(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0000094
(43) 공개일자 2021년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A23L 5/20 (2016.01) *A23L 7/161* (2016.01)
A23P 30/32 (2016.01)
(52) CPC특허분류
A23L 5/20 (2016.08)
A23L 7/161 (2016.08)
(21) 출원번호 10-2019-0074920
(22) 출원일자 2019년06월24일
심사청구일자 2019년06월24일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
한국식품산업클러스터진흥원
전라북도 익산시 왕궁면 국가식품로 100
(72) 발명자
이광원
서울특별시 종로구 비봉4길 2, 101호 (구기동, 현대그랜드빌 리젠시)
류도진
미국 99163 워싱턴 풀먼 노스웨스트 트루 스트리트 325
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **곡류 내 오크라톡신 A의 저감화를 위한 팽화공정 최적 조건 개발**

(57) 요 약

본 발명은 오크라톡신 저감 방법에 관한 것으로, 자세하게는 곡류 내 오크라톡신 저감 방법; 특히, 곡류를 이용하여 제조되는 스낵의 오크라톡신 저감 방법; 및 상기 방법을 통해 제조된 오크라톡신이 저감된 스낵에 관한 것이다. 본 발명의 오크라톡신 저감 방법은 특정 압력 조건 하에서 팽화시키는 공정을 통해 곡류 내 오크라톡신을 효과적으로 저감시킬 수 있는바, 오크라톡신 곰팡이독소에 오염된 다양한 곡류(쌀, 귀리, 현미, 찹쌀, 보리, 검정콩, 옥수수, 밀, 조, 수수, 팥, 율무 및 녹두)에 적용이 가능함으로써 식품산업에 유용하게 사용될 수 있다. 본 발명의 방법은 곡류 가공 식품 공정 중, 특히 스낵 제품의 생산 공정에 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

(52) CPC특허분류
A23P 30/32 (2016.08)
(72) 발명자
이현정
경기도 안성시 석정2길 13-8, 108동 2002호 (석정동, 신원아침도시)
표민철
서울특별시 성북구 고려대로 30, 708호 (안암동2가)
신혜수
서울특별시 서초구 잠원로 60, 107동 1502호 (잠원동, 신반포자이)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	Q1624241
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	국가식품클러스터지원센터
연구사업명	용역연구
연구과제명	곡류 가공 중 곰팡이독소 저감화를 위한 실용 기술 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	국가식품클러스터지원센터
연구기간	2016.11.16 ~ 2018.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

곡류를 팽화처리하는 공정을 포함하는, 곡류 내 오크라톡신 저감 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 곡류는 쌀, 귀리, 현미, 찹쌀, 보리, 검정콩, 옥수수, 밀, 조, 수수, 팥, 율무 및 녹두로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 팽화처리는 0.5 내지 0.9 MPa의 압력 조건에서 진행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

(a) 곡류의 수분함량을 10 내지 17%(w.b.)로 조정하는 단계; 및

(b) 상기 수분함량을 조절한 곡류를 200℃로 예열된 팽화기에 투입하고 0.5 내지 0.9 MPa 압력에 이르게 한 뒤 팽화시키는 단계를 포함하는, 오크라톡신이 저감된 스낵의 제조방법.

청구항 5

제4항의 방법으로 제조된 오크라톡신이 저감된 스낵.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 오크라톡신 저감 방법에 관한 것으로, 자세하게는 곡류 내 오크라톡신 저감 방법; 특히, 곡류를 이용하여 제조되는 스낵의 오크라톡신 저감 방법; 및 상기 방법을 통해 제조된 오크라톡신이 저감된 스낵에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오크라톡신 A(Ochratoxin A, OTA; 이하 오크라톡신)는 주요 곰팡이독소 중 하나로 높은 발생빈도와 함께 신장독성을 가지고 있는 것으로 알려져 있어 주목을 받고 있다.

[0003] 오크라톡신은 견과류, 곡류, 과실, 향신료, 커피콩 등의 농산물 뿐만이 아니라 이들을 이용한 시리얼, 건과일, 맥주, 와인 등의 가공식품 등에서도 검출되며, 더불어 오크라톡신에 오염된 곡류를 섭취한 소나 돼지를 이용한 우유 및 소세지 등의 육가공식품 등에서도 오크라톡신이 검출이 되는 실정이다.

[0004] 이처럼 오크라톡신 광범위한 생육환경 및 식품군에서 발견되는 매우 특이한 특성을 가지는데에는 오크라톡신을 생성하는 균주로부터 기인하는데, 다른 곰팡이독소를 생성하는 균주가 특정 속에만 속하는 것과 달리 오크라톡신을 생성하는 균주는 식품군에 따라 아스퍼질러스(*Aspergillus*) 속과 페니실리움(*Penicillium*) 속으로 서로 다른 속의 곰팡이로부터 생성되기 때문이다.

[0005] 현재까지의 연구결과로는 오크라톡신은 노출 시 가장 큰 영향을 받는 신체기간은 신장으로 알려져 있는데, 실험동물에서는 신장에 세포독성과 암이 발생할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 신장독성 외에도 간독성, 유전자 손상, 면역독성 및 기형아 출산 등도 유발하는 것으로 알려져 있다.

[0006] 뿐만 아니라 세계보건기구 (WHO)의 산하기구인 국제암연구소 (IARC, International Agency for Research on Cancer)에서는 오크라톡신을 사람에게 발암가능성이 있는 물질인 독성물질 2군 B로 분류하고 있다.

[0007] 따라서 각 국가마다 식품에서의 오크라톡신에 대한 기준과 규격을 설정해 관리하고 있는 실정인데, 현재 국내 오크라톡신에 대한 기준규격으로는 곡류 및 그것을 단순 처리한 것은 5 μg/kg, 영유아식은 0.5 μg/kg인 것에 반해, 세계적으로 많이 사용되어지는 EU 기준규격에는 곡류는 5 μg/kg, 곡류 가공식품은 3 μg/kg, 영유아식은 0.5 μg/kg이다.

[0008] 국내의 경우 국내 유통 중인 곡류 및 곡류 가공식품에 대한 오크라톡신 오염 수준 확보 및 모니터링의 자료가 부족한 실정이다.

[0009] 최근 국내 뿐만 아니라 외국에서도 건강에 좋다고 알려지면서 각광을 받으며 소비가 늘고 있는 귀리의 경우, 미국의 연구결과를 바탕으로 살펴보면 귀리 소재의 아침용 시리얼 204개 중 약 70%에서 오크라톡신이 검출이 되었으며 16개의 시료는 EU의 기준 규격을 넘는 것으로 보고되었고, 귀리 소재의 영유아식의 경우 51개 중 59%의 시료에서 오크라톡신이 검출이 되었고 30개의 시료는 EU 기준규격을 넘는데 가장 높은 수치는 22.1 μg/kg로 보고되었다.

[0010] FTA 확대, 대량생산, 국가 간의 교역 증가 및 수입농산물 다양화에 따른 장기 저장 및 수송과 관련하여 곰팡이독소가 전 세계적인 식품안전성의 문제로 대두되면서 미량만으로도 독성을 나타내는 곰팡이독소는 검출된 사실만으로 소비자 불안 및 사회적 갈등이 발생되는 실정이다.

[0011] 그러나 대부분의 식품가공의 곡류원료를 수입하는 국내의 경우 사전검사를 통해 기준치 이상의 곰팡이독소에 오염된 원료는 수입하지 않고 있으나, 수입 전 수입물의 전수 조사가 아닌 관계로 조사 과정 중 샘플링 오류가 발생할 가능성이 높은 것이 곰팡이독소와 관련된 식품분야의 가장 큰 문제점이다.

[0012] 곰팡이독소의 오염은 동일 포장단위 또는 동일 로트에서도 특정 부위, 한정된 장소에서 매우 불균일(heterogenous)하게 발생하기 때문에 검체 채취방법을 포함한 샘플링 방법에 따라 불검출부터 기준초과에 이르기까지 다양한 오염 특성을 나타내며, 곰팡이독소 검출의 경우 분석에서 비롯되는 총 불확도 (total uncertainty)는 샘플링이 50%를 차지할 정도이다.

[0013] 이에 수입되는 쌀과 귀리의 오크라톡신에 대한 모니터링이 엄격히 되어야 하지만 앞에서 언급한 것과 같이 샘플링의 오류가 발생할 가능성이 높아 곰팡이독소에 오염된 원료를 사용할 가능성이 높다고 볼 수 있다.

[0014] 현재까지의 연구에 따르면 오크라톡신은 다른 곰팡이독소에 비해 열안전이 매우 높은 것을 보인는 반면, 다른 곰팡이독소에 비해 곡류 중의 오크라톡신 저감화에 대한 연구는 미비한 실정이다.

[0015] 한편, 팽화 공정 (Explosive puffing)은 가압상태에서 비교적 높은 온도로 곡류를 볶은 후, 가열 중 축적된 내부 압력을 풀어, 가공된 곡류를 밀도를 낮추고 바삭한 식감을 만들 수 있는 공정으로 영유아 스낵 등을 만드는 식품 제조 공정에 사용된다.

[0016] 이러한 배경 하에, 본 발명자는 열에 매우 안정한 오크라톡신에 열과 압력을 적용시킨 팽화공정을 처리하여 오크라톡신에 대한 곡류 가공품의 안전성 확보를 위한 최적의 오크라톡신 전감화 조건을 개발하고자 노력하였으며, 그 결과, 특정 압력 조건 하에서 오크라톡신의 저감화가 두드러지게 우수한 것을 확인함으로써 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0017] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2019-0009458호

(특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2006-0017588호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 따라서 본 발명의 목적은 곡류 내 오크라톡신을 효과적으로 저감할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

[0019] 본 발명의 다른 목적은, 오크라톡신이 저감된 스낵의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0020] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 방법으로 제조된 오크라톡신이 저감된 스낵을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위해서,

[0022] 본 발명은 곡류를 팽화처리하는 공정을 포함하는, 곡류 내 오크라톡신 저감 방법을 제공한다.

[0023] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 곡류는 쌀, 귀리, 현미, 찹쌀, 보리, 검정콩, 옥수수, 밀, 조, 수수, 팥, 율무 및 녹두로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 팽화처리는 0.5 내지 0.9 MPa의 압력 조건에서 진행될 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 (a) 곡류의 수분함량을 10 내지 17%(w.b.)로 조정하는 단계; 및 (b) 상기 수분함량을 조절한 곡류를 200℃로 예열된 팽화기에 투입하고 0.5 내지 0.9 MPa 압력에 이르게 한 뒤 팽화시키는 단계를 포함하는, 오크라톡신이 저감된 스낵의 제조방법을 제공한다.

[0026] 또한, 본 발명은 상기 방법으로 제조된 오크라톡신이 저감된 스낵을 제공한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 오크라톡신 저감 방법은 특정 압력 조건 하에서 팽화시키는 공정을 통해 곡류 내 오크라톡신을 효과적으로 저감시킬 수 있는바, 오크라톡신 곰팡이독소에 오염된 다양한 곡류(쌀, 귀리, 현미, 찹쌀, 보리, 검정콩, 옥수수, 밀, 조, 수수, 팥, 율무 및 녹두)에 적용이 가능함으로써 식품산업에 유용하게 사용될 수 있다. 본 발명의 방법은 곡류 가공 식품 공정 중, 특히 스낵 제품의 생산 공정에 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명은 곡류를 팽화처리하는 공정을 포함하는, 곡류 내 오크라톡신 저감 방법을 제공한다.

[0029] 본 발명의 “오크라톡신(ochratoxin)”은 아스퍼질러스 오크라세우스(*Aspergillus ochraceus*) 또는 페니실리움 비리디카툼(*Penicillium viridicatum*) 등에 의해 생산되는 마이코톡신(곰팡이독)이다. 오크라톡신은 A, B 및 C 등이 알려지고 있다. 이중, 오크라톡신 A는 1965년 남아프리카에서 *A. ochraceus*에서 분리된 것으로, 미국, 유럽, 일본 등에서 쌀, 보리 등의 곡류를 비롯, 콩류, 향신료 등 많은 농산물로부터의 오염 예가 보고되고 있다. 오크라톡신 A는 신뇨세관 및 간장장해를 가져와 신장 및 간에 암을 발생시키는 것으로 알려져 있다.

[0030] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 곡류는 쌀, 귀리, 현미, 찹쌀, 보리, 검정콩, 옥수수, 밀, 조, 수수, 팥, 율무 및 녹두 등일 수 있으나, 특별히 그 종류를 한정하는 것은 아니다.

[0031] 본 발명의 다른 구체예에서, 상기 팽화처리는 0.2 내지 1.0 MPa의 압력 조건에서 진행될 수 있으며, 바람직하게는 0.5 내지 0.9 MPa의 압력, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 0.6 MPa의 압력에서 진행될 수 있다.

[0032] 본 발명은 또한, 오크라톡신이 저감된 스낵의 제조방법을 제공한다.

[0033] 본 발명의 방법은 곡류를 이용한 스낵 제품 제조 공정에 적용하여 오크라톡신을 효과적으로 저감시킬 수 있다.

[0034] 자세하게는, 본 발명의 스낵 제조방법은 (a) 곡류의 수분함량을 10 내지 17%(w.b.)로 조정하는 단계; 및 (b) 상기 수분함량을 조절한 곡류를 200℃로 예열된 팽화기에 투입하고 0.5 내지 0.9 MPa 압력에 이르게 한 뒤 팽화시키는 단계를 통해 제조될 수 있다.

[0035] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 (b) 단계에서 있어서, 팽화공정시 압력 조건이 0.5 MPa인 경우, 오크라톡신 저감 효과가 더욱 증진될 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명은 방법으로 제조된 오크라톡신이 저감된 스낵을 제공한다.

[0037] 본 발명의 방법으로 제조된 스낵의 경우 곡류가 가진 오크라톡신 함량이 40 내지 60% 감소된 효과를 가진다.

[0039] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0041] **<실시예 1>**

[0042] **팽화 공정을 위한 귀리 및 쌀 시료 제조**

[0043] 본 실험에 사용한 식품용 귀리의 초기 수분함량은 12% wet weight basis (w.b.)이며, 쌀의 초기 수분함량은 14% w.b. 이였다. 각 시료는 수분함량을 16% w.b.로 조정하였다. 수분함량을 조절하기 위한 증류수에는 미리 정량의 오크라톡신을 첨가하여 쌀과 귀리의 최종 오크라톡신 함량이 100 ng of OTA/g of sample이 되도록 하였다. 2시간 동안 혼합 균질활를 한 시료들은 700 g씩 지퍼백에 나누어 담아 냉장고에서 하룻밤 동안 방치하여 수분함량이 평형에 도달하도록 하였다.

[0045] **<실시예 2>**

[0046] **팽화 공정 조건 설정**

[0047] 팽화기는 Model A3 (Baghouse Storeroon Inc., 하남, 경기도, 한국)를 사용하였으며, 팽화기계의 챔버 온도가 200℃로 예열하고 안정화가 이루어지면 시료를 투입하고 0.5 MPa, 0.7 MPa, 그리고 0.9 MPa의 압력에 이르게 한 뒤, 팽화공정을 진행하였는데, 시료 투입 후 각 압력에 이르기까지의 시간은 각 온도별 5분, 6분, 그리고 9분으로 측정되었다. 이렇게 팽화된 시료는 지퍼백에 넣어 분석을 위해 냉동보관 하였다.

[0049] **<실시예 3>**

[0050] **팽화 공정 적용 시료 내 오크라톡신 분석**

[0051] 각 팽화처리 된 귀리와 쌀 시료를 그라인더(Waring Products, East Windsor, NJ, USA)로 곱게 마쇄하였다. 시료 5 g을 100 mL 삼각 플라스크에 넣고 20 mL 아세토니트릴-물(80:20, v/v)을 가하여 wrist action shaker (Burrell Scientific, Pittsburge, PA, USA)를 이용하여 30 분간 진탕하여 추출하였다. 추출액은 와트만 여과지(Whatman No. 1 filter paper)를 이용하여 여과한 후, 10 mL의 여과액을 40 mL의 PBS를 이용하여 희석하였다. 준비된 IAC(Immunoaffinity Columns)에 희석액 10 mL을 가한 후 2~3 mL/min의 유속으로 흐르게 하여 IAC(Immunoaffinity Columns)에 오크라톡신(Fluka (St. Louis, MO, USA), 오크라톡신 A)을 흡착시켰다. 이어서 PBS 10 mL과 증류수 10 mL로 2~3 mL/min의 유속으로 흐르게 하여 IAC(Immunoaffinity Columns)를 순차적으로 세적한 다음 흡착된 오크라톡신을 메탄올 3 mL로 용출하였다. 용출된 시료를 50℃에서 N_2 가스를 사용하여 건조하였고, 건조된 시료를 500 μL 메탄올-물 (50:50, v/v)로 다시 용해하여 얻은 액상 시료를 분석에 사용하였다. 기기로는 형광검출기가 장착된 HPLC (Agilent 1260 Infinity HPLC system, PaloAlto, CA, USA)를 분석에 이용였다. 분석을 위한 컬럼으로는 Thermo Scienrific의 Hypersil GOLD C18 column (3 × 100 mm, particle size 1.9 μm, Hudson, NH, USA)을 사용였다. 이동상으로 아세토니트릴-물 (50:50, v/v)을 사용하였고, 유속은 0.4 mL/min으로 설정하였으며 8분간 분석였다. 주입량으로는 10 μL이였으며, 형광검출기의 검출파장을 excitation wavelength 334 nm, emission wavelength 460 nm로 설정하였다. 귀리 및 쌀에 대한 팽화 고정을 실시하였을 때 오크라톡신의 저감률은 표 1에 나타내었다.

표 1

[0053] 팽화 압력에 따른 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵의 오크라톡신 저감효과

시료		OTA 저감률 (%)[1)]	
그룹	압력 (MPa)	쌀	귀리
대조군		0.00 ±0.00[2)]	0.00 ±0.00
처리군	0.5	28.44 ±1.60	52.23 ±0.96
	0.7	16.07 ±1.39	47.38 ±2.38
	0.9	15.30 ±4.35	37.65 ±2.95

[0054] [1)]오크라톡신 저감율 = (1 - 팽화 처리를 거친 샘플 내 오크라톡신 농도/팽화 처리를 거치지 않은 시료의 오크라톡신 농도)×100

[0055] [2)]각각의 수치는 평균±표준편차로 나타냄

[0057] 그 결과, 상기 표와 같이 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵에서의 오크라톡신의 저감화 효과는 0.5 MPa 팽화 압력일 때 각각 약 52%와 28%로 나타났는데, 팽화 쌀 스낵과 비교하였을 때, 팽화 귀리 스낵에서 보다 높은 수치의 오크라톡신 저감률이 관찰되었다.

[0058] 상기 결과로부터 각 곡류 스택에서의 가장 높은 오크라톡신 저감율을 나타내는 팽화 공정 압력 조건을 확인하였다.

[0060] **<실시예 4>**

[0061] **팽화 공정 적용 시료 내 수분함량 측정**

[0062] 각 시료의 각 시료의 수분함량 측정은 halogen moisture analyzer (HB43-S, Mettler Toledo, Greifense, Switzerland)으로 이루어졌으며, 귀리 및 쌀에 대한 팽화 공정을 실시하였을 때 시료내 수분함량은 표 2에 나타내었다.

표 2

[0064] 팽화 압력에 따른 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵의 수분함량

시료		수분함량 (%, wb)	
그룹	압력 (MPa)	쌀	귀리
대조군		15.11 ±0.00[1)]	15.05 ±0.00
처리군	0.5	8.60 ±0.35	10.38 ±0.35
	0.7	6.47 ±0.50	8.28 ±0.22
	0.9	5.16 ±0.16	6.21 ±0.22

[0065] [1)]각각의 수치는 평균±표준편차로 나타냄

[0067] 그 결과, 표 2와 같이 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵의 수분함량은 팽화 압력에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 오크라톡신 저감화가 더 높게 관찰된 팽화 귀리 스낵에서 수분함량이 좀 더 높게 관찰되는 것으로 나타났다.

[0069] **<실시예 5>**

[0070] **팽화 공정 적용 시료 부피변화 (bulk density) 측정**

[0071] 각 시료는 500 mL 메스 실린더(mess cylinder)에 넣고 가볍게 20번 바닥에 쳐준 후, 눈금에 맞추어 분주하였다. 이렇게 준비된 시료의 무게를 측정하여 각 시료의 부피변화를 g/mL 로 환산, 비교하였다. 귀리 및 쌀에 대한 팽화 공정을 실시하였을 시의 시료내 부피변화를 표 3에 나타내었다.

표 3

[0073] 팽화 압력에 따른 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵의 부피변화

시료		부피밀도 (g/mL)	
그룹	압력 (MPa)	쌀	귀리
대조군		0.82 ±0.00[1)]	0.72 ±0.00
처리군	0.5	0.51 ±0.01	0.51 ±0.00
	0.7	0.12 ±0.01	0.41 ±0.00
	0.9	0.08 ±0.00	0.33 ±0.01

[0074] [1)]각각의 수치는 평균±표준편차로 나타냄

[0076] 그 결과, 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵 모두에서 팽화 전 시료에 비교하여 크게 부피밀도(bulk density)가 낮아지는 것이 관찰되었다. 팽화 쌀 스낵의 경우 압력이 높아질수록 급격하게 부피밀도(bulk density)가 낮아지는 것이 관찰이 되는 것에 반해 팽화 귀리 스낵의 경우에는 압력이 높아짐에 따라 부피밀도(bulk density)가 낮아지기는 하지만 그 낮아지는 정도가 팽화 쌀 스낵에 비해서는 적은 것으로 관찰되었다.

[0078] **<실시예 6>**

[0079] **팽화 공정 적용 시료의 색도 측정**

[0080] 색도는 귀리 스낵과 쌀 스낵을 그라인더 (Waring Products, East Windsor, NJ, USA)로 마쇄한 후 40 메쉬로 선별한 다음 색차계를 이용하여 hunter scale L (명도, Lightness), a (적색도, Redness), b (황색도, Yellowness) color system을 가지고 있는 색차계 (CM-5, Konica Minolta Sensing Americas Inc., New Jersey, NJ, USA)를 사용하였는데, 색도의 색좌표 값은 L=97.06, a=0.06, b=1.84인 표준 백색판 위에 놓고 측정하였다. 각 샘플은 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다. 측정값을 통해 ΔE (total color difference; 총 색차)를 다음과 같이 계산하였다. L_{sample}, a_{sample}, 그리고 b_{sample}은 각 시료에서 측정된 값이며, $L_{control}$, $a_{control}$, 그리고 $b_{control}$은 팽화 가공 전 시료를 이용하여 측정하였다.

[0081] $$\Delta E = \sqrt{(L_{sample} - L_{control})^2 + (a_{sample} - a_{control})^2 + (b_{sample} - b_{control})^2}$$

[0083] 팽화 귀리 스낵 및 팽화 쌀 스낵의 색도 측정 결과는 표 4에 나타내었다.

표 4

[0085] 팽화 압력에 따른 팽화 귀리 스낵과 팽화 쌀 스낵의 색도 측정 결과

Commodity	시료		컬러 파라미터			
	그룹	압력 (MPa)	$L^{1)}$	$a^{2)}$	$b^{3)}$	$\Delta E^{4)}$
쌀	대조군		86.28 ±0.04[5)]	1.24 ±0.01	13.99 ±0.09	0.07 ±0.06
	처리군	0.5	86.14 ±0.16	1.25 ±0.02	13.82 ±0.3	0.55 ±0.43
		0.7	89.35 ±0.27	1.48 ±0.06	10.88 ±0.26	4.38 ±0.37
		0.9	86.25 ±0.79	2.76 ±0.10	12.85 ±0.18	1.94 ±0.08
귀리	대조군		83.45 ±0.33	2.09 ±0.06	12.53 ±0.13	0.28 ±0.12
	처리군	0.5	80.62 ±0.22	2.29 ±0.09	14.31 ±0.13	3.35 ±0.25
		0.7	77.25 ±0.68	3.71 ±0.15	15.67 ±0.11	7.14 ±0.61
		0.9	72.66 ±0.35	5.30 ±0.05	17.79 ±0.09	12.42 ±0.34

[0086] [1)]Degree of whiteness (white + 100 ↔ 0 black),

[0087] [2)]Degree of redness (red + 100 ↔ -80 green),

[0088] [3)]Degree of yellowness (yellow + 70 ↔ -80 blue).

[0089] [4)]△E (total color difference) = $\Delta E = \sqrt{(L_{sample} - L_{control})^2 + (a_{sample} - a_{control})^2 + (b_{sample} - b_{control})^2}$

[0090] [5)]각각의 수치는 평균±표준편차로 나타냄

[0092] 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 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.