

슈퍼자미(SuperC3GHi) 미강 발효물의 생리활성

김동주* · 최수민* · 김화영* · 김종학* · 류수노** · 한상준** · 홍성길†

*(주)이롬 생명과학연구원, 강원도 춘천시 퇴계동 859-2,

**한국방송통신대학교 자연과학대학 농학과, 서울시 종로구 동숭동 169번지

Evaluation of Biological Activities of Fermented Rice Bran from Novel Black Colored Rice Cultivar SuperC3GHi

Dong-Ju Kim*, Su-Min Choi*, Hwa-Young Kim*, Joong-Hark Kim*,
Su-Noh Ryu**, Sang-Jun Han** and Seong-Gil Hong†

*Erom R&D Center, 859-2 Toigye-Dong, Chuncheon-Si, Gangwon-Do, 200-944, Korea.

**Department of Agricultural Science, Korea National Open University, 169, Dongsung-Dong,
Jongno-Gu, Seoul, 110-791, Korea

ABSTRACT Rice bran is by-product from the dehulling process of rice, an important staple food in Korea. Various studies have been reported immune-enhancing effects of rice bran cultured with *Lentinus edodes*. In particular black rice bran that contains anthocyanin has the beneficial effects on immune system. SuperC3GHi, a recently released black colored rice cultivar, has higher contents of cyanidine-3-glucoside (C3G), a strong antioxidant than those of currently cultivated black rice cultivars. In this study, we investigate the beneficial effects of fermented SuperC3GHi rice bran (C3G-F) with *Lentinus edodes*. Using *in vivo* and *in vitro* model for inflammation and allergy, anti-inflammatory and anti-allergic effects of C3G-F were determined. C3G-F induced tumor suppressive effect on Sarcoma-180 cell and B16 melanoma cell injected to mice. These results suggest that the capacity of C3G-F seems to act as a potent immunomodulator and with the absence of notable side-effects, C3G-F could be used as a novel functional food ingredient having possible therapeutic effects against immunological disorders.

Keywords : black rice bran, functional food, fermentation, anti-inflammation, breeding

쌀은 아시아 국가의 주요 식량자원중의 하나로서 생활에 필요한 에너지를 공급하는 영양원으로서의 인식이 높았다.

그러나 최근 들어 쌀의 생리적 효능이 규명되면서 쌀을 이용한 기능성 소재를 비롯한 다양한 기능성 소재의 개발 역시 활발히 진행되고 있다. 특히 만성질환자가 많은 서구에서는 쌀을 이용한 식이요법의 개발도 활발히 진행되고 있어, 미국 국립 암 연구소(NCI)의 Designer food program에서 암 예방 식품 소재 40가지 안에 현미가 선정되기도 하였다.(U.S. National Cancer Institute, 1991). 이러한 쌀의 유용성이 널리 알려지면서 쌀의 기능성을 강화하기 위한 다양한 연구개발이 진행되고 있으며, 이중 품종 개량을 통해 기능성을 강화한 신품종의 개발 방법과 쌀 성분의 가공을 통해 기능성을 강화하는 기능성 신소재 개발에서 많은 진보를 보이고 있다. 특히 품종 개량을 통해 만성질환자에게 건강의 유익함을 줄 수 있도록 기능성이 강화된 쌀로서 일반 품종보다 배아가 큰 거대배아미(Lee *et al.*, 2006)나 amylose의 함량이 높은 고아미 2호 및 안토시아닌 색소 함량이 증대된 자미 품종(C3GHi)으로 상업화에 성공한 사례로 꼽히고 있다(Ryu, 2007). 또한 쌀의 기능성 성분의 이용성을 증대시켜 기능성을 강화시키는 방법으로 쌀에 버섯균주를 접종시켜 배양한 버섯쌀, 미강 성분을 탄수화물 분해효소로 분해시켜 제조된 바이오브랜(Biobran)이나 버섯 균사체 발효를 통해 개발된 미강발효분말 등이 상업화 되어 있다(Ghoneum, 1999; Kim *et al.*, 2005).

쌀의 성분 중 미강은 과거에는 도정 과정에서 발생하는 폐부산물로 활용 가치가 없이 폐기되었으나 oryzanol, phytic

†Corresponding author: (Phone) +82-33-248-8311 (E-mail) antioxidant@erom.co.kr

<Received 14 October, 2011; Revised 7 November, 2011; Accepted 21 December, 2011>

acid, ferulic acid, arabinoxylan, arabinogalactan 등과 같은 다양한 유용성분이 포함되어 있다는 사실이 알려지면서 새로운 기능성 소재의 원료로서 각광을 받고 있다. 특히 흑향미, 진주벼 등과 같은 유색미 품종의 미강에는 일반 미강에 함유된 성분 이외에도 높은 항산화 활성을 바탕으로 다양한 기능성이 있는 것으로 알려진 안토시아닌 계열의 색소 함량이 높아 일반 벼 품종에 비해서 높은 생리활성을 기대할 수 있는 소재로서 주목을 받고 있다(Cho *et al.*, 1996; Stoclet *et al.*, 2004; Xia *et al.*, 2003). 2000년대 후반에 개발되어진 신품종 벼인 슈퍼자미(SuperC3GHi)는 안토시아닌 색소 성분중 Cyanidine-3-glucoside(C3G) 함량이 일반 검정쌀에 비하여 10~15배 가량 높은 기능성 쌀 품종으로서 항아토피 및 항당뇨 효능이 있다고 보고되어 있다(Han *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2010). 이러한 유색미의 색소 성분은 대부분 미강에 집중되어 있기 때문에 기존의 미강을 가공하는 공정을 적용할 경우 일반벼 품종에 비해서 더 높은 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 미강은 hemicellulose 성분으로 구성된 세포벽으로 이루어져 있어 섭취시 인체에서는 이를 소화하지 못하기 때문에 그 기능성을 충분히 발휘할 수 없다는 단점이 있다. 그렇기 때문에 미강을 이용한 기능성 소재의 개발에는 효소분해, 발효, 압착과 같은 탄수화물 분해 공정을 적용하여 hemicellulose를 분해함으로써 기능성분들의 흡수율을 증대시켜줌으로서 기능성을 강화하고자 하고 있다.

본 연구에서는 기능성 쌀 품종인 슈퍼자미 품종의 미강을 표고버섯 균사체 및 유산균의 복합 발효로 통해 생성된 미강 발효물을 이용하여 항염증, 항알러지 및 항암 활성을 평가하였으며, 이를 활용하여 신품종 벼를 이용한 기능성 소재의 개발 자료로서 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

슈퍼자미 미강 발효물의 준비

실험에 사용된 슈퍼자미 품종은 모본인 흑진주벼에 비해 C3G 함량이 10배 이상 높도록 육성된 품종으로 한국 및 일본, 미국에 신규 품종으로 특허 출원된 것을 한국방송통신대학교 류수노 교수 연구팀으로부터 현미상태로 도정된 것을 제공받아 도정기로 도정하여 미강 성분을 분리한 뒤 시료로서 사용하였다(Ryu *et al.*, 2007). 슈퍼자미 미강의 발효 공정은 미강을 탈지한 후 발효 배지에 2%가 되도록 첨가하고 DPA(Dextrose Peptone Agar) 배지에서 배양한 표고버섯 균주인 *Letinus edodes*를 접종하여 28°C에서 5일간 배양한 후 회수하여 열수추출, 농축 및 멸균 공정을 거치고

동결건조하여 발효물을 얻었다.

슈퍼자미 미강 발효물의 항염증 활성의 측정

항염증 활성의 측정은 실험동물의 내이(內耳)에 염증 유발 물질을 도포한 후 염증에 의해서 증가하는 귀의 두께 증가를 측정하는 ear-edema model를 사용하여 측정하였다. 4주령의 ICR mouse의 내이의 두께를 측정한 후, 3% arachidonic acid를 양쪽 귀에 도포하고 2분 후 왼쪽 귀에는 acetone(30 ul/ear)를 처리하고 오른쪽 귀에는 시험 시료를 처리 한 후 2시간 경과 후 다시 양쪽 귀의 두께를 측정하여 샘플 처리에 따른 저해율(inhibition rate)과 ear edema(%)를 산출하였다. 대조물질로는 NSAIDs인 indomethacin을 사용하였다.

슈퍼자미 미강 발효물의 항알러지활성의 측정

항알러지 활성의 측정은 비만세포주인 RBL-2H3 cell line에 compound 48/80으로 알러지 반응을 유발 시킨 후 나타나는 hexoaminidase의 분비량을 Schwartz 등(1979)의 방법 및 histamin의 분비량을 Shore 등(1959)의 방법으로 측정하여 항알러지 활성을 관찰하였다.

슈퍼자미 미강 발효물의 항암 활성 측정

슈퍼자미 미강 발효물의 항암 활성은 고형암 모델과 복수암 모델의 두 가지 모델로 구분하여 실시하였다. 암세포를 이식한 실험동물모델을 이용하여 각 시료의 항암활성을 알아보고자 복수암 모델에서는 4주령 ICR 마우스(male)를 1주일간 적응기를 가진 후, 각 군당 7마리씩 분류하여, 복수암 암세포주인 Sarcoma-180을 1×10^6 cells/head의 농도로 실험동물의 복강 내에 이식하고, 4주간 슈퍼자미 미강 발효물을 경구투여하면서 실험동물의 체중 및 생존여부를 관찰하였다.

고형암 모델의 측정을 위해서 4주령의 C57BL/6 마우스(male)를 1주일간 적응기를 가진 후 각 군당 7마리씩 분류하고, B16BL6 melanoma cell을 1×10^6 cells/head의 농도로 실험동물의 서혜부에 이식하고, 2주간 슈퍼자미 미강 발효물을 경구투여 한 뒤 실험동물을 희생시키고, 서혜부의 고형암 조직을 분리 한 뒤 고형암의 무게를 측정하여 항암 효과를 관찰하였다. 또한, 실험 종료 후 실험동물로부터 심장 채혈하여 EDTA tube에 수집한 후, 혼합하여 혈구 분석기를 이용하여 RBC(red blood cell), MCV(mean corpuscular volume), HCT(hematocrit), PLT (platelet), MPV(mean platelet volume), WBC(white blood cell), HGB(hemoglobin concentration), MCH(mean corpuscular hemoglobin), MCHC(mean corpuscular hemoglobin concentration), LYME(lymph. con-

centration in absolute number and percentage), GRAN(gran. concentration in absolute number and percentage), Mid (mid-sized cells(e.g. monocytes) in absolute number and percentage)를 측정하였다.

통계 처리

각 실험결과는 평균±표준편차로 나타내었으며, 각 군간의 유의성 검증은 95% 신뢰도 수준에서 student t-test를 이용하여 수행하였으며, 유의성이 나타날 경우 Duncan's multiple range test에 의해서 사후 검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

슈퍼자미 미강 발효물의 항염증 활성

Arachidonic acid는 필수 불포화 지방산의 하나이며 체내에서 Arachidonic acid cascade 반응에 따라서 염증성 호르몬인 prostanoid 계열인 prostaglandin으로 합성되어 염증 반응을 유발한다. 시험동물의 내이에 arachidonic acid를 도포하여 염증 반응을 유발시킨 후 시험 시료의 염증 반응 억제 정도를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같이 나타났다. Fig. 1(A)와 같이 Arachidonic acid만을 도포한 음성대조군(NC)의 경우 염증 유발율이 약 23.5%에 달한 반면 항염증제로 사용되는 indometacin을 사용한 양성대조군(PC)의 경우에는 염증 유발율이 8.5%로 나타났다. 슈퍼자미 미강 발효물(C3G-F)의 경우에는 염증 유발율이 약 14.6%로 비록 양성대조군과 유의적 차이는 나타나지 않았으나 염증 유발이 억제되고 있음을 확인할 수 있었다. Fig. 1(B)와 같이 슈퍼자미 미강 발효물의 염증 억제율(edema inhibition rate)을 살펴보았을 때 양성대조군인 indometacin을 도포한 군에서는 약 68.5%

의 염증 억제율을 나타내었고, C3G-F 군에서는 35.6%의 염증 억제율을 나타내었다. 슈퍼자미 미강 발효물의 경우 비록 양성대조군인 indometacin에 비하여 상대적으로 낮은 활성을 보였으나 indometacin이 대표적인 상업용 NSAIDs임을 감안할 때 C3G-F의 활성도 우수한 결과로 사료된다.

미강에 포함된 oryzanol이나 ferulic acid, tocopherol, tocotrienol은 항염증 활성이 매우 우수한 성분으로 알려져 있다(Oka *et al.*, 2010). 그러나 이러한 성분들은 대부분 지용성 성분들로 본 연구에서 사용된 슈퍼자미 미강 발효물과 같은 수용성 추출물의 항염증 활성에서는 큰 역할을 수행하지 못한 것으로 사료된다. 특히, Choi *et al.*(2010)은 피부염을 유발한 동물에게서 일반 미강에서는 항염증 활성이 관찰되지 않았으나, 흑미 미강에서는 항염증 활성이 관찰된다고 보고하여, 유색미의 색소 성분이 우수한 항염 활성을 나타낼 가능성을 시사하였으며, 또한 미강의 발효물에서 염증 관련 신호 전달 경로를 저해하여 항염증 기능을 나타낸다는 보고를 통하여 볼 때 본 연구에서 사용된 슈퍼자미 미강 발효물은 높은 색소 성분을 함유한 기능성 벼 품종을 발효함으로써 우수한 항염증 기능성을 나타낼 수 있었던 것으로 사료된다(Phutthaphadoong *et al.*, 2010).

슈퍼자미 미강 발효물의 항알러지 활성

비만세포(mast cell)은 IgE와 같은 알러지 감작 물질에 의해서 β -hexoamidase와 같은 효소의 분비가 증가하고, 이에 의해서 탈과립현상이 진행되면서 histamin의 방출량이 증가하고, 분비된 histamin 등은 면역 과반응, 가려움증과 같은 알러지 반응을 유발하는 것으로 알려져 있다(Krishnaswamy *et al.*, 2006). 이를 이용하여 항알러지 활성을 관측하기 위해서 비만세포의 일종인 RBL-2H3 cell line을 IgE, PMA

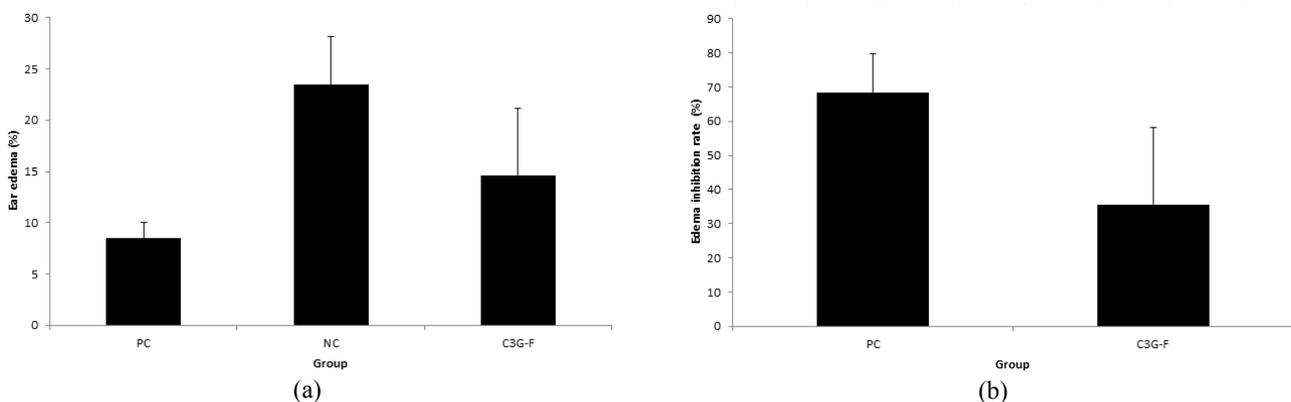


Fig. 1. Anti-inflammatory effect of Fermented SuperC3GHi bran on arachidonic acid-induced ear edema. (A), the percent increase in ear thickness. (B), edema inhibition rate. PC: positive control, NC: Negative Control, C3G-F: Fermented SuperC3GHi bran.

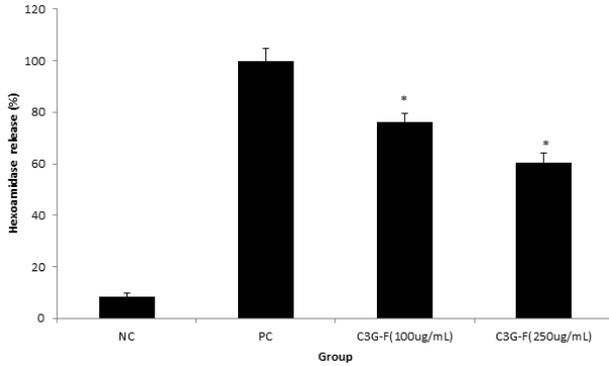


Fig. 2. Inhibitory effect of fermented bran of SuperC3GHi on hexoamidase releasing from RBL-2H3 cell lines. NC: Not treatment, PC : Compound 48/80 only treatment, C3G-F: Compound 48/80 plus fermented SuperC3GHi bran at each concentration.

* : Significantly different at $p < 0.05$ compared with PC group

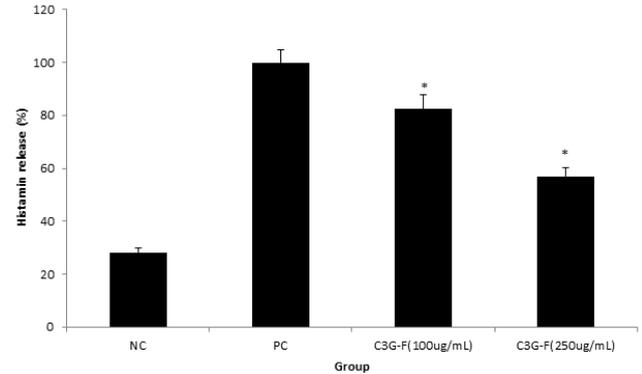


Fig. 3. Inhibitory effect of fermented bran of SuperC3GHi on histamine releasing from RBL-2H3 cell lines. NC: Not treatment, PC : Compound 48/80 only treatment, C3G-F: Compound 48/80 plus fermented SuperC3GHi bran at each concentration.

* : Significantly different at $p < 0.05$ compared with PC group

또는 Compound 48/80과 같은 알러지 유발물질로 탈과립 현상을 유도한 후 탈과립화를 억제하는 정도를 관찰함으로써 시료의 항알러지 활성을 관측할 수 있다. Fig. 2는 알러지 감작 물질인 Compound 48/80으로 비만 세포주인 RBL-2H3 cell line을 자극하였을 때 나타나는 hexoamidase의 활성을 측정된 결과이다. Compound 48/80으로 알러지 반응이 유발되어 나타나는 hexoamidase의 활성을 100%로 하였을 때 음성대조군의 경우 약 8%로 나타났으며, 알러지 유발 후 슈퍼자미 미강 발효물을 각각 100 ug/mL, 250 ug/mL로 처리하였을 때 100 ug/mL 첨가군에서는 약 25%, 250 ug/mL 농도로 처리하였을 때는 약 40% 정도의 hexoamidase의 활성이 감소하여 농도의존적으로 활성이 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 슈퍼자미 미강 발효물이 알러지 반응을 억제하는 기능을 가지고 있음을 추측하게 하였다. 동일 세포주에서 알러지 반응을 유발하는 cytokine 성분인 histamin의 분비량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같이 나타났다. Histamin 분비량에의 결과도 hexoamidase 분석 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Compound 48/80으로 자극한 RBL-2H3 cell에서 histamine의 분비는 비처리군에 비하여 약 4배 이상의 증가가 나타났다. 또한 동일 환경에서 슈퍼자미 미강 발효물을 처리하였을 때 histamine 분비량은 100 ug/mL 농도에서 약 82%, 250 ug/mL 농도에서 약 57% 수준으로 나타났으며, 농도의존적으로 활성의 증가가 나타나는 것이 관찰되었다. 이러한 비만세포주로부터 hexoamidase와 histamine 분비량의 결과로 볼 때 슈퍼자미 미강 발효물은 비만세포의 탈과립 경로를 억제하여 알러지 반응을 억제

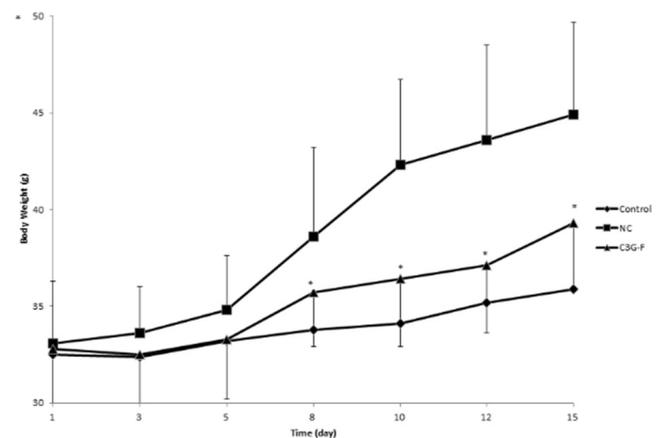


Fig. 4. Inhibitory effect of Fermented SuperC3GHi rice bran on Sarcoma-180 induced ascites carcinomas.

* : Significantly different at $p < 0.05$ compared with NC group at each days

하는 활성이 있는 것으로 사료된다.

슈퍼자미 미강 발효물의 항암 활성

슈퍼자미 미강 발효물의 항암 활성을 확인하기 위하여 본 연구에서는 복수암 모델과 고형암 모델의 2종을 사용하여 활성을 검증하였다. Fig. 4는 슈퍼자미 미강 발효물의 복수암 모델에서의 항암 효과를 나타낸 것이다. 복수암 세포주인 Sarcoma-180 세포주를 시험동물의 복강에 이식하게 되면 복수내에서 증식하여 복수의 양을 증대시켜 체중이 지속적으로 증대하게 되며, 일정 기간 경과 후 시험동물이 사망에 이르게 된다. 복수암 세포주를 이식한 후 15일간 체중

Table 1. Inhibitory effect of Fermented SuperC3GHi rice bran against C57BL/6 mouse melanoma-induced solid cancer

Group	Tumor weight (g)	Inhibition (%)
NC	0.635 ± 0.241	0.0
C3G-F	0.512 ± 0.129	19.4

Table 2. Effect of fermented SuperC3GHi bran on Hematologic examination

Marker	Unit	NC	C3G-F
RBC	10 ⁶ /mm ³	8.59 ± 5.54	9.31 ± 0.61
PLT	10 ³ /mm ³	783.90 ± 289.15	893.10 ± 0.68
WBC	10 ³ /mm ³	2.63 ± 1.26	4.24 ± 0.71*
HGB	g/dl	12.54 ± 3.63	12.99 ± 2.23
LYME	10 ³ /mm ³	2.15 ± 1.03	3.39 ± 0.96
GRAN	10 ³ /mm ³	0.27 ± 0.23	0.48 ± 0.33
MID	10 ³ /mm ³	0.30 ± 0.19	0.49 ± 0.11*
LYME	%	81.60 ± 13.63	79.41 ± 12.79*
GRAN	%	10.95 ± 8.50	12.56 ± 8.03

* : significantly different at p<0.05 compared with NC group

증가량을 관찰하였을 때 복수암 세포주만을 이식한 그룹 (NC group)에서는 15일간 체중 증가량이 약 11.8 g의 증가가 나타났다. 이는 복수암 세포주를 이식하지 않은 정상군 (Control group)에서의 체중증가량 3.4 g에 비하여 약 3배에 달하는 수치로 복수암 세포주가 복강내에서 지속적으로 성장하는 것을 보여주고 있다. 동일 조건에서 슈퍼자미 미강 발효물을 250 mg/kg body weight/day의 비율로 경구 투여한 군(C3G-F group)에서는 동일 기간에 체중증가량이 약 6.5 g으로 NC군에 비하여 약 60%정도의 체중 증가량을 나타내었으며, 복수암 세포주 이식 후 8일차 이후부터 모두 유의적인 체중 증가의 감소가 나타나고 있었고, 시간이 경과함에 따라 그 차이가 점차 커져 복수암 세포주의 증식이 저해되고 있음이 관찰되었다. 이를 통해 슈퍼자미 미강 발효물이 항암 효과를 보이고 있음을 확인 할 수 있었다.

고형암 세포주를 이용한 항암 활성의 관찰은 고형암 세포주를 시험 동물의 서혜부에 이식한 고형암의 종양 무게를 통해서 이루어지며, 종양 무게에 대한 분석 결과는 Table 1과 같이 결과를 보였다. 고형암 세포주를 이식한 후 3주가 경과 된 후 대조군(NC group)의 고형암 무게는 0.635 g으로 나타났으나, 고형암 이식과 함께 슈퍼자미 미강 발효물을 250 mg/kg body weight/day로 투여한 시험군(C3G-F)에서는 0.512 g으로 나타나 약 20%정도의 고형암 종괴 무게가 감소하고 있음을 확인할 수 있었으며, 이는 슈퍼자미 미강 발효물이 우수한 항암 활성을 가지고 있는 결과로 사료

된다. 또한, 고형암을 유발시킨 시험동물로부터 채취한 혈액을 통해 혈액학적 검사를 수행한 결과는 Table 2와 같다. 측정항목 대부분의 혈액학적 수치에서 대조군과 시험군간에 유의적인 차이는 발견되지 않았으나, 백혈구(WBC)는 대조군에 비해서 시험군이 유의적으로 증가하는 모습이 관찰되었다(p<0.05). 백혈구는 체내 면역과 관련된 중요한 세포군이기 때문에 백혈구의 증가는 체내 면역력의 강화와 연관이 있을 것으로 사료되며, 이를 통해서 슈퍼자미 미강 발효물이 항암 효과를 나타낼 수 있었던 것으로 추측된다.

미강의 hemicellulose 성분을 분해하여 얻어지는 미강 당체 성분은 면역 증강 기능이 있는 것으로 알려져 있으며 (Kim et al, 2006), 이를 통해 항암 활성을 가질 수 있음이 보고되어 있다(Kim et al, 2007). 본 연구에서 사용된 슈퍼자미의 미강 발효물 역시 대식세포(macrophage) 및 림프세포(lymphocyte)의 활성을 강화시키는 기능이 Kim 등(2011)에 의하여 보고되었으며, 슈퍼자미 미강 발효물의 항암 효과는 이러한 면역 증강 기능에 의하여 나타난 결과로 사료된다.

미강(米糠, rice bran)은 우리나라의 중요 식량자원인 벼를 도정할 때의 부산물로서 현미의 도정 과정에서 약 7% 정도의 비중으로 얻어지고 있으며, 국내에서는 연간 약 60만톤 정도의 미강이 발생하는 것으로 알려져 있다. 미강의 조성은 벼의 품종, 도정 방법등에 따라 다르나 수분함량 14%를 기준으로 할 때 조단백질 11~17%, 조지방질 15~

20%, 조섬유질 7~11%, 조회분 7~10%, 탄수화물 34~52%인 것으로 보고 되고 있다. 국내에서 발생하는 60만톤의 미강성분중 약 30%가량이 미강유 생산에 활용되고 있으며, 전 세계적으로도 발생하는 미강의 5%정도만이 미강유 생산에 이용되고 있는 실정이다. 특히, 식품 가공 기술의 발달로 식품의 기호성 증진을 위해 곡류의 도정 과정이 과거보다 더 정교해짐에 따라 미강의 발생량은 계속 증가할 것으로 예측되고 있어 미강을 이용한 새로운 식품의 연구개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 기능성 식품 소재로서 미강에 대한 관심은 미강내에 포함된 다양한 생리활성 물질이 규명되면서 더욱 높아지고 있는데, 이중 흑미와 같은 유색미는 일반 쌀 품종의 미강 성분에 추가하여 다양한 생리활성을 보이고 있는 천연 색소 성분을 다량으로 함유하고 있어 일반 백의 미강 성분보다 더 높은 기능성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 특히, 본 연구에서 사용된 슈퍼자미(SuperC3GHi) 품종은 일반 흑미에 비하여 색소 성분이 10~15배 이상 증대된 특수 기능성 쌀 품종이기 때문에 미강을 활용한 기능성 소재의 원료로서 그 활용성이 매우 높다고 할 수 있다. 이러한 미강은 우수한 기능성에도 불구하고 체내에서 세포벽 성분인 hemicellulose를 분해할 수 없다는 한계를 가지고 있으나, 다양한 가공 방법을 통해 이를 극복하고자 하고 있다. 본 연구에서는 색소 성분이 우수한 신규 기능성 쌀 품종인 슈퍼자미 품종의 미강을 활용하여 표고버섯 균사체 발효로 hemicellulose를 분해하는 가공공정을 통해 제조된 발효 산물이 항염, 항알러지, 항암 활성이 있음을 검증하였으며, 이를 통해 신제품 쌀을 이용한 새로운 기능성 소재의 개발 자료로서 활용하고자 한다.

적 요

슈퍼자미(SuperC3GHi) 쌀 품종은 색소 성분인 cyanidine-3-glucoside(C3G)의 함량을 크게 증대시킨 품종이다. 슈퍼자미 벼품종을 활용한 새로운 기능성 소재 및 제품으로의 개발 가능성을 타진하기 위하여 본 연구에서는 슈퍼자미 벼 품종의 버섯 균사체 발효물을 이용하여 항염증, 항알러지, 항암 기능의 검증을 수행하였다.

1. 슈퍼자미 미강 발효물의 항염 활성을 분석하기 위하여 ear-edema test를 수행한결과 약 35.6%의 염증 억제율을 나타내었다.
2. 슈퍼자미 미강 발효물의 항알러지 활성을 확인하기 위하여 비만세포인 RBL-2H3 세포의 hexoamidase 및 histamine 유리 활성을 조사한 결과 슈퍼자미 미강 발

효물을 처리하였을 때 각각 약 40% 및 57%의 억제 활성을 나타내어 항알러지 활성을 확인하였다.

3. 슈퍼자미 미강 발효물의 항암 활성을 조사한 결과 복수암 모델 및 고형암 모델에서 모두 암세포의 증식을 억제하는 활성을 나타내었고, 혈액중 백혈구의 수치를 유의적으로 증가하는 것으로 나타나 슈퍼자미 미강 발효물이 항암 활성을 있음을 확인 할 수 있었다.
4. 이상의 결과에서 슈퍼자미 품종의 미강을 버섯 균사체 발효를 통해 얻어진 기능성 소재는 항염, 항알러지, 항암 활성을 통해서 우수한 기능성 소재로서의 개발 가능성이 매우 높다고 판단된다.

사 사

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원(IPET) 연구비 지원에 의해서 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다(과제번호:108096-03-1-HD110).

인용문헌

- Cho M. H., H.H. Yoon, and T. R. Hahn. 1996. Thermal stability of the major color compound, cyanidine-3-glucoside, from a Korean pigment rice variety in aqueous solution. *Agri. Chem. Biotechnol.* 39 : 245-248.
- Choi S. P., S. P. Kim, M. Y. Kang, S. H. Nam, and M. Friedman. 2010. Protective effects of black rice bran against chemically-induced inflammation of mouse skin. *J. Agri. Food. Chem.* 58 : 10007-11015.
- Ghoneum M. 1999. NK immunorestitution of cancer patient by MGN-3, a modified arabinoxylan rice bran. *American Academy of Anti-Aging Medicine.* 1 : 1-10.
- Han S. J., S. N. Ryu, H. T. Tring, E. H. Joh, S. Y. Jang, M. J. Han, and D. H. Kim. 2009. Metabolism of Cyanidin 3-O-β-D-Glucoside Isolated from Black Colored Rice and It's Anti-scratching Behavioral Effect in Mice. *Journal of Food Science* 74(4) : 253-258.
- Kim D. J., S. N. Ryu, S. J. Han, H. W. Kim, J. H. Kim, and S. G. Hong. 2011. In vivo immunological activity in fermentation with black rice bran. *Korean J. Food & Nutr.* 24 : 273-281.
- Kim H. Y., J. T. Han, S. G. Hong, S. B. Yang, S. J. Hwang, and K. S. Shin. 2005. Enhancement of immunological activity in exo-biopolymer from submerged culture of *Lentinus edodes* with rice bran. *Natural Product Science.* 11 : 183-187.
- Kim H. Y., J. H. Kim, S. Y. Lee, S. N. Ryu, S. J. Han, and S. G. Hong. 2010. Antioxidative and anti-diabetic activity

- of C3GHi, Novel black rice breed. *Kor. J. Crop. Sci.* 55 : 38-46.
- Kim H. Y., J. H. Kim, S. B. Yang, S. G. Hong, S. A. Lee, S. J. Hwang, K. S. Shin, H. J. Suh, and M. H. Park. 2007. A polysaccharide extracted from rice bran fermented with *Lentinus edodes* enhances natural killer cell activity and exhibit anticancer effects. *J. Med. Food.* 10 : 25-31.
- Kim, M. J., H. J. Ahn, K. H. Choi, YH. H. Lee, G. J. Woo, E. K. Hong and Y. S. Chung. 2006. Effects of pine needle extract oil on blood glucose and serum insulin levels in db/db mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35 : 321-327.
- Krisnaswamy G., O. Ajitawi, and D. S. Chi. 2006. The human mast cell : overview. *Methods Mol. Biol.* 315 : 13-34.
- Lee, Y. T., C. E. Kim, S. H. Nam and M. Y. Kang. 2006. Supplementary effect of the giant embryonic rice on serum and hepatic lipid levels of streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Food. Sci. Technol.* 38 : 562-566.
- Oka T., M. Fujimoto, R. Nagasak, H. Ushio, M. Hori, and H. Ozaki. 2010. Cycloartenyl ferulate, a component of rice bran oil derived gamma-oryzanol, attenuates mast cell degradation. *Phytomedicine.* 17 : 152-156.
- Phuthphadoong S, Y. Yamada, A. Hirata, H. Timita, A. Hara, P. Limtrakul, T. Iwasaki, H. Kobayashi, and H. Mori. 2010. Chemopreventive effect of fermented brown rice and rice bran on the inflammation-related colorectal carcinogenesis in ApcMin/+ mice. *Oncol. Rep.* 23 : 53-59.
- Ryu S. N. 2007. Breeding Method of C3GHi Varieties, Korean Patent 10-0687311호.
- Schwartz L. B., K. F. Austen, and S. I. Wasserman. 1979. Immunologic release of beta-hexosaminidase from purified rat serosal mast cells. *J. Immunol.* 123 : 1445-1450.
- Shore P. A., A. Burkhalter, and V. H. Cohn. 1959. A method for the fluorometric assay of histamin in tissues. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 127 : 182-186.
- Stoclet J. C., T. Chataigneau, M. Ndiaye, M. H. Oak, J. E. Bedoui, M. Chataigneau, and B. Valerie. 2004. Vascular protection by dietary polyphenols. *Eur. J. Pharmacol.* 500 : 299-313
- U.S. National Cancer Institute. 1991. Designated Food Program Scheduled.
- Xia M., W. H. Ling, J. Ma, D. D. Kitts, and J. Zawistowski. 2003. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic. *J. Nutr.* 133 : 744-751.