기능성 흑찰거대배아미 조생종 벼 품종 ‘눈큰흑찰’

박동수^{1*} · 황운하¹ · 박수권¹ · 이종희² · 한상익¹ · 조준현¹ · 이지윤¹ · 오성환¹ · 장기창² · 서우덕¹ ·
신동진¹ · 김상열³ · 송유천¹ · 여운상¹ · 박노봉³ · 남민희¹ · 이종기⁴

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부, ²농촌진흥청

³농촌진흥청 국립식량과학원 영덕출장소, ⁴농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

A Waxy Black Giant Embryo Earley Maturing Rice Variety ‘Nunkeunheugchal’

Dong-Soo Park^{1*}, Un-Ha Hwang¹, Soo-Kwon Park¹, Jong-Hee Lee², Sang-Ik Han¹, Jun-Hyeon Cho¹,
Ji-Yoon Lee¹, Seong-Hwan Oh¹, Ki-Chang Jang², Woo-Duck Seo¹, Dong-Jin Shin¹, Sang-Yeol Kim³,
You-Chun Song¹, Un-Sang Yeo¹, No-Bong Park³, Min-Hee Nam¹, and Jong-Ki Lee⁴

¹Department of Functional Crop Science, NICS, RDA, Milrang, 627-803, Korea

²RDA, Jeonju, 560-500, Korea

³Department of Functional Crop Science, NICS, RDA, Yeongdeok, 766-851, Korea

⁴Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong, 369-873, Korea

Abstract : Nunkeunheugchal (registration No. 01-0001-2014-4), a black waxy giant embryo rice cultivar, was developed by the rice breeding team of National Institute of Crop Science (NICS), RDA in 2012. This cultivar was derived from the cross between *ge¹* and Josaengheugchal in 2004/2005 winter season, and selected by a promising line, YR25277-B-B-314-2, was selected and designated as the line of Milyang263 in 2009. The local adaptability test of Milyang263 was carried out at four locations from 2010 to 2012 and it was named as Nunkeunheugchal. This variety is a early maturity cultivar. It has 65 cm in culm length and 72 spikelets per panicle, and 1,000 grain-weight of brown rice is 17.8 g which is less than that of Josaengheugchal. This variety is resistant to leaf blast, but susceptible to bacterial blight, neck blast, virus disease and insect pest. The yield potential of Nunkeunheugchal was about 3.54 MT/ha as brown rice at ordinary fertilizer level in local adaptability test for three years. Nunkeunheugchal possesses benefits to rice consumers because of high amounts of GABA, anthocyanin, calcium and iron. This variety would be adaptable to the paddy field of middle and southern plain region of Korea.

Keywords : Rice, Variety, Nunkeunheugchal, Giant embryo, GABA

서 언

벼는 세계인구의 50% 이상이 주식으로 하는 작물이며 국제곡물시장에서 그 중요성이 점점 커지고 있다. 최근 벼 재배 면적 및 쌀 소비량은 감소하는 실정이나 국민의 건강에 대한 관심 증대와 함께 기능성 쌀의 수요는 크게 증가하고 있는 추

세이다. 농촌진흥청에서는 밥쌀용 쌀에 기능성 성분이 더해진 기능성 품종으로 난소화성 전분을 함유한 ‘고아미2호’(RDA 2002), ‘고아미3호’(Lee et al. 2011), ‘도담쌀’(RDA 2013), 거대배아미 ‘큰눈’(Hong et al. 2012, RDA 2005) 등을 개발한 바 있다.

벼의 곡립은 배아와 배유로 구성되며 배유는 주로 인간이 섭취하는 부분이고 배아는 도정과정에서 제거되어 사료 또는 산업용으로 이용된다. 벼의 씨눈은 종자전체의 2~3%만 차지하지만 지질, 단백질, 비타민, 무기성분 함량이 배유보다 높으므로(Hinton 1948, Juliano 1985) 씨눈의 크기를 증대시키

*Corresponding author (E-mail: parkds9709@korea.kr, Tel: +82-55-350-1184, Fax: +82-55-352-3059)

(Received on September 20, 2014. Revised on December 7, 2014.
Accepted on March 2, 2015.)

면 쌀의 영양적 또는 기능적 가치를 더욱 높일 수 있다. 씨눈의 크기는 종자발달 과정에서 씨눈과 배유의 상호작용에 의해 결정된다. 돌연변이에 의해 *GE* 유전자의 기능이 소실되면 배유가 적어지며 그에 비례해서 씨눈의 크기가 커진다(Sakai & Taramino 2007). 또한 최근 발아현미가 일반현미에 비해 취반 후 물리성이 좋아 식감이 좋고 영양성분의 흡수도 잘되는 이점이 있어 소비자의 관심이 증가하고 있다. 또한 발아과정에서 lysine, methionine과 같은 필수아미노산의 함량이 많아지고 혈압강하, 신경안정 등에 대한 생리활성을 가지는 물질인 GABA (γ -aminobutyric acid)의 경우 발아과정에서 그 함량이 매우 증가된다(Nakagawa & Onoto 1996, Oh et al. 2002). 이와 관련하여 일본과 우리나라의 경우 각종 생리활성 물질이 많은 거대배 현미를 발아현미로 제조하여 산업화 하는 사례가 늘고 있는 추세이다. 흑미는 항산화 및 항암효과가 있는 것으로 알려진 안토시아닌 함량이 높다(Chen et al. 2006, Ryu et al. 2003). 따라서 쌀의 영양적 가치를 더욱 다양화하기 위하여 거대배, 흑미 찰성유전자를 동시에 가지는 흑찰거대배아미인 ‘눈큰흑찰’을 육성하였기에 이 품종의 육성경위 및 주요특성을 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 시험은 밀양263호를 2010~2012년 3년간 수원, 밀양 등 4개 지역에서 보통기 보비 표준재배로 수행하였다. 시비량 및 질소분시 방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하여 수원에서는 4월 25일 파종, 5월 25일 이앙, 익산과 밀양에서는 4월 30일 파종, 5월 30일 이앙하였다. 재식거리 30 × 15 cm로 주당 3본씩 이앙하였다. 기타 재배방법 및 수량성, 생리장해 특성 및 병충해 저항성 및 품질분석 조사는 농촌진흥청 신품종 개발공동연구사업 과제수행계획서 조사기준에 준하였다(RDA 2010, 2011, 2012).

발아현미 제조 및 GABA 분석

품종별 현미 50 g을 3시간 동안 상온에서 증류수에 침지 후 물을 뺀 종자를 28~30℃ 항온기에서 싹의 길이가 1 cm 정도될 때까지 48시간 동안 발아시켰다. 발아과정에서 수분 유지를 위해 증류수를 3~4회 뿌려주었다. GABA분석을 위해 발아된 종자를 동결건조 후 막자사발을 이용하여 분쇄하였다. 시료 0.5 g을 3차증류수 2 mL를 넣은 후 실온에서 18시간 교반하여 추출, 여과한 후 상등액을 AccQ·tag 키트

(Waters, USA)로 유도체화 한 후 초고압 액체크로마토그래피 분광기기를 이용하여 유리아미노산 및 가바(GABA) 함량을 정량분석 하였다. 분석컬럼은 유리아미노산 및 가바를 분석하는 전용컬럼(AccQ·Tag Ultra column (2.1 × 100 mm, Waters, USA)을 사용하였고 형광검출기를 사용하였다.

안토시아닌 함량 분석

눈큰흑찰의 총 안토시아닌을 분석하기 위하여 시료 1 g에 1% 추출용매(1.0% HCl in 80% MeOH (v/v)) 20 mL를 가하여 30℃에서 24시간 진탕추출 후 0.2 μ m 실린지 필터로 여과하여 그 용액을 초고압액체크로마토그래피 분광기기를 이용하여 525 nm의 파장 검출기를 사용하여 정량분석하였다. 분석용매: A (물(0.1% TFA)), B (메탄올(0.1% TFA))를 사용하였고 표준용액은 표준물질인 시아니딘 3-O-글루코사이드와 페오니딘 3-O-글루코사이드를 사용하여 검량곡선을 작성 후 정량분석 하였다.

γ -oryzanol 함량 분석

시료 1 g을 취하여 isopropanol 5 mL를 가하여 5시간 동안 진탕추출 한 후 상등액을 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 컬럼은 Zorbax Eclipse XDB-C18 (150 × 4.6 mm)을 사용하였고 이동상은 아세트나이트릴: 메탄올 (1:9, v/v) 비율로 만든 후 HPLC (Waters, USA)로 정량분석 하였다. 표준물질은 γ -oryzanol (Wako Pure Chemical Ind., Osaka, Japan)을 사용하여 검량선을 작성하고 각각의 peak에 대한 함량은 전체 함량에 대한 면적비로 함량을 분석하였다.

무기성분 함량 분석

무기성분 중 칼슘, 철, 마그네슘의 함량을 분석하기 위하여 시료 1 g을 각각 ICP 분석용 튜브에 일정량 취한 후 질산을 5 mL 넣고 150℃에서 습식분해법을 이용하여 전처리 하였다. 유도결합플라즈마 분석기기를 사용하여(ICP) (ELAN DRC II, Perkin Elmer, US) 칼슘, 철, 마그네슘의 표준시약을 제조 한 후 검량곡선을 작성하여 분석시료의 양이온 함량을 정량분석 하였다.

결과 및 고찰

육성경위

눈큰흑찰은 쌀의 기능성 성분을 극대화 하려는 목적으로

육성한 품종이다. 거대배 변이체인 ge' (Park et al. 2010)는 화청벼와 상주찰벼의 F_1 약배양 후대 중에서 선발한 거대배 변이체로 씨눈 크기를 조절하는 GE 유전자의 새로운 대립유전자로 cytochrome P450 유전자에 포함되는 아미노산 하나가 변형된 돌연변이형이며 이에 따라 배의 크기가 일반벼에 비해 3.7배 정도 크나 배유발달이 매우 불량하여 등숙이 잘 되지 않는 돌연변이 계통이다. 눈큰흑찰은 ge' 의 등숙률을 증진시키고 동시에 기능성 물질인 안토시아닌을 합성하는 벼 품종육성을 위해 '04/'05 동계에 ge' 를 모본으로 하고 흑찰벼인 조생흑찰 부분으로 교배하여 계통육종법으로 육성되었다. 2005년에 F_1 세대 23개체를 얻어 2006년 F_2 세대에서 300개체를 양성한 후 2006년/2007년 동계에 1개체 1계통법으로 F_3 세대 300계통을 전개하였다. 2007년 F_4 세대 이후부터는 포장

에서 계통육종법에 의해 선발하면서 거대배이면서 흑미인 계통 중 생육특성이 우수한 계통을 선발하였다. 선발된 우량계통에 대해 2009년 생산력검정시험을 실시한 결과 조생종인 YR25277-B-B-314-2 계통을 선발하여 밀양263호로 계통명을 부여하고 2010~2012년 3년간 지역적응시험 실시한 결과 그 우수성이 인정되어 2012년 12월 농촌진흥청 농작물 직무육성 신품종선정위원회에서 품종으로 선정되었으며 눈큰흑찰이라 명명하였다(Fig. 1, Fig. 2).

주요특성

출수기 및 주요 농업적 특성

눈큰흑찰의 출수기는 보통기 보비재배시 4개소 평균 7월

Year	'04/'05	'05	'06	'06/'07 Winter Season	'07	'08	'09	'10	'11	'12
Generation	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆			
YR23517Acp79 × → Josaengheugchal	YR25277		1	1	1	1				
		1	.	.	.	.				
		.	.	.	.	.				
		.	→	→	→	314 →	YR25277 -B-B-314-2	→		
		→	.	.	.	.				
		.	.	.	.	.				
		23	300	300	500	386				
Remark			Pedigree nursery				← Yield trial →			
								← Local adaptability test →		

Fig. 1. Pedigree diagram of 'Nunkeunheugchal'.

Fig. 2. Generation diagram of 'Nunkeunheugchal'.

30일로 조생흑찰과 비슷한 조생종이다. 벼 키는 65 cm로 조생흑찰과 비슷하며 포기당 이삭수와 이삭당 벼알수도 각각 13개와 73개로 조생흑찰과 비슷하다. 눈큰흑찰은 천립중이 17.8 g으로 조생흑찰보다 1.7 g 정도 가벼운 편이며 낱알의 등숙은 충실하나 왕겨와 현미 사이의 공극발생으로 등숙률이 매우낮은 9.0%로 나타났다(Table 1).

생리장애 저항성

눈큰흑찰은 성숙기 하엽노화가 느리며 위조현상은 강한 편이다. 냉수처리에 의한 내냉성 검정 결과 눈큰흑찰의 출수 지연 일수와 냉수구 임실률이 각각 11일과 34%로 조생흑찰과 비슷하였다. 눈큰흑찰의 불시출수는 22.5%로 조생흑찰과 비슷하나 수발아율은 8.9%로 조생흑찰 보다 낮았다(Table 2). 도복특성 검정에서 눈큰흑찰의 간장은 69 cm로 조생흑찰과 비슷하나 3절간장이 약간 짧고 좌절중이 721 g으로 조생흑찰의 435 g보다 높아 도복지수가 169로 조생흑찰보다 낮았다. 포장도복 정도는 이앙재배에서 조생흑찰과 비슷하게 강한 편이다(Table 3).

병해충 저항성

전국 14개 장소에서 잎도열병 발못자리 검정 결과 눈큰흑찰은 저항성을 나타내는 시험지 수가 9개소로 조생흑찰보다 저항성 정도가 높은 것으로 나타났으나 목도열병에 대하여는 조생흑찰 보다 다소 많이 발생하였다(Table 4). 기타 흰잎마름병 바이러스 및 멸구류에는 저항성이 없다(Table 5).

미질 특성 및 영양성분

눈큰흑찰의 현미의 장폭비는 1.93으로 조생흑찰과 비슷한 중장립형이며 종피에 안토시아닌이 함유된 흑색찰벼이다. 알카리 붕괴도는 조생흑찰보다 약간 높은 6.1 정도이며 단백질 함량은 약간 낮은 6.0%이다. 눈큰흑찰은 거대배 품종으로 씨눈무게가 1.46 mg으로 일반벼인 조생흑찰 보다 3배 정도 무거우며, 이에 따라 씨눈에 많이 포함된 GABA 함량이 현미상태에서는 34 mg/100g으로 조생흑찰에 비해 7배, 발아현미에서는 88 mg/100g으로 1.7배 정도 높은 편이다(Fig. 3, Table 6, Table 7).

Table 1. Major agronomic traits and yield components.

Variety	Heading date	Culm length (cm)	panicle length (cm)	No of panicles / hill	No of spikes / panicles	Ratio of ripened grain (%)	1000-grain weight of brown rice (g)
Nunkeunheugchal	July 30	65 ^{ns}	20.0 ^{ns}	13 ^{ns}	73 ^{ns}	9.0*	17.8*
Josaengheugchal	July 31	65	20.0	14	72	48.1	19.5

*significant at 5% level, ns: no significant

Table 2. Major agronomic traits and yield components.

Variety	Leaf senescence at maturing	Dis-coloration ^z (1~9)	Cold tolerance ^y		Prematuring heading (%)	Viviparous germination (%)
			Heading delay (day)	Grain fertilit ^y (%)		
Nunkeunheugchal	Slow	1	11	34 ^{ns}	22.5 ^{ns}	8.9 ^{ns}
Josaengheugchal	Slow	1	12	35	20.7	18.4

ns: no significant

^zEvaluation at maximum tillering stage (1: tolerant, 9: susceptible)

^yCold tolerance was evaluated at cold water (17°C) irrigation nursery in Chuncheon

Table 3. Major characteristics related to lodging.

Variety	Culm length (cm)	Third internode length (cm)	Breaking strength (g)	Lodging index	Lodging in the field (1~9)
Nunkeunheugchal	69	10.9	721	169	1
Josaengheugchal	66	11.6	435	203	1

Table 4. Resistance reaction to blast disease and bacterial blight.

Variety	Reaction at blast nursery test ^z					Bacterial blight			
	Number of tested sites ^y			Neck blast (infected spikes, %) ^x					
	R (0~3)	M (4~6)	S (7~9)	Icheon	Jaechon	K ₁	K ₂	K ₃	K _{3a}
Nunkeunheugchal	9	5	0	4.1	0.8	S	S	S	S
Josaengheugchal	2	12	0	0.0	0.3	S	S	S	S

^zN fertilizer of blast nursery test : 240kg/ha^yR: resistance, M: moderately resistance, S: susceptible^xN fertilizer of neck blast : 220kg/ha**Table 5.** Reaction to virus disease and insect pests.

Variety	Virus disease ^z			Resistance to insects ^y		
	Stripe	Dwarf	Black-streak dwarf	BPH	WBPH	SBPH
Nunkeunheugchal	S	S	S	S	S	S
Josaengheugchal	S	S	S	S	S	S

^zS: susceptible^yBPH: brown planthopper, WBPH: white-backed planthopper, SBPH: small brown planthopper**Table 6.** Grain appearance and quality of ‘Nunkeunheugchal’.

Variety	Length/width ratio of brown rice	Color of brown rice	Amylose	Alkali digestive value (1~7)	Protein content (%)
Nunkeunheugchal	1.93 ^{ns}	Black	Waxy	6.1	6.0 ^{ns}
Josaengheugchal	1.96	Black	Waxy	5.3	6.9

ns: no significant

Table 7. Physicochemical property of ‘Nunkeunheugchal’.

Variety	Single embryo weight (mg)	GABA (mg/100g)		Anthocyanin (mg/100g)	γ -Oryzanol (mg/100g)	Lipid (%)	Minerals (mg/100g)		
		Brown rice	Germinated brown rice				Ca	Mg	Fe
Nunkeunheugchal	1.46	34	88	129	32	2.6	33.8	136.6	4.57
Josaengheugchal	0.51	5	55	118	29	3.1	23.5	119.3	2.07

Nunkeunheugchal

Josaengheugchal

Fig. 3. Grain shape of ‘Nunkeunheugchal’.

Table 8. Yield of ‘Nunkeunheugchal’ at local adaptability test.

Culture season	Tested site	Brown rice yield (MT/ha)								Index (A/B)
		Nunkeunheugchal				Josaengheugchal				
		'10	'11	'12	Ave (A)	'10	'11	'12	Ave (B)	
Ordinary season culture	Cheongwon		4.37	4.79	4.58	-	4.53	4.86	4.70	98
	Milyang	3.71	2.85	3.32	3.29	-	3.65	3.97	3.81	86
	Iksan	2.97	3.62	4.21	3.60	-	3.97	4.67	4.32	83
	Naju	3.84	2.07	3.22	3.04	-	3.08	4.20	3.64	84
	Mean	3.51	3.23	3.89	3.54*	-	3.81	4.43	4.12	86

*: significant at 5% level

수량성

쌀수량은 2010년부터 2012년까지 수원, 밀양 등 4지역에서 보통기 보비재배의 3년 평균 3.54 MT/ha로 대비품종인 조생흑찰의 4.12 MT/ha보다 낮은 편이다(Table 8).

재배상 유의점

질소질 비료 과용시 등숙저하, 숙색불량 및 병해충 발생이 우려되므로 적정 균형시비를 해야 한다. 도열병을 제외한 각종 병해충에 저항성이 없으므로 적기 기본방제를 하여야 하며 목도열병 및 바이러스병 발병 상습지 재배는 피하는 것이 좋다. 수확기 가을장마 시 수발아가 우려되므로 적기에 수확해야 한다.

적 요

눈큰흑찰은 최근 국민의 건강에 대한 관심에 대한 요구에 부응하기 위해 2012년 국립식량과학원 기능성작물부에서 육성한 품종이다. 눈큰흑찰은 씨눈에 함유된 기능성 물질 함량이 높은 벼 개발을 목적으로 ge^1 를 모본으로 하고 흑찰벼인 조생흑찰 부분으로 교배하여 계통육종법으로 육성되었다. 선발된 YR25277-B-B-314-2 계통을 밀양263호로 계통명을 부여하고 2010~2012년 3년간 지역적응시험 실시하여 2012년 12월 농촌진흥청 농작물 직무육성 신품종선정위원회에서 품종으로 선정되었으며 눈큰흑찰로 명명하였다. 눈큰흑찰의 출수기는 전국 평균 7월 30일로 조생흑찰과 비슷한 조생종이다. 벼 키는 65 cm로 조생흑찰과 비슷하며 포기당 이삭수와 이삭당 벼알수도 각각 13개와 73개로 조생흑찰과 비슷하다. 천립중이 17.8 g으로 조생흑찰보다 1.7 g 정도 가벼운 편이다. 도복 및 도열병에는 강하나 흰잎마름병, 바이러스병 및 해충에 약한 편이다. 쌀수량은 3.54 Mt/ha로 조생흑찰의 4.12 MT/ha

보다 낮은 편이다. 현미모양은 장폭비 1.93으로 조생흑찰과 비슷한 중장립형이며 종피에 안토시아닌이 함유된 흑색찰벼이다. 눈큰흑찰은 거대배 품종으로 씨눈무게가 1.46 mg으로 조생흑찰 보다 3배 정도 무거우며, 이에 따라 씨눈에 많이 포함된 GABA 함량이 높다. 눈큰흑찰의 적응지역은 중부 및 남부 평야지이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 벼 줄무늬잎마름병 저항성 QTL 탐색 및 중간모본 개발, 세부과제번호: J01112701)의 지원에 의해 이루어진 것임. 눈큰흑찰을 육성함에 있어 적극 협력하여 주신 국립식량과학원 답작과와 벼 맥류부 벼육종재배과 및 각 도 농업기술원 벼지역적응시험 담당자분들과 농촌진흥청 연구정책국 관계관 여러분들께 깊은 감사를 드린다.

REFERENCES

1. Chen PN, Kuo WH, Chiang CL, Chiou HL, Hsieh YS, Chu SC. 2006. Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and u-PA expression. *Chemico-Biological Interactions*. 163: 218-229.
2. Hinton JJC. 1948. The distribution of vitamin B1 in the rice grain. *Br. J. Nutr.* 2: 237-241.
3. Hong HC, Kim YG, Choi YH, Yang SJ, Lee KS, Lee JH, Jeong OY, Yang CI, Cho YC, Choi IS, Baek MK, Kim MK, Yea JD, Hwang HG, Roh JH, Kim SL, Choi HC, Lee YT, Lee SH. 2012. A medium-maturing, giant-embryo, and germination brown rice cultivar ‘Keunnun’. *Korean J. Breed. Sci.* 44: 160-164.

4. Juliano BO. 1985. Rice chemistry and technology. AACC Monograph Series 17-174.
5. Lee SB, Lee JH, Shin YS, Lee KS, Hwang HG, Jeong OY, Yang CI, Choi YH, Yan SJ, Jeon YH, Hong HC, Kim HY, Cho YC, Lee JH, Yea JD, Oh MK, Kim MK, Kim YG, Jeong KH, Lee YT. 2011. A medium-maturing, high non-dietary starch, specialty rice cultivar 'Goami 3'. Korean J. Breed. Sci. 43: 595-599.
6. Nakagawa K, Onoto A. 1996. Accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in the rice germ. Food Process 31: 43-46.
7. Oh SH, Kim SH, Moon YJ, Choi WG. 2002. Changes in the levels of γ -aminobutyric acid and some amino acids by application of glutamic acid solution for the germination of brown rice. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 17: 49-53.
8. Park DS, Park SK, Yi G, Hwang UH, Kim SM, Han SI, Seo WD, Lee JH, Cho JH, Song YC, Yeo US, Jang KC, Kwon TM, Nam MH, Park ST, Kang HW. 2010. Agronomic and chemical properties of a new black waxy giant embryo mutant, Milyang 263, in rice (*Oryza sativa* L.). Korean J. Breed. Sci. 42: 463-469.
9. Ryu SN, Park SZ, Kang SS, Han SJ. 2003. Determination of C3G content in blackish purple rice using HPLC and UV-Vis spectrophotometer. Korean J. Crop Sci. 48: 369-371.
10. Rural Development Administration. 2002. Result of selection breeding for new crop cultivars. pp.112-122.
11. Rural Development Administration. 2005. Result of selection breeding for new crop cultivars. pp.158-166.
12. Rural Development Administration. 2010. Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 3-118.
13. Rural Development Administration. 2011. Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 3-126.
14. Rural Development Administration. 2012. Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 3-231.
15. Rural Development Administration. 2013. Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 3-190.
16. Sakai H, Taramino G. 2007. Alteration of plant embryo/endosperm size during seed development. World Intellectual Property Organization Publication No. WO 2007/070687 A2.