발아시킨 현미의 품질특성

금준석 · 최봉규 · 이현유 · 박종대† · 박현준[1]
한국식품개발연구원 · [1]CJ(주) 식품연구소

Physicochemical Properties of Germinated Brown Rice

Jun-Seok Kum, Bong-Kyu Choi, Hyun-Yu Lee, Jong-Dae Park† and Hyun-Jun Park[1]
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea
[1]CJ Foods R&D, Seoul 152-050, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate nutritional composition and physicochemical properties of waxy(WGR) and nonwaxy(NWGR) germinated brown rice. Amylose contents of WGR(moisture content 15.45%) and NWGR (moisture content 15.02%) were 4.9% and 17.9%. Reducing sugar of those were 4.91% and 2.28%. The free sugar contents of WGR were glucose 0.42%, sucrose 0.15%, maltose 0.27% and that of NWGR were glucose 0.59%, sucrose 0.50%, maltose 0.24%, respectively. Color value of WGR and NWGR were L=60.30, a=2.12, b=23.52 and L=59.51, a=3.15, b=23.04, respectively. Degree of gelatinization of WGR and NWGR were 7.67%, 5.21% and hardness of WGR and NWGR were 7.53 kg/cm^2, 8.93 kg/cm^2. Vitamin E contents of those were 271.8 μg/kg, 310.6 μg/kg and total dietary fiber contents of those were 4.21%, 3.17%. Total amino acids of brown rice, nonwaxy germinated brown rice and cooked germinated brown rice were 126.8 mg/100 g, 90.8 mg/100 g and 106.5 mg/100 g, respectively. Among amylogram characteristics of WGR and NWGR, initial gelatinization temperature, peak viscosity, breakdown, setback were 42℃, 498 B.U., 94 B.U., -48 B.U. and 70℃, 212 B.U., 0 B.U., 123 B.U., respectively. Sensory properties of germinated brown rices were affected by color and flavor. Palatability score of WGR that intensity score of color and flavor were lower than that of NWGR showed high.

Key words : germinated brown rice, amylogram, sensory properties, palatability

서 론

현미는 과피(pericarp), 종피(seedcoat) 및 호분층(aleurone layer)으로 구성된 미강과 배(embryo) 및 배유(endosperm)로 이루어져 있으며, 이들의 구성 비율은 일반적으로 미강 5~6%, 배 2~3%, 배유 92%에 해당하기 때문에 현미를 도정하면 현미의 약 92%에 해당하는 백미를 얻을 수 있다(1). 현미에는 식물성 섬유질을 비롯한 각종 효소, 비타민, 미네랄 등 영양소가 다량 함유되어 몸에 좋다는 것은 널리 알려진 사실이다. 그러나 현미가 갖는 뛰어난 효능에도 불구하고 백미를 주식으로 하고 있는 이유는 현미의 조리가 어렵고 부드럽게 씹히지 않고 꺼칠하여 식미가 떨어지기 때문이다. 이러한 현미의 문제점을 개선하여 풍부한 영양을 고루 섭취하고 간편한 취사와 부드러운 조직감으로 식미 기호도를 높인 발아현미가 등장하였다. 모리시타 게이치(森下敬一) 씨는 健康自衛論(1970년, 요미우리신문사)이란 저서에서 '싹이 난 쌀로 지은 밥'을 1958년에 고안했다고 하는데 이것이 발아현미로 지은 밥을 소개한 최초의 글이라 생각된다(2).

발아현미란 적당한 온도와 수분, 산소 등을 공급해 현미의 싹을 1~5 mm까지 발아시킨 것으로 현미의 영양과 기능을 극대화시키면서 식미는 현미보다 훨씬 부드러운 쌀이다(3). 발아현미는 조직을 연화시켜 질감이 개선될 뿐만 아니라 발아과정중 식이섬유, 비타민 B1, B2, E, 칼슘, 인 등의 무기질과 γ-amino butyric acid(GABA), β-sitosterol 등 각종 미량 기능성분들이 활성화되어 증가한다(4,5). 발아현미에 대한 보고로는 발아조건 등 관련 특허가 약 70여건, 발아조건 및 건조방법에 대한 연구(4,6,7), 기능성분인 GABA에 대한 연구(8-13), 가공원료로서 이용(14-17) 등이 있다. 일본에서는 발아현미를 이용한 건강기능성 제품이 다양하게 판매되고 있으며 소비량이 직선적으로 증가하여 2003년에는 20,400톤으로 추정되고 있다(18). 국내에서는 2003년부터 발아현미밥

† Corresponding author. E-mail : jdpark@kfri.re.kr, Phone : 82-31-780-9211, Fax : 82-31-780-9059

이 판매되면서 발아현미 가공제품이 두유, 음료 등 다양한 제품으로 확산되고 있다. 그러나 훌륭한 건강지향적 기능소재임에도 불구하고 아직까지 널리 알려지지 않고 있고, 발아현미를 가공, 개발하기 위한 물리화학적 특성에 대한 기초 자료가 부족한 실정이다.

따라서, 본 실험은 찹쌀과 멥쌀 발아현미에 대한 영양성분과 품질특성을 조사하여 발아현미밥 및 가공제품 개발에 대한 기초 자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 찹쌀 발아현미(waxy germinated brown rice) 및 멥쌀 발아현미(nonwaxy germinated brown rice)는 약 3 mm 발아시킨 것으로 CJ(주)에서 제공한 것을 사용하였다. 찹쌀 품종은 2002년산 신선찰벼이며 멥쌀 품종은 추청벼였다. 발아현미의 제조 공정은 먼저 우량 현미를 선별하고 수세한 후 일정한 발아 온도와 시간 조건에서 현미를 발아시킨 다음 이를 수세하고 일정한 열처리 온도와 시간 조건에서 증자한 후 건조하여 최종 수분함량이 14~15%로 되게 하였다. 수분함량, 색도, 경도 측정은 발아현미 원곡으로 실시하였으며 그 외 이화학적 특성은 발아현미 가루로 측정하였다. 발아현미 가루는 실험실용 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater, Co. Ltd, Sweden)로 분말을 만들어 100 mesh 표준망 체로 통과시켜 얻어진 것을 사용하였다.

이화학적 품질특성

수분 함량은 105℃ oven에서 항량이 되도록 건조하여 측정하였으며, amylose 함량은 Juliano법(19)에 의하여 측정하였다. 즉, 쌀가루 100 mg에 95% ethanol 1 mL, 1 N NaOH 9 mL 첨가 후 가열수조에서 10분간 반응시킨 후 실온 냉각하고 증류수로 100 mL로 정용시켜 starch solution을 얻었다. Starch solution 5 mL에 1 N acetic acid 1 mL, 0.2% iodine solution 2 mL을 첨가 후 증류수로 다시 100 mL로 정용 후 20분간 방치한 다음 620 nm에서 흡광도를 측정하여 amylose 함량을 측정하였다.

환원당 측정은 쌀가루 0.8 g을 증류수에 넣어 200 mL로 정용한 다음 2시간 동안 교반한 후에 50 mL만 취하여 10% lead acetate 5 mL와 3.2% sodium oxalate 5 mL을 넣어 단백질을 제거 여과한 다음 100 mL로 정용하여 시료를 준비하였다. 준비된 시료액 2 mL를 취하여 Somogyi-Nelson법에 따라 glucose 표준곡선과 비교하여 환원당을 구하였다.

호화도 측정은 요오드법(iodine binding method)에 의하여 호화도를 측정하였다. 쌀가루 1 g에 증류수 50 mL 첨가하여 8,000 rpm에서 2분간 균질화한 후 50℃ water bath에서 30분간 흔들어 주면서 가열 후 즉시, 4000 rpm에서 10분간 원심분리시킨 다음 상등액 0.5 mL과 iodine solution 0.5 mL을 반응시킨 후 640 nm에서 흡광도를 측정하여 호화도를 계산하였다.

유리당 정량은 쌀가루 20 g을 취하여 50% 에탄올 100 mL을 가하여 80℃ water bath에서 30분간 추출하여 실온까지 방냉하여 10~20분간 방치 후 상등액을 취한 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 유리당을 측정하였으며, 이때 표준곡선은 glucose, sucrose, maltose로 작성하였다.

Table 1. HPLC conditions for free sugar and vitamin E analysis

	Free sugar	Vitamin E
Column	Carbohydrate column 60Å, 4 μm	μ-Bondapak C18, 30×0.39 cm
Detector	RI 930	UV 295 nm
Mobile phase	ACN : Water = 78 : 22(v/v)	MeOH : ACN = 3 : 2(v/v)
Flow rate	1.4 mL/min	1.0 mL/min
Injection volume	15 μL	10 μL
Column temp.	35℃	40℃

비타민 E 측정은 일정량의 쌀가루(15~20 g)를 취하여 Chloroform : MeOH:D.W.(1 : 1 : 0.9)의 비율로 각각 용액을 가하고 homogenizer를 이용하여 5,000 rpm에서 2~3분간 균질화시킨다. Chloroform층을 무수황산나트륨이 들어있는 깔대기를 통과시켜 수기에 받고 온도가 40℃가 넘지 않도록 감압농축하여 검화한다. 검화 후 에테르와 증류수를 가해 에테르 층만을 모아 다시 감압농축하여 에테르를 제거하고 감압 건고물을 일정량의 MeOH를 가해 용해시켜 0.20 μm membrane으로 여과한 후 여과액 10 μL를 HPLC에 injection하여 Table 1과 같은 조건으로 측정하였다.

총식이섬유 함량은 Prosky 등(20)의 방법에 따라 total dietary fiber assay kit(Sigma Chemical Co., St. Louis, USA)를 사용하여 측정하였다.

유리아미노산 분석은 먼저 쌀가루 0.4 mg을 vial에 취한 후 PITC (phenylisothiocyanate)로 유도체화 시킨다. 완전 건조 후 이동상 A 용액 200 μL에 녹여 원심분리시킨다. 분리된 상층액을 취하여 0.45 μm membrane filter를 통과시킨 후 Table 2의 조건에 따라 분석하였다. 이때 각 아미노산의 정량은 시료의 HPLC chromatogram의 peak area를 병행 실험된 표준물질의 peak area에 기준하여 산출하였다.

물리적 품질특성

색도는 Color and Color Difference meter(Minolta Chromameter CR-300, Japan)을 이용하여 Hunter value인 명도 L value(lightness), 적색도 a value(redness), 황색도 b value (yellowness) 및 색차 △E값으로 나타내었다. △E값은 ($\triangle L^2$+

Table 2. HPLC Conditions for free amino acid analysis

Column	Waters Symmetry C18(4.6×250 mm, 5 μm)
Oven temp.	46℃
Detector	Variable wavelength detector HP 1100 series, 254 nm
Solvent	A) 1.4 mM NaHAc, 0.1% TEA, 6% CH3CN, pH 6.1
	B) 60% CH3CN
Elution	Linear gradient of solvent B (0～100%)
Run time	40 min
Equil. time	10 min
Injection vol.	STD 4 μL, sample 20～40 μL
Flow rate	1.0 mL/min

[1] NaHAc: sodium acetate 3 hydrate.

[2] TEA: triethylamine.

$\triangle a^2+\triangle b^2)^{1/2}$으로 계산하였으며 표준 백색판은 L = 96.86, a = -0.07, b = 2.02이었다.

경도 측정은 무작위적으로 선별한 발아현미를 Texture Analyser(TA-XT2, England)에서 직경 2.0 cm의 plunger를 사용하여 rupture mode로 측정하였고, 이때 plunger의 strain은 50%, test speed 5.0 mm/s, pre-test speed 1.7 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s였다.

Amylogram 특성

발아현미 가루의 호화특성은 Brabender Visco Amylograph (Brabender OHG Duisburg. Germany)를 사용하여 Juliano 등의 방법(21)에 의하여 측정하였다. 발아현미 가루 현탁액을 8%(w/w)로 제조하여, 35℃에서 95℃까지 1.5℃/min의 속도로 가열하여, 95℃에서 30분간 유지시킨 다음 다시 동일한 속도로 50℃까지 냉각시킨 후 아밀로그램 특성치를 얻었다. 위의 amylogram으로부터 최고점도(peak viscosity)와 95℃에서 30분간 유지시킨 후의 점도(hot paste viscosity), 50℃에서 30분간 유지시킨 후의 점도(cool paste viscosity), breakdown, setback을 산출하였고 단위는 Brabender Unit(B.U.)로 나타내었다.

관능검사 및 통계분석

찹쌀과 멥쌀 발아현미로 동시 비교 관능검사를 실시하였다. 평가방법은 7점 척도를 사용하였으며, 관능검사 요원은 쌀에 대한 관능 훈련이 된 27명을 선발하여 실시하였다. 평가항목으로 색, 향, 경도에 대해 강도 검사와 기호도 검사를 수행하였다. 통계적 유의성은 SAS 프로그램(22)을 이용하여 ANOVA 분산분석과 Duncan의 다범위 검정(multi range test)을 사용하여 유의성 검정을 시행하였다. 품질특성 측정에 대한 실험은 3반복 측정하여 평균치와 표준오차를 계산하여 나타내었다.

결과 및 고찰

이화학적 특성

찹쌀 및 멥쌀 발아현미의 수분함량은 각각 15.45%와 15.02%였다. 이는 발아현미 제조시 저장과 유통포장 등을 고려하여 시중에 유통되는 일반 백미의 수분함량과 유사하도록 적절한 조건의 건조공정을 거쳤기 때문이다. 찹쌀과 멥쌀의 판별 기준이 되는 japonica type 쌀의 amylose 함량은 일반적으로 찹쌀이 5% 이하, 멥쌀이 약 20%로 알려져 있다. 최 등(23)은 일품벼, 추청벼 등 멥쌀 12품종의 특성을 조사한 결과 amylose 함량이 18.1～19.7%, 홍 등(24)은 6품종에서 18.1～21.2%라고 하였다. 찹쌀은 한강찰벼 품종에서 0%라고 보고된 바가 있다(25). Juliano 등(26)은 발아시에 찹쌀이나 멥쌀의 배유에서 전분 함량이 감소할지라도 amylose 함량은 증가한다고 하였다. 그러나 본 실험에서 측정한 찹쌀과 멥쌀 발아현미의 amylose 함량은 각각 4.9%와 17.9%로 국내에서 보고된 일반 백미의 함량과 큰 차이가 없었다.

환원당과 유리당 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Physicochemical properties of waxy and nonwaxy germinated brown rice

Type	Waxy	Nonwaxy
Water content(%)	15.45±0.1	15.02±0.48
Amylose(%)	4.9±0.04	17.9±0.03
Reducing sugar(%)	4.91±0.1	2.28±0.03
Free sugar(%)		
glucose	0.42±0.02	0.59±0.03
sucrose	0.15±0.01	0.50±0.03
maltose	0.27±0.03	0.24±0.01
Hunter value		
L value	60.30±0.66	59.51±0.43
a value	2.12±0.69	3.15±0.79
b value	23.52±2.85	23.52±2.47
△E	42.47±2.5	42.97±3.8
Degree of gelatinization(%)	7.67±0.07	5.21±0.01
Hardness(kg/cm^2)	7.53±0.88	8.93±1.11
Vitamin E(μg/100 g)	271.8±3.3	310.6±5.4
Total dietary fiber(%)	4.21±0.49	3.17±0.48

찹쌀 발아현미의 환원당 함량은 4.91%, 멥쌀 발아현미는 2.28%였다. 유리당은 찹쌀 발아현미의 경우 glucose 0.42%, sucrose 0.15%, maltose 0.27%였고, 멥쌀 발아현미는 glucose 0.59%, sucrose 0.50%, maltose 0.24%였다. 김 등(7)은 발아현미의 이화학특성 조사에서 발아시간이 경과할수록 총당과 유리당의 함량이 점차 감소하는 결과를 보여주었고, 유리당 중 sucrose와 glucose 감소가 현저하고 발아 5일 이후에는 fructose와 maltose 함량은 증가하였다. 발아 5일까지 유리당

함량은 glucose, sucrose, maltose 순으로 높았지만, 본 실험에서는 멥쌀은 일치한 경향이었으나 찹쌀은 maltose가 sucorse보다 높은 함량을 나타냈다. 당 성분의 변화는 α-amylase 활성과 밀접한 관계가 있는 것으로, 발아 초기에는 sucrose나 glucose가 호흡 기질로 이용되고 발아후기로 갈수록 α-amylase 활성이 증대되면서 전분이 분해되어 maltose 함량이 증가되는 것으로 판단하였다. 김 등(7)은 α-amylase 활성이 발아 5일까지 급격히 증가하다가 발아 8일 이후부터 감소한다고 보고하였다. IR-8 품종에서도 α, β-amylase 활성은 서서히 증가하다가 발아 4일 이후에 급격한 증가 양상을 보였다(26). 호화도는 찹쌀 발아현미가 7.67%, 멥쌀 발아현미가 5.21%로 찹쌀이 높았다.

일반적으로 현미가 발아하면 비타민 B1, B2 등 미량의 비타민류가 증가한다고 알려져 있으며(2,4,7,27) 본 실험에서는 대표적 항산화성 물질인 비타민 E를 HPLC 이용하여 분석한 결과, 찹쌀과 멥쌀 발아현미의 비타민 E 함량은 각각 271.79 μg/100 g과 310.59 μg/100 g였다. 비만방지, 변비 예방과 해소, 유해물질의 배출, 혈중 콜레스테롤 감퇴, 혈당치 저하, 장내 부패균의 활동을 약화시킨다(2)는 식이섬유 함량을 분석한 결과, 찹쌀과 멥쌀 발아현미의 총 식이섬유 함량은 각각 4.21%와 3.17%였다.

식품에 유리된 상태로 존재하는 유리아미노산은 식품의 맛에 영향을 미친다고 알려져 있으며, 현미와 발아현미중의 아미노산과 최근 주목받고 있는 기능성 성분 γ-amino butyric acid(GABA) 함량 등을 비교하기 위해서 멥쌀 현미와 이를 발아시켜 제조한 발아현미 쌀가루중의 유리아미노산 함량을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 총 아미노산 함량은 현미는 126.8 mg/100 g, 발아현미는 90.8 mg/100 g, 시중에 판매되고 있는 발아현미밥은 106.5 mg/100 g이었다. 현미(BR)에서는 GABA 의 전구물질인 glutamic acid 함량이 높고 GABA 함량이 낮았으나, 발아현미에서는 반대로 glutamic acid 함량이 낮고 GABA 함량이 높음을 확인하였다. 일반적으로 현미에서는 glutamic acid가 다른 아미노산보다 많이 존재하며, lysine은 함량은 적어서 제한적인 필수 아미노산이라 하며 본 실험 결과와도 일치하였다. 또한 최근 최 등(28)의 백미와 현미의 영양성분 조사 보고에 의하면 glutamic acid가 가장 많이 함유된 아미노산이라 하였는데 본 실험결과에서는 tryptophan이 34.6 mg/100 g으로 가장 많았다. 비단백태 아미노산의 일종인 GABA는 L-glutmate가 GAD(glutamate decarboxylase)에 의해 탈탄산되어 생성되며, 식물이 환경적 스트레스를 받게 되면 그 생성이 빨라진다.

혈압강하, 통증완화, 뇌기능활성, 혈당강하 등에 효과가 있는 GABA의 식물체에서 함량은 생강 0.77 mg/100 g, 녹차 35 mg /100 g, 혐기처리 녹차 51-205 mg/100 g, 배추 0.093 mg/100 g, 뽕잎 56.0 mg/100 g(건조중량), 오디 67.0 mg/100 g(건조중량), 누에가루 8.0 mg/100 g(건조중량), 상백피 168 mg/100 g, 보리 1.46 mg/100 g, 키토산 처리 발아현미 10.67 mg/100 g으로 보고되어 있다(29).

Table 4. Contents of free amino acid in brown rice(BR), germinated brown rice(GR), cooked germinated brown rice(CR) (unit : mg/100 g flour)

Amino acids	BR	GR	CR
CYA[1)]	0.0	0.0	0.0
Aspartic acid	13.4	0.9	4.5
Glutamic acid	17.6	1.8	3.7
Asparagine	10.2	0.0	0.4
Serine	2.8	2.8	6.0
Glutamine	0.9	0.0	0.4
Histidine	1.6	1.2	1.2
Glycine	1.6	1.7	4.0
Arginine	4.3	3.1	1.3
Threonine	0.9	0.6	4.8
Alanine	7.2	4.5	5.2
GABA[2)]	4.7	7.9	4.7
Proline	3.9	1.1	1.7
Theanine	3.5	1.8	3.1
Tyrosine	0.5	0.4	1.4
Valine	1.2	2.6	2.9
Methionine	0.0	0.3	0.8
Cystine	8.2	8.6	6.0
Isoleucine	4.8	4.9	4.5
Leucine	4.2	5.0	4.9
Phenylalanine	0.0	1.0	2.4
Tryptophan	34.6	40.1	41.2
Lysine	0.7	0.6	1.5
Total	126.8	90.8	106.5

[1)]CYA is cysteic acid + cysteine, [2)]GABA is γ-amino butyric acid.
Data was presented as mean (n=3).

본 실험에서 현미의 GABA 함량은 4.7 mg/100 g, 발아현미 GABA 함량은 7.9 mg/100 g으로 발아 후에 약 60% 증가하였다. 발아현미밥의 GABA 함량은 제품의 제조 공정 상에서 열처리 등의 가공공정으로 인하여 감소하였거나 또는 백미의 혼합으로 인한 것으로 생각된다. 또한 발아현미밥의 분석은 동결건조후(수분함량 2.75%) 측정한 결과이므로 실제로는 아미노산 함량이 더욱 적은 양으로 존재한다.

본 논문에 결과를 나타내진 않았지만 품질특성 실험으로 GC-MS를 이용한 이취 측정을 한 결과, 본 실험에 사용된 발아현미는 이취를 나타내는 peak가 발생하지 않았다. 발아현미 재배시 발아율 및 부패발생과 더불어 문제되고 있는 발아과정중 불쾌취는 건조 후에도 남아있어 거부감을 준다. 이러한 현상은 종자내 영양분이 분해되면서 발생하는 각종 gas와 미생물 번식에 의한 결과로 자연스런 현상이나 소비자에게는 오해를 불러 일으킬 수 있다. 따라서 발아된 현미의 건조는 재배 후 건조과정중 영양분 손실을 최소화하면서 불쾌취가 나지 않도록 건조조건을 확립하는 것이 중요하다(7). 본 실험에 사용된 발아현미 시료는 불쾌취가 없는 것으

로 나타나 적절한 건조조건으로 제조되고 있음을 확인할 수 있었다.

물리적 특성

찹쌀 및 멥쌀 발아현미의 색도는 Hunter value인 명도(Lightness)를 나타내는 L값, 적색도(Redness)를 나타내는 a값, 황색도(Yellowness)를 나타내는 b값으로 표시하였으며 백색판 대비 색차로 표현하였다. 찹쌀 발아현미는 L값 60.30, a값 2.12. b값 23.52로 색차(△E)는 42.47이었다. 멥쌀 발아현미는 L값 59.51, a값 3.15. b값 23.04 그리고 색차는 42.97로 찹쌀과 멥쌀의 색도 차이가 거의 없었다. 일반적으로 찹쌀이 밝은 색으로 더 높은 L value를 나타내지만, 본 실험에서 측정한 결과는 발아시킨 현미를 열처리로 증자하는 공정을 거치면서 변색된 것으로 생각된다. 발아현미 원곡을 직경 2.0 cm plunger를 사용하여 rupture mode로 조직감을 측정 후 단단한 정도를 경도(hardness)로 나타낸 결과, 발아현미 찹쌀의 경도는 7.53kg$_f$/cm^2, 발아현미 멥쌀의 경도는 8.93kg$_f$/cm^{2}로 멥쌀의 경도가 더 높았다.

Amylogram 특성

발아현미 쌀가루의 amylogram 특성을 Table 5에 나타냈다. 발아현미 찹쌀과 멥쌀의 호화 초기온도는 각각 42℃, 70℃로 멥쌀이 더 높았다. 전분입자의 팽윤에 의해 증가된 점도 증가와 전분입자의 분해 및 용해에 의한 점도 감소가 균형을 이룰 때 측정된 전분의 점도값으로 쌀전분의 가열 이용을 나타내는 지표로 사용하는 최고점도는 각각 498 B.U., 212 B.U.로 찹쌀 전분이 쌀 전분보다 최고점도가 더 높다는 보고 결과(30)와 동일한 특성으로 발아현미도 찹쌀이 높았다. 95℃, 30분 유지시킨 후의 최저점도는 찹쌀이 404 B.U., 멥쌀이 212 B.U.를 나타냈고 최종점도인 Cool paste viscosity는 찹쌀과 멥쌀 발아현미 각각 450 B.U., 334 B.U.를 나타냈다. 최고점도와 최저점도값의 차인 breakdown 값은 쌀의 취반중 paste의 안정도를 나타내는 것으로 찹쌀 발아현미는 94 B.U., 멥쌀 발아현미는 0 B.U.를 나타냈다. Setback 값은 전분의 노화 특성을 나타내는 것으로 발아현미 찹쌀의 setback 값은 -48 B.U.를 나타냈고, 멥쌀은 123 B.U.를 나타내어 찹쌀 발아현미가 노화가 더 지연됨을 확인하였다.

Table 5. Amylogram characteristics of waxy and nonwaxy germinated brown rice flour

Type	Gelatinization temperature(℃)	Peak viscosity(B.U.)	Hot paste viscosity(B.U.)	Cool paste viscosity(B.U.)	Breakdown (B.U.)	Setback (B.U.)
Waxy	42±1	498±4	404±4	450±6	94±2	-48±3
Nonwaxy	70±2	212±5	212±3	334±4	0	123±1

관능검사

관능검사의 결과는 Table 6에 나타냈다. 강도 조사에서는 멥쌀 발아현미가 색과 향에서 높고 찹쌀 발아현미가 더 높은 경도를 보였다. 선호도 조사에서는 찹쌀 발아현미가 색, 향의 점수가 높았고 경도는 더 나았으나 전반적 기호도에서 멥쌀 발아현미보다 높은 점수를 얻었다. 따라서 색과 향의 강도는 낮고 적절한 경도를 갖는 발아현미 제조 조건을 확립하는 것이 중요하다고 생각된다.

Table 6. Sensory evoluation score of waxy and nonwaxy germinated brown rice

	Type	Waxy	Nonwaxy
Intensity	Color	4.67±1.29^b	5.40±1.18a
	Flavor	4.80±1.01	5.07±1.33
	Hardness	5.33±1.23	5.13±1.06
Palatability	Color	4.27±1.71^a	3.53±1.06b
	Flavor	3.27±1.57	2.80±1.08
	Hardness	3.47±1.51	3.53±0.99
	Overall	3.87±1.25	3.27±0.96

^{a,b} Means with different superscript in the same row differ significantly($p<0.05$).

요 약

찹쌀과 멥쌀 발아현미에 대한 영양성분과 품질특성을 조사하여 발아현미밥 및 가공제품 개발에 대한 기초자료로 제시하고자 본 실험을 수행하였다. 40℃에서 20시간 발아시킨 찹쌀 발아현미(수분함량 15.45%)와 멥쌀 발아현미(수분함량 15.02%)의 품질 특성중 amylose 함량은 각각 4.9%, 17.9%, 환원당은 4.91%, 2.28%, 유리당은 찹쌀 발아현미가 glucose 0.42%, sucrose 0.15%, maltose 0.27%이고 멥쌀 발아현미가 glucose 0.59%, sucrose 0.50%, maltose 0.24%였다. 찹쌀과 멥쌀 발아현미의 색차값은 각각 L값 60.30, a값 2.12, b값 23.52과 L값, 59.51, a값 3.15, b값 23.04이다. 호화도는 7.67%, 5.21%이고, 조직감중 hardness는 7.53 kg$_f$/cm^2, 8.93 kg$_f$/cm^{2}로 멥쌀 발아현미가 높았다. 비타민 E 함량은 찹쌀 271.8 μg/kg, 멥쌀 310.6 μg/kg이고, 총식이섬유 함량은 4.21%, 3.17%이다. 총 아미노산 함량은 현미는 126.8 mg/100 g, 발아현미는 90.8 mg/100 g, 시중에 판매되고 있는 발아현미밥은 106.5 mg/100 g이었다. 발아현미 제조 후 찹쌀, 멥쌀 모두 이취 성분은 거의 없었다. 찹쌀 발아현미의 아밀로그램 특성은 호화 초기온도가 42℃였으며, peak viscosity는 498 B.U., hot paste viscosity는 404 B.U., cool paste viscosity는 450 B.U., breakdown값은 94 B.U., setback값은 -48 B.U.이었으며, 멥쌀 발아현미의 특성은 호화 초기온도가 70℃였으며, peak viscosity는 212 B.U., hot paste viscosity는 212 B.U., cool

paste viscosity는 334 B.U., breakdown값은 0 B.U., setback값은 123 B.U.이었다. 관능검사 결과에서는 색과 향의 강도가 낮은 찹쌀 발아현미가 높은 선호도 경향을 나타냈다.

참고문헌

1. Juliano, B.O. and Bechtel, D.B. (1985) The rice grain and its gross composition. In Rice : Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. USA, p.17-58
2. Oumi, J. (2003) The Mistery of Germinated Brown Rice. Woongjin Books. Seoul, Korea. p.17-50
3. Jang, S.S. (1998) Method of germinating with brown rice. Korea Patent: 1998-0247686
4. Oh, Y.S. (2002) Study on nutritional properties of sprouting brown rice. Kongju National Univ. MS dissertation, Kongju, Korea
5. http://www.saengsikmall.co.kr
6. Kim, S.S., Kim, S.Y., Lee, W.J. (1998) Microwave vacuum drying of germinated brown rice as a potential raw material for enzyme food. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 1107-1113
7. Kim, S.L., Son, Y.K., Son, J.R. and Hur, H.S. (2001) Effect of germination condition and drying methods on physicochemical properties of sprouted brown rice. Korean J. Corp. Sci., 46, 221-228
8. Tadashi, O., Tomoko, S., Taro, M., Hiromichi, M., Takayo, S., Toshiroh, H., Akihiko, O., Osami, K., Rei, T. and Takeo, T. (2000) Effect of the defatted rice germ enriched with GABA for sleeplessness, depression, automatic disorder by oral admistration. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 47, 596-603
9. Takayo, S., Tadashi, O., Hiromichi, M., Masashi, O., Yutaka, M., Toshiroh, H., Masahiro, I., and Akihiko, O. (2001) The effect of defatting with organic solvent on accumulation of 4-aminobutyric acid(GABA) in the rice germ. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi., 48, 196-201
10. Alan, W.B. and Barry, J.S. (1997) The metabolism and functions of γ-aminobutyric acid. Plant Physiol., 115, 1-5
11. Chang, J.S., Lee, B.S. and Kim, Y.G. (1992) Changes in γ-aminobutyric acid(GABA) and the main constituents by a treatment conditions and of anaerobically treated green tea leaves. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 315-319
12. Park, J.H., Han, S.H., Shin, M.K., Park, K.H. and Lim, K.C. (2002) Effect of hypertension falling of functional GABA green tea. Korean J. Medicinal Crop Sci., 10, 37-40
13. Oh, S.H. and Choi, W.G. (2000) Production of the quality germinated brown rices containing high γ-aminobutyric acid by chitosan application. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 15, 615-620
14. Kim, S.S., Kim, S.Y. and Lee, W.J. (1998) Characteristics of germinated colored rice as a potential raw material for Sikhe. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 1092-1096
15. Lee, W.J. and Kim, S.S. (1998) Preparation of Sikhe with brown rice. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 146-150
16. Choi, J.H. (2001) Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 17, 323-328
17. Kang, M.Y., Lee, Y.R. and Nam, S.H. (2003) Characterization of the germinated rices to examine an application potentials as functional rice processed foods. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 696-701
18. Jung, H.W. (2003) Current status of processed foods in rice. International Symposium and Expo. on Rice, The Korean Society of Food and Preservation, Daejeon, Korea
19. Juliano, B.O., Pearz, C.M., Blakeney, A.B., Castillo, T., Kongseree, N., Laignelet, B., Lapis, E.T., Marty, W.S., Paule, C.M., and Webb, B.D. (1981) International cooperative testing the amylose content of milled rice. Staerke, 33, 157-162
20. Prosky, L., Asp, N., Schweizer, T., Devries, J. and Furda, I. (1988) Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods products, Interlaboratory study. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 71, 1017-1020
21. Juliano, B.O., Perez, C.M., Alyoshin, E.P., Romanov, V.B., Bean, M.M., Nishita, K.D., Blakeney, A.B., Welsh, L.A., Delgado, L., El Baya, A.W., Fussati, G., Kogseree, N., Mendes, F.P., Brilhante, S., Suzuki, H., Tada, M. and Webb, B.D. (1985) Cooperative test on amylograph of milled rice flour for pasting viscosity and starch gelatinzation temperature. Starch, p.37-40
22. SAS (1998) SAS user's guide. version 6.03, The SAS Institute Dary, NC, USA
23. Choi, H.C., Hong, H.C. and Nahm, B.H. (1997) Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in Japonica rice. Korean J. Breed., 29, 15-27
24. Hong, Y.H., Ahn, H.S., Lee, S.K. Jun, S.K. (1988) Relationship of properties of rice and texture of Japonica and J/Indica Cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 59-62

25. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C. (1997) Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 886-891
26. Juliano, B.O. (1985) Biochemical properties of rice. Rice : Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemists, Inc., Minesota. p.175-206
27. Kim, M.Y. (2003) Study on the change of physicochemical properties of sprouted brown rice. Korea Univ., MS dissertation, Seoul, Korea
28. Choi, J.S. and Ahn, H.H. and Nam, H.J. (2002) Comparison of nutritional composition in Korean rices. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 885-892
29. Kum, J.S., Lee, H.Y., Park, J.D. and Choi, B.K. (2003) Study on physiological effect of germinated brown rice. KFRI report, I1585-0318
30. Shin, M.K., Kum, J.S. Rhyu, M.R. and Kim, G.H. (1993) A study on the development of basic technology for effective utilization of rice starch. KFRI report, G1045-0364

(접수 2004년 4월 7일, 채택 2004년 5월 24일)