중생 복합내병성 고품질 벼 ‘삼광1호’

이정희¹ · 원용재¹ · 조영찬¹ · 이점호¹ · 양창인¹ · 김명기¹ · 안억근¹ · 서정필¹ · 이상복¹ · 전용희¹ · 성열규¹ · 정응기^{1*}
하윤구¹ · 장재기² · 정국현¹ · 윤미라¹ · 강경호¹ · 박향미¹ · 노재환¹ · 김보경¹

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원

‘Samkwang1’, a Medium Maturing, Multiple Disease Resistant, and High-quality Rice

Jeong-Heui Lee¹, Yong-Jae Won¹, Young-Chan Cho¹, Jeom-Ho Lee¹, Chang-Ihn Yang¹, Myeong-Ki Kim¹,
Eok-Keun Ahn¹, Jung-Pil Suh¹, Sang-Bok Lee¹, Yong-Hee Jeon¹, Yeol-Kyu Sung¹, Eung-Gi Jeong^{1*}, Woon-Goo Ha¹,
Jae-Ki Chang², Kuk-Hyun Jung¹, Mi-Ra Yoon¹, Kyeong-Ho Kang¹, Hyang-Mi park¹, Jae-Hwan Roh¹,
and Bo-Kyeong Kim¹

¹National Institute of Crop Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

²National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

Abstract “Samkwang1,” a japonica rice variety, was developed as a cross between “Samkwang” and F1 of Suwon152 (IT008283), which has a medium maturing and lodging resistance and Samkwang (IT284608), a high quality variety with bacterial blight resistance and mid-late maturing property by the rice breeding team at NICS in 2015. The heading date of “Samkwang1” was August 8 in the middle plain area, which was 2 days early than that of “Hwaseong.” “Samkwang1” had a culm length of 77 cm, which was 7 cm shorter than that of “Hwaseong,” and it had 128 spikelets per panicle. The viviparous germination rate of “Samkwang1” was 2.1%. “Samkwang1” showed resistance to blast, bacterial blight (K1, K2, and K3 race) and stripe virus, but was susceptible to the K3a race of bacterial blight, dwarf and black streak dwarf viruses, and plant hoppers. The milled rice of this variety exhibits translucent and medium short grains. The cooked rice grains of “Samkwang1” have an excellent palatability index (0.35) and lower protein content (6.2%) than that of “Hwaseong.” The characteristics related to grain milling were better than those of “Hwaseong,” especially the head rice milling recovery ratio and head rice ratio (94.2%). “Samkwang1” showed 5.62 MT/ha of milled rice productivity at 11 sites under ordinary cultivation conditions (Registration No. 6798).

Keywords Rice, Medium maturing, Multi-disease resistance, Eating quality, Samkwang1

Received on August 13, 2018. Revised on August 14, 2018. Accepted on October 22, 2018.

* Corresponding Author (E-mail: egjeong@korea.kr, Tel: +82-31-695-4022, Fax: +82-31-695-4029)

서 언

최근 우리가 먹고 있는 쌀은 단위면적당 생산량 위주의 수량성에서 소비자가 좋아하는 품질위주의 쌀을 생산하는 농업으로 변해가고 있다. 특히, 쌀 소비가 지속적으로 감소하면서 쌀 재고량의 관리비용이 발생하고 쌀 가격 하락을 방지하기 위해 농촌진흥청은 적정 수량성에 밥맛이 좋은 품종을 육성하는데 중점을 두고 있다. 이상기후에 따른 지구 온난화로 생태계 변동에 대한 우려가 높아지고 있는데, 기후변화는 지역에 따라 온도와 강수량의 변동이 나타날 수 있다. 기후변화의 현상으로 지구표면의 온도가 높아지고 대기권 온도가 상승이며, 강수량 변동으로 국지적인 폭우나 극한 가뭄 현상 증가를 예로 들어 설명하고 있다(Yun

et al. 2001). 이런 영향으로 우리나라의 2014년 경우 최근 20년 동안에 여름 기온이 가장 높았던 것처럼 벼가 출수되어 벼 알이 익어가는 시기의 고온은 성숙기 전분의 축적에 영향을 미치므로 쌀의 품질이 나빠지고 수량의 감소를 초래하고 있다. 기후변화로 기존에 없었던 돌발 병해충 발생이 빈번해지고 벼의 성숙기에 우리나라에 영향을 주는 태풍이 늘어나는 등 기상재해가 증가하고 있으며 각종 병해충과 재해가 복합적으로 영향을 주고 있다. 따라서 이상기후에 따른 환경변화에 적응하려면 온도상승에 의해 출수기가 빨라지지 않는 기본영양생장성을 갖추고, 고온에서 벼 알이 충실히 영글수 있는 고온등숙성 품종과 성숙기 도복으로 인해 품질이 떨어지지 않는 불량환경에 적응하는 내재해성 품종의 개발이 앞으로 품종개발에 중요한 목표로 대두되고 있다.

중부지역 재배에 적합한 복합내병성 및 내재해성 벼 품종은 중만생종으로 최고품질 품종인 '삼광'(Kim et al. 2007)이 재배되고 있고, 중생종으로는 줄무늬잎마름병에 저항성인 '화성'(Moon et al. 1986)과 2011년에 육성된 '중생골드'(Cho et al. 2013) 품종이 대표적이다. 본 논문에서 육성된 '삼광1호'는 쌀의 품질과 수량성은 우수하지만 키가 커서 도복이 우려되는 '삼광' 품종의 단점을 개선하고자 단간이며 숙기가 빠른 '수원152호'와 인공 교배하여 얻은 잡종1세대에 '삼광'을 여교배하여 기존의 '삼광'의 우수한 품질과 수량성에 벼기를 줄이고 출수기를 단축시켜 개량한 '삼광1호'를 육성하였다. '삼광1호'는 중부지역에서 재배하기 적합한 수확기와 작부체계의 다양성을 위하여 중생종이면서 복합내병성이고 도복에 강한 품종으로 육성 경위 및 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 시험은 '수원566호'를 2013~2015년 3년간 중부평야지 6개 지역과 남부중산간지 3, 동남부해안지 1, 중서부해안지 1개 등 11개 지역에서 보통기 보비재배로 대비 품종을 '화성'으로 비교 검토하였다(RDA 2014a, 2015a, 2016). 중부평야지는 파종은 4월 25일로하고 이앙은 5월 25일에 재식거리 30 × 15 cm로 주당 3본씩 하였으며, 남부중산간지 및 중서부해안지에서는 재식거리를 30 × 12 cm로 주당 5본씩 이앙하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 각각 성분량으로 9-4.5-5.7 kg/10a을 사용하였다.

질소는 기비로 50%, 추비로 분얼비 20%와 수비 30%로 3회에 걸쳐 분시하였고, 인산은 전량을 기비로, 칼리는 기비 70%, 수비 30%로 나누어 사용하였다. 벼 잎도열병검정은 14개 지역에서 발못자리 상태로 파종하여 30일 후 계통들의 이병 정도를 조사하였다. 흰잎마름병은 K1, K2, K3 및 K3a 균계를 포장에서 최고분얼기에 개체별로 가위절엽접종하여 30일 후에 이병 정도를 조사하였다. 유묘 바이러스검정은 분엽 2-3엽기에 바이러스 보독충 접종을 3~4일간 실시하고, 접종 후 30일에 조사하였다. 기타 시험포장의 재배관리와 농업형질, 수량구성요소, 수량성 및 도정 특성은 농촌진흥청에서 발간한 신품종개발 공동연구사업 조사 기준에 준하여 실시하였다(RDA 2013, 2014b, 2015b).

결과 및 고찰

육성 경위

'삼광1호'는 중부지역에서 재배하기 적합한 고품질 품종을 육성할 목적으로 2005년 하계에 조생이고 단간이며 도복에 강한 '수원152호(IT008283)'와 중만생이고 흰잎마름병에 저항성이며 밥맛과 도정특성이 우수한 최고품질 품종 '삼광(IT284608)'를 인공교배하여 얻은 잡종1세대에 '삼광'을 여교배하여 교배번호 SR30176을 부여한 후, F₁ 세대 15개체를 양성하였다. F₁세대에서 꽃가루배양을 실시하여 HB2946번호를 부여하고 AC₁세대에서 117개체를 양성하였다. AC₂세대에서 집단으로 세대를 전개하고 AC₃세대에 39계통을 선발하였으며, AC₄세대를 전개하

²PYT: Preliminary yield test

³RYT: Replicated yield test

³LAT: Local adaptability test

Fig. 1. Pedigree diagram of 'Samkwang1'.

여 중단간이며 숙색이 우수한 3계통을 선발하였다. AC₃세대부터 계통으로 세대를 진전하며 주요 병해충 및 미질검정을 병행하여 유망한 SR30176-HB2946-B-32-1-1계통을 선발하였다. 선발된 우량계통에 대해 2012년에 생산력검정시험을 실시한 결과 ‘삼광’보다 숙기가 빠른 중생종으로 도열병 및 흰잎마름병에 저항성이고, 도복에 강한 중단간이면서 쌀 외관과 밥맛이 우수하여 ‘수원566호’로 계통명을 부여하였다. 2013년부터 2015년까지 지역적응시험 3년을 실시한 결과 대비 품종인 ‘화성’과 비교하여 내병성, 내도복성 및 밥맛의 매우 우수성이 인정되어 2015년 12월 농촌진흥청 직무육성 신품종선정위원회에서 중생 고품질 품종으로 선정됨과 동시에 ‘삼광1호’로 명명되었다. ‘삼광1호’의 육성과정과 계보도는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다.

주요특성

1. 주요 농업적 특성

‘삼광1호’는 중부평야지와 동남부해안지 보통기 재배에서 평균 출수기가 8월 8과 8월 13일로 대비품종 ‘화성’보다 2일 빨랐고, 남부중산간지와 중서부해안지에서는 8월 4일과 8월 6일로 화성과 같았으며, 11개소 평균 8월 7일로 화성보다 1일 빠른 중생종이다(Table 1). 간장은 77 cm로 화성의 84 cm보다 7 cm 적은 중단간이고, 이삭길이는 20 cm이고, 주당 이삭수가 13개로 ‘화성’하고 같으며, 이삭당 벼알수는 128개로 ‘화성’보다 30개 많았

다. 등숙비율은 87.4%로 대비품종 ‘화성’ 90.6%보다 낮으며, 현미 천립중도 21.7 g으로 ‘화성’보다 조금 가벼운 중립종이다.

2. 병해충 저항성

‘삼광1호’는 전국 14개 지역에서 실시한 잎도열병 발못자리 검정 결과 평균 4.5로 ‘화성’의 5.8보다 조금 강한 반응을 보였고, 목도열병 포장검정에서 이병수율은 5.1%로 화성 6.8보다 낮았다. 또한 ‘삼광1호’는 친화성 군주가 40개중 23개로 화성의 30보다 적었으나 내구저항성이 ‘화성’과 비슷한 경향이였다(Table 2). ‘화성’은 흰잎마름병에 이병성이지만 ‘삼광1호’는 K1 (HB1013 군주), K2 (HB1013), K3 (HB1015) 균계에 저항성이고, K3a (HB1009) 균계에는 이병성이었다. ‘삼광1호’는 ‘화성’과 같이 줄무늬잎마름병에는 저항성을 보였으나, 오갈병 및 벼멸구에 대한 저항성은 없었다(Table 3).

3. 생리장해 저항성

‘삼광1호’는 불시출수 현상은 없고, 성숙기 하엽의 노화가 느렸으며 위조현상은 나타나지 않았다(Table 4). 냉수처리 내냉성 검정 결과 출수지연일수가 ‘화성’보다 1일 길었고, 냉수구 임실율은 22.7%으로 화성보다 낮았으나 성숙기 내냉성 정도도 ‘화성’보다 약한 반응을 보였다. 출수후 황숙기 수발아검정에서 2013~2015년 3년 평균 2.1%로 ‘화성’의 21.4%보다 매우 낮은

Fig. 2. Genealogical diagram of ‘Samkwang1’.

Table 1. Major agronomic traits and yield components.

Variety	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles/hill	No. of spikelets/panicle	Ratio of ripened grain (%)	1000-grain weight of brown rice (g)
Samkwang1	Aug. 8	77*	20 ^{ns}	13 ^{ns}	128*	87.4 ^{ns}	21.7*
Hwaseong	Aug. 10	84	21	13	98	90.6	23.2

*significant at 5%, ^{ns}not significant

발아율을 보여 수발아는 매우 강하다고 판단이 된다. '삼광1호'는 도복특성검정에서 대비품종인 '화성'보다 3절 간장과 좌절중은 비슷했으며, 벼 키는 화성보다 9 cm 작았으나 도복지수는 비슷한 품종이고, 포장 도복은 5정도로 '화성'의 3보다는 약한 반응을 보였다(Table 5).

4. 미질 및 도정 특성

'삼광1호'의 입형은 현미 장폭비가 1.77로 중단원립이고, 백미 외관은 심복이 0로 매우 맑고 투명 하였다. 알칼리불괴도는 6.2이었고, 단백질함량도 6.2%으로 낮았고, 아밀로스함량도 18.9%로 '화성'보다 낮은 수준이었다. 식미관능검정 결과 밥맛은 0.35로

Table 2. Reaction to blast disease.

Variety	Reaction to leaf blast at nursery test (0-9)				Area ratio to leaf lesion of <i>Magnaporthe grisea</i> of sequential plantings (%)							Reaction to neck blast (%)	
	No. of tested sites (14)												
	R ^z	M	S	Mean	1	2	3	4	5	Persistence (0-5)	No. of susceptible race (40)	Ichon	Iksan
Samkwang1	4	9	1	4.4*	80	55	80	80	40	5	23	0.5	9.7
Hwaseong	2	8	4	5.8	80	75	80	40	40	5	30	0.8	12.7

^zR: resistant (0-3); M: moderately resistant (4-6); S: susceptible (7-9)

N fertilizer: Blast nursery test = 240 kg/ha, Neck blast = 220 kg/ha

*significant at 5% level

Table 3. Reaction to bacterial blight, virus disease and insect pests.

Variety	Bacterial blight				Virus diseases			Resistance to insects	
	K1	K2	K3	K3a	Stripe (%)	Dwarf	Black- streak dwarf	BPH ^z	SBPH
Samkwang1	R ^y	R	R	S	R (23.0)	S	S	S	S
Hwaseong	S	S	S	S	R (23.3)	S	S	S	S

^zBPH: brown plant hopper; SBPH: small brown plant hopper.

^yR: resistance, S: susceptible

Table 4. Response to physiological and abiotic stresses.

Variety	Premature heading (%)	Occurrence of wilting	Leaf senescence at maturing	Cold tolerance ^y			PA ^x	Viviparous ^w germination (%)
				Discoloration (1-9) ^z	Heading delay (day)	Grain fertility (%)		
Samkwang1	0.0	Strong	Late	1	10 ^{ns}	23*	7	2.1**
Hwaseong	0.0	Strong	Late	1	9	53	6	21.4

^zEvaluation at maximum tillering stage (1: tolerance; 9: susceptible)

^yCold tolerance was evaluated in Chuncheon cold-water (17°C) irrigated nursery

^xPhenotypic Acceptability

^wGermination rate at 7 days after incubation in 25°C chamber

^{ns}not significant

**Significant at 5% and 1% level, respectively

Table 5. Some characteristics related with lodging.

Variety	Plant ^z height (cm)	Third internode length (cm)	Top fresh weight (g)	Breaking strength (g)	Moment (g.cm)	Lodging index	Lodging in the field (0-9)
Samkwang1	95*	10.8	16.6*	542**	1,617	298	5
Hwaseong	104	10.1	13.5	360	1,423	394	3

^zlength from upper part of root up to panicle

**Significant at 5% and 1% level, respectively

‘화성’의 -0.08보다 매우 우수하였다(Table 6). ‘삼광1호’의 도정 특성 중 제현율, 현백률 및 도정률은 ‘화성’과 비슷하였으나 도정된 쌀의 완전미율이 94.2%로 ‘화성’의 81.6% 보다 높았으며, 완전미도정수율은 70.5%로 ‘화성’의 61.1%보다 우수한 특성을 보였다(Table 7).

5. 수량성

‘삼광1호’의 백미수량은 2013~2015년 3년 간 실시한 지역적응시험 결과 중부평야지 및 중서부해안지 등 11개소에서 보통기 보비재배 평균 쌀수량은 5.62 MT/ha로 대비품종 ‘화성’의 5.22 MT/ha 보다 8% 증수된 수량성을 보였다(Table 8).

Table 6. Characteristics related to grain shape and grain quality.

Variety	Brown rice			White core/velly	Alkali digestive value (1~7)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Palatability of cooked rice (-3~3)
	Length (mm)	Width (mm)	L/W ratio					
Samkwang1	4.91	2.77	1.77	0/0	6.2 ^{ns}	6.2 ^{ns}	18.9 ^{ns}	0.35
Hwaseong	5.09	2.84	1.80	0/1	6.5	6.6	19.7	-0.08

^{ns}not significant

Table 7. Characteristics related to milling quality.

Variety	Milling recovery ratio (%)				Head rice milling recovery ratio (%)
	Brown/rough	Milled/brown	Milled/rough	Head rice	
Samkwang1	82.2 ^{ns}	91.0 ^{ns}	74.9 ^{ns}	94.2*	70.5*
Hwaseong	82.2	90.9	74.8	81.6	61.1

* significant at 5% level

^{ns}not significant

Table 8. Results of yield potential of ‘Samkwang1’ on local adaptability test.

Culture Season	Region	Tested sites	Average milled rice yield (MT/ha)								Index (A/B)
			Samkwang1				Hwaseong				
			'13	'14	'15	Ave. (A)	'13	'14	'15	Ave. (B)	
Ordinary planting culture	Middle plain	Suwon	568	605	567	580	507	549	542	533	109
		Hwaseong	543	585	589	572	494	495	571	520	110
		Yeoju	519	601	608	576	495	532	538	522	110
		Yeoncheon	607	583	568	586	529	520	527	525	112
		Chuncheon	587	633	596	605	575	558	597	577	105
		Cheongju	541	574	513	543	501	506	587	498	109
		Average	561	597	574	577*	517	527	544	529	109
	SMP ^z	Boeun	547	565	581	564	497	535	520	517	109
		Jinan	501	525	523	516	511	493	506	503	102
		Andong	603	501	527	544	598	498	535	544	100
		Average	550	530	544	541 ns	535	509	520	521	104
	ENC ^y	Yeongdeok	589	693	566	616*	527	608	505	547	113
	MWC ^x	Namyang	397	575	452	475 ns	422	510	431	454	104
	Average		546	585	554	562 ns	514	528	525	522	108

^zSMP: South middle plain area

^yMWC: Mid-west coastal area

^xENC: East-north coastal area

^{ns}not significant

*significant at 5% level

재배상의 유의점

‘삼광1호’는 질소질 비료를 과용하면 쌀 품질이 좋지 않고, 등숙저하, 속색불량 및 병해충의 발생과 도복이 우려되므로 품종 특성에 맞는 적정 균형시비가 필요하다. 특히 오갈병, 검은줄오갈병 및 멸구류에 저항성이 없으므로 적기 기본방제가 필요하고, 성숙기 포장에서 조기낙수시 등숙이 불량하여 불완전미 발생 및 도정수율이 낮아질 수 있으며, 내냉성에 중간정도이므로 산간지 및 냉수용출답이나 극만식재배를 피해야 한다.

적 요

‘삼광1호’는 중부지역 적응하는 고품질 품종을 육성할 목적으로 2005년 하계에 중생이고 단간이며 도복에 강한 ‘수원152호’와 중만생이고 흰잎마름병에 저항성이며 도정특성이 좋은 최고 품질 품종 ‘삼광’을 인공교배한 잡종1세대에 삼광을 여교배하였다. 삼광이 여교배된 F₁개체를 양성하며 조기에 유전특성을 고정하고자 꽃가루 배양을 실시하고 육성계통 세대 진전 후 SR30176-HB2946-B-32-1-1계통을 선발하여 수원566호로 계통명을 부여하였다. 2013년부터 2015년까지 지역적응시험 3년을 실시한 결과 그 우수성이 인정되어 2015년 12월 농촌진흥청 직무육성 신품종선정위원회에서 신품종으로 선정됨과 동시에 ‘삼광1호’로 명명되었다. ‘삼광1호’의 출수기는 보통기 재배에서 평균 출수기가 8월 8일로 ‘화성’보다 2일 빠른 중생종이고, 벼 간장은 77 cm로 ‘화성’보다 7 cm 작은 준단간이며, 이삭길이는 20 cm, 주당 이삭수 13개로 화성과 같은 특성이나, 이삭당 입수는 128개로 ‘화성’보다 많았고, 등숙률은 87.4%로 ‘화성’보다 낮았으며, 현미 천립중이 21.7 g으로 중소립종이다. ‘삼광1호’는 도열병에 강한 저항성을 보였고, 흰잎마름병은 K1, K2, K3 균계에 저항성을 보였지만, 오갈병 및 멸구류에 대한 저항성은 없었다. ‘삼광1호’는 도복에는 중정도이며, 수발아는 화성보다 강한 반응을 보였고, 내냉성은 ‘화성’과 비슷한 수준을 보였다. ‘삼광1호’의 백미외관은 심백이 0으로 아주 맑고 투명하였다. 알칼리불괴도는 6.2, 단백질함량은 6.2%, 아미로스함량은 18.9%로 ‘화성’보다 낮아서 미질특성이 우수하였고, 관능검정 결과 밥맛은 0.35로 ‘화성’보다 매우 우수한 품종이었다. 제현율, 현백률 및 도정률은 ‘화성’과 비슷하였으나 도정된 쌀의 완전립률이 94.2%로 ‘화성’의 81.6%보다 높은 편이었고 완전미도정수율도 70.5%로 ‘화성’보다 우수하였다. ‘삼광1호’의 쌀수량은 중부평야지와 중서부해안지 등 11개 지역에서 보통기 보비재배 평균 5.62 MT/ha로 ‘화성’의 5.22 MT/ha 보다 8% 높았다. 최고품질 품종 ‘삼광1호’

의 적응지역은 중부 평야지와 중서부해안지이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 쌀 가공 산업 대규모화를 위한 맞춤형 가공용 벼 품종개발, 세부과제번호: PJ013150012018)의 지원으로 수행된 결과의 일부입니다. ‘삼광1호’를 육성함에 있어 적극 협력하여주신 국립식량과학원 벼 육종 연구팀 및 각 도농업기술원 지역적응시험 담당자들과 농촌진흥청 연구정책국 관계관 여러분께 깊이 감사 드립니다.

REFERENCES

1. Cho YC, Kim MK, Kim YG, Choi IS, Yang CI, Oh MG, Lee JH, Kim JJ, Suh JP, Won YJ, Hwang KH, Oh SK, Lee JH, Chang JK, Roh JH, Lee CK, Ahn EK, Jeong EG. 2013. A medium maturing, high quality, multiple resistant and middle plain area adaptable rice ‘Jungsaenggold’. Korean J Breed Sci 45: 457-462.
2. Kim YG, Hong HC, Hwang HG, Choi IS, Cho YC, Baek MK, Choi YH, Kang KH, Shin YS, Lee JH, Kim HY, Yea JD, Ryu HY, Jeong EK, Yang CI, Jung KH, Jeong OY, Jeon YH. 2007. A mid-late maturing, multi-disease resistant and good-quality rice variety ‘Samkwangbyeol’. Korean J Breed Sci 39: 582-583.
3. Moon HP, Cho SY, Son YH, Jun BT, Lim MS, Choi HC, Park NK, Park RK, Chung GS. 1986. An anther-derived new high quality and high yield rice variety ‘Hwaseongbyeol’. Res Rept RDA (Crops) 28: 27-33
4. Rural Development Administration (RDA). 2013. 2013 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 5-48.
5. Rural Development Administration (RDA). 2014a. 2013 Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 5-215.
6. Rural Development Administration (RDA). 2014b. 2014 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 5-50.
7. Rural Development Administration (RDA). 2015a. 2014 Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 5-171.
8. Rural Development Administration (RDA). 2015b. 2015 Project plan for collaborative research program to develop

- new variety of summer crop. pp. 3-49.
9. Rural Development Administration (RDA). 2016. 2015 Report of new cultivars development and research in summer crop. pp. 3-162.
10. Yun SH, Im JN, Lee JT, Shim KM, Hwang KH. 2001. Climate change and coping with vulnerability of agricultural productivity. Korean J Agric For Meteorol 3: 220-237.