분자육종법을 이용한 벼멸구 저항성 고품질 자포니카 벼 신품종 ‘안미’ 육성

서정필¹ · 정지웅^{1*} · 김연규¹ · 크시로드제나² · 조영찬¹ · 이점호¹ · 김명기¹ · 홍하철¹ · 이종희¹ · 김정주¹ ·
최임수¹ · 정응기¹ · 황흥구¹ · 오세관¹ · 양창인¹ · 신문식¹
¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²국제미작연구소

A Brown Planthopper Resistant and High Grain Quality Rice Variety ‘Anmi’ Developed by Molecular Breeding Method

Jung-Pil Suh¹, Ji-Ung Jeung^{1*}, Yeon-Gyu Kim¹, Kshirod K. Jena², Young-Chan Cho¹, Jeom-Ho Lee¹,
Myeong-Ki Kim¹, Ha-Cheol Hong¹, Jong-Hee Lee¹, Jeong-Ju Kim¹, Im-Soo Choi¹, Eung-Gi Jeong¹,
Hung-Goo Hwang¹, Sea-Kwan Oh¹, Chang-Ihn Yang¹, and Mun-Sik Shin¹

¹National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Republic of Korea

²International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines

Abstract : ‘Anmi’ is a new BPH (Brown planthopper) resistant japonica rice cultivar possessing the *Bph18* gene derived from wild rice, *Oryza australiensis* and high yield potential with good grain quality. ‘Anmi’ was derived from a cross ‘Junam’ and ‘IR65482-7-216-1-2’ by a molecular marker assisted backcross breeding. The introgression line ‘IR65482-7-216-1-2’, the source of the *Bph18* gene, was used as the donor parent for BPH resistance and ‘Junam’, a BPH-susceptible elite japonica cultivar with good grain quality, was used as the recurrent parent. ‘Anmi’ was developed by three times backcross the F1 plants with ‘Junam’. The heading date of ‘Anmi’ is August 15 in central plain area, which is 5 days later than that of ‘Hwaseong’. It has 77 cm in culm length, 21 cm in panicle length. The number of spikelets per panicle is more than that of ‘Hwaseong’ and 1,000 grain-weight of brown rice is 22.1 g which is less than 22.7 g of ‘Hwaseong’. Milled rice kernel of ‘Anmi’ is clear in appearance, low in amylase content and excellent in palatability of cooked rice. ‘Anmi’ shows resistance to BPH, leaf blast disease, bacterial blight, rice stripe disease but susceptible to other virus disease and insect pest. The milled rice yield performance of ‘Anmi’ is about 5.76 MT/ha in local adaptability test for three years. This cultivar is adaptable to central plain area of Korea.

Keywords : Anmi, Rice, Brown planthopper, Bph18, Marker-assisted backcross

서 언

벼멸구(Brown planthopper)는 한국 등 동남아시아지역의 여러 나라에서 발생하여, 벼 수량감소에 큰 피해를 주는 주요 해충 중의 하나다. 한국에는 해마다 중국으로부터 비래하여 벼의 등숙과 수량에 심각한 피해를 끼친다(Shin et al. 2011). 현재 우리나라에서의 벼멸구 방제는 화학약품에 의존하고 있으나, 농약 비용절감과 친환경 재배 등을 위해서는 저항성 품

종의 육성이 요구된다. 우리나라에서는 ‘안다’ ‘삼강’ 등 통일형 품종들에는 벼멸구저항성이 성공적으로 도입되었으나, 자포니카 품종의 육성은 매우 미흡한 실정이다. 그 원인은 벼멸구의 저항성원이 대부분 인디카 품종 혹은 야생벼에서 유래하기 때문에 원연교잡을 이용한 자포니카 벼로의 저항원 이전과정에서 농업적으로 열악한 형질들이 함께 이전되는 것을 들 수 있다(Kaneda 1984). 우리나라에서 육성된 자포니카 벼멸구저항성 품종은 주로 *bph2* 유전자가 도입된 ‘화창’(1986년 육성), ‘하남’(2005년 육성), ‘다청’(2009년 육성), ‘친농’(2011년 육성) 등이 있고, ‘중모1006’은 *Bph1* 유전자가 도입된 계통이다(2010년 육성). 최근에는 병해충 저항성 유전자와 밀접하게 연관된 분자표지를 이용한 선발을 통해 저항성유전

*Corresponding author (E-mail: jrnj@korea.kr, Tel: +82-31-290-6728, Fax: +82-31-290-6730)

(Received on February 15 2014. Revised on March 24 2014.

Accepted on March 25 2014.)

자를 신속하고 정확하게 이전할 수 있는 기술이 개발되었다. 이러한 방법은 생물검정의 어려움과 비용절감 등의 효과뿐만 아니라, 저항성유전자와 밀접하게 연관된 열악형질을 제거하면서 저항성유전자를 정확하게 도입하는데 효과적으로 이용될 수 있다(Suh et al. 2011). 농촌진흥청 벼 품종개발연구팀은 분자유종법을 이용한 고품질 복합내병충성 품종육성을 위하여 국제미작연구소와의 협력연구를 통해 벼멸구저항성 유전자인 *Bph18* (Jena et al. 2006)을 ‘주남(2000년 육성)’에 여교잡하여 벼멸구, 흰잎마름병, 줄무늬잎마름병에 복합내병충성인 고품질 벼 품종 ‘안미’를 육성하였고, 2010년 농촌진흥청의 직무육성 신품종 선정위원회의 심의를 거쳐 중부지역에 보급하게 되었다.

재료 및 방법

벼멸구 저항성 고품질 벼 품종을 육성하고자 벼멸구저항성 유전자 *Bph18*을 지니는 인디카 계통 ‘IR65482-7-216-1-2’를 공여친으로, 국내육성 고품질 품종인 ‘주남’을 반복친으로 하는 여교잡 육종을 수행하였다. 여교잡 후대계통의 육성은 국립식량과학원 답작과 계통포장(하계)과 세대단축온실(동계)을 활용하였다. 벼멸구에 저항성이며 반복친 ‘주남’의 우수한

작물학적 특성을 견지하는 후대계통 선발효율성을 높이기 위해 여교잡 후대개체들의 *Bph18* 유전자형과 출수기, 간장 등 주요 작물학적 표현형을 함께 고려하는 ‘Dual Selection’ (Suh et al. 2011)을 적용하였다. 즉, BC₁F₁~BC₃F₁ 세대에서는 공시된 (여)교잡후대 식물체들의 출수기와 간장 등 주요 작물학적 특성이 반복친인 ‘주남’과 유사한 개체들을 미리 선정하고, 분자표지를 적용하여 벼멸구 저항성유전자 *Bph18*의 유전자형이 헤테로인 개체들을 추가 여교잡 후대작성을 위한 모본으로 사용하였다. 벼멸구저항성 유전자 *Bph18*에 대한 여교잡 후대개체들의 유전자형 판명에는 기 보고된 ‘7312.T4A’ (Jena et al. 2006)를 분자표지로 사용하였다(Fig. 1). DNA는 CTAB 방법(Murray & Thompson, 1980)을 약간 변형하여 추출하였으며, 추출된 DNA는 5 ng/μl로 희석하여 PCR 분석에 이용하였다. PCR 반응 및 분자표지에 대응하는 유전자형 판정은 Jena et al. (2006)에 의해 제시된 방법을 따랐다.

BC₃F₁ 세대에서 *Bph18*에 대한 유전자형이 헤테로인 개체들로부터 자가수정종자(BC₃F₂)를 확보하고 현미외관이 우수한 개체를 선발하였다. 공시된 BC₃F₂ 계통 내에서 작물학적 표현형이 ‘주남’과 유사하면서 *Bph18* 유전자가 저항성 대립인자로 고정된 개체들을 선발하였다. 이후 세대부터는 계통육성법에 준하여 후대를 육성하고 선발하면서 벼멸구저항성 평

Fig. 1. Application of the primer set 7312.T4A as the co-segregating DNA marker for *Bph18* gene. A) Revealed genotypes of parental lines and the F1 progeny by the cleaved PCR products of 7312.T4A. The PCR amplicons were cleaved by an endonuclease, *Hinf* I before electrophoresis. B) Marker validity tests by using randomly selected survived F₂ individuals after infestation of Korean brown planthopper (BPH). Note that none of tested progeny has the genotype of recurrent parent, A. C) Marker assisted selection on the selected backcross progenies to identify heterogeneous individuals at the *Bph18* locus. Capital letters A, B and H indicate the genotypes of the recurrent parent (Junam), *Bph18* donor parent (IR65482-7-216-1-2) and F₁ or heterogeneous BC progenies at the *Bph18* locus, respectively. M indicates DNA size marker.

가와 함께 도열병 등 기타 병해충 저항성과 미질평가를 병행하였다. 선발된 계통들의 버멸구저항성을 평가하기 위한 생물검정은 국립식량과학원 답작과에서 유지하고 있는 생태형(Korean biotype)을 사용하였다. 반복친인 ‘주남’, 버멸구저항성 공여친 ‘IR65482-7-216-1-2’과 함께 감수성과 저항성 대비 품종으로 통일계 품종인 ‘태백’과 ‘안다’를 함께 공시하여 후대계통들의 버멸구저항성을 평가하였다. 검정상에서 4~5엽기에 도달한 유묘당 5~7마리의 밀도로 2~3령기의 버멸구를 접종하여 감수성 대비품종이 완전히 고사하는 10~14일경에 각 계통들의 저항성 수준을 판정하였다(Jena et al. 2006).

‘안미’의 지역적응 시험은 표준품종 ‘화성’과 함께 2008년부터 2010년까지 3개년간 중부평야지 4개 지역에서 보통기 보비재배 조건에서 수행하였다(RDA 2008b, 2009, 2010). 각 지역에서 시험에 공시한 품종은 4월 25일에 파종하여 5월 25일에 이앙하였으며, 재식거리는 30 × 15 cm로 주당 3본씩 재식하였다. 시비량 및 질소 분시방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였고, 농업형질, 수량구성요소 및 수량성, 생리장해 및 병해충 저항성, 도정특성 조사는 농촌진흥청 신품종개발공동연구사업 과제수행계획서 조사기준에 준하여 실시하였다(RDA 2008a). ‘안미’와 표준품종 ‘화성’간의 조사평균값에 대한 유의성 검정은 SAS (Statistical Analysis System, V. 9.1, USA) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

육성경위

‘안미’의 육성과정과 계통도는 Fig. 2와 Fig. 3에 제시된 바와 같다.

교배조합 선정 및 F1 작성

중부평야지에 적응하는 복합내병충성 고품질 벼 품종을 육성하기 위해 줄무늬잎마름병과 흰잎마름병(K₁, K₂, K₃) 저항성인 자포니카 고품질 품종 ‘주남’을 모본으로 하고, 야생벼 *O. australiensis*에서 유래한 버멸구 저항성 유전자인 *Bph18*을 보유하는 인디카 계통 ‘IR65482-7-216-1-2’ (Jena et al. 2006)을 부본으로 하는 인공교배를 2002 하계에 수행하여 교배립을 확보하고 교배번호 ‘SR30071’을 부여하였다.

분자표지의 적합성 판정

Jena et al. (2006)은 국내육성 조생종 ‘진부’와 *Bph18* 공여친인 ‘IR65482-7-216-1-2’간의 교잡후대집단을 이용한 유전연구를 통해 *Bph18*유전자가 염색체 12번 장완에 위치함을 밝히고 최근접 분자표지로 ‘7312.T4A’를 보고한 바 있다. 해당 분자표지를 ‘주남’에 적용한 결과 ‘진부’의 유전자형과 일치하였으며, ‘주남’과 ‘IR65482-7-216-1-2’간 교잡의 F₁ 식물

Fig. 2. Pedigree diagram of ‘Anmi’.

Fig. 3. Genealogical diagram of 'Anmi'.

체에서는 헤테로 상태로 존재하는 *Bph18*의 유전자형을 명확히 구별할 수 있었다(Fig. 1A). F_1 식물체의 자가수정종자(F_2 seeds)의 일부를 취해 벼멸구 검정을 수행하고 임의로 선택된 생존개체들의 유전자형을 판정한 결과, *Bph18* 유전자가 반복친인 '주남'과 동일한 유전자형을 지닌 개체는 확인되지 않았다(Fig. 1B). 이러한 결과에 의거하여 '주남'과 'IR65482-7-216-1-2' 간 교잡후대에서 관찰되는 벼멸구 저항성의 분리양상은 우성 유전자인 *Bph18*에 의해 크게 지배되며, (여)교잡 후대개체들의 유전자형 판정에 분자표지 '7312.T4A'를 유용하게 활용할 수 있음을 결론지을 수 있었다.

벼멸구 저항성 여교잡 후대 육성을 위한 분자표지와 표현형 선발의 병용(Dual Selection)

2002/2003년 동계에 주의 F_1 식물체들에 '주남'을 교잡하여 200여개의 교배립을 확보하고 2003년 하계에 BC_1F_1 집단(Bulk)을 '주남'과 함께 공시하였다. 일차적으로 BC_1F_1 개체들의 간장, 출수기 등 주요 작물학적 특성을 관찰하여 반복친인 '주남'과 유사한 20여 개체를 선정하였다. 선정된 개체들로부터 DNA를 추출하고 분자표지 '7312.T4A'를 적용하여 *Bph18*의 유전자형이 헤테로인 개체들을 확인하였다(Fig. 1C). 벼멸구 저항성유전자가 헤테로로 판명된 개체들의 출수기와 이삭모양 등의 작물학적 외관특성을 반복친과 재차 비

교하였으며, 최종적으로 '주남'과 가장 유사한 5개의 BC_1F_1 개체들을 '주남'과의 교잡을 위한 모본으로 이용하여 200여립의 BC_2F_1 종자를 확보하였다. 2003/2004년 동계에 '주남'과 함께 BC_2F_1 집단(Bulk)을 공시하고 분자표지와 표현형 선발을 병용하는 'Dual Selection'을 수행하여 200여립의 BC_3F_1 종자를 확보하였다. 2004년 하계에 전개된 BC_3F_1 집단(Bulk) 내에서 관찰되는 작물학적 표현형 변이는 협소하였으며 전반적으로 반복친인 '주남'과 유사하였다. 표현형 선발을 통해 40주의 유망개체를 선발하여 분자표지 '7312.T4A'를 적용한 결과 *Bph18*의 유전자형이 헤테로인 25개 개체를 확인하였다(Fig. 2). 이들 개체들로부터 자가수정종자(BC_3F_2 seeds)를 확보하였으며 현미외관 평가를 통해 장폭비가 '주남'과 비슷하면서 심백과 복백의 발현이 적은 9개 유망개체를 최종적으로 선발하였다.

벼멸구 저항성이 고정된 여교잡 후대계통 선정과 세대진전을 통한 유망계통 선발

2004년 하계에 선발된 9개 유망개체를 2004/2005년 동계에 계통(BC_3F_2)으로 전개하였다. 계통당 10주씩 90개체를 공시하고 모든 개체들로부터 DNA를 추출하여 벼멸구 저항성 유전자 *Bph18*의 유전자형을 분자표지 '7312.T4A'로 판정하였다. 총 30개체들이 *Bph18* 공여친 'IR65482-7-216-1-2'의

대립인자로 고정된 유전자형을 지니고 있었다. 벼멸구 저항성 유전자가 고정된 개체들로부터 자가수정종자(BC_3F_3 seeds)를 수확하여 벼멸구 검정을 수행한 결과, 모두 강한 저항성으로 판정되어 분자표지 '7312.T4A'의 적합성을 재 확인 할 수 있었다. 2005년 하계에 이들 30개 BC_3F_3 계통들이 공시되었으며 이후부터는 계통육종법에 준하여 육성 선발하면서 주요 병해충, 내랭성 및 미질검정 등을 병행하여 실시하였다(Fig. 2). 2007~2008년 생산력 검정을 실시한 결과 중만생종으로 벼멸구, 줄무늬잎마름병 및 흰잎마름병(K_1 , K_2 , K_3)에 저항성이며 직립이면서 숙색이 양호한 'SR30071BC₃-3-3-3' 계통을 선발하여 '수원523호'로 우량계통명을 부여하였다.

지역적응 시험에서 관찰된 '안미'의 주요특성

'수원523'호는 2008년부터 2010년까지 3년간 지역적응시험을 실시한 결과 벼멸구를 포함하는 복합내병충성이며 쌀 외관, 도정, 미질특성 및 밥맛이 양호한 계통으로 우수성이 인

정되어 2010년 12월 농촌진흥청의 농작물 직무육성 신품종 선정위원회에서 국가목록등재 품종으로 선정되어 '안미'로 명명하였다.

출수기 및 주요 농업적 특성

'안미'의 출수기는 중부평야지 보통기 표준재배에서 평균 8월 15일로 '화성'보다 5일 늦은 중만생종이다. 간장은 77 cm로 '화성'보다 5 cm 짧고, 이삭길이는 21 cm, 포기당 이삭수는 14개로 '화성'과 비슷하였다. 이삭당 벼알수는 130개로 '화성'보다 많았고, 등숙률은 75.1%로 '화성'보다 낮았으며, 현미 천립중은 22.1 g으로 중립종이다(Table 1).

병해충 저항성

'안미'의 벼멸구 저항성은 DNA마커검정으로 *Bph18* 저항성유전자가 도입된 것을 확인하였고, 동시에 생물검정을 통하여 벼멸구에 강한 저항성 반응을 보이는 것을 확인하였다

Table 1. Major agronomic traits and yield components^z.

Variety	Heading date (mm.dd)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles/hill	No. of spikelets/panicle	Ratio of ripened grain (%)	1,000-grain weight of brown rice (g)
Anmi	8.15 ^b	77 ^a	21 ^a	14 ^a	130 ^b	75.1 ^a	22.1 ^a
Hwaseong	8.10 ^a	82 ^b	21 ^a	15 ^a	99 ^a	83.1 ^b	22.7 ^a

^zMeans with the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ in the least significant difference test ($LSD_{0.05}$)

Table 2. Resistance reaction to blast disease and bacterial blight.

Variety	Reaction at blast nursery test ^z			Neck blast ^y (%)		Bacterial blight				
	No. of tested sites			Icheon	Jecheon	K_1	K_2	K_3	K_{3a}	Second Infection (0~9)
	R (0~3)	M (4~6)	S (7~9)							
Anmi	2	10	2	1.7	2.5	R	R	R	S	3
Hwaseong	0	9	5	2.5	4.5	S	S	S	S	8

^zN fertilizer of blast nursery test = 240 kg/ha

^yN fertilizer of neck blast = 220 kg/ha

R: resistance, M: moderately resistance, S: susceptible

Table 3. Reaction to virus disease and insect pests.

Variety	Viral diseases			Resistance to insects ^z		
	Stripe	Dwarf	Blackstreak dwarf	BPH	WBPH	SBPH
Anmi	R	S	S	R	S	S
Hwaseong	R	S	S	S	S	S

^zBPH (brown planthopper), WBPH (white-backed planthopper), SBPH (small brown planthopper)

R: resistance, S: susceptible

(Fig. 3). 도열병저항성은 도열병 발못자리 검정결과 전국 14 개소 중 12개소에서 중 이상의 저항성반응을 보였다(Table 2). 연계재배에 의한 도열병 내구저항성 검정에서 ‘안미’는 22개 대표균주들 중 친화성 균주가 8개였으며, 혼합접종에서 도열병 내구성정도가 높았다. 벼 흰잎마름병 K₁, K₂, K₃레이스에 저항성이고, 벼줄무늬잎마름병에는 저항성이나 기타 바이러스병 및 충에는 저항성이 없다(Table 2, 3).

생리장해 저항성

‘안미’는 노화묘 늦심기에서 불시출수가 없었고, 생육중 × 후기에 위조현상이 없으며, 수발아율은 ‘화성’보다 낮은 편이었다(Table 4). 춘천 냉수처리 내랭성 검정에서 적고는 ‘화성’

보다 강하나, 출수지연일수가 길고, 임실율이 ‘화성’보다 낮아 내랭성에 다소 약한 편이다(Table 4). 벼키가 ‘화성’보다 짧고, 도복지수가 낮아서 도복에 강하게 나타났다(Table 5).

쌀 외관 및 도정 특성

‘안미’의 쌀알은 단원립이며, 외관 품위는 심복백이 거의 없이 맑고 깨끗하다. 알카리 붕괴도와 단백질 함량은 ‘화성’과 비슷하고, 아밀로스 함량은 낮은 편이며, 식미 관능검정에서 밥맛은 ‘화성’보다 양호하였다(Table 6). ‘안미’의 제현율과 현백률은 ‘화성’과 비슷하나, 완전미도정수율이 다소 낮았다(Table 7).

Table 4. Response to physiological and abiotic stresses.

Variety	Prema-ture heading	Occurrence of wilting	Leaf senescence at maturing	Cold tolerance ^y			Viviparous germination (%)
				Discoloration ^z (1~9)	Heading delay (day)	Grain fertility (%)	
Anmi	Tolerance	Tolerance	Slow	3	18	37	13.3
Hwaseong	Tolerance	Tolerance	Slow	4	12	54	30.1

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

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

Table 5. Major characteristics related to lodging^z.

Variety	Plant height (cm)	Third internode length (cm)	Breaking strength (g)	Lodging index	Lodging in the field (1~9)
Anmi	97 ^a	10.4 ^a	583 ^a	226 ^a	1
Hwaseong	112 ^b	10.5 ^a	701 ^b	321 ^b	1

^zMeans with the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ in the least significant difference test (LSD_{0.05})

Table 6. Grain quality of ‘Anmi’.

Variety	Brown rice			Trans-lucency (1~9)	White belly/core (0~9)	Alkali digestive value (1~7)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Palatability of cooked rice (-3~+3)
	Length (mm)	Width (mm)	L/W ratio						
Anmi	4.89	2.66	1.85	1	0/0	6.6	6.9	18.0	0.15
Hwaseong	4.92	2.72	1.96	1	1/0	6.6	6.9	20.5	-0.60

Table 7. Milling properties of ‘Anmi’.

Variety	Brown rice			Head rice ratio (%)
	Brown/rough	Milled/brown	Milled/rough	
Anmi	82.8	88.7	70.8	85.6
Hwaseong	83.0	87.8	72.9	88.0

수량성

‘안미’의 수량성은 2008년부터 2010년까지 3년간 실시한 지역적응시험 보통기 표준재배 4개소에서 5.76 MT/ha으로 ‘화성’보다 11% 증수하였다(Table 8).

벼 신품종 육성을 위한 분자육종법의 효율성

최근 병해충 저항성뿐만 아니라 내재해성이 강화된 벼 우량계통을 확보하기 위한 육종수단으로써 분자표지의 활용이 주목 받아오고 있다(Xiong et al. 1999, Jena et al. 2006, Suh et al. 2011). ‘안미’는 야생벼 *O. australiensis*에서 유래한 벼 멸구 저항성유전자 *Bph18*을 ‘주남’에 이전하여 확립된 벼 품종이다. 기존의 육성된 병해충 저항성 벼 품종들과는 달리 ‘안미’는 우리나라에서 분자육종법이 실질적으로 적용되어 육성된 최초의 벼 품종이다. 분자육종의 효율성은 교잡후대에서 관찰되는 표현형 분리양상과 분자표지에 의해 규명된 유전자형의 분리양상 간의 일치성(co-segregation)에 의해 크게 지배되므로 목표유전자위에 대한 최근접 분자표지의 확보가 전제되어야 한다(Jena et al. 2006). 그러므로 선행연구를 통해

확보된 *Bph18* 유전자에 대한 최근접 분자표지 ‘7312.T4A’는 분리후대개체들에 대한 객관적인 선발지표 및 여교잡을 위한 교배친 선정과 벼멸구저항성이 고정된 후대계통 선발에 요구되는 생물검정을 대체하는 수단 등으로 활용되어 벼멸구저항성 벼 품종인 ‘안미’ 육성과정의 효율성과 신뢰성을 크게 향상시켰다.

‘안미’ 육성을 위해 인디카 계통인 ‘IR65482-7-216-1-2’가 *Bph18*유전자의 공여친으로 사용되었기 때문에 ‘주남’과의 교잡후대에서 ‘linkage drag’에 의해 농업적으로 열악한 형질들이 *Bph18* 유전자와 함께 이전된 개체들의 빈도가 높을 것으로 예상되었다(Xiong et al. 1999). 그러므로 ‘안미’의 육성과정에는 여교잡육종법을 적용하여 벼멸구저항성의 획득과 더불어 반복친의 상품성 즉, 도복에 강하고 수량성과 미질이 양호하며 흰잎마름병과 줄무늬잎마름병에 저항성인 ‘주남’의 작물학적 특성이 최대한 견지된 우량계통을 확보하고자 하였다. 또한 계통육성과정에서의 선발효율성 높이기 위해 분자표지의 운용과 더불어 표현형 선발을 함께 병행하는 ‘Dual Selection’을 수행함으로써 벼멸구저항성이며 반복친 ‘주남’

Fig. 4. Reaction of ‘Anmi’, the advanced backcross breeding line with *Bph18* gene, against Korean biotype of brown planthopper (BPH). CK: susceptible check cultivar (Taebaek), P1: recurrent parent (Junam), P2: *Bph18* donor parent (IR65482-7-216-1-2).

Table 8. Milled rice yield of ‘Anmi’ at local adaptability test.

Culture season	Region	No.of testedsites	Milled rice yield (MT/ha)								Index (A/B)
			Anmi				Hwaseong				
			'08	'09	'10	Ave. (A)	'08	'09	'10	Ave. (B)	
Ordinary season culture	Middle plain	4	5.48	6.84	4.95	5.76	5.17	5.58	4.73	5.16	111

의 주요 작물학적 특성이 견지된 벼 신품종 ‘안미’를 육성할 수 있었다.

적 요

‘안미’는 농촌진흥청 국립식량과학원과 국제미작연구소 간의 협력으로 분자육종법을 이용하여 2010년에 육성한 중만생 고품질 복합내병충성 품종이다. 지역적응시험을 3개년(2008~2010)간 수행한 결과, ‘안미’는 중부평야지에서 보통기 보비 재배 시 출수기는 8월 15일로 ‘화성’보다 5일 늦은 중만생종으로 쌀수량은 보통기 표준재배에서 5.76 MT/ha로 ‘화성’보다 11% 증수되었다. ‘안미’는 ‘화성’에 비해 간장(77 cm)은 작고 수당립수는 많으나 등숙비율은 다소 낮았다. ‘안미’는 현미 장폭비가 1.84인 단원형이며 백미는 심복백 발현이 거의 없어 맑고 투명하다. ‘안미’의 알카리 붕괴도와 단백질 함량은 ‘화성’과 비슷하고 아밀로스 함량은 조금 낮았지만, 식미평가에서 밥맛은 매우 양호하였다. ‘안미’의 재배시험 과정에서 위조현상은 관찰되지 않았으며 성숙기 하위엽 노화는 늦은 편이었다. ‘안미’는 ‘화성’에 비해 수발아에 둔감하였고 내랭성 평가 중 적고는 나타나지 않았으나 임실율은 다소 낮았다. ‘안미’는 도열병, 벼흰잎마름병(K₁, K₂, K₃), 줄무늬잎마름병 및 벼멸구에 강한 저항성을 발현하였다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ009325012014)의 지원과 농림수산물기술평가원 연구사업(과제번호: 408529-03-3-SB020)의 지원에 의해 이루어진 것임. 본 품종을 육성함에 있어 협력하여 주신 농촌진흥청 국립식량과학원, 연구정책국, 농촌지원국 및 각도 농업기술원 관계관님께 깊은 감사드립니다.

References

1. Jena KK, Jeung JU, Lee JH, Choi HC, Brar DS. 2006. High-resolution mapping of a new brown planthopper (BPH) resistance gene, *Bph18(t)*, and marker-assisted selection for BPH resistance in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 112: 288-297.
2. Kaneda C. 1984. Studies on breeding japonica rice resistant to the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal. Bul. National Agr. Res. Cen. 2: 1-74.
3. Murray M, Thompson W. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. Nucl. Acid Res. 8: 4321.
4. Shin MS, Kim WJ, Shin WC, Park HS, Seo CS, Choi IB, Ha KY, Kang HJ, Ko JK. 2011. Effect of brown planthopper resistance gene, *Bph18* to yield components in rice. Kor. J. Breed. Sci. 43: 56-61.
5. Suh JP, Yang SJ, Jeung JU, Pamplona A, Kim JJ, Lee JH, Hong HC, Yang CI, Kim YG, Jena KK. 2011. Development of elite breeding lines conferring *Bph18* gene-derived resistance to brown planthopper (BPH) by marker-assisted selection and genome-wide background analysis in japonica rice (*Oryza sativa* L.). Field Crops Research 120: 215-222.
6. RDA. 2008a. 2008 Project plan for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp.25-66.
7. RDA. 2008b. 2008 Project report for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp.9-181.
8. RDA. 2009. 2009 Project report for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp.13-208.
9. RDA. 2010. 2010 Project report for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp.5-175.
10. Xiong LZ, Liu KD, Dai XK, Xu CG, Zhang Q. 1999. Identification of genetic factors controlling domestication-related traits of rice using an F² population of a cross between *Oryza sativa* and *O. rufipogon*. Theor. Appl. Genet. 98: 243-251.