

보도자료



미래를 개척하는 지식 공동체

보도일시	즉시 보도
	2022. 6. 29.(수)
문의	담당자: 이진수 연구원(02-880-2137)
	연구책임자 생명과학부 이유리 교수(02-880-2136) / 교신저자
	연구진 이진수 연구원(02-880-2137) / 제1저자

활성산소에 의한 꽃의 탈리 조절 메커니즘 규명

■ 요약

연구 필요성	<ul style="list-style-type: none">꽃잎, 과일, 씨앗 등의 식물 기관이 식물 본체로부터 분리되는 탈리 (abscission) 현상은 식물 내부의 신호뿐만 아니라 외부로부터의 스트레스에도 반응하여 일어나는 것으로 알려져 있지만, 어떻게 복합적인 신호들이 통합되어 탈리 시기를 결정하는지에 대해서는 잘 밝혀져 있지 않다.애기장대 꽃잎의 탈리 현상을 모델로 한 연구를 통해 수용체 키나아제인 HAESA와 펩타이드 라이컨드로 작용하는 IDA에 의한 조절 메커니즘이 규명되었는데, IDA-HAESA의 다운스트림 신호전달 경로는 상대적으로 많이 밝혀진 반면 그 상위에서 다양한 외부 신호를 통합하여 이들의 발현을 조절하는 메커니즘에 대해선 잘 규명되지 않았다.
연구성과/ 기대효과	<ul style="list-style-type: none">본 연구진은 식물세포 외부의 활성산소(ROS)가 식물의 발달과정에 관여함으로써 꽃잎이 떨어지는 타이밍을 조절함을 최초로 규명하였다.꽃잎이 떨어지는 과정에 대한 핵심 신호전달 경로가 규명되긴 하였으나, 그 경로를 활성화시키는 메커니즘에 대해선 잘 알려져 있지 않았다. 외부 환경 변화나 수정 (fertilization) 여부 등의 다양한 정보가 어떻게 핵심 경로로 통합될 수 있는지에 대한 단서는 매우 제한적이었는데, 본 연구는 활성산소가 핵심 신호전달 경로의 스위치를 turn-on 하는 주요 인자임을 밝힌 것으로, 특히나 활성산소의 대사를 조절하는 MSD2가 활성산소의 축적 정도를 정밀하게 조절하는 조절자 역할을 함을 규명하였다.본 연구는 식물 세포 외부에 존재하는 활성산소 대사 조절자에 의해 활성산소 농도가 조절될 수 있는 새로운 경로를 제시하였을 뿐 아니라, 이에 따른 내부 프로그램으로의 연결 경로를 제시하였다는데 의의가 있다.

■ 본문

□ **이유리** 서울대학교 조교수 (서울대학교 생명과학부) 연구팀은 **활성산소의 대사가 식물의 꽃잎이 떨어지는 시기를 결정하는데 중요하게 작용한다는 것을** 규명하였다.

- 꽃잎, 과일, 씨앗 등의 식물 기관이 식물 본체로부터 분리되는 탈리 현상은 식물 내부의 신호뿐만 아니라 외부로부터의 스트레스에도 반응하여 일어나는 것으로 알려져 있지만, 어떻게 복합적인 신호들이 통합되어 탈리 시기를 결정하는지에 대해서는 잘 밝혀져 있지 않다.
- 연구진은 활성산소의 농도가 꽃잎이 떨어지는 시기를 결정하는데 중요한 요인이라는 것을 규명하였는데, 특히나 초과산화이온 (superoxide anion radical, O₂⁻)을 산소와 과산화수소 (H₂O₂)로 변환시키는 반응을 촉매하는 효소인 superoxide dismutase (SOD)가 이 과정에서 관여함을 규명하였다.
- SOD의 일종인 MSD2 (manganese superoxide dismutase 2)는 꽃잎이 떨어지기 시작할 즈음 탈리 영역에서 발현되면서, 세포 바깥에 존재하는데, 이 유전자가 망가진 애기장대 돌연변이체는 **활성산소가 더 빠르게 축적될 뿐 아니라, 꽃잎이 야생형보다 더 이른 시기에 떨어지는 것을** 확인하였다.
- *msd2* 돌연변이에서는 탈리영역의 **산화질소** (nitric oxide) 농도가 증가되었고, 스트레스 호르몬으로 알려진 **ABA** (abscisic acid) 신호전달 경로가 활성화되었는데, 연구진은 이렇게 활성화된 NO 및 ABA 신호전달 경로를 통해 **탈리를 촉진하는 내부 신호가 활성화됨으로써** 꽃잎이 떨어지는 타이밍을 조절함을 확인하였다.

□ 본 연구 결과는 식물세포 외부의 활성산소 조절자가 식물의 발달을 조절하는 메커니즘을 최초로 규명한 핵심적인 연구로, **활성산소의 대사 조절을 응용해 탈리 속도를 빠르게 혹은 느리게 조절할 수 있는** 발판을 마련했는데, 이는 꽃잎이 떨어지는 시기가 중요한 **원예 및 화훼 분야 등에서 활용될 수 있을 것으로** 기대된다.

□ 이번 연구성과는 국제학술지인 뉴 파이톨로지스트 (New phytologist, IF 10.15)에 온라인 published 되었고 (6월). **제1저자인 이진수 연구원 (서울대학교 박사후 연구원)은 New Phytologist next generation scientists 2022로** 선정되었다.

□ 본 연구는 서경배 과학재단(SUHF)과 한국 연구재단 선도연구센터 (SRC, 식물가소성 연구센터)의 지원을 받아 진행되었다.

□ 연구결과

MSD2-mediated ROS metabolism fine-tunes the timing of floral organ abscission in Arabidopsis

Jinsu Lee, Huize Chen, Gisuk Lee, Aurélie Emonet, Sang-Gyu Kim, Donghwan Shim and Yuree Lee.
(New phytologist, 2022. 06)

- 꽃잎이 떨어지는 과정에 대한 핵심 신호전달 경로가 규명되긴 하였으나, 그 경로를 활성화시키는 메커니즘에 대해선 잘 알려져 있지 않았다. 외부 환경 변화나 수정 (fertilization) 여부 등의 다양한 정보가 어떻게 핵심 경로로 통합될 수 있는지에 대한 단서는 매우 제한적이었다. 본 연구는 활성산소가 핵심 신호전달 경로의 스위치를 turn-on 하는 주요 인자임을 밝힌 것인데, 특히나 활성산소의 대사를 조절하는 MSD2가 활성산소의 축적 정도를 정밀하게 조절하는 조절자 역할을 함을 규명하였다.
- Online published: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.18303>

□ 용어설명

1. 탈리(abscission)

- 잎, 꽃, 과실 등의 기관이 식물의 몸체로부터 분리되는 현상을 일컫음. 많은 경우 기관의 초기 발달 단계에서부터 탈리층이 형성되어 있는데, 특정 조건에서 탈리층이 활성화되면 다량의 세포벽 분해효소들이 분비되어 기관분리가 유도됨.

2. 활성산소(reactive oxygen species)

- 활성산소(reactive oxygen species, ROS)는 화학적으로 반응성이 뛰어난 산소 원자를 포함하는 분자이다. 초과산화물이온(superoxide anion radical, $\bullet\text{O}_2^-$), 과산화수소(H_2O_2) 등이 대표적인 활성산소종 분자로서 산소의 일부 환원 반응으로 형성된다.

3. SOD(superoxide dismutase)

- 초과산화이온을 산소와 과산화수소로 변환시키는 반응을 촉매하는 효소이다.

4. 산화질소(nitric oxide)

- 산화질소(Nitric oxide)는 최소 단위의 질소 산화물로서 질소 한 분자에 산소 한 분자가 결합된 것으로 화학식은 NO이다. 일종의 신호전달 물질로서 면역 작용, 혈관 확장 및 신호 전달 등의 다양한 생리 활성에 관여한다.

5. ABA(abscisic acid)

- 식물의 성장 중에 일어나는 여러 과정을 억제하는 식물호르몬으로 흔히 에이비에이(ABA)라고 줄여서 말하기도 한다. 또, 식물이 스트레스를 받을 때 ABA의 함량이 증가하는 것으로 보아 ABA는 스트레스에 대한 식물의 반응을 조절하는 것으로 생각되고 있다.

□ 연구자 (교신저자)

- 성 명 : 이유리
- 소 속 : 서울대학교 생명과학부 조교수
- 연락처 : 02-880-2137, yuree.lee@snu.ac.kr



□ 연구자 (제1저자)

- 성 명 : 이진수
- 소 속 : 서울대학교 기초과학연구원 박사후연구원
- 연락처 : 02-880-2137, jinsulee90@gmail.com

