료의 지소화성 및 난소화성 전분의 함량은 94.28%에서 92.36%이었다. WC+20000EN 시료는 97%에서 97.67%를 보였다.

[0059] 알진산나트륨의 함량이 높아질수록, 사용한 효소의 함량이 많아질수록, 지소화성 및 난소화성 전분의 함량이 높아지는 것을 보이고 있다. 이것은 앞에도 언급했듯이 알진산나트륨의 함량이 높아질수록 전분을 포집한 알진산칼슘 매트릭스가 견고하고 밀도가 높게 코팅되어 있기 때문이며, 아밀로수크라아제의 함량이 높을수록 전분사슬 길이의 연장으로 인해 소화 효소의 침투가 용이하지 않기 때문이다.

[0060] 또한, RS의 경우에는 효소 반응시 수조에서 37℃ 온도로 장시간 노출되어 노화의 영향을 받았기 때문에 생 찹옥수수 전분에 코팅을 한 시료보다 높은 함량을 보인다.

[0061] AS-ConEN 시료의 경우는 57.49%에서 67.10%의 지소화성 및 난소화성 전분의 함량을 보이고 있고, 지소화성 및 난소화성전분의 함량 총합이 효소처리한 시료보다 25~30% 정도 낮게 나타났다. 이는, 아밀로수크라아제 처리를 하지 않아 전분의 사슬길이 연장 반응이 일어나지 않았으며, 노화에 의한 효과만 있었기 때문이다. 더불어 알진산나트륨의 함량이 낮아질수록 지소화성 및 난소화성 전분의 함량이 줄어들음을 보여주고 있다.

[0062] 한편, 표 3에 기재한 시료들에 대해 100℃에서 20분간 열을 가한 후, 소화율을 측정한 결과를 하기 표 4에 기재하여, 열 안정성 여부를 확인하고자 하였다.

표 4

[0063]

	1% 알진산나트륨				0.7% 알진산나트륨				0.5% 알진산나트륨			
	RDS	SDS	RS	SDS+RS	RDS	SDS	RS	SDS+RS	RDS	SDS	RS	SDS+RS

WC+EN	12.21 ±1.85	74.95 ±0.31	12.84 ±2.0 1	87.79	21.39 ±2.43	62.99 ±3.9 8	15.62 ±1.64	78.61	42.51 ±2.9 4	53.52 ±1.75	3.97 ±2.73	57.49
WC+5000EN	21.86 ±1.42	49.41 ±1.77	28.72 ±1,4 3	78.13	24.43 ±1.07	44.92 ±3.7 8	30.65 ±2.71	75.57	31.79 ±1.5 7	36.84 ±2.29	34.33 ±0.76	71.17
WC+20000EN	3.84 ±1.25	6.37 ±0.79	89.79 ±0.9 9	96.16	7.00 ±0.45	16.10 ±0.2 5	76.90 ±0.65	93.00	7.50 ±0.8 0	23.10 ±2.31	69.40 ±2.82	92.50
WC+ASConEN	31,59 ±2.77	56.54 ±2.14	11.87 ±2.2 2	68.41	41.39 ±2.28	53.71 ±3.7 2	4.90 ±3.07	58.61	44.29 ±3.7 8	48.33 ±4.28	7.38 ±2.60	55.71

[0064] 전분-알진산칼슘을 가열한 후에도 WC+5000EN 시료에서 지소화성 및 난소화성 전분의 합이 71%에서 78% 이상 유지됨을 보여주고 있다. 또한, 알진산나트륨의 농도가 증가함에 따라 지소화성 전분의 함량은 증가하고, 난소화성 전분의 함량은 감소함을 보여주고 있다.

[0065] WC+20000EN 시료에서는 지소화성 및 난소화성 전분의 합이 92%에서 96%를 나타내었다. 20000 unit의 아밀로수크라아제를 처리한 시료는 전분사슬의 중합도 증가 및 이 전분들의 효소반응 중의 노화 증가로 인해, 가열 처리한 후에도 소화 효소의 접근을 효과적으로 저해하여 전분-알진산칼슘의 지소화성 및 난소화성 전분의 양이 92% 이상 함유됨을 보이고 있는 것이다.

[0066] 이들 시료 중 1%의 알진산나트륨으로 코팅한 시료는 가열 전과 가열 후에 3.77%만 감소하였으며 이는 지소화성 전분 2.22% 와 빠르게 소화되는 전분 1.51%의 함량을 높였다.

[0067] 0.5%의 알진산나트륨으로 코팅한 시료는 가열 후, 난소화성 전분의 양이 23.6%가 감소하였으며, 지소화성전분의 함량은 9.1%, 빠르게 소화되는 전분은 4.5%가 증가하여, 1%의 알진산나트륨을 사용한 시료보다는 막의 밀도가 약하고, 이로 인해 소화효소와의 반응성이 조금 증가한 결과를 보이지만, 여전히 난소화성 및 지소화성의 함량이 92% 이상으로 높음을 보여주고 있다.

[0068] 본 발명에서 두드러진 점은 표 3과 4에서 언급했듯이, 아밀로수크라아제 효소 처리한 전분의 전분-알진산칼슘 매트릭스는 지소화성 및 난소화성 전분의 함량이 92% 이상을 보이고, 가열 후에도 각각의 효소 농도와 알진산의 농도별로 71%-96%를 보여 새로운 혈당조절 전분 소재로의 가치가 충분한 것이다.

[0069] 또한, 본 발명은 아밀로수크라아제의 함량 및 첨가된 알진산염의 함량에 따라서 가열하지 않은 시료 및 가열한 시료의 지소화성 및 난소화성 전분의 함량을 조절할 수 있어, 소비자나 가공업자가 원하는 양을 함유한 지소화성 및 난소화성 전분 소재를 생산할 수 있는 것이다.