



탈립성과 벼흰잎마름병 저항성이 개선된 최고품질 중만생 벼 품종 ‘수광1’ Sukwang1: A Premium-Quality, Mid-late Maturing Rice Cultivar with Improved Resistance to Shattering and Bacterial Blight

이창민¹ · 박현수^{1*} · 서정환¹ · 박송희¹ · 박재령¹ · 정오영¹ · 정지웅¹ · 김기영¹ · 이건미¹ · 서정팔² · 하수경¹ · 진민아¹ · 이현숙¹ · 강경민¹ · 이길웅¹
Chang-Min Lee¹, Hyun-Su Park^{1*}, Jeonghwan Seo¹, Songhee Park¹, Jae-Ryoung Park¹, O-Young Jeong¹, Ji-Ung Jeung¹, Ki-Young Kim¹,
Keon-Mi Lee¹, Jung-Pil Suh², Su-Keyong Ha¹, Mina Jin¹, Hyun-Sook Lee¹, Kyeongmin Kang¹, and Gileung Lee¹

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기초식량작물부 품종개발과

Crop Breeding Division, Department of Crop Sciences, National Institute of Crop and Food Science, RDA, Wanju, 55365, Republic of Korea

²농촌진흥청 국립식량과학원 기초식량작물부 중북부작물연구센터

Central-Northern Region Crop Research Center, Department of Crop Sciences, National Institute of Crop and Food Science, RDA, Suwon, 16429, Republic of Korea

*Corresponding to

Hyun-Su Park

TEL. +82-63-238-5260

E-mail. mayoe@korea.kr

Abstract Sukwang1 is a premium-quality, mid-late maturing cultivar of japonica rice, which was developed to improve resistance to shattering and bacterial blight while maintaining the relatively high grain and eating quality of Sukwang. Derived from a cross between Sukwang and HR29177-AC70-1, the promising line Jeonju662 was evaluated through local adaptability tests (2021–2023) before release. Its average heading date was August 12, with a milled rice yield of 5.66 MT/ha. Sukwang1 exhibited improved resistance to shattering and all four Korean races (K1–K3a) of bacterial blight. Molecular marker analysis revealed the presence of *Xa3* and *Xa5* for bacterial blight resistance, *qFfr1* for bakanae disease resistance, and a loss-of-function allele of *q/tg3-1* for reduced preharvest sprouting. Target capture sequencing analysis of single-nucleotide polymorphisms revealed 93.6% genetic similarity to Sukwang, indicating that most of the parental background was retained while key agronomic traits were improved. Featuring excellent grain appearance, high head-rice milling recovery, and relatively high taste, Sukwang1 has been designated as a Premium-Quality Rice cultivar by the RDA in 2025, and is recommended for the Honam and Yeongnam plains and southern coastal regions of Republic of Korea (registration number: 10667).

Key words bacterial blight, climate adaptability, premium-quality rice, shattering resistance, Sukwang1

서언

기후변화의 영향으로 이상기상과 자연재해의 발생 빈도 및 강도가 증가하면서 벼의 생산성과 재배안정성이 저하되고 있으며, 이는 국내 쌀 산업과 식량안보에도 중요한 위협 요인으로 작용하고 있다(Myong 2018). 우리나라의 주곡인 벼는 생산량과 품질이 쌀 수급 및 농가 소득에 직접적인 영향을 미치므로, 고품질과 재배안정성을 동시에 갖춘 품종 개발의 중요성이 더욱 커지고 있다(Seo et al. 2020). 이에 따라 농촌진흥청을 중심으로 한 중앙 및 지방 육종기관은 벼 신품종개발 공동연구사업을 통해 지역적응성 검정시험, 병해충 및 재해 저항성 검정, 품질 특성 평가 등을 수행하며 기후변화에 대응할 수 있는 우수 품종을 지속적으로 육성하고 있다(RDA 2026). 또한 2025년부터는 주요 농업형질과 연관된 DNA 분자표지를 활용한 유전자형 검정을 도입하여 품종과 계통의 유전적 특성을 보다 정밀하게 평가하고 있다.

농촌진흥청은 밥맛, 품질 및 재배안정성이 우수한 품종을 최고품질 벼로 선정하여 보급하고 있다. 최고품질 벼는

Received: July 1, 2026. Revised: August 2, 2026. Accepted: August 3, 2026.

Copyright © 2026 by the Korean Society of Breeding Science

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우수한 밥맛과 외관품질, 높은 도정 특성뿐만 아니라 주요 병해충 저항성과 재배안정성을 갖추어야 하며, 최근에는 기후변화에 대응하기 위한 내수발아성까지 평가 항목에 포함되고 있다. 또한 연구 결과와 함께 현장평가를 반영하여 지역 주력품종보다 우수성이 인정된 품종만 최고품질 벼로 선정함으로써 품종의 성능뿐만 아니라 소비자 선호를 동시에 만족시키는 품종 개발을 지향하고 있다.

최근에는 고품질 브랜드 쌀 시장이 확대되면서 특정 품종을 기반으로 한 지역 브랜드의 경쟁력이 더욱 중요해지고 있다(Park et al. 2025). 전북의 '신동진', 철원의 '오대', 충남의 '삼광', 경북의 '일품' 등은 육성된 지 20년 이상 경과하였음에도 우수한 밥맛과 품질을 바탕으로 지역 대표 브랜드 품종으로 널리 재배되고 있다(Lee et al. 2026). 그러나 장기간 재배된 품종은 병원균의 변이, 기상 및 재배 환경의 변화에 따라 재배안정성이 저하되는 사례가 증가하고 있으며, 새로운 품종으로의 교체에는 종자 생산과 보급, 브랜드 전환 등에 많은 시간과 비용이 요구된다. 따라서 기존 품종의 우수한 품질 특성은 유지하면서 병해충 저항성, 내재해성 및 재배안정성을 향상시킨 후속 품종 개발이 중요한 육종 목표로 제시되고 있다(Park et al. 2023).

'수광'은 2011년에 육성된 중만생 최고품질 벼 품종으로 우수한 밥맛과 외관품질을 바탕으로 남부평야지를 중심으로 재배가 확대되었다. 그러나 성숙기 탈립 발생과 벼흰잎마름병 K3a 균계에 대한 감수성으로 인해 재배안정성이 저하되면서 재배면적이 감소하였다. 그럼에도 불구하고 전북특별자치도 고창군의 대표 친환경 브랜드 품종으로 활용되는 등 생산 현장에서는 지속적인 재배 수요가 유지되고 있다. 이에 국립식량과학원에서는 '수광'의 우수한 밥맛과 품질 특성은 유지하면서 탈립성과 내병성을 개선하여 기후변화에 대한 적응성을 향상시킨 후속 품종 '수광1'을 육성하였다. 본 논문에서는 '수광1'의 육성 경위와 주요 농업적 특성 및 품질 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험재료 및 재배방법

교배모본으로 중만생 최고품질 벼 품종 '수광'을 모본으로 하고 벼흰잎마름병 K3a에 대한 저항성이 향상된 중만생 약배양 계통 'HR29177-AC70-1'을 부본으로 이용하였다. 육종사업을 통해 선발된 고정 계통에 대해서 2019-2020년 '남평'을 비교품종으로 생산력 검정시험을 수행하였다. 공시 재료를 국립식량과학원 벼 포장에 4월 30일 파종하여 5월 30일에 재식거리 30×15 cm로 주당 3본씩 구당 150주를 3반복으로 보통기 재배하였다. 시비량은 $N-P_2O_5-K_2O$ 를 90-45-57 kg/ha으로 질소는 기비 : 분얼비 : 수비를 50 : 20 : 30 비율로 분시하였고, 인산은 전량 기비로, 칼륨은 기비 : 수비를 70 : 30 비율로 분시하였다. 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준 재배법에 준하여 실시하였다. 지역적응성 검정시험은 보통기 보비 재배시험을 호남평야지(전주, 예산, 논산, 익산, 나주), 영남평야지(밀양, 진주), 서남부해안지(계화, 영암), 남부해안지(고성) 등 총 10개소에서 2021-2023년 3년 동안 중만생 표준품종 '남평'을 대비품종으로 하여 수행하였다. 재배방법에 따른 시험지별 파종 및 이앙시기, 재식밀도와 주당묘수, 시비량 및 분시방법 등과 농업형질 및 수량구성요소, 생리장해 및 병해충 저항성, 도정 특성 조사는 농촌진흥청 신품종개발공동연구사업 과제수행계획서의 조사기준과 농업과학기술 연구조사분석기준에 준하여 실시하였다(RDA 2012, 2021, 2022, 2023). 현장에서 개발된 품종의 성능을 평가하기 위해 '수광'을 주력품종으로 재배하고 있던 전북특별자치도 고창군 농가에서 신품종에 대한 현장실증연구를 2024-2025년 '수광'을 비교품종으로 하여 수행하였다. 재배방법은 농가 재배법에 따라 수행하였다.

주요 농업형질 및 수량 관련 형질 조사

지역적응성 검정시험에 공시된 재료의 출수기를 조사하고, 성숙기에 평균이 되는 20개체에 대해서 간장, 수장, 수수를 측정하였다. 성숙기에 3주를 예취하여 등숙률 및 수당립수를 조사하였고 100주를 3반복 예취하여 정조중을 측정하였다. 수확한 정조 1 kg을 수량조사현미기(LST, Gwangyang, Korea)로 제영하여 정현비율을 측정하고, 정조수량에 정현비율을 곱하여 현미수량을 구한 다음 10 a당 수량으로 환산하였다. 현미수량에 일반적 현백률인 0.92를 곱하여 백미수량을 구하였고, 제현된 현미를 이용하여 천립중을 측정하였다. 고창군에서 수행된 현장실증연구의 수량성은 4.8 m²에 포함된 벼 포기들 3반복으로 예취하여 정조중을 측정하고 10 a당 수량으로 환산하였고, 나머지 농업 관련 형질 특성 조사는 지역적응성 검정시험에 준하여 실시하였다.

생리장해 저항성 검정

위조와 성숙기 하엽노화는 완전낙수 이후 한발해나 하엽노화가 이루어지는 지를 달관조사하여 평가하였다. 내냉성 검정은 국립식량과학원 춘천출장소 내냉성 검정 시험포장에서 실시하였다. 유묘 내냉성 검정은 3엽기부터 수온 13℃로 10일간 처리하여 1: 엽색 농록, 3: 엽 선단부 담록, 5: 1/3 엽색 황변, 7: 2/3 엽색 갈변, 9: 고사 등 1-9의 질적등급으로 구분하였다. 성숙기 내냉성 검정은 이앙 후 20일부터 등숙기까지 수온 17℃, 수심 5 cm로 냉수처리 후 출수지연일, 임실률 등을 조사하였다. 출수지연일은 냉수를 처리하지 않은 대조구 대비 냉수 처리구 간의 출수지연일수로 구하였고, 임실률은 성숙기에 냉수 처리구의 주간 3이삭을 채취하여 측정하였다. 저온발아율은 100립 3반복으로 13℃ 항온기에서 15일간 치상하여 발아율을 조사하여 측정하였다. 도복 저항성 검정은 출수 후 20일에 평균적 인 3개체를 골라 실시하였다. 좌절중은 간기부에서 10 cm 절간 중앙부에 하중을 걸어 부러질 때의 무게로 인장강도 시험기(DTG-5, Digitech Co. Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 도복의 전체적 정도를 나타내는 도복지수는 [모멘트($g \cdot cm$)/ 좌절중(g)] $\times 100$ 의 공식을 이용하여 구하였으며, 모멘트는 주간 간장과 수장을 더한 값을 총 생체중으로 곱한 값이다. 수발아 검정의 인위처리 검정은 출수 후 40일에 주간의 이삭 3개를 채취하여 25℃ 포화습도 조건에서 7일간 치상한 후 발아율을 조사하여 평가하였다. 자연발생 검정은 2025년 전주 지역 생산력 검정시험에 3반복으로 공시된 재료에서 수확한 정조를 제현한 현미 30 g을 이용하여 정상립 대비 수발아 피해립의 비율로 평가하였다. 탈립성 검정의 가압법(pressing method)과 쥐기법(gripping method)은 생산력 검정시험에 3반복으로 공시된 재료를 대상으로 성숙기(출수 후 50일)에 주간의 이삭 3개씩 채취하여 실시하였다. 가압법은 이삭을 바닥에 놓고 손바닥으로 눌러 탈립 정도를 평가하였으며, 쥐기법은 이삭을 공중에서 손으로 쥐었다가 펴는 방법으로 평가하였다. 탈립성은 전체 이삭의 종실 수 대비 탈립된 종실의 비율로 산출하였다.

병해충 저항성 검정

잎도열병 저항성 검정은 국립식량과학원, 도농업기술원 등 전국 10개 지역에서 질소다비 조건의 밭못자리 상태에서 6월 하순에서 7월 상순에 늦게 파종하여 잎도열병을 유발시키는 밭못자리 검정법을 이용하여 수행되었다. 검정포 시비량은 성분량으로 N-P₂O₅-K₂O를 240-80-120 kg/ha로 주었고, 발병을 촉진시키기 위한 이병성 품종(spreader)으로 ‘호평’을 이용하였다. 파종 후 30일 이후에 발병 최성기를 중심으로 조사하며 잎도열병 저항성 검정 기준은 0: 무 발병, 1: 바늘머리 크기의 갈색 병반, 2: 다소 큰 갈색 병반, 3: 직경 1-2 mm의 원형회색병반, 4: 직경 1-2 mm의 전형적 병반으로 엽면적의 2% 이하 발병, 5: 전형적인 병반이 엽면적의 3-10%, 6: 11-25%, 7: 26-50%, 8: 51-75%,

9: 76% 이상 등 0-9 단계로 발병을 구분하였다(Baek et al. 2019). 우리나라 벼흰잎마름병 대표균계에 대한 저항성 반응을 HB1013 (K1 균계), HB1014 (K2), HB1015 (K3), HB1009 (K3a) 균주를 이용하여 검정하였다. 검정 계통에 대해서 최고분얼기에 균주 별로 2주씩 엽선단 3 cm 부위를 가위절엽 접종하였다(Kauffman et al. 1973). 접종 후 3주 후에 각각의 개체에 가장 긴 병반을 조사하여 5 cm 이하는 저항성(R; resistant), 5-10 cm 는 중도저항성(MR; moderately resistant), 10 cm 이상은 이병성(S; susceptible)으로 질적저항성을 구분하였다(Park et al. 2019). 벼흰잎마름병 포장 저항성 검정시험의 접종구는 HB1009 (K3a 균계) 균주를 이용하여 전개체를 가위절엽 접종하였고, 무접종구는 균을 묻히지 않고 전개체를 절엽하였다. 줄무늬잎마름병 검정은 망실을 이용한 대량 검정법으로 바이러스 보독충 방사 및 계대 사육으로 보독충이 충분히 유지된 망실에 검정 계통을 파종 후 이병성 품종인 ‘추청’이 병징을 나타낼 때 저항성과 감수성으로 판정하였다(Kwak et al. 2007). 오갈병은 실내유묘검정을 통해서 보독충을 접종하여 바이러스병 저항성 여부를 이병성 품종 ‘추청’을 비교하여 검정하였다. 벼멸구 및 애멸구 저항성 검정은 파종 후 본엽 2-3엽기에 벼멸구와 애멸구를 접종하여 감수성 대비 품종인 ‘일품’과 ‘추청’이 고사한 후에 검정 계통을 저항성과 감수성으로 판정하였다.

품질 및 도정 특성 검정

지역적응성 검정시험의 현미 20립에 대해서 길이, 너비, 두께를 캘리퍼스(Caliper CD-15CP, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하여 조사하고 너비에 대한 길이의 비율로 현미 장폭비를 계산하였다. 투명도는 백미 20립을 달관조사하여 1: 쌀이 유리알 같이 맑은 것, 5: 중간, 9: 쌀이 불투명한 것으로 구분하였다. 심복백은 백미 20립에 대해서 달관 조사를 통하여 0: 심백 및 복백 무, 1: 쌀알 면적의 5% 이하, 3: 6-10%, 5: 11-20%, 7: 21-40%, 9: 41% 이상으로 구분하였다. 알칼리붕괴도는 백미 6립을 3반복으로 15 mL 용량의 사각 플라스크에 넣고 1.4% KOH 용액 10 mL씩 분주한 후 30℃ 항온기에서 23시간 정치 후, 퍼짐도(spreading)와 투명도(clearing)에 따라 1: 부풀지 않고 그대로 있음, 2: 모양 변화 없이 약간 부풀어 있음, 3: 금이 나게 부풀어 있고, 극히 미미한 퍼짐도 보임, 4: 부분 쌀 너비 정도의 퍼짐도 보이나 투명화 현상 없음, 5: 심하게 갈라져 꽤 넓은 퍼짐도 보이고 투명화 현상 시작함, 6: 완전히 퍼지고 외곽은 거의 투명화됨, 7: 형태를 알 수 없게 퍼져서 투명화됨 등 7단계로 구분하였다(Cheo & Heu 1975). 단백질 함량은 AOAC (2000) 방법에 의하여 Micro Kjeldahl법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Mulgrave, Australia)로 측정하였다. 아밀로스 함량은 Juliano (1985)의 비색정량법에 따라 시료 100 mg에 95% 에탄올과 1 N sodium hydroxide를 가한 후 호화시킨 전분 호화액에 1 N acetic acid와 2% I₂-KI 용액을 첨가하여 요오드 정색반응 후 분광광도계를 이용하여 620 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 밥맛 검정은 전기밥솥에 밥을 취반하여 ‘삼광’의 취반미를 기준으로 하여 국립식량과학원 패널리 밥 모양(색깔 및 윤기), 냄새, 찰기, 질감, 밥맛 및 종합평가 등 6항목을 평가하였다. 평가는 기준밥인 ‘삼광’과 비교하여 비슷하면 보통(0), 기준보다 나쁜 쪽으로 3단계(-1, -2, -3), 좋은 쪽으로 3단계(+1, +2, +3)의 수준으로 평가하고 밥맛 평균값을 식미치로 이용하였다. 도정 특성 검정은 정선된 정조 1 kg을 로울러식 시험용 제현기를 이용하여 현미를 제조한 후 정조에 대한 현미의 중량비로 정현비율을 구하였으며, 현백율은 현미 500 g을 시험용 정미기에 5-6회 반복 도정한 후 얻어진 백미를 1.7 mm 체로 쳐서 쉐미를 분리하고 남은 백미중량을 현미의 중량에 대한 백분율로 나타냈고 도정률은 정현비율에 현백율을 곱한 다음 100으로 나눈 수치로 표시하였다(Lee et al. 2009). 백미 완전미율은 도정 후 얻어진 백미를 50 g씩 3반복으로 취하여 숙련된 사람이 육안으로 완전미를 분리하였고 완전미의 무게를 재어 원료 쌀의 중량에 대한 백분율로 표시하였다. 완전미 도정수율은 도정률에 백미 완전미율을 곱한 다음 100으로 나눈 수치로 표시하였다. 2025년 고창군에서 수행된 현장실증연구를 통해 생산된

원료곡을 대상으로 고창군 RPC에서 ‘수광’을 비교품종으로 하여 자체방법에 따라 품질과 도정 특성을 평가하였다.

주요유전자에 대한 분자표지 분석

육성품종의 저온발아 및 수발아, 내병성에 관여하는 유전자를 확인하기 위하여 유전자형 분석을 수행하였다. Genomic DNA 추출은 BioSprint 96 (Qiagen Co., Düren, Germany)을 이용하였다. 샘플을 TissueLyser II (Qiagen Co., Düren, Germany)로 마쇄한 후 BioSprint 96 DNA Plant Kit (Qiagen Co., Düren, Germany)를 이용하여 DNA를 추출하였다. 해당 유전자로 저온발아 및 수발아 *qLTG3-1*, 키다리병 *qFfr1*, 벼흰잎마름병 *Xa3* 및 *xa5*를 분석하였다(Supplementary Table 1). PCR 반응 및 전기영동 등 분자표지를 이용한 관련 유전자 확인은 기존의 연구결과와 같은 방법을 이용하였다(Ji et al. 2024, Park et al. 2019, Park et al. 2024a).

유전배경 분석

육성품종의 유전배경을 분석하기 위해 육성품종과 모본인 ‘수광’을 포함하여 96개 품종에 대한 유전자형 분석을 실시하였다. 유전자형 분석은 우리나라 자포니카 벼 1,225 SNP, 인디카 벼 1,339 SNP에 대한 정보, 단간 유전자 *sd1* 내 1 SNP, 총 2,565개 SNP로 구성된 Target capture sequencing SNP-genotyping platform을 이용하였다(Cheon et al. 2019, Lee et al. 2022). Target capture sequencing SNP-genotyping은 (주)인실리코젠(Yongin, Korea) incoFIT Targeted seq panel을 통해 분석되었다. 벼 품종 간 유연관계는 총 샘플의 10% 이상에서 결측이 발생한 117개 마커를 제외한 후 총 2,449개 마커를 이용하여 MEGA 11의 UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean, Bootstrap 1,000회)방법으로 분석하였다.

통계 분석

통계분석은 R (Version 4.3.1, The R Foundation for Statistical Computing Platform)을 이용하였다. 각 형질의 평균 등 기술통계, *t*-test를 이용한 육성품종과 비교품종간의 비교는 agricolae 패키지를 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

육성 경위

‘수광1’은 최고품질 벼 품종인 ‘수광’의 성숙기 탈립성과 벼흰잎마름병 저항성을 보완하여 기후적응성을 향상시키기 위해 개발되었다. 2013/2014년 동계에 ‘수광’을 모본으로 하고, 내탈립성이며 벼흰잎마름병 K3a 균계에 저항성을 갖는 우량계통 ‘HR29177-AC70-1’을 부분으로 하여 단교잡을 실시하였다(Figs. 1, 2). F₂ 이후 분리세대에서는 초형, 속색 및 출수기 등 주요 농업적 특성이 ‘수광’과 유사하면서 내탈립성을 나타내는 개체와 계통을 선발하였다. 또한 벼흰잎마름병 K3a 균계에 대한 저항성을 확보하기 위해 생물 검정과 분자표지를 이용하여 저항성 유전자 도입 여부를 확인하였다. 2019년부터 2020년까지 생산력 검정시험을 수행한 결과, ‘수광’의 농업적 특성을 유지하면서 성숙기 탈립성이 개선되고 벼흰잎마름병 저항성 유전자 *xa5*가 도입된 계통 ‘HR31125-22-1-1’을 선발하였으며, 이를 ‘전주662호’

로 계통명을 부여하였다(Fig. 2). ‘전주662호’는 2021년부터 2023년까지 3년간 지역적응성 검정시험을 수행한 결과, 출수기, 초형, 숙색, 밥맛 및 품질 특성이 ‘수광’과 유사하였으며, 성숙기 탈립성이 개선되고 벼흰잎마름병 K3a 균계에 대한 저항성을 나타냈다. 이러한 특성을 바탕으로 기후변화에 대한 재배안정성이 향상된 것으로 평가되었다. 농촌진흥청 직무육성 신품종 선정위원회는 ‘전주662호’를 ‘수광’의 장점을 계승하면서 단점을 보완한 후속 품종으로 인정하여 품종명을 ‘수광1’로 명명하였다.

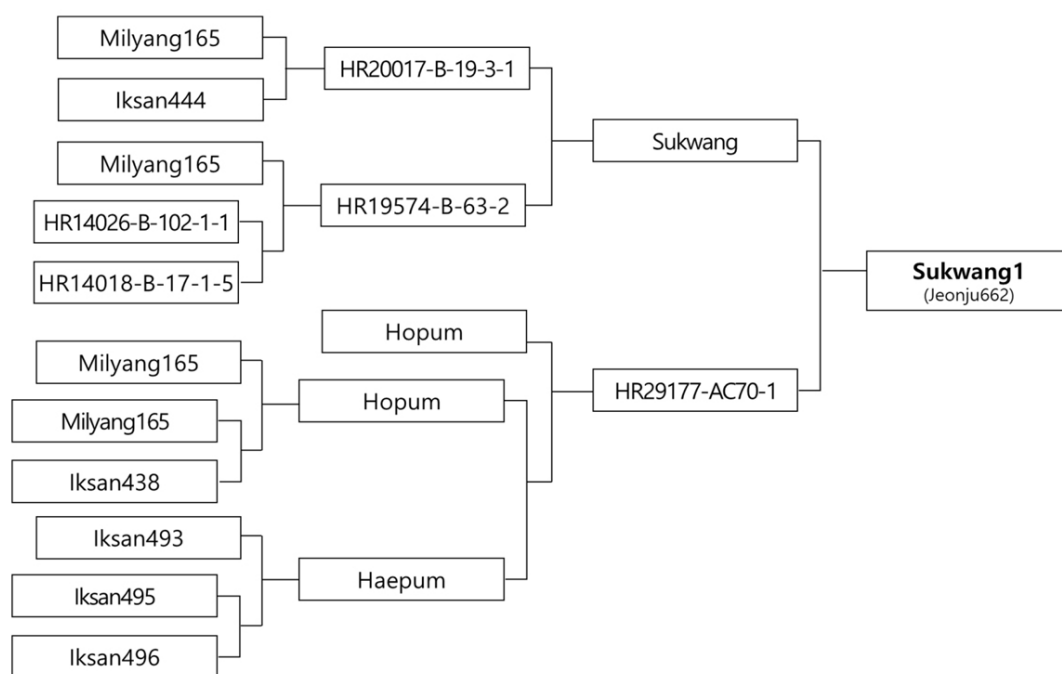


Fig. 1. Genealogical diagram of ‘Sukwang1’.

Year	'13/'14	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
Generation	Cross	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
Sukwang × HR29177-AC70-1 HR31125 → 1 ┌───┐ │ │ └───┘ 21 → 1 ┌───┐ │ │ └───┘ 1,200 → 1 ┌───┐ │ │ └───┘ 40 → 1 ┌───┐ │ │ └───┘ 5 → 1 ┌───┐ │ │ └───┘ 5 → HR31125-22-1-1 → Sukwang1 (Jeonju662)											
No. of lines (plants)		(21)	1,200	40	5	5					
Remark				Pedigree nursery			<Yield trial>		<Local adaptability test>		

Fig. 2. Pedigree diagram of ‘Sukwang1’.

출수기 및 주요 농업적 특성

‘수광1’은 영호남평야지 및 서남부해안지 보통기 보비재배에서 평균 출수기가 8월 12일로, 비교품종인 ‘남평’보다 2일 빠른 중만생종이다(Table 1). 잎은 ‘수광’과 유사한 녹색이며, 길이와 너비는 다소 짧고 좁다(Fig. 3A). 초형은 잎이 직립하여 양호하며, 줄기 굵기와 분얼개도는 ‘수광’과 유사하다. 이삭의 추출도와 착립밀도는 보통이고, 성숙기 숙색이 양호하며 까락은 없다. 간장은 84 cm로 ‘남평’(76 cm)보다 길었으며, 수장, 수수 및 수당립수는 ‘남평’과 비슷하였다(Table 1). 등숙률은 89.4%로 ‘남평’(87.4%)보다 높았으나 통계적 유의성은 없었으며, 현미 천립중은 23.3 g으로 ‘남평’(21.3 g)보다 무거웠다(Table 1).

Table 1. Major agronomic traits and yield components at local adaptability test.

Cultivar	Heading date (mm.dd)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles per hill	No. of spikelets per panicle	Ratio of ripened grain (%)	1,000-grain weight of brown rice (g)
Sukwang1	8.12 ^{ns}	84*	21 ^{ns}	13 ^{ns}	110 ^{ns}	89.4 ^{ns}	23.3*
Nampyeong	8.14	76	20	13	110	87.4	21.3

ns and * mean no significant and significant at $p < 0.05$ by *t*-test, respectively.

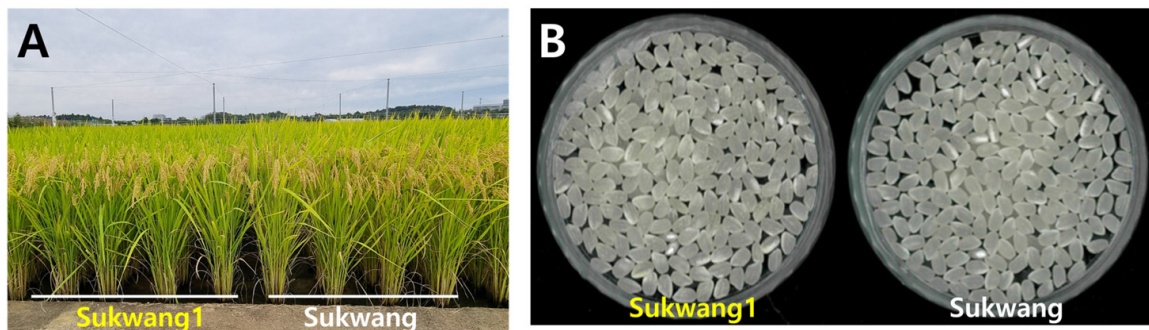


Fig. 3. Plant type at maturing stage (A) and grain shape of milled rice (B).

생리장해 및 도복 저항성

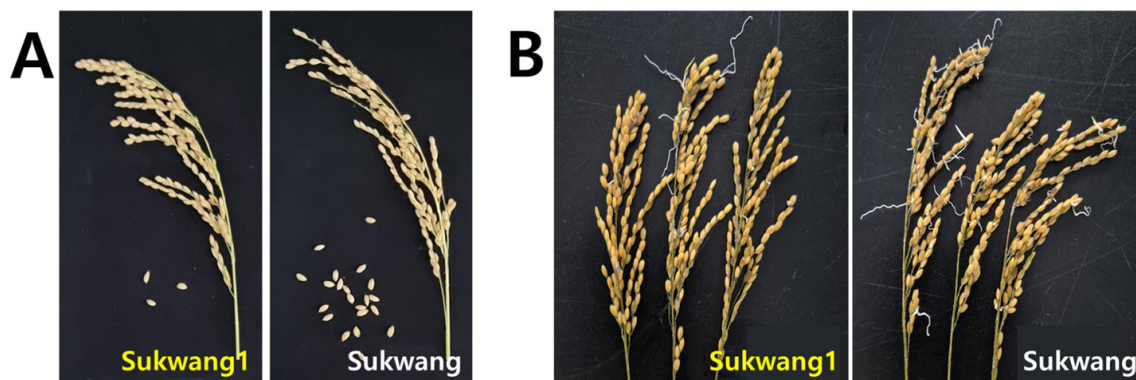
‘수광1’은 생육 중·후기에 위조현상이 나타나지 않았으며, 성숙기 하엽 노화가 느렸다(Table 2). 냉성검정 결과 출수지연일수는 ‘남평’보다 1일 짧았고, 임실률과 종합 냉성 정도는 ‘남평’과 유사하였다. 저온발아율은 63.1%로 ‘남평’(38.2%)보다 높았다. 도복 저항성과 관련하여 ‘수광1’의 좌절중(줄기 기부에 하중을 가하여 부러질 때의 무게)은 2,026 g으로 ‘남평’(1,747 g)보다 높았으며, 도복의 전체적인 정도를 나타내는 도복지수는 104로 ‘남평’(110)보다 낮아 도복 저항성이 우수하였다(Table 2). ‘수광1’의 수발아율은 29.8%로 내수발아 품종으로 알려진 ‘남평’(4.5%)보다 높아 수발아 저항성은 다소 낮았다. 모본인 ‘수광’과 비교한 결과, 가압법과 쥐기법 모두에서 탈립되는 종실의 비율이 낮아 내탈립성이 향상되었다(Table 3, Fig. 4). 이는 육성 과정에서 쥐기법을 이용하여 내탈립성이 우수한 계통을 지속적으로 선발한 결과로 판단된다. 또한 ‘수광1’은 ‘수광’보다 수발아율이 낮았으며, 이는 수발아율을 감소시키는 것으로 보고된 기능상실형 대립유전자 *qltg3-1*을 보유하고 있기 때문으로 판단된다(Fig. 5A). 따라서 ‘수광1’은 모본인 ‘수광’에 비해 탈립성과 수발아 특성이 개선되어 재배안정성이 향상된 것으로 판단된다.

Table 2. Response to physiological and abiotic stresses.

Cultivar	Occurrence of wilting	Leaf senescence at maturing	Cold tolerance ^z				Low tem. germination ^y (%)	Lodging		Pre-harvest sprouting ^x (%)
			Seedling stage (1-9)	Heading delay (day)	Grain fertility (%)	Phenotypic acceptability (1-9)		Breaking strength (g)	Index	
Sukwang1	Tolerance	Late	3 ^{ns}	8 ^{ns}	35.8 ^{ns}	6 ^{ns}	63.1 ^{ns}	2,026	104	29.8 ^{ns}
Nampyeong	Tolerance	Late	3	9	24.5	7	38.2	1,747	110	4.5

^zCold tolerance was evaluated at cold water (17°C) irrigation nursery in Chuncheon substation, NICS.^yGermination rate for 15 days at 13°C.^xGermination rate for 7 days at 25°C.ns means no significant by *t*-test.**Table 3.** Comparison of shattering and pre-harvest sprouting characteristics between ‘Sukwang1’ and ‘Sukwang’.

Cultivar	Shattering (%)		Pre-harvest sprouting (%)		
	Pressing method	Gripping method	Artificial induction		Field observation
			LAT ^z	Jeonju ^y	Jeonju
Sukwang1	1.7	1.4	7.4	6.5	0.8
Sukwang	7.0	10.4	49.4	37.1	1.6

^zLocal adaptability test in 2023.^yYield trial in Jeonju, 2025.**Fig. 4.** Characteristics of shattering (A) and pre-harvest sprouting (B). Shattering was measured by the gripping method, and pre-harvest sprouting was evaluated through artificial induction.

병해충 저항성

‘수광1’은 잎도열병 발못자리 검정에서 10개 시험지의 평균 저항성 지수가 4.1로 비교품종인 ‘남평’(4.1)과 유사한 저항성을 나타냈다(Table 4). ‘수광1’은 육성 과정과 지역적응성 검정시험에서 키다리병 저항성 품종인 ‘남평’보다는 다소 약하였으나, 모본인 ‘수광’과 유사한 중도 저항성을 나타냈다. 분자표지 검정 결과, ‘수광1’은 ‘남평’ 및 ‘수광’과 동일하게 키다리병 저항성 유전자 *qFfR1*을 보유한 것으로 확인되었다. *qFfR1*은 키다리병 저항성과 연관된 것으로 보고되었으며(Ji et al. 2024), 이러한 결과는 ‘수광1’의 키다리병 저항성 표현형을 뒷받침하였다. ‘수광1’은 우리나라 벼흰잎마름병 대표 균계인 K1, K2, K3 및 K3a에 모두 강한 저항성 반응을 나타냈다(Table 5, Fig. 6A). 벼흰잎마름병 저항성 유전자에 대한 분자표지 검정 결과, 모본인 ‘수광’은 *Xa3*만을 보유한 반면, ‘수광1’은 *xa5*가 추가로 도입되어 *Xa3*와 *xa5* 두 개의 저항성 유전자를 보유하는 것으로 확인되었다(Figs. 5C, 5D). 또한 벼흰잎마름병 포장저항성

Table 4. Resistance reaction to blast disease.

Cultivar	Reaction to leaf blast at upland blast nursery				Reaction to panicle blast at field test				
	No. of tested sites (10)				Rate of infected panicles (%)				
	R ^z	M	S	Mean	Jeonju	Milyang	Yeoju	Jinju	Mean
Sukwang1	4	6	0	4.1	5.8	3.3	2.8	2.7	3.7
Nampyeong	3	6	1	4.1	2.2	0.2	8.6	2.3	3.3

^zR: resistant, M: moderately resistant, S: susceptible.

Table 5. Resistance reaction to bacterial blight.

Cultivar	Race				Resistance gene
	K1	K2	K3	K3a	
Sukwang1	R ^z	R	R	R	<i>Xa3+xa5</i>
Sukwang	R	R	R	S	<i>Xa3</i>
Nampyeong	S	S	S	S	<i>unknown</i>

^zR: resistant, M: moderately resistant, S: susceptible.

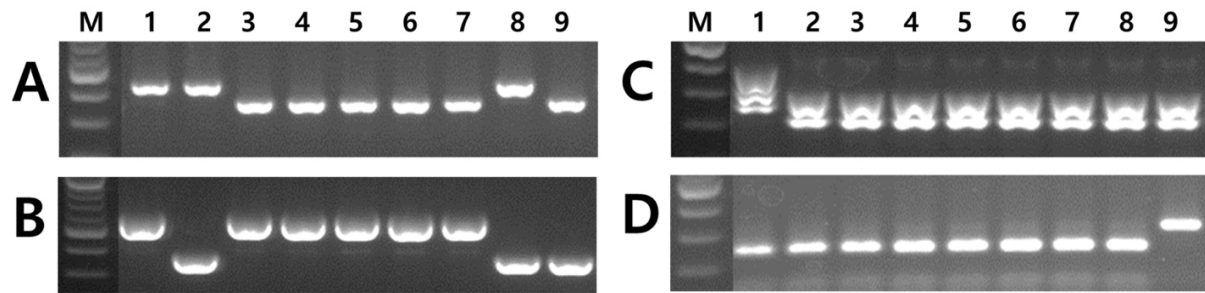


Fig. 5. Genotype analysis of *qLTG3-1* (A), *qFfR1* (B), *Xa3* (C), and *xa5* (D) using gene-specific DNA markers. PCR analysis was performed to confirm the allele types among rice cultivars. The presence of *qLTG3-1*, *qFfR1*, *Xa3*, and *xa5* was validated using primers qLTG3-1ind, 1625ind, 9643.T4 (digested with *TaqI*), and 10603.T10Dw (digested with *RsaI*), respectively. M, size marker; 1, Dongjin; 2, Dongjin1ho; 3, Dongjin2; 4, Samkwang; 5, Samkwang1ho; 6, Samkwang2; 7, Chamdream; 8, Sukwang; 9, Sukwang1.

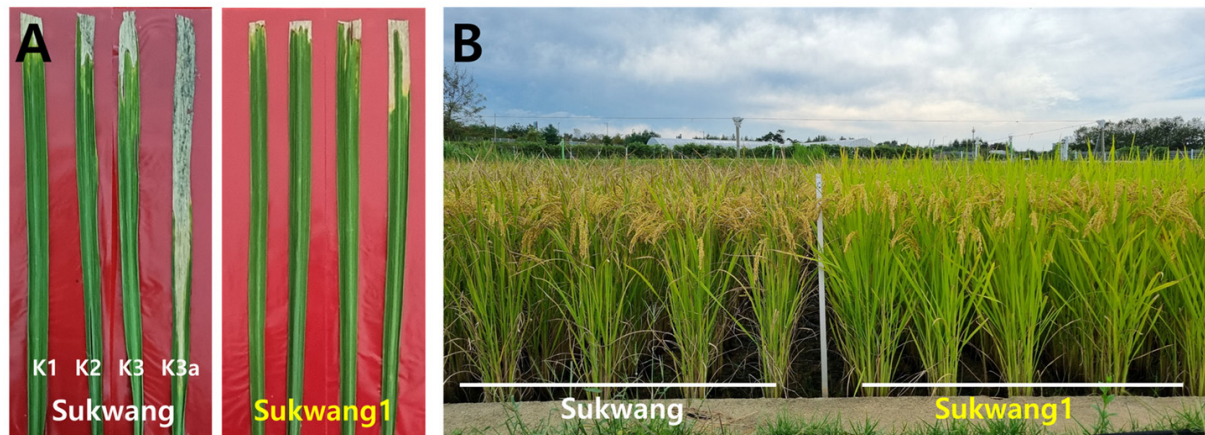


Fig. 6. Resistance reaction of ‘Sukwang’ and ‘Sukwang1’ against bacterial blight. (A) Resistance to bacterial blight races K1 (HB1013 isolate), K2 (HB1014), K3 (HB1015), and K3a (HB1009). (B) Field resistance evaluated by inoculation with the K3a race.

검정에서 K3a 균계 접종구에 대해 강한 저항성을 나타냈으며(Fig. 6B), ‘수광’에 비해 등숙률은 3.2%, 백미수량은 46 kg/10a, 현미 및 백미 정상립률은 각각 1.7%와 1.5% 높았다(Table 6). 이러한 결과는 *xa5*의 도입이 K3a 균계에 대한 저항성을 향상시켰을 뿐만 아니라 병 발생 조건에서도 수량과 품질 유지에 기여하였음을 시사한다. ‘수광1’은 바이러스병인 줄무늬잎마름병에는 저항성을 나타냈으나, 오갈병과 멸구류에 대해서는 저항성을 나타내지 않았다(Table 7).

Table 6. Resistance reaction to bacterial blight at field resistance test by inoculation of K3a race.

Cultivar	Control				K3a inoculation			
	Ratio of ripened grain (%)	Milled rice yield (kg/10a)	Perfect kernel of brown rice (%)	Perfect kernel of milled rice (%)	Ratio of ripened grain (%)	Milled rice yield (kg/10a)	Perfect kernel of brown rice (%)	Perfect kernel of milled rice (%)
Sukwang1 (A)	85.4 ^{ns}	461 ^{ns}	93.1 ^{ns}	82.1 ^{ns}	84.4 [*]	450 ^{**}	91.9 ^{ns}	82.0 ^{ns}
Sukwang (B)	83.5	454	91.9	82.4	81.2	404	90.2	80.5
A/B (%)	102	102	101	100	104	111	102	102

ns, *, and ** mean no significant, significant at $p<0.05$, and at $p<0.01$ by *t*-test, respectively.

Table 7. Reaction to virus disease and insect pests.

Cultivar	Virus diseases		Resistance to insects	
	Stripe	Dwarf	BPH ²	SBPH
Sukwang1	R ³	S	S	S
Nampyeng	R	S	S	S

²BPH: brown planthopper, SBPH: small brown planthopper.

³R: resistant, S: susceptible.

품질 및 도정 특성

‘수광1’의 입형은 현미 길이와 너비가 각각 5.19 mm와 2.84 mm로 ‘남평’(5.15 mm, 2.81 mm)과 유사하였으며, 장폭비는 1.83으로 단원형이었다(Table 8). 현미는 맑고 투명하였으며, 심복백 발생 정도는 1/0으로 ‘수광’과 유사한 외관품위를 나타냈다(Table 8, Fig. 3B). 아밀로스 함량은 18.5%로 ‘남평’(18.7%)과 유사하였고, 단백질 함량은 5.6%로 ‘남평’(6.0%)보다 낮았으나 통계적 유의성은 없었다(Table 8). 식미 관능검정 점수는 0.07로 ‘남평’(-0.09)보다 높아 우수한 식미를 나타냈다(Table 8). ‘수광1’은 제현율과 현백률이 ‘수광’ 및 ‘남평’보다 높아 우수한 도정 특성을 나타냈다(Table 9). 백미 완전미율은 95.2%로 ‘수광’(93.0%)보다 높았고 ‘남평’(96.1%)보다는 다소 낮았으나, 높은 도정률로 인해 완전미 도정수율은 세 품종 가운데 가장 높았다.

Table 8. Characteristics related to grain shape and grain quality.

Cultivar	Brown rice				Translucency (1-9)	White core/belly (0-9)	Alkali digestive value (1-7)	Protein content (%)	Amylose content (%)	Palatability of cooked rice (-3+3)
	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	L/W ratio						
Sukwang1	5.19 ^{ns}	2.84 ^{ns}	1.98 ^{ns}	1.83 ^{ns}	1 ^{ns}	1/0	6.3 ^{ns}	5.6 ^{ns}	18.5 ^{ns}	0.07
Nampyeng	5.15	2.81	1.94	1.83	1	0/0	6.1	6.0	18.7	-0.09

ns means no significant by *t*-test.

Table 9. Characteristics related to milling quality.

Cultivar	Milling recovery ratio (%)				Head rice milling recovery ratio (%)
	Brown/rough	Milled/brown	Milled/rough	Head rice	
Sukwang1	82.2	87.8	72.2	95.2	68.7
Sukwang	82.0	87.2	71.5	93.0	66.5
Nampyeong	81.5	87.6	71.4	96.1	68.6

수량성

‘수광1’의 백미수량은 2021-2023년 3년간의 지역적응성 검정시험 보통기 보비재배에서 평균 566 kg/10a로, 비교품종인 ‘남평’(562 kg/10a)과 유사하였다(Table 10).

Table 10. Yield summary of local adaptability test.

Culture season	Region	No. of tested sites	Milled rice (kg/10a)		Index
			Sukwang1 (A)	Nampyeong (B)	A/B
Ordinary planting	West-southern coast	2	552	564	98
	Southern coast	1	494	498	99
	Honam plain	5	578	572	101
	Youngnam plain	2	587	567	104
	Mean	10	566	562	101 ^{ns}

ns means no significant by *t*-test.

유전적 유사도 분석

‘수광1’과 모본인 ‘수광’의 유전적 유사성을 확인하기 위해 유전적 배경을 분석하였다(Fig. 7). 분석에는 유전적 배경이 비교적 협소한 국내 온대 자포니카 벼 품종의 SNP 다형성을 효율적으로 분석할 수 있는 Target capture sequencing SNP-genotyping platform (TCS)을 이용하였다(Park et al. 2024b). 최근 TCS는 국내 자포니카 벼 품종을 대상으로 수량 및 품질 관련 형질의 QTL 분석과 품종 간 유전적 배경 분석에 활용되고 있다(Lee et al. 2026, Park et al. 2024a, 2024b). 계통수 분석 결과, 96개 밥쌀용 품종 가운데 ‘수광1’은 모본인 ‘수광’과 가장 가까운 유연관계를 나타냈다(Fig. 7A). 이는 부분인 ‘HR29177-AC70-1’의 모부분인 ‘호품’과 ‘해품’이 계통수에서 ‘수광’과 인접한 계통군에 속하고, 계통 선발 과정에서 ‘수광’과 농업적 특성이 유사한 계통을 지속적으로 선발하였기 때문으로 판단된다. ‘수광1’의 ‘수광’에 대한 유전적 유사도는 93.6%였으며, 12개 염색체 모두에서 이형접합성이 확인되었다(Fig. 7B). 염색체별 이형접합성은 7번 염색체에서 가장 높았고(13.6%), 9번 염색체에서 가장 낮았다(1.3%). 이러한 결과는 ‘수광1’이 모본인 ‘수광’의 유전적 배경을 대부분 유지하면서 목표 형질을 효과적으로 도입한 후속 품종임을 뒷받침한다.

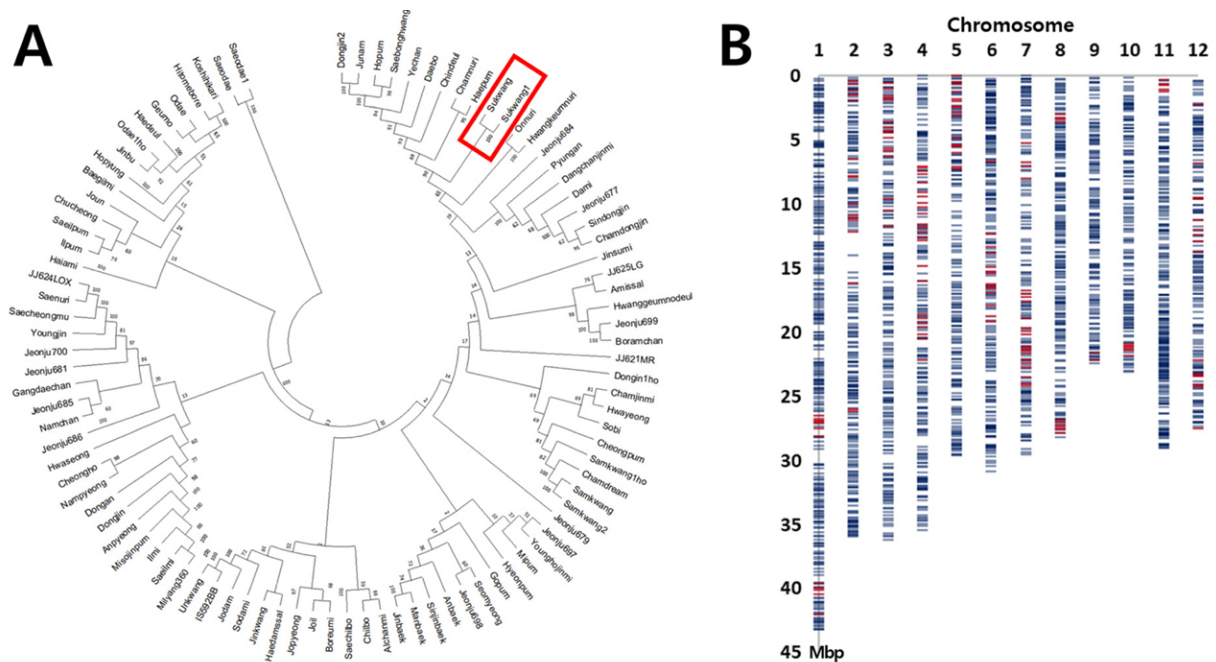


Fig. 7. Genetic background analysis of 'Sukwang1'. (A) UPGMA-based phylogenetic tree of 96 Korean temperate *japonica* rice varieties. The genetic relationship was analyzed using 2,449 SNP markers. The cluster highlighted in the red box indicates that 'Sukwang1' is most closely related to its parental variety, 'Sukwang'. (B) Graphical genotype comparison between 'Sukwang1' and 'Sukwang' across 12 rice chromosomes. The blue bars represent genomic regions with identical SNP alleles between the two varieties, while the red bars indicate polymorphic SNP positions. The vertical axis represents the physical distance along each chromosome in Megabase pairs (Mbp).

현장실증 시험

‘수광1’은 기존 최고품질 벼 품종인 ‘수광’의 우수한 품질 특성을 유지하면서 탈립성과 벼흰잎마름병 저항성을 개선하여 브랜드 쌀의 가치를 지속하기 위해 개발되었다. 전북특별자치도 고창군은 2019년부터 ‘수광’을 지역 대표 친환경 브랜드 품종으로 재배해 왔으나, 성숙기 탈립과 벼흰잎마름병 K3a 균계에 대한 감수성으로 인해 재배안정성 개선이 요구되었다. 이에 ‘수광1’을 고창군에서 2024년과 2025년 2년간 현장실증하여 ‘수광’과의 농업적 특성을 비교 평가하였다. 현장실증 결과, ‘수광1’은 ‘수광’과 출수기, 간장, 수장 및 수수는 유사하였으며, 수당립수는 다소 적고 현미 천립중은 무거웠다. 또한 백미수량은 ‘수광’보다 높아 안정적인 수량성을 나타냈다(Table 11). 특히 재배 현장에서 가장 큰 문제로 지적되었던 성숙기 탈립이 ‘수광’에 비해 현저히 개선된 것으로 평가되었다. 지역 RPC에서 생산된 원료곡을 분석한 결과, ‘수광1’은 심복백이 거의 없고 쌀알이 맑고 투명하였으며, ‘수광’보다 단백질 함량이 낮았다. 도정률은 ‘수광’과 유사하였으나 백미 완전미율이 높아 완전미 도정수율이 향상되었고, 식미 또한 우수한 것으로 평가되었다(Table 12). 2년간의 현장실증 결과, 생산자와 수요자는 ‘수광1’이 ‘수광’에 비해 탈립이 적고 벼흰잎마름병에 강하여 재배안정성이 우수하며, 높은 완전미 도정수율과 우수한 밥맛을 갖춘 품종으로 평가하였다. 이러한 현장 평가 결과를 바탕으로 ‘수광1’은 2025년 농촌진흥청 직무육성 신품종 선정위원회에서 최고품질 벼 품종으로 선정되었다. 따라서 ‘수광1’은 ‘수광’의 우수한 품질과 브랜드 가치를 유지하면서 재배안정성을 향상시킨 기후적응형 최고품질 벼 품종으로, 기존 브랜드 쌀의 지속적인 경쟁력 확보와 지역 쌀 산업 발전에 기여할 것으로 기대된다.

Table 11. Agronomic characteristics of ‘Sukwang1’ at on-farm sites in Gochang.

Cultivar	Heading date (mm.dd)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles per hill	No. of spikelets per panicle	Shattering	1,000-grain weight of brown rice (g)	Milled rice yield (kg/10a)
Sukwang1	8.16 ^{ns}	84 ^{ns}	20 ^{ns}	16 ^{ns}	85 ^{**}	low	24.1 [*]	471 [*]
Sukwang	8.16	85	20	16	100	high	23.5	443

ns, *, and ** mean no significant, significant at $p<0.05$, and at $p<0.01$ by *t*-test, respectively.

Table 12. Grain quality and milling characteristics of ‘Sukwang1’ in an on-farm trial at the Gochang RPC.

Cultivar	White core/belly (0-9)	Protein content (%)	Milling recovery ratio (%)			Head rice milling recovery ratio (%)	Palatability of cooked rice
			Brown/rough	Milled/rough	Head rice		
Sukwang1	0/0	5.6	84.0	73.3	96.3	70.6	superior
Sukwang	0/0	5.9	84.8	73.5	93.4	68.6	superior

적응지역 및 재배상 유의점

‘수광1’의 적응지역은 영·호남 평야지와 서남부 및 남부 해안지이다. 키다리병 등 종자전염병의 발생을 방지하기 위해 파종 전 종자를 철저히 소독하여야 한다. 발아 속도가 다소 느리므로 충분히 최아한 후 발아 상태를 확인하여 파종하는 것이 좋다. 질소질 비료를 과다 시용하면 도복 발생, 미질 및 등숙 저하, 속색 불량 및 병해충 발생이 우려되므로 적정량을 균형 시비하여야 한다. 내냉성이 다소 약하므로 중산간 고랭지 등 냉해 상습 발생지역에서의 재배는 피하는 것이 바람직하다. 줄무늬잎마름병에는 저항성이 있으나 다른 바이러스병과 해충에는 저항성이 없으므로 적기에 기본 방제를 실시하여야 한다. 또한 수발아 발생 우려가 있으므로 적기에 수확하는 것이 바람직하다.

적요

‘수광1’은 최고품질 벼 품종인 ‘수광’의 우수한 밥맛과 품질 특성을 유지하면서 성숙기 탈립성과 벼흰잎마름병 저항성을 개선하여 기후적응성과 재배안정성을 향상시키기 위해 개발된 중만생 벼 품종이다. 2013/2014년 동계에 ‘수광’을 모본으로 하고 내탈립성이며 벼흰잎마름병 K3a 균계에 저항성인 ‘HR29177-AC70-1’을 부본으로 교배하였으며, 계통 선발과 생산력 검정시험을 거쳐 ‘전주662호’를 육성하였다. 이후 2021년부터 2023년까지 실시한 지역적응성 검정시험에서 우수성이 확인되어 ‘수광1’으로 명명되었다. ‘수광1’의 평균 출수기는 8월 12일인 중만생종으로, 백미수량은 566 kg/10a로 ‘남평’과 유사하였다. ‘수광1’은 성숙기 내탈립성이 향상되었으며, 벼흰잎마름병 K1, K2, K3 및 K3a 균계에 모두 저항성을 나타냈다. 분자표지 분석 결과 *Xa3*와 *xa5* 두 개의 벼흰잎마름병 저항성 유전자를 보유하고 있으며, 키다리병 저항성 유전자 *qFfR1*과 수발아 관련 대립유전자 *qltg3-1*을 보유하는 것으로 확인되었다. 쌀 외관품질과 식미가 우수하고 완전미 도정수율이 높았으며, Target capture sequencing SNP-genotyping platform을 이용한 분석에서 모본인 ‘수광’과 93.6%의 유전적 유사도를 나타냈다. 또한 현장실증 결과 ‘수광’에 비해 탈립성과 벼흰잎마름병 저항성이 개선되었으며, 높은 완전미 도정수율과 우수한 밥맛으로 생산자와 수요자로부터 높은 평가를 받아 2025년 최고품질 벼 품종으로 선정되었다. ‘수광1’은 ‘수광’의 우수한 품질과 브랜드 가치를 유지하면서 재배안정성을 향상시킨 기후적응형 최고품질 벼 품종으로 영·호남 평야지와 서남부 및 남부 해안지에 적응한다.

사사

본 논문은 농촌진흥청 작물시험연구사업(남부지역 적응 품질과 재배안정성이 향상된 밥쌀용 벼 품종개발 연구(1주관), 과제번호: PJ01782401)의 지원으로 수행된 결과의 일부입니다. 품종을 육성함에 있어 협력하여 주신 농촌진흥청 국립식량과학원, 연구정책국, 농촌지원국 및 각도 농업기술원과 고창군 농업기술센터 관계관계 깊은 감사를 드립니다.

보충자료

본문의 Supplementary Table 1은 한국육종학회지 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

References

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official methods for analysis. 17th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. USA.
2. Baek MK, Park HS, Nam JK, Cho YC, Kim KY, Kim JJ, Kim WJ, Shin WC, Jeung JU, Kim CS, Jeong JM, Lee KM, Park SG, Lee CM, Suh JP, Lee JH. 2019. High grain quality mid-late maturing rice cultivar 'Yechan' with lodging tolerance and multiple disease resistance. Korean J Breed Sci 51: 504-514.
3. Cheo ZR, Heu MH. 1975. Optimum conditions for alkali digestivity test in rice. Korean J Crop Sci 19: 7-13.
4. Cheon KS, Jeong YM, Lee YY, Oh J, Kang DY, Oh HJ, Kim SL, Kim NH, Lee EY, Baek JH. 2019. Kompetitive allele-specific PCR marker development and quantitative trait locus mapping for bakanae disease resistance in Korean *japonica* rice varieties. Plant Breed Biotech 7: 208-219.
5. Ji HS, Cheon KS, Shin YJ, Lee CW, Son SM, Oh HJ, Yoon DK, Lee SY, Cho MH, Jun SJ, Lee GS, Baek JH, Kim SL, Ahn IP, Oh JH, Yoon HJ, Cha YS, Kim KH. 2024. Map-based cloning and characterization of a major QTL gene, *Ffr1*, which confers resistance to rice bakanae disease. Int J Mol Sci 25: 6214.
6. Juliano BO. 1985. Polysaccharide, proteins, and lipids of rice. pp. 59-120. In: Rice chemistry and technology. The American Association of Cereal Chemists, St. Paul MN, USA.
7. Kauffman HE, Reddy APK, Hsieh SPY, Merca SD. 1973. An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis Rep 57: 537-541.
8. Kwak DY, Yeo US, Lee JH, Oh BG, Shin MS, Ku YC. 2007. Mass screening method for rice virus resistance using screen house. Korean J Crop Sci 52: 129-133.
9. Lee CK, Kim JT, Choi YH, Lee JE, Seo JH, Kim MJ, Jeong EG, Kim CK. 2009. Optimum sieve-slit width for effective removal of immature kernels based on varietal characteristics of rice to improve milling efficiency. Korean J Crop Sci 54: 357-365.
10. Lee CM, Park HS, Seo JH, Park SH, Jeong OY, Lee KM, Park SG. 2026. Genetic diversity and structural network analysis of Korean rice varieties using TCS-based SNPs. Korean J Breed Sci 58: 1-12.
11. Lee CW, Cheon KS, Shin YJ, Oh HJ, Jeong YM, Jang H, Park YC, Kim KY, Cho HC, Won YJ, Baek JH, Cha YS, Kim SL, Kim KH, Ji HS. 2022. Development and application of a target capture sequencing SNP-genotyping platform in rice. Genes 13: 794.
12. Myeong SJ. 2018. Impact of climate change related natural disaster on rice production in South Korea. J Korean Soc Hazard Mitig 18: 53-60.
13. Park HS, Baek MK, Kim WJ, Suh JP, Lee JH, Jeung JU, Kim CS, Jeong OY, Lee DR, Lee CM, Jeong JM, Mo YJ, Ha SK, Lee DK, Ji HS, Seo JH, Park JR, Lee HS, Park SH, Jin MA, Kim KY. 2023. The multiple disease-resistant, mid-late maturing rice cultivar 'Chamdongjin', carrying the bacterial blight resistance gene *Xa21*, with the genetic

- background of 'Sindongjin'. Korean J Breed Sci 55: 86-102.
14. Park HS, Kim KY, Baek MK, Cho YC, Kim BK, Nam JK, Shin WC, Kim WJ, Ko JC, Kim JJ, Jeong JM, Jeung JU, Lee KM, Park SG, Lee CM, Kim CS, Suh JP, Lee JH. 2019. Bacterial blight resistance genes pyramided in mid-late maturing rice cultivar 'Sinjinbaek' with high grain quality. Korean J Breed Sci 51: 263-276.
15. Park HS, Lee CM, Kim KY, Jeong OY, Jeung JU, Park SC, Lee SH, Suh JP, Jin MN, Lee HS, Seo JH, Park SH, Park JR, Kang KM. 2025. 'Amissal': A region-specific, mid-late maturing long-grain *japonica* rice cultivar. Korean J Breed Sci 57: 547-563.
16. Park HS, Seo JH, Ji HS, Lee GE, Lee CM, Park JR, Park SH, Lee KM, Jin MA, Jeong OY. 2024a. QTL analysis for pre-harvest sprouting and low-temperature germinability using the recombinant inbred lines derived from a cross between 'Chamdongjin' and 'Younghojinmi'. Korean J Breed Sci 56: 79-95.
17. Park HS, Seo JH, Park SH, Park JR, Lee CM, Jin MA, Jeong OY. 2024b. QTL analysis for yield-related traits using the recombinant inbred lines derived from a cross between 'Chamdongjin' and 'Younghojinmi'. Korean J Breed Sci 56: 31-51.
18. Rural Development Administration (RDA). 2012. Standard of analysis and survey for agricultural research. pp. 315-338.
19. Rural Development Administration (RDA). 2021. Project plan for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp. 3-57.
20. Rural Development Administration (RDA). 2022. Project plan for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp. 3-49.
21. Rural Development Administration (RDA). 2023. Project plan for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp. 1-62.
22. Rural Development Administration (RDA). 2026. Project plan for collaborative research program to develop new variety summer crop. pp. 1-61.
23. Seo MC, Kim JH, Choi KJ, Lee YH, Sang WG, Cho HS, Cho JI, Shin P, Baek JK. 2020. Review on adaptability of rice varieties and cultivation technology according to climate change in Korea. Korean J Crop Sci 65: 327-338.