

보도자료

보도일	즉시 보도
	2024. 1. 25.(목)
문의	연구책임자: 노유선 교수(02-880-6674) / 교신저자
	식물 가소성 연구센터 윤세훈 연구원 / 제1저자

■ 제목/부제

제목	국문	애기장대에서 NPR1 타겟팅 및 전사 연쇄 조절에 대한 유전체 수준 조망
	영문	Genomic overview of INA-induced NPR1 targeting and transcriptional cascades in Arabidopsis
부제	국문	식물 면역 세포화를 유도하는 유전체 조절에 대한 스카이뷰
	영문	Skyview of genomic regulation eliciting plant immune cellularization

■ 요약

연구 필요성	식물에서 병원체 감염의 핵심 신호전달 물질인 살리실산(salicylic acid; SA)에 의해 유도되는 식물세포의 면역 세포화 과정에 대한 유전체 수준 이해가 확보되지 않은 상황임
연구성과/ 기대효과	살리실산의 수용체인 NPR1과 NPR1의 파트너인 HAC1의 유전체 수준 타겟을 식별하고, 이 타겟들의 조절 특성을 이해하여, 식물에서 병원체 감염의 핵심 신호인 살리실산에 의해 유도되는 식물세포의 면역 세포로의 재프로그래밍 과정에 대한 유전체 수준 조절 특성을 이해하게 됨
Journal Link	https://doi.org/10.1093/nar/gkae019

■ 본문

□ 연구 배경

식물은 동물과는 달리 면역 세포 및 면역 순환체계 등을 미리 분화시켜 병원체에 대응하지 않음에도 불구하고 매우 효과적으로 면역력을 발휘한다. 이러한 식물에서 병원체 감염의 신호전달 물질로 가장 광범위하며 또한 중요하게 사용되는 것은 살리실산(salicylic acid; SA)이다. 특히 식물세포의 사멸을 유발하지 않으며 식물체를 감염하는 병원균이 침입할 경우 SA 생성이 증가되어 수천 개 이상의 면역 관련 유전자 발현을 유도함으로 식물세포를 면역 세포화시킨다. 즉, SA는 전사체 수준에서의 조절을 유발함으로 생장에 최적화되어 있던 식물세포를 면역 세포로 재프로그래밍 시키는 식물 면역의 핵심 신호전달 물질인 것이다. 이러한 SA의

수용체로서 NPR1, NPR3 및 NPR4 등이 알려져 있는데, 이들 중 NPR1은 광범위한 전사촉진 인자로 기능하는 반면, NPR3와 NPR4는 보다 좁은 범위에서 전사억제 인자로 기능한다. 본 연구팀은 선행연구를 통하여 SA에 의해 매개되는 식물 면역의 핵심 인자 NPR1이 HAC1이라는 히스톤 아세틸화 효소와 단백질 복합체를 형성하여 함께 작용하며 후성유전학적 기전을 동반한 광범위한 전사 조절과 면역 세포로의 재프로그래밍을 유발함을 밝힌 바 있다(Jin et al., Nucleic Acids Research, 2018).

□ 연구 결과

Genomic overview of INA-induced NPR1 targeting and transcriptional cascades in Arabidopsis

Se-Hun Yun^{1,2}, Irfan Ullah Khan^{1,2}, Bosl Noh^{3,*} and Yoo-Sun Noh^{1,2,*}

(Nucleic Acids Research, online published)

식물 면역에 있어 NPR1 및 HAC1의 이러한 중요성에도 불구하고 이 인자들의 유전체 수준 타겟이 알려져 있지는 않았다. 이에 과학기술정보통신부와 한국연구재단의 중견연구자지원사업 및 선도연구센터사업을 통하여 지원된 본 연구에서는, 전사조절인자의 직접적 타겟을 유전체 수준에서 식별할 수 있도록 하는 ChIP-seq 기법을 통하여 SA의 기능적 유사체인 INA 처리 후 NPR1 및 HAC1의 유전체 수준 타겟을 발굴하고, 이 타겟들의 SA에 의한 조절 특성을 연구하였다. 그 결과 NPR1은 대부분 SA 신호 특이적으로 타겟팅 되는 반면, HAC1은 대부분 SA 신호와 무관하게 타겟팅 됨을 알 수 있었으며, NPR1이 HAC1과 함께 적어도 네 가지 분자 기전을 통하여 1,100개 이상에 이르는 직접 타겟 유전자들의 발현을 조절함을 밝힐 수 있었다. 특히, NPR1 직접 타겟의 대다수가 전사조절인자 유전자들임을 알 수 있었는데, 이는 NPR1이 전사 연쇄반응(transcriptional cascades)을 통하여 수천 개 이상의 면역 관련 유전자들의 발현을 유도하며 면역 세포로의 재프로그래밍을 일으키는 보여준다. 나아가 일부 직접 타겟들에 있어서 NPR1이 SA 신호 이전 이미 타겟팅 된 상태에서 SA 신호가 주어질 경우 보다 빠르고 강하게 해당 유전자들의 발현을 유도함 또한 알 수 있었다. 이러한 결과들은 NPR1에 의한 새로운 전사 조절 기전을 설명하고, 면역 세포로의 재프로그래밍 과정에 대한 유전체 수준 스카이뷰를 제공한다.

□ 용어설명

- 유전체(genome): 한 생명체 또는 세포가 가지고 있는 유전자들의 총합을 일컫는 용어
- 전사조절인자(transcriptional regulator): 유전자의 발현과 기능을 DNA로부터 RNA를 만들어 내는 단계(전사 단계)에서 조절하는 단백질 등의 요소
- ChIP-seq: 전사조절인자 등에 대하여 항체 등을 이용한 면역침강 시 동시에 침강된 DNA 절편을 읽는 방법을 통하여, 특정 전사조절인자 등의 직접적 타겟을 유전체 수준에서 식별할 수 있도록 하는 실험기법
- 전사 연쇄반응(transcriptional cascades): 상위 전사조절인자가 또 다른 전사조절인자들을 하위에서 발현 시키고, 하위 전사조절인자들에 의해 다수의 유전자 발현이 유발되는 전사의 연쇄적 조절 과정으로, 전사에 의한 유전자 발현의 증폭을 불러올 수 있음
- 세포 재프로그래밍(cell reprogramming): 세포 내 광범위한 유전자 발현 변화 등에 의해 세포의 기능과 분화 특성이 변화하는 현상