

보도자료



서울대학교
SEOUL NATIONAL UNIVERSITY

보도일시	즉시 보도
	2024. 12. 3.(화)
문의	담당자: 농업생명과학대학 기획실 박용준(02-880-4510)
	식물면역연구센터 소장/최도일 석좌교수 (02-880-4572) / 교신저자
	식물면역연구센터 연구원 오수현 박사 / 제1저자

■ 제목/부제

제목	작물 역병에 대한 비기주저항성 유전자 동정기술 개발
부제	고추역병 등 난치식물병 저항성 품종개발 길 열려

작물 역병에 대한 비기주저항성 유전자 동정기술 개발

-고추역병 등 난치식물병 저항성 품종개발 길 열려-

-Nature Communications에 논문게재-

■ 요약

<p>연구 필요성</p>	<p>식물역병균 (<i>Phytophthora</i> 속)은 약 100종 이상이 존재하며 각 종은 다양한 주요 농작물에 역병을 일으키며 전 세계적으로 커다란 문제를 일으키고 있음(고추, 감자 및 토마토를 침해하는 감자역병균의 경우 경제적 손실 >200 억불/년). 그러나, 대부분의 역병균에 대한 저항성 유전자는 아직까지 동정되지 않고있음.</p>
<p>연구성과/ 기대효과</p>	<p>서울대학교 식물면역연구센터 연구진(과제책임자: 최도일 석좌교수, 연구원 오수현 박사)은 유전체정보 분석 및 실증실험을 통하여 아이랜드 대기근 병원체인 감자역병균에 대한 저항성 유전자들이 다른 작물을 침해하는 다양한 역병균에 대해서도 저항성을 매개할 수 있는 비기주저항성 유전자임을 밝혀 Nature Communications 온라인판에 11월 20일 게재하였음.</p> <p>기존방법으로 병 저항성 품종을 육성 하는데는 다양한 유전자원, 막대한 숫자의 교배집단 및 오랜시간의 포장 재배실험이 필요해 엄청난 자원과 비용을 필요로 하는 바, 본 연구를 통해 동정된 비기주 유래의 병저항성 유전자, 그리고 이를 찾아내는 생물정보학적 방법은 주요 작물의 질병에 의한 피해를 획기적으로 절감시킬 수 있는 신품종개발이 가능할 것으로 생각됨.</p> <p>우리나라에서 가장 문제가 되고 있는 고추 역병, 세계적으로 문제되는 감자역병 피해를 획기적으로 줄일 수 있는 신품종개발이 가능 할 것으로 판단되며, 본 연구 결과는 국내외 특허로 출원 중이며 기술이전을 통한 실용화를 추진중에 있음.</p>
<p>Abstract</p>	<p>'Prof. Doil Choi and research team identified multiple resistance genes against various Phytophthora pathogens that threat wide-range of important crop species'</p> <p>NLR receptor is suggested as a component of plant nonhost resistance (NHR). However, the evolutionary process of how plants develop receptors for recognizing broad-spectrum pathogens is still elusive. Here, we observe that multiple RxLR effector families including 12 reported avirulence effectors of <i>Phytophthora infestans</i> are broadly conserved across the <i>Phytophthora</i> species. We select 69 effectors distributed into 8 families from 6 <i>Phytophthora</i> species, and confirm that 60.87% of the tested effectors are recognized by <i>Solanum</i> NLRs according to their defined families. Furthermore, we confirm that expression of R1, R8, and Rpi-amr1 confer broad-spectrum resistance against multiple <i>Phytophthora</i> species. Combined results suggest that conserved effector families of <i>Phytophthora</i> species allow solanaceous plants to recognize broad-spectrum pathogens via NLRs that originally reported to recognize <i>P. infestans</i>. Thus, NLR-mediated recognition would contribute to NHR against pathogens that possess similar repertoires of effectors. Moreover, this homology-based approach would be applicable to other plant-pathogen systems and provide an alternative strategy of genetic mapping to identify functional NLRs against various crop-threatening pathogens.</p>
<p>Journal Link</p>	<p>https://www.nature.com/articles/s41467-024-54452-2</p>

■ 본문

□ 연구결과

Conserved effector families render *Phytophthora* species vulnerable to recognition by NLR receptors in nonhost plants

Soohyun Oh*, Myung-Shin Kim*, Hui Jeong Kang, Taewon Kim, Junhyeong Kong, and Doil Choi*

(*Nature Communications*, <https://doi.org/10.1038/s41467-024-54452-2>)

□ 연구 배경: *Phytophthora* 병원균들에 대한 저항성 유전자원의 부재

- 감자역병균(*Phytophthora infestans*)은 매년 전세계적으로 약 200억 달러 이상의 피해를 끼치고 있으며, *Phytophthora* 속 병원체는 고추와 호박(*P. capsici*), 담배와 감귤류(*P. parasitica*), 콩(*P. sojae*), 화훼작물(*P. palmivora*), 사과와 딸기(*P. cactorum*)을 침해하는 병원균들을 포함하여 약 100종의 식물 병원균로 구성됨 [그림 1].
- 현재까지 동정된 식물 저항성 유전자의 90%는 병원성 단백질(effector)을 인지하는 세포질 면역수용체 (NLR, nucleotide-binding leucine rich repeat) 유전자임
- 감자역병균에 대항하여 약 30종 이상의 NLR 유전자가 보고 되어있으나, 감자역병균 이외의 다른 역병균에 대한 저항성 유전자는 현재까지 거의 밝혀져 있지 않음

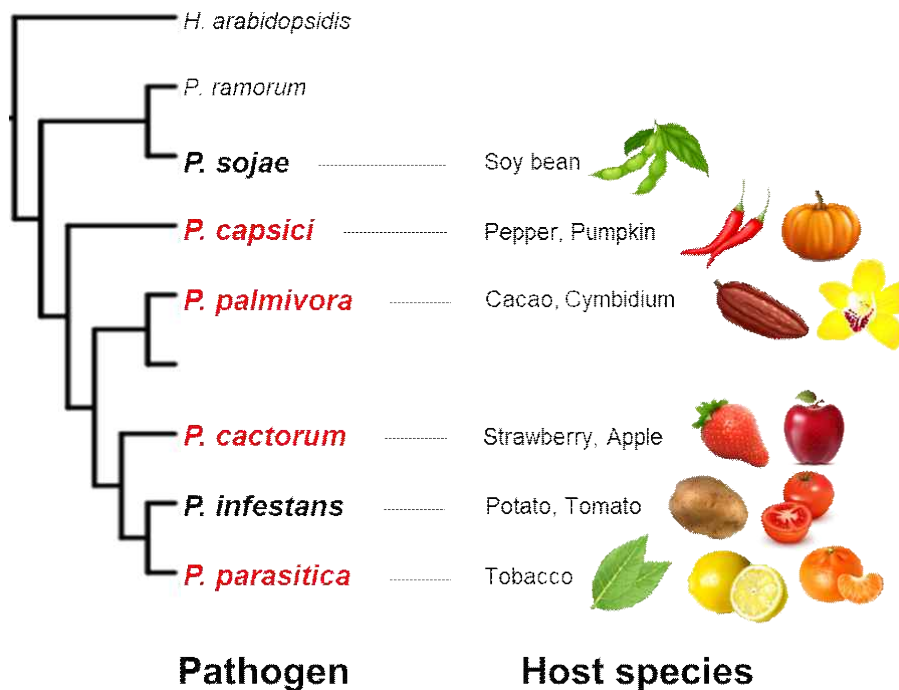


그림 1. 다양한 *Phytophthora* 병원균들의 진화적 관계를 나타내는 계통도(좌측)와 각 병원균에 의해 피해가 발생하는 작물들(우측)

□ 연구 결과: 역병원균들에 공통적으로 보존되어 있는 effector를 인지하는 면역수용체(NLR) 동정

- 감자역병원균(*P. infestans*)에 대해 기능하는 저항성 유전자들은 각각 서로 다른 감자역병원균의 effector를 인지하여 저항성을 매개함
- 본 연구진은 이런 감자역병원균의 effector들이 다른 다양한 역병원균들에 진화적으로 보존되어 있음을 확인하였으며, 그 중에는 상응하는 면역수용체가 알려져 있는 열 두개의 effector들이 포함되어 있었음
- 본 연구진은 기존에 알려져 있던 감자역병원균 저항성 유전자인 R1 / R8 / Rpi-arm1이 다양한 역병원균에 보존되어 있는 effector들을 인지하여 실제로 고추역병원균을 포함하여 저항성을 부여할 수 있음을 형질전환 식물체를 개발하여 확인하였음 [그림 2]
- 현재까지 대부분의 역병원균에 대한 저항성 유전자가 알려지지 않은 바, 본 연구에서 동정된 유전자들은 고추를 포함하여 다양한 작물에서 역병저항성 작물 육종에 이용될 수 있을 것임. 또한, 병원균들에 보존되어 있는 effector를 활용한 저항성 유전자발굴 방법론 또한 다양한 식물/병원균 시스템에 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

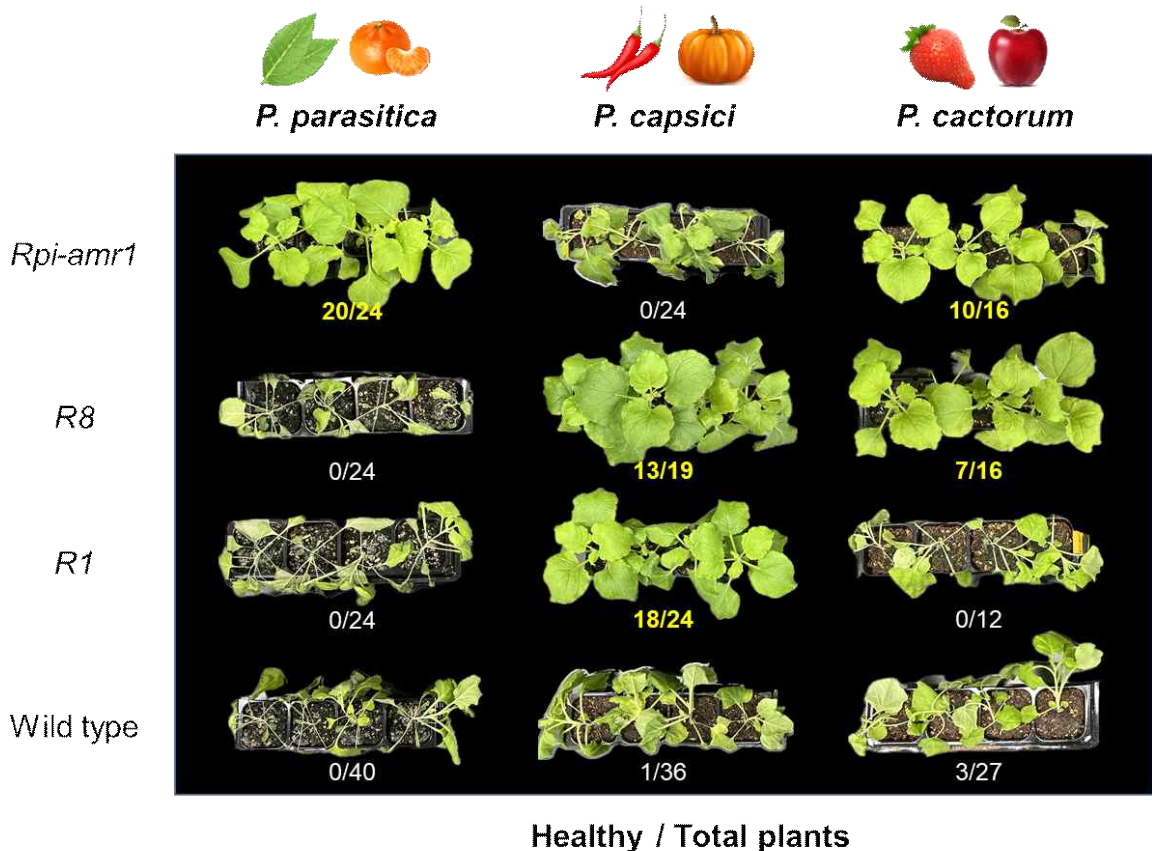


그림 2. 감자역병원균 저항성 유전자를 발현하는 형질전환체(*R1*, *R8*, *Rpi-amr1*: 야생 감자 및 까마중 유래 유전자, Wild type: 자연 상태의 식물)는 다른 다양한 *Phytophthora* 병원균(상단, 각 병원균이 피해를 끼치는 작물들이 그림으로 표기되어 있음)에 저항성을 매개할 수 있음

□ 용어설명

- NLR: **N**ucleotide-binding **L**eucine-rich **R**epeats, 식물의 세포질 면역 수용체로 대부분의 육

상 식물은 수십~수백 개의 NLR을 가지고 있으며, 현재까지 동정된 식물의 병저항성 유전자 중 90% 이상은 NLR 유전자로 분류되어 있음.

- Effector: 병원균이 자신의 증식을 돕기 위해 식물의 세포 내부로 분비하는 단백질, 일반적으로 식물의 다양한 생리기작 및 저항성 반응을 저해하는 역할을 하며, 병원균의 종류에 따라 수십~수백 개의 effector를 가지고 있음.
- 비기주저항성: 모든 병원균은 특정 식물 종에 병을 내는 방향으로 진화하여 해당 식물의 물리/화학적 장벽을 분해/회피하여 침입하고, 식물 세포 내부에서 일어나는 저항성 반응에 대해서도 적응하는 양상을 보임. 하지만 이는 동시에 다른 물리/화학적 특징 혹은 다른 저항성 반응을 보이는 식물에는 적응하지 못함을 의미하며 병원균이 자신이 병을 내는 식물과 다른 (일반적으로 진화적인 거리가 먼) 식물에 병을 내지 못하는 현상과 해당 식물이 보이는 저항성 반응을 '비기주저항성'이라고 정의 함.
- *Phytophthora*: 난균류(oomycetes)의 하위 속(genus)으로 약 100종 이상의 식물 병원균으로 구성되어 있으며, 곰팡이처럼 균사를 만들지만 사실은 곰팡이보다 동물과 더 진화적으로 가까운 생명체