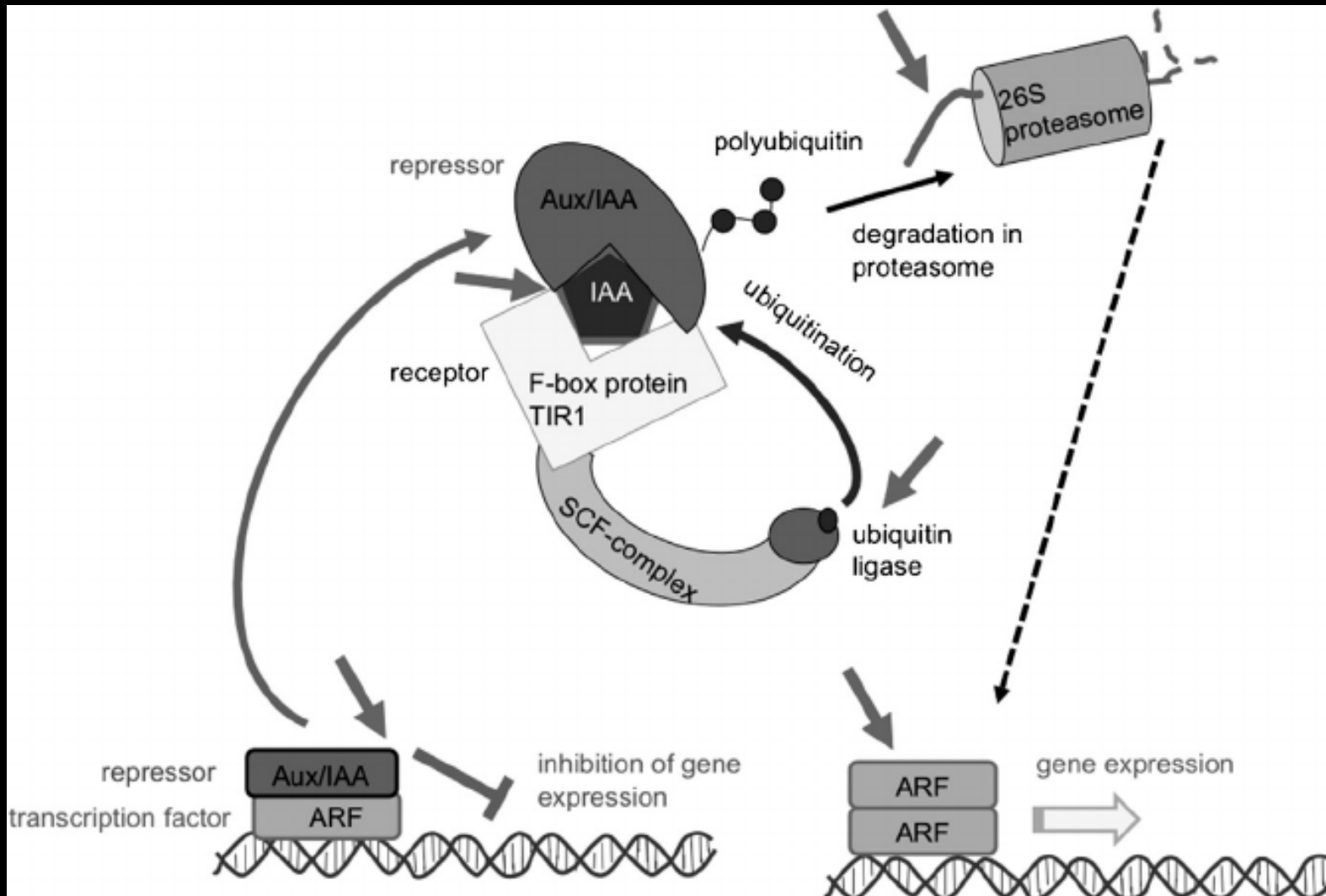


Příběh šestý: Co mají společného signální dráhy?



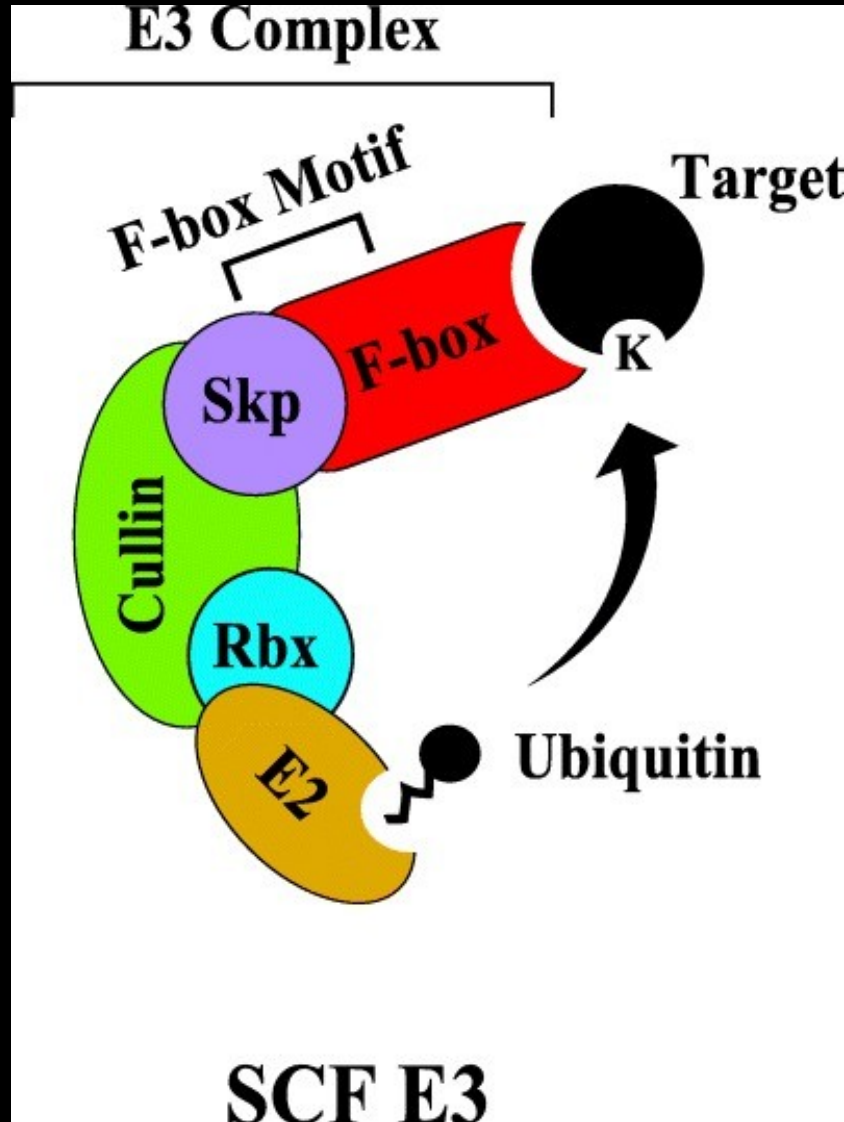
Paralelismus v recepci auxinů a jasmonátů

- SCF-komplex
- Receptor = F-box protein



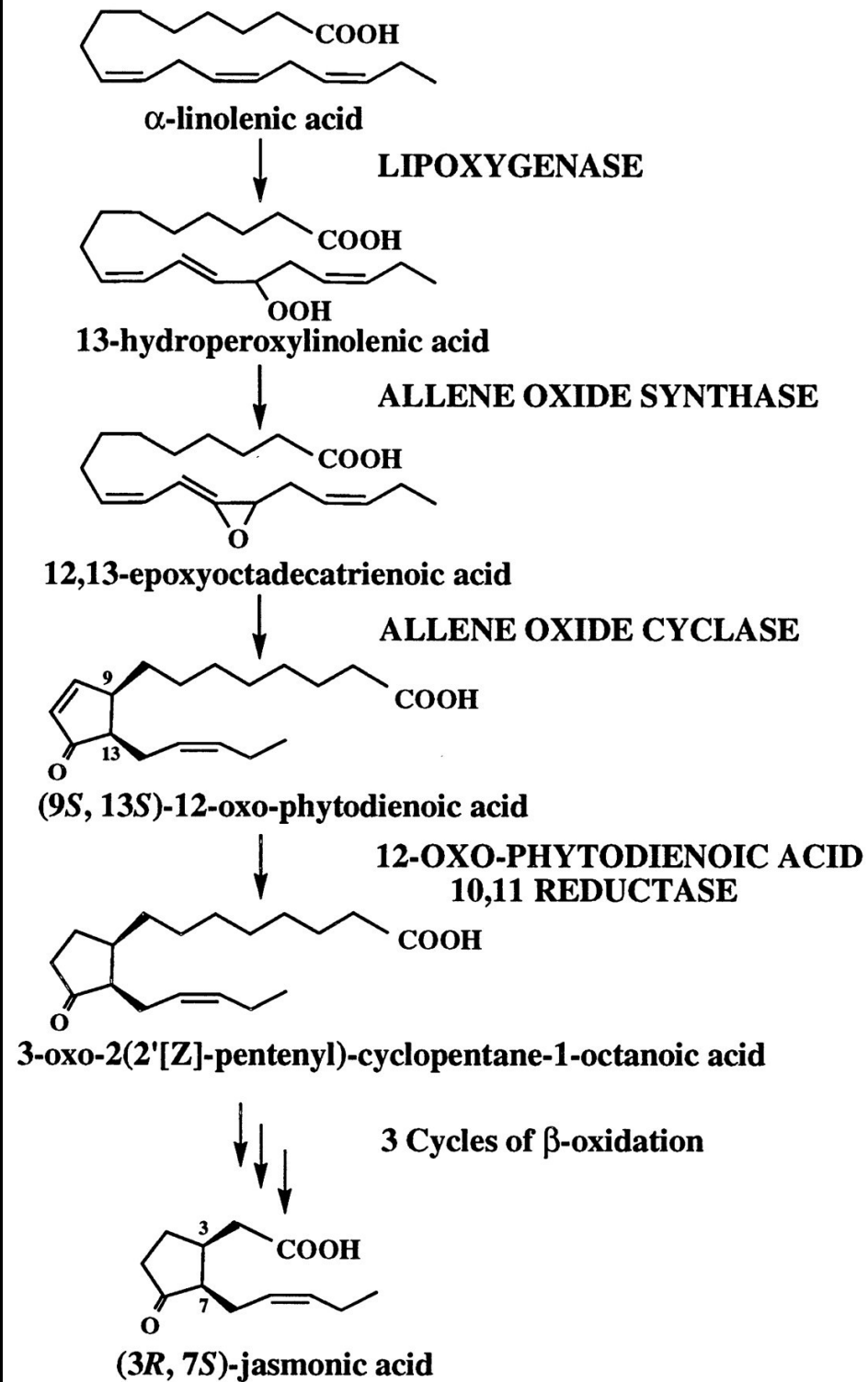
Struktura SCF kompleksu

- SCF kompleks = RING-BOX1 + Skp1 + Cullin + F-box protein



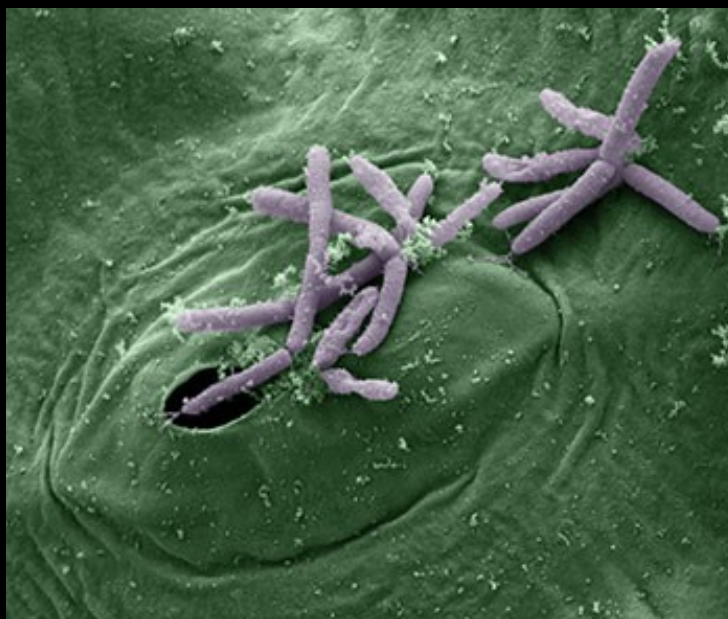
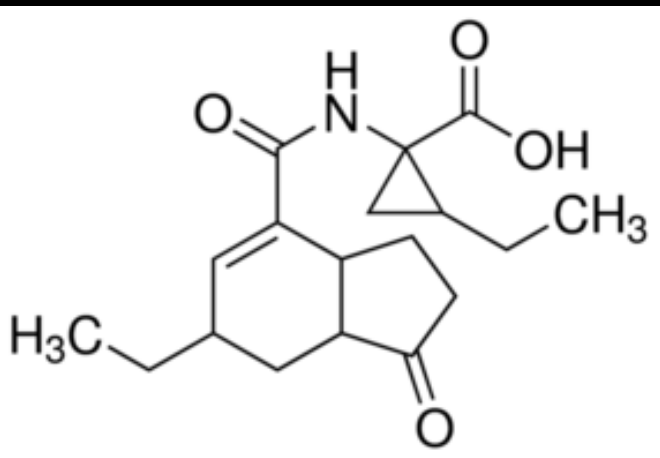
Jasmonátová signalisace

- Jasmonát je derivát mastné kyseliny
- Prekurzor OPDA – chloroplasty
- Maturace v peroxisomech
- Indukuje obranu před herbivory
- MeJA jako volatilní signál
- JA-Ile – bioaktivní (JA je neaktivní)



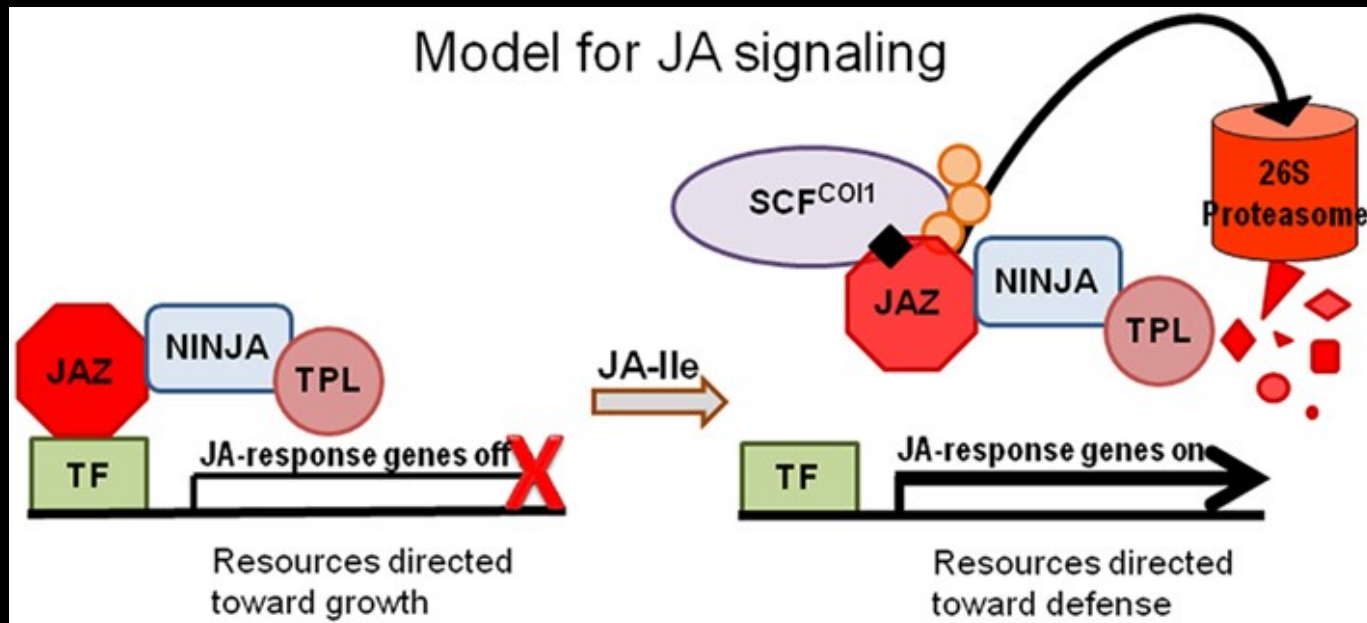
Objev jasmonátu

- Jasmonáty objeveny v 60. letech (jako složka jasmínového oleje)
- V 80- letech byl identifikován vliv na rostliny
- *jar* mutanti – MeJA nezpůsobuje inhibici růstu kořenů
- *coi-1* mutant je necitlivý ke koronatinu
- Koronatin - toxin bakterie *Pseudomonas syringae*, mimikuje JA-Ile
- JA nedetekována u *Physcomitrelly*, je u některých řas, hub, sinic ... ne vždy konzistentní výsledky



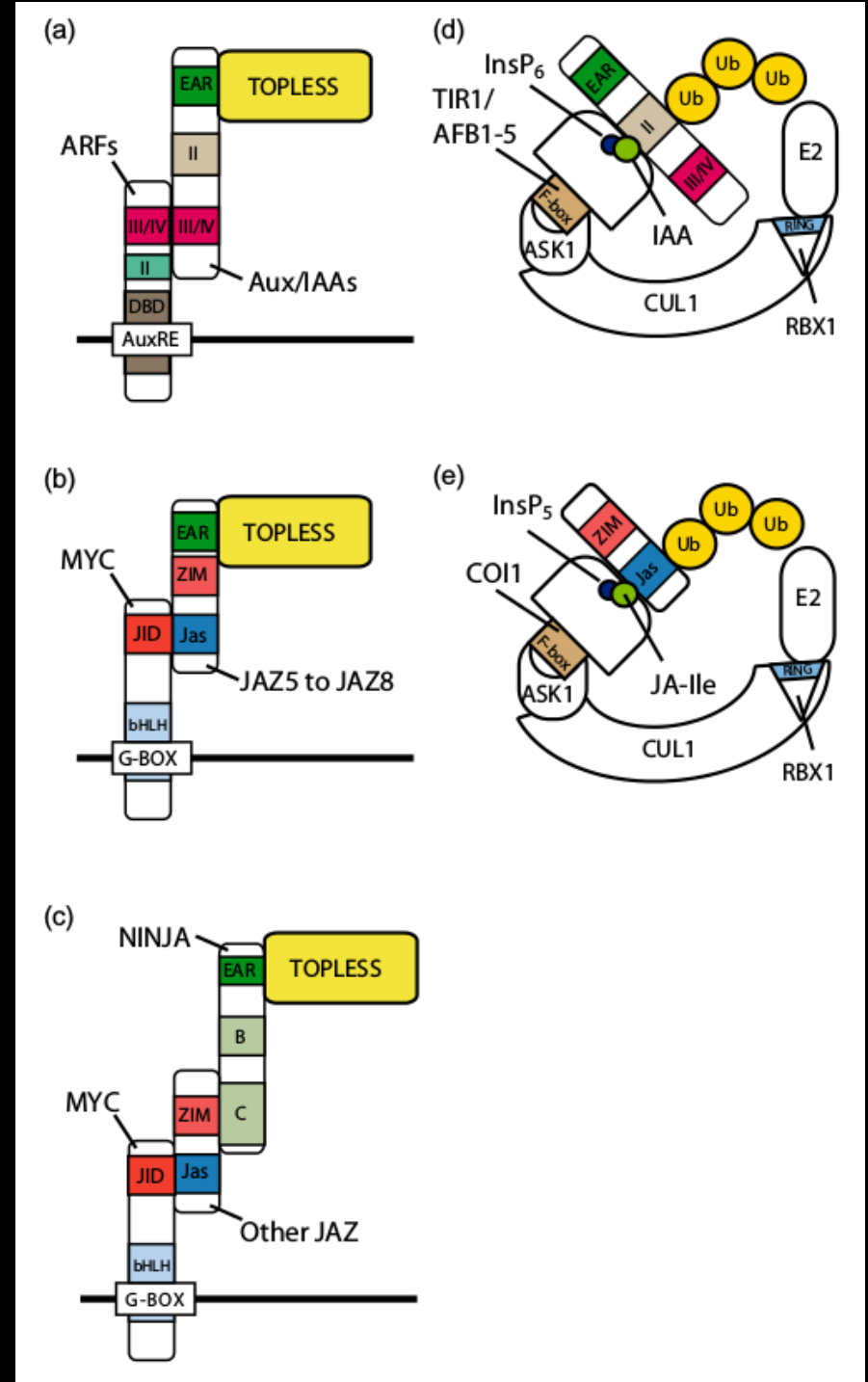
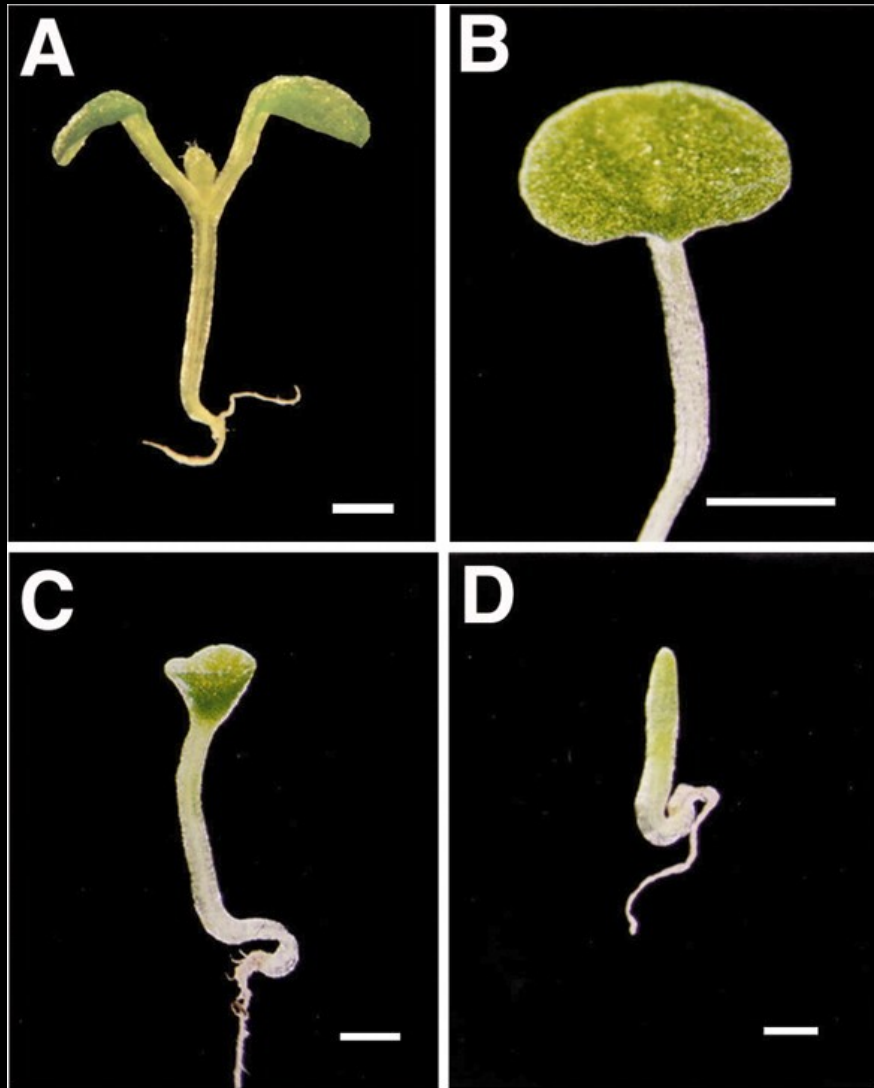
Jasmonátová signální dráha

- Identický mechanismus jako auxin (TIR1)
- SCF-komplex stimulovaný jasmonáty
- Receptor COI1 (CORONATINE INSENSITIVE)
→ F-box protein
- Degraduje JAZ (JASMONATE ZIM-DOMAIN PROTEIN)
inhibitory transkripčních faktorů (MYC2)



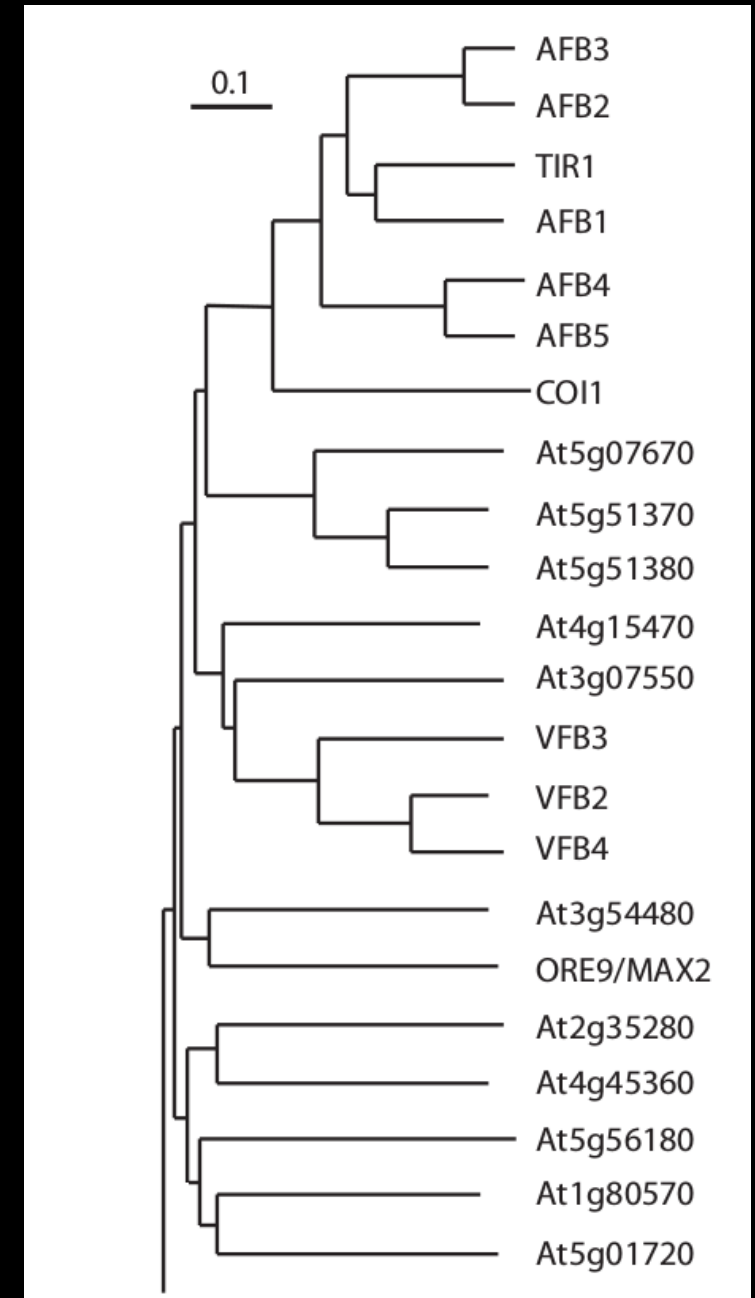
TOPLESS – univerzální represor

- Interakce s AUX/IAA
- JAZ či NINJA (NOVEL INTERACTOR OF JASMONATE ZIM-DOMAIN PROTEIN)



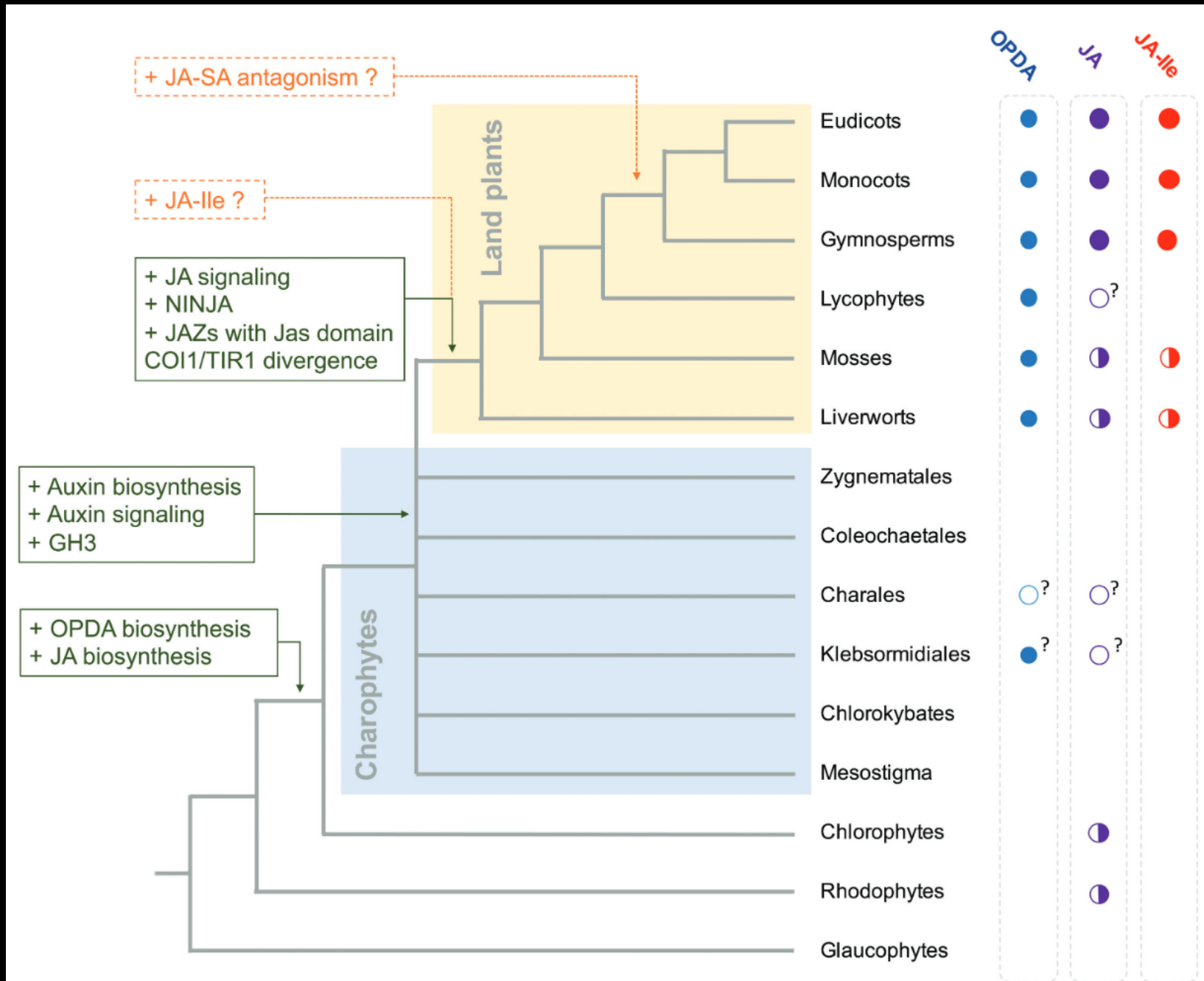
COI1 je sesterský protein k TIR1

- LRR skupina F-box proteinů
- Ovšem AUX/IAA a JAZ jsou nepříbuzné proteiny
- Geny pro JA signalisaci mají už streptofytní řasy
- Ale u *Physcomitrelly* nebyla identifikována JA, přestože mutace syntézy OPDA je lethální



JA signalisace vznikla odštěpením od IAA

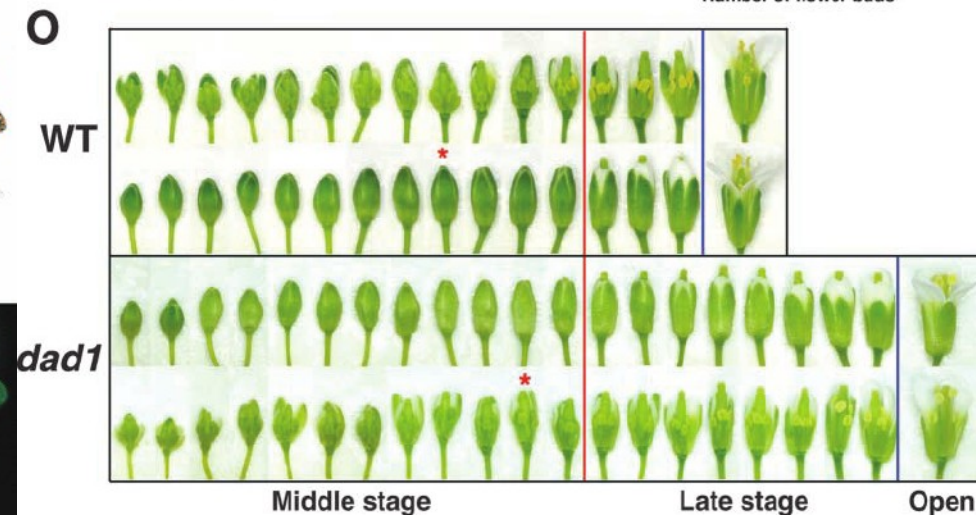
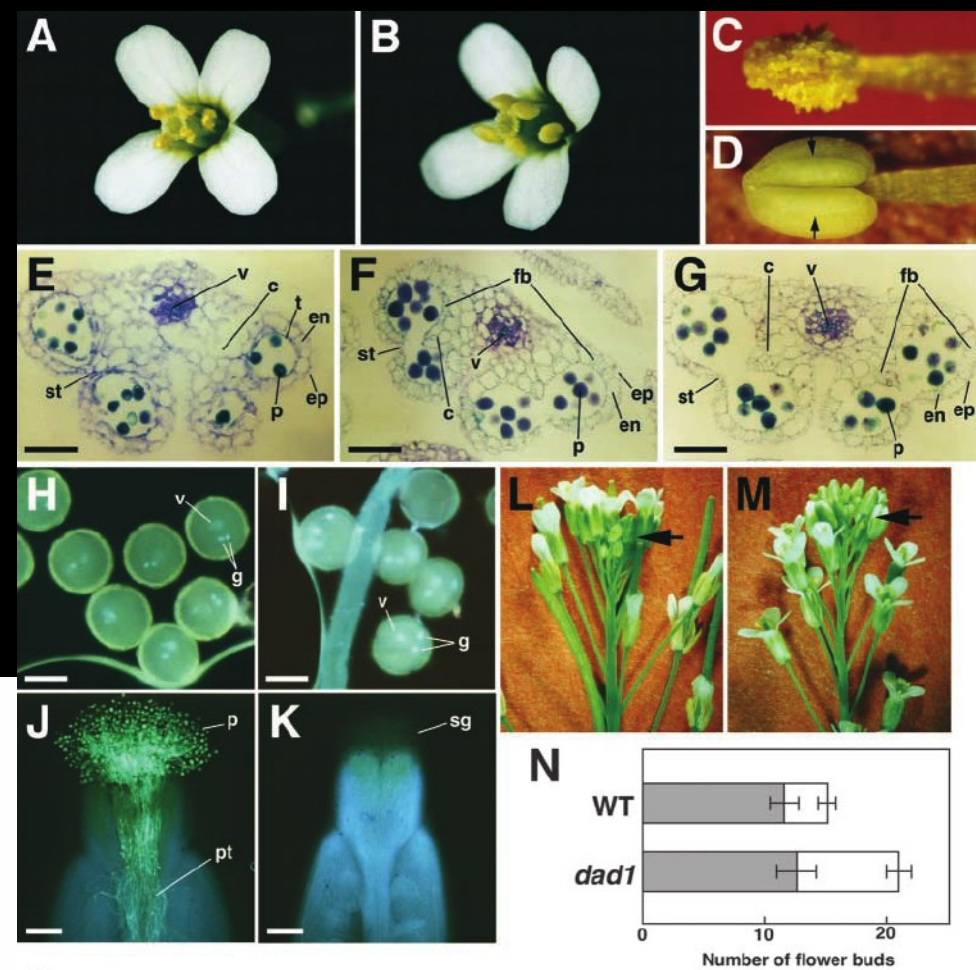
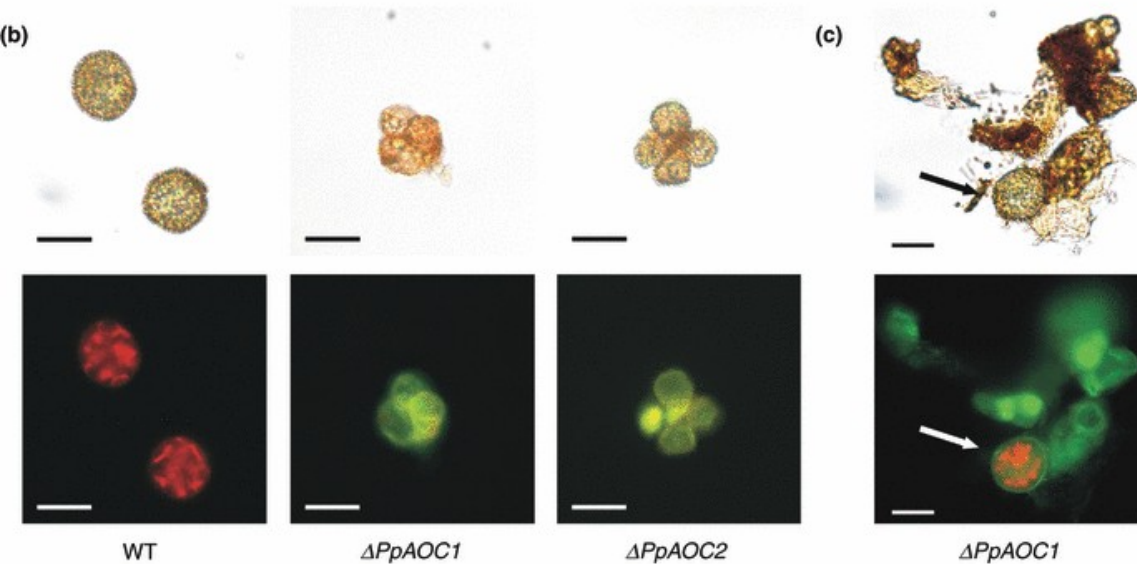
Han (2017)



Jasmonáty a dehiscence

- Porucha syntézy JA blokuje dehiscenci prašníků
- Defektní vývoj sporangia je doložen i u mechu *Physcomitrella*

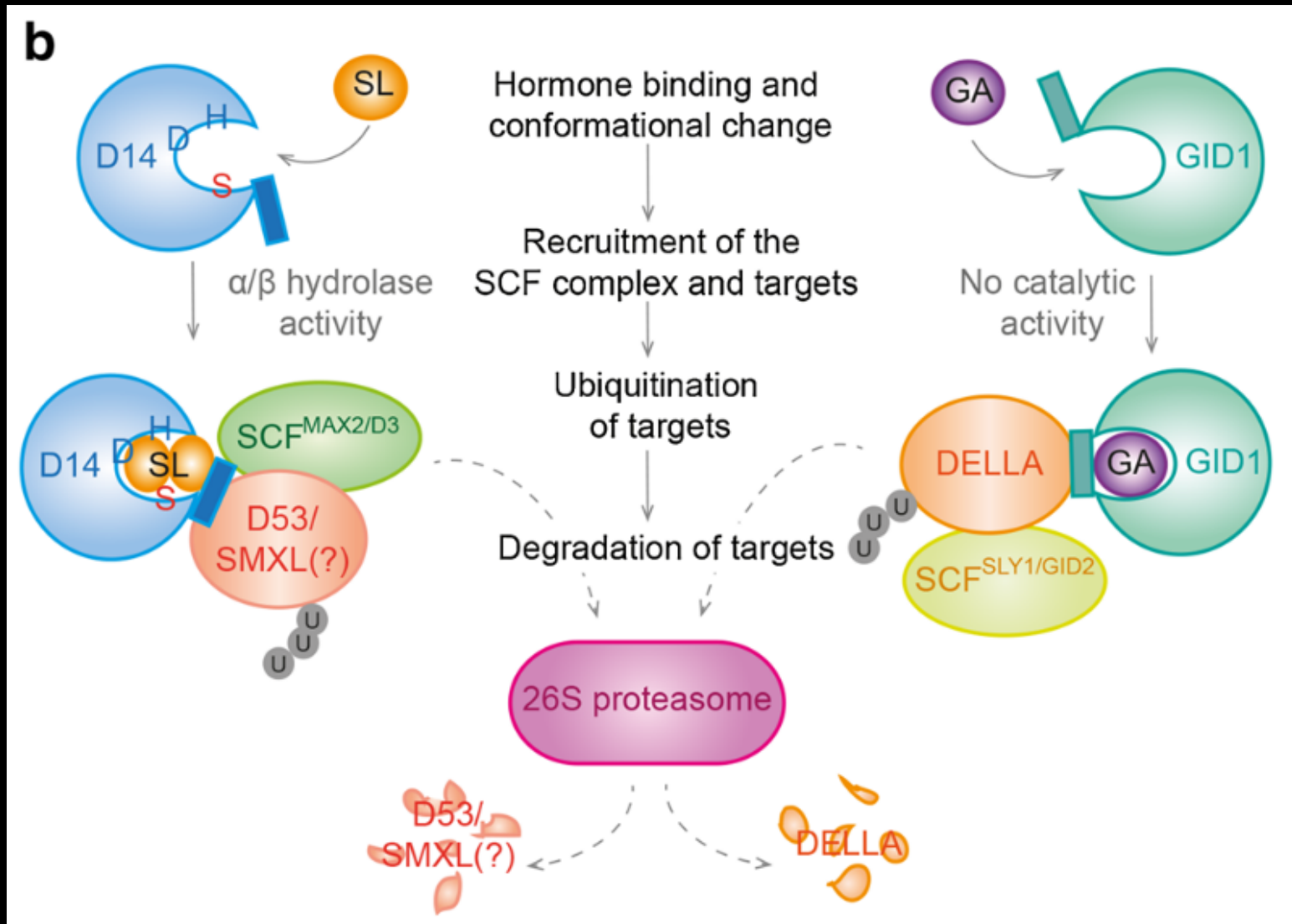
Stumpe (2010)



Ishiguro (2001)

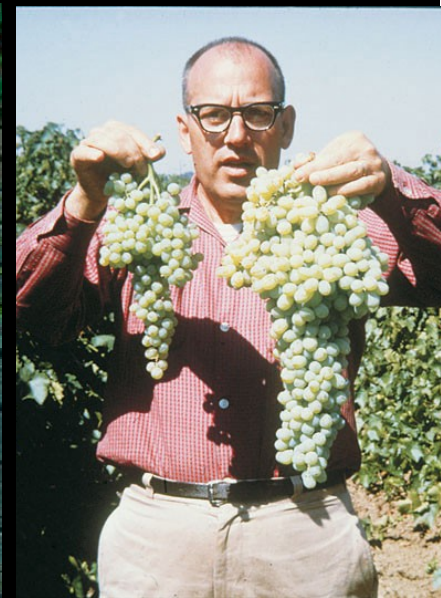
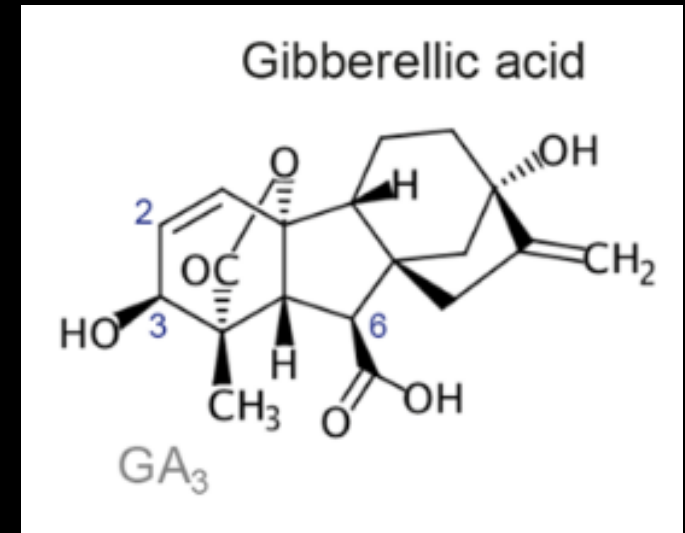
Gibberelliny a strigolaktony

- Signalisace založena opět na degradaci represorů TF
- Receptor ale není F-box protein



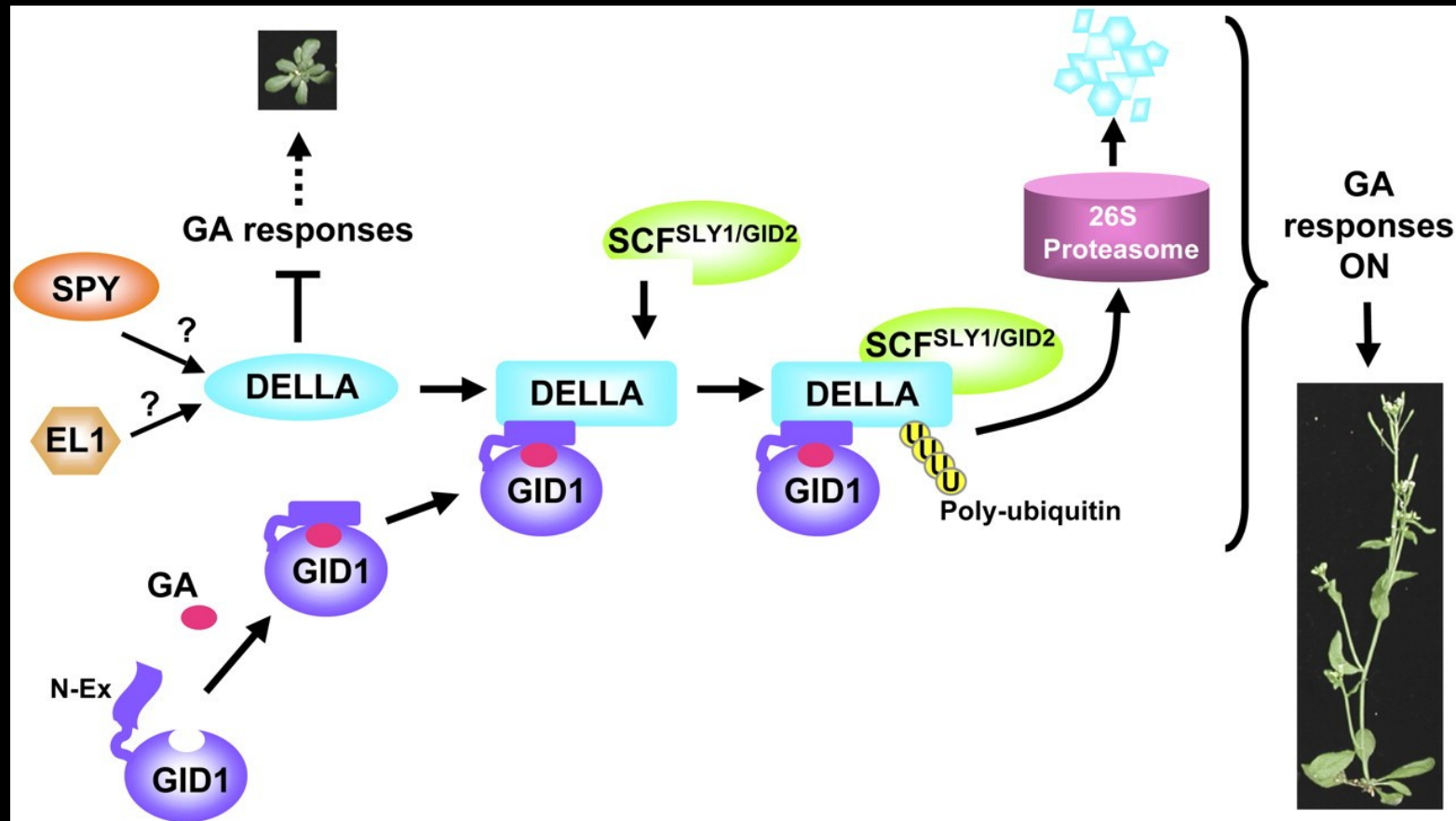
Gibberelliny

- Terpenoidy, stovky derivátů
- Sedm aktivních (GA_1 - GA_7)
- Izolováno z houby *Gibberella fujikuroi*
- Stimulují elongaci, prolomení dormance, kvetení, tvorbu semen



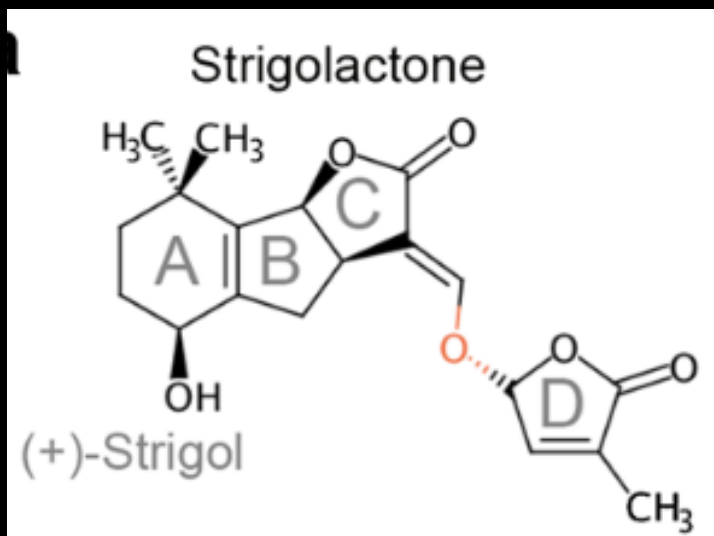
Gibberellinová signalisace

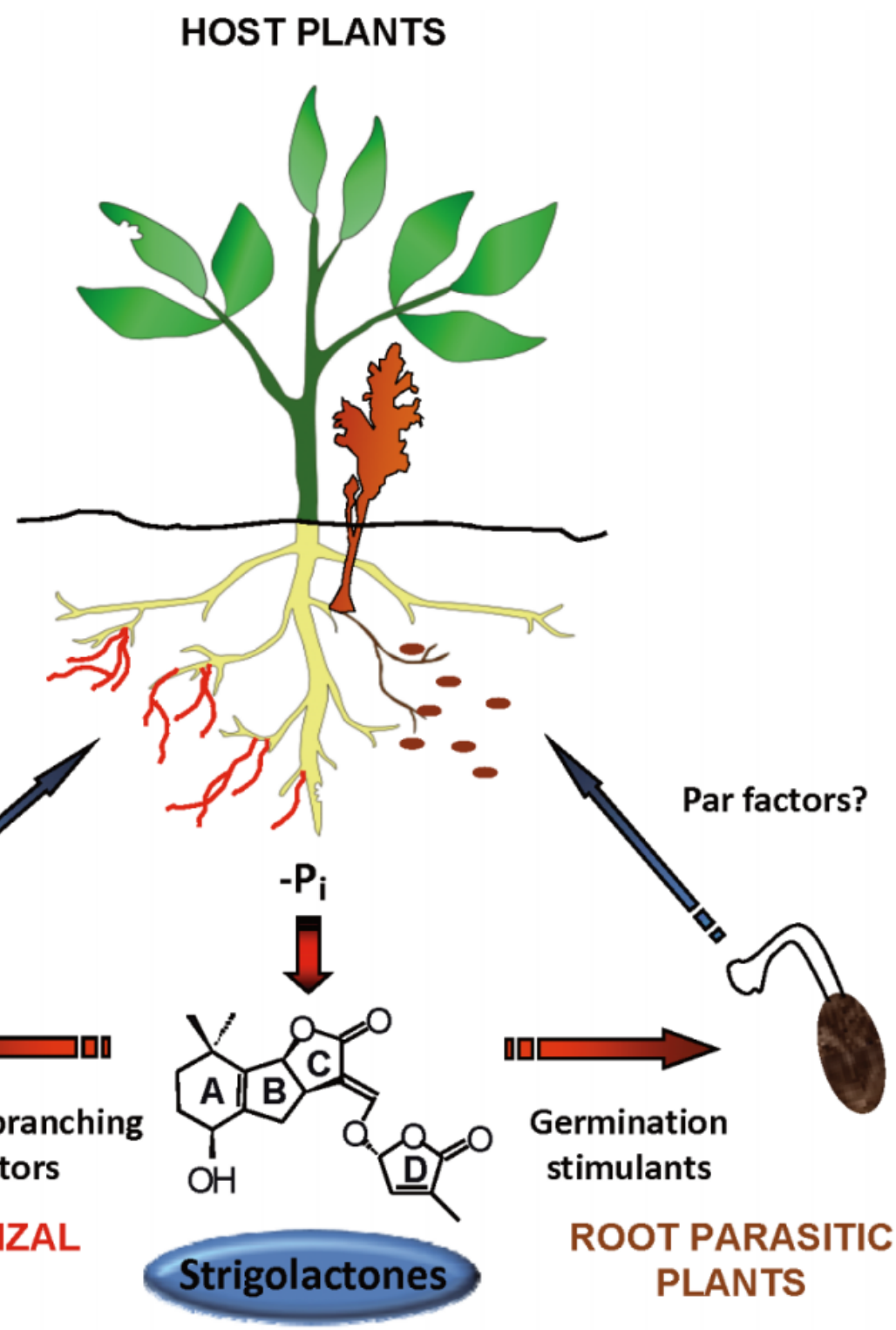
- Receptor GID1 (GIBBERELLIN-INSENSITIVE DWARF1)
Hydroláza s afinitou ke GA, po navázání změny konformaci
- GID1-GA získává afinitu k DELLA represorům TF
- GID1-GA-DELLA je degradován SCF
Protein SLEEPY1 jako F-box



Strigolaktony

- Terpenoidy, dvacet derivátů
- Transport z kořenů vzhůru
- Stimulují apikální dominanci
- Inhibují větvení
(*max* mutanti, MORE AXILLARY BRANCHES)
- Aktivují arbuskulární houby prostřednictvím exudátů
- Zneužity parazity (*Striga*)

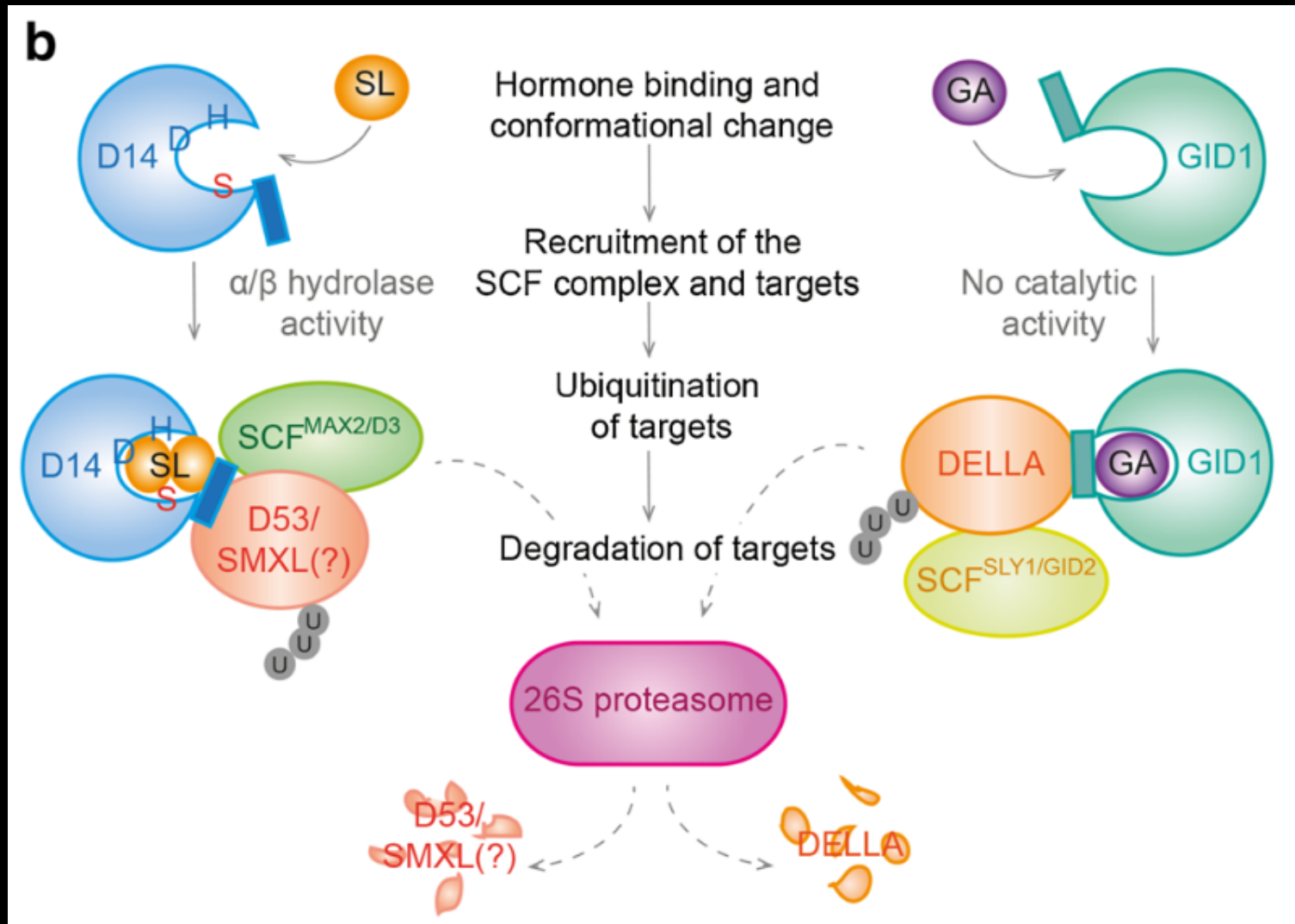




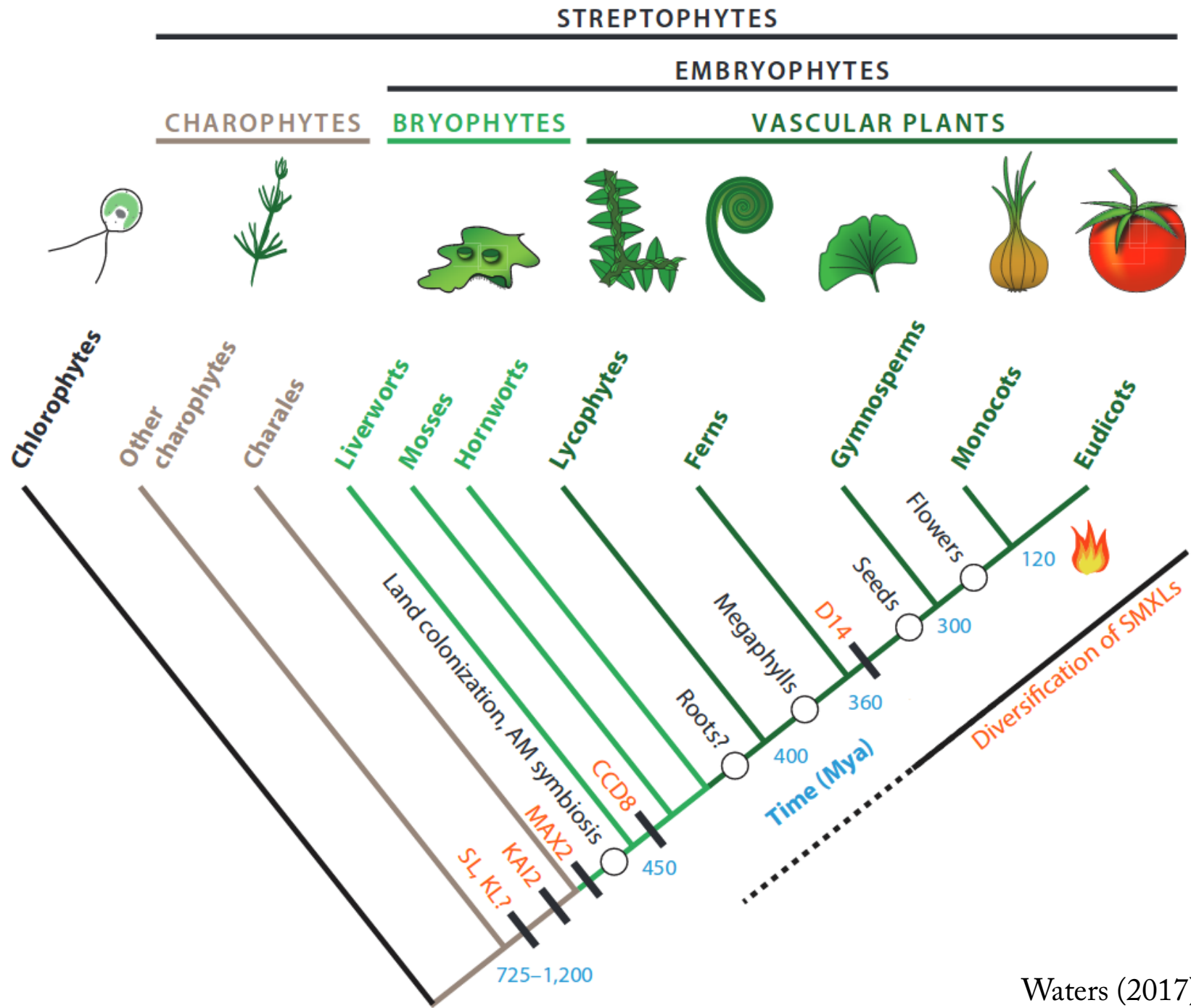
Arbuskulární mykorrhiza je doložená již u mechorostů

Strigolaktonová signalisace

- Receptor DWARF14 (DAD2, DECREASED IN APICAL DOMINANCE)
Hydroláza s afinitou k SL, po navázání změní konformaci, zároveň stěpí SL
- Stimuluje degradaci DWARF53 skrze SCF s DWARF3(MAX2)



Předek "land plant" zřejmě měl SL signalisaci

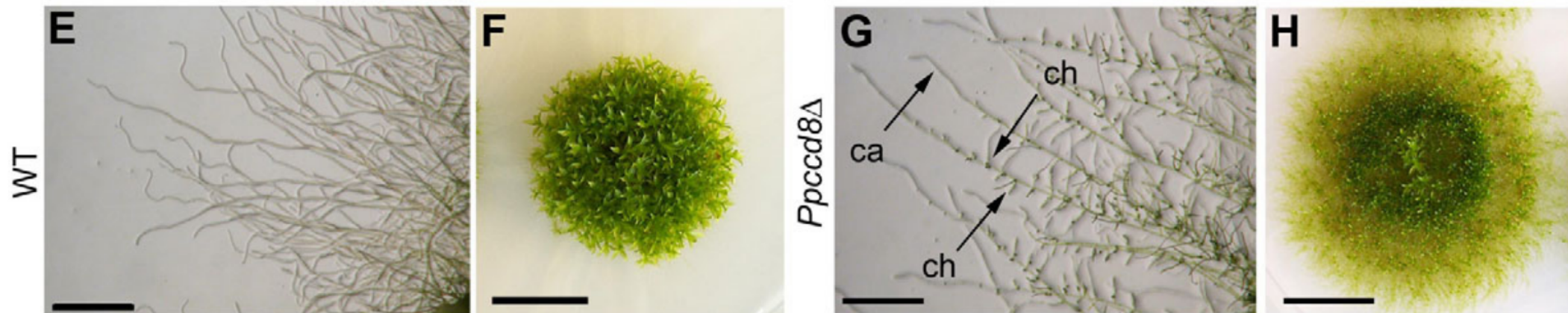
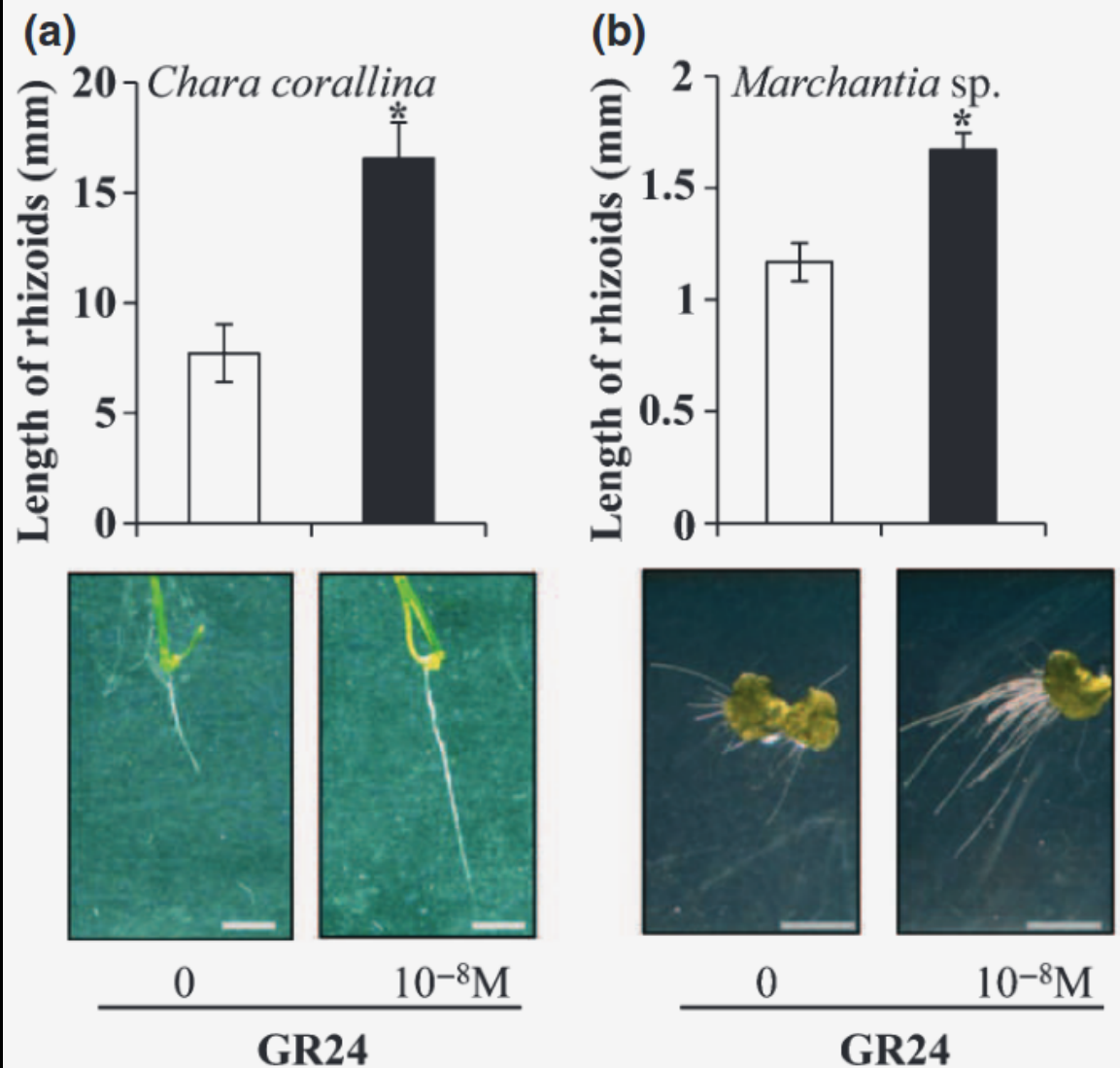


Strigolaktony

- U mechů jsou strigolaktony difusibilní regulátor větvení protonematu
→ quorum sensin signál
- Řasy kromě parožnatky nevylučují strigolaktony
- SL ovlivňují již i růst rhizoidů parožnatky
- Zřejmě primárně fungovaly strigolaktony jako endogenní rostlinné hormony

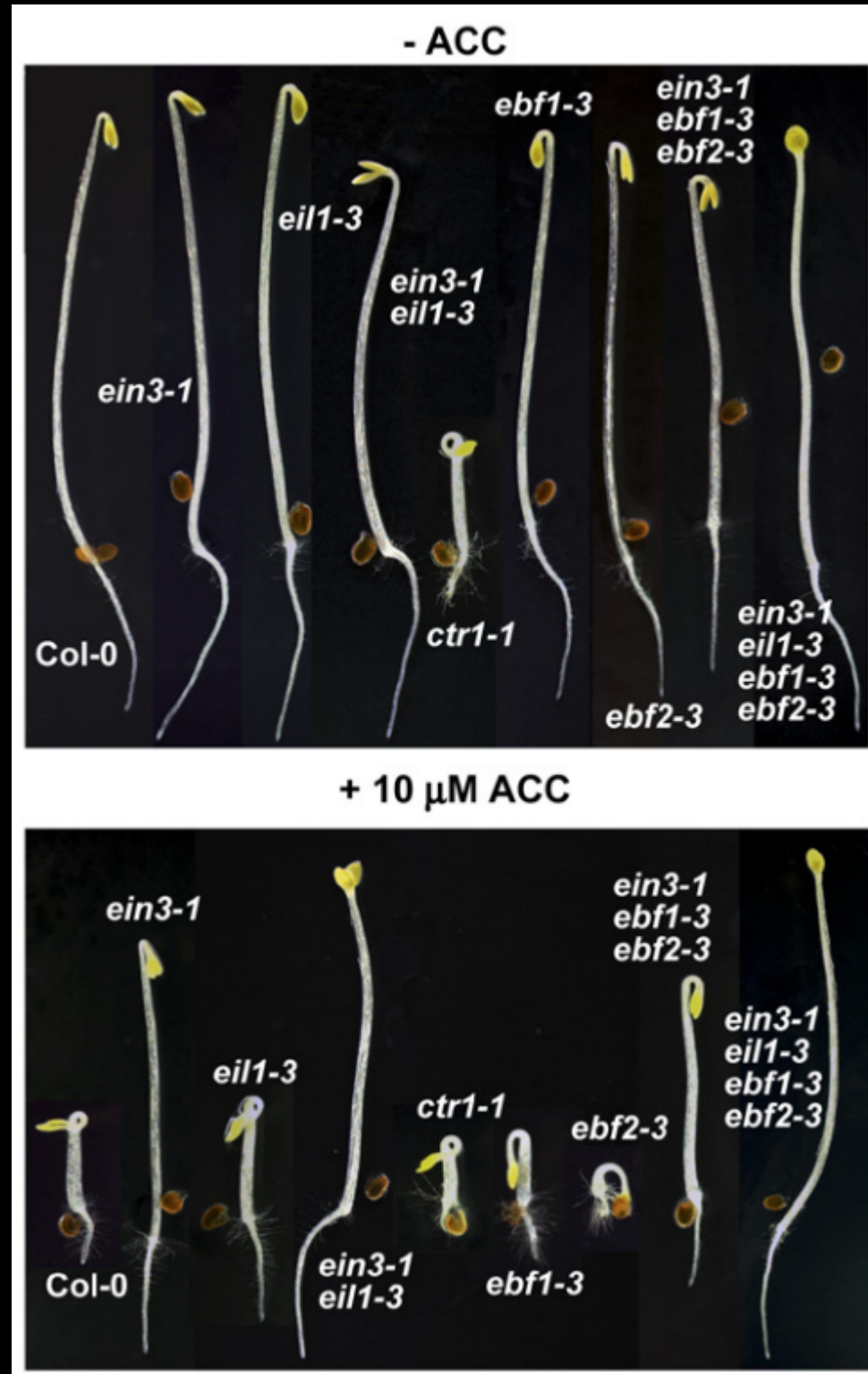
Proust (2011)

Delaux (2012)



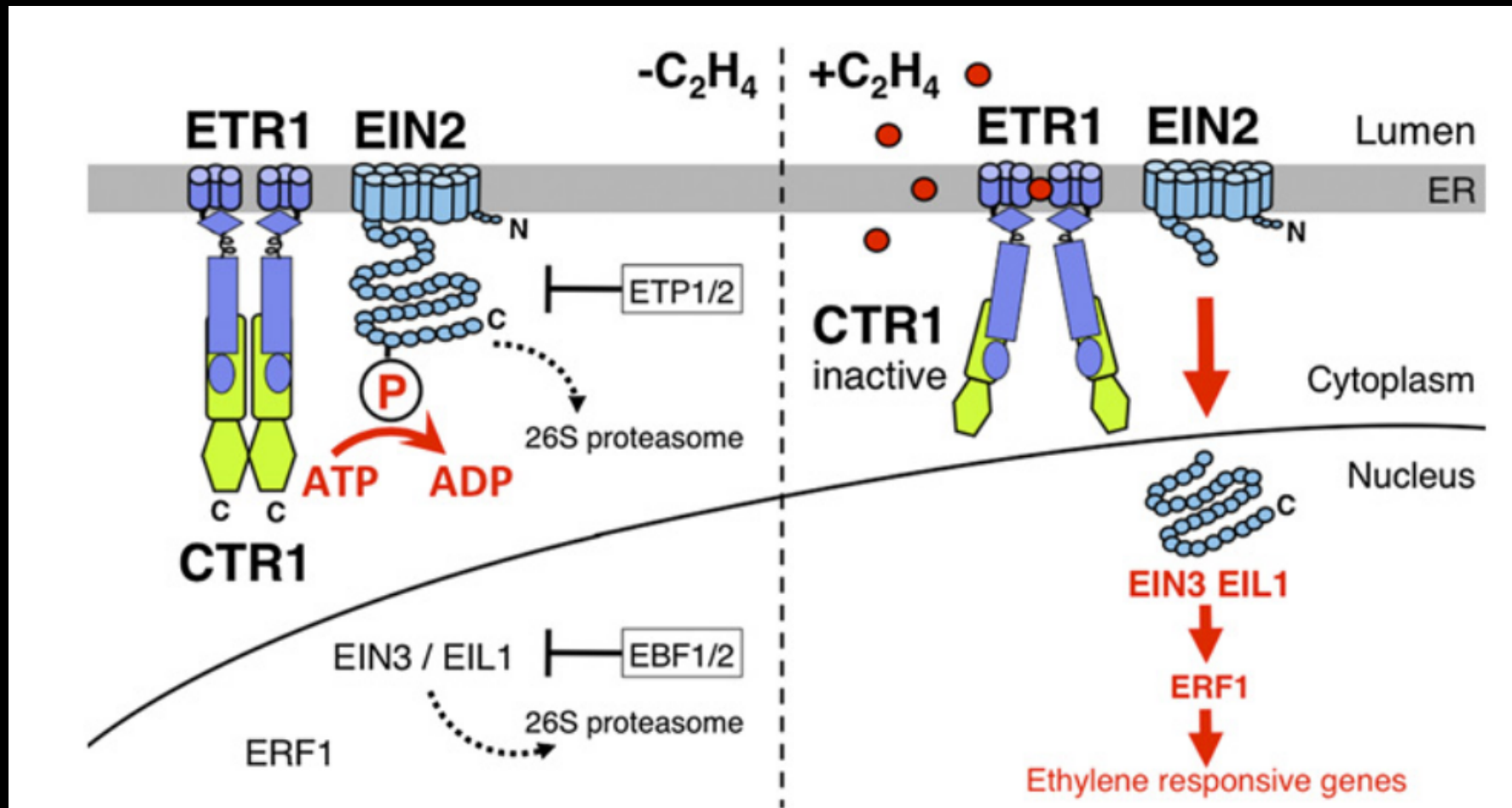
Ethylén

- Objeven na základě opadu listí v blízkosti plynových lamp
- Triple-response
- Mutanti:
 - ein* – ethylen insensitive
 - ctr* – constitutive triple response
- Transkripční faktory: EIN3, EIL (EIN3-like)
- Regulované geny: ERF (EIN-RESPONSE FACTORS)
- F-box proteiny: ETP, EBF
- Receptor: CTR1
- Přenašeč: EIN2



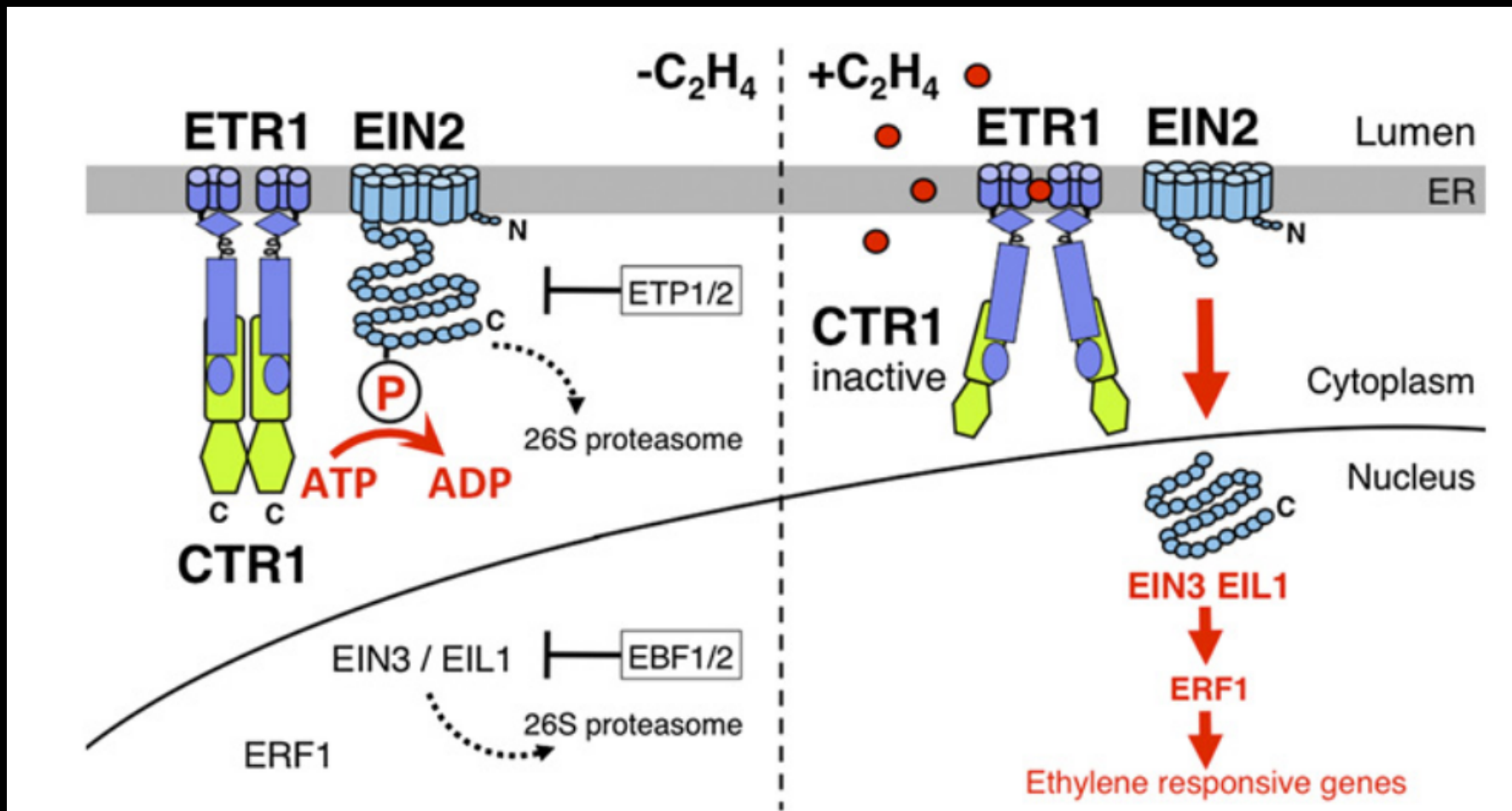
Ethylén

- ETR1+CTR1 – homolog Raf MAPKKK, ale chybí odpovídající kinázová dráha
- CTR1 lokalizován na ER, EIN2 kolokalizuje s CTR1, ale má i jadernou lokalizační sekvenci !!
- EIN2 je fosforylován CTR1, po fosforylaci je degradován

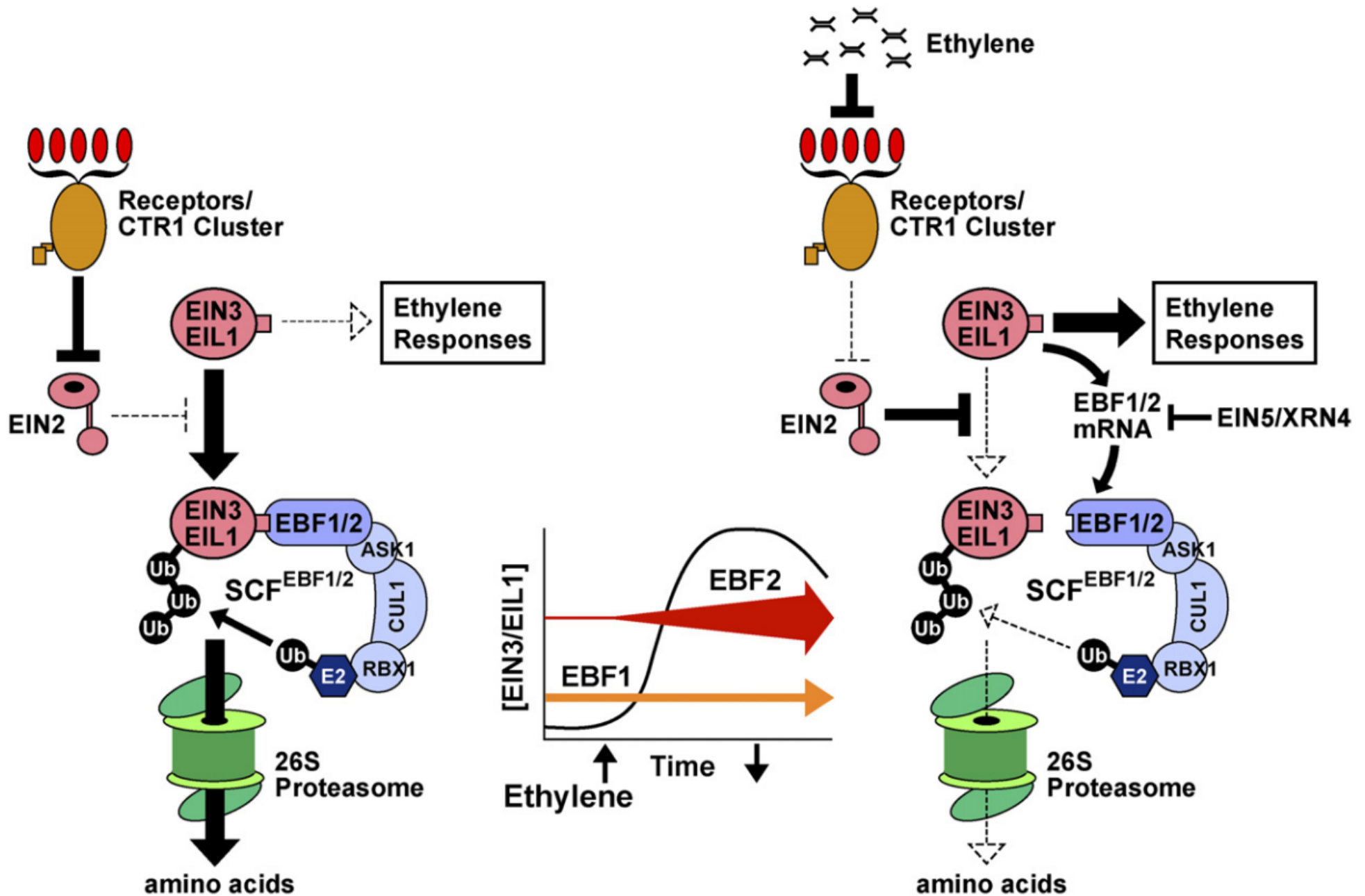


Ethylén

- Ethylén → váže ETR1, CTR1 přestane fosforylovat EIN2
- EIN2 se nedegraduje, ale štěpí a C-term. doména jde do jádra
- Aktivují se EIN3 a EIL1 transkripční faktory
- Spouští se exprese ERFs (ETH. RESPONSE FACTORs)

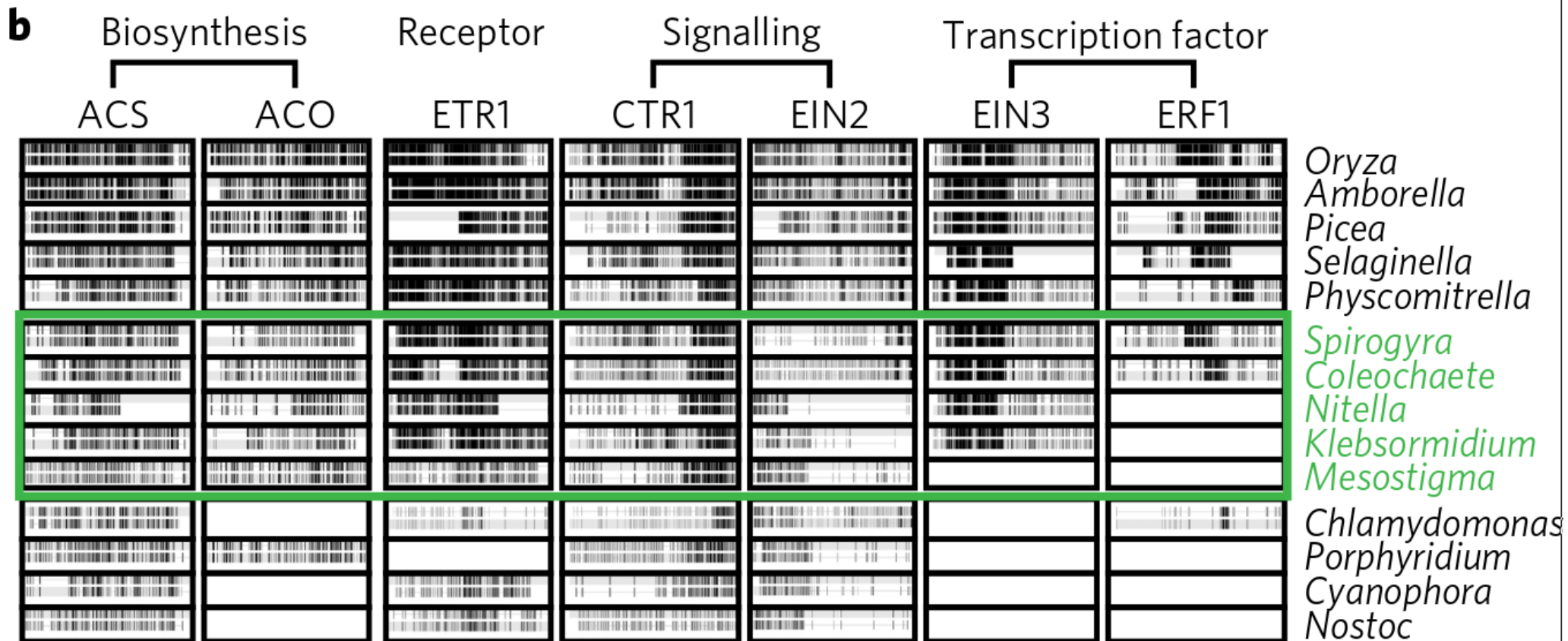


Role SCF komplexu v degradaci EIN3



Evolve ethylénové signalisace

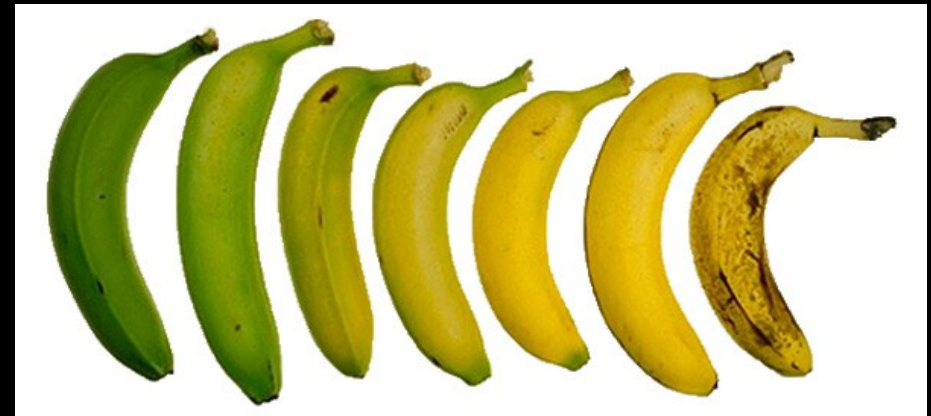
- Receptor ETR1 pochází genovým transferem ze sinic!
- Kompletní sada signálních komponent je přítomna již u pokročilejších streptofytních řas



Reagují řasy na ethylén?

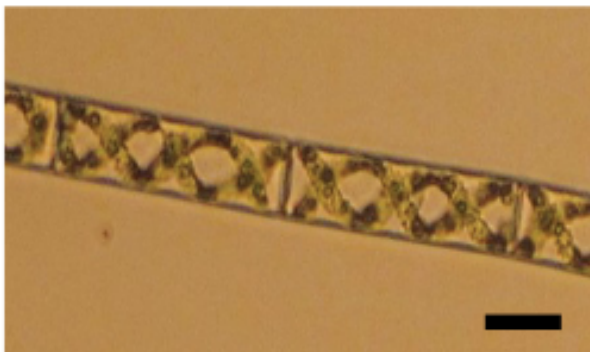
- *Spirogyra* elonguje buňky po přidání ethylénu → pravděpodobně může souviset se schopností úniku z hlubiny
- Nejsilněji se mění exprese genů pro modifikaci buněčné stěny, zejména expansiny a xyloglukan endotransglukosylázy/hydrolázy → souvisí s rozvolněním BS ... To samé se děje při zrání plodů !!!!
- Downregulace fotosynthesy
- Ethylénová signalisace je zřejmě primárně odpovědí na abiotický stres (anoxie, tma, ...)

Ju (2015), Van de Poel (2016)

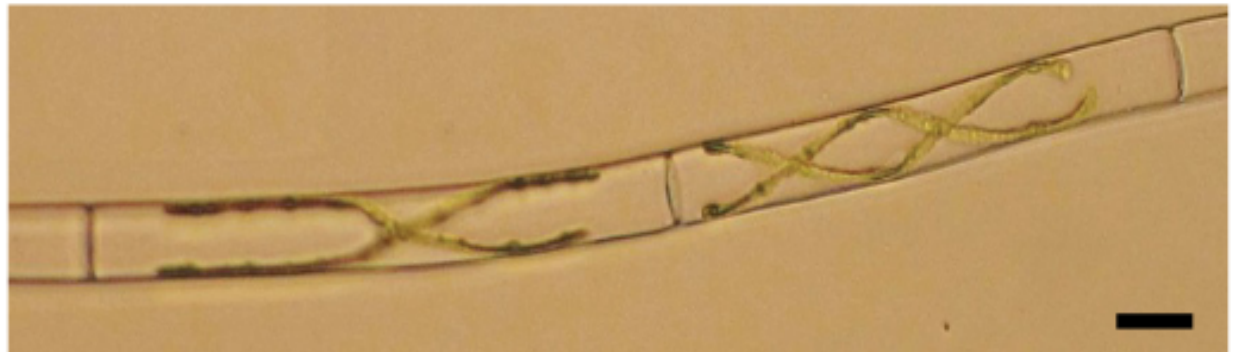


d

Air



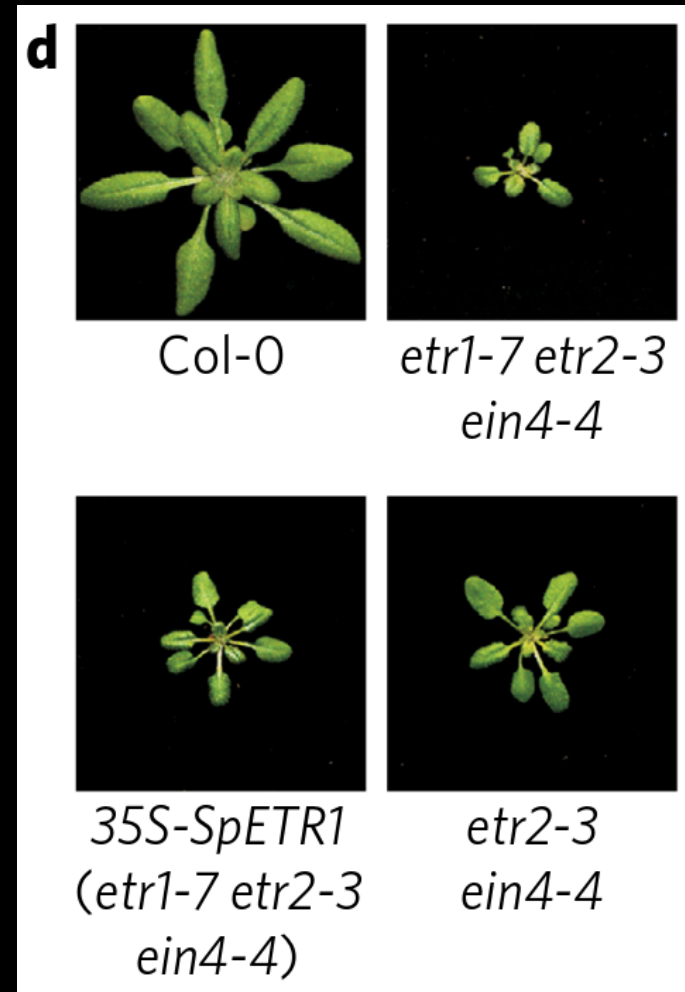
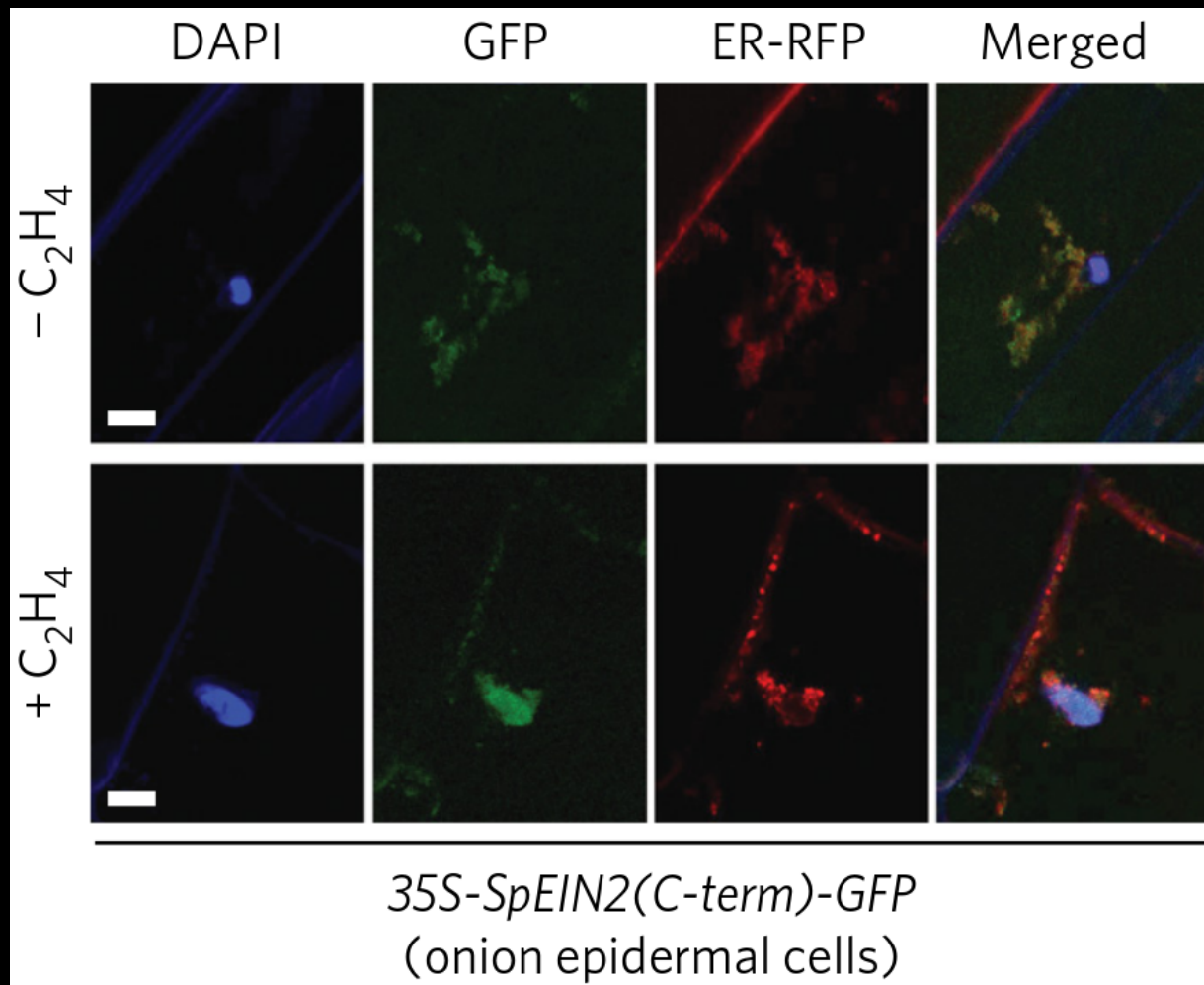
Ethylene



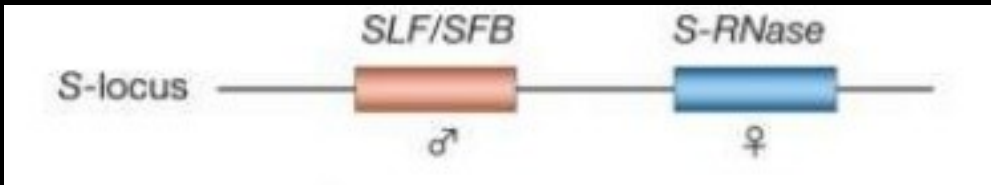
Ethylénová signalisace u *Spirogyry*

- Receptor ETR1 poněkud napravuje fenotyp mutantní *Arabidopsis*
- Přenašeč signálu EIN2 se relokalisuje do jádra po aktivaci ethylenem

Ju (2015) Nature Plants



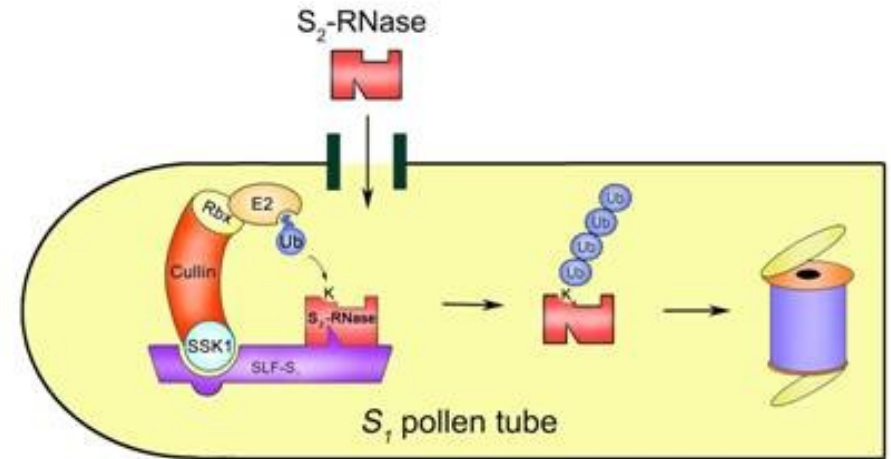
Gametofytická inkompatibilita pylu



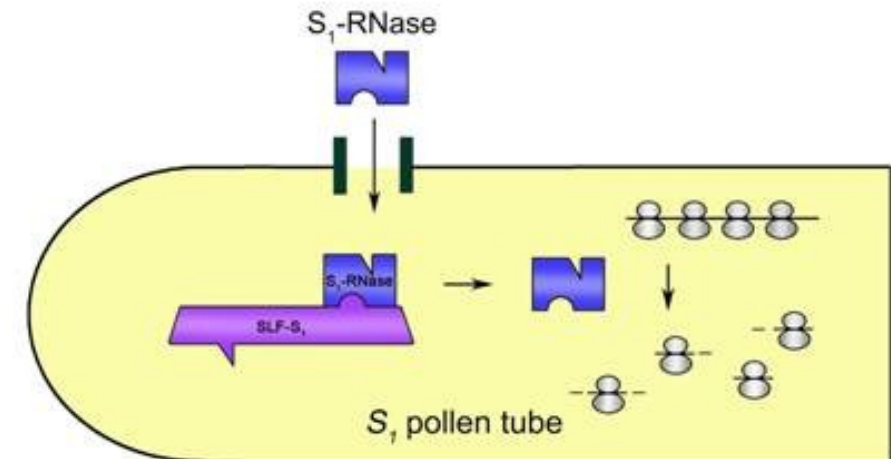
- *S*-lokus u *Solanaceae*
S-RNase + F-box protein
- RNasa – produkována čnělkou
- F-box protein – láčka
- F-box protein degraduje RNasu, pokud není z vlastního lokusu
- Pouze cizí pyl přežije
- U ~50% rostlin, původní typ



a. Compatible pollination



b. Incompatible pollination



SD: Specificity Domain
CD: Catalytic Domain
ID: Inhibitor Domain

Sporofytická inkompatibilita pylu

- *S*-lokus u *Brassicaceae*
SRK – Ser/Thr kináza
SCR – Cys rich protein
- SRK – receptor blizny
- SCR – sekretován tapetem je na povrchu pylu
- SRK rozezná vlastní SCR → degradace Exo70
- Zabrání se exocytose vody

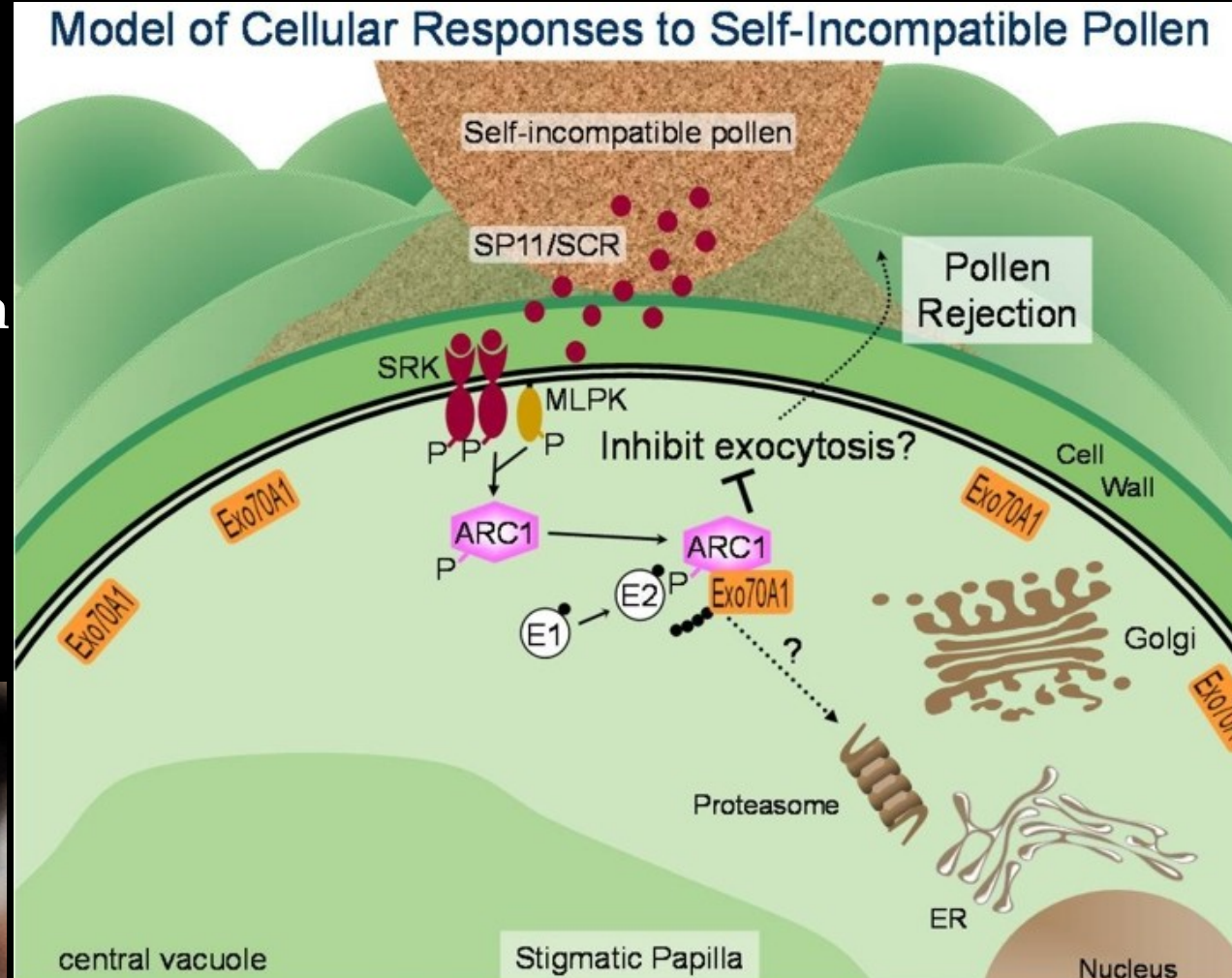


Figure 2. Model of Cellular Responses to Self-Incompatible Pollen. When 'self' pollen lands on the stigma (at the top of the pistil), the pollen ligand, SP11/SCR, binds to the *S* Receptor Kinase (SRK). SRK activates a signaling pathway in the stigmatic papilla to reject the pollen. The downstream signaling proteins in this pathway includes the *M* Locus Protein Kinase (MLPK) and the ARC1 E3 ubiquitin ligase. When activated, ARC1 inhibits Exo70A1, a factor that is needed in the stigma for pollen hydration and pollen tube growth. As a result, fertilization by the 'self' pollen (and inbreeding) is prevented.

Shrnutí

- Většina signálních drah u rostlin funguje na principu dereprese a využívá ubiquitylační aparát (SCF komplex)
- Receptory IAA a JA jsou přímo blízce příbuzné F-box proteiny
- Gibberelliny a strigolaktony mají příbuzné signální dráhy, receptory stimulují degradaci represorů transkripce
- Derepresní mechanismus využívají i mladé signální dráhy





VANCE
KOVACS



WWW.VANCEKOVACS.COM

Za okamžik **EVOLUCE MERISTÉMŮ A KOŘENŮ**