보리밥 색깔이 변하지 않는 찰성쌀보리 “영백찰” 개발 및 품질특성

이미자* · 김양길 · 김경호 · 서우덕 · 강현중 · 박종철 · 현종내 · 박기훈

농촌진흥청 국립식량과학원

Quality Characteristics and Development of Naked Waxy Barley(*Hordeum vulgare* L.) Cultivar “Yeongbaekchal” without Discoloration of Cooked Barley

Mi-Ja Lee*, Yang-Kil Kim, Kyung-Ho Kim, Woo-Duck Seo, Hyeon-Jung Kang, Jong-Chul Park,
Jong-nae Hyun, and Ki-Hun Park

National Institute Crop Science, RDA, Wanju, 55365, Korea

Abstract : The limited use of barley for food is mostly due to undesirable color and unfamiliar flavor of barley based food products. So, preventing the browning is very important in order to increase the consumption of barley. ‘Yeongbaekchal’ is a new naked waxy barley cultivar which is not get discolored. It was developed by the National Institute of Crop Science, RDA in 2013. It was derived from the cross between ‘Radiant’ which is a proanthocyanidin free and ‘Saechalssal’ which has characteristics of winter hardness, lodging tolerance, waxy endosperm and good cooking. The initial cross was done in 2006 and the selected line, ‘Iksan116’(HB16953-B-B-7), had no proanthocyanidin and showed good quality characteristics under yield trial test from 2012 to 2013. Heading and maturing date of ‘Yeongbaekchal’ were 3 days late than those of ‘Saechalssal’. It had 90 cm of culm length and 5.0 cm of spike length. It showed 840 spikes per m², 63 grains per spike, 25.1 g of 1,000-grain weight, and 831 g of test weight. ‘Yeongbaekchal’ showed better resistance to BaYMV (*Barley yellow mosaic virus*) and similar water absorption rate and expansion rate with the check cultivar. Its average yield of the pearled grain in the regional yield trial was 3.42 MT/ha in paddy field, which were 5% lower than that of the check cultivar. It showed a little discoloration during the storage after cooked.

Keywords : Naked barley, Yeongbaekchal, Waxy, Proanthocyanidin

서 언

보리는 식품학적인 측면에서 쌀에 버금가는 우수한 전분질 식품으로 예로부터 우리의 식생활에서 중요한 위치를 차지해 왔다. 또한 보리는 다른 맥류보다 주식으로 하기에 알맞고 단백질, 칼슘, 식이섬유 등 영양면에서 웰빙식품으로 각광을 받고 있다. 보리는 밀가루의 5배, 쌀의 16배에 해당하는 많은 양의 식이섬유를 함유하고 있으며, 특히, 콜레스테롤 함량을 낮추는 것으로 알려진 수용성 식이섬유를 다른 식품보다 많이 함유하고 있다. 이 중 베타글루칸이라는 물질은 고혈압과 동맥경화, 당뇨와 같은 질병에 좋다는 것이 보고되면서 보리가 건강식품으로

인기를 끌고 있다(Newman et al. 1989, Lee 1996, Lee et al. 1997, Lee 2001). 그러나 쌀과 혼합 취반하는 형태로 이용되는 보리는 취반 후 시간이 지남에 따라 쉽게 갈변됨으로써 소비자의 선호도를 떨어뜨리는 것으로 조사된 바 있다. 사과의 껍질을 깎게 되면 점차 과육이 갈색으로 변하는 것처럼 식품의 갈변 현상들을 쉽게 볼 수 있다. 이러한 갈변반응은 상품의 질에 상당한 영향을 주므로 식품 산업에서는 이를 막기 위하여 화학약품 첨가제를 사용하는 등 갈변 억제에 많은 노력을 기울여 왔다. 하지만 이러한 첨가물은 일부 사람들에게는 건강 위해 물질이 되기도 한다. 갈변반응은 효소적인 갈변반응과 비효소적인 갈변반응으로 나눌 수 있다. 효소적인 갈변반응은 효소가 공기 중의 산소와 결합하여 멜라닌색소로 전환되는 것으로 대표적인 갈변을 일으키는 효소에는 폴리페놀옥시다아제와 티로시나아제 등이 있다(Quinde et al. 2004). 보리밥 갈변현상의 원인은 곡실에

*Corresponding Author (E-mail: esilvia@korea.kr, Tel: +82-63-238-5332, Fax: +82-63-238-5303)

(Received on September 19, 2016. Accepted on October 25, 2016.)

포함되어 있는 프로안토시아니딘이라는 폴리페놀류가 밥을 지은 후 보관하는 과정에서 산소와 접촉하여 갈변을 일으킨다(McEvily et al. 1992). 본 연구에서는 새로운 기능성 건강 식품으로서 보리 소비 촉진을 위하여 갈변에 따른 소비자의 선호도 감소 없이 보리 소비를 향상시킬 수 있도록 취반 후에도 보리밥이 갈변하지 않는 보리 품종 개발에 대한 연구결과 국내 최초로 프로안토시아니딘 프리 찰성 쌀보리 품종인 ‘영백찰’을 육성하게 되어 본 품종의 육성경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

영백찰쌀보리의 지역적응시험은 2012년부터 2개년 동안 답리작 재배는 전북 익산, 전남 나주, 경남 진주와 경북 대구에서 대비품종인 새찰쌀보리와 비교 검토하였으며(RDA 2012, 2013), 지역별 표준재배로 수행하였다. 생육조사는 내병성, 내습성, 내도복성, 흰가루병, 보리호위충병 및 수량구성요소를 조사하였으며, 조사 및 평가 방법은 농업과학기술 연구 조사 분석 기준(RDA 2003)에 준하였다. 병해검정 중 흰가루병은 익산지역 포장(비닐하우스)에서 *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* 병원균을 접종 2주 후 조사하였으며, 발병심도를 0~9 및 과사정도로 판정하였다. 보리호위충병(*Barley yellow mosaic virus*, BaYMV) 검정은 지역별 상습발병포장인 익산(strain III형), 나주(strain I형), 진주(strain IV형)지역에서 자연 발생을 유도하였고 백동품종을 체크품종으로 하여 이병정도(0~9)를 3월 상순에서 4월 상순 사이에 조사하였다(Park et al. 2009, Kim et al. 2016). 내한성 검정은 경기도 연천 시험지에서 9월 하순에 파종하여 월동 후 고사주율(%)을 조사하였다.

품질 분석은 조곡에서 단백질과 회분, 수분함량을 분석하였으며, 정곡에서 베타글루칸, 회분, 아밀로스, 프로안토시아니딘 함량을 분석하였고, 취반특성 및 취반 후 저장 기간에 따른 백도 변화를 조사하였다. 수분과 회분 함량은 각각 AACC 방법(2000) 44-15A와 08-01에 준하여 측정하였다. 시료는 Satake 시험 도정기로 정맥수율 77%로 정맥하였다. 모든 성분 분석에는 조곡과 정곡을 0.2 mm체가 장착된 Retsch centrifugal mill (Zm 100, Retsch GmbH & Co. Haan, Germany)로 분쇄한 분말시료를 사용하였다. 단백질분석은 Elementar Analyzer System (Vario MACRO, Hanau, Germany)를 이용하여 분석한 총 질소함량에 켈달장치를 이용하여 분석한 값과 비교하여 얻어진 conversion factor를 곱하여서 구하였다. β -glucan 분석은 Mcclary 방법(Mccleary & Glennie-Holmes 1985)을 이용한 Megazyme kit

를 이용하여 510 nm에서 흡광도로 분석하였다. 백도는 Kett (C300-3, Kett Electric Laboratory, Tokyo, Japan)으로 3회 측정하였다. 취반에 따른 정맥의 수분흡수율, 퍼짐성은 Shinjiro et al.(1965)등의 방법을 사용하여 분석하였다. 보리쌀 5 g을 20 mL D.W (distilled water)가 들어있는 메스실린더에 넣은 후 부피(a)를 읽고, 이 시료를 평량한 알루미늄망(자체제작)에 넣어서 증류수를 제거한 후 이 망을 100 mL 비이커에 넣고 충분히 끓는 물 80 mL를 부어 알루미늄 호일로 덮어 150°C 건조기에서 40분간 취반하였다. 취반된 시료를 꺼내어 10회 정도 물기를 털어준 다음 비이커에 60°정도 기울여 놓고, 10분 후 무게(b)를 측정하고 이 시료를 20 mL D.W가 들어 있는 메스실린더에 옮기고 부피(c)를 측정하였다. 100 mL 비이커에 남아 있는 고형물을 건조기에 넣고 75°C-80°C에서 16시간 정도 건조시킨 후 꺼내어 데시케이터에 넣고 30분 후 무게를 재고 다음 식으로 흡수율과 퍼짐성 및 용출고형물을 계산하였다.

$$\text{흡수율}(\%) = \frac{\text{흡수후무게}(b) - (\text{시료} + \text{망무게})}{\text{시료무게}} \times 100$$

$$\text{퍼짐성}(\%) = \frac{\text{취반후부피}(c)}{\text{취반전시료부피}(a)} \times 100$$

총페놀 함량은 gallic acid를 표준물로 하여 Folin-Denis 방법(Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemists)으로 분석하였다(So et al. 2002). 분쇄한 시료 1 g을 20 mL 80% MeOH로 24시간 추출한 후 10분간 200 rpm으로 원심분리 상등액을 분석에 이용하였다. 상등액 500 μ L와 증류수 1 mL, Folin 시약(10%) 2.5 mL를 3분간 반응시킨 후 Na_2CO_3 1 mL를 첨가하여 1시간 반응시켜 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Proanthocyanidin 분석은 분쇄한 곡립 0.2 g에 10 mL 메탄올-1% HCl 용액을 첨가하고 상온에서 20분간 흔들어 추출한 다음 원심분리하여 상등액을 취하였다. 2.5 mL 1% 바닐린-6M HCl 검정시약을 첨가한 후, UV 500 nm에서 흡광도를 조사하여 프로안토시아니딘 함량을 측정하였다. 분석시 카테킨을 표준물질로 사용하였으며, 표준물질을 이용한 검량선을 작성하여 프로안토시아니딘 정량분석에 이용하였다(Martin et al. 1978). Megazyme β -glucan assay kit는 Megazyme Co. (Bray, Co., Wicklow, Ireland)에서 구입하였으며, 그 외 모든 시약은 1급 이상 시약을 사용하였다.

실험결과는 SAS Enterprise Guide 4.0 (Statistical analysis

Year	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13
Generation	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇

Process	Artificial Cross	Bulk and Pedigree Selection	PYT	Regional Yield Trial
---------	------------------	-----------------------------	-----	----------------------

PYT ; Preliminary Yield Trial, AYT ; Advanced Yield Trial

Fig. 1. Pedigree diagram of ‘Yeongbaekchal’.

Table 1. Growth habit and Morphological characteristics of ‘Yeongbaekchal’

Cultivars	Growth habit	Grain husk	Leaf			Culm		Spike		Awn length
			Color	Length	Width	Length	Diameter	Type	Density	
Yeongbaekchal	IV	Naked	Green	Long	Medium	Medium	Medium	6-rowed	Medium	Long
Saechalssal	IV	Naked	Green	Long	Medium	Medium	Medium	6-rowed	Medium	Long

system, 2006, Cray, NC, USA)로 분석하고, 시료간의 유의적인 차이는 Duncan’s multiple range test로 유의수준 5%($p < 0.05$)에서 검증하였다.

결과 및 고찰

육성 경위

취반 후 보리의 갈변 현상을 해결하고 취반특성이 우수한 품종을 육성하기 위하여 2006년에 ‘찰쌀보리’와 프로안토시아니딘 프리인 ‘Radiant’를 인공교배 하였다. 2007년에 F₁을 양성한 후 이듬해 집단으로 F₂를 전개하였고, 2009년에는 각각 F₃를 집단선발 하였으며, 2010년에는 프로안토시아니딘 프리이며 찰성인 HB16953-B-B-7계통을 선발하여 2011년에 생산력검정 시험을 실시한 결과, 간장이 중정도이며, 취반 후 갈변이 적은 6조 찰성계통으로 판명되어 ‘익산116호’로 계통명을 부여, 2012년부터 2년간 익산 등 4개 지역에서 답리작 재배로 지역적응시험을 실시하였다 (RDA 2012, 2013). 그 결과, 답리작 적응성이 높으며, 중간장이며 6조로 프로안토시아니딘 프리이고 취반특성이 좋은 계통임이 입증되어 2013년 농작물 직무육성 신품종선정심의회에서 신품종으로 선정됨과 동시에 ‘영백찰’로 명명하였다. 육성 경위는 Fig. 1과 같다.

주요 특성

영백찰쌀보리의 주요특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 이삭이 6조인 쌀보리로 파성이 IV이고 병성 type이며 잎색은 녹색이고 폭은 중정도로 길이는 길고, 까락이 길다. 이삭은 반직립형이고 밀도는 중간이다.

출수기 및 성숙기는 Table 2에서와 같이 출수기는 답리작 4개 지역에서 평균은 5월 3일로 새찰쌀보리보다 3일 늦었다. 성숙기도 답리작에서 6월 4일로 새찰쌀보리보다 3일 늦었다.

생육 및 수량구성 요소는 Table 3에서와 같이 간장은 90 cm로 표준품종인 새찰쌀보리 86 cm에 비해 4 cm정도 길었으나 연차간 변이에 따른 통계적 유의성은 없었다. 수장은 5.0 cm로 길었으며 m²당 수수는 840개로 새찰쌀보리보다 많았다. 1수립수는 63개로 새찰쌀보리보다 많았고, 천립중과 리터중은 새찰쌀보리와 비슷하였다.

내재해성 및 내병성은 Table 4에서와 같이 내한성은 고사주율이 고후 71%, 저후 54%로 새찰쌀보리보다 약하였다. 도복 정도는 지적포장에서 3으로 새찰쌀보리보다 약하였고, 보리호위충 병은 익산(strain III형)에서는 약하였고 나주(strain I형)와 진주(strain IV형)에서 새찰쌀보리와 같이 저항성을 보였다. 흰가루 병은 익산지역 포장에서 새찰쌀보리와 같았으며 발병심도와 감염정도 새찰쌀보리와 같았다.

Table 2. Heading and maturing dates of ‘Yeongbaekchal’ cultivated in Iksan, Naju, Jinju and Daegu regions from 2012 to 2013

Field conditions	Locations	Heading date		Maturing date	
		Yeongbaekchal	Saechalssal	Yeongbaekchal	Saechalssal
Paddy	Iksan	May 3	April 30	June 3	May 31
	Naju	May 6	May 1	June 11	June 9
	Jinju	May 4	April 30	May 31	May 27
	Daegu	May 2	April 27	June 2	May 30
	Mean	May 3a	April 30a	June 4a	June 1a

*The same letters are not significantly different among varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 3. Agronomic characteristics of ‘Yeongbaekchal’ cultivated in Iksan, Naju, Jinju and Daegu regions from 2012 to 2013

Cultivar	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. of spike per m ²	No. of grains per spike	1000-grain weight (g)	Test weight (g)
Yeongbaekchal	90a	5.0a	840a	63a	25.1a	831a
Saechalssal	86a	4.0b	695a	56b	28.8a	834a

*The same letters are not significantly different among varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 4. Winter hardiness, lodging resistance, and disease resistance of ‘Yeongbaekchal’ tested in Yeoncheon, Iksan, Naju and Jinju regions from 2012 to 2013

Cultivar	Winter killing rate ¹ (%)		Degree of lodging (0~9) [#]	Powdery mildew ²		BaYMV ³ (0~9) [#]		
	Normal	High ridge		Infection type	Infection degree (0~9) [#]	Iksan (III)	Naju (I)	Jinju (IV)
Yeongbaekchal	54a	71a	3a	Susceptable	7a	6a	0a	1a
Saechalssal	27b	51b	0b	Susceptable	7a	3b	0a	1a

¹Data tested at Yeoncheon. ²Means of Suwon, Iksan, and Milyang during RYT.

³Barley Yellow Mosaic Virus.

[#]0 : Resistance, 9 : Susceptible

*The same letters are not significantly different among varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 5. Pearling and cooking characteristics of ‘Yeongbaekchal’

Cultivar	Protein Cont. (%)	Total phenol cont. (%)	Proantho-cyanid Cont. (%)	Starch Cont. (%)	Grain pearling		Cooking quality		
					Whiteness	β-glucan (%)	Amylose (%)	Water absorption rate(%)	Expansion rate (%)
Yeongbaekchal	9.96a*	0.06b	-	61.3a	37.3a	6.24a	6.7a	287a	463a
Saechalssal	11.0a	0.20a	0.188a	60.3b	37.3a	6.30a	6.0b	276a	446a

*The same letters are not significantly different among varieties at the 5% probability level by DMRT.

Table 6. Yield potential of ‘Yeongbaekchal’ in the regional yield trials(RYT) tested in Iksan, Naju, Jinju and Daegu regions from 2012 to 2013

Field	Regions	Yeongbaekchal(MT/ha)			Saechalssal(MT/ha)			Index (a/b×100)
		2012	2013	Mean(a)	2012	2013	Mean(b)	
Paddy	Iksan	4.44	2.90	3.67a	5.36	3.52	4.44a	83
	Naju	1.32	3.31	2.32a	2.41	2.38	2.40b	97
	Jinju	4.22	3.87	4.05a	4.16	3.83	4.00ba	101
	Daegu	3.30	4.02	3.66a	3.30	3.76	3.53ba	104
	Mean	3.32	3.53	3.42a	3.81	3.37	3.59a	95

*The same letters are not significantly different among varieties at the 5% probability level by DMRT.

품질특성

‘영백찰’의 조곡, 정곡 및 취반특성은 Table 5에서와 같이 조곡의 단백질 함량은 9.96%로 표준품종인 새찰쌀보리보다 적었으나 유의성은 없었다. 총페놀 함량은 0.06%로 새찰쌀보리보다 현저히 적었다. 프로안토시아닌 함량은 영백찰에서는 검출이 되지 않았으며 새찰쌀은 0.188%이었다. Baik & Ullrich (2008)는 보리는 약 0.2-4.0% phenolic compound를 포함하며, polyphenols, phenolic acids, proanthocyanidins, catechin등이 주요 phenolic compounds라고 하였으며, 영백찰은 프로안토시아닌 프리 품종으로 프로안토시아닌이 검출되지 않았으며 현저히 낮은 총페놀 함량을 나타내었다. 전분함량은 영백찰이 61.3%로 새찰쌀보다 높았으며 도정을 한 종실의 백도는 37.3으로 새찰쌀보리와 같았다.

보리는 평균적으로 전분 64%, 단백질 11%, β -glucan 5%로 구성되어 있으며 나머지 20%는 수분, 지방, 회분, 섬유소, 그리고 소량의 비타민 등 미량성분들을 포함하고 있다(Cheigh et al. 1976). 신품종 ‘영백찰’쌀보리의 β -glucan 함량은 6.24%로 새찰쌀보리와 비슷하였고, 아밀로스 함량은 6.7%로 새찰쌀보리보다 높았다. 취반시 흡수율과 퍼짐성은 287%와 463%로 혼반용으로 이용되고 있는 새찰쌀보리와 비슷하였다.

취반 후 저장시간에 따른 백도변화

취반 후 저장시간에 따른 갈변 현상을 알아보기 위하여 밥을 지은 후 밥통에 보관하면서 백도변화를 조사하였다(Fig. 2). ‘새찰쌀’은 취반 직후 백도가 28.5이었으나 6시간 이후 급격히 감소하여 22시간에서는 15.8이었고 48시간에는 11.8까지 감소하여 취반 직후에 비하여 16.7 감소하였다. ‘영백찰’의 백도는 취반 직후 32.4로 새찰쌀보리보다 약간 높았으며 6시간 이후에도 29로 약간 감소하였으며 22시간에는 28.9, 48시간에는 25.2

Fig. 2. Whiteness change of ‘Saechal’ and ‘Yeongbaekchal’ during storage time after cooked.

로 백도는 취반 직후에 비하여 7.3 감소하였다. 이로써 새롭게 개발된 ‘영백찰’ 품종은 취반 후에도 갈변하지 않는 특성을 가지는 것으로 갈변에 의한 소비자 선호도를 감소시키지 않고 보리 소비를 촉진시킬 수 있을 것으로 생각된다.

수량성

‘영백찰’의 수량성은 2012년부터 2013년까지 2개년간 실시한 지역적응시험 답리작 4개소 평균수량은 342 kg/10a으로 새찰쌀보리보다 5% 감소하였으나 전체적인 수량성은 통계적인 차이는 없었다(Table 6).

적요

보리의 향과 갈변현상은 보리밥이나 보리 포함 가공제품의 소비를 감소시키는 요인으로 갈변현상을 방지하는 것은 보리소비를 증대시키기 위하여 매우 중요하다. 신품종 ‘영백찰’쌀보리는 프로안토시아닌 프리인 찰성 쌀보리 신품종으로 국립식량

과학원에서 도복과 내한성이 강하고 착성으로 취반특성이 우수한 특성을 지닌 ‘새찰쌀보리’와 프로안토시아니딘 프리인 ‘Radiant’를 인공교배한 후 계통육종법으로 육성하였다. 4개 지역에서 답리작 지역적응시험을 실시한 결과 답리작 적응성이 높으며, 프로안토시아니딘 프리이고 취반특성이 좋은 계통임이 입증되었다. 출수기와 성숙기는 답리작에서 새찰쌀보리보다 3일 늦었고, 간장은 90 cm로 중장간, 수장 5.0 cm, m²당 수수는 840개로 새찰쌀보리보다 많았고 천립중은 25.1 g으로 소립종이었다. 단백질 함량은 표준품종인 새찰쌀보리보다 적었으며, 프로안토시아닌 함량은 검출되지 않았고, β -glucan 함량은 새찰쌀보리와 비슷하였고, 아밀로스는 새찰쌀보리보다 많았다. 흡수율과 퍼짐성은 비슷하였고, 수량성은 답리작에서 3.42 MT/ha으로 새찰쌀보리보다 5% 감소하였으며, 취반 후 저장기간 동안 아주 미미한 색상변화만을 나타내었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제명 : 보리 용도별 품질요인 규명 및 이용연구, 과제번호; PJ011143012016)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of the AACC. 10th ed. The Association: St. Paul, MN.
2. Baik BK, Ullrich SE. 2008. Barley for food: characteristics, improvement and renewed interest. J. Cereal Sci. 48: 233-242.
3. Cheigh HS, Lee NS, Kwon TW. 1976. Some nutritional composition of barley flours. Korean J. Food Sci. Technol. 8(4): 260-262.
4. Kim YK, Lee MJ, Back SB, Hyun JN, Park HH, Park JC, Kim KH, Kang CS, Oh YJ, Cheong YK, Jeung JH, Bae JS, Kom BK. 2016. Covered barley(*Hordeum vulgare* L.) variety, ‘Hyeyang’ with BaYMV resistance, high yield and good malt quality, Korean J. Breed. Sci. 48(2): 177-182.
5. Lee YT. 1996. Physicochemical characteristics and physiological functions of β -Glucan in barley and oats. Korean J. Crop. Sci. 41: 10-24.
6. Lee YT, Seog HM, Cho MK. 1997. β -glucan enrichment from pearled barley and milled barley fractions. Korean J. Food Sci. Technol. 29(5): 888-894.
7. Lee YT. 2001. Dietary fiber composition and viscosity of extracts from domestic barley, wheat, oat, and rye. Korean J. Food & Nutr. 14(3): 233-238.
8. Martin LP, Steve VS, Larry GB. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem. 26(5): 1214-1218.
9. McCleary BV, Glennie-Holmes M. 1985. Enzymic quantification of (1-3)(1-4)- β -D-glucan in barley and malt. J. of the Institute of brewing, 91: 285-295.
10. McEvily AJ, Iyengar R, Otwell WS. 1992. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. Crit Rev Food Sci Nutr. 32(3): 253-273.
11. Newman, RK, Newman CW, Graham. H. 1989. The hypcholesterolemic function of barley beta-glucans. Cereal Foods World, 34: 883.
12. Park JC, Noh TH, Park CS, Kang CS, Kang MH, Lee ES, Lee JH, Lee JJ, Kim TS. 2009. Responses of Resistant Genes to Barley Yellow Mosaic Virus (BaYMV) Strains in Korea. Res. Plant Dis. 15(2): 72-76.
13. Quinde Z, Ullrich SE, Baik BK. 2004. Genotypic variation in colour and discoloration potential of barley-based food production. Cereal Chem. 81(6): 752-758.
14. Rural Development Administration (RDA). 2003. Agriculture Experiment Investigation Standard.
15. Rural Development Administration (RDA). 2012. Report of Development New Variety of Winter Crops.
16. Rural Development Administration (RDA). 2013. Report of Development New Variety of Winter Crops.
17. Shinjiro C, Endo I, Tani T. 1965. Qualities of rices by early seasonal cultivation or early sowing depend upon rice varieties and growing regions. II. Cooking qualities of rice grains. Report of the Food Research Institute, Tokyo, Japan, 20, 13.
18. So YB, Jeon WB, Kim DS, Heo HY, Seo YW. 2002. Antioxidant activity and total phenolic compounds in grain extracts of wheat, barley, and oat. Korean J. Crop Sci. 47: 102-107.