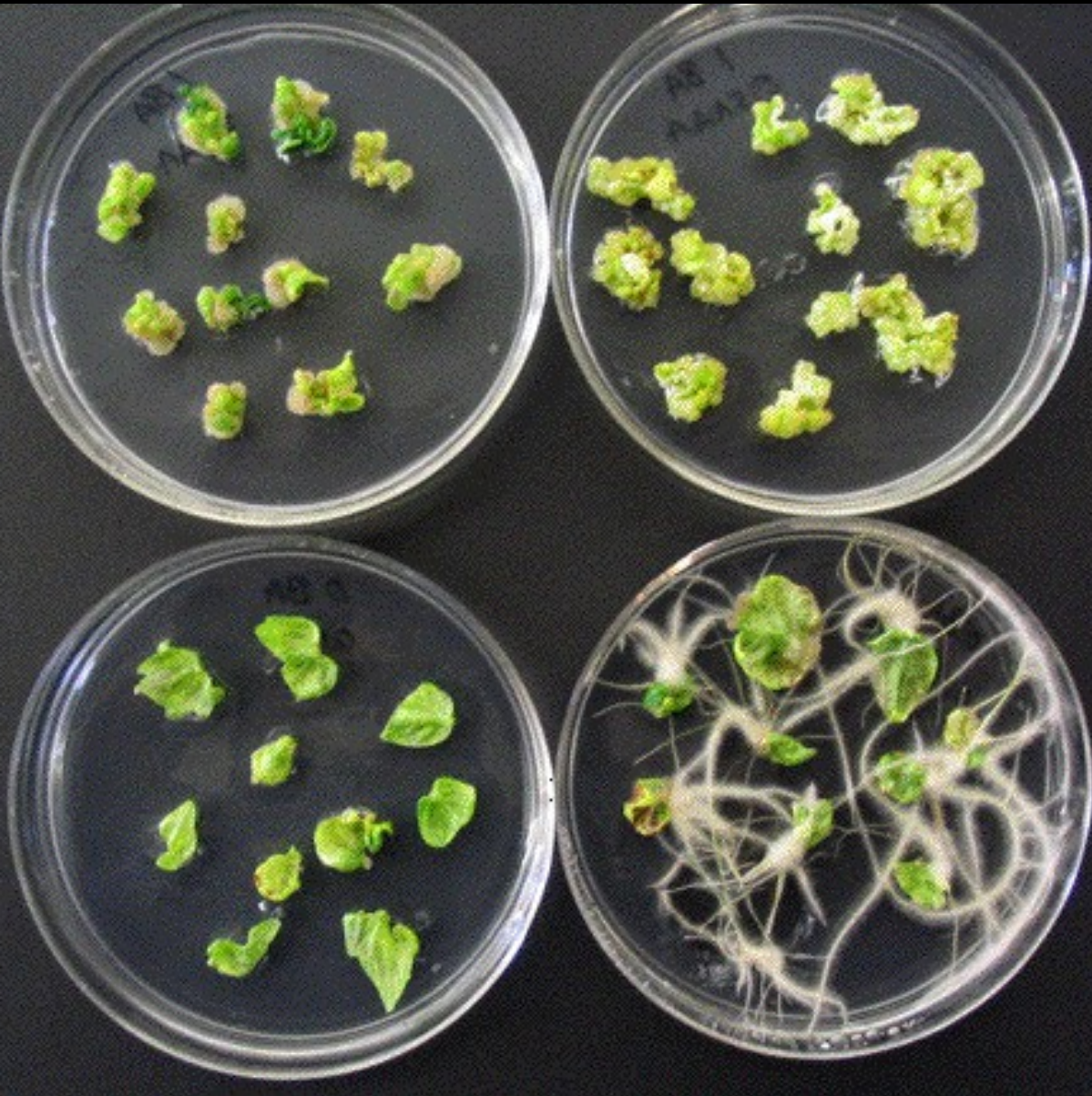




**Příběh desátý:
Signální peptidy**

Bezstarostnost 60' a 70'

Auxin - cytokinin + pár dalších fytohormonů



Systemin - první signální peptid

*1991, systémová reakce na herbivorii, brambora a příbuzné druhy, stimuluje expresi inhibitorů proteáz hmyzu

Podobný peptid AtPEP1 u *Arabidopsis*

A	
TomSys	AVQ S K P P S K R D P P K M Q T D
PotSys I	AV H S T P P S K R D P P K M Q T D
PotSys II	AA H S T P P S K R D P P K M Q T D
NitSys	AV R S T P P S K R D P P K M Q T D
PprSys	AV H S T P P S K R D P P K M Q T D
B	
TobHypSys I	RGANL P OO S O A SS O OS K E
TobHypSys II	NR K FL S OO S OK P AD G Q R P
TomHypSys I	RT O Y K T O OO O T S S S O T H Q
TomHypSys II	GRHD V VA S OO O OK P Q D E Q R Q
TomHypSys III	GRHD S VL P OO S OK T D
NitHypSys I	RNR F Y I T P S P PE A SP S T K Q E
NitHypSys II	GRHD V LP P PP S PK H E P LI G Q
NitHypSys III	GRHD H VP A PP A PK P E D E Q Q Q
PetHypSys I	R S L H K S OO O OK P S D E Q Q Q
PetHypSys II	RHD Y HL S OO O AK P AD H T G Q
PetHypSys III	RG K RL P OO A OE Y D P O Y H Q
SwpHypSys I *	RE A KS P PP S PK P S D PK N F
SwpHypSys II *	RG A KS P PP S PK P S D PK N F
SwpHypSys III *	RE P KS P PP S PK P S D PK N F
SwpHypSys IV *	RE E K P OO O AE T DD P NR P
SwpHypSys V *	RE A RS P PP A PE K DI P TH P
SwpHypSys VI *	RT A R P PP A PK P AA P I H P
C	
AtPep1	AT K V K A K Q R G K E V S S GR P Q O HN
AtPep2	DN K A K S K R D KE K P S GR P Q T NS V PN A AI Q V Y K E D
AtPep3	E I K A R G K N K T K P TP S S G K G K H N
AtPep4	GL P G K K N VL K S R E S G K P G T K K P F
AtPep5	SL N VM R K G IR K Q P V S CK R GV D Y D M
AtPep6	IT A VL R RR F RP P Y S GR P Q O NN
AtPep7	V S GN V A A R K G K Q Q T S G K G G T N
Canola *	VAR L TR R RR F RP P -Y S S Q P E Q I N
Potato *	PT E RR G RP P S R PK V G S GP P Q O NN
Poplar *	DA A V S AL A RR T PP V RR G G Q T N TT S
Medicago *	L S SM G RG G FR R TL Q PP P Q O NN
Soybean *	AS L MA T RG S RG S K I D S GP O HN
Rice1 *	AR L RP K PP G NP R E G GG G HH
Rice2 *	DD S K P TR P GA P AE G GG G AI H TA A SS

Structures and predicted structures (*) of Sys, HypSys and AtPeps. Hydroxyproline (O), proline (P), threonine (T), and serine (S) residues are in red, other charged amino acids are in black, and neutral amino acids are in blue.

A Sys structures identified, differences compared to TomSys are highlighted in green

B HypSys structures identified.

C AtPep structures and predicted structures identified from gene databases, conserved residues of the SSGR/KxGxxN are highlighted in green.

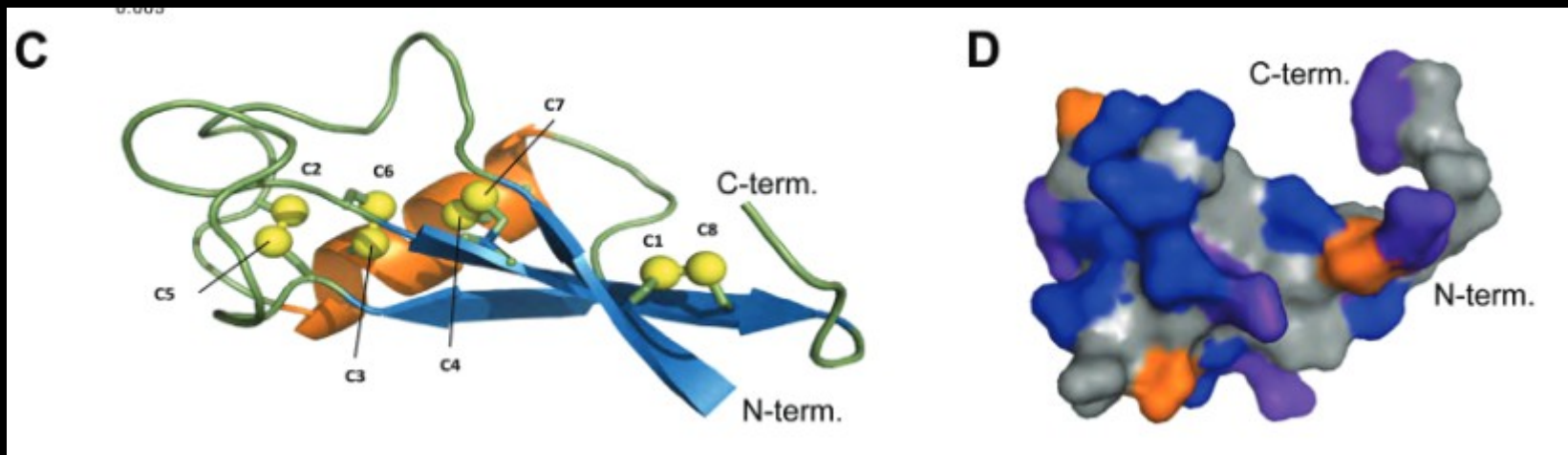


Signální peptidy

Vznikají proteolytickým štěpením větších prekurzorů

CRP (Cystein-rich) 50-200 aa, 750 u *Arabidopsis*
CLAVATA, systeminy, phytosulfokiny

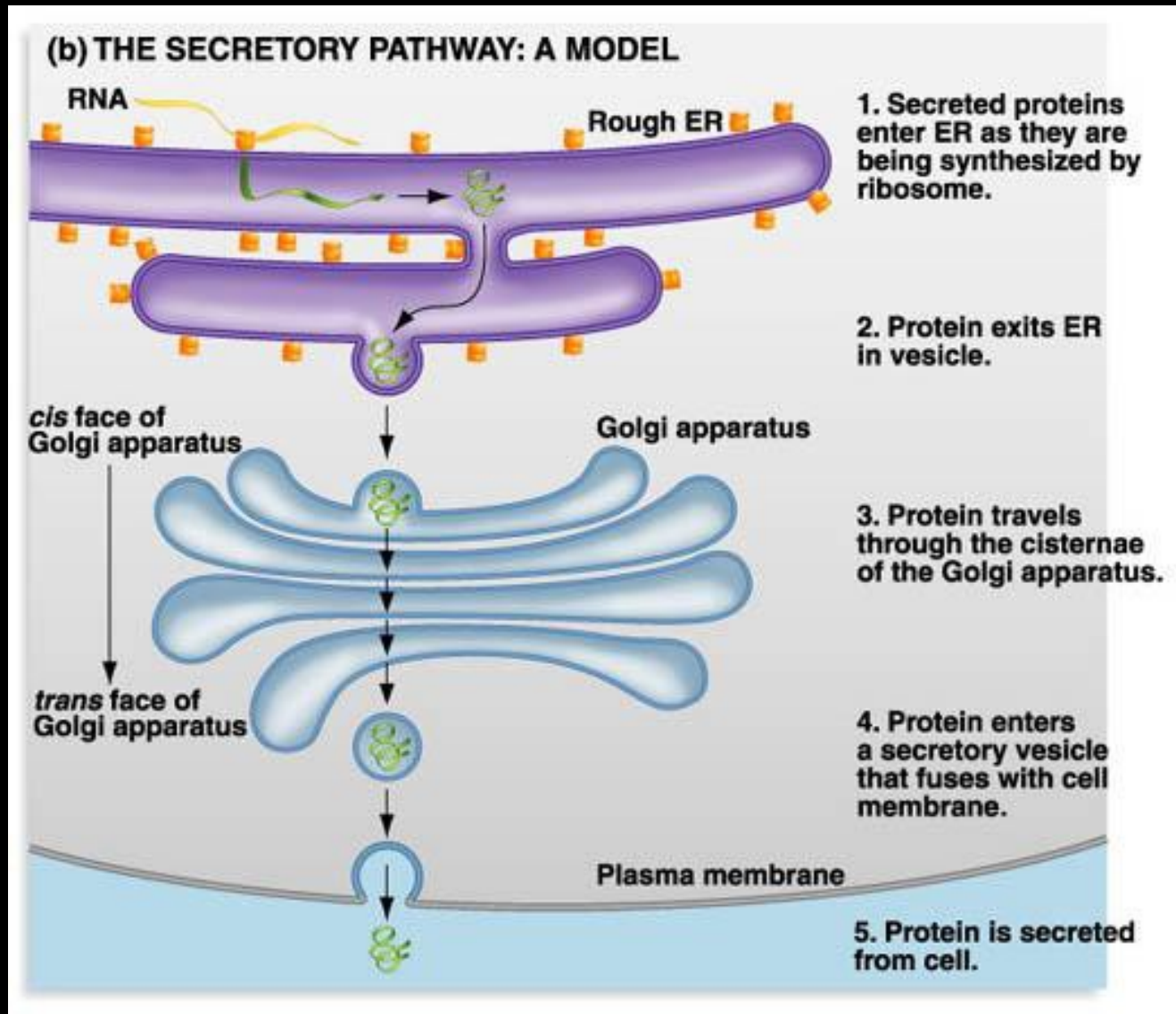
NCPR (non-...) okolo 10 aa, Tyr-sulfatace, Hyp,...
450 u *Arabidopsis*
Defensiny, lipid-transfer proteiny, mnoho
proteinů gametofytu a embrya



Sekrece signálních peptidů

Prekurzor má zpravidla signální sekvenci pro ER

Ale ne vždy je identifikována



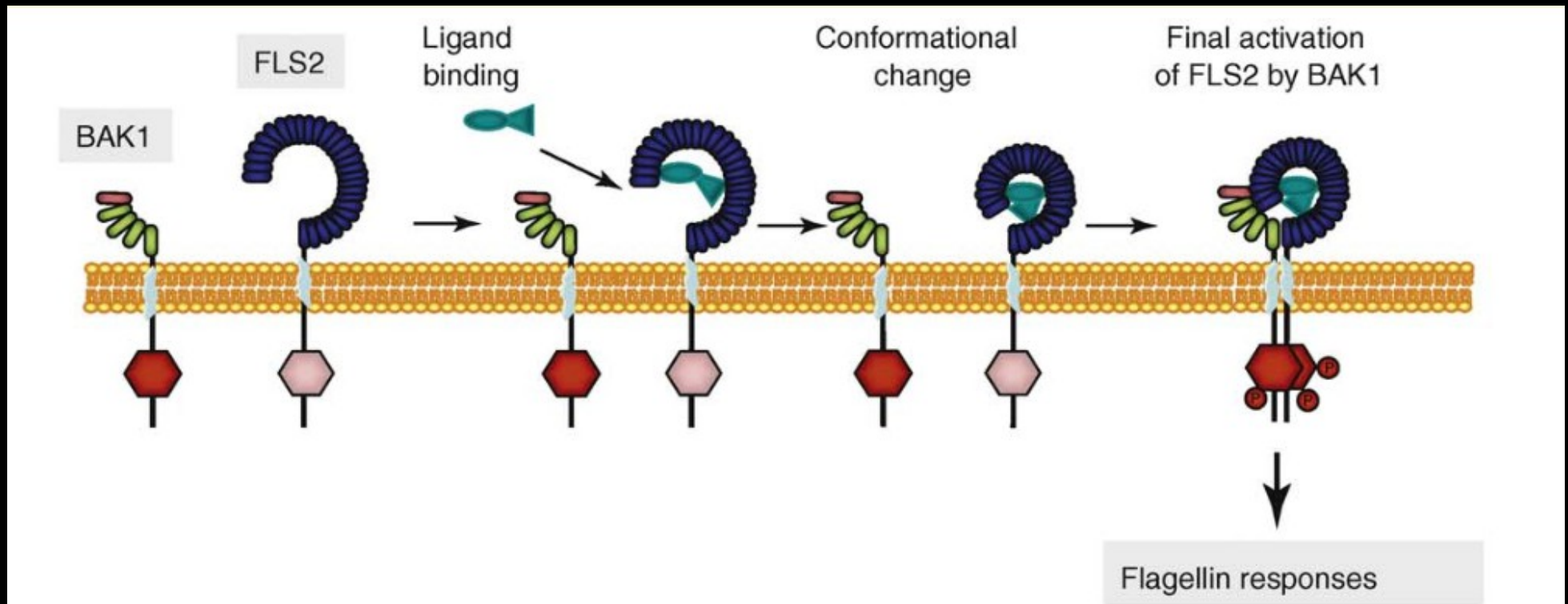
Receptory signálních peptidů

Receptory se aktivují tvorbou komplexů

Identifikován byl například receptor flagellinu (spouští imunitní reakci)

Leucin-rich repeat Receptor-like kinázy (630 u *Arabidopsis*)

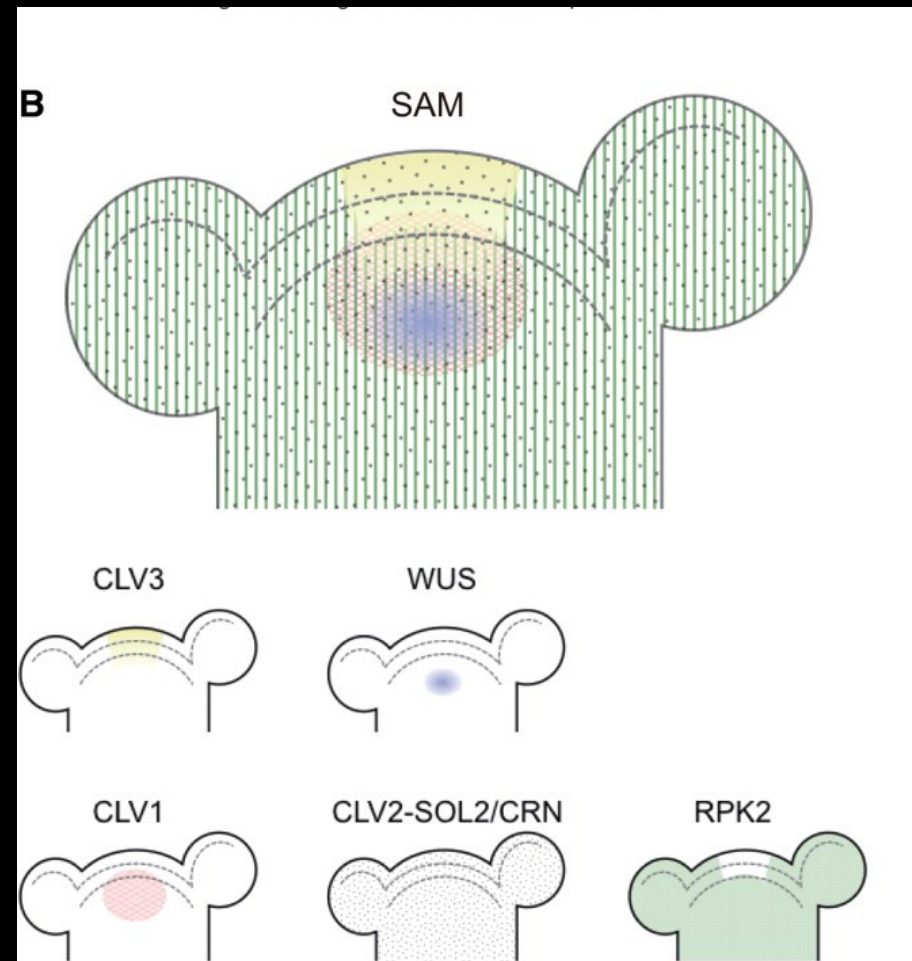
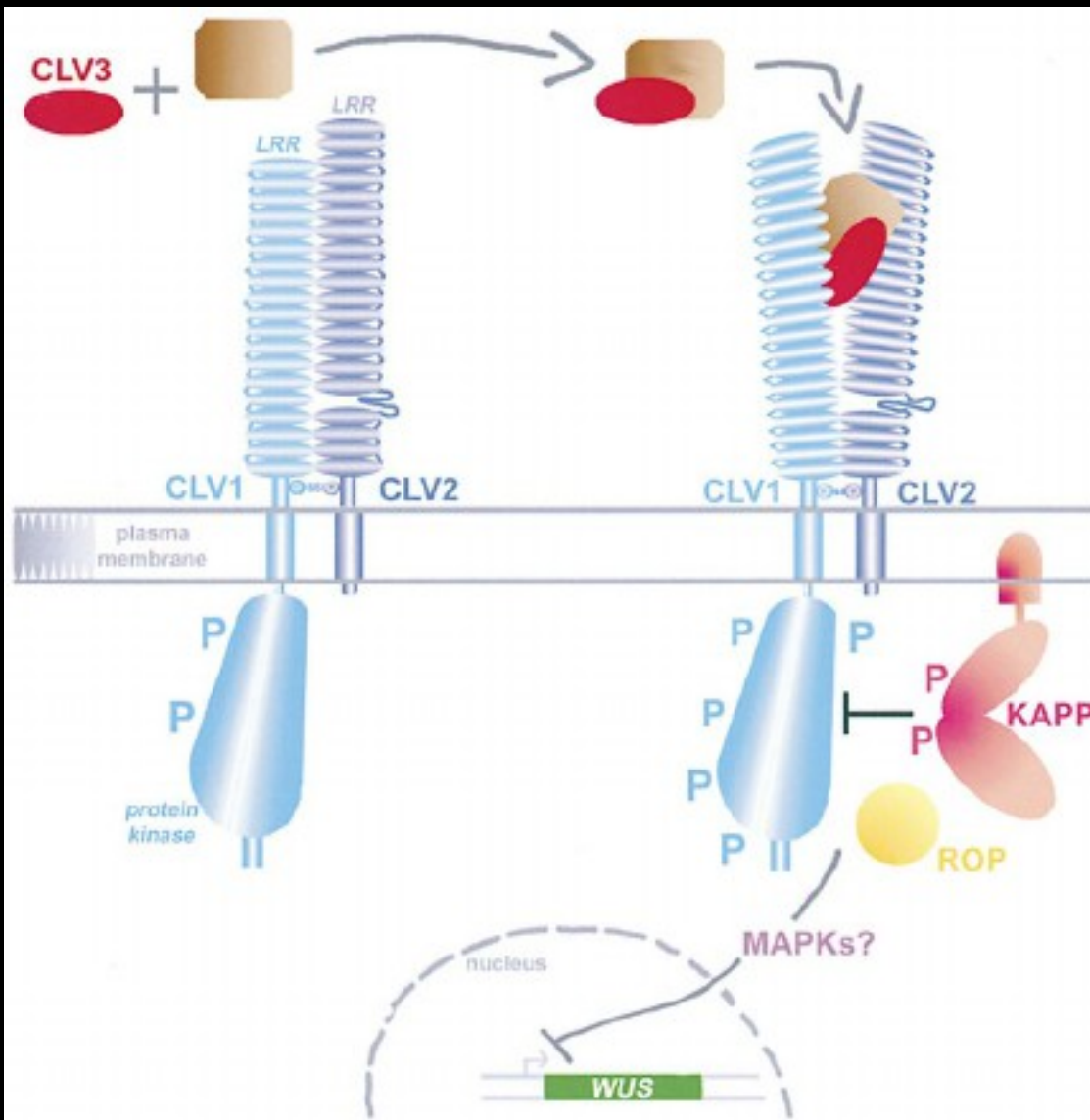
Leucin-rich repeat protein



Receptor CLV1,2

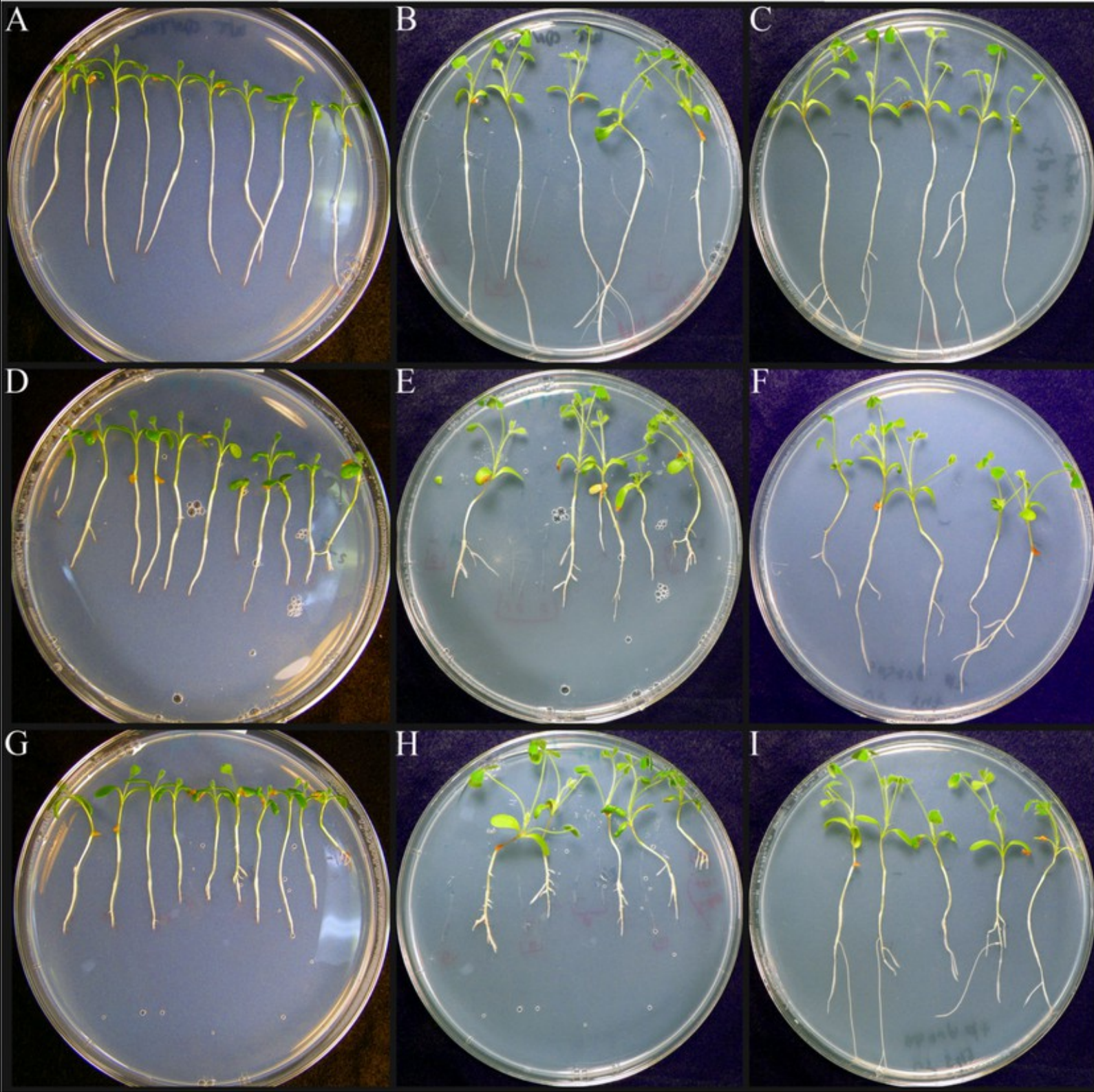
LRR-RLK, dimer po navázání CLV3

Meristémy prýtu, kořene, už u řas...



CLAVATA

Vliv
syntetických
oligopeptidů
na růst tolíce
6 dní, 20,
recovery

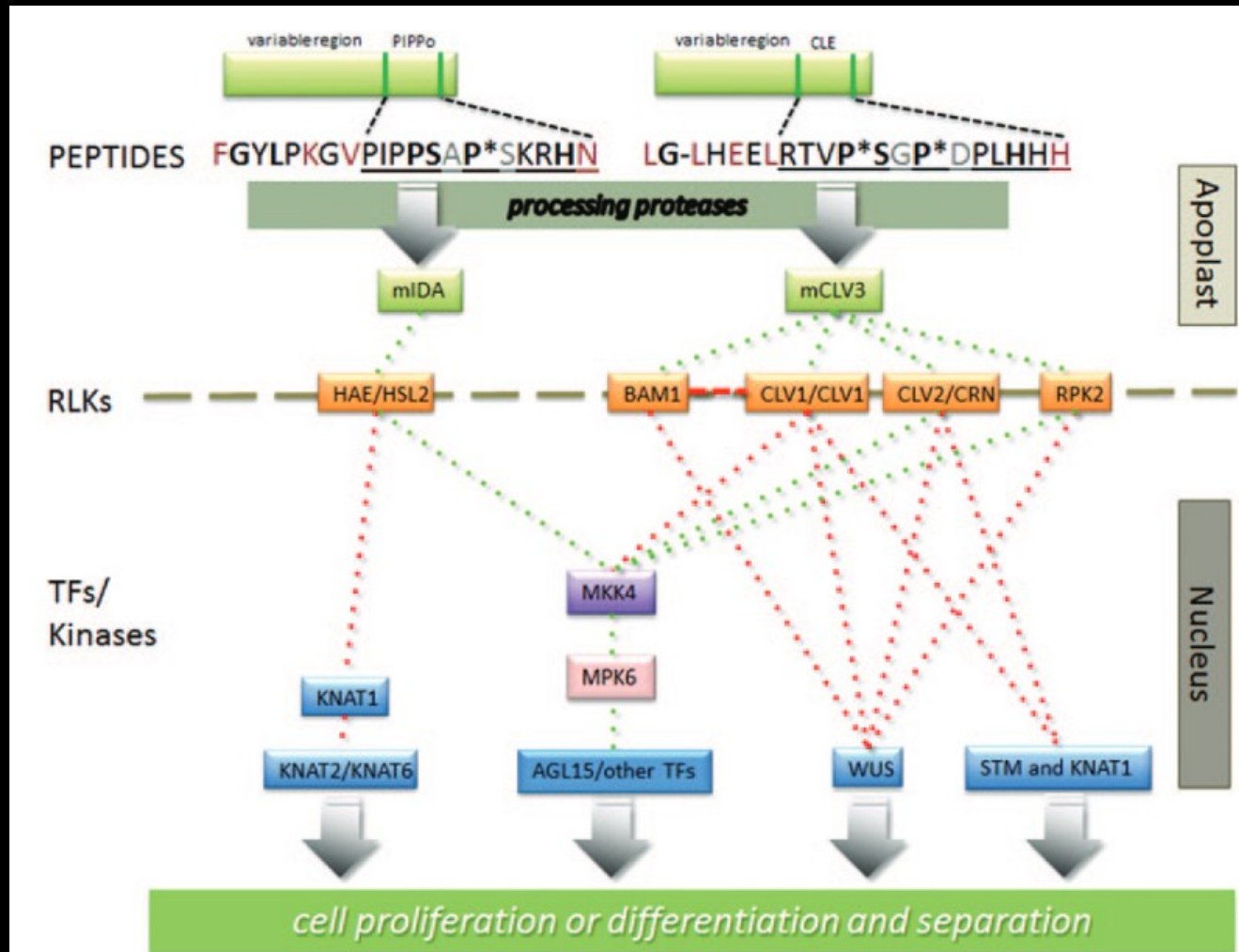


CLAVATA vs. IDA

IDA - INFLORESCENCE DELAYED ABSCISSION

Opad květních plátků reguluje signální peptid IDA

Celá signální dráha je odvozena ze staršího systému CLAVATA



Opad orgánů

Vznik opadové zóny je regulován stejně, jako meristém

- rediferenciace, rozvolnění buněčné stěny

... rozvolnění buněčné stěny dohnáno do extrému

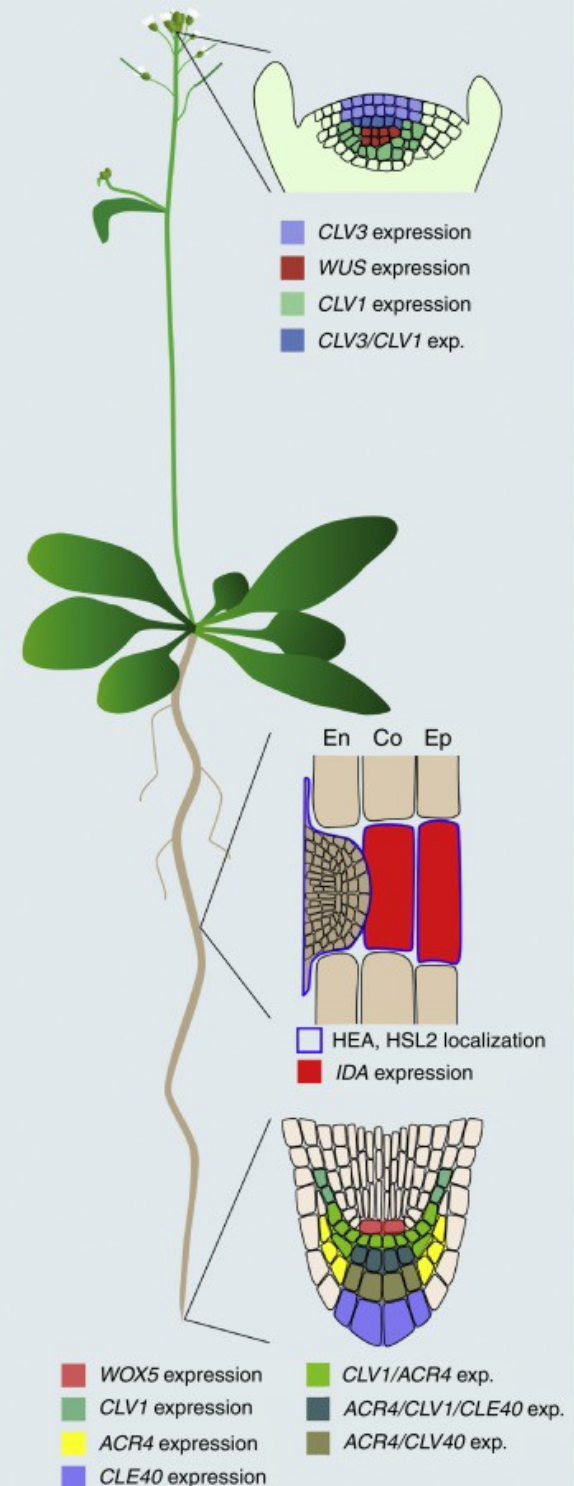


IDA a zakládání kořene

IDA spouští i rozvolnění buněk nad zakládajícím se vedlejším kořenem

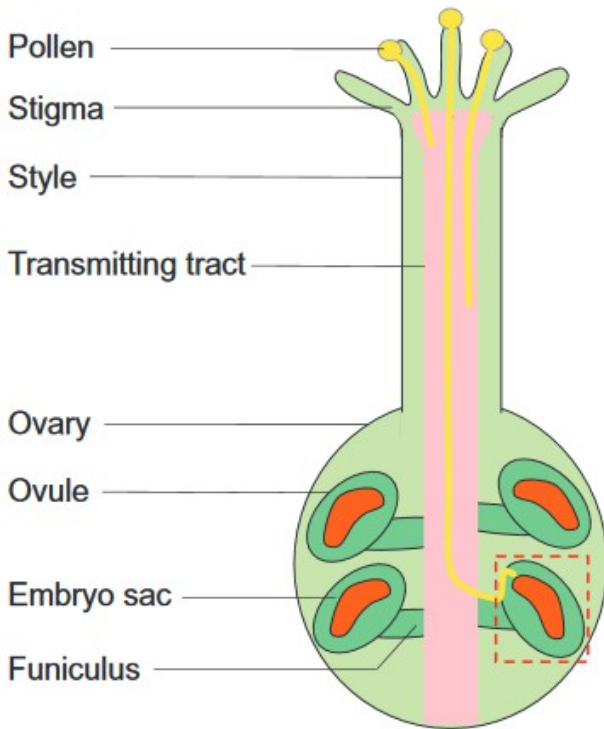
CLAVATA geny jsou silně down-regulovány nedostatkem dusíku

-> stimulace WUS a vývoje kořenových meristémů



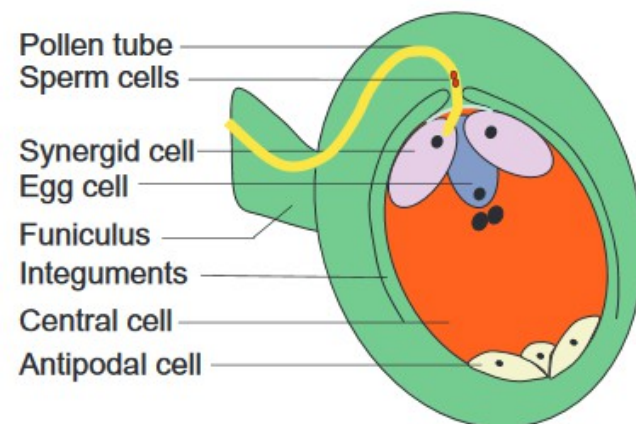
Signální peptidy regulují růst láčky

A



Peptides	Receptors	
SCR/SP11	SRK	Self-incompatibility response
PrsS	PrpS	
LAT52	LePRKs	Pollen tube germination and tip growth
STIG1	LePRKs	
CLE45	SKM1 & SKM2	
SCA/LTP5	—	
Plantacyanin	—	
Chemocyanin	—	
—	—	Ovular pollen tube guidance
ZmEA1	—	Micropylar pollen tube guidance
LUREs	LIP1 & LIP2*	

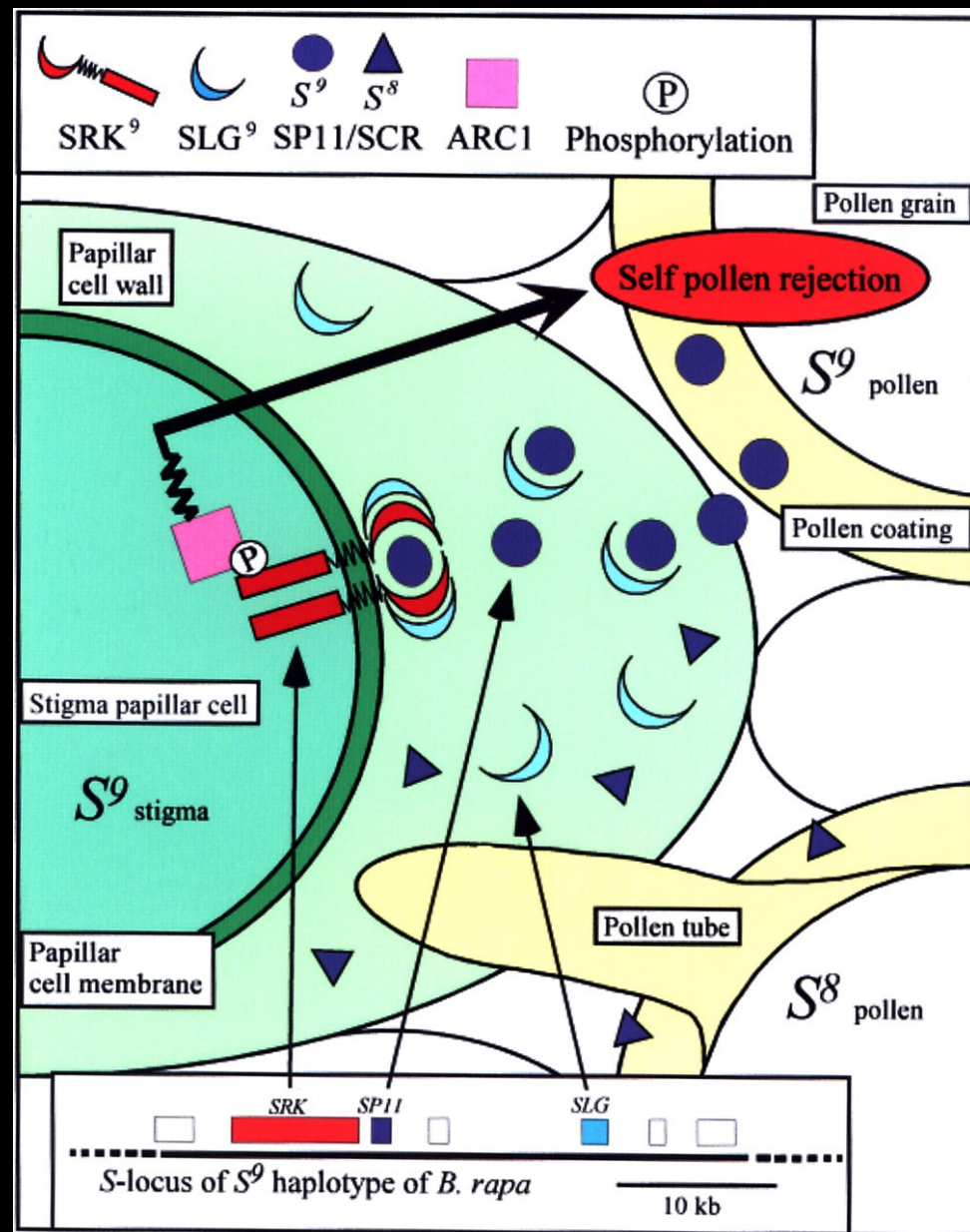
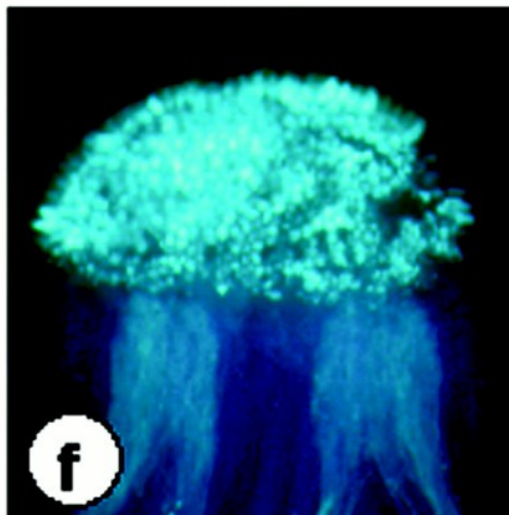
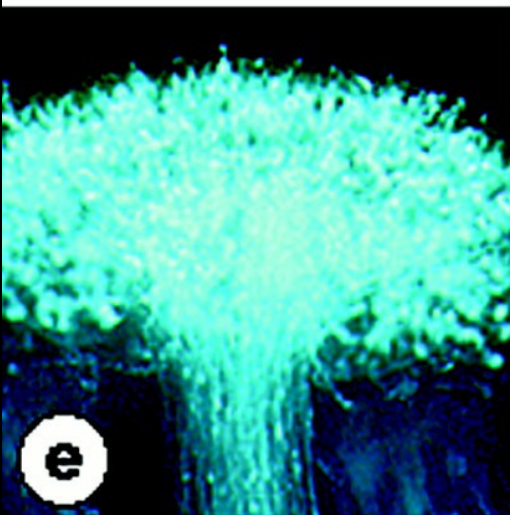
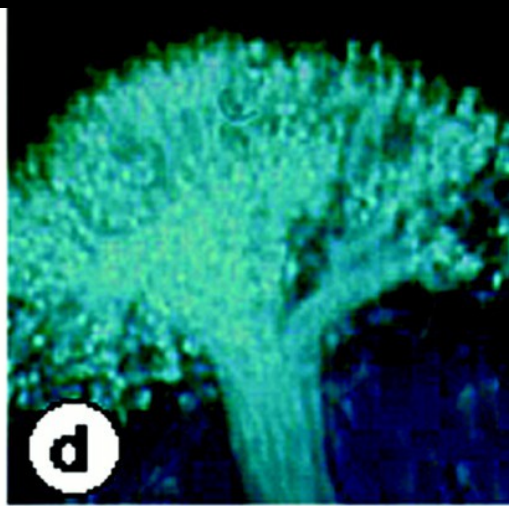
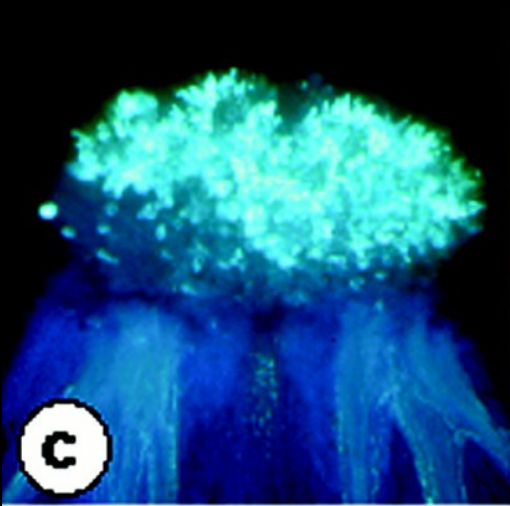
B



Peptides	Receptors	
RALFs**	FER/SRN	Pollen tube reception
—	ANX1 & ANX2	
ZmES1-4	KZM1***	
PME11	PME***	
EC1	—	Gamete activation

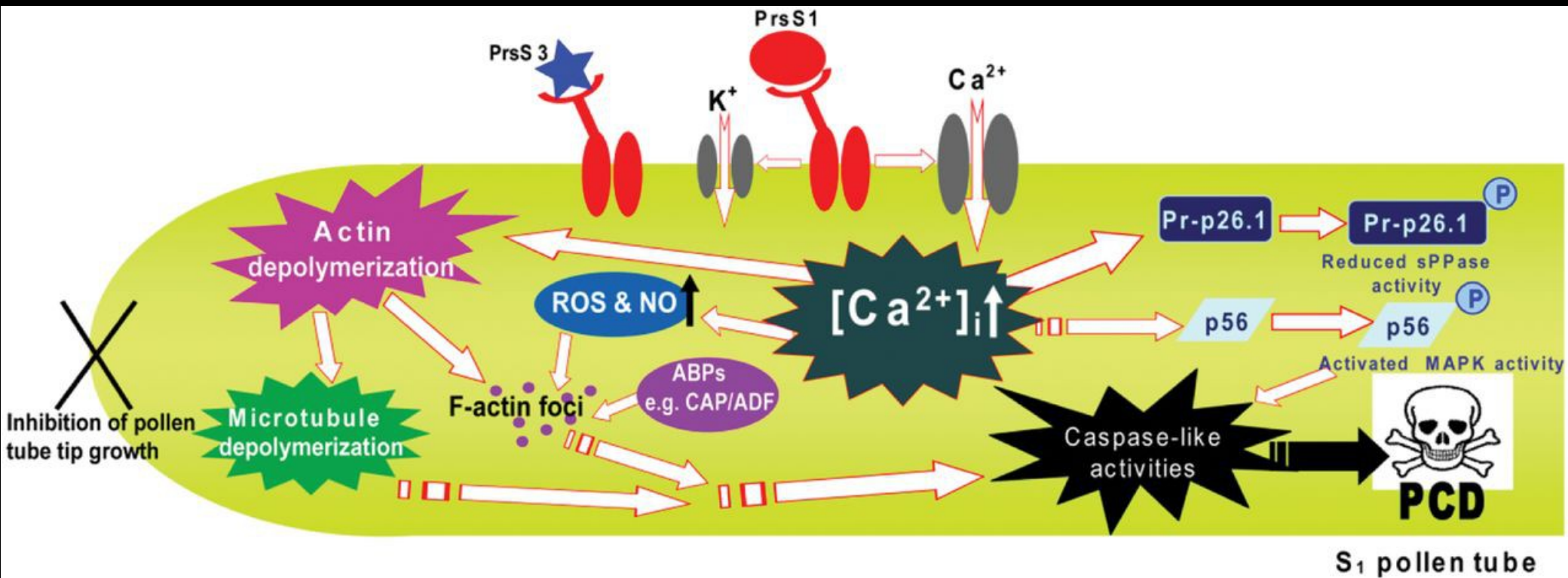
S-locus signální peptidy

Cystein-rich protein SCR exprimuje tapetum a obalí se jím pylové zrno



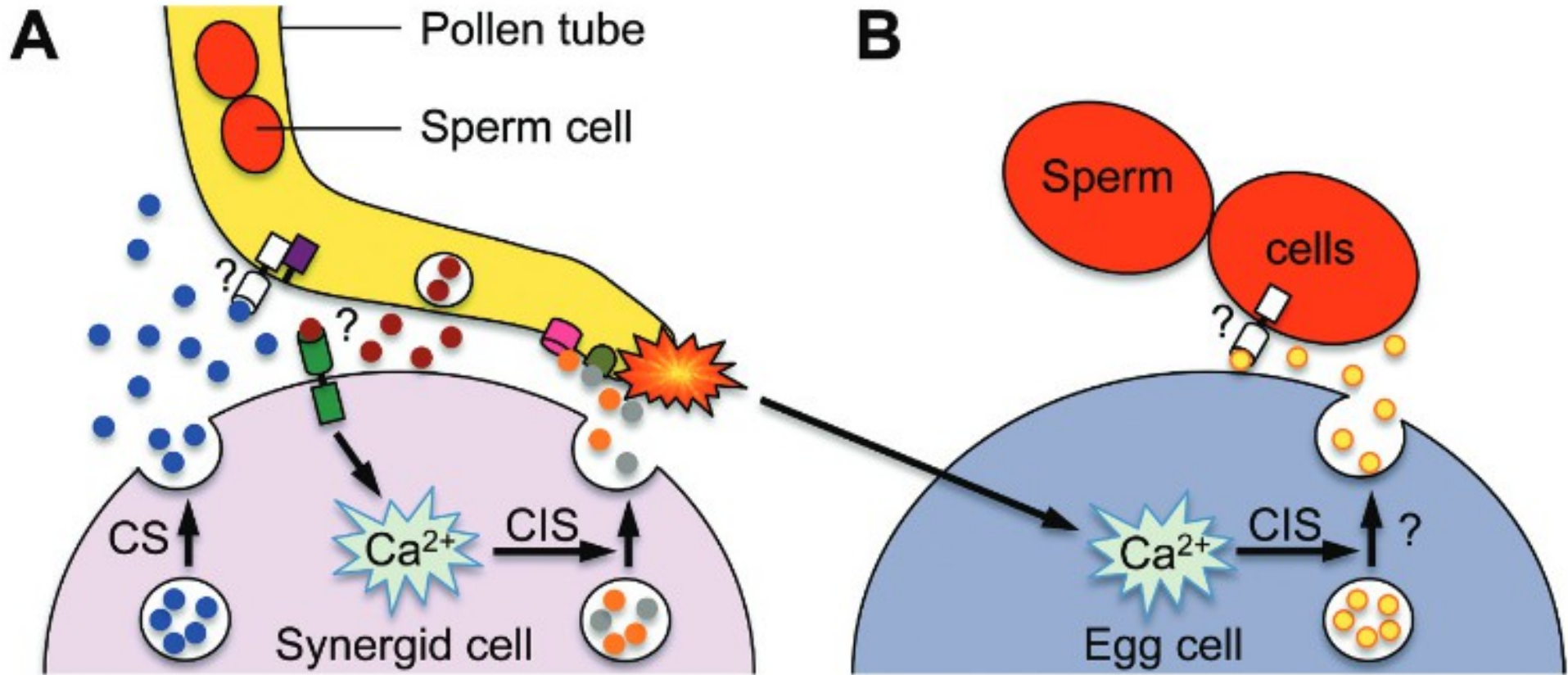
SRS signální peptid u máku

- Cystein-rich protein PrsS se exprimuje v pletivu čnělky
- Interaguje s malým vápníkovým kanálem PrpS na membráně láčky
- Spouští se PCD



Peptidová signalisace pylové láčky

Po laserové ablaci synergidy bylo
zablokováno uvolnění
spermatických buněk

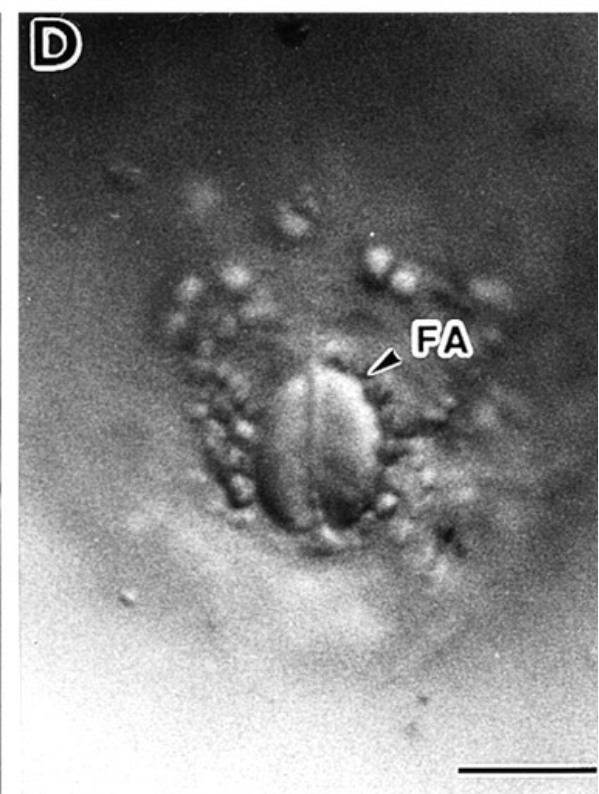
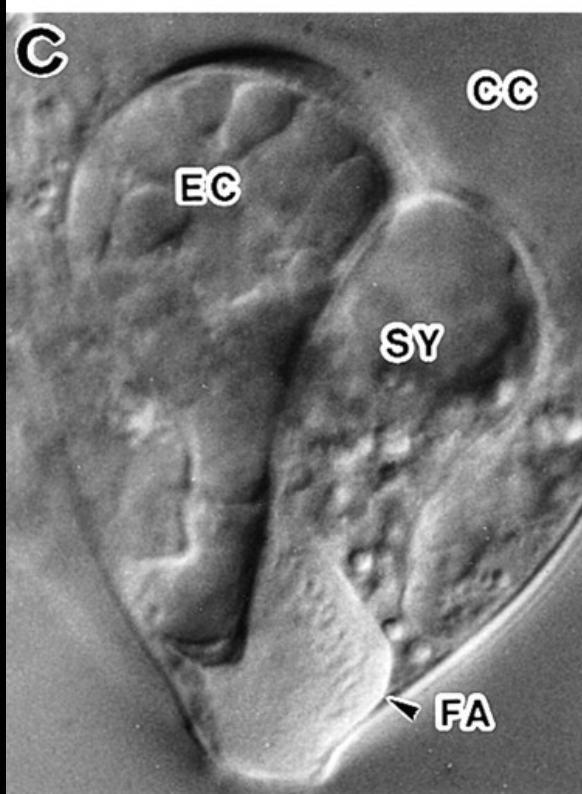
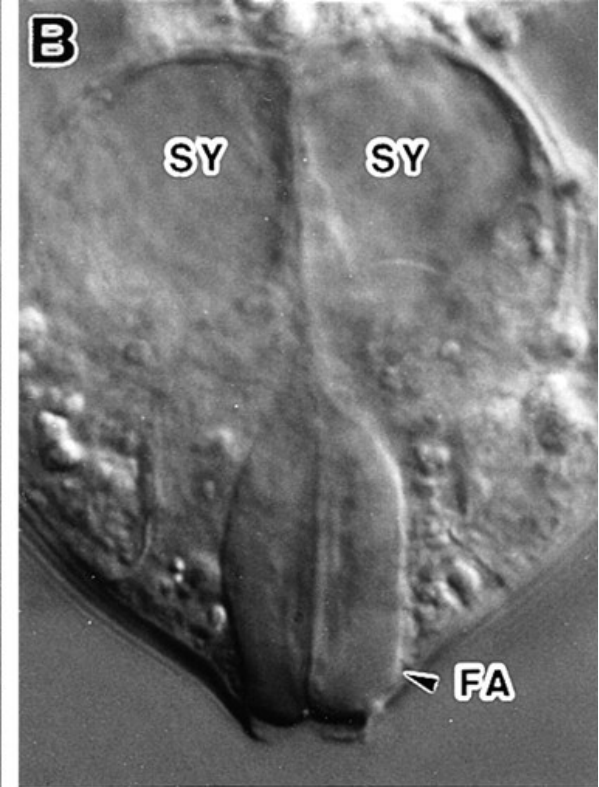
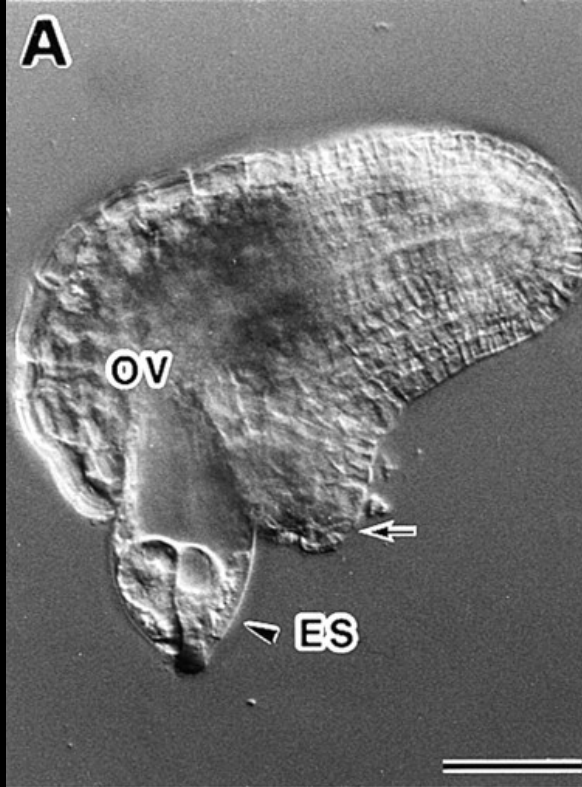


Torrenia fournieri

Model pro studium navádění
pylové láčky

Má obnažený zárodečný vak

<https://www.youtube.com/watch?v=OpLqRCbicDk>



LURE

Cystein-rich peptides, podskupina defenzinů, 60-70 aa

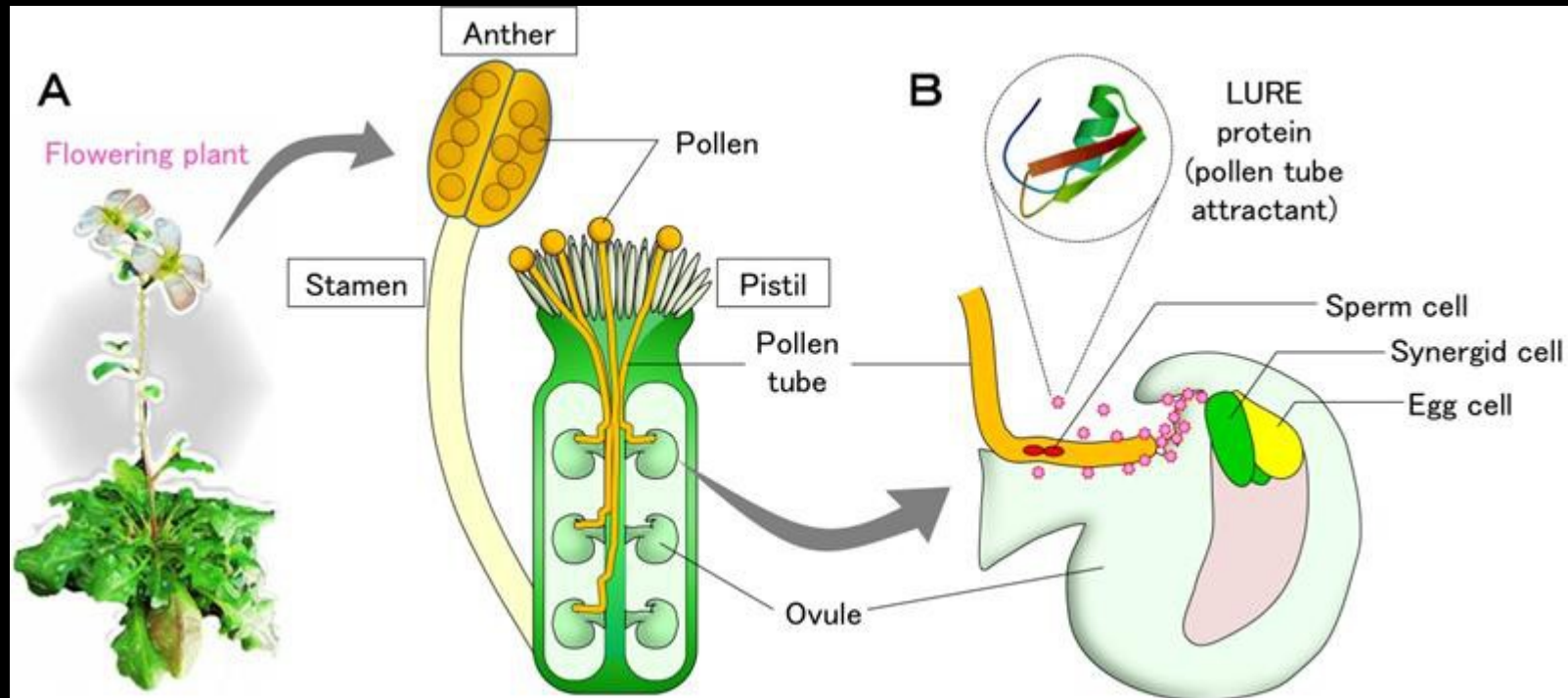
Jsou zodpovědné za navádění pylové láčky

Stačí ~1000 molekul k efektivní signalisaci

Identifikovány u *Torrenie*, ale jsou i u *Arabidopsis*

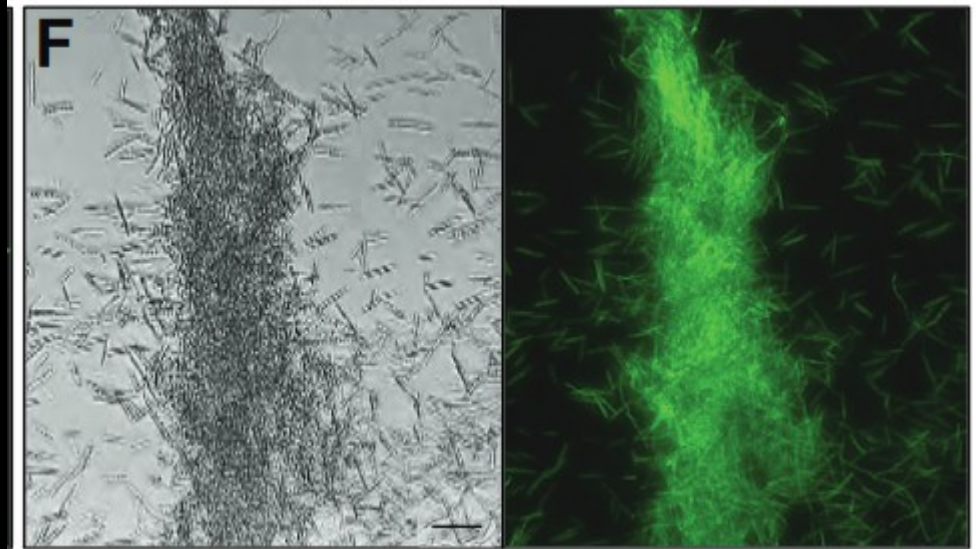
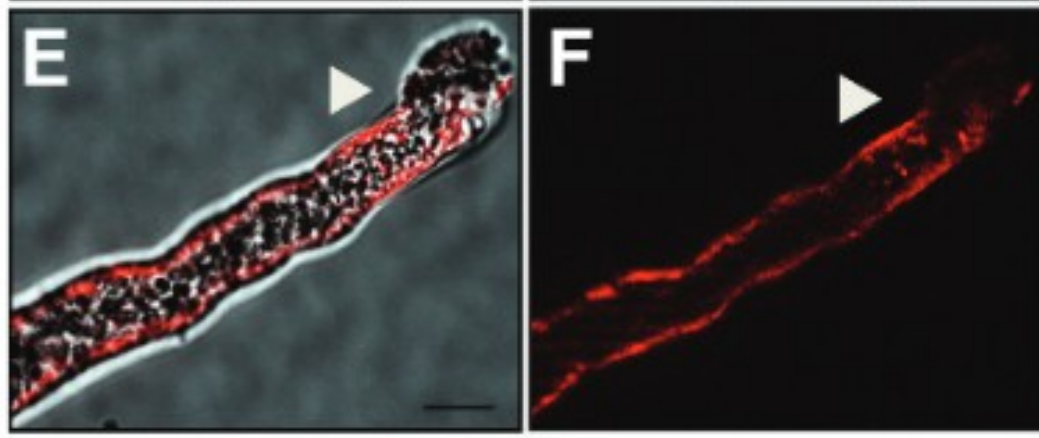
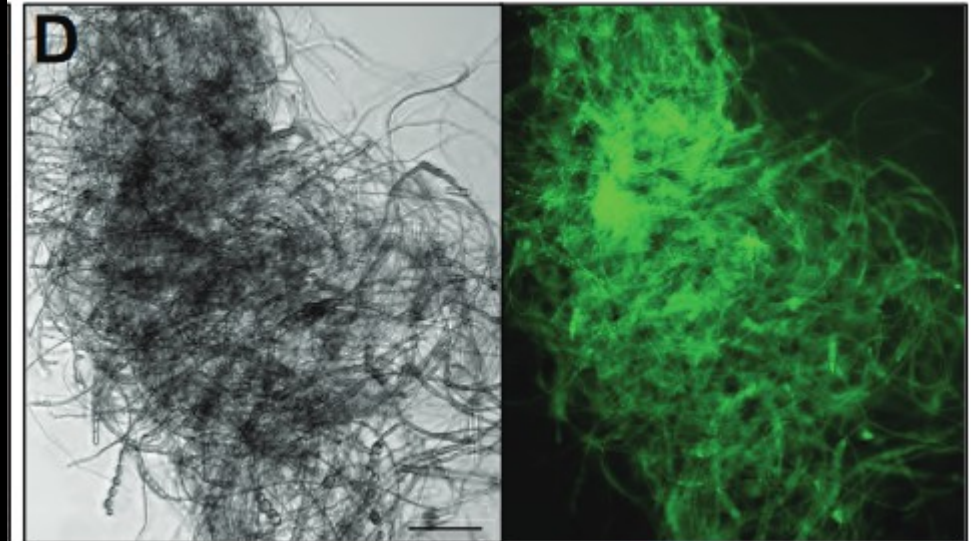
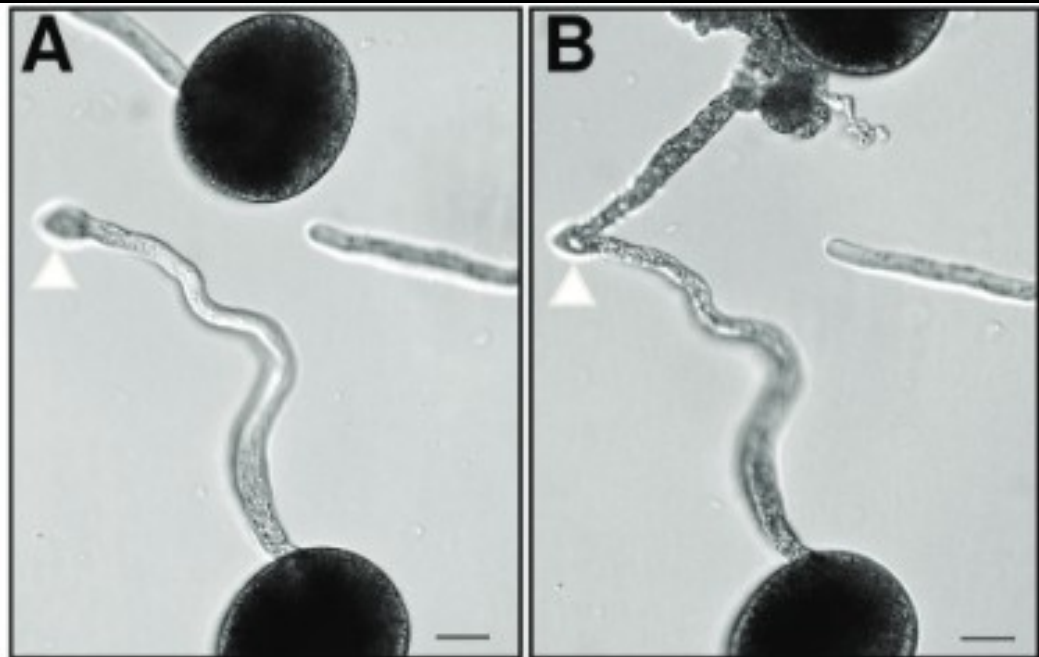
AtLURE je málo efektivní už u *A. lyrata*, velká variabilita...

Receptor zřejmě opět komplexní, známa jen cytoplasmatická komponenta



Defensiny - univerzální signalisace

- Defensin EMBRYO SAC je zodpovědný za prasknutí pylové láčky u kukuřice
- Zároveň inhibuje růst houbových hyf, což je jeho ancestrální funkce



Vše na rostlině řídí signální peptidy



Shrnutí

- **Peptidová signalisace reguluje všechny vývojové procesy rostliny**
- **Signální peptidy a receptorové kinázy tvoří téměř 10% genomu rostlin**
- **Systemy jsou velmi evolučně dynamické a mohou zajišťovat drobné rozdíly mezi druhy**
- **Peptidová signalisace je základem regulace růstu láčky a následných procesů**



Závěrečná ponaučení

1) Je to komplikované

Všechny signální dráhy vykazují mimořádnou redundanci a málo prvků má skutečné klíčový efekt

Závěrečná ponaučení

1) Je to komplikované

Všechny signální dráhy vykazují mimořádnou redundanci a málo prvků má skutečné klíčový efekt

2) Klíčové komponenty jsou archaické

Fytohormonální a další signální moduly mají řasový původ, používají se pouze v nových kontextech

Závěrečná ponaučení

1) Je to komplikované

Všechny signální dráhy vykazují mimořádnou redundanci a málo prvků má skutečné klíčový efekt

2) Klíčové komponenty jsou archaické

Fytohormonální a další signální moduly mají řasový původ, používají se pouze v nových kontextech

3) Modularita stírá smysl morfologie

Orgány stejné funkce jsou regulovány stejnými signálními moduly nehledě na nezávislý vznik

Závěrečná ponaučení

1) Je to komplikované

Všechny signální dráhy vykazují mimořádnou redundanci a málo prvků má skutečné klíčový efekt

2) Klíčové komponenty jsou archaické

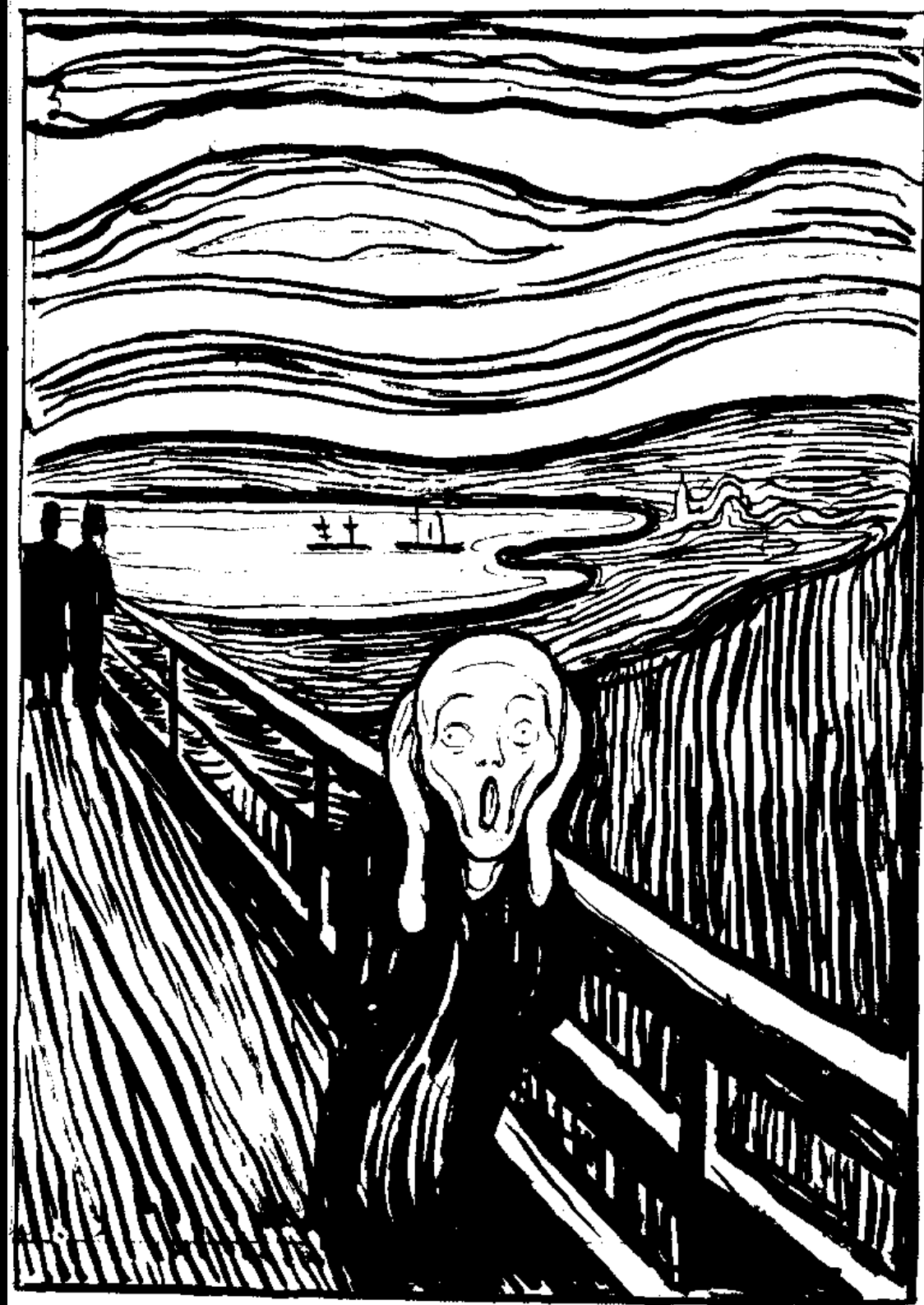
Fytohormonální a další signální moduly mají řasový původ, používají se pouze v nových kontextech

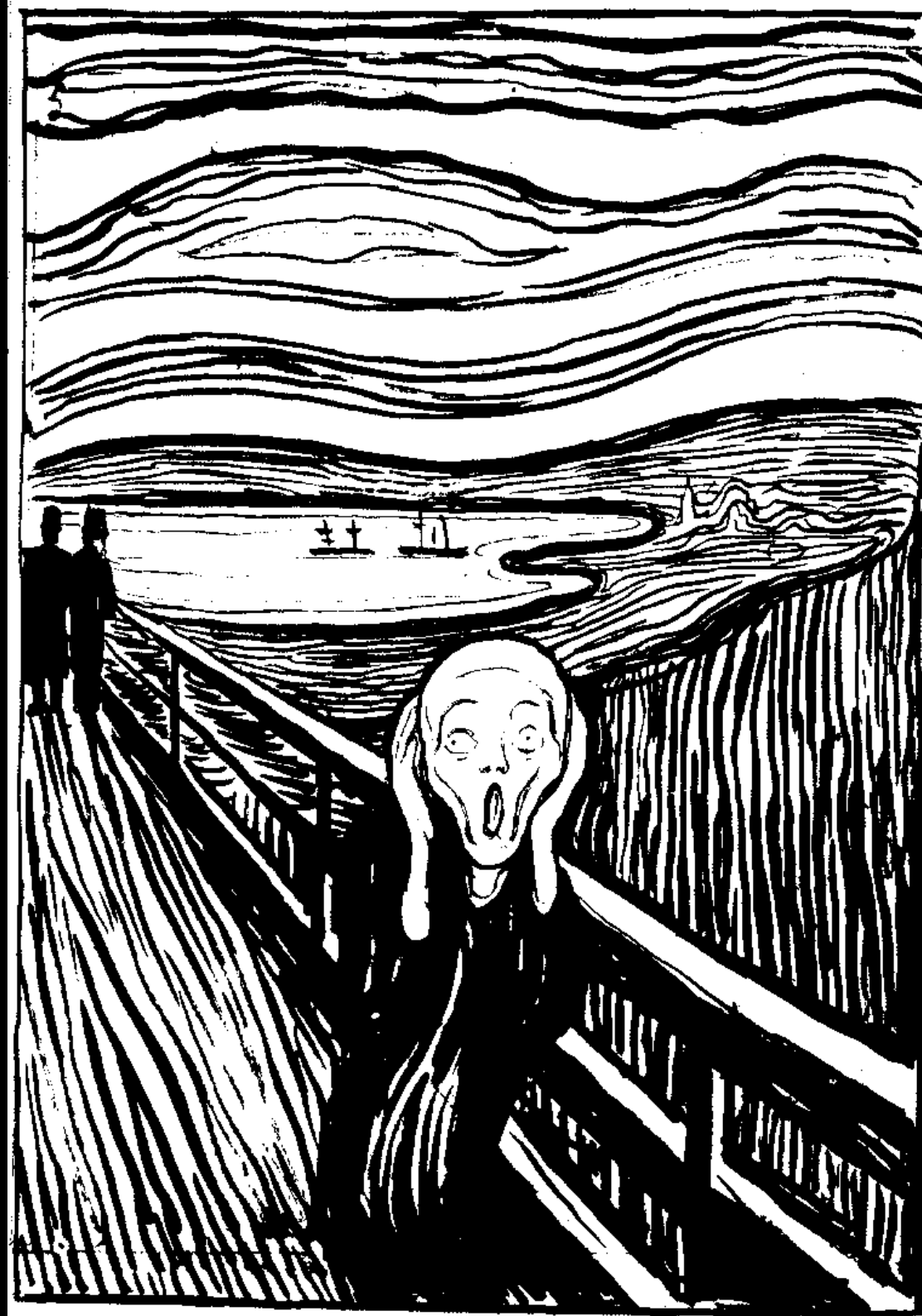
3) Modularita stírá smysl morfologie

Orgány stejné funkce jsou regulovány stejnými signálními moduly nehledě na nezávislý vznik

4) Nic není statické

I nejfundamentálnější signální moduly mohou podléhat dramatické recentní evoluci





**Děkuji za
pozornost**