곡류의 안전섭취를 위한 방안 연구

Safe Intake Methods of Cereals

조순덕 · 이다움 · 윤은경[1] · 김건희

Sun-Duk Cho · Da-Uhm Lee · Eunkyung Yoon[1] · Gun-Hee Kim

덕성여자대학교 식품영양학과, [1]식품의약품안전청 위해예방정책과

Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University,

[1]Risk Prevention Policy Bureau, Korea Food & Drug Administration

1. 서론

식품은 인간의 건강과 생존 유지를 위해 매우 중요한 역할을 한다. 건전하고 안전한 식품을 섭취하는 것은 인간의 삶에 무엇보다도 중요한 일이나 최근 기후변화에 의한 이상기온현상이나 산업발달에 따른 각종 유해물질의 생성은 환경오염을 증가시키고 있으며, 이는 식품의 안전성 측면에서 식품의 생산 · 제조 · 유통 · 소비 환경에 큰 변화를 일으키고 있다. 곡류는 쌀 · 밀 · 보리 · 옥수수 · 귀리 등의 곡식을 통틀어 이르는 말로서 주식으로 가장 많이 섭취되는 식품군이다. 쌀은 밀과 옥수수와 함께 세계 3대 곡물 중의 하나로 열대에서 온대지역에 이르는 광범위한 지역에서 재배되고 있다. 쌀을 주식으로 하는 인구비율은 세계인구의 약 40%에 달하며, 주로 아시아 국가에서 주식으로 사용하고 있다. 우리가 섭취하는 쌀은 크게 자포니카(Japonica)와 인디카(Indica)로 나뉜다. 자포니카 형태는 쌀알이 둥글고 굵으며 단단하다. 또한 점성이 강하고 아밀로펙틴(amylopectin)의 함량이 많다. 인디카 형태는 쌀알이 길고 부스러지기 쉬우며, 점성이 약하고 아밀로오스(amylose) 함량이 많다. 찰벼에서 수확되는 찹쌀은 나미(粘糯米) 또는 점미(黏米)라고도 한다. 보리는 가장 오래된 농작물 중의 하나로서 겉보리, 쌀보리, 곡맥, 얼맥(蘗麥), 대맥, 엿기름 등으로 불린다. 보리는 끓여서 쌀 대용으로 섭취하기도 하며 맥주나 고추장의 가공원료, 식혜를 만드는 엿기름용으로 사용된다. 옥수수는 밀, 벼와 함께 세계 3대 곡류 중의 하나로 우리나라에서는 주로 강원도에서 생산된다. 보통 삶아서 섭취하거나 팝콘, 통조림의 형태로 섭취한다. FDA health claim에 의하면 포화지방과 콜레스테롤의 섭취를 적게 하고 수용성 식이섬유를 함유하는 채소와 과일 및 곡류를 충분히 섭취하는 사람은 심장병의 위험을 감소 할 수 있거나, 심장병의 위험에 있는 사람이 포화지방과 콜레스테롤의 섭취를 적게 하고 식이섬유를 함유하는 채소와 과일 및 곡류를 충분히 섭취하면 혈 중 콜레스테롤을 감소시켜 심장병의 위험을 줄일 수도 있다고 한다. 본 연구에서는 감자, 백미, 찹쌀, 보리 및 보리가공품, 옥수수 등 곡류와 관련된 자연독과 곰팡이독, 유전자재조합식품(GMO) 등에 대하여 소비자에게 필요한 식품안전 정보를 제

* Correspondence to: Gun-Hee Kim
Dept. of Food &Nutrition, DukSung Women's University
419 SsangMun-Dong, ToBong-Ku, Seoul 132-714, KOREA
Tel: 82-2-901-8496 / Fax : 82-2-901-8474
E-mail: ghkim@duksung.ac.kr

공하고자 하였다.

2. 연구방법

국민건강영양조사 등을 토대로 국민 다소비식품, 국민 다빈도섭취식품을 조사하였으며, 특히 주의가 필요한 식품 및 소비자의 관심도가 높은 식품을 중심으로 우선순위를 정하여 자료조사가 진행되었다. 각각의 해당 식품에 대한 자료는 국·내외 관련 서적 및 인터넷매체 등에서 식품과 관련된 유해물질로 인한 사건 및 유해물질에 관한 정보를 중심으로 수집되었다. 다양하고 단편적인 식품정보를 종합·표준화하여 소비자들로 하여금 유해물질에 대한 지식의 제공과 제공된 지식을 실생활에 활용할 수 있도록 하였다.

3. 연구결과

3.1 아크릴아마이드(Acrylamide) – 감자

감자스낵에는 감자의 아미노산인 아스파라긴(asparagine)이 가공과정에서 첨가되는 설탕과 함께 100℃이상의 고온으로 가열하면 아크릴아마이드(acrylamaide)가 생성될 수 있는데, 이것이 유해물질로 문제가 되고 있다(그림 1). 아크릴아마이드는 동물실험에서 발암을 일으키는 것으로 알려져 있으나, 사람의 발암성에 관해서는 현재로서 확인되고 있지 않아 발암유력물질(Group 2A)로 알려져 있다. 또한 음용수처리 및 폐수처리 시 사용되는 폴리아크릴아마이드(polyacrylamide)를 만드는데 사용되는 화학물질로 접착제, 종이, 화장품 제조 시에도 사용된다. 식품의약품안전청에서 2007년 발표한 연구결과에 따르면 식품 중 아크릴아마이드 검출 범위가 외국에서 발표한 양과 유사하거나 약간 낮은 수준이었다. 연구결과 감자칩류 598~1,709 ㎍/kg, 후렌치후라이 341~1,896 ㎍/kg, 건빵류 854~1,081 ㎍/kg이 검출되었고, 비스킷류, 시리얼, 커피, 빵류, 초콜릿 등에서는 소량 검출되었다. 아크릴아마이드 관리 방안으로 저감화를 추진하고 식품 중 아크릴아마이드 안전 목표치를 1 ppm 이하로 설정하였다.

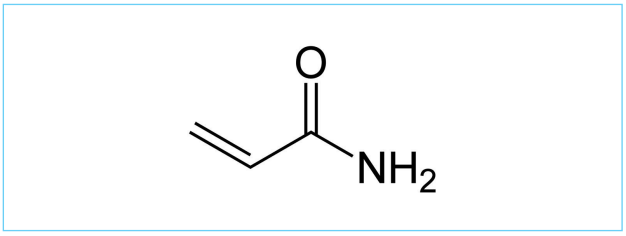

그림 1. 아크릴아마이드(acrylamide) 구조

아크릴아마이드의 섭취를 줄이기 위해서는 1)120℃ 보다 낮은 온도에서 삶거나 찌는 조리법을 선택한다. 2)감자는 8℃ 이상의 음지에서 보관하고 장기간 냉장고에 보관하지 않는다. 3)감자는 황금색 정도로 튀기거나 굽고, 갈색으로 변하지 않게 조리하도록 한다. 4)튀김온도는 160℃를 넘지 않게 하고, 오븐에서도 200℃를 넘지 않도록 한다. 5)가정에서 생감자를 튀길 경우 물·식초 혼합물(물:식초=1:1)에 15분간 담가두는 것이 좋다. 6)식품을 지나치게 높은 온도로 가열하지 않는 것이 좋다. 단, 육류의 경우 식중독에 걸리지 않도록 충분히 익혀서 먹는 것이 좋다. 7)제품에 표시된 방법대로 조리하는 것이 좋다.

3.2 솔라닌(Solanine) – 감자

감자의 싹에는 천연독소인 솔라닌(solanine)이 2~60 mg% 함유되어 섭취 시 식중독을 일으킬 수 있다(그림 2). 특히, 새싹(81 mg%), 녹색 부분의 표피(48 mg%) 부분에 많이 함유되어 있으므로 주의해야한다. 보통 솔라닌을 30 mg% 이상 섭취하게 되면 복통, 위장장애, 현기증 등의 중독증상이 나타날 수도 있다. 감자의 싹에 포함된 천연독소인 솔라닌은 인체에 해롭기 때문에 제거해주는 것이 좋다. 감자를 햇볕에 오래 노출시키거나 오래 보관하게 되면 표면이 녹색으로 변하게 되는데 감자의 껍질을 벗겨내면 약 70%의 솔라닌을 제거 할 수가 있다. 싹이 난 부분은 싹의 눈 부분이 남지 않도록 말끔히 도려내야 한다. 또한, 솔라닌은 열에 약하므로 가열조리 후 섭취하는 것이 좋습니다. 감자에 싹이 나지 않도록 하려면 감자를 보관하는 박스에 사과를 한 두 개 정도 넣어 두면 좋다. 사과에서는 감자의 발아를 억제하는 가스인 에틸렌이 생성되게 되어 사과를 같이 보관할 시 사과

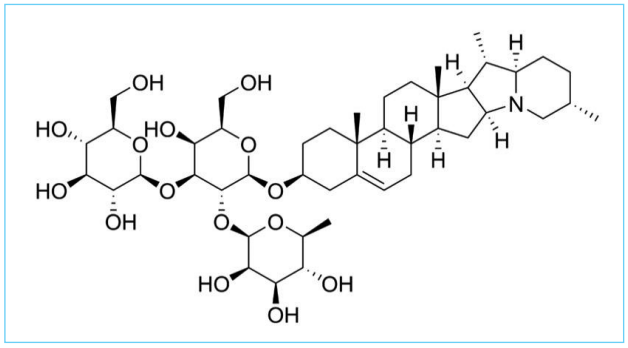

그림 2. 솔라닌(solanine) 구조

에서 생성 된 에틸렌 가스로 인하여 감자는 싹을 틔우지 못하게 되므로 오랜 시간 보관이 가능할 수 있다. 보통 사과 한 개가 감자 10 kg 정도의 싹을 억제하는 기능을 한다.

3.3 황변미(Yellowed rice, 黃變米) – 쌀(백미)

쌀은 건조하고 빛이 들지 않은 곳에 저장・보관해야 하지만 저장환경이 올바르지 않을 경우 쌀에 *Penicillium*속 곰팡이가 생겨 황색을 띄게 된다. 이렇게 노랗게 변한 쌀을 황변미라고 한다. 쌀을 황색으로 변하게 만든 *Penicillium*속 곰팡이는 쌀을 황색으로 염색시키는 것뿐 만 아니라 치명적인 독을 생성한다. 황변미 독소는 크게 3가지가 있다. Citrinin은 신장독으로 온대지방의 옥수수, 쌀, 맥류 등의 곡류와 땅콩에서 자주 발생되는 *Penicillium citrinum*이라는 곰팡이에서 만들어 지는 독소이다. 레몬색 같은 황색 형광을 내는 페놀계 물질로 신장에서의 수분 재흡수를 저해하여 급・만성 괴사를 일으키게 된다. Citreoviridin은 쌀에서만 발견된다고 알려진 *Penicillin citreoviride*라는 곰팡이가 생산하는 독으로 신경에 영향을 준다. 중독 시 경련, 호흡장애, 상행마비(척수의 마비가 말단에서 머리 쪽으로 진행되는 마비), 급성 심장성 각기 증세를 보이게 된다. Luteoskyrin과 Islandtoxin은 쌀과 보리 소맥, 수수 등과 같은 곡류에서 *Penicillium* islandicum이라는 곰팡이가 생성하는 독소이다. 이는 간장독으로 중독되면 급・만성의 심한 간장 장해 또는 중증의 경우 간암을 유발 할 수도 있다. 황변미를 예방하려면 항상 건조한(수분함량이 15~16%) 상태로 10~24℃의 서늘한 곳에서 보관하는 것이 좋다.

당지수(GI; glycemic index)란 식품 내 탄수화물을 질적으로 평가하는 지수로, 식품이 체내로 섭취되어 소화되는 과정에서 얼마나 빠른 속도로 포도당으로 전환되어 혈당 농도를 높이는가를 표시한 수치이다. GI가 가장 낮은 식품은 GI=0인 물이 있으며, 가장 높은 식품은 설탕으로 GI=100이다. 당지수가 낮은 식품은 높은 식품에 비해 공복감을 덜 느끼고 포만감을 증가시킨다고 한다. 보통 GI가 70 이상인 식품을 GI가 높은 식품으로 간주하며, GI가 높은 식품의 경우 체내로 흡수되어 포도당으로 전화되어 혈당을 높이는 속도가 빠르기 때문에 당뇨병을 가진 사람들의 경우 주의가 필요한 식품군이다. 쌀(백미)은 GI가 84에 해당하는 식품이다. 따라서 당뇨병을 가진 사람들의 경우 백미로 지은 밥 보다는 백미에 여러 잡곡을 섞어 잡곡밥의 형태로 섭취하는 것이 바람직하다.

3.4 이산화황(Sulfurdioxide, SO_2) – 찹쌀

중국산 흰쌀 및 찹쌀로 만든 찐쌀은 주로 뻥튀기, 쌀강정, 곡물가공품 등의 재료로 사용한다. 찐쌀 제조과정에서 쌀 고유의 흰색을 돋보이기 위한 산성아황산나트륨(sodium bisulfite), 포름알데하이드 설폭실산나트륨(sodium formaldehyde sulfoxylate) 등 표백제 사용으로 이산화황이 기준치 초과 검출되기도 한다. 이산화황이나 이산화황을 포함한 아황산염류는 지나치게 많이 섭취하면 천식 발작, 두통, 복통 등을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있지만 실제로 자연계에 흔한 물질이어서 자연 상태의 농축수산물에서도 검출된다. 특히 쪽파, 파, 마늘 등 향이 강한 향신식물에서는 0.4~135 ppm까지 함유되어 있다. 유엔식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)는 아황산염류의 1일 섭취허용량을 이산화황 기준으로 사람 체중 1 kg 당 0.7 mg으로 정하고 있다.

3.5 중금속 – 보리차

중금속은 땅과 물속에 자연적으로 함유되어 있으므로 식품에서 중금속이 검출되는 것은 자연스러운 현상이다. 하지

표 1. 식품 중 곡류의 중금속 기준

대상식품	납(mg/kg)	카드뮴(mg/kg)
감자	0.1 이하	0.1 이하
고구마	0.1 이하	0.1 이하
밀	0.2 이하	0.2 이하
쌀(현미 제외)	0.2 이하	0.2 이하
옥수수	0.2 이하	0.1 이하
팥	0.2 이하	0.1 이하

자료: 식품공전, 2011

만 체내로 흡수된 중금속은 체외로 배출되지 않고 체내에 싸여 독성을 일으키기 때문에 정부에서는 식품 내 중금속 함유 허용량을 정하고 지속적으로 모니터링하며 관리하고 있다(표 1).

3.5.1 납(Lead, Pb)

납은 적은 양의 체내 유입에도 강한 독성을 보인다. 납의 체내 흡수율은 약 10%로, 체내에 흡수된 납은 뼈와 근육 조직에 축적되며, 간으로 이동된 납은 담낭을 통해 배설된다. 중독증상으로는 급성위장염이나 빈혈 등이 있다. FAO/WHO 식품첨가물 전문가회의(JECFA)에서 정한 납의 주간잠정 섭취 허용량은 25 ㎍/kg bw/week) 이다.

3.5.2 카드뮴(Cadmium, Cd)

체내로 들어온 카드뮴은 쉽게 배설되지 않고 생물학적 반감기가 길기 때문에 나이가 들수록 체내 축적량은 증가한다. 카드뮴에 지속적으로 노출되면, 고혈압을 비롯한 순환기계 질환 및 빈혈이 발생하는 것으로 알려져 있으며, 대표적인 카드뮴 중독 질병인 이따이이따이 병은 카드뮴이 근위세뇨관에 병변을 일으켜 칼슘의 재흡수를 방해하며, 장에서의 칼슘 흡수를 돕는 비타민 D3의 활성화를 억제하여 최종적으로 혈중 칼슘 농도를 낮추어 골 대사에 이상을 줌으로써 뼈 이상 및 골격 위축을 일으키는 질병이다. FAO/WHO 식품첨가물 전문가회의(JECFA)에서 설정한 주간잠정섭취허용량은 75 ㎍/kg bw/week이다.

3.5.3 비소(Arsenic, As)

비소는 공기, 물, 흙, 음식물 등의 경로를 통해 인체에 유입될 수 있으며, 지속적으로 노출될 경우 비소중독을 일으키게 된다. 비소는 무기 비소형태 또는 메틸화된 유기 비소형태로 존재하는데, 메틸화된 유기 비소화합물의 경우 독성이 낮다고 알려져 있다. 따라서 식품섭취에 따른 위해도 평가에는 무기비소의 섭취수준이 중요하다. WHO에서 정한 일 총 비소 기준은 50 ㎍/kg bw/day으로 설정되어 있다.

3.6 유전자재조합식품(Genetically Modified Organism, GMO) – 옥수수

유전자재조합(또는 유전자변형) 생물체는 유전자재조합 기술을 이용하여 특정형질의 유전자를 다른 생물체의 염색체에 넣어 특정한 목적에 맞도록 만든 생물체로 GMO(Genetically modified organisms)라고 널리 알려져 있다. GMO는 식품으로도 사용될 뿐 아니라 가축사료, 의약품, 에너지원 등으로 광범위 하게 사용 되고 있다. GMO는 종류에 따라 유전자재조합식물(GM식물; 제초제 분해효소 유전자를 이식하여 제초제에 견디는 콩), 유전자재조합동물(GM동물; 성장호르몬 유전자를 이식하여 성장속도가 빨라지는 연어), 유전자재조합미생물(GM미생물; 키모신(우유응고효소) 유전자를 이식하여 키모신을 대량 생산하는 대장균)로 분류된다. GM농산물은 전 세계적으로 콩 ,옥수수, 면화, 유채가 대부분을 차지하고 있으며 사탕무, 쌀, 감자, 밀, 멜론, 레드치커리, 토마토, 호박, 파파야, 아마 등도 개발되어 있다. GM식품은 안전성 검사를 거친 유전자재조합생물체를 원료로 사용하여 제조 가공한 식품 또는 식품첨가물을 말한다. 유전자재조합식품은 반드시 안전성 심사를 거친 원료로 만들어져야 한다. 안전성 심사를 거친 유전자재조합식품은 제품의 용기나 포장에 '유전자재조합식품' 이라고 표시하도록 되어 있다. 우리나라 유전자재조합 표시대상 식품은 다음 표 2와 같다. 현재 우리나라를 포함하여 EU, 일본, 뉴질랜드 등 전세계 20여 개국이 GM식품의 표시 제도를 시행하고 있다. 2011년 5월 현재 우리나라에서 안전성 심사를 거쳐 수입이 승인된 것은 콩, 옥수수, 면화, 유채, 사탕무 등 5개 작물 66품목이다. GM식품의 안전성평가는 GM식품

표 2. 유전자재조합 표시대상 식품

- 콩가루, 콩통조림, 두부, 전두부, 가공두부, 두유류, 두류가공품
- 된장, 고추장, 청국장, 혼합장, 조림류, 메주, 영양보충용식품
- 기타 영· 유아식, 옥수수가루, 옥수수통조림, 곡류가공품
- 옥수수전분, 팝콘용옥수수가공품, 과자류, 빵 및 떡류, 견과류
- 영아용조제식, 성장기용조제식, 영· 유아용곡류조제식
- 기타 콩, 옥수수, 콩나물을 주요 원재료로 사용한 식품
- 기타 위의 식품을 주요 원재료로 사용한 식품

자료: KFDA, 2011

개발사가 제출한 안전성평가 자료를 근거로하여 학계, 소비자단체 등 20명의 전문가로 구성된 식품의약품안전청 'GM 식품 안전성평가자료 심사위원회'에서 실시하고 있다. 안전성 심사 기준은 최신의 과학적 지식과 정보를 바탕으로 만들어져, 현재의 과학기술과 지식으로 예측 할 수 있는 모든 위해성을 평가할 수 있도록 체계화되어 있다.

3.7 아플라톡신(Aflatoxin) – 옥수수

옥수수는 수확 후 장기간 저장 시 건조 후 보관하는데, 이때 옥수수를 잘못된 환경에서 저장하게 되면 곰팡이가 생길 수 있다. 이렇게 생긴 곰팡이 중에는 아플라톡신이라는 곰팡이 독을 생성하기도 한다(그림 3). 옥수수에서 주로 아플라톡신을 생산하는 곰팡이에는 *Aspergillus falvus, Aspergillus parasiticus, Aspergillus nomius* 등이 있다. 아플라톡신은 강산이나 강알칼리에는 안정하지 못하나 강한 내열성을 갖고 있어 270-280℃ 이상으로 가열 처리해야 독성이 사라진다. 이처럼 곰팡이독소는 가정에서 사용되는 가열 조리법으로는 대부분이 파괴되지 않기 때문에 곰

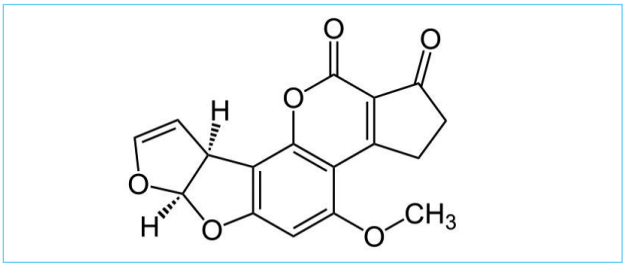

그림 3. 아플라톡신(aflatoxin B1) 구조

팡이가 생긴 식품은 먹지 말아야 한다. 특히, 땅콩이나, 옥수수 등은 구매할 때나, 집에 보관된 것을 먹을 때도 곰팡이가 있는지를 꼭 확인해야 한다. 위해성이 가장 큰 아플라톡신 B1은 장기간 다량 섭취 시 사람에게 간암을 일으킬 수 있어 국제암연구소(IARC)에서는 인체발암성 물질(Group 1)로 분류하고 있다. 대부분의 국가에서는 아플라톡신 B_1 또는 총 아플라톡신(B_1, B_2, G_1, G_2의 합)으로 식품에서 허용기준치를 정하여 관리하고 있다(표 3). 식품으로부터 오염된 아플라톡신을 제거할 수 있는 방법이 알려져 있지 않으므로, 농작물의 경작기술과 식품의 저장기술을 향상시켜 아플라톡신의 발생을 최소화하는 것이 가장 좋은 예방법이다. 곰팡이 독소의 피해를 최소화하려면, 우선 곡류 등을 보관할 때는 습도 60% 이하, 온도 10~15℃ 이하에서, 최대한 온도 변화가 적은 곳에 보관한다. 옥수수나 땅콩은 껍질째 보관하는 것이 안전한데, 껍질째 보관한 곡물의 껍질에 곰팡이가 폈다면 그 곡물은 빨리 제거해야 한다. 또한, 곡류에 부서진 알갱이가 섞여 있을 경우에는 해충이나 곰팡이가 증식하기 쉽고 일단 증식하면 쉽게 전파되므로 부서진 곡류 알갱이는 빨리 분리한다. 곰팡이는 습기가 많은 환경에서 생기므로 가정 내, 특

표 3. 곰팡이독소 기준 - 총 아플라톡신(B_1, B_2, G_1 및 G_2의 합)

대 상 식 품	기 준(㎍/kg)
곡류, 두류, 땅콩, 견과류 및 그 단순가공품(분쇄, 절단 등)	15 이하(단, B_1은 10 이하이어야 한다)
곡류가공품 및 두류가공품(규격외 일반가공식품)	
장류(메주 제외) 및 고춧가루 및 카레분, 육두구, 심황(강황), 건조고추, 건조파프리카 및 이를 함유한 천연향신료	
밀가루	
건조과실류	
영아용 조제식, 성장기용 조제식, 영· 유아용 곡류조제식, 기타 영· 유아식	(B_1은 0.10 이하이어야 한다)

자료: 식품공전 2011

히 주방에 습기가 생기지 않도록 관리해야 한다.

4. 감사의 글

본 연구는 2010년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(10042식품안076)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 강근옥 외. 식품위생학. 보문각. 2009
2. 건강한 식탁 식생활 클리닉. Available from: http://www.dietnote.co.kr/main.html
3. 김덕웅 외. 21C 식품위생학. 수학사. 2011
4. 세계보건기구(WHO, World Health Organization). Available from: http://www.who.int
5. 식품나라 식품안전정보서비스. Available from: www.foodnara.go.kr
6. 식품의약품안전청 식중독예방 대국민 홍보사이트. Available from: http://www.kfda.go.kr/fm/index.do
7. 식품의약품안전청 식품영양성분데이터베이스. Available from: http://www.foodnara.go.kr/kissna
8. 식품의약품안전청 위해예방정책국. 푸드윈도우(Food Window). Available from: http://blog.daum.net/foodwindow
9. 식품의약품안전청 유전자재조합식품(GMO)정보. Available from: http://www.kfda.go.kr/gmo/index.do
10. 식품의약품안전청. Available from: http://www.kfda.go.kr
11. 조은자. 한국전통식품연구. 성신여자대학교 출판부. 2008
12. 한국농수산식품유통공사 Food in Korea. Available from: http://www.foodinkorea.co.kr
13. 한국식품영양재단(KFNF). Available from: http://www.nutritionkorea.com
14. 한국쌀가공식품협회(KRFA). Available from: http://www.krfa.or.kr/