적립계 대한 내수발아성 제면용 밀(*Triticum aestivum* L.) ‘수안’

강천식¹ · 정영근¹ · 김경훈¹ · 김학신¹ · 김영진¹ · 김경호¹ · 박종철¹ · 박형호¹ · 김홍식² · 강성주³ ·
최홍집⁴ · 김정곤⁵ · 김기종¹ · 이춘기¹ · 박광근¹ · 박기훈¹ · 박철수^{6*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²농촌진흥청, ³전남농업기술원, ⁴경북농업기술원,
⁵(사)한국맥류산업발전연구원, ⁶전북대학교 농업생명과학대학 작물생명과학과

A Wheat Variety, ‘Sooan’ with Good Noodle Quality, Red Grain Wheat, Higher Winter Hardiness and Pre-harvest Sprouting Resistance

Chon-Sik Kang¹, Young-Keun Cheong¹, Kyeong-Hoon Kim¹, Hag-Sin Kim¹, Young-Jin Kim¹, Kyong-Ho Kim¹,
Jong-Chul Park¹, Hyung-Ho Park¹, Hong-Sik Kim², Sung-Ju Kang³, Hong-Jip Choi⁴, Jung-Gon Kim⁵,
Kee-Jong Kim¹, Choon-Ki Lee¹, Kwang-Geun Park¹, Ki-Hun Park¹, and Chul-Soo Park^{6*}

¹National Institute of Crop Science, RDA, Iksan, 570-080, Korea

²Rural Development Bureau, RDA, Suwon, 441-707, Korea

³Jeollanamdo Agricultural Research & Extension Services, Jangsung, 515-804, Korea

⁴Gyeongsangbukdo Agricultural Research & Extension Services, Daegu, 702-708, Korea

⁵Korean Wheat & Barley Industry Development Institute, Suwon, 441-857, Korea

⁶Department of Crop Science and Biotechnology, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea

Abstract : ‘Sooan’, a winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar was developed by the National Institute of Crop Science, RDA. It was derived from the cross ‘Keumkang/Eunpa//Keumkang’ during 1997. ‘Sooan’ was released from the line named as ‘Iksan319’ in 2009 after yield trials test in conducted for three years from 2007. It was tested in the regional yield trial between 2007 and 2009. ‘Sooan’ is an awned, semi-dwarf and hard winter wheat, similar to ‘Keumkang’ (check cultivar). The heading and maturing date of ‘Sooan’ were similar to ‘Keumkang’. ‘Sooan’ had similar test weight (817 g/L) and lower 1,000-grain weigh (43.7 g) than ‘Keumkang’ (817 g/L and 46.2 g, respectively). ‘Sooan’ showed resistance to winter hardiness and pre-harvest sprouting, which lower withering rate on the low ridge (0.2%) and rate of pre-harvest sprouting (0.2%) than ‘Keumkang’ (9.2 and 25.8%, respectively). ‘Sooan’ showed lower protein content (12.7%), SDS-sedimentation volume (42.0 ml) and gluten content (10.5%) than ‘Keumkang’ (13.1%, 57.8ml and 10.8%, respectively). It showed higher lightness (90.08) and lower redness (-1.11) and yellowness (8.80) in flour color than ‘Keumkang’ (89.81, -1.15 and 9.46, respectively). ‘Sooan’ showed higher lightness (81.34) of noodle dough sheet than ‘Keumkang’ (80.28). ‘Sooan’ exhibited lower hardness (3.84N) and similar springiness and cohesiveness of cooked noodles (0.91 and 0.65) compared to ‘Keumkang’ (4.54N, 0.93, and 0.63, respectively). Average yield of ‘Sooan’ in the regional adaptation yield trial test was 5.94 kg/10a in upland and 5.63 kg/10a in paddy field, which was 3% and 8% higher than those of ‘Keumkang’ (579 kg/10a and 520 kg/10a, respectively).

Keywords : Keumkang, Noodle, Pre-harvest sprouting, Soosan, Wheat, Winter hardiness

*Corresponding author (E-mail: pcs89@jbnu.ac.kr, Tel: +82-63-270-2533, Fax: +82-63-270-2640)

(Received on December 17, 2013. Revised on August 15, 2014.

Accepted on September 11, 2014.)

서 언

국내 1인당 밀 연간소비량은 33.9 kg으로 쌀 다음으로 많지만, 사료용을 제외한 자급도는 1.6%로 낮아 연간 200만톤을 식용으로 수입하여 사용하고 있다. 국내 밀 재배면적 및 생산량은 2008년 이후 증가하여 현재 9천 ha에서 37천 톤을 생산하고 있다(MAFRA 2013). 주로 재배되고 있는 품종은 금강(Nam et al. 1998), 조경(Kang et al. 2006a), 백중(Park et al. 2008), 연백(Kang et al. 2006b) 등이 재배되고 있으나, 이들 품종은 수발아에 약한 단점을 지니고 있다(Kim et al. 2012).

수발아는 생리적 성숙기 무렵 잦은 강우로 인하여 저온 다습한 조건에서 종실이 이삭에 달린 채 발아하는 현상을 말한다(Biddulph et al. 2008). 수발아 현상이 진행되면 α -amylase의 활성이 높아지면서 전분이 분해되기 때문에 수발아된 밀가루는 호화시 쉽게 점성을 잃게 된다(Farashah et al. 2011). 전분의 분해과정으로 제분율이 떨어지고, 가공적성을 떨어뜨리거나 제품의 색을 변질시킬 수 있기 때문에 품질저하의 주요 원인으로 알려져 있다(Dziki & Laskowski 2010). 수발아 종자는 품질 저하는 물론 수량 감소로 이어져 농가 소득이 감소하게 된다.

최근 국제 곡물 가격 상승으로 식량안보와 안전한 국민 먹을거리 생산을 위한 국산밀 안정생산이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 이러한 시점에서 농촌진흥청 국립식량과학원에서

는 내재해성이 강한 밀 품종 육성을 목표로 노력한 결과 내한성이 강하고, 수발아 저항성이며 붉은곰팡이병에 중도저항성인 국수용 밀 신품종 수안밀을 육성하여 이 품종의 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

육성 경위

수발아에 강한 국수용 밀 품종 개발을 목적으로 1997년도에 금강밀과 은파밀을 인공교배한 F₁을 모본으로 하고 다시 금강밀을 부분으로 인공교배하여 SW97005 조합을 육성하였다. 경기도 연천에서 집단재배 후에 계통을 전개하여 초형과 수형이 양호하고 내한성이 강한 계통인 SW97005-B-26-5-4-1-1-1은 조숙계통으로 수량성이 우수하여, 2005~2006년도 2년간 생산력 검정에 공시하였다. 생산력 검정에서 생육특성, 생리장해, 내병성, 내습성, 내도복성, 수발아성 및 수량구성요소를 조사한 결과 그 특성이 우수하여 ‘익산319호’로 계통명을 부여하였다. 2007년부터 3개년 동안 발상태 2개소와 논상태 2개소에서 지역적응시험을 수행한 결과 내도복성이면서 내한성이 강하고, 수발아 저항성이며 붉은곰팡이병 중도저항성으로 생산안정성이 우수하였다. 밀가루 품질에 있어서도 제분율이 양호하고 밀가루 색과 국수 색택이 좋고 삶은 국수 특성이 부드럽고 탄성이 있어 국수용 밀가루로 적합하여 2009

Fig. 1. Pedigree diagram of wheat variety ‘Sooan’.

년 농작물 직무육성 신품종선정심의회에서 ‘수안’으로 명명하였다. 그 후 국립종자원의 재배심사를 거쳐 2013년 종자산업법 제55조에 따라 품종보호 등록원부에 등록(품종보호 제 4319호) 되었다. 육성 경위를 도식화하면 Fig. 1과 2와 같다.

농업형질 조사 및 품질 분석

본 연구는 2007년부터 2009년까지 3년동안 발상태 재배는 국립식량과학원(수원)과 경북농업기술원(대구)에서 수행하였고, 논상태 재배는 국립식량과학원 벼백류부(익산)와 전남농업기술원(나주)에서 수행하였다(RDA 2007, 2008, 2009). 생육특성, 내한성, 내병성, 수발아 저항성, 붉은곰팡이병 및 수량구성요소를 조사하였으며, 조사 및 평가방법은 농업과학기술 연구조사 분석 기준(RDA 2012)에 준하였다. 품질 분석을 위해 제분은 Buhler 제분기를 이용하였으며, 밀가루의 수분, 단백질과 회분함량은 각각 AACC (2000) 44-15A, 46-30과 08-10의 방법에 준하여 측정하였다. 침전가는 밀가루 3.0 g을 이용하여 Axford et al. (1979)의 방법에 준하여 측정 하였으며, 글루텐 함량은 10 g 밀가루에서 전체 글루텐 무게를 비율로 나타내었으며, 글루텐의 추출은 AACC (2000) 38-10에

준하여 측정하였다. 반죽 특성은 10 g Mixograph (National Mfg. Co., USA)를 이용하여 AACC (2000) 54-40A에 준하여 측정하였다. 밀가루 색도는 Minolta JS-555 (Minolta Camera Co., Japan)을 이용하여 백도, 적색도와 황색도를 측정하였으며, 이를 각각 L(백도), a(적색도)와 b(황색도) 값으로 나타내었다. 아밀로스 함량은 Gibson et al. (1997)의 방법을 이용하여 측정하였으며, 호화특성을 알아보기 위해 AACC (2000) 38-10 방법을 이용하여 전분을 추출하였으며, Micro-visco amylograph(Brabender Instruments Inc., Germany)를 이용하여 최고점도, 최저점도, 최종점도와 Breakdown(최고점도-최저점도)을 측정하였다. 호화조건은 초기온도를 50℃로 1분간 유지한 후 분당 12.16℃로 가온하여 95℃까지 올린 후 3분간 유지하고, 분당 12.16℃로 감온하여 50℃까지 내린 후 2분간 유지하였다. 고분자량 글루텐닌(HMW-GS; High molecular weight glutenin subunits) 조성과 국수 제조 및 특성과 삶은 국수 특성은 Park et al. (2006)의 방법에 따라 측정하여 평가하였다. 분자표지인자와 관련된 GBSS (granule bound starch synthase)와 puroindolines 검정은 각각 Nakamura et al. (2006)과 Bhavé & Morris (2008) 방법에 따라 실시하였다.

Fig. 2. Pedigree chart of wheat variety 'Sooan'.

결과 및 고찰

고유특성

고유 특성은 Table 1과 같다. 파성은 III형으로 봄과 가을에 모두 파종 가능한 양절형이고, 잎의 색은 녹색이며 폭은 중정도이고 다소 늘어지는 형태이다. 줄기 색은 밝은 노란색이며 굵기는 중정도 이고, 이삭색은 밝은 노란색이며 방추형 모양이다. 까락은 밝은 노란색이며 중간 정도의 크기이다. 종자는 중간 정도 크기이며 적색이다.

출수기와 성숙기

출수기와 성숙기는 Table 2와 같이 3년간 수원과 대구에서 밭 조건으로, 익산과 나주에서 논 조건으로 재배하였다. 출수

기는 밭 조건에서 4월 25일로 금강밀보다 1일 빠르고, 논 조건에서는 4월 23일로 금강밀과 같았다. 성숙기는 밭 조건에서 6월 4일로 금강밀보다 1일 빠르고, 논 조건에서는 6월 4일로 금강밀과 같았다. 지역에 따라서는 대구의 출수기와 성숙기가 각각 4월 18일과 5월 31일로 다른 지역에 비해 빨랐고, 수원은 5월 2일과 6월 9일로 다른 지역에 비해 늦었다.

간장 및 수량구성 요소

간장 및 수량구성 요소는 Table 3에서 보는 바와 같다. 간장은 93 cm로 금강밀보다 10 cm 길고, 수장은 7.5 cm로 금강밀보다 0.4 cm 짧다. m²당 수수는 886개로 금강밀과 비슷하며 1수립수는 31개로 같고, 리터중은 817 g으로 비슷하며 천립중은 43.7 g으로 2.5 g 적었다.

Table 1. Growth habit and morphological characteristics of ‘Sooan’.

Variety	Vernalization	Leaf				Stem		Spike		Awn		Kernel	
		Color	Width	Angle	Length	Color	Thick	Color	Shape	Color	Length	Size	Color
Sooan	III	G ^z	M ^y	M	M	LY ^x	M	LY ^x	Rod	LY	M	M	R ^w
Keumkang	III	G	M	M	M	LY	M	LY	Rod	LY	M	M	W ^v

^zG: green

^yM: middle

^xLY: light yellow

^wR: red

^vW: white

Table 2. Heading and maturity date of ‘Sooan’ in the regional yield trials.

Field condition	Location	Heading date (Mon. Day)		Maturity date (Mon. Day)	
		Sooan	Keumkang	Sooan	Keumkang
Upland	Suwon	5.2	5.3	6.9	6.9
	Daegu	4.18	4.18	5.31	6.1
	Mean	4.25 ^{az}	4.26 ^a	6.4 ^a	6.5 ^a
Paddy	Iksan	4.23	4.23	6.3	6.3
	Naju	4.23	4.23	6.5	6.4
	Mean	4.23 ^b	4.23 ^b	6.4 ^a	6.4 ^{ab}

^zMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan’s multiple range test

Table 3. Agronomic characteristics of ‘Sooan’ in the regional yield trials.

Variety	Culm length (cm)	Spike length (cm)	Number of spike/m ²	Number of grains/spike	Test weight (g)	1,000 grain weight (g)
Sooan	93 ^{az}	7.5 ^b	886 ^a	31 ^a	817 ^a	43.7 ^b
Keumkang	83 ^b	7.9 ^a	888 ^a	31 ^a	814 ^a	46.2 ^a

^zMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan’s multiple range test

재해저항성

재해저항성은 Table 4에서 보는 바와 같이 고사주율은 0.2%로 금강밀보다 낮아 내한성이 강하고, 수발아율은 0.2%로 수발아에 강하여 생산안정성이 높을 것으로 판단된다. 붉은곰팡이병은 중도저항성을 보였으나 흰가루병은 감수성을 보였고, 도복의 경우 수원 지역을 제외한 나머지 지역에서 금강밀과 비슷한 수준으로 낮아 내도복성이 높은 특성을 보였다.

품질특성

제분율은 Table 5에서 보는 바와 같이 70.3%로 금강밀보다 2.3% 낮고, 회분함량은 0.40%로 금강밀보다 약간 낮으며 밀가루 색의 L 값은 90.08으로 금강밀보다 높다. 단백질 특성에서 단백질함량은 12.7%로 약간 낮고, 질적 특성인 침전가와 글루텐 함량은 각각 42.0 ml과 10.5%로 금강밀보다 낮다. 반죽관련 특성(Table 6)에서 가수량은 60.2%로 금강밀과 비

슷하지만, 반죽시간과 안정성은 각각 3.2분과 15.9 mm로 낮다. 아밀로스 함량은 25.8%로 금강밀보다 약간 높지만 최고 점도가 132.6 BU로 높고 Breakdown도 20.8 BU로 높다.

품질 관련 표지 인자 특성

밀 품질관련 표지인자에 대한 특성은 Table 7과 같다. 단백질 질적 특성을 나타내는 HMW-GS 조성은 *Glu-A1*과 *Glu-B1*에서 각각 2*, 7+8을 나타내 금강밀과 조성이 같았으나, *Glu-D1*에서는 2.2+12로 금강밀과 다른 연결밀 특성을 나타냈다. 밀의 아밀로스 함성에 관여하는 GBSS 조성은 금강밀과 같은 야생형으로 나타났으며, 이러한 유전적 조성은 Table 6에서 아밀로스 함량이 금강밀과 비슷한 결과와 일치한다. 밀 종실의 정도와 관련된 puroindolines의 조성에서 *Pina-D1*은 야생형이고 *Pinb-D1*은 돌연변이형으로 금강밀과 같은 특성을 보였다.

Table 4. Tolerance assessment of Joongmo2004 to environmental stress in the regional yield trials.

Variety	Winter hardiness	Disease resistance (S, M, R) ^z		Sprout resistance		Lodging (0~9)		
	Withered plant (%)	Scab	Powdery mildew	Pre-harvest sprouting (%)	Suwon	Iksan	Daegu	Naju
Sooan	0.2 ^{by}	M	S	0.2 ^b	8 ^a	2 ^a	1 ^a	0 ^a
Keumkang	9.2 ^a	S	S	25.8 ^a	2 ^b	2 ^a	1 ^a	0 ^a

^zS: susceptible, M: moderate, R: resistant

^yMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan's multiple range test

Table 5. Flour yield and flour characteristics of 'Sooan' in the regional yield trials.

Variety	Flour yield (%)	Ash (%)	Protein (%)	SDSS ^z (ml)	Gluten (%)	Color of flour ^y		
						L	a	b
Sooan	70.3 ^{bx}	0.40 ^b	12.7 ^b	42.0 ^b	10.5 ^b	90.08 ^a	-1.11 ^a	8.80 ^b
Keumkang	72.6 ^a	0.42 ^a	13.1 ^a	57.8 ^a	10.8 ^a	89.61 ^b	-1.15 ^a	9.46 ^a

^zSDSS: SDS-sedimentation volume

^yL: lightness, a: redness (+) - greeness (-), b: yellowness(+) - blueness(-)

^xMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan's multiple range test

Table 6. Rheological properties of dough and pasting properties of 'Sooan' in the regional yield trials.

Variety	Mixograph			Amylose (%)	Pasting properties (BU)	
	Water absorption (%)	Mixing time (min)	Mixing tolerance (mm)		Peak viscosity	Breakdown
Sooan	60.2 ^{az}	3.2 ^b	15.9 ^b	25.8 ^a	132.6 ^a	20.8 ^a
Keumkang	60.3 ^a	3.8 ^a	19.2 ^a	25.0 ^a	117.5 ^b	10.3 ^b

^zMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan's multiple range test

제면특성

제면특성은 Table 8에서 보는 바와 같이 면대 색의 L값은 81.34로 금강밀보다 높고, 적색도는 비슷하며 황색도는 금강밀보다 낮다. 삶은 국수의 경도가 3.84N으로 금강밀보다 낮아 부드러우며, 탄성은 0.91로 금강밀보다 낮으며 점성은 높은 국수 식미 특성을 나타낸다.

수량성

2007년부터 2009년 동안 3개년 간 밭 조건 2개소와 논 조건 2개소에서 실시한 지역적응성시험결과는 Table 9와 같다.

밭 조건 수량은 평균 594 kg/10a으로 금강밀보다 3% 증수되었고, 논 조건 수량도 563 kg/10a로 금강밀보다 5% 증수되었다. 지역간 차이에서 익산은 637 kg/10a로 다른 지역에 비해 수량이 가장 높았다.

지역적응 및 재배상 유의점

수안밀의 적응지역은 1월 최저 평균기온이 -10°C 이상인 지역으로 중부 산간지를 제외한 전국에서 재배가 가능하며, 흰가루병에 약하므로 과도한 시비 및 밀파를 피해야 한다.

Table 7. Subunits of HMW-GS, GBSS and puroindolines of ‘Sooan’.

Variety	HMW-GS ^z			GBSS ^y			Puroindolines	
	<i>Glu-A1</i>	<i>Glu-B1</i>	<i>Glu-D1</i>	<i>Wx-A1</i>	<i>Wx-B1</i>	<i>Wx-D1</i>	<i>Pina-D1</i>	<i>Pinb-D1</i>
Sooan	2*	7+8	2.2+12	a ^x	a	a	a	b ^w
Keumkang	2*	7+8	5+10	a	a	a	a	b

^zHMW-GS: High molecular weight glutenin subunit

^yGBSS: Granule bound starch synthase

^xa: wild type

^wb: Mutant

Table 8. Noodle dough properties and texture of cooked noodles prepared from ‘Sooan’ in the regional yield trials.

Varieties	Color of noodle dough sheet ^z			Texture properties of cooked noodles		
	L	a	b	Hardness (N)	Springiness (Ratio)	Cohesiveness (Ratio)
Sooan	81.34 ^{ay}	-1.14 ^{ab}	15.07 ^b	3.84 ^b	0.91 ^b	0.65 ^a
Keumkang	80.28 ^b	-1.05 ^a	18.04 ^a	4.54 ^a	0.93 ^a	0.63 ^b

^zL: lightness, a: redness (+) - greeness (-), b: yellowness(+) - blueness(-)

^yMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan's multiple range test

Table 9. Yield of ‘Sooan’ in the regional yield trials.

Field condition	Location	Sooan (Kg/10a)				Keumkang (Kg/10a)			
		2007	2008	2009	Mean	2007	2008	2009	Mean
Upland	Suwon	622	431	635	563	665	531	716	637
	Daegu	668	703	503	625	610	576	376	521
	Mean	645 ^{az}	567 ^b	569 ^a	594 ^a	638 ^a	554 ^b	546 ^a	579 ^a
Paddy	Iksan	543	736	632	637	513	627	555	565
	Naju	433	579	452	448	400	605	420	475
	Mean	488 ^b	658 ^a	542 ^b	563 ^b	457 ^b	616 ^a	487 ^b	520 ^b

^zMeans with the same letter are not significantly different at 5% significant level by Duncan's multiple range test

적 요

국립식량과학원에서 수발아와 붉은곰팡이병 등에 대한 내재해성이 강한 국수용 밀 품종 육성을 목적으로 1997년도에 금강밀과 은파밀을 인공교배 한 F_1 을 모본으로 하고 다시 금강밀을 부분으로 인공교배하여 SW97005 조합을 육성하였다. 경기도 연천에서 집단재배 후에 계통을 전개하여 초형과 수형이 양호하고 내한성이 강한 계통인 SW97005-B-26-5-4-1-1-1을 2005년과 2006년도 2년간 생산력검정을 거쳐 ‘익산 319호’로 계통명을 부여하고, 2007년부터 3개년 동안 지역적응시험을 실시한 결과 내한성이 강하고, 수발아 저항성이며 붉은곰팡이병에 중도저항성이고, 수량이 많을 뿐만 아니라 국수가공적성이 우수하여 2009년 농작물 직무육성 신품종심의회에서 ‘수안밀’로 명명하였다. 그 후 국립종자원의 재배심사를 거쳐 2013년 종자산업법제55조에 따라 품종보호 등록 원부에 등록되었다. 수안밀의 파성은 III형으로 양절형이고, 엽색은 녹색이며 이삭은 방추형이고, 종자는 중간크기로 적색이다. 출수기와 성숙기는 발상태 조건에서 각각 4월 25일과 6월 4일로 금강밀보다 1일 빠르고, 논상태에서는 각각 4월 23일과 6월 4일로 동일하다. 내한성과 수발아 저항성이 강하고 붉은곰팡이병은 중도저항성이다. 수안밀의 제분율은 금강밀보다 약간 낮고, 단백질 함량과 회분함량이 낮아 밀가루 색이 밝고 단백질적 특성은 국수용에 적합하다. 천립중은 43.7 g으로 금강밀보다 약간 적은 소립이며, 지역적응성 시험에서 발상태 수량은 594 kg/10a, 논상태 수량은 563 kg/10a로 금강밀보다 3%와 8% 증수하였다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제명 : 가공용도별 밀 품종 개발 및 육종효율 증진 연구, 과제번호 : PJ008756)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. American Association of Cereal Chemists (AACC). 2000. Approved Methods of the AACC. 10th ed. The Association: St. Paul, MN.
2. Axford DWE, McDermott EE, Redman DG. 1979. Note on the sodium dodecyl sulfate test of bread making quality: Comparison with Pelshenke and Zeleny tests. Cereal Chem. 56: 582-584.
3. Bhavé M, Morris CF. 2008. Molecular genetic of puroindolines and related genes : Allelic diversity in wheat and other grasses. Plant Mol. Biol. 66: 205-219.
4. Biddulph TB, Plummer JA, Setter TL, Mares DJ. 2008. Seasonal conditions influence dormancy and preharvest tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field. Field Crops Res. 107: 116-128.
5. Dziki D, Laskowski J. 2010. Study to analyze the influence of sprouting of the wheat grain on the grinding process. J. Food Eng. 96: 562-567.
6. Farashah HD, Afshari RT, Sharifzadeh F, Chavoshinasab S. 2011. Germination improvement and alpha-amylase and beta-1,3-glucanase activity in dormant and non-dormant seeds of Oregno (*Origanum vulgare*). Aust. J. Crop Sci. 5: 421-427.
7. Gibson TS, Solah VA, McCleary BV. 1997. A procedure to measure amylase in cereal starches and flours with concanavalin. Am. J. Cereal Sci. 25: 111-119.
8. Kang MS, Hwang JJ, Lee CK, Nam JH, Park HH, Park CS, Seo JH, Kim YG, Lee MJ, Park CC, Choi JS, Lee SG, Kang SJ, Kim JC, Heo HY, Park KG, Kim SJ, Park TI, Han OK, Kim JG, Jung KY, Lee SH. 2006a. A new white wheat cultivar, “Younbaek” for noodle making. Korean J. Breed. Sci. 38: 141-142.
9. Kang MS, Lee CK, Park DS, Ku BC, Park KG, Ko JM, Hyun JN, Kim JC, Nam JH, Suh DY, Kim SJ, Yun YS, Hwang JJ, Kim JG. 2006b. A new white wheat cultivar, “Jokyoung” for bread making. Korean J. Breed. Sci. 38: 139-140.
10. Kim KH, Kang CS, Park JC, Shin SH, Hyun JN, Park CS. 2012. Evaluation of pre-harvest sprouting in Korean wheat cultivar. Korean J. Breed. Sci. 44: 526-537.
11. Nakamura T, Shimbata T, Vrinten P, Saito M, Yonemaru J, Seto Y, Yasuda H, Takahama M. 2006. Sweet wheat. Genes Genet. Syst. 81: 361-365.
12. Nam JH, Song HS, Park HH, Heo HY, Park MW, Park KH, Rho CW, Nam SY, Ju JI, Park CB, Lee YS, Park SG, Kim DH. 1998. A new high milling, early maturing, semi-dwarf and white grain wheat variety “Keumkangmil” with good bread quality. RDA J. Crop Sci. 40: 81-87.
13. Park CS, Baik BK, Kang MS, Park JC, Park JG, Chung MG, Lim JD. 2006. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheats with 1Dx2.2+1Dy12 subunits in high molecular weight glutenin. J. Food Sci. Nutr. 11:

- 243-252.
14. Park CS, Heo HY, Kang MS, Lee CK, Park KG, Park JC, Kim HS, Kim HS, Hwang JJ, Cheong YK, Kim JG. 2008. A new white wheat variety, “Baegoong” with high yield, good noodle quality and moderate to pre-harvest sprouting. Korean J. Breed. Sci. 40: 153-158.
 15. MAFRA. 2013. Food, agriculture, forestry and fisheries statistical yearbook. pp.250-295.
 16. RDA. 2012. Standard of research and analysis for agricultural technology. pp.339-365.
 17. RDA. 2007. 2007 Project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. pp.75-91.
 18. RDA. 2008. 2008 Project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. pp.85-117.
 19. RDA. 2009. 2009 Project plan for collaborative research program to develop new variety of winter crop. pp.79-114.