

슈퍼홍미 벼품종의 품질특성

류수노

한국방송통신대학교 자연과학대학 농학과

Quality Characteristics of New Reddish Brown Color Rice Variety “Superhongmi”

Su-Noh Ryu

Dept. of Agricultural Science, Korea National Open University, Seoul 03087, Korea

ABSTRACT ‘Superhongmi’ is a new rice variety with reddish brown color developed from a crossing a high cyanidin 3-glucoside (C3G) content beeds including Heugjinju and Suwon 425 and a big grain size breed such as Daeribbyeo. This variety heads on Sep. 5 and has 86.7 cm culm length. The fertility ratio of Superhongmi was about 81.7% and weight of 1,000-grain was about 26.8 g. The 1,000 grain weight of Superhongmi was heavier than that of Superjami. The total essential amino acid content of Superhongmi was lower than those of others. However, Superhongmi was high in tyrosine and arginine. Total polyphenol content of Superhongmi was 2 times higher than that of Heugjinju and flavonoid content was 8 times higher than that of Dongjinbyeo. In addition, hydroxy radical scavenging activity of Superhongmi was significantly higher than that of Dongjinbyeo. However, significant differences were not found in the newly breed colored rice. These results suggest that Superhongmi variety has very high value as a source of various functional food as well as stable food.

Keywords : rice, rice breeding, superhongmi, total polyphenolic compound, flavonoid content

국민 식생활 수준의 향상과 더불어 우리 국민의 한 사람당 연평균 쌀 소비량은 지난 1979년의 135.6 kg을 고비로 점차 줄어들기 시작하여 2013년에 69.0 kg 수준으로 떨어졌고, 앞으로 식생활 양상의 서구화 추세가 더욱 진전되면 쌀 소비량은 더욱 크게 떨어질 것으로 생각된다(Han *et al.*, 2015; Ryu, 2014).

우리나라는 1990년대부터 쌀의 부가가치를 높이기 위해 다양한 가공 및 기능성 품종을 개발 보급하고 있다. 가공용도

로 향기가 나는 쌀인 향미벼 1호, 향미벼 2호, 향남벼, 설향찰벼, 아랑향찰벼 등이 개발되었고, 유색미로 흑진주벼, 흑광, 흑남벼, 적진주벼, 홍진주, 건강홍미와 슈퍼자미, 슈퍼자미2호, 대립자미, 큰눈자미, 이른슈퍼자미, 늦은슈퍼자미 등이 개발되었다.

유색미에는 흑자색, 적갈색, 녹색 등에 이르는 다양한 천연 색소를 함유하고 있는데, 이 중 흑자색미에 함유된 안토시아닌 색소의 80% 정도는 cyanidin-3-glucoside (C3G)이며, 그 외 peonidin-3-glucoside (P3G), malvidin, pelargonidin 및 selphinidin 등을 함유하고 있다(Ryu *et al.*, 2006). 안토시아닌은 항산화활성, 항염효과(Wang *et al.*, 2002), 항암효과, 항아토피효과, 항당뇨효과 및 심혈관계 질병 등의 예방과 치료효과 등이 밝혀진 성분이다(Ryu, 2014; Hong *et al.*, 1997).

현미 상태의 유색미는 식이섬유를 다량 함유하고 있으며 각종 단백질, 불포화지방산 및 비타민, 무기질 등이 풍부하여 영양학적으로 우수한 식품이다. 이런 유색미는 적갈색, 흑자색 등의 다양한 천연색소를 함유하는데 일반적으로 흑자색계 쌀에는 안토시아닌계 색소가 다량 함유되어 있고 적갈색계 쌀에는 탄닌계 색소가 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 안토시아닌계 색소는 높은 항산화 기능뿐만 아니라 돌연변이 억제효과 등의 높은 기능성으로 인체 면역능을 향상시키며 노화방지, 질병 예방 등에 효과가 있어 기능성 식품소재로서 이용가치가 높은 것으로 알려져 있다. 탄닌계 색소 역시 유해성 중금속을 제거하고 변이원 생성을 억제시키는 것으로 알려져 있다(Oh *et al.*, 1996; Ryu, 2014; Nam *et al.*, 2002).

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 존재하는 2차 대사산물 중 하나로 다양한 구조와 분자량을 가지며 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와 결합하여 항산화, 항암 및 항균

†Corresponding author: (Phone) +82-2-3668-4631 (E-mail) ryusun@knou.ac.kr
<Received October 5, 2015; Revised October 29, 2015; Accepted November 4, 2015>

등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Choi *et al.*, 2003). 플라보노이드를 포함한 폴리페놀성 화합물은 유리 라디칼을 제거하여 산화를 억제하고 활성산소의 소거 및 산화적 스트레스를 막아 항암, 항균, 항알러지, 노화 등을 예방하거나 지연시키는 효과를 가진다(Hertog *et al.*, 1992). 플라보이드는 플라본(flavon)을 기본구조로 가지는 식물 색소로 페놀화합물과 함께 식물체 전반에 함유되어 있으며 항산화 활성에 직접적인 영향을 주는 인자로 알려져 있다. 최근 농진청에서 개발한 중만생 적갈색 신품종 홍진주벼는 기능성물질인 페놀릭산과 플라보노이드 함량이 기존의 유색미 품종보다 많이 함유되어 있는 것으로 보고되었다(Yang *et al.*, 2011).

본 연구에서는 총 폴리페놀(total polyphenolic compounds) 함량을 극대화하고 작물학적 특성을 개량한 슈퍼홍미(국립종자원 품종출원 : 제 2015 - 339호, 2015. 3. 31) 벼 품종의 품질특성을 규명하고, 이를 활용하여 기능성 소재 및 건강 기능성 식품을 위한 기초자료로 활용코자 수행하였다.

재료 및 방법

슈퍼홍미 벼 품종은 2003년 흑진주벼와 수원425 호 교배 후 대계통 중 C3G 함량이 높은 계통과 대립벼 1호를 인공교배하여 F₂세대에서 초형이 우수하고, C3G 함량이 높은 개체를 선발하였다(Fig. 1). 2003년 동계 온실에서 세대진전 후 2007년

까지 매년 계통재배하면서 포장선발을 실시하여 유전적으로 완전히 고정이 되었으며, 2012년부터 2013년까지 재배시험을 실시한 결과 기본적인 농업형질인 출수기, 간장, 등숙률, 현미 천립중 등을 조사하였다. 2012년과 2013년 포장에 1주 3본, 3반복으로 이양하여 균일성을 조사한 결과 전체적으로 균일하고 이형주가 발견되지 않았다. 유색미 종실의 단백질 함량은 micro-kjeldahl 법에 의하여, 아미노산 정량은 건조된 100 mesh 분말시료 30 mg을 시험관에 넣고 6N-HI을 혼합한 후 진공상태로 만들어 밀봉시킨 채 110°C에서 24시간 가수분해시킨 다음 rotary evaporator를 이용하여 감압 건조시킨 것을 sodium citrate buffer로 용해시켜 아미노산 분석기(Hitachi Model 835)로 실시하였다. 또한 기름함량은 soxhlet 추출기를 이용한 헥산추출법에 의해 측정하였으며 지방산 조성은 Gas-chromatography에 의해 분리 정량하였다.

총 폴리페놀 함량은 Singleton *et al.* (1965)의 방법을 이용하여 Folin-Ciocalteu법으로 측정하였다. 시료 용액 50 µL에 증류수 5 mL을 넣은 후 Folin Ciocalteu's phenol reagent 0.5 mL을 첨가하여 교반하였다. 5분 후 Na₂CO₃용액 1.5 mL을 가하고 증류수로 희석하여 총 volume이 10 mL이 되도록 한 다음 교반하였다. 실온에서 2시간 방치 후 분광 광도계(DU 800series, Beckman Coulter, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀화합물 함량은 gallic acid로 표준 검량곡선을 작성하여 계산하였으며 100 g 건식 증량에 대한 mg gallicacid

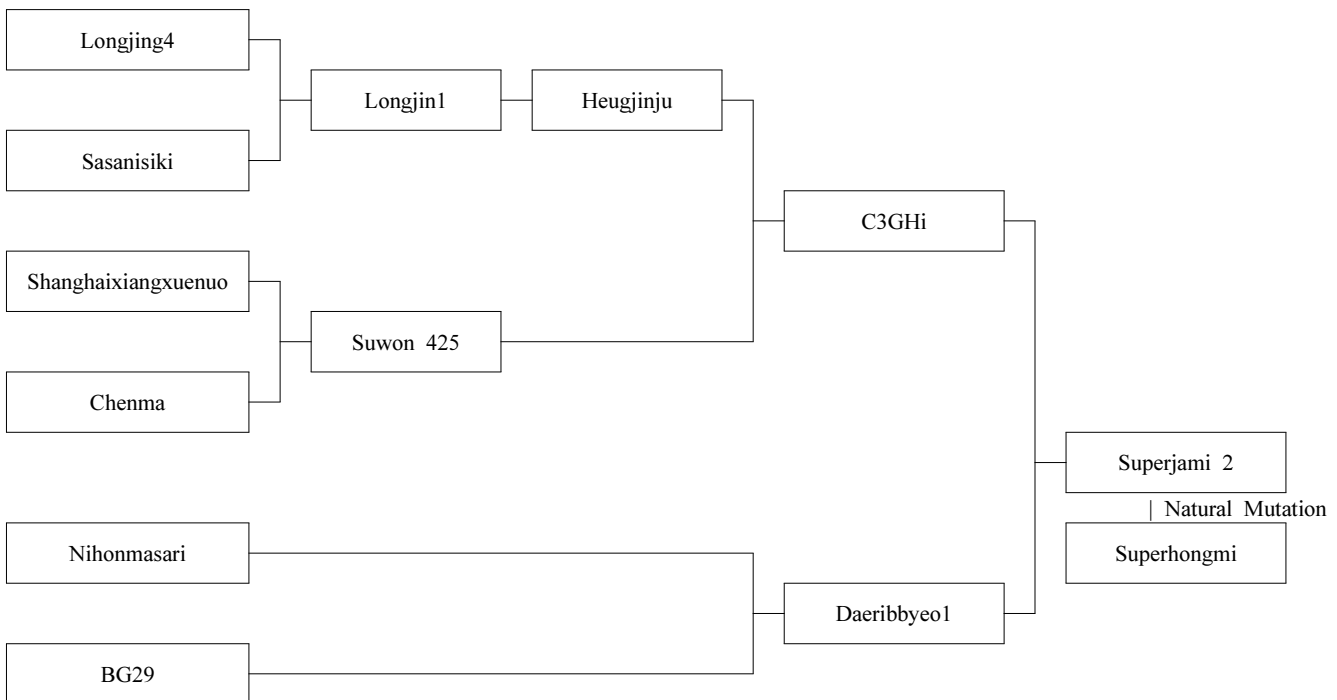


Fig. 1. Genealogical diagram of Superhongmi (Ham *et al.*, 2015).

equivalents (GAE)로 나타내었다.

Total flavonoid 함량은 Jia *et al.* (1999)의 방법을 수정하여 실험하였다. 시료 250 μL 에 증류수 1.25 μL 를 가하고 5% NaNO_2 용액 75 μL 를 넣고 5분간 방치한 후 10% $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 용액 150 μL 를 넣은 후 6분간 방치하였다. 위 반응액에 1 M NaOH 500 μL 와 증류수 275 μL 를 가한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 (+)-catechin hydrate를 사용하여 표준 검량선을 작성하였으며, 추출물의 total flavonoid 함량은 시료 1 g 중의 μg (+)-catechin hydrate로 나타내었다.

시료 10 μL 에 100 mM 인산완충액(pH 7.4) 1.39 mL, 10 mM $\text{FeSO}_4 \cdot \text{EDTA}$ 용액 0.2 mL, 10 mM 2-deoxyribose 용액 0.2 mL, 10 mM H_2O_2 용액(buffer solution) 0.2 mL를 첨가하여 37°C에서 4시간 동안 교반하면서 hydroxy radical 생성 및 반응을 유도한 후 2.8% TCA 용액을 첨가하여 반응을 정지시켰다. 그 후 0.8% TBA 용액으로 100°C에서 10분간 발색을 유도한 다음 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 한편 4시간의 반응 없이 10 mM H_2O_2 용액으로 radical 생성을 유발하는 즉시 반응을 중단하고 발색을 유도한 것을 미처리군으로 하였다. 비색정량에서 유색미 추출물 색의 영향을 배제하고 radical 생성반응 없이 추출물 자체가 2-deoxyribose를 산화하는지 알아보기 위해 100 mM 인산완충액 1.79 mL, 10 mM 2-deoxyribose 용액 0.2 mL에 시료 0.01 mL를 첨가하고 4시간 반응시킨 후 상기와 같은 방법으로 발색을 유도, 흡광도를 측정하여 시료대조군의 흡광도로 하였다. Hydroxy radical 소거능은 아래의 식에 의해 계산되었다.

Hydroxy radical 소거능(%)

$$= \left(1 - \frac{(As - Asc) - Ao}{Ac - Ao}\right) \times 100$$

As : 실험군의 흡광도

Asc : 시료대조군의 흡광도

Ac : 처리군의 흡광도

Ao : 미처리군의 흡광도

결과 및 고찰

출수기 및 주요 농업적 특성

슈퍼홍미벼 품종의 출수기는 중부평야 보통기 재배에서 9월 5일로 슈퍼자미벼 품종보다 7일 늦은 만생종이다. 또한 슈퍼홍미벼 품종의 간장은 94.7 cm로 슈퍼자미 81.1 cm 보다 약 13 cm 큰 품종이다. 슈퍼홍미벼 품종의 임실률은 81.7% 수준이고, 현미 천립중은 26.8 g으로 이미 보고된 홍진주 품종

Table 1. Major agronomic traits and yield components of rice variety Superhongmi.

| Cultivar | Heading date | Culm Length(cm) | Ratio of 1,000 grain fertility(%) | 1,000 grain weight(g) |
|-------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Superjami | Aug. 28 | 81.1 | 80.2 | 26.2 |
| Superhongmi | Sep. 5 | 94.7 | 81.7 | 26.8 |

Table 2. Varietal variation of seed protein and oil in colored rice.

| Varieties | Content (%) | |
|--------------|----------------|----------------|
| | Oil | Protein |
| Suwon 425 | 2.72 \pm 0.4 | 8.64 \pm 1.2 |
| Heugjinju | 2.19 \pm 0.9 | 7.38 \pm 1.4 |
| Daeripbyeo 1 | 2.38 \pm 0.7 | 9.38 \pm 1.3 |
| Superjami | 1.17 \pm 0.6 | 9.27 \pm 1.8 |
| Superhongmi | 1.01 \pm 0.5 | 6.41 \pm 1.3 |
| Mean | 2.02 \pm 0.3 | 8.98 \pm 1.3 |

Values are mean \pm SE (n=30)

의 천립중 21.6 g보다 무거운 편이다(Table 1, Yang *et al.*, 2011).

품질특성

공시유색 현미의 기름함량을 Table 2에서 보면 품종 간 변이는 1.01~2.72%로 평균함량이 2.02%였으나 슈퍼홍미는 1.01%였다, 단백질의 함량변이는 6.41~9.38%로 평균함량이 8.98%였으나 슈퍼홍미는 6.41%로 가장 낮았다. 따라서 기름 함량과 단백질 함량 모두 가장 낮은 품종이다.

공시 유색 현미의 지방산조성을 Table 3에서 살펴보면 올레산(C18:1)이 34.5~38.8%, 리놀레산(C18:2)이 36.3~38.9% 및 팔미틴산(C16:0)이 19.2~21.6%로 전체 지방산의 대부분을 차지하였다. 특히 슈퍼홍미벼 품종에서 불포화지방산 중에서 올레산(C18:1)과 리놀레산(C18:2) 함량이 높았고, 포화지방산은 감소하였다. 다른 많은 연구자들의 보고에서도 현미나 미강 중에 함유된 주 지방산은 올레산, 리놀레산 및 팔미틴산이고 이들이 전체 지방산 함량의 90% 전후가 됨을 지적하고 있다(Choi, 1991; Ryu, 2014).

슈퍼자미 품종의 아미노산 조성을 보면 필수 아미노산 함량이 6,898 mg으로 슈퍼홍미 6,695 mg보다 다소 높았다. 쌀에서 가장 제한적이며 중요한 아미노산인 lysine 함량은 슈퍼자미 품종이 슈퍼홍미벼 품종보다 다소 높았으나, 아미노산 중에서 threonine, glutamic acid, tyrosine, arginine 등은 슈퍼홍미벼가 다소 높았다.

Table 3. Varietal variation of fatty acid composition in colored rice (%).

| Varieties | Saturated fatty acid (SFA) | | Unsaturated fatty acid (USFA) | | | SFA | USFA |
|--------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | C16:0 | C18:0 | C18:1 | C18:2 | C18:3 | | |
| Heugjinju | 21.6 | 3.1 | 34.5 | 38.9 | 1.9 | 24.7 | 75.3 |
| Suwon 425 | 21.3 | 2.4 | 36.1 | 37.6 | 2.6 | 23.7 | 76.3 |
| Daeripbyeo 1 | 21.6 | 1.8 | 35.3 | 36.3 | 5.0 | 23.4 | 76.6 |
| Superjami | 20.1 | 2.6 | 38.8 | 37.1 | 1.4 | 22.7 | 77.3 |
| Superhongmi | 19.2 | 3.1 | 38.2 | 38.0 | 1.2 | 22.3 | 77.4 |
| Mean | 20.76 | 2.60 | 36.58 | 37.58 | 2.42 | 23.36 | 76.58 |

In a Column, Means follwes by a common letter are not signifi cantly different at the 5% level by DMRT.

Table 4. Varietal variation of amino acid composition in colored rice (mg/100g)

| Amino acid | Varieties | |
|----------------------------|-----------|-------------|
| | Superjami | Superhongmi |
| Asparatic acid | 729.72 | 698.82 |
| Threonine | 271.20 | 376.53 |
| Serine | 382.85 | 399.31 |
| Glutamic acid | 1365.14 | 1392.63 |
| Proline | 329.61 | 170.12 |
| Glycine | 364.53 | 347.31 |
| Alanine | 437.61 | 441.91 |
| Valine | 450.49 | 431.32 |
| Methionine | 120.26 | 66.24 |
| Isoleucine | 286.34 | 290.73 |
| Leucine | 678.04 | 613.54 |
| Tyrosine | 77.14 | 170.75 |
| Phenylalanine | 402.25 | 386.61 |
| Lysine | 310.11 | 167.92 |
| Histidine | 190.95 | 173.24 |
| Arginine | 504.02 | 568.82 |
| Total Essential amino acid | 6898.28b | 6695.13a |

In a Column, Means follwes by a common letter are not signifi cantly different at the 5% level by DMRT.

슈퍼홍미벼 품종의 쌀 단백질 중에서 가장 풍부한 함량을 나타내는 아미노산은 tyrosine과 arginine으로 각각 170 mg과 568 mg으로 가장 높았다.

자색 신품종 유색미 70% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀성 화합물은 슈퍼자미가 쌀 100g 당 231.32 mg, 슈퍼홍미가 248.31 mg으로 가장 많은 함량을 나타내었으며 대립자미

Table 5. Total polyphenolic compounds of the 70% ethanolic extracts from colored rice grains.

| Varieties | Total phenolic contents (mg/100g) |
|-------------|-----------------------------------|
| Dongjin | 44.38 ± 0.72 ^a |
| Heugjinju | 109.31 ± 1.36 ^b |
| Daeripjami | 179.25 ± 2.35 ^c |
| Superjami | 231.32 ± 1.83 ^d |
| Superhongmi | 248.31 ± 2.21 ^d |

Values are means ± standard deviation (n=3).

Means in the same column not sharing a common superscript are significantly different at P<0.05.

Table 6. Flavonoids of the 70% ethanolic extracts from colored rice grains.

| Varieties | Total flavonoid contents(mg/100g) |
|-------------|-----------------------------------|
| Dongjin | 9.31 ± 0.15 ^a |
| Heugjinju | 35.79 ± 0.12 ^b |
| Daeripjami | 61.35 ± 0.71 ^c |
| Superjami | 81.45 ± 0.35 ^d |
| Superhongmi | 78.31 ± 0.28 ^d |

Values are means ± standard deviation (n=3).

Means in the same column not sharing a common superscript are significantly different at P<0.05.

179.25 mg, 흑진주 109.31 mg, 동진벼 44.38 mg의 순으로 나타났다(Table 5). 총 폴리페놀성 화합물은 일반현미에 비해 유색미에서 월등한 양을 나타내었으며 특히 색이 가장 진한 슈퍼자미와 슈퍼홍미 등이 유색미 대조구인 흑진주벼에 비해 그 함량이 두 배 정도 많았다.

70% 에탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과 (Table 6) 폴리페놀성 화합물 함량과 유사한 결과를 나타내는 것을 확인하였다. 슈퍼자미가 쌀 100 g 당 플라보노이드 성분

Table 7. Hydroxy radical scavenging ability of the 70% ethanolic extracts from colored rice grains.

| Varieties | Radical scavenging ability(%) |
|-------------|-------------------------------|
| Dongjin | 39.16 ± 1.85 ^a |
| Heuginju | 48.64 ± 1.93 ^b |
| Daeripjami | 51.35 ± 1.97 ^b |
| Superjami | 52.35 ± 1.35 ^b |
| Superhongmi | 51.36 ± 1.97 ^b |

Values are means ± standard deviation (n=3).

Means in the same column not sharing a common superscript are significantly different at P<0.05.

이 81.45 mg으로 가장 많은 양을 나타내었으며 다음으로는 슈퍼홍미로서 78.31 mg, 대립자미에서 61.35 mg, 흑진주에서 35.79 mg, 동진벼에 9.31 mg의 순으로 나타났다.

항산화 활성

Hydroxy radical은 생체 내에서 생성되는 자유라디칼을 활성화시키며 반등성이 매우 강한 자유라디칼 중 하나로 DNA 핵산과 결합함으로써 발암성, 돌연변이 및 세포독성을 나타낸다. Hydroxy radical 소거능이 높을수록 활성화된 산소종을 소거하거나 지질과 산화 과정을 직접적으로 방해함으로써 연쇄 반응을 억제시켜 세포독성을 막을 수 있다(Manian *et al.*, 2008). 유색미 추출물의 hydroxy radical 소거능을 측정할 결과 동진벼 39.16%보다 흑진주(48.64%), 대립자미(51.35%), 슈퍼자미(52.35%), 슈퍼홍미(51.36%)에서 높은 활성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 유색미 간의 hydroxy radical 소거능은 유의적인 차이는 보이지 않았다.

적 요

전통적인 교배육종을 통하여 총 폴리페놀 함량을 높인 슈퍼홍미(흑진주벼/수원 425호//대립벼 1호)벼 품종(품종출원 2015-339호)의 작물학적 특성과 품질특성을 조사 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

슈퍼홍미벼 품종의 평균출수기는 9월 5일로 만생종이며, 간장은 94.7 cm 정도이며 임실률은 81.7%였다. 또한 현미천립중은 26.8 g 정도로 슈퍼자미(26.2 g)보다 무거운 품종이다.

슈퍼홍미벼 품종은 다른 유색미 품종보다 기름함량과 단백질 함량이 낮았다. 그리고 불포화지방산인 올레산, 리놀레산 함량이 높았다. 공시 유색미품종의 필수아미노산 함량은 현미 100 g 당 슈퍼홍미 6695.13 mg, 슈퍼자미 6898.28 mg으로서 비슷하였으며, 필수아미노산 중에서 슈퍼홍미 품종은 tyrosin과 arginine

은 높은 것으로 평가되었다. 슈퍼홍미벼 품종의 총 폴리페놀함량은 248.31 mg으로서 동진벼 보다 6배, 흑진주벼 보다 2배 높았다. 플라보노이드 함량은 동진벼 보다 8배, 흑진주벼 보다 2배 높았다. 슈퍼홍미의 hydroxy radical 소거능은 동진벼 보다 높은 활성을 나타내는 것으로 확인되었다. 그러나 유색미 간의 hydroxy radical 소거능은 유의적인 차이는 보이지 않았다. 따라서, 슈퍼홍미는 식량으로서 뿐만 아니라 다양한 기능성 식품 소재로서 높은 가치가 있는 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 2015년도 한국방송통신대학교 학술연구비 지원을 받아 작성된 것임.

인용문헌(REFERENCES)

- Choi, H. C., S. Y. Cho, and K. H. Kim. 1999. Varietal difference and environmental variation in protein content and amino acid composition of rice seed. *Koran J. Crop.* 35(5) : 379-386.
- Choi, S. W., W. W. Kang, and T. Osawa. 1994. Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods Biotechnol.* 3 : 131-135.
- Choi, Y., M. H. Kim, J. J. Shin, J. M. Park, and J. Lee. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Korean Soc Food Sci Nutr.* 32 : 723-727.
- Ham, T. H., S. W. Kwon, and S. N. Ryu. 2015. A Rice Variety 'Superjami 2', with Large-Grain and High Contents of Cyanidin 3-glucoside. *Korean J. Breed. Sci.* 47(3) : 299-305.
- Hertog, M. G. L., P. C. H. Hollman, and M. B. Katan. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric Food Chem.* 40 : 2379-2383.
- Hong, W., C. Guohua, and L. P. Ronald, 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *J Agric Food Chem.* 45 : 304-309.
- Jia, Z., M. Tang, and J. Wu. 1999. The determination of flavonoid content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals, *Food Chemistry.* 64 : 555-559.
- Kim, D. J., S. M. Choi, H. Y. Kim, J. H. Kim, S. N. Ryu, S. J. Han, and S. G. Hong. 2011. Evaluation of biological activities of fermented rice bran from novel black colored rice cultivar SuperC3GHi. *Korean J. Crop Sci.* 56(4) : 420-426.
- Kwon, S. W., S. H. Chu, S. J. Han, and S. N. Ryu. 2011. A new rice variety 'Superjami' with high content of cyanidin 3-glucoside. *Kor. J. Breed. Sci.* 43(3) : 196-200.
- Ling, W. H., Q. X. Cheng, J. Ma, and T. Wang. 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. *J Nutr* 131 : 1421-1426.

- Manian, R., N. Anusuya, P. Siddhyraju, and S. Manian. 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis(L.) O. Kunts*, *Ficus bengelensis L.* and *Ficus racemosa L.* Food Chem. 107 : 1000-1007.
- Oh, S. K., H. C. Choi, M. Y. Cho, and S. U. Kim, 1996. Extraction Method of Anthocyanin and Tannin Pigments in Colored Rice. Agricultural Chemistry and Biotechnology. 39(4) : 327-331.
- Park, S. Z., H. Y. Kim, S. J. Han, and S. N. Ryu. 2000. Cyanidin-3-glucoside content in F₁, F₂ and F₃ grains of pigmented rice Heugjinjubyeo crosses. Korean J. Breed. 32(3) : 285-290.
- Ryu, S. N. 2014. Science of Fuctional Rice, KNOU Press.
- Ryu, S. N., S. J. Han, S. Z. Park, and H. R. Kim. 2006. Antioxidant activity of blackish purple rice. Korean J. Crop 51(2) : 173-178.
- Ryu, S. N. 2011. Quality characteristics of colored rice variety, "Superjami". Korean J. Intl. Agri. 23(2) : 174-178.
- Singleton, V. L. and Joseph A., Rossi Jr., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16(3) : 144-158.
- Wang, J. and J. Mazza. 2002. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN gamma-activated raw 264.7 macrophages. *J Agric Food Chem* 50 : 4183-4189.
- Yang, C. I., K. S. Lee, Y. H. Choi, K. H. Jung, O. Y. Jung, H. G. Hwang, J. H. Lee, H. Y. Kim, H. C. Hong, S. B. Lee, Y. T. Lee, S. J. Yang, K. H. Kang, Y. C. Cho, and S. L. Kim. 2011. A new reddish brown color rice cultivar 'Hongjinju'. Kor. J. Breed. Sci. 43(6) : 513-518.