

산 · 학 · 연 논문

홍국 산업과 녹색성장

최충식[†] · 전춘표

(주)한스바이오 부설바이오산업연구소

Red Yeast Rice Industry and Green growth

Chung-Sig Choi[†] and Chun-Pyo Jeon

Bio Industry Institute, HansBio Co., Ltd. Andong 760-380, Korea

서 론

농업에서의 녹색성장은 지속가능한 농업보다 포괄적인 개념으로 농업생태계의 환경용량을 고려하여 환경적으로 건전하고 경제적으로 수익성이 보장되는 성장이라고 정의하고 있다(1).

국내 농업은 2, 3차 산업에 비해 성장이 지체되어 있다. 성장이 지체된 이유는 농업이 농산물 생산에만 국한되어 있으며, FTA 등의 시장개방으로 인해 농산물은 국내 생산 농산물이 저가의 수입농산물과 경쟁하게 된 결과라 할 수 있다. 또한 농업 종사자 인구의 고령화는 농업노동력을 약화시키는 주요 원인이며 향후 우리 사회가 바라는 농업의 첨단화·고부가 가치화에 문제가 되고 있다(2).

다양한 농업 중에서 식량자원으로 우선시 되는 것은 당연히 쌀이다. 우리나라의 벼 재배 역사는 5천여 년 이상이나 되었지만, 1970년대까지는 항상 부족하였으며, 녹색혁명의 결과로 1977년부터 쌀을 자급할 수 있게 되었다.

경제발전과 서구화의 영향으로 식생활의 변화에 따라 육류, 과일 및 유가공제품의 선호에 따라 1인당 쌀 소비량은 급감하였으며, 1990년대부터는 식품소비형태가 다양해지면서 고품질·친환경 농산물의 수요가 급증하게 되었다. 2005년부터는 쌀 시장 개방이 확대되어 수입쌀이 밥쌀로도 공급되기 시작하였다.

쌀은 ① 문화와 국민정신의 근본이며, ② 국민건강에 이바지하고, ③ 식량안보에 기여하며, ④ 농업생산의 근본이 된다(3).

현대인은 경제와 사회가 발전하면서 신체 활동량의 감소와 식생활이 서구화되어 식이섬유가 적고 지방과 콜레스테롤 함량이 높은 음식물의 섭취가 증가하고 있으며, 그 결과 순환기계 질환과 당뇨·암 등이 증가하고 있다.

쌀은 필수아미노산을 다량 함유하고 있어 영양적으로

우수하며, 소화 흡수율이 높다. 쌀 단백질은 고지혈증 개선효과가 있으며, 비타민 E, 오리지놀 및 토코테리놀 등의 항산화물질은 노화방지 효과가 있다. 쌀은 대장암 억제, 혈중 콜레스테롤 저하, 중금속의 체내 흡수 억제, 성인병 예방효과 등 건강에 기여하는 효과가 우수하며 단순한 주식량에 머물지 않고, 각종 질환을 예방할 수 있는 건강식품의 하나로 변화되어 가고 있다(4).

논 생태계에서 벼의 생육, 즉 벼농사는 홍수조절, 대기 및 수질정화, 대기냉각, 지하수 저장, 토양유실 방지 등 자연환경과 국토보전에 미치는 영향이 탁월하며, 논이 갖는 여러 기능의 경제적 가치는 무한하다(5). 이러한 논 기능과 더불어 농업부문은 온실가스 및 환경오염을 줄이기 위한 노력의 일환으로 녹색기술개발과 청정에너지 보급을 위한 '저탄소 녹색성장'의 기본이다.

농업부문의 녹색성장의 필요성은 농업의 발전과 성장이 농업생산적 측면보다는 소비자의 수요와 소비 형태에 따라 영향을 많이 받으며, FTA 확대, 기후 변화, 고유가, 세계 곡물가격 변화 등 국제농업환경 변화가 국내 농업에 미치는 영향이 커지고 있다는데 있어 적극적인 대응이 필요하다(1).

현재 쌀시장은 매우 힘든 상태이다. 전반적으로 쌀 생산과 수입량이 증가하고 있다. 쌀 생산량은 2009년에는 작황이 좋아 전년대비 약 9.9% 늘어났으며, 쌀 수입량도 전년대비 약 6만톤이 증가하였다. 이와 같이 생산량과 수입량의 증가에 따른 산지유통업체들의 재고 부담과 농가의 재고량 증가 등은 쌀의 가격 하락을 유발하고, 가격하락은 사회적 문제로 대두되고 있다(6). 쌀 가격 하락은 벼농사의 위축과 더불어 논 생태계의 파괴로 이루어지기 때문에 전통적인 쌀 가공식품인 밥, 죽, 떡, 한과, 음료 및 술 등 이외에 새로운 쌀 소비처를 모색하여야 한다.

쌀 가공산업의 활성화, 쌀을 이용한 고부가가치 가공식

[†]Corresponding author. E-mail: hychemi@kornet.net
Phone: 054-823-7005, Fax: 054-823-7006

품 개발, 쌀의 영양학적 우수성 연구 및 소재산업으로의 활성화 등이 필요하다.

쌀을 이용한 식품산업 중, 국가 신성장동력으로 선정된 3대 분야(녹색기술, 첨단융합, 고부가 서비스)의 17개 핵심 사업 중에서 고부가식품산업군에 선정된 홍국에 대한 이미지 제고가 필요하다.

홍국쌀은 일반쌀에 비해 가격 대비 약 30배 이상의 고부가가치 식품으로 거듭날 수 있다는 점에서 상당한 의미가 있다고 할 수 있겠다.

농촌이 활력을 얻고, 환경이 보존되고, 국토가 균형 있게 발전하며, 국민 건강이 유지되려면 쌀이 안정적으로 생산·소비 되어야하며 모든 국민이 쌀의 가치를 올바르게 인식하고 소비하는 노력이 필요하겠다.

홍국(紅麴)의 문헌 기록

홍국(紅麴)은 붉은 누룩이라는 뜻이며, 2,200년 전 중국 한나라 황제 유방이 처음 황실 음식으로 채택하여 혈행을 개선시키는 한약재로 사용하다가, 조선 중기 중국 사신에 의해 우리나라에 전래되어 한방에서 산후 어혈 해소제로 사용되고 있다.

문헌상 기록으로는 중국 명나라 이시진의 본초강목에 [소화를 돕고 피를 소생케 하며(消食活血), 비장을 강하게 하고 위를 조절하며(健脾燥胃), 여인의 피를 소생케 하여 부인병을 고친다(治女人血氣痛)]라고 기술되어 있으며, 허준의 동의보감의 탕액편 곡부에는 [홍국은 피를 잘 돌게 하고 음식이 소화되게 하며 이질을 멎게 하는 신국(神麴, 약누룩)]이라고 기록되어 있다. 1979년에 일본의 엔도 아끼라 교수가 홍국에서 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시키는 Monacolin-K를 발견하여 일본에서 특허 출원하였으며, 이물질은 미국 머크사가 황국(*Aspergillus* sp.)에서 Mevinolin을 분리하여 고지혈증 치료 전문 의약품으로 전 세계에 판매하는 Lovastatin과 동일한 화학구조를 가지고 있다(7).

홍국균은 *Monascus* 속의 곰팡이로서 분류학상 *Ascomycotina* 강, *Plectomycetes* 아강, *Plectrascales* 목, *Hemiascomycetaceae* 과(반자낭균과), *Aspergillaceae* 과, *Monascaceae* 족에 속하며, 자웅동체(hemothallic)이고, 무성생식기간에는 분생포자를 형성하고 유성생식기간에는 폐자기를 만들며, 격벽을 가지고 있는 *Monascus* sp.로써 현재 약 20종, 균주로서 약 70여종이 분리·동정되어 있다(8,9).

홍국은 한국, 중국, 대만, 일본 및 말레이시아 등 벼재배 지역에서 오래 전부터 착색, 양조, 방부 등을 목적으로 주류, 두부, 육류 등 식품뿐만이 아니라 한약재로도 사용되어 온 *koji*로써 붉은색을 띄는 곰팡이다(10).

표 1. 홍국균이 생산하는 기능성물질과 효능

기능성 물질	효능 및 특징
Monacoline A, J, K 및 그 유도체	콜레스테롤 저하 작용 혈당 강하작용
GABA (γ -aminobutyric acid, acetyl choline)	혈압 강하작용
Dimerumic acid	항산화작용
색소	항생물질, 착색, 방부효과
미지의 성분	혈압강하
독성(LD ₅₀)	1000 mg/kg (in mice)

홍국균은 α -amylase, β -amylase, glucoamylase 및 lipase 등의 가수분해효소를 생성하며(11), 홍국균이 생산하는 물질과 기능은 표 1과 같다.

홍국쌀

홍국쌀의 제조는 백미에 홍국균을 배양한다. 배양된 홍국쌀은 Fig. 1과 같이 붉은색을 띄게 되며, 홍국적색소와 홍국황색소가 식품첨가물로 이용되며, 모나콜린 K는 고지혈증 예방 및 치료제로 사용이 가능하다.

홍국색소

색소는 식품, 의약품, 화장품 그리고 의류염색 등 매우 다양한 용도로 이용되어져 왔으며, 그 중에서도 특히 식품에 있어서의 색소는 관능성을 높여 제품의 가치를 높이고, 소비자의 구매 충동과 식욕을 돋우어 주는 중요한 역할을 한다(12-14).

식용으로 사용되어지는 색소는 일반적으로 화학적 합성색소와 천연색소로 구분되어지며, 가격이 저렴하고 착색이나 염색하기 쉬운 것 등의 장점으로 인하여 타르게 인공합성 색소가 오늘날까지 각종 식품에 성공적으로 적용되어 왔으나, 1960년대 타르게 색소에서 발암물질이 검출된 후 최근에 이르기까지 식품에 사용되고 있는 인공합성 색소의 안전성에 대한 여러 가지 문제점이 대두되면서 이에 대한 각종 규제가 강화되고 있으며 현재 사회에서 많은 문제로 대두되고 있다(15,16).

천연색소에 대한 소비자의 요구가 증대됨에 따라 천연색소의 사용량이 증가하고 있으며, 천연색소의 공급원으로는 특정 식물의 꽃, 잎, 뿌리 및 열매로부터 얻는 식물 유래 천연색소와 미생물이 생산하는 미생물 유래 천연색



Fig. 1. 배양 기간에 따른 홍국쌀의 변화

표 2. 식품첨가물 공전에서의 홍국적색소 및 홍국황색소의 기준

	홍국적색소	홍국황색소
정의	이 품목은 홍국균(<i>Monascus anka</i> : <i>Monascus purpureus</i>)의 배양물을 에틸알콜로 추출하여 얻어지는 색소로서 주성분은 monascorubirin, ankaflavin 등이다. 다만, 색가조정, 품질보존 등을 위하여 희석제, 안정제 및 용제 등을 첨가할 수 있다.	이 품목은 홍국균(<i>Monascus purpureus</i> : <i>Monascus anka</i>)의 배양물을 건조, 분쇄한 다음 염산산성 에틸알콜로 추출하고 중화하여 얻어지는 색소이다. 다만, 색가조정, 품질보존 등을 위하여 희석제, 안정제 및 용제 등을 첨가할 수 있다.
사용기준	아래의 식품에 사용하여서는 아니된다. 1. 천연식품[식육류, 어패류(경육포함), 과일류, 채소류, 해조류, 두류 등 및 그 단순가공품(탈피, 절단 등)] 2. 다류 3. 고춧가루 또는 실고추 4. 김치류 5. 고추장 6. 식초 7. 향신료가공품(고추 또는 고춧가루 함유제품에 한함, 적색소에 한함)	
합량	이 품목의 색가(E 10%, 1cm)는 표시량 이상이어야 한다.	
성상	이 품목은 적~암적색의 액체, 덩어리, 분말 또는 페이스트상의 물질로서 약간 특이한 냄새가 있다.	이 품목은 황~황갈색의 액체, 덩어리, 분말 또는 페이스트상의 물질로서 약간 특이한 냄새가 있다.

식품첨가물공전, 식품의약품안전청.

소가 있다. 미생물 유래의 천연색소는 생산기간이 짧고 비교적 저비용으로 생산이 가능하다는 점에서 많은 장점을 가지고 있다. 미생물 색소의 공급원으로 중국대륙과 대만을 중심으로 벼 재배 지역에서 사용되어 홍주, 육류가공, 홍두부 및 기타 음식물의 착색에 이용되는 홍국(Ang-khak)이 있다(17-19).

식용 색소 중에서 미생물 유래 천연색소인 *Monascus* sp.가 생산하는 홍국적색소와 홍국황색소는 식품첨가물 공전에 등록되어 있다(20).

쌀의 소비촉진과 홍국의 기능성 활용 측면에서 식품첨가물공전상의 홍국황색소와 홍국적색소에 대한 사용기준에 대한 검토가 필요하다.

홍국색소에 관한 연구는 1895년에 Went가 *Monascus purpureus* 곰팡이를 분리한 후, 1960년에 Fielding이 이 균체로부터 적색 및 황색색소를 결정화하여 monascorubin과 monascin의 정확한 구조와 화학적 성질이 밝혀지게 되었다.

홍국 유래 색소는 Fig. 2와 같이 황색색소 성분인 monascin과 ankaflavin이 함유되어 있고, 오렌지 색소인 rubropunctatin과 monascorubrin 및 적색색소인 rubropunctamine과 monascorubramine이 함께 존재하는 것으로 알려져 있으며, 이외에도 구조결정은 아직 이루어지지 않았지만 5~6종이 더 존재하는 것으로 확인되고 있다(21,22).

홍국색소는 polyketide synthase가 관여하여 acetyl unit의 head-to-tail condensation에 의하여 생합성되는 polyketides의 일종이다(Robinson, 1991). 이들은 모두 물에서는 불용 또는 난용성이나 단백질, 펩타이드 등에 대하여 친화성이 강하고, 이들 결합체는 수용성이 될 수 있다(23).

홍국색소에 대한 국내의 연구는 1970년대 말부터 액체

배양에 의한 홍국색소의 대량생산에 관한 연구가 시작되어, 홍국색소 및 기능성 물질의 생산은 균주, 영양기질, 배양조건에 따라 많은 차이를 나타내고, 특히 배지의 성분과 pH 등에 민감한 것으로 보고되어 있다(24-27).

현재 홍국색소는 주로 육류가공식품, 수산염식품, 두부, 기타 음식물의 착색에 널리 이용되고 있으며, 수요가 급증하고 있다.

홍국 유래 모나콜린 K

모나콜린 K는 1979년 일본의 엔도 아끼라 교수가 처음 발견한 물질로 Fig. 3과 같이 monacolin J, L 등과 함께 홍국에 함유된 전체 monacolin계의 약 80%를 차지하며

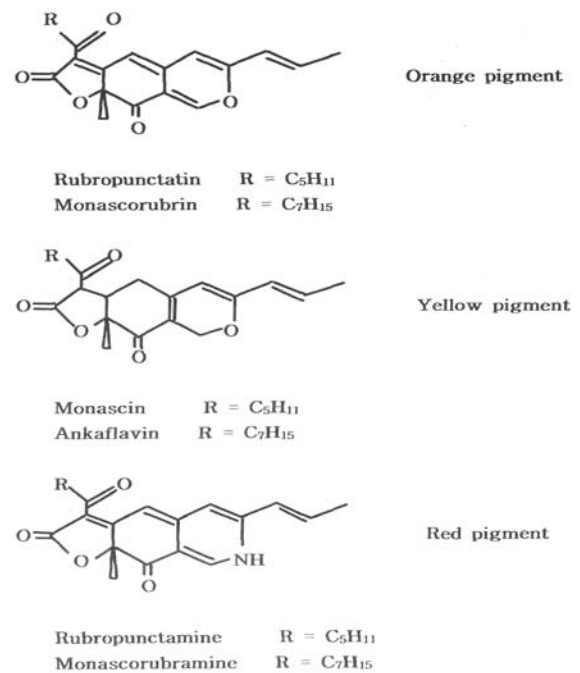


Fig. 2. The conventional pigments produced by *Monascus* sp.

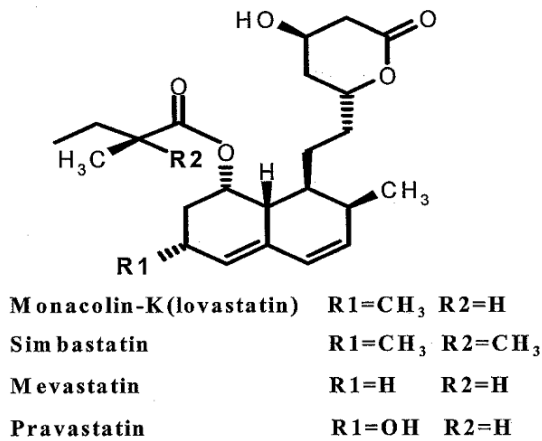


Fig. 3. Structure of various HMG-CoA reductase inhibitors.

Fig. 4와 같이 cholesterol 생합성 경로에서 HMG-Co A reductase를 특이적으로 억제함으로써 강력한 cholesterol 생합성 저해작용을 하는 것으로 보고되어 있다(28).

모나콜린 K는 naphthalene ring system, β-hydroxy-lactone 및 methylbutyric acid를 포함하고 있는 고지혈증 치료제로 사용되고 있다. 콜레스테롤 생합성 경로에서 desmosterol 환원효소보다 앞선 단계인 HMG-CoA 환원효소가 관여하는 반응을 저해하는 것이 중간 대사산물의 축적 없이 콜레스테롤의 생합성을 저해시킬 수 있는 최선의 방법으로 보고되어 있다. 주목할 점은 HMG-CoA reductase에 대한 lovastatin의 친화도가 원래의 기질인 HMA-CoA보다 10,000배 이상 높아 결국 콜레스테롤의 합성을 저해한다(29,30)는 것이다.

모나콜린 K의 작용기작은 구조적으로 콜레스테롤 합성을 저해하는 가장 중요한 효소인 HMG-CoA(3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A) 환원효소(EC 1.1.1.34) 저해제의 하나이며, HMG-CoA 환원효소에 모나콜린 K가 우선적으로 작용하여 mevalonate의 합성을 저해한다. 그 결과 콜레스테롤 생합성을 제한하여 혈관 속의 콜레스테롤 수치를 효과적으로 감소시킨다고 알려져 있다. HMG-CoA 환원효소는 기능기의 종류에 따라 4가지 (Lovastatin, Compactin, Simvastatin, Pravastatin)로 알려져 있으며, 특히 중증의 고 콜레스테롤혈증 환자에서도 극히 유효한 것으로 보고되었으며, 동맥경화에서 가장 좋지 않은 것으로 알려져 있는 LDL cholesterol을 우선적으로 낮춰주는 작용이 있는 것이 특징이다(31).

홍국 유래 GABA

홍국의 혈압강하효과에 대해서는 홍국의 뛰어난 혈압 강하 작용이 다수 동물실험이나 임상시험에 의해 밝혀졌다. 식염 1%를 함유한 사료에 홍국건조분말을 0.3% 첨가하여 자발성고혈압흰쥐(SHR)에 15일간 준 시험결과, 홍

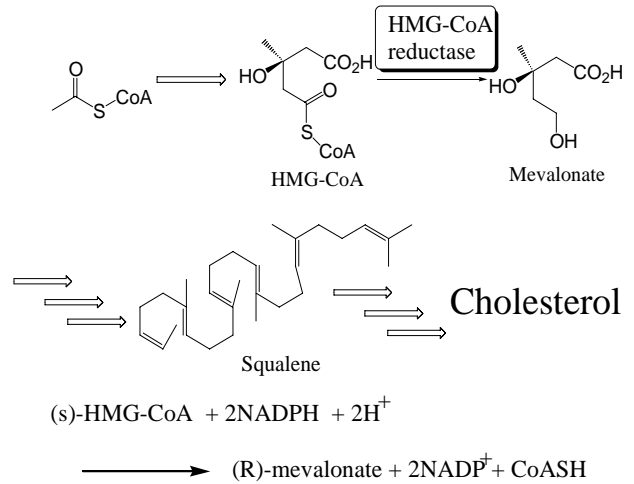


Fig. 4. Mechanism for statin inhibition of HMG-CoA reductase - cholesterol biosynthesis (in the cytosil).

국을 포함하지 않는 사료를 준 대조군에서는 수축기 혈압이 200 mmHg 이상의 높은 값으로 추이한 것에 반해, 홍국 첨가군에서는 약 20 mmHg의 강하가 인정되었다.

홍국의 혈압강하 효과에 대한 연구는 일본의 국립건강·영양연구소와 Gunze(株)를 중심으로 연구되어 1992년에 처음으로 보고되었으며 관련 연구들이 활발히 진행되고 있다. 임상시험에서는 홍국추출액기스(1일의 홍국 섭취량 9 g 상당)를 포함한 드링크제를 경증 본태성 고혈압자에게 준 결과, 유의한 혈압강하가 인정되었다. 또 경증 고혈압자를 대상으로 홍국엑기스를 함유한 드링크제(1일 홍국 섭취량 27 g 상당)를 8주간 섭취하는 2중 맹검군 간 비교시험을 한 결과, 홍국은 과잉섭취를 해도 혈압의 지나친 강하는 없고, 야간의 과잉 강압도 없는 것이 확인되었다(32).

홍국의 혈압강하 성분에 대해서는 명확하지는 않으나 홍국쌀의 혈압강하성분은 물, 에탄올에 가용성이며, n-butanol, ethylacetate 등에 불용성인 것으로 알려져 있다. 그 중에서 홍국의 주요 혈압강하 작용물질로 GABA (γ-aminobutyric acid)가 알려져 있는데, GABA는 식물, 동물의 체내에 널리 존재하는 천연아미노산의 일종으로 혈압강하 작용 외에 뇌세포 대사 활성화 작용이나 스트레스 경감효과가 주목받아서 최근 건강식품 소재로 이용이 증가하고 있는 성분이다. 혈압강하 작용은 말초교감신경에서의 noradrenaline 방출을 억제함으로써 일어나며 그 작용은 완만하다. 일반적으로 홍국 중 GABA 함량은 미량이기 때문에 홍국에는 GABA 이외의 혈압강하 작용물질도 존재한다고 생각된다. 혈관확장 작용과 혈압강하작용이 있다는 adenosine도 그 하나이며, SHR에 강압효과가 인정된 홍국섭취량과 동량의 GABA와 adenosine을 각각 단독 및 병용해서 15일간 강제 경구투여한 결과, 양자의

비용에 의한 상승작용이 인정되었다(33-35).

홍국색소의 항암 효과

홍국색소는 합성색소와는 다르게 다양한 기능성을 가지는 것으로 알려져 있는데, *Monascus* sp.가 생산하는 오렌지 색소인 monascorubrin은 강한 암 예방효과가 있다고 보고되어 있다(36).

홍국적색소는 구운 고기나 물고기에 많이 포함되어 있는 Trp-P-2(NaOH)⁶에 의한 돌연변이 유발력을 제한하는 효과를 나타내며, 홍국색소를 암이 유발된 쥐에 경구투여한 결과 약간의 암 억제효과를 나타낸다고 보고하였다(37).

홍국색소 구성성분인 monascin, monascinol 등이 항발암 촉진물의 1차 선별시험인 마우스 콧바퀴에서의 TPA 법 항염증 시험이나 사람 신경아종 세포 배양장해 시험에서 강한 활성이 보고되었고, 또한 경구투여 시험에서도 마우스 피부2단계 발암시험에서 홍국색소의 발암 예방효과가 확인되었다(32).

홍국황색소의 항산화 효과

유해산소는 세포막이나 지질의 과산화로 세포 상해를 유발하며, 유해산소에 의해서 각종 암과 심장질환이 야기되고, 노화의 원인이 된다. 이러한 활성산소는 reactive oxygen species(ROS)라 불리며, hydrogen peroxide, superoxide anion, hydroxylradical 등이 있다(38).

생체내에는 활성산소를 해독하기 위한 항산화 방어계가 존재하는데, selenium, vitamin E, riviflavin 등의 항산화 영양소와 ceruloplasmin, transferrin, ferrin, lactoferrin, metallothionein 등의 항산화력을 가지는 혈청 단백질 그리고 superoxide dismutase, catalase, glutathione, peroxidase 등은 세포내 여러 구획에서 특이적으로 작용하여 유해산소 해독에 관여하는 것으로 알려져 있다(39,40).

홍국색소의 항산화효과에 대한 연구에서 DPPH radical 소거효과와 xanthine oxidase 저해율 측정실험에서 두 경우 모두 황색색소가 대부분 추출된 hexane 분획물에서 가장 우수한 활성을 나타내었으며, chloroform에서도 비교적 높은 활성을 나타내었다고 보고하였다(41).

홍국의 항균 효과

최근 식품산업의 발전과 더불어 식생활의 간편화로 각종 가공 식품이나 인스턴트식품의 섭취가 늘어나고 있으며 각 식품제로 업체에서는 다양한 가공식품의 제조에 따라 식품의 가치를 상승시키기 위하여 여러 가지 첨가제의 사용을 증가시키고 있다(42).

식품 보존제는 가공식품의 저장기간 연장을 위하여 대

부분의 가공식품에 사용되고 있으나 인공 합성된 식품 보존제의 경우 높은 농도를 사용 시 안전성의 문제가 대두되고 있다(43).

홍국의 항균작용과 관련하여 중국의 고문헌에는 '어육은 가장 부패하기 쉬운 것이나 홍국을 얹게 발라 놓으면 한여름에도 그 질을 유지할 수 있다. 10일이 지나도 모기나 파리가 가까이 하지 않으며 색이나 맛을 원래 그대로이니 신기한 약이다'로 기록되어 있다.

홍국색소의 항균활성은 *Monascus purpureus* 및 그 변이주가 생성하는 색소의 항균 특성에 관하여 최초로 보고되었다(44). 이 보고에 의하면 *Monascus purpureus*가 식품의 주요 위해미생물들인 대부분의 *Bacillus* 속과 *Streptococcus* 속 및 *Pseudomonas* 속의 일본 균에 대하여 항균활성을 나타내고 있으나 넓은 범위의 균주에 대한 항균 활성을 나타내지는 않았다.

누룩에서 분리한 *Monascus* 속의 한 균주가 *Staphylococcus aureus*, *Sarcinea lutea*, *Bacillus subtilis* 등에 미약한 항균활성이 있으며(45), *Monascus anka*로부터 *E. coli*와 *B. subtilis*의 생육을 저해하는 Ankalactone을 분리한 바 있고(46), *Monascus* 균주가 생산하는 항균물질인 Monascidin A가 mycotoxin의 일종인 citrinin인 것으로 확인한 바 있다(47).

건강기능식품 홍국

건강기능식품공전에 규정된 홍국의 제조방법은 '홍국균 중에서 *Monascus anka*, *Monascus purpureus*, *Monascus pilosus* 및 *Monascus ruber* 4종의 홍국균만으로 제조하여야 하며, 원재료인 쌀(찐쌀을 제외)에 홍국균을 접종하여 고체발효시킨 후 분말화 하여 식용에 적합하도록 하여야 한다'라고 규정되어 있다. 기능성분(또는 지표성분)의 함량은 총 모나콜린 K를 0.5 mg/g 이상 함유하고 있어야 하며, 활성형 모나콜린 K가 확인되어야 한다고 규정하고 있다. 제조 시 유의사항으로는 시트리닌 함량이 0.05 mg/kg 이하이어야 한다.

건강기능식품공전에 규정된 홍국의 규격 및 최종제품의 요건은 홍국쌀의 성상은 고유의 색택과 향미를 가지며 이미·이취가 없어야 하며, 총 모나콜린 K 함량은 원료성 제품으로는 표시량 이상이어야 하며, 최종제품은 표시량의 80~120%의 범위에 해당하여야 하고, 활성형 모나콜린 K는 확인되어야 한다.

또한, '시트리닌은 0.05 mg/kg 이하이어야 하며, 대장균은 음성이어야 한다.'고 명시되어 있다.

건강기능식품공전에 규정된 홍국의 주요 기능성 내용으로는 콜레스테롤 개선이며, 일일 섭취량은 총 모나콜린 K로서 성인기준 4~8 mg이다(48).

홍국 시장 현황

국내에서 홍국을 생산 및 판매하고 있는 업체는 에프엔비, 마이코 및 (주)한스바이오 등 대학 연구자 중심으로 타 식품가공업체에 비하여 특이한 구조로 형성되어 있다. 홍국에 대한 홍보 및 인식 부족 등으로 인하여 시장이 크게 형성되지 못한 실정이다.

국내 의약품 시장의 처방의약품 시장규모 보고에 의하면 혈압강화제가 약 5,500억 원, 고지혈증 치료제는 약 1,700억 원대를 차지하여 혈압강화제, 기타 순환계용약, 동맥경화용제, 혈관확장제용 의약품이 전체 처방약의 약 26%인 1조 3,400억 원을 차지하는 것으로 나타났다.

대표적인 혈압강화제인 한국화이자의 “노바스크정”은 1,000억 원이 넘는 시장을 차지하고 있으며, 그 뒤로는 사노피아벤티스의 “아프로벨정”, 한미약품의 “아모디핀정”, LG생명과학의 “자니딤정”, 대웅제약의 “올메텍”이 500억 원대를 기록하였다.

고지혈증 치료제는 고혈압약과 마찬가지로 꾸준히 복용해야 하는 약물이라 지속적으로 성장하는 대표적인 시장이다. 콜레스테롤 강하제는 주로 LDL 콜레스테롤을 감소시키는 작용을 하며 대표적인 약물은 statin계제이다. 처방전 기준으로 2004년에 심바스타틴계제는 약 500억 원의 판매를 기록하였으며, 이어 2005년에는 약 800억 원의 규모로 높은 성장률을 기록하였다.

대표적인 콜레스테롤 강하제인 “리피토”는 전 세계에서 빠른 속도로 성장하고 있는 것으로 국내시장에서는 2004년도 약 260억 원, 2005년도 400억 원으로 50%이상 성장한 것으로 나타났으며 이는 특허만료가 2016년까지 임에 따라 매출성장은 특허만료 시점까지 계속 이어질 것으로 생각된다. 그 뒤를 lovastatin계제가 따르고 있는데 2005년도 약 150억 원대 시장을 형성하였으며 명인제약의 “로바콜정”, 일동제약의 “로스타틴정”, 종근당의 “로바로드정”, 중외제약의 “메버스틴정” 및 한미약품의 “로바스트정” 등이 시장을 주도하고 있다(49).

100% 홍국을 원료로 한 “콜파워”를 보령제약에서 출시하였는데, 홍국균으로 발효시키는 과정에서 생성되는 유효성분인 Monacolin K(lovastatin)가 콜레스테롤의 합성을 효과적으로 조절하는데 연구들을 통하여 그 유용함이 입증됨에 따라, 건강기능식품 시장에서 치료보조용 홍국계제가 시장을 형성하면서 파나넥스의 “콜레스틴”, 서울제약의 “하이포콜”, 태평양 제약의 “콜레스탑” 및 종근당의 “홍국플러스” 등이 경쟁을 하고 있다.

결 론

현대인은 경제와 사회가 발전하면서 신체 활동량의 감

소와 식생활이 서구화되어 식이섬유가 적고 지방과 콜레스테롤 함량이 높은 음식물의 섭취가 증가하고 있으며, 그 결과 순환기계 질환과 당뇨·암 등이 증가하고 있다(4).

이상 소개한 것과 같이 홍국은 오랜 세월 동안 이용되어 왔다는 점과 각종 안전성 시험 결과에서 확인된 식품의 3차 기능인 생체조절기능을 통하여 생활 습관병 예방에 적합한 소재라 할 수 있다.

홍국쌀의 제조시 원료로 사용되는 쌀의 경우 과잉생산과 낮은 가격으로 인하여 쌀 자체로의 경쟁력은 상당히 어려운 실정이나, 쌀을 이용한 식품산업 중에서도 2009 국가 신성장동력으로 선정된 홍국쌀의 경우, 일반쌀을 이용하여 홍국쌀 제조시 약 30배 이상의 고부가가치 식품으로 거듭날 수 있다는 점에서 상당한 의미가 있다.

홍국의 주요 기능으로 콜레스테롤 합성저해, 혈압강하, 항암, 항산화, 항균 활성 등의 작용이 있다는 것이 그간 연구들로 밝혀졌지만, 아직까지 홍국에는 여러 가지 미지의 물질이 포함되어 있어 향후 더욱 새로운 기능들이 밝혀지면, 그 효용성은 증가할 것이다.

홍국 효용성의 증가는 쌀의 소비촉진과, 벼 재배농가의 안정성을 확보할 수 있으며, 논 생태계를 보호함으로써 녹색성장을 통한 지구온난화의 예방에 커다란 기여가 될 것이다.

참고문헌

1. 김창길, 정학균. 2008. 농업부문 녹색성장의 개념과 추진과제. 한국농촌경제연구원, 농업부문 녹색성장 심포지움 자료집. p 39-40.
2. 임상규. 2009. 녹색희망, 농업의 미래. 매일경제신문사. p 29.
3. 체제천. 2006. 쌀생산과학-쌀의 가치와 중요성. p 3-21.
4. 체제천. 2006. 쌀생산과학-쌀의 기능성. p 298-301.
5. 체제천. 2006. 쌀생산과학-벼 재배의 다원적 기능. p 28-31.
6. 김태훈, 최익창, 승준호. 2009. 농업전망 :한국 농업·농촌, 도전과 새로운 희망-쌀 수급동향과 전망. 한국농촌경제연구원. p 492-494.
7. Endo A. 1979. Monacolin K, a new hypocholestermic agent produced by a *Monascus* species. *J Antibiotics* 32: 852-854.
8. Ainsworth GC, Sparrowr FK, Sassman AS. 1973. *The fungi*. Academic press, New York. p 35.
9. Su YC. 1975. Properties of *Monascus anka* and its utilization. *J Ferment Assoc* 33: 28-34.
10. Editorial D. 2000. Useful microbe as health food material. *Food and development* 35: 44-48.
11. Hwang J, Hseu TH. 1980. Specificity of the acid protease from *Monascus kaoliang* toward the-B-chain of oxidized insulin. *Biochemica et Biophysica Acta* 614: 607-612.
12. Francis FJ. 1986. *Handbook of Food Colorant Patents*.

- Food and Nutrition Press, Westport, CT. p 181.
13. Judie DD. 1987. Applications food colorants. *Food Technology* 78-88.
 14. Kim SJ, Rhim JW, Lee LS, Lee JS. 1996. Extraction and characteristics of purple sweet potato pigment. *Kor J Food Sci Technol* 28: 345-351.
 15. Oser BL, Hall RL. 1975. 5. Recent progress in the consideration of flavoring Ingredients under the food additives amendment. GRAS substance. *Food Technol* 70.
 16. Oser BL, Hall RL. 1978. 5. Recent progress in the consideration of flavoring Ingredients under the food additives amendment. GRAS substance, *Food Technol* 60.
 17. Kim SJ, Fhi JW, Kang SG, Jung ST. 1997. Characteristics and stability of pigments produced by *Monascus anka* in a jar fermenter. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 60-66.
 18. Lin CF. 1973. Isolation and cultural conditions of *Monascus* sp. for the production of pigment in a submerged culture. *J Ferment Technol* 51: 107-114.
 19. Kim CS, Rhee SH, Kim I. 1977. Studies on production and characteristics of edible red color pigment produced by mold (*Monascus* sp.). *Kor J Food Sci Technol* 9: 277-283.
 20. 식품첨가물공전. 2009. 식품의약품안전청.
 21. Kim SY, Kim JK. 1990. Pigment production in *Monascus anka*. *J Kor Agric Chem Soc* 3: 239-246.
 22. Wild D, Tech G, Humpf HU. 2002. New *Monascus* metabolite isolated from red yeast rice (ankak, red koji). *J Agric Food Chem* 50: 3999-4002.
 23. Kim HS, Kim DH, Yang HS, Pyen YR, Yu JH. 1979. Studies on the red pigment produced by *Monascus* sp. in submerged culture. Part I. Isolation of strain and cultural conditions of pigment produced. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 7: 23-30.
 24. Kim JY, Kim KH. 1997. Isolation and characterization of *Bacillus* sp. PY123 producing water-soluble yellow pigment. *Kor J Appl Microbiol Biotech* 25: 454-458.
 25. Carels, M, Shepherd D. 1977. The effect of different nitrogen sources on pigment production and sporulation of *Monascus* sp. it submerged shaken culture. *Can J Microbiol* 23: 1360-1365.
 26. Broder CU, Koehler PE. 1980. Pigments produced by *Monascus purpureus* with regard to quality and quantity. *J Food Sci* 45: 567-569.
 27. Yoshimura M, Yamanaka S, Mitsugi K, Hirose Y. 1975. Production of *Monascus*-pigment in submerged culture. *Agric Biol Chem* 39: 1789-795.
 28. Bilheimer DW, Grundy SM, Brown MS, Goldstein JL. 1983. Mevinolin and colestipol stimulate receptor mediated learance of low density lipoprotein from plasma in familial hypercholesterolemia heterozygotes. *Proc Natl Acad Sci USA* 80: 4124-4128.
 29. Endo A. 2004. The discover and development of HMG-CoA reductase inhibitors. *Atheroscler Suppl* 5: 67-80.
 30. Yoon SJ. 2004. Optimization of production medium and development of fermentation condition for *Monascus pi-losus* production. Jeonbuk National University.
 31. Endo A, Kuroda M, Tsujita Y. 1976. ML-236A, ML-236B, and ML-236C, new inhibitors of cholesterologenesis produced by *Penicillium citrinum*. *J Antibiot* 29: 1346-1348.
 32. 박완희. 2008. 홍국의 기능성과 상품전개.
 33. Tsuji K, Ichikawa T, Tanabe N, Abe S, Tarui S, Nakagawa Y. 1992. Antihypertensive activites of beni-koji extracts and γ -aminobutyric acid in spontaneously hypertensive rats. *Nippon Eiyogaku Jashi* 50: 285-291.
 34. Tsuji K, Ichikawa T, Tanabe N, Abe S, Tarui S, Nakagawa Y. 1992. Effects of beni-koji foods on blood pressure in spontaneously hypertensive rate. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 39: 919-924.
 35. Kohama Y, Matsumoto S, Mimura T, Tanabe N, Inada A, Nakanishi T. 1987. Isolation and identification of hypertensive principles in red-mold rice. *Chem Pharm Bull* 35: 2484-2489.
 36. Satoko I, Nanaho H, Toshiro W, Naoki K, Akira Y, Hikoya H, Saka A. 1991. Inhibitory effect of food-coloring agents derived from *Monascus* on the mutagenicity of heterocyclic amines. Okayama University.
 37. Yoshimura M, Yamanaka S, Mitsugi K, Hirose Y. 1975. Production of *Monascus*-pigment in submerged culture. *Agric Biol Chem* 39: 1789-1795.
 38. Aruoma OI, Spencer JPE, Warren D, Jenner PJ, Butler J, Halliwell B. 1997. Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparations. *Food Chem* 60: 149-156.
 39. Jeon SM, Bok SH, Jang MK, Lee MK, Nam KT, Park YB, Rhee SJ, Choi MS. 2001. Antioxidative of naringin and lovastatin in high cholesterol-fed rabbits. *Life Sci* 69: 2855-2866.
 40. Moon SH, Lee MK, Chae KS. 2001. Inhibitory effects of the solvent fractions from persimmon leaves on xanthine oxidase activity. *Kor J Food Nutr* 14: 120-125.
 41. Park CD, Hang HJ, Lee HW, Kim HS, Yu TS. 2005. Antioxidant activity of *Monascus* pigment of *Monascus purpureus* P-57 mutant. *Korean J Microbiol* 41: 135-139.
 42. Park SK, Lee TS, Park SK. 2005. Estimation of daily dietary intake of food red colors. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 75-80.
 43. Beuchat LR, Golden DA. 1989. Antimicrobial occurring naturally in food. *Food Technol* 43: 134-139.
 44. Wong HC, Bau YS. 1977. Pigmentation and antibacterial activity of fast neutron and X-ray induced strains of *Monascus purpureus* Went. *Plant Physiol* 60: 578-581.
 45. Kim HS, Chang U, Son CH, Bae JC, Yu JH. 1980. Studies on the yellow pigment produced by *Monascus* sp. CS-2(part 3) Safty test of yellow pigment. *Korean J Appl Microbiol Bioeng* 9: 167-172.
 46. Nozaki H, Date S, Kondo H, Kiyohara D, Tada T, Nakayama M. 1991. Ankalactone, a new α , β -unsaturated γ -lactone from *Monascus anka*. *Agric Biol Chem* 55:

- 899-900.
47. Blanc PJ, Laussac JP, Le Bars J, Loret MO, Pareilleux A, Prome D, Prome JC, Santerre AL, Goma G. 1995. Characterization of monascidin A from *Monascus* as citrinin. *Int J Food Microbiol* 27: 201-213.
48. 건강기능식품공전. 2009. 식품의약품안전청. 2.5.2(홍국).
49. 2007년도 식품의약품통계연보(제9회). 2007. 식품의약품안전청. p 214-226.