

유색미의 품종별 화학성분의 조성

하태열 · 박성희 · 이창호 · 이상효
한국식품개발연구원 쌀연구사업부

Chemical Composition of Pigmented Rice Varieties

Tae Youl Ha, Sung Hee Park, Chang Ho Lee and Sang Hyo Lee
Rice Research Group, Korea Food Research Institute

Abstract

The composition of fatty acids, minerals, total dietary fiber and vitamin B₁, B₂, in pigmented rice varieties were determined. Proximate composition and color were also compared among pigmented rice varieties. Crude protein contents of black rice were higher than those of red and brown rice, especially, Suwon 415 had the highest protein content. There were no significant differences in lipid and crude ash contents between pigmented rice and brown rice. Black rice showed lower Hunter value L, a and b value compared with red and brown rice. Most mineral contents of pigmented rice except Fe, Zn and Mn were higher than those of brown rice. Pigmented rice showed the higher contents in total dietary fiber, vitamin B₁ and B₂ compared to brown rice. The major fatty acids of pigmented rice were palmitic acid, oleic acid and linoleic acid. The contents of oleic acid was similar to that of linoleic acid in brown rice. Oleic acid contents was lower than linoleic acid in black rice, but higher in red rice

Key words: pigmented rice, varieties, chemical composition

서 론

최근 기능성 식품에 관한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 쌀에 있어서도 현미를 비롯하여 유색미와 같은 특수미의 섭취가 크게 증가하고 있다. 유색미 중에서도 흑미는 다양한 효능이 있는 건강식으로 알려져 최근 그 수요가 증가되고 있다.

본초강목(本草綱目)에 의하면 흑미는 개위익중(介胃益中) 자음신보(滋陰補腎) 건비완간(健脾緩肝) 명목활혈(明目活血)한다고 써여져 있다. 흑미를 매일 상식(尙食)하면 인체의 조절 기능을 개선하고 면역기능을 강화시켜 노쇠방지, 질병예방 등에 효과가 있다고 구전되고 있다.

현재 우리나라에서 유통되고 있는 유색미의 종류로서는 색깔로 구분하여 흑미, 적미 그리고 적미와 색이 유사하나 향이 강한 홍향미의 3종류로 대별되며 산지별, 품종별로 여러종류가 유통되고 있다. 그러나 이러한 유색미에 관해서는 주요 성분분석도 되어 있지 않

고 이용실태에 있어서도 밥에 혼용하는 잡곡의 형태로만 이용되고 있다. 최근 유색미에 대한 관심이 증대되면서 유색미 혼용반의 취반 특성⁽¹⁾, 유색미의 색소이용⁽²⁻⁶⁾ 유색미를 이용한 식혜제조⁽⁷⁾ 등에 관한 연구가 산발적으로 보고되고 있는 실정이다. 이와 같이 흑미에 관한 과학적 연구로서는 색소의 특성 및 이용에 대한 연구가 주를 이루어 왔다. 즉 전세계적으로 수집, 보유하고 있는 유색미의 색은 담적색-농적색-농자갈색-흑색에 이르는 다양한 변이를 보이는데 이들 유색미는 백미에 비하여 저장성이 강하며 이는 유색미 특유의 색소성분 때문이라 추측되어지고 있다. 또한 유색미의 색소성분으로는 적색계 쌀은 탄닌계, 자색계 쌀은 안토시아닌계 색소로 알려져 있다⁽⁸⁾. 이들 적색계의 성분은 주로 cyanidin-3-glucoside로 구성되어 있고 이외에 malvidin-3-glucoside도 소량 함유되어 있으며 이들 색소는 산성조건에서 안정하게 이용될 수 있고 열에 대해서도 비교적 안정한 것으로 보고되어 있다⁽⁹⁾. 또한 안토시아닌계 색소를 가진 유색미는 비안토시아닌계 색소를 가진 유색미에 비해 강한 항산화 효과가 있는 것으로 보고되어 있다^(8,9). 유색미는 발아력 및 저장성이 일반미보다 우수한 데 그 원인의 하나

Corresponding author: Tae Youl Ha, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

로서는 미강층의 색소성분이 높은 항산화력을 나타내는 데 기인한다고 추측되어 지고 있다. 실제 흑미의 미강층에서 색소를 분리하여 항산화 활성을 조사한 결과 강한 항산화 활성이 나타났으며 그 활성성분은 역시 색소의 주성분인 cyanidin-3-glucoside인 것으로 보고되어 있다⁽¹⁰⁾.

따라서 본 연구에서는 유색미의 생리적 기능 특성을 구명하는 연구의 일환으로서 우선 유색미의 품종별 주요 화학성분의 조성을 조사하였다.

실험재료 및 방법

실험재료

실험에 이용한 동진현미, 추청현미, 수원 425, 수원 415, 수원 451, 수원 432 시료는 농촌진흥청 작물시험장으로부터 얻었고 마곡은 김포에서, 길림흑미 및 홍향미는 연무농협, 상해향혈아는 진도 지산농협으로부터 구입하였으며, 흑진주미와 자광도는 문막농협으로부터 1997년도산을 구입하여 사용하였다.

일반성분 분석

유색미의 일반성분은 A.O.A.C.방법⁽¹¹⁾에 따라 정량하였다. 즉, 수분함량은 105°C 건조법으로, 조단백질 함량은 semi-micro kjeldhal 방법(Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden)을 이용하여 측정하였으며, 조지방은 Soxhlet 방법, 그리고 조회분은 550°C 직접 회화법으로 측정하였다.

색도 측정

유색미의 낱알 및 60 mesh로 분쇄한 분말의 색도는 색차계(Color and color difference meter, Model No. CR-300. Minolta Co., Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness), 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

총식이섬유 분석

총식이섬유는 Prosky법⁽¹²⁾을 이용하여 분석하였는데, 즉 각 시료는 1 g씩 0.1 mg까지 정확히 측정하여 500 mL tall 비이커에 넣고, 0.08M phosphate buffer (pH 6.0) 50 mL를 가한 후 amylase, protease, amyloglucosidase로 차례로 가수분해 한 다음 방냉시키고 4배 정도의 95% 에탄올을 가하여 하룻밤을 방치하였다. 미리 cellite를 넣어 항량을 구해놓은 crucible로 여과하여 105°C 건조기에서 overnight한 다음 0.1 mg까

지 정확히 측량한 후 각각의 단백질 및 회분함량을 측정하여 총식이섬유함량을 구하였다.

비타민 B₁, 비타민 B₂ 분석

유색미 시료의 비타민 B₁, B₂ 분석은 HPLC-형광 검출기를 이용하여 분석하였다⁽¹³⁾. 즉 각 시료 1 g에 10배의 100 mM phosphate buffer (pH 3.0)를 가하여 sonicator에서 5분동안 추출한 다음 4500 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 membrane filter (0.42 um)로 여과하여 HPLC로 분석하였다.

지방산 분석

유색미 시료로부터 chloroform:methanol (2:1)로 추출한 총지질을 약 200 mg 취하여 BF3-methanol로 methylation 시킨다음 GC를 사용하여 지방산을 분석하였다⁽¹⁴⁾. 이때 GC의 작동조건은 GC: Hewlett packard 6890, USA, column: HP-FFAP (0.32 mm×25 m), injection port: 230°C detector: FID, detection port: 250°C, Oven: 160~210°C (3°C/min.), split ratio: 50:1, carrier gas: nitrogen로 분석하였다.

무기질 분석

각 유색미시료의 무기질 함량은 황 등의 방법⁽¹⁵⁾에 따라 분석하였다. 즉, inductively coupled plasma-atomic emission spectrophotometer (ICP-AES, Jobin Yvon JY138 Ultrace)를 이용하였으며 무기질의 전처리법은 건식법⁽¹⁶⁾으로 하였다. 시료 1 g을 취해 회분 도가니에 넣고 예열한 다음 온도를 서서히 올려 500°C에서 2시간 회화시켰다. 실온에서 방냉시킨 후 회화된 시료에 탈이온수 10방울을 떨어뜨린 후 회질산용액(농질산:증류수=1:1) 3 mL를 가한다음 질산을 휘발시키고 완전하게 건조시킨 후 염산(농염산:증류수=1:1) 10 mL를 천천히 가하여 회화된 시료를 완전하게 용해하였다. 탈이온수를 이용하여 50 mL로 정용하고, 무(無)회분 여과지로 여과하여 여액을 ICP-AES에 주입하여 분석하였다.

결과 및 고찰

색도

Table 1에는 유색미의 낱알 및 가루의 색도를 나타내었다. 우선 낱알의 색도를 보면 흑미의 L값은 24~26의 범위를 보였고 상해향혈아와 수원 425가 흑미중에서는 가장 높은 L값을 나타내었다. 적미는 34~40의 범위로 적미중에서는 수원 432가 가장 낮았고 자광도

Table 1. Hunter values of pigmented rice grain and powder

	Powder			Grain		
	L	a	b	L	a	b
Red rice						
Suwon 432	72.80±0.55 ¹⁾	5.32±0.14	10.56±0.26	25.00±0.40	0.75±0.09	0.26±0.37
Suwon 451	74.87±0.06	4.02±0.07	9.65±0.06	36.11±0.11	10.63±0.45	15.01±0.10
Jakwangdo	78.44±0.64	4.00±0.13	10.52±0.09	40.02±0.29	9.82±0.25	18.10±0.22
Honghyangmi	77.88±0.02	2.65±0.04	9.32±0.07	38.72±0.90	8.35±0.22	19.62±0.95
Black rice						
Suwon 425	70.47±0.27	2.78±0.03	3.38±0.05	26.45±0.25	3.22±0.04	2.79±0.37
Suwon 415	67.36±0.16	2.57±0.01	3.10±0.02	25.23±0.15	1.57±0.21	1.30±0.21
Magok	60.56±0.20	3.16±0.03	1.12±0.03	24.06±0.26	0.44±0.12	0.14±0.13
Kilimheugmi	63.49±0.05	3.22±0.02	1.60±0.02	24.76±0.12	0.96±0.11	0.45±0.04
Heugjinjumi	61.99±0.16	3.50±0.07	1.21±0.01	24.41±0.33	0.93±0.18	0.24±0.09
Sanghaehyanghyeolla	70.52±0.06	2.48±0.07	3.54±0.14	26.60±0.64	4.09±0.70	3.87±0.79
Brown rice						
Chuchung	87.80±0.11	0.59±0.01	10.24±0.14	57.35±0.55	3.16±0.29	20.54±0.47
Dongjin	88.46±0.17	0.29±0.05	9.31±0.09	58.80±0.88	1.98±0.17	18.74±0.32

¹⁾Mean±S.D. of triplicate determination.

가 가장 높았으며 흑미<적미<일반미의 순으로 높았다. a값은 흑미가 0.44~4.09의 범위를 보인 반면 적미의 경우는 7.75~10.63, 일반미는 1.98~3.16의 범위를 나타내었다. 그 중에서도 수원 415, 길림흑미, 흑진주미는 a값이 1이하로 매우 낮은 값을 보인 반면 상해향혈아는 4.09로 다른 흑미에 비하여 현저하게 높은 값을 나타내었다. b값은 적미가 일반미에 비하여 약간 낮은 반면 흑미는 적미, 일반미에 비하여 현저하게 낮은 값을 나타내었다. 분쇄한 분말의 경우에 있어서도 L값은 일반미>적미>현미의 순으로 낮아 흑미중에서도 수원 415가 가장 낮았고 상해향혈아, 수원 425가 가장 높았으며 a값, b값도 낱알의 색도와 동일한 순서를 보이고 있으나 시료간의 색도차이는 분말의 경우가 더 뚜렷하게 나타났다. 이상 낱알 및 분말의 색도를 분석해 본 결과 현재 시중에서 유통되고 있는 흑미중에서 수원 415, 길림흑미, 흑진주미는 비슷한 정도로 진한 흑색도를 나타내는 반면 상해향혈아, 수원 425, 마곡은 더 밝고 붉은색으로 나타났다. 유색미의 색소에 관해서는 근년에 와서 일부 보고되고 있는데, 흑미의 색소는 안토시아닌계 색소로서 그 주성분이 cyanidin-3-glucoside이며 적미는 탄닌계 색소인 것으로 알려져 있다²⁾.

일반성분

각종 유색미 시료의 일반성분을 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 단백질 함량을 보면 전반적으로 보아 흑미는 9.2~11.1%로 8.4~8.9%의 범위를 나타

Table 2. Proximate composition of pigmented rice varieties

	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
Red rice			
Suwon 432	8.83±0.11 ¹⁾	3.07±0.08	1.81±0.04
Suwon 451	8.96±0.10	2.87±0.06	1.66±0.04
Jagwangdo	8.44±0.05	3.32±0.06	1.37±0.09
Honghyangmi	9.12±0.06	3.00±0.07	1.72±0.04
Black rice			
Suwon 425	6.92±0.01	2.73±0.02	1.42±0.05
Suwon 415	10.42±0.17	3.13±0.02	1.86±0.01
Magok	11.07±0.13	2.73±0.03	1.53±0.06
Kilimheugmi	9.75±0.07	2.85±0.03	1.62±0.02
Heugjinjumi	10.15±0.05	2.76±0.01	1.71±0.04
Sanghaehyanghyeolla	9.25±0.01	2.98±0.01	1.41±0.06
Brown rice			
Chuchung	7.51±0.03	2.69±0.04	1.19±0.03
Dongjin	8.60±0.02	2.69±0.04	1.61±0.02

¹⁾Mean±S.D. of triplicate determination.

낸 적미와 일반현미에 비하여 비교적 높은 값을 나타내었다. 그중에서 마곡이 11.1%로 가장 높은 값을 나타내었다. 유색미의 단백질 함량은 김등의 연구³⁾에서 보고된 수원 415 11.2%, 진도산 흑미 9.9%와 유사한 경향이였다. 지방에 있어서도 일반현미는 약 2.7%인데 비하여 흑미와 적미는 2.7~3.3%의 범위로 나타났고 특히 자광도 및 수원 415는 각각 3.3, 3.1%로 높은 값을 나타내었으며 수원 415의 지방함량은 김등의 보

고⁽¹⁾와 일치하였다. 또한 회분에 있어서는 흑미, 적미, 일반미의 함량간에 뚜렷한 경향은 없었다. 이와 같이 유색미 특히 흑미는 일반현미에 비하여 단백질, 지방 함량에 있어서 높은 값을 나타내고 있으며 이는 일부 유색미를 대상으로 연구한 결과^(1,17)와도 유사하다. 또한 같은 유색미 중에서도 품종 및 산지에 따라 일반성분의 차이가 있음을 알 수 있었다.

비타민 B₁, B₂ 및 총식이섬유 함량

Table 3에는 유색미의 비타민 B₁, B₂ 함량을 나타내었다. 유색미의 비타민 B₁은 0.39~1.1 mg/100 g으로서 상해향혈아를 제외하고는 일반미보다 높은 값을 나타내었으며 수원 415의 비타민 B₁ 함량은 1.1 mg/100 g으로 동진현미의 약 2배 정도 높은 함량을 나타내었다. 비타민 B₂에 있어서도 수원 432를 제외한 유색미가 일반현미인 추정, 동진보다 높은 값을 나타내었다. 이러한 비타민 B₁과 B₂ 함량은 Zhang 등⁽¹⁸⁾이 보고한 중국산 흑미 비타민 B₁ 함량(0.689 mg/100 g)과 비타민 B₂ 함량(0.0282 mg/100 g)과 유사한 범위에 속한다. 쌀에 있어서 비타민 B₁은 저장기간이 길어짐에 따라 감소하고 품종이나 시비에는 영향이 없으나 비타민 B₂는 품종에 따라 차이가 있다고 보고되어 있다⁽¹⁹⁾. 그러나 본 연구에서는 비타민 B₂보다 비타민 B₁이 품종에 따른 변화를 더 민감하게 받는 것으로 나타났다.

한편, 식이섬유 함량의 변화를 보면 동진과 추청이 각각 3.1%, 2.9%였으며 이는 일반현미의 품종별 식이

섬유를 분석한 결과 동진현미가 재배산지에 관계없이 약 3%를 나타낸 전보⁽²⁰⁾와 유사하였다. 또한 흑미는 4.0~5.9% 범위였고 적미는 3.5~5.6%의 범위를 보여 유색미가 일반현미보다 식이섬유함량이 현저히 높은 경향을 나타내었으며 특히 상해향혈아는 5.9%로 추청현미의 약 2배였으며 유색미중에서 가장 높은 함량을 보였다. 이는 Wang 등⁽²¹⁾이 중국산 흑미와 일반현미의 식이섬유함량을 비교한 결과 흑미가 일반현미보다 현저히 높았다는 연구결과와 일치한다.

지방산 조성

유색미의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 쌀에 함유되어 있는 지방산은 palmitic acid, oleic acid와 linoleic acid가 주된 지방산으로 전체의 약 95%를 차지한다⁽²²⁾. 유색미에 있어서도 지방산 조성이 oleic acid, linoleic acid가 각각 35~42%의 범위였고 palmitic acid가 15.4~19% 범위를 나타내어 이 3종류가 주된 지방산임을 알 수 있었다. 종류별로 보면 일반미인 추청과 동진은 oleic acid와 linoleic acid의 조성 비율이 비슷하였으나 흑미는 oleic acid보다는 linoleic acid의 비율이 높았고 적미는 반대로 linoleic acid보다 oleic acid의 조성비율이 더 높게 나타났다. Taira와 Hiraiwa⁽²³⁾은 쌀의 품종별 현미의 oleic acid와 linoleic acid의 함량을 조사한 결과 불포화 지방산인 oleic acid와 linoleic acid의 함량사이에는 유의 상관관계가 나타났으며 특히 palmitic acid와 linoleic acid 함량은 품종간에 뚜렷한 차이가 있다고

Table 3. Contents of total dietary fiber (TDF), vitamin B₁ and vitamin B₂ of pigmented rice varieties

	TDF (%)	Vitamin (mg/100 g)	
		B ₁	B ₂
Red rice			
Suwon 432	4.0±1.84 ¹⁾	0.76	0.02
Suwon 451	3.5±0.85	0.50	0.03
Jagwangdo	5.6±0.21	0.60	0.03
Honghyangmi	4.7±0.71	0.97	0.04
Black rice			
Suwon 425	4.0±1.13	0.98	0.03
Suwon 415	4.3±0.57	0.61	0.03
Magok	4.7±0.19	0.71	0.03
Kilimheugmi	5.5±0.42	0.72	0.03
Heugjinjumi	4.2±0.42	0.87	0.03
Sanghaehyanghyeolla	5.9±0.21	0.39	0.03
Brown rice			
Chuchung	2.9±1.06	0.68	0.02
Dongjin	4.1±0.35	0.53	0.02

¹⁾Mean ± S.D. of triplicate determination.

Table 4. Composition of fatty acids in pigmented rice varieties

	Pamitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
Red rice					
Suwon 432	17.4	1.5	43.1	36.6	1.4
Suwon 451	16.8	1.6	43.3	36.8	1.5
Jakwangdo	15.4	1.6	43.6	37.9	1.3
Honghyangmi	18.4	1.7	40.0	38.4	1.5
Black rice					
Suwon 425	19.0	1.6	38.6	39.3	1.5
Suwon 415	17.3	1.9	36.5	42.6	1.5
Magok	19.0	2.3	35.0	42.0	1.7
Kilimheugmi	16.9	1.9	38.1	41.6	1.5
Heugjinjumi	18.1	1.7	37.1	41.6	1.5
Sanghaehyanghyeolla	18.2	1.9	36.5	41.7	1.7
Brown rice					
Chuchung	16.4	1.5	40.6	40.1	1.4
Dongjin	15.8	1.7	40.8	40.2	1.5

보고하였다. 또한 japonica type은 indica type에 비하여 oleic acid 보다 linoleic acid의 비율이 높다고 보고하고 있다⁽²⁴⁾. 본 연구에서도 일반미, 흑미, 적미의 지방산 조성, 특히 oleic acid와 linoleic acid의 조성비에 있어서 현저한 차이를 나타내어 Taira의 연구결과와 유사한 경향이였다. 그러나 같은 흑미간, 또는 같은 적미간에는 품종 차이에 의한 지방산 조성비에는 큰 변화가 없었다. 한편, 그들은 벼의 재배시기에 따라서도 지방산 조성이 변화하며 그 주요인은 등숙기온에 있다고 보고하였다⁽²⁵⁾. 즉 등숙기온이 높을수록 지방함유율과 oleic acid는 증가하는 반면 linoleic acid는 감소하는 등 재배환경에 따라 지방산 조성에 차이를 보인다고 보고하고 있으나 본 연구에서는 재배환경에 따른 차이는 찾아볼 수 없었다.

무기질 조성

유색미의 Na, Ca, Fe, K, Mg, P, Mn, Zn 등의 무기질 함량을 Table 5에 나타내었다. 전반적으로 보아 유색미의 무기질 함량은 일반현미에 비하여 현저히 높은 값을 나타내어 중국산 유색미의 영양성분을 분석한 Wang⁽²⁶⁾의 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 각 무기질별로 보면 Na은 추청, 동진이 각각 1.07, 1.35 mg%인데 비하여 마곡을 제외한 흑미는 일반현미보다 월등히 높았으며 특히 수원 425는 일반현미의 약 4배이상 높은 값을 나타내었다. 적미는 일반현미와 거의 유사한 경향이였다. Ca에 있어서도 일반현미는 12.2~13.5 mg%인데 비하여 유색미는 15.9~19.3 mg%

의 범위로 높은 값을 나타내었다. Fe, Mn 함량은 품종에 따른 뚜렷한 경향이 없었으며 Zn 함량도 유색미와 일반미가 거의 비슷한 값을 나타내었다. K은 흑미가 일반미에 비하여 현저하게 높은 값을 나타내었으며 적미에 있어서도 자광도를 제외하고는 흑미와 유사한 수준으로 일반현미보다 현저하게 높은 값을 나타내었다. Mg 함량은 일반현미인 추청, 동진이 각각 82.6, 94.8 mg%인데 비하여 유색미는 102~132 mg%의 범위로서 높은 함량을 나타내었고 P는 추청, 동진이 각각 235, 281 mg%인데 비하여 상해향얼아를 제외한 모든 유색미는 300 mg% 이상으로서 현저하게 높은 값을 나타내었다.

요 약

유색미의 이화학적 특성을 구명하고자 유색미를 품종별로 수집하여 색도, 일반성분, 지방산, 무기질, 비타민, 식이섬유 등 주요 화학성분을 비교분석하였다. 그 결과 유색미의 색도는 L값은 일반현미>적미>흑미의 순으로 낮았고 a값은 적미>일반현미>흑미의 순이었다. 단백질 함량은 8.4~11.0%의 범위를 나타내어 시료에 따른 차이가 컸고 그중 수원 415 흑미가 가장 높았으며 지방함량은 2.7~3.3%의 범위로 큰 차이가 없었다. 비타민 B₁, B₂의 함량도 일반현미에 비하여 유색미가 현저하게 높은 값을 나타내었으며 식이섬유의 함량도 유색미가 일반현미에 비하여 높았다. 지방산 조성을 분석한 결과, 추청과 동진은 oleic acid와

Table 5. Minerals composition of pigmented rice varieties

	Mineral (mg/100 g)							
	Na	Ca	Fe	K	Mg	P	Mn	Zn
Red rice								
Suwon 432	2.89	19.30	1.17	311.3	132.2	353.3	4.12	2.60
Suwon 451	1.79	18.07	1.18	322.4	105.1	320.6	2.31	1.34
Jakwangdo	1.54	16.41	1.35	255.6	122.3	310.3	2.80	1.90
Honghyangmi	3.66	15.95	1.26	337.5	113.2	358.6	4.38	1.67
Black rice								
Suwon 425	5.09	18.73	1.19	342.5	115.9	320.6	3.72	1.90
Suwon 415	2.98	15.92	1.18	314.7	118.7	302.9	3.35	1.80
Magok	1.53	17.39	1.58	343.4	113.9	362.0	3.53	1.67
Kilimheugmi	2.03	18.14	1.13	339.7	102.8	360.7	5.01	1.44
Heugjinjumi	4.34	16.41	1.26	338.1	104.6	349.8	2.90	1.60
Sanghaehyanghyeolla	3.40	17.69	0.99	335.3	106.8	286.2	4.49	1.39
Brown rice								
Chuchung	1.07	12.20	2.00	257.9	82.6	235.6	2.75	1.05
Dongjin	1.35	13.55	1.00	263.7	94.8	281.8	3.64	1.56

linoleic acid의 조성 비율이 비슷하였으나 흑미는 oleic acid보다는 linoleic acid의 비율이 높았고 적미는 반대로 linoleic acid보다 oleic acid의 조성비율이 더 높게 나타났다. Fe, Zn, Mn을 제외한 대부분의 무기질 함량은 유색미가 일반현미보다 높은 값을 보였고 그 중에서도 흑미가 가장 높았다.

문 헌

- Kim, D.W., Eun, J.B. and Rhee, C.O.: Cooking conditions and textural changes of cooked rice added with black rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 562-568 (1998)
- Choi, H.C. and Oh, S.K.: Diversity and function of pigments in colored rice. *Korean J. Crop Sci.*, **41**, 1-9 (1996)
- Yoon, J.M., Hahn, T.R. and Yoon, H.H.: Effect of copigmentation on the stability of anthocyanins from a korean pigmented rice variety. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 733-738 (1998)
- Oh, S.K., Choi, H.C., Cho, M.Y. and Kim, S.U.: Extraction method of anthocyanin and tannin pigments in colored rice. *Agric. and Biotech.*, **39**, 327-331 (1996)
- Yoon, J.M., Cho, M.H., Hahn, T.R., Paik, Y.S. and Yoon, H.H.: Physicochemical stability of anthocyanins from a Korean pigmented rice variety as natural food colorants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 211-217 (1997)
- Cho, J.M., Yoon, H.H. and Hahn, T.R.: Thermal stability of the major color component, cyanidin 3-glucoside, from a Korean pigmented rice. *Agr. Chem. Biotech.*, **38**, 581-583 (1996)
- Kim, S.S., Kim, S.Y. and Lee, W.J.: Characteristics of germinated colored rice as a potential raw material of Sikhe. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 1092-1096 (1998)
- Choi, S.W., Kang, W.W. and Osawa, T.: Isolation and identification of anthocyanin pigments in black rice. *Foods and Biotech.*, **3**, 131-136 (1994)
- Choi, S.W., Kang, W.W., Osawa, T. and Kawakishi, S.: Antioxidative activity of chrysanthein in black rice hulls. *Foods and Biotech.*, **3**, 233-237 (1994)
- Choi, S.W., Nam, S.H. and Choi, H.C.: Antioxidative activity of ethanolic extracts of rice bran. *Foods and Biotech.*, **5**, 305-309 (1994)
- A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. (1996)
- Prosky, L., Asp, N.G., Furda, I., Devreis, J.W., Sejwezer, T.F. and Harland, B.A.: Determination of total dietary fiber in foods and food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**, 677-684 (1987)
- LC Application Notes: *Jasco Report*, **36**, 47 (1994)
- Marrison, W.R. and Smith, L.M.: Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.*, **5**, 600-608 (1964)
- Hwang, J.B., Yang, M.O. and Shin, H.K.: Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 671-679 (1997)
- A.O.A.C. International: Methods of Analysis for Nutrition Labeling, Sullivan, D.M. and Carpenter, D.E., (ed), International Virginia (1993)
- Goto, M., Murakami, Y. and Yamanaka, H.: Comparison of palatability and physicochemical properties of boiled rice among red rice, Koshihikari and Minenishiki. *Nippon Shokohin Kagaku Kogaku Kaishi*, **43**, 821-824 (1996)
- Zhang, M., Sun, L., Chi, J. and Xu, Z.: Summary of the nutritional composition and utilization of specialty black cereal and oil crops. Proceedings of the 1st International Conference 'Asian Food Product Development', p.6-11 (1998)
- Juliano, B.O.: Growth composition. In Rice Chemistry and Technology, Juliano, B.O. (ed) Am. Assoc. Cereal. Chem., St. Paul, MN., p.175 (1985)
- Ha, T.Y. and Kim, H.Y.: A study on the nutritional properties of rice, '94 Annual Report, Korea Food Research Institute, p.25 (1995)
- Wang, X. and Wang, W.: A review on the development of black food. Proceedings of the 1st International Conference 'Asian Food Product Development', p.12-17 (1998)
- Fujino, Y.: Rice lipid, *Cereal Chem.*, **55**, 559-571 (1978)
- Taira, H. and Hiraiwa, S.: Lipid content and fatty acid composition of brown rice and its milled rice of glutinous mutant. *Nippon Sakumotsu Gakkai Kiji*, **51**, 159-164 (1982)
- Taira, H., Nakagahra, M. and Nagamine, T.: Fatty acid composition of indica, sinica, javanica and javonica groups of nonglutinous brown rice. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 45-47 (1988)
- Taira, H., Taira, H. and Fujii, K.: Influence of cropping season on lipid content and fatty acid composition of rice bran and milled rice. *Nippon Sakumotsu Gakkai Kiji*, **49**, 559-568 (1980)

(1998년 12월 28일 접수)