

A close-up photograph of a green stem of Arabidopsis thaliana. The stem is covered in small, white, four-petaled flowers with yellow centers, and several green, elongated buds are also visible. The background is a soft, out-of-focus green.

Huseníček rolní *Arabidopsis thaliana*

Životní cyklus modelové rostliny *Arabidopsis thaliana*



1 týden



3 týdny

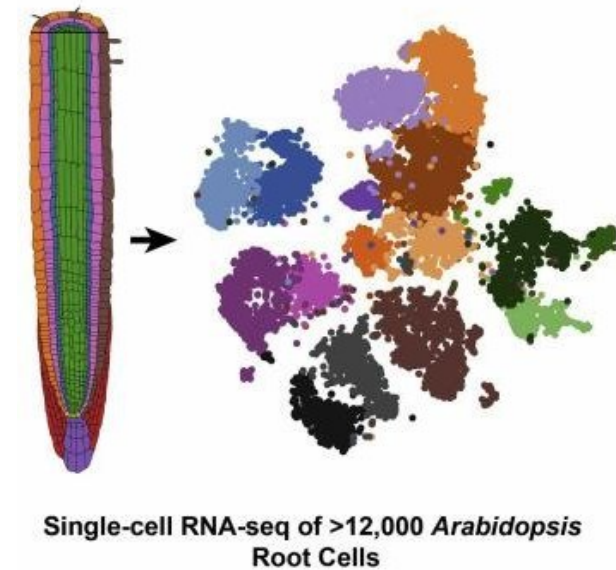
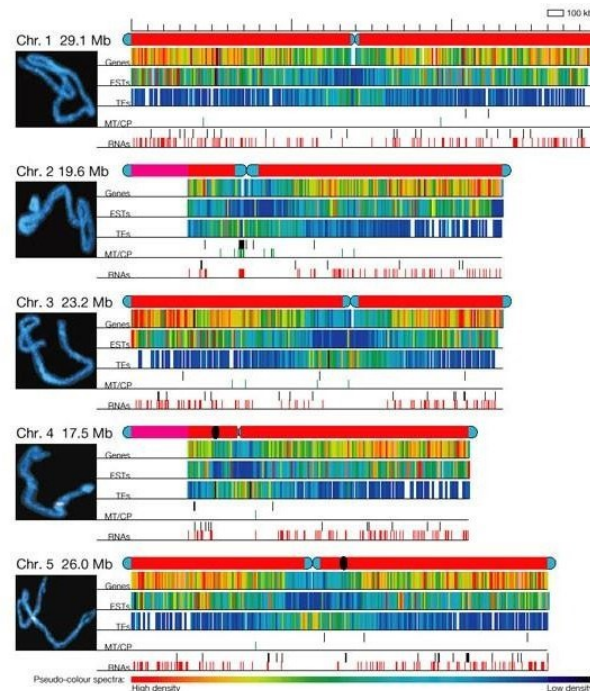
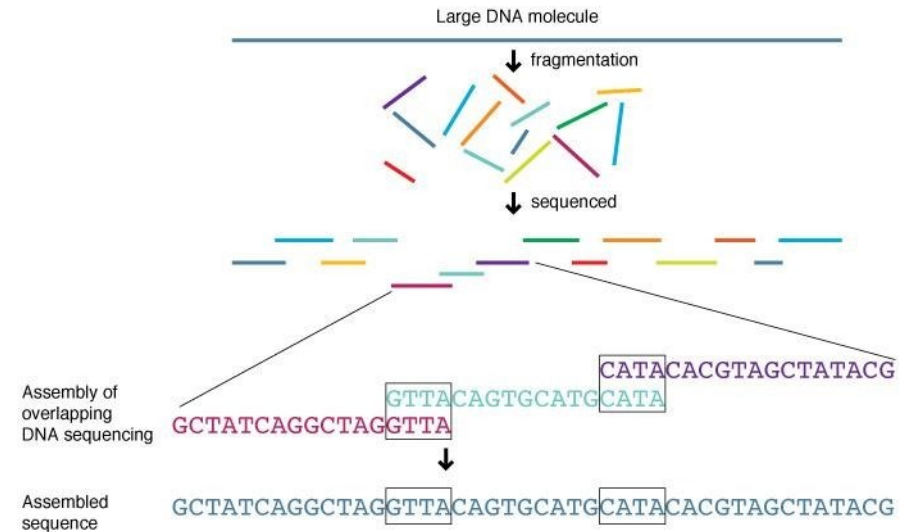
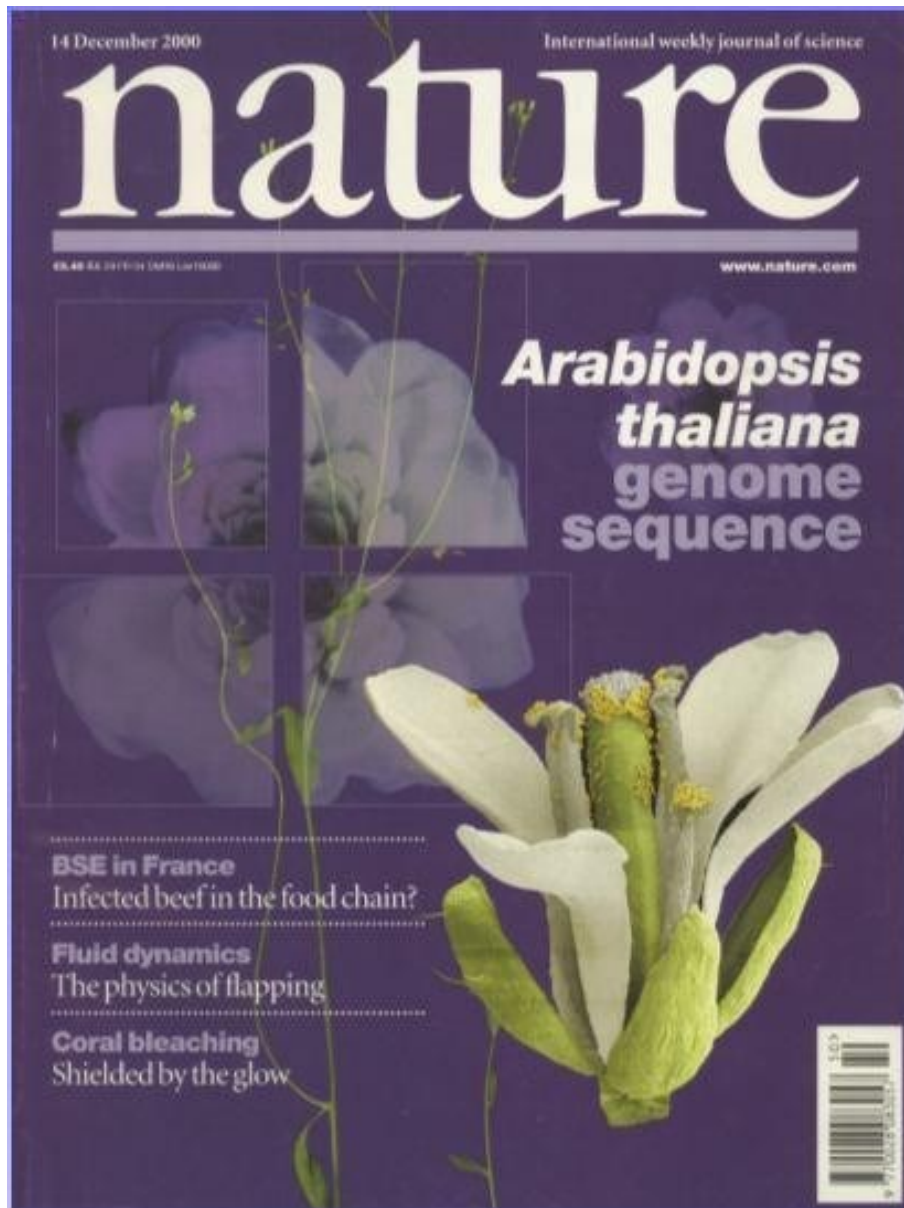


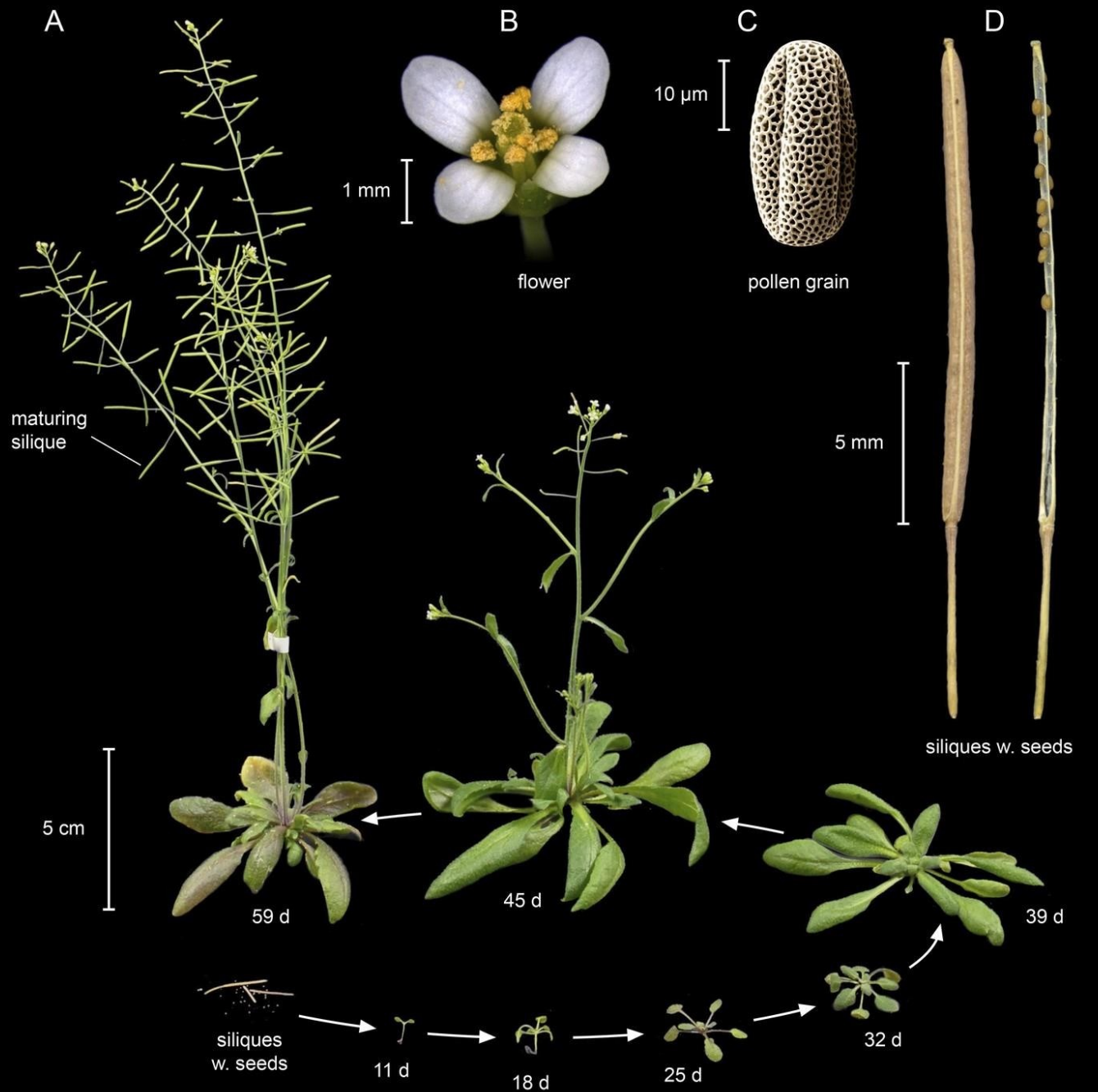
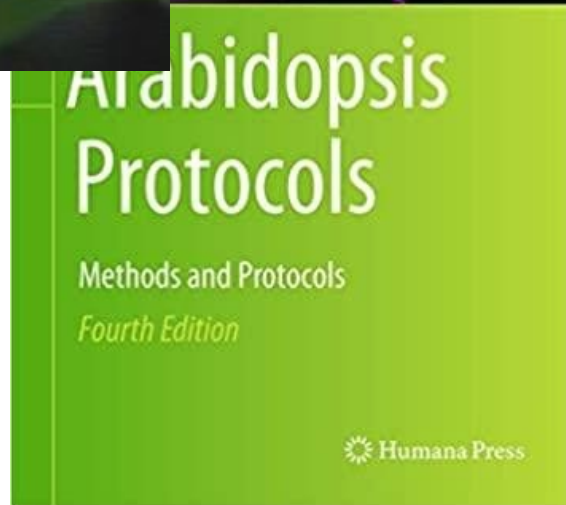
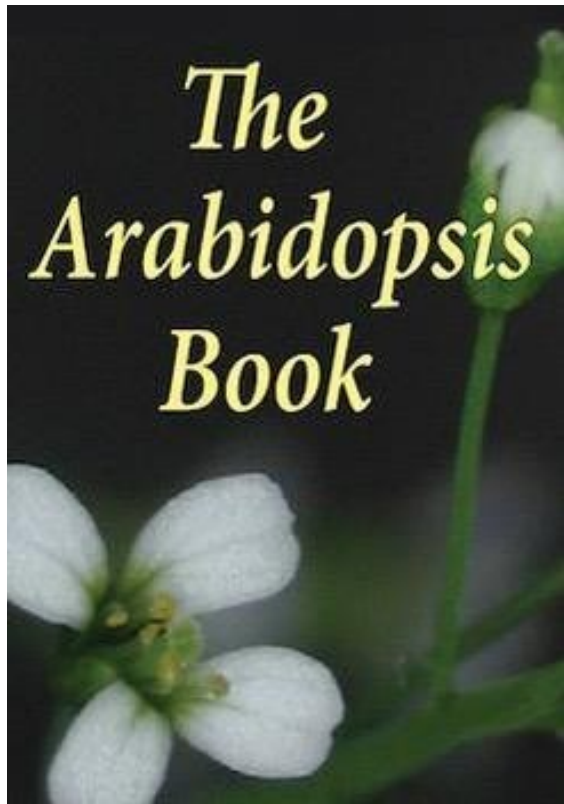
4 týdny



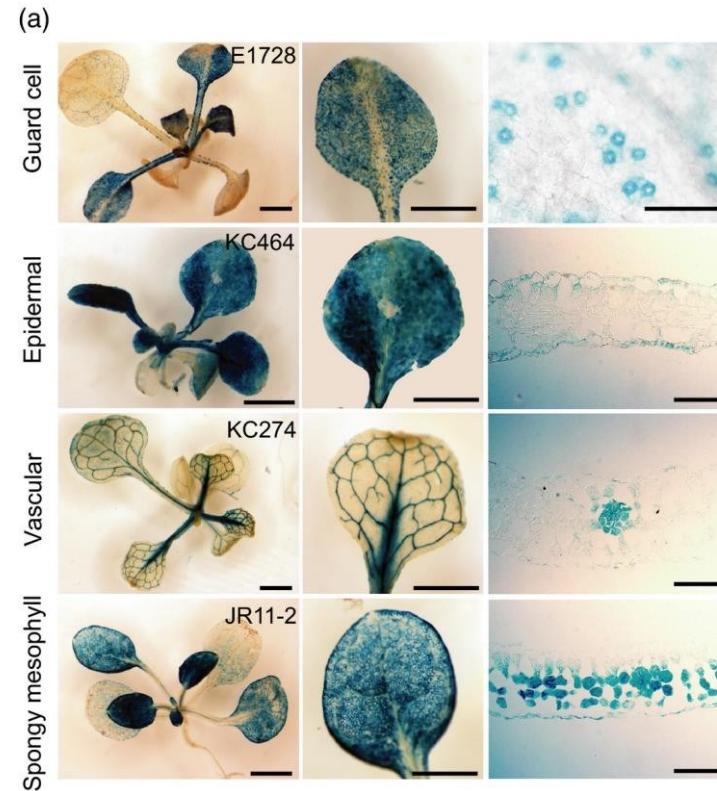
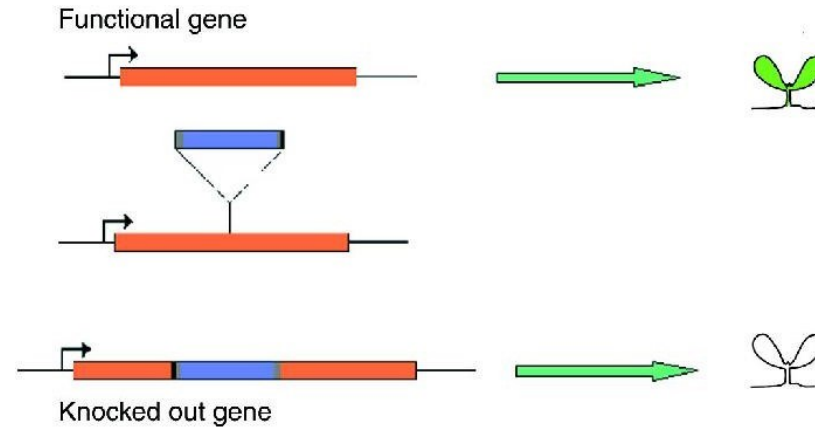
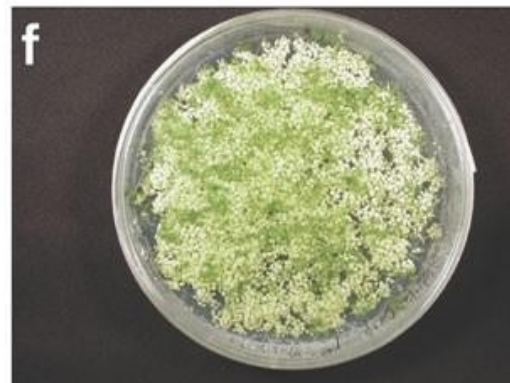
6 týdnů

Arabidopsis thaliana – první sekvenovaný rostlinný genom






Floral dip, inzerční mutageneze, reportérové linie



The *Arabidopsis* Information Resource – www.arabidopsis.org



Gene

Home
Help
Contact
About Us
Subscribe
Login
Register

Search
Browse
Tools
Portals
Download
Submit
News
Stocks

Locus: AT5G61850 What's new on this page Add a Comment

Representative Gene Model [AT5G61850.1](#)

Gene Model Type protein_coding

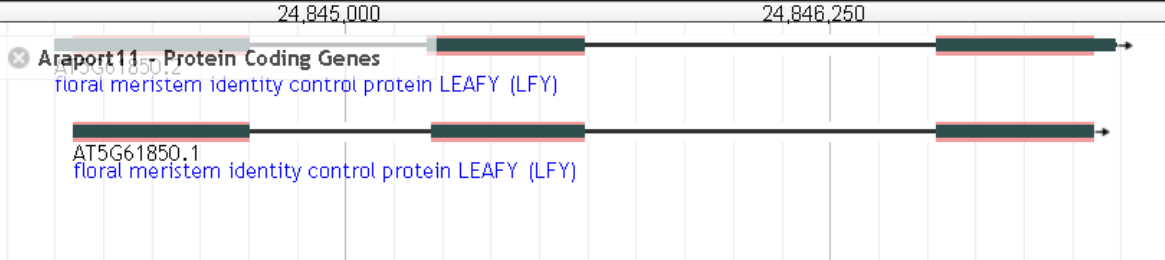
Other names: LEAFY, LEAFY 3, LFY, LFY3

Description Encodes transcriptional regulator that promotes the transition to flowering. Involved in floral meristem development. LFY is involved in the regulation of AP3 expression, and appears to bring the F-box protein UFO to the AP3 promoter. Amino acids 46-120 define a protein domain that mediates self-interaction.

Other Gene Models [AT5G61850.2](#) (splice variant)

[Center on AT5G61850](#) | [Full-screen view](#)

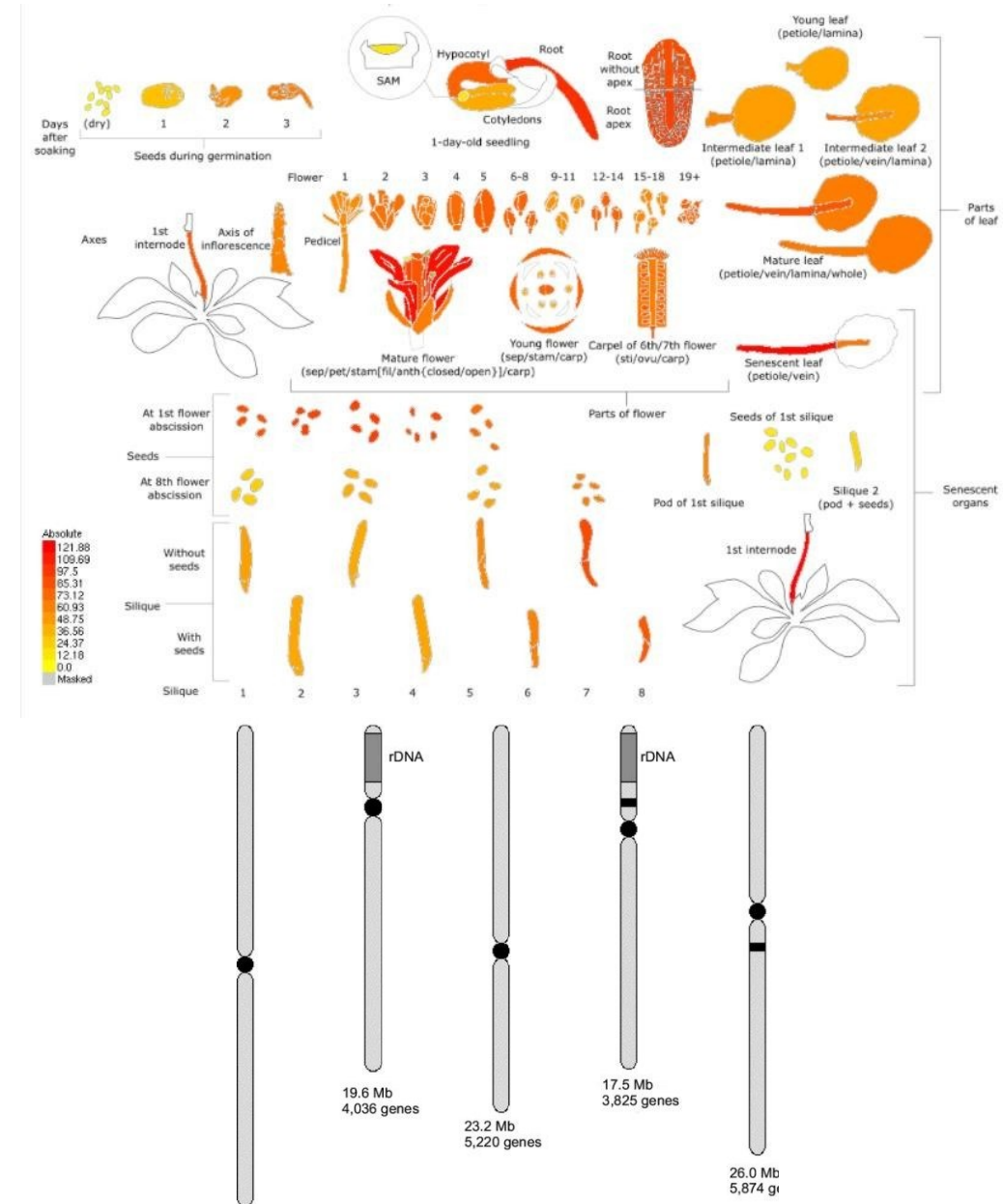
Map Detail Image

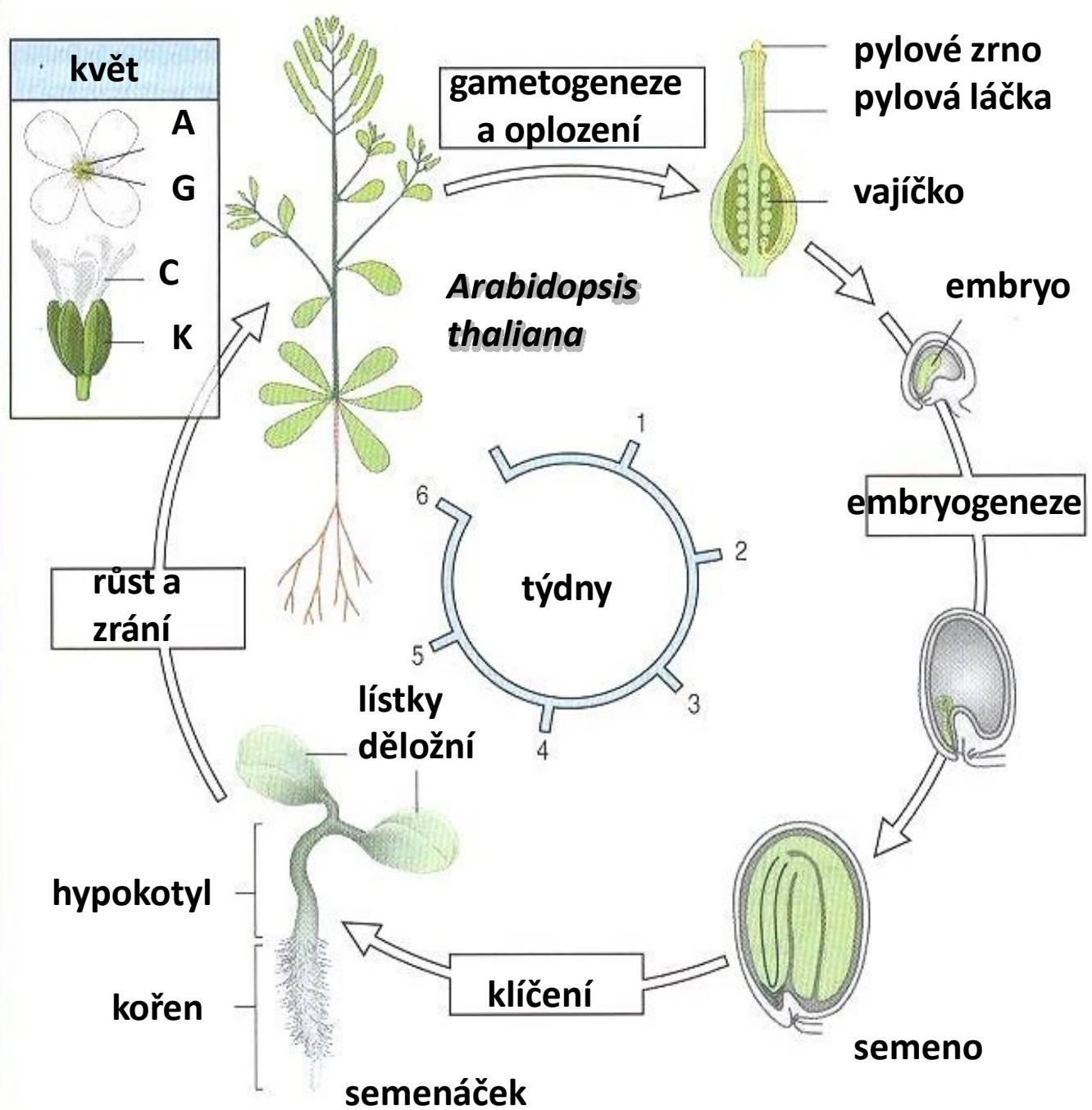


Annotations

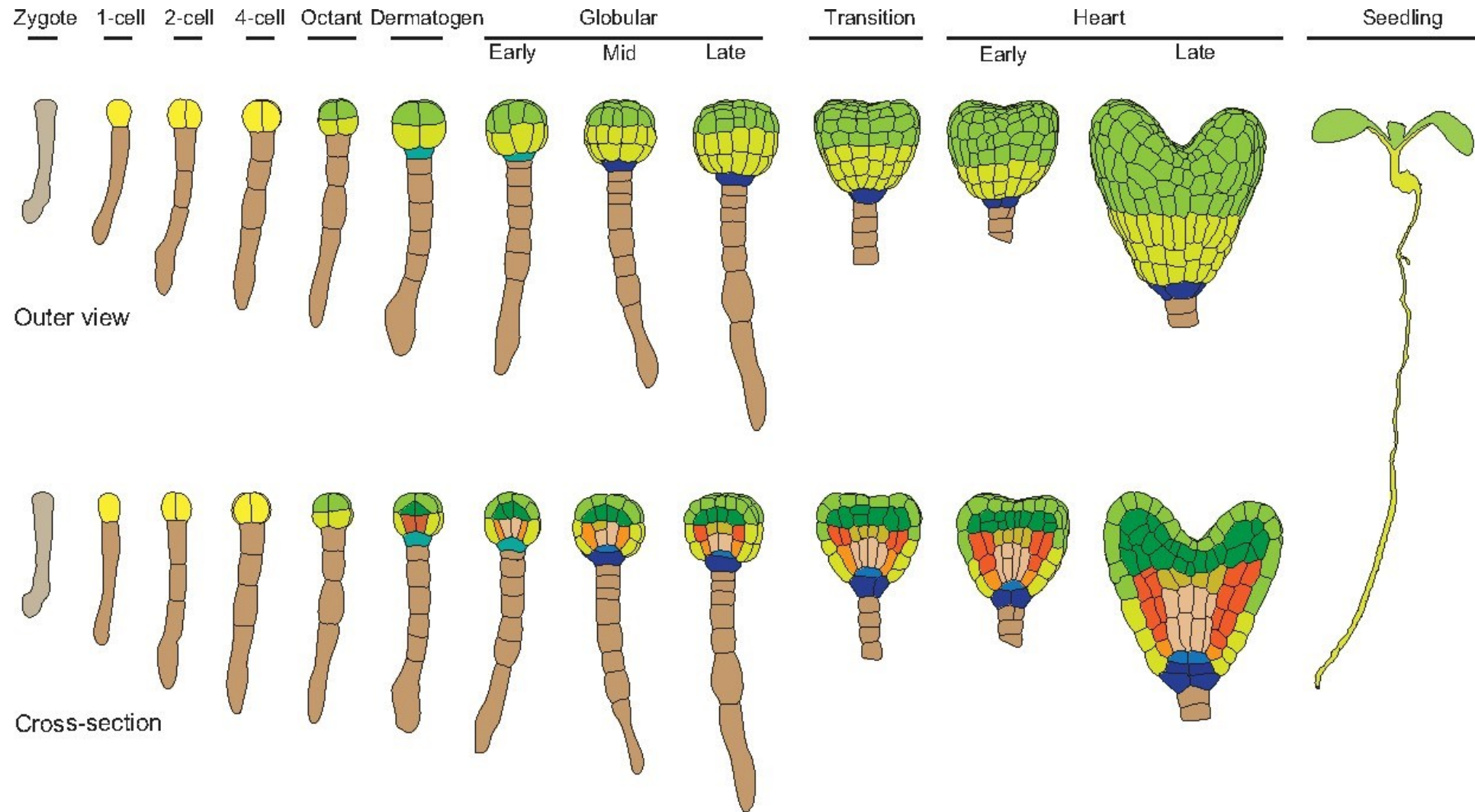
category	relationship type	keyword
GO Biological Process	acts upstream of or within	floral meristem determinacy, flower development, gibberellic acid mediated signaling pathway, maintenance of inflorescence meristem identity
GO Biological Process	involved in	regulation of transcription, DNA-templated
GO Cellular Component	located in	nucleus
GO Molecular Function	enables	DNA-binding transcription factor activity, chromatin DNA binding, protein binding, protein homodimerization activity, protein self-association, sequence-specific DNA binding, transcription cis-regulatory region binding
Growth and Developmental Stages	expressed during	floral organ differentiation stage, floral organ meristem development stage, flowering stage, mature plant embryo stage, petal differentiation and expansion stage, plant embryo bilateral stage, plant embryo cotyledonary stage
Plant structure	expressed in	collective leaf structure, flower, plant embryo, seed, shoot apex

[Annotation Detail](#)



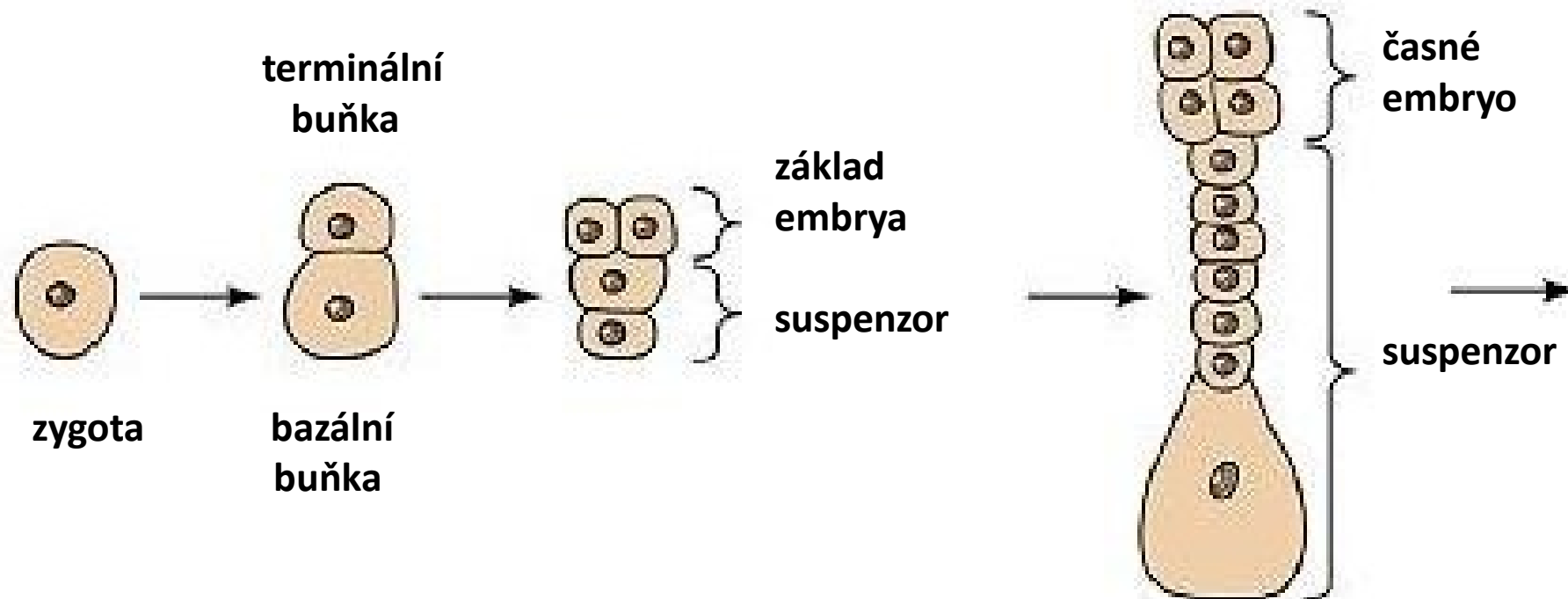


Arabidopsis – embryonální vývoj

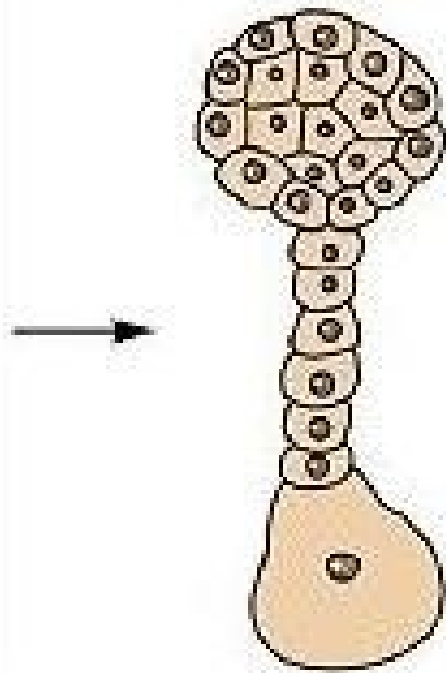


Key		Extra-embryonic	Lower tier	Inner	Vascular tissue	QC	Initial
Yellow	Embryonic	Brown	Light Green	Red	Light Brown	Blue	Orange
Light Green	Upper tier		Dark Green	Teal	Dark Brown	Dark Blue	Dark Orange
			Protoderm	Hypophysis	Ground tissue	Columella	Daughter

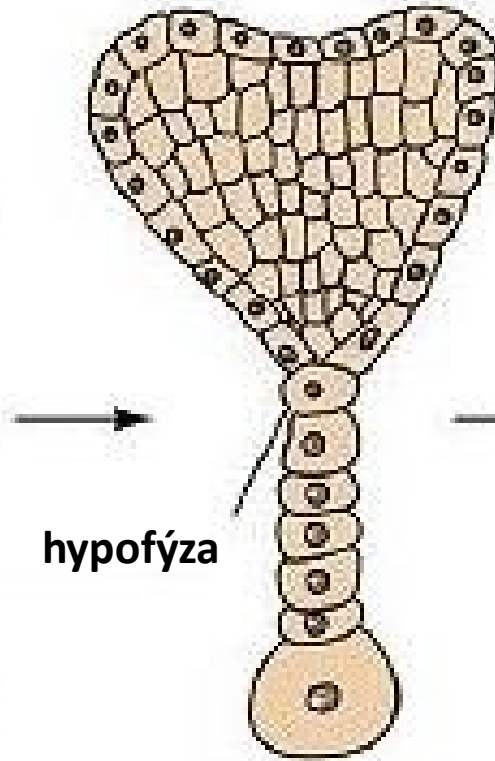
Vývoj zygoty a časná embryogeneze krytosemenných rostlin ...



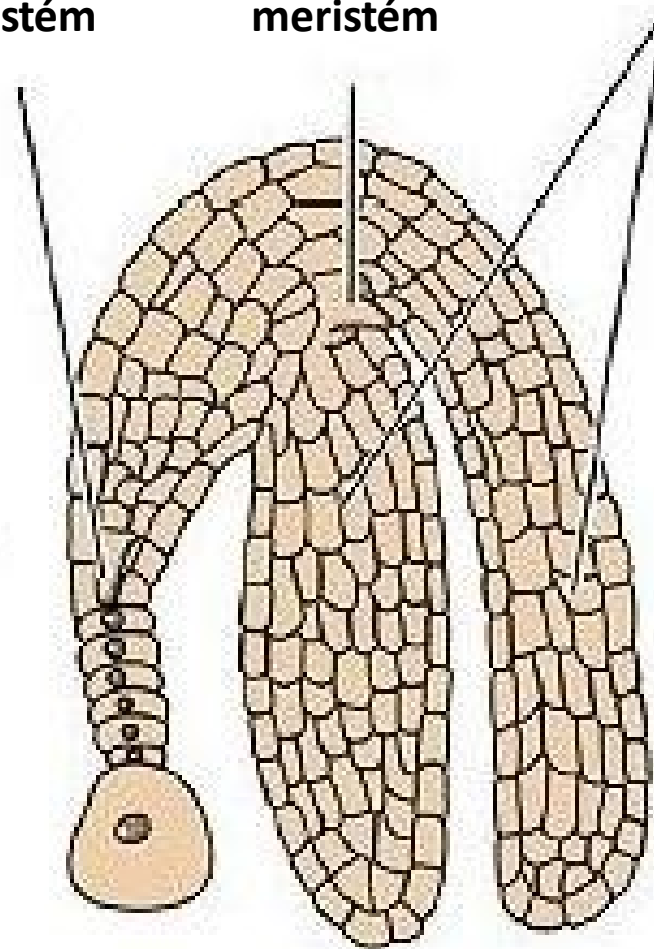
... embryogeneze



globulární
stádium

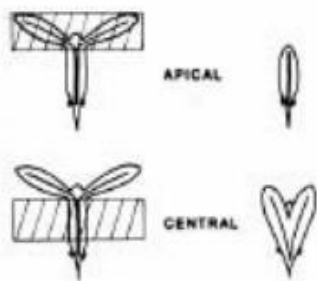
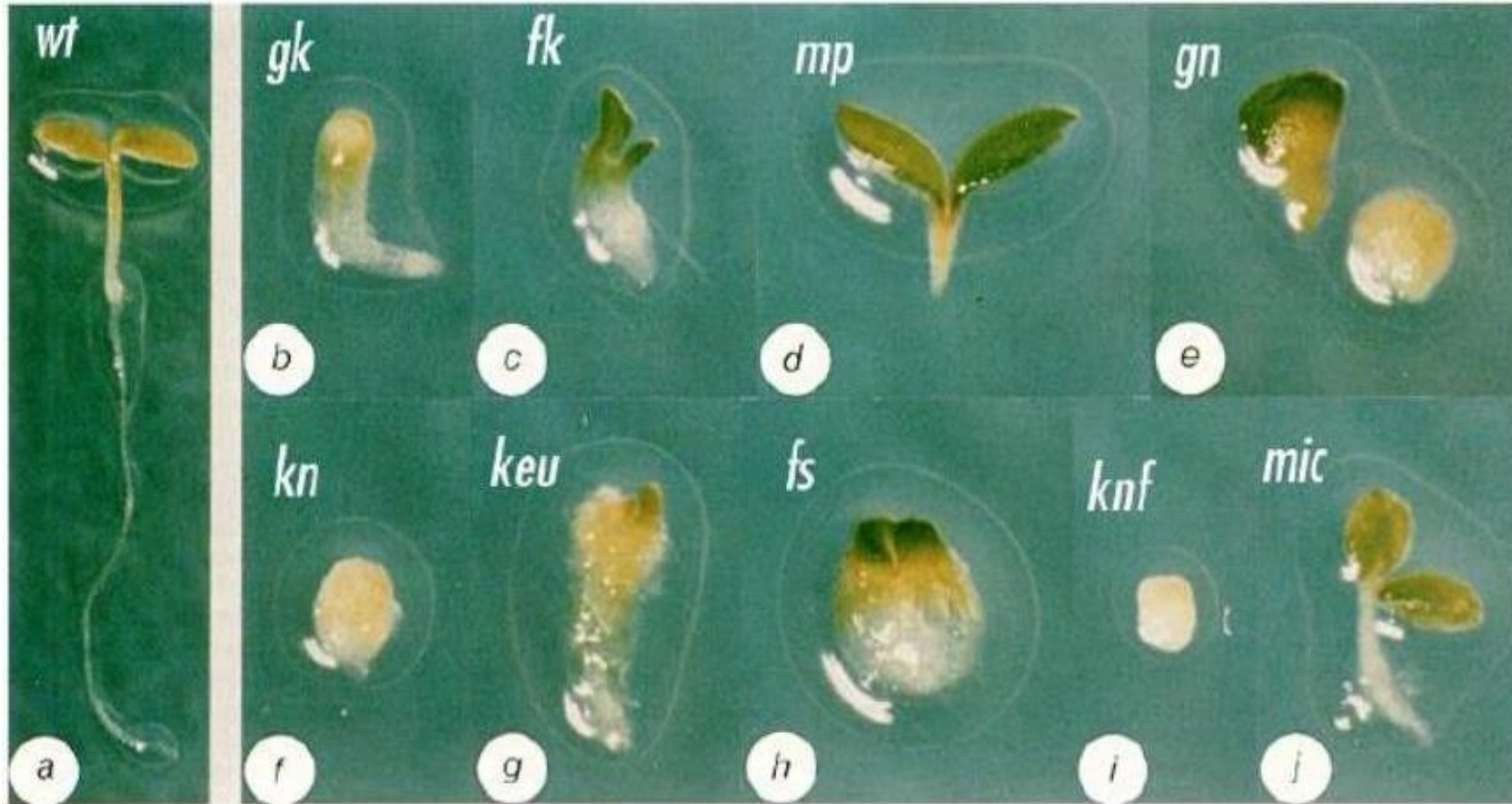


stádium
srdce



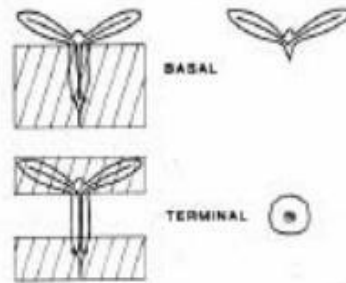
stádium
torpéda

Geny embryonálního vývoje rostlin



(gurke)

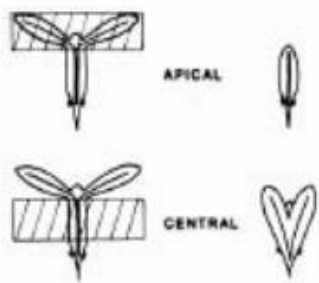
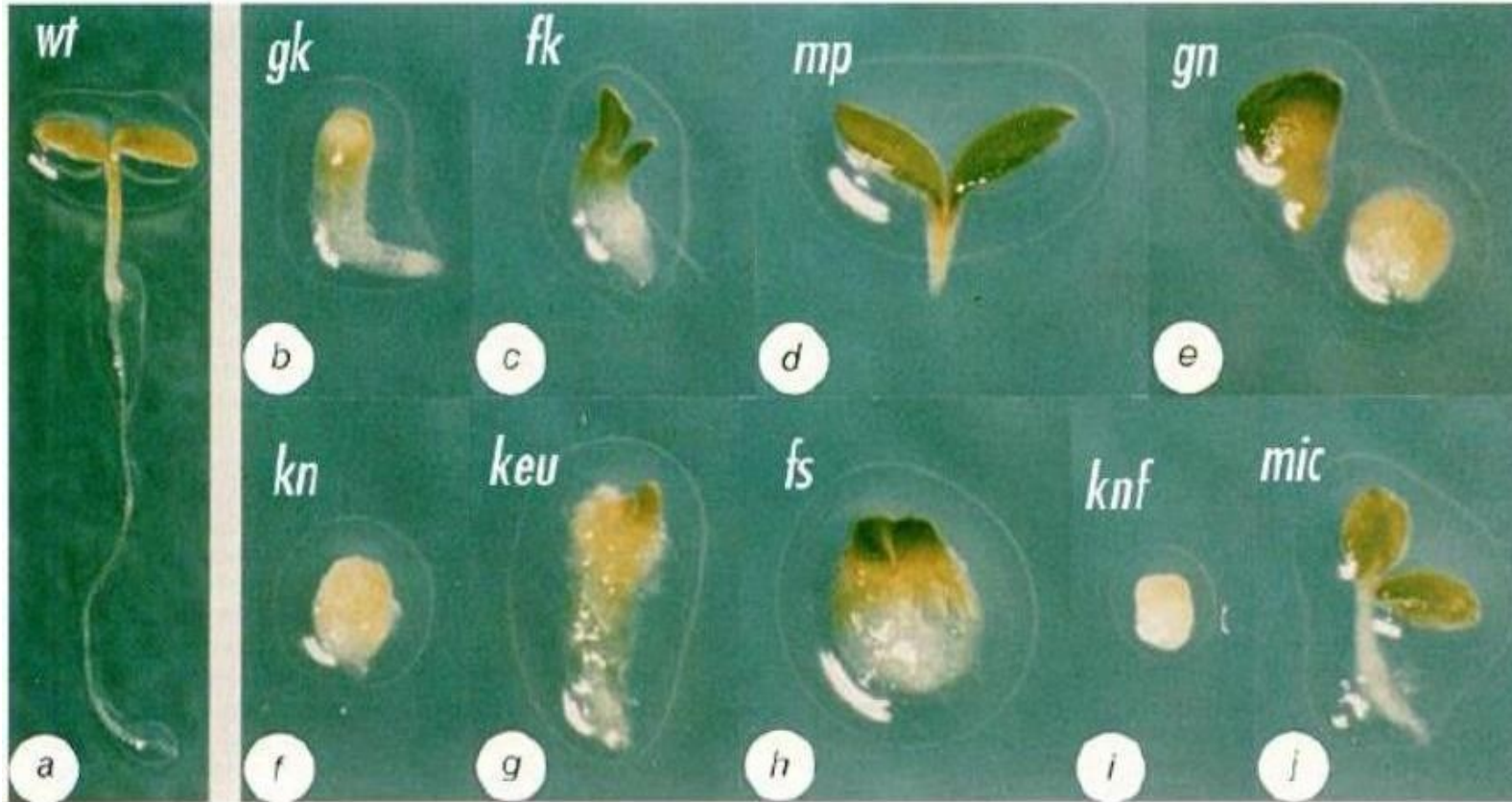
(fackel)



(monopteros)

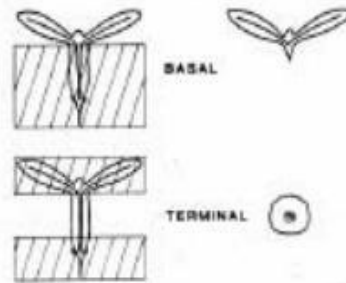
(gnom)

Geny embryonálního vývoje rostlin



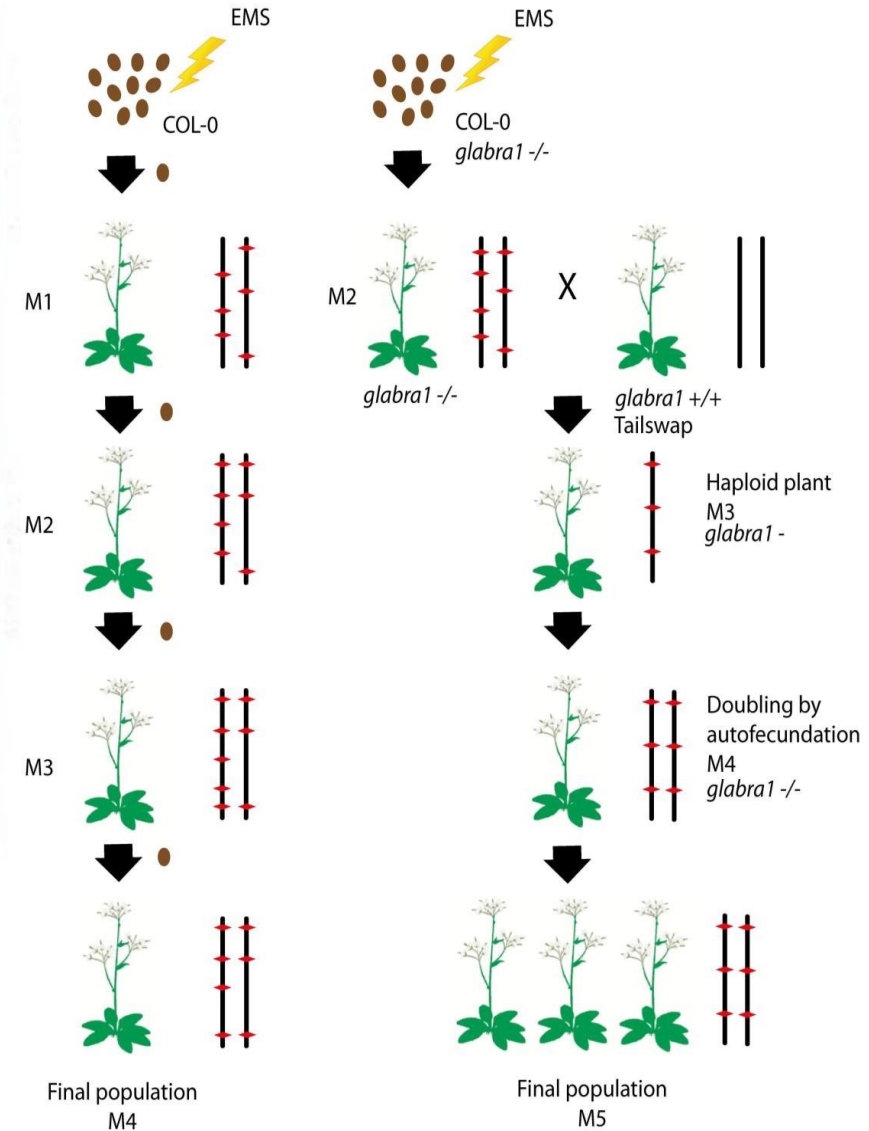
(gurke)

(fackel)



(monopteros)

(gnom)

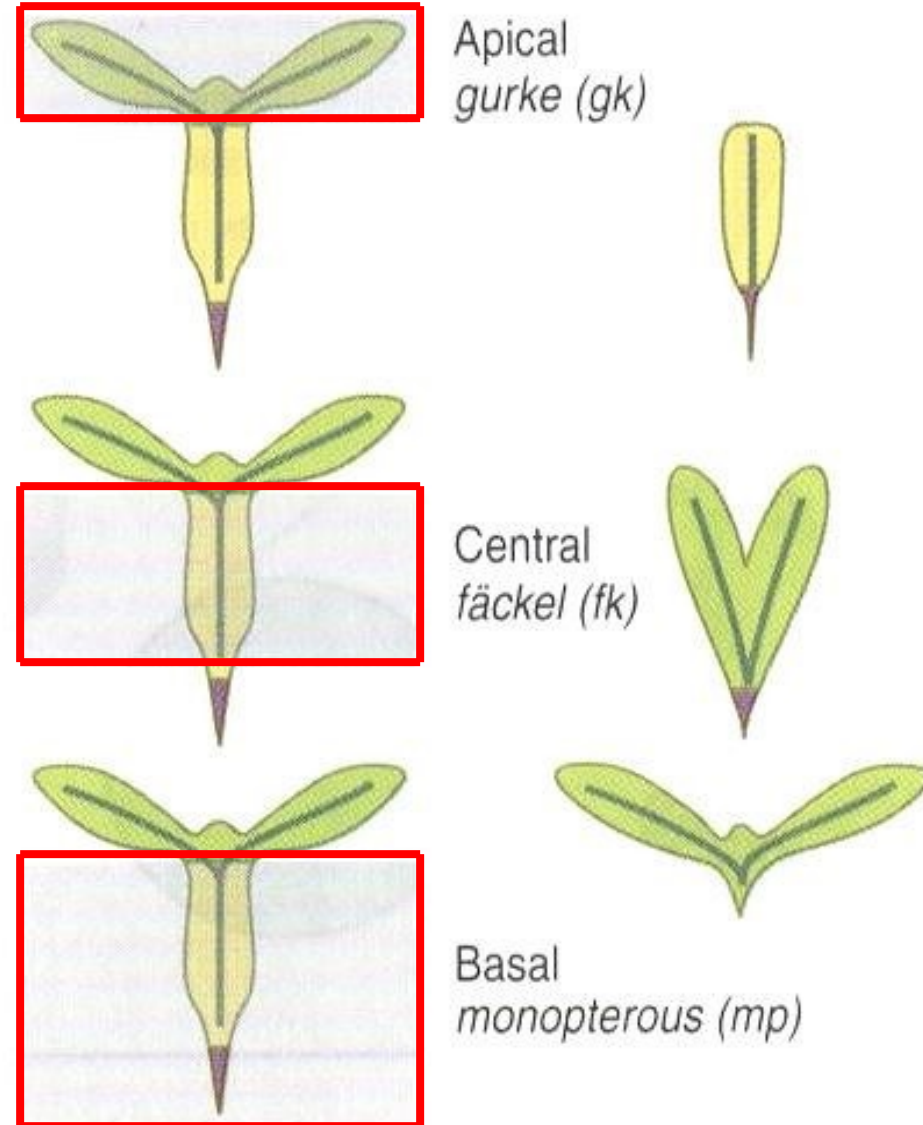


Geny embryonálního vývoje rostlin :

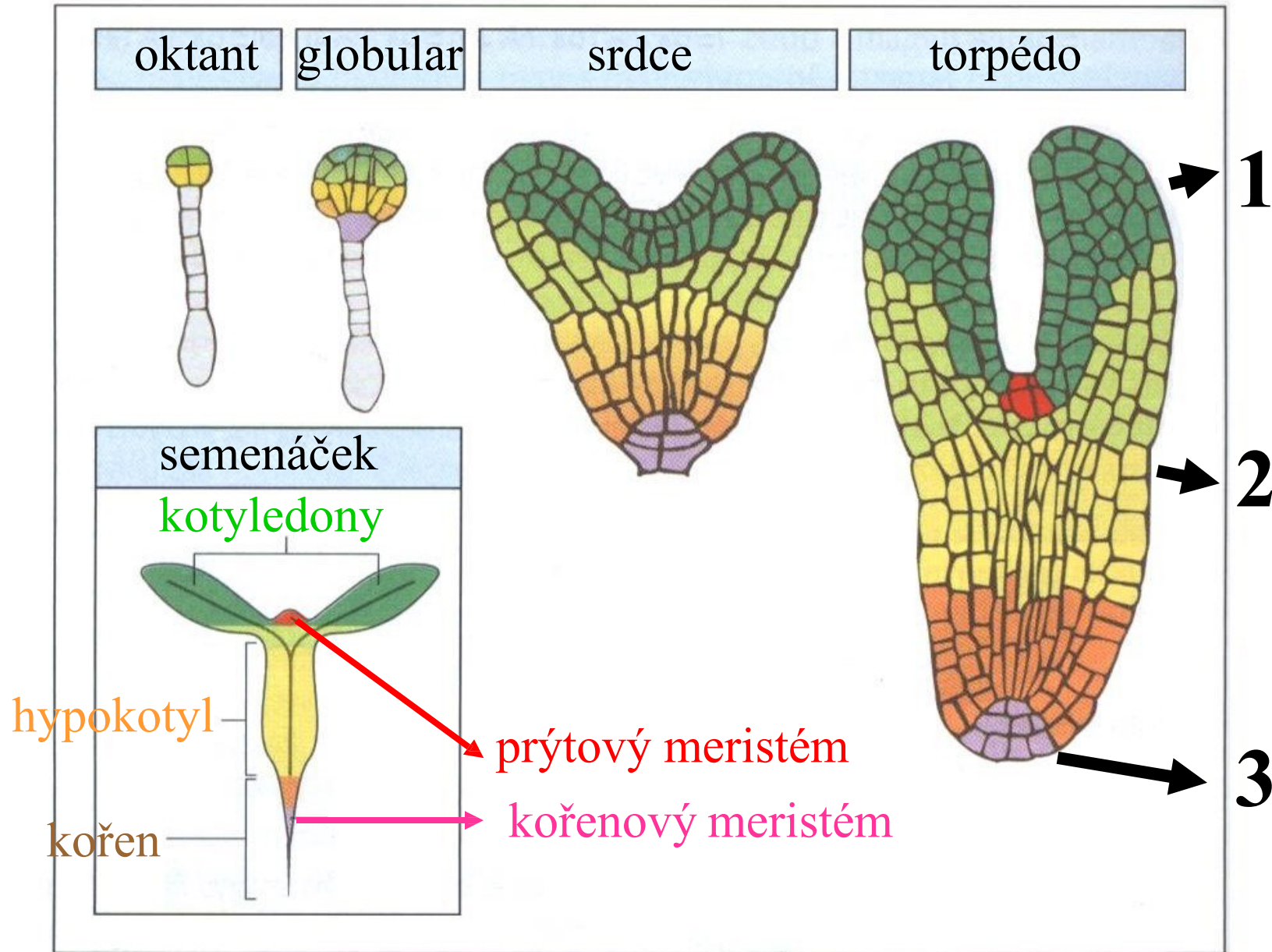
mutace způsobují deleční vývojové typy podél apikálně-bazální osy embrya

(analogie s geny velkých mezer u drozofily ?)

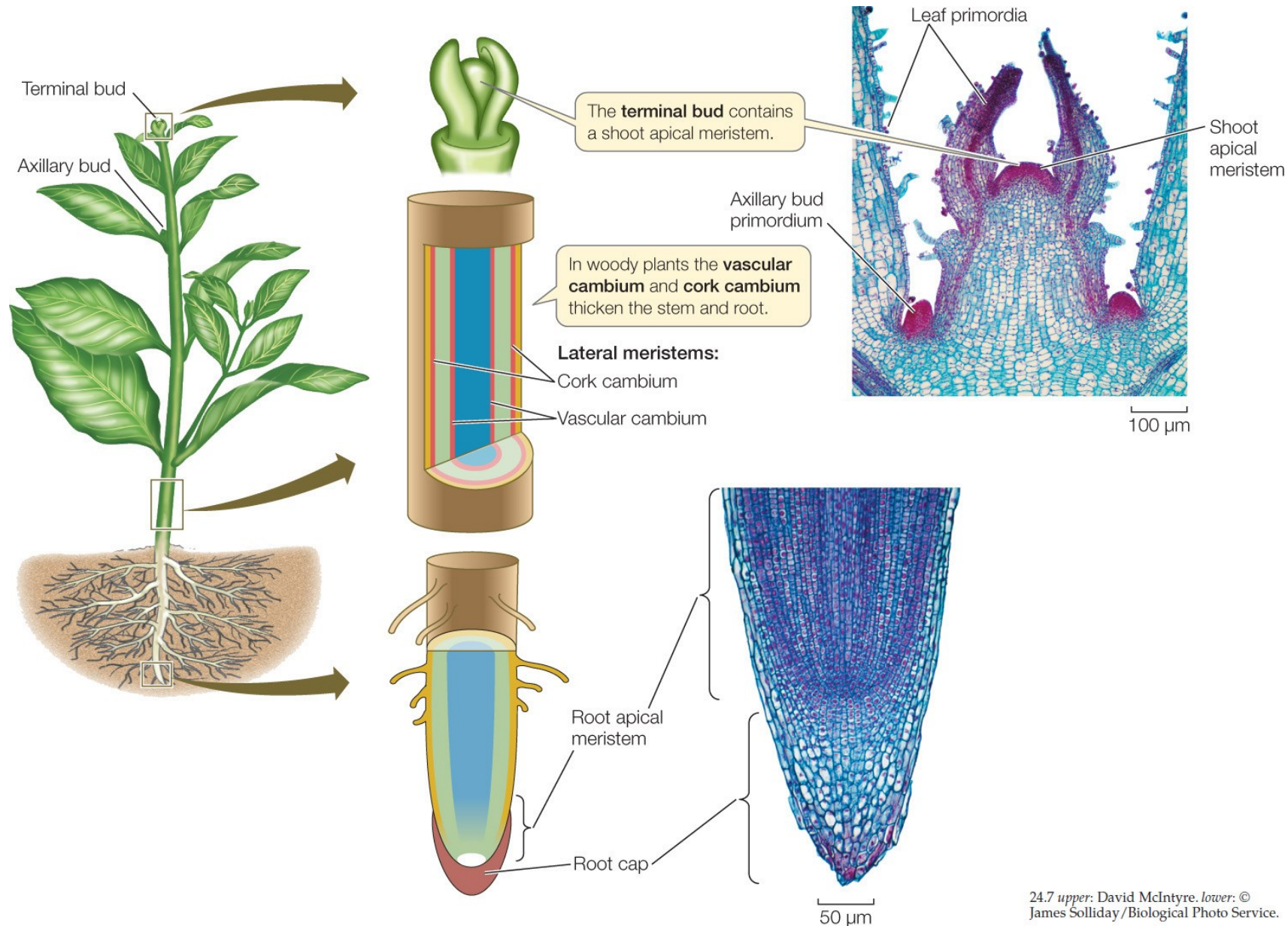
mutace ovlivňující tvorbu základní osy embrya



„ Osudové mapování “ embrya: již od globulárního stádia je možné rozlišit tři hlavní oblasti podél A – B osy



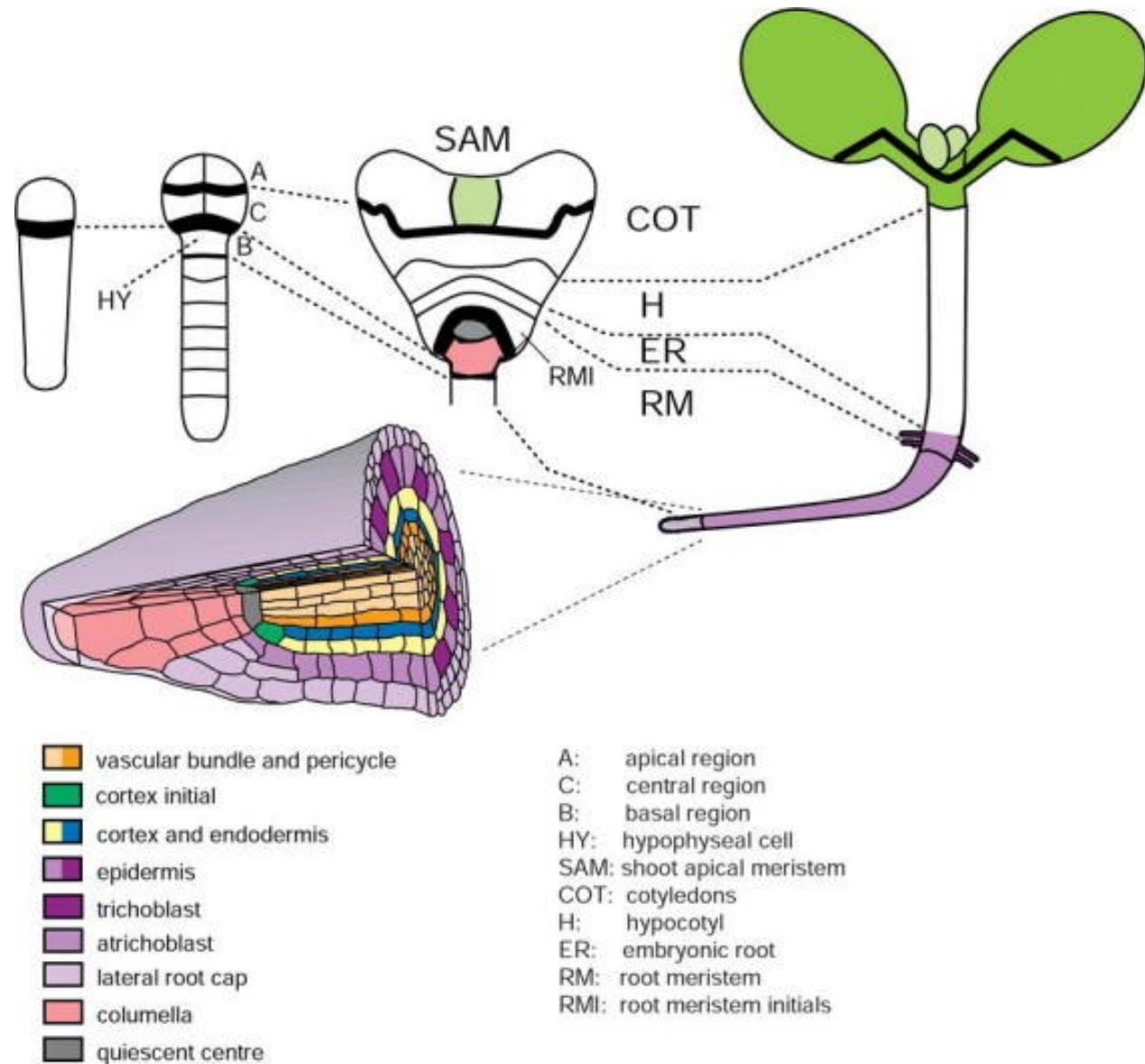
Veškerý postembryonální růst rostlin pochází z meristémů



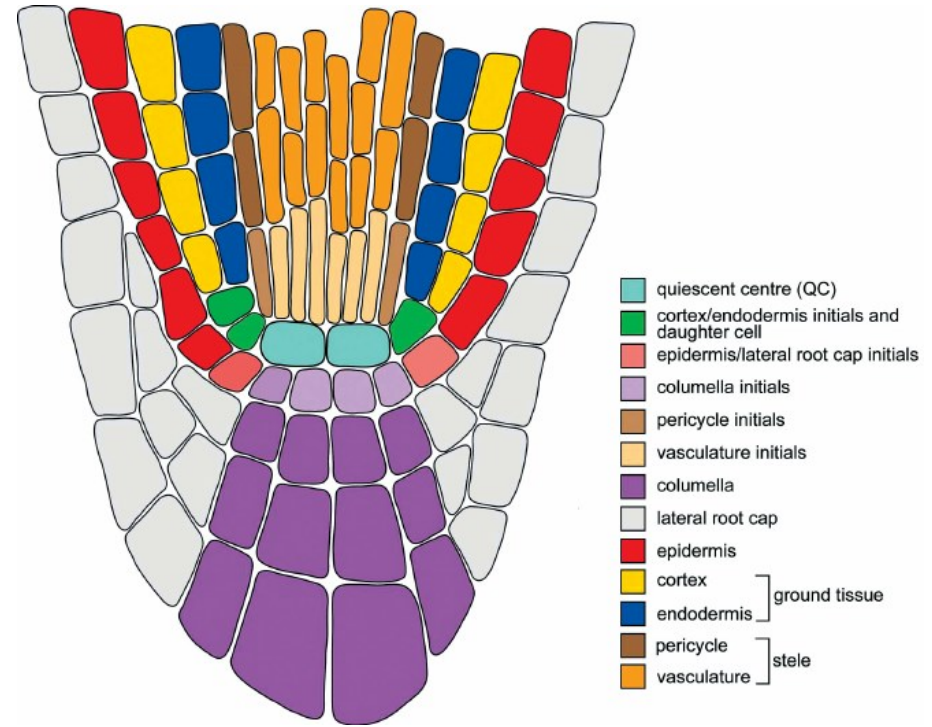
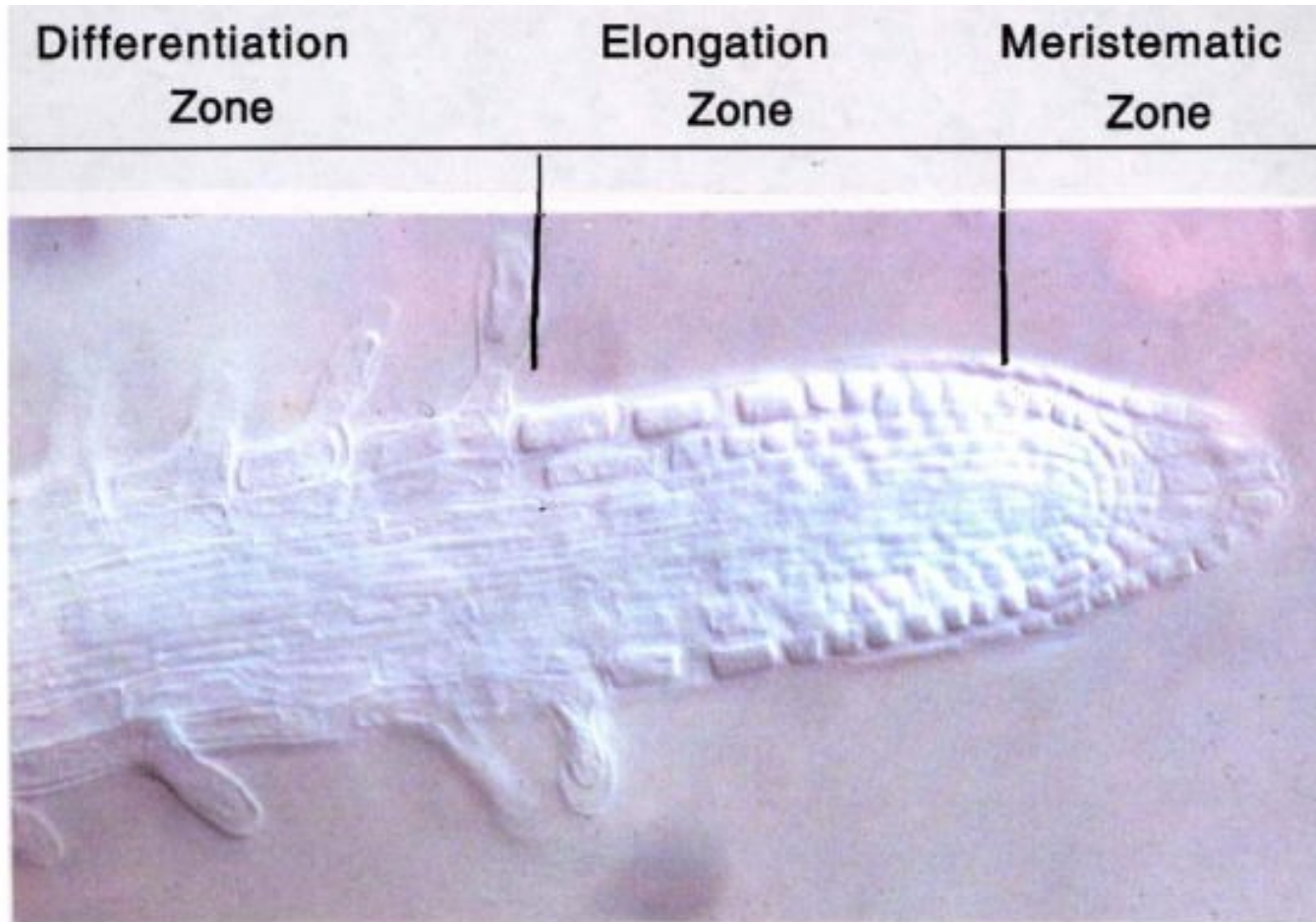
Tvar vznikajících struktur
je dán různou rychlostí dělení buněk

„Osudová mapa“ embryonálního kořenového meristému *Arabidopsis*

- vývoj meristému je závislý
na signálech z rostliny
- rostliny se vyznačují výrazným
regulativním typem vývoje



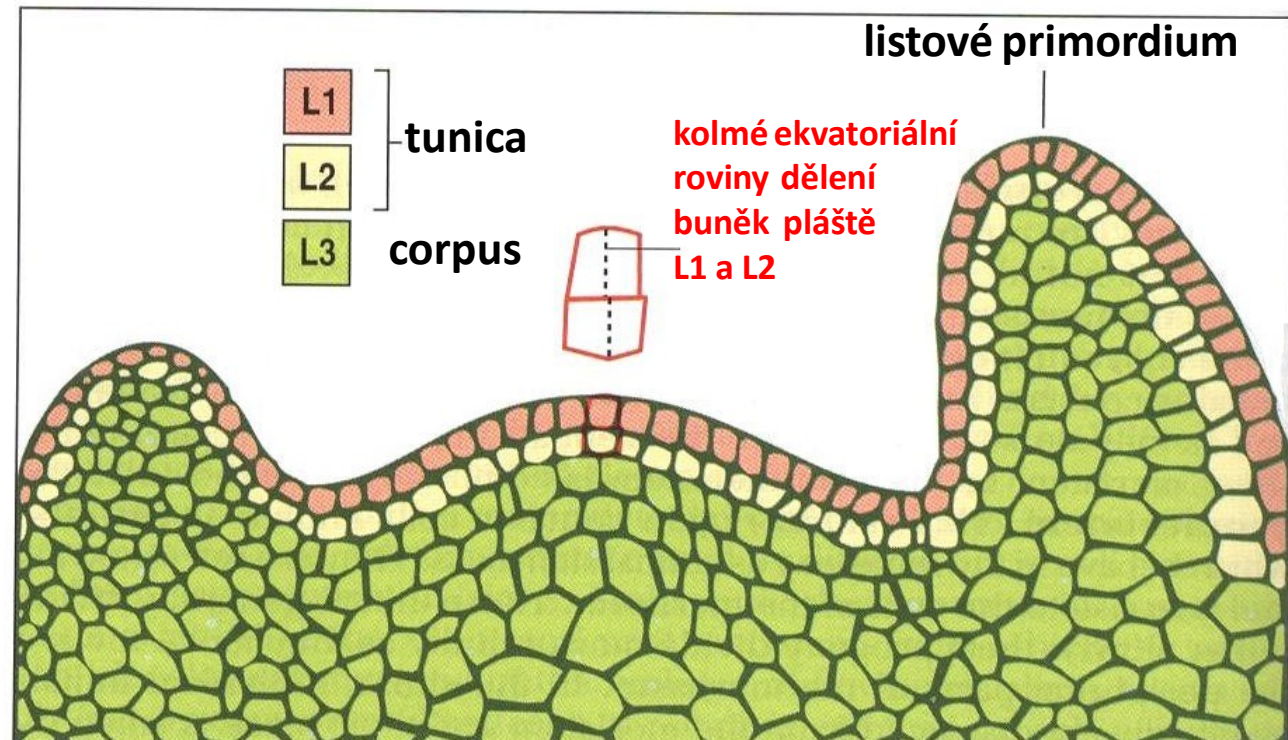
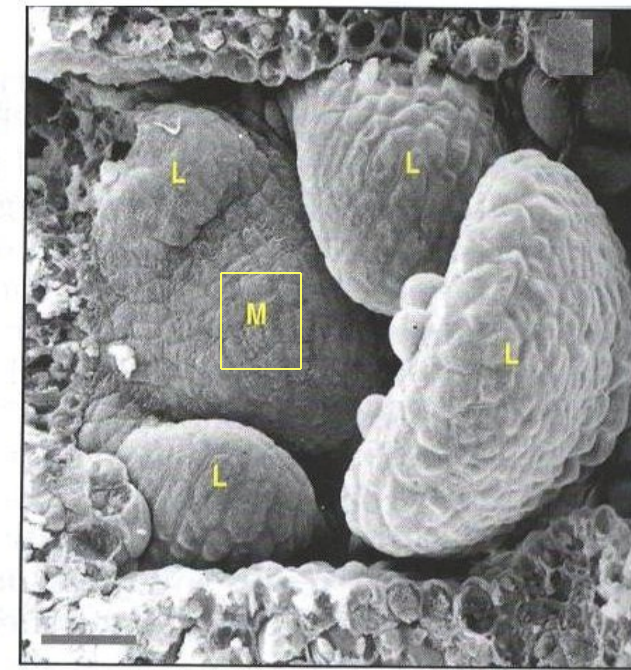
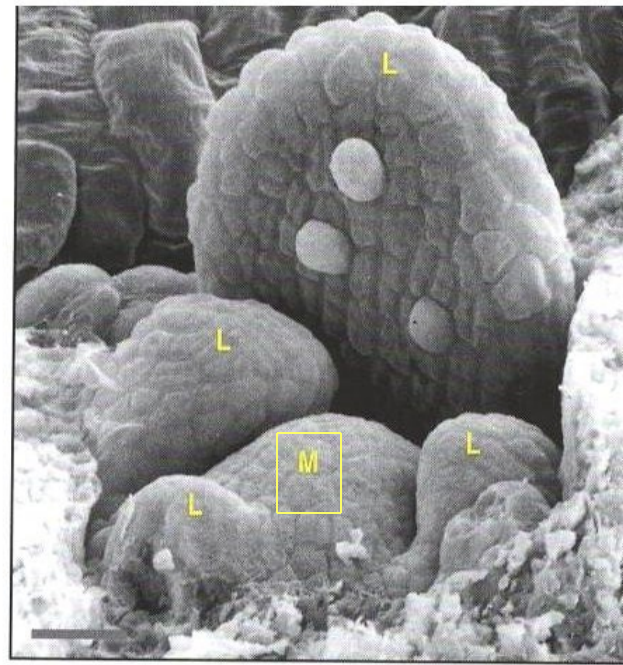
Veškerý postembryonální růst rostlin pochází z meristémů



Apikální
meristém (M)
a základy
listů (L)

Arabidopsis :

meristém má
trojvrstevnou
strukturu,
vrstva L1 a L2 (tunica)
mají rovinu dělení
antiklinální,
corpus L3 má
roviny různé

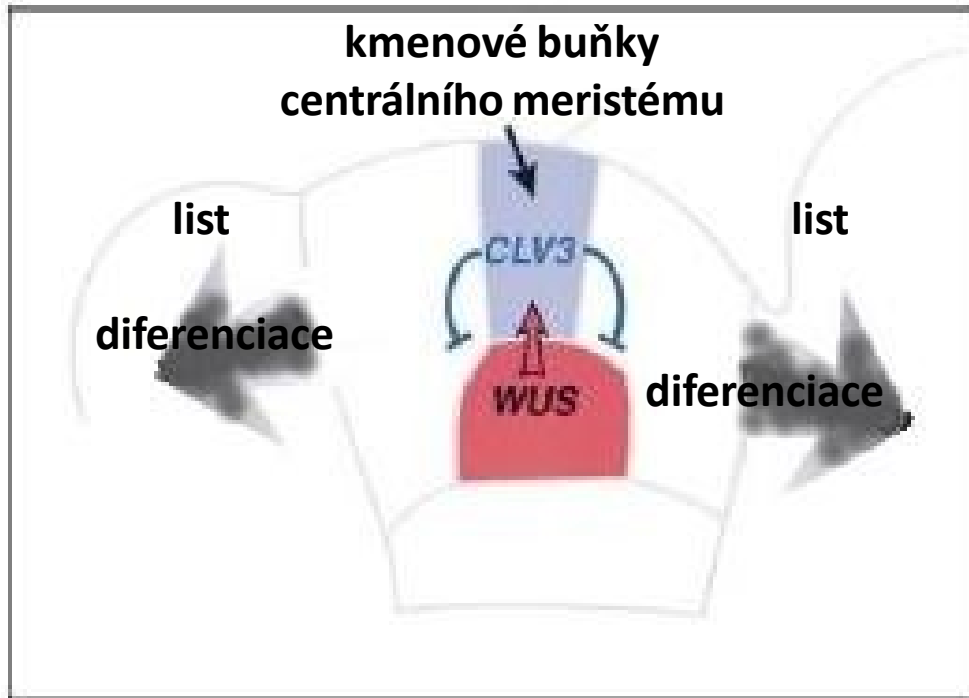


Charakter (kmenových) buněk prýtového meristému je určován antagonistickými účinky genů :

- *Shootmeristemless* a *Wuschel* potlačují diferenciaci a zajišťují proliferaci meristému
- *Clavata3* naopak stimuluje diferenciaci



(Kathy Barton, Stanford)

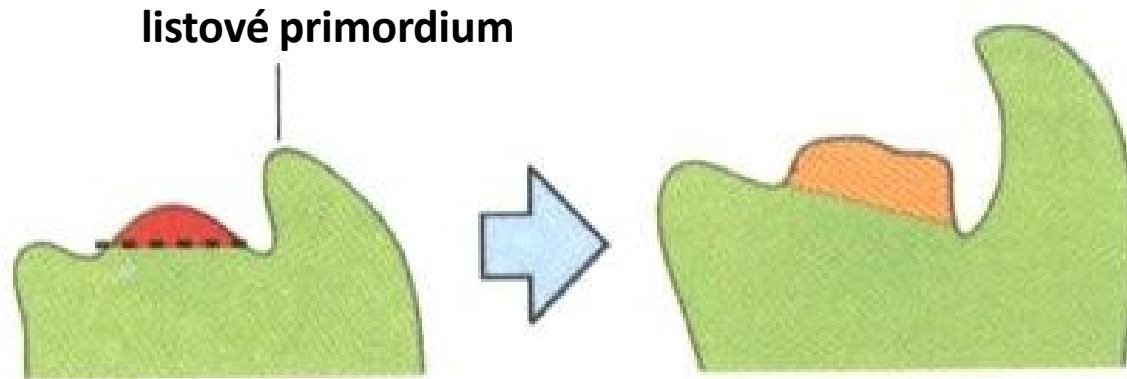


WT

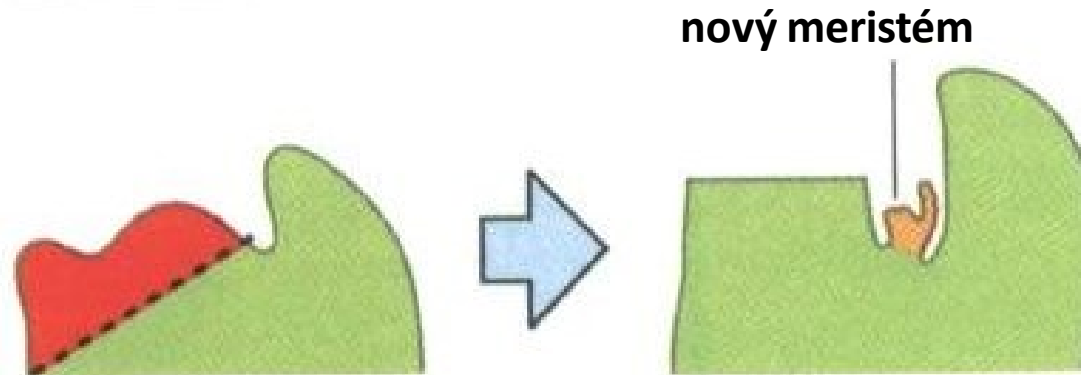
mutace *STM*

**Rostlinné
meristémy
jsou
schopny
regulace**

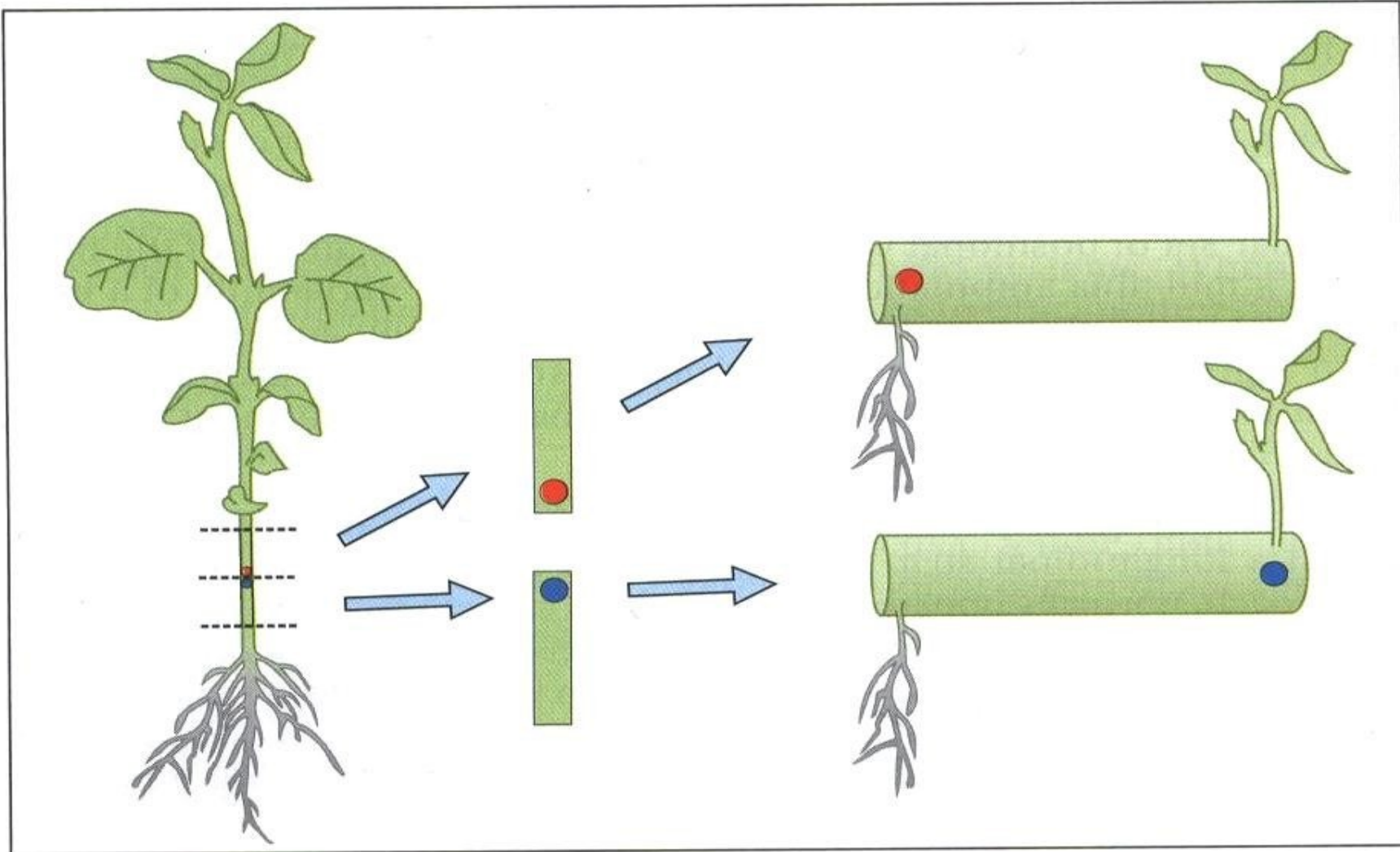
**odstranění špičky meristému vede k regeneraci
původního meristému**



**odstranění celého meristému vede ke tvorbě
nového meristému na novém místě**



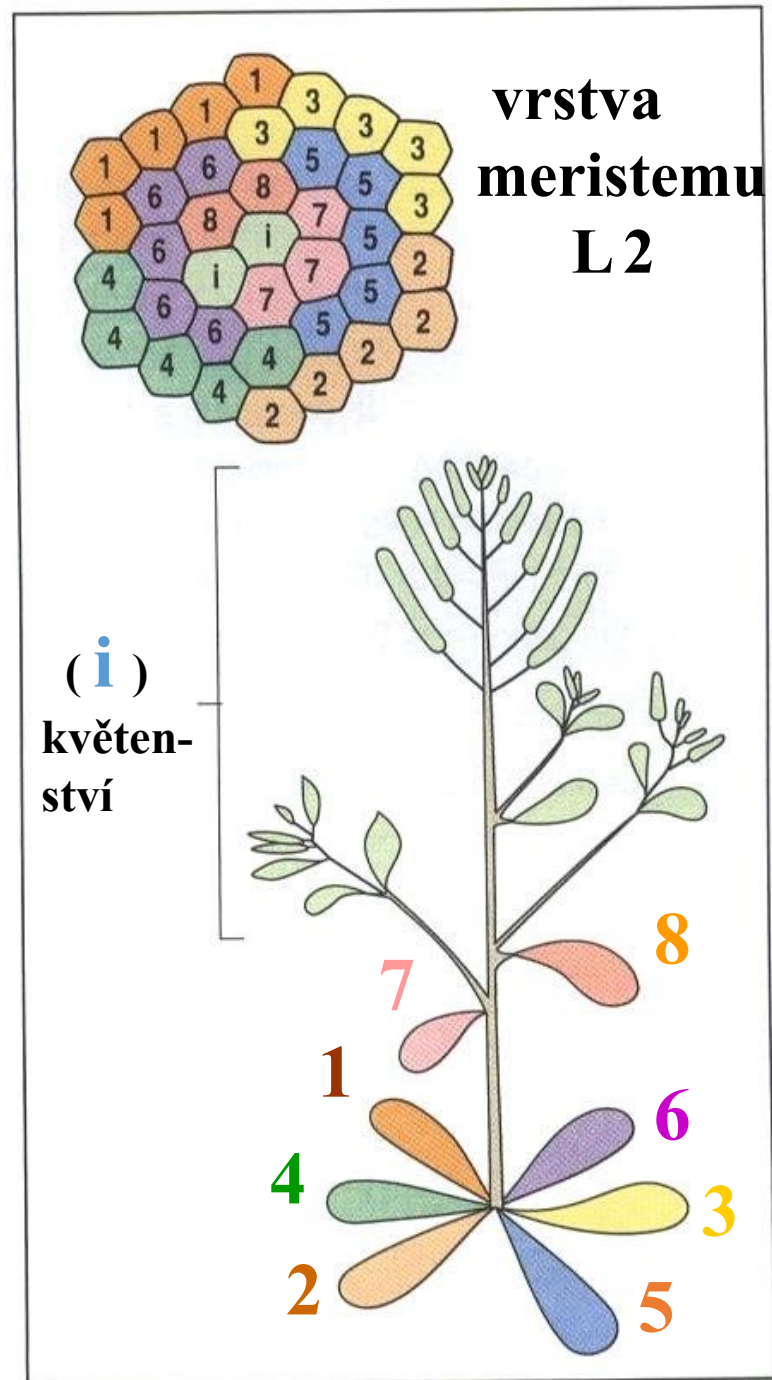
- Regenerace u rostlin je POLARIZOVANÁ :**
- izolované části stonku regenerují vždy**
 - kořeny z bazální části řezu a**
 - stonek z nejbližšího pupene k apikální části**



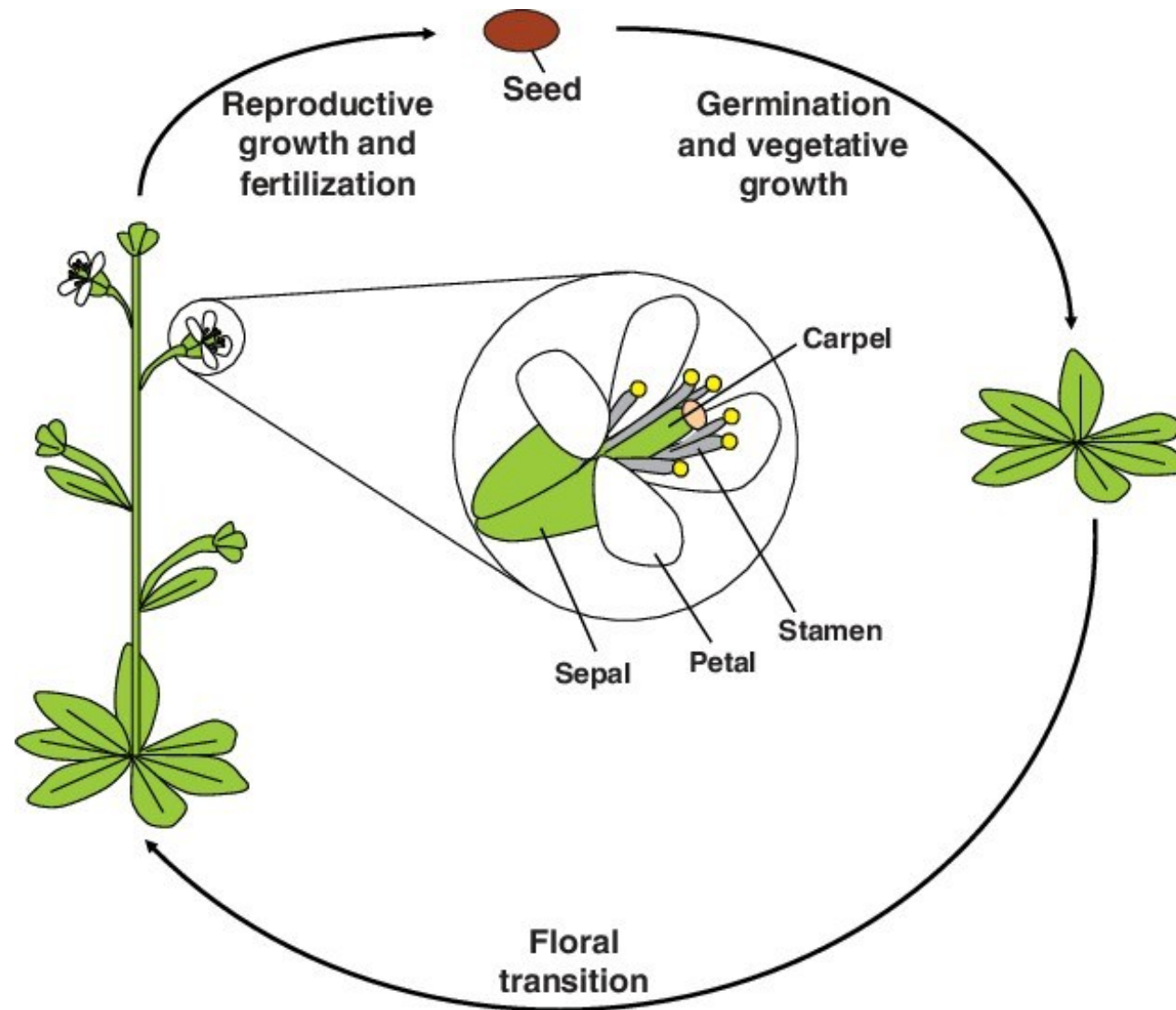
Tvar vznikajících struktur
je dán různou rychlostí dělení buněk

„Osudová mapa“ embryonálního prýtového meristému *Arabidopsis*

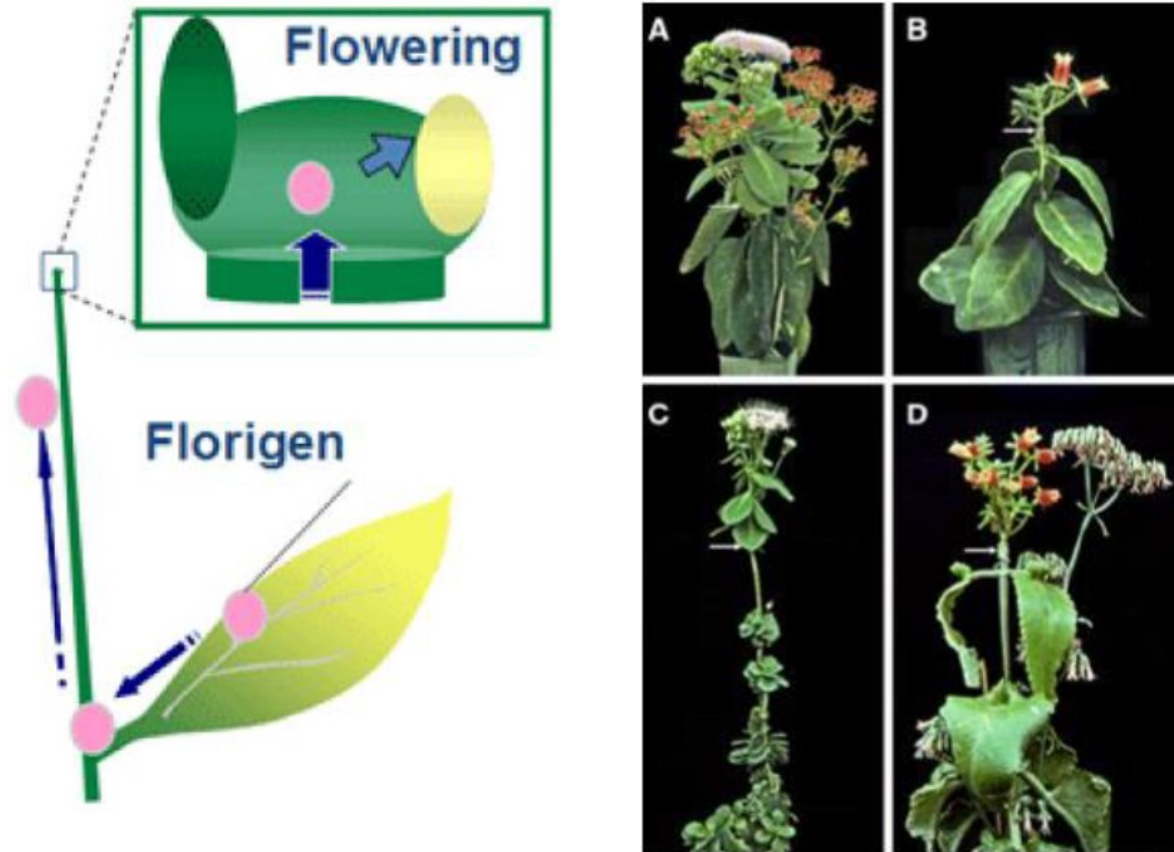
- vývoj meristému je závislý
na signálech z rostliny
- rostliny se vyznačují výrazným
regulativním typem vývoje



Přechod z vegetativní do generativní fáze života rostliny



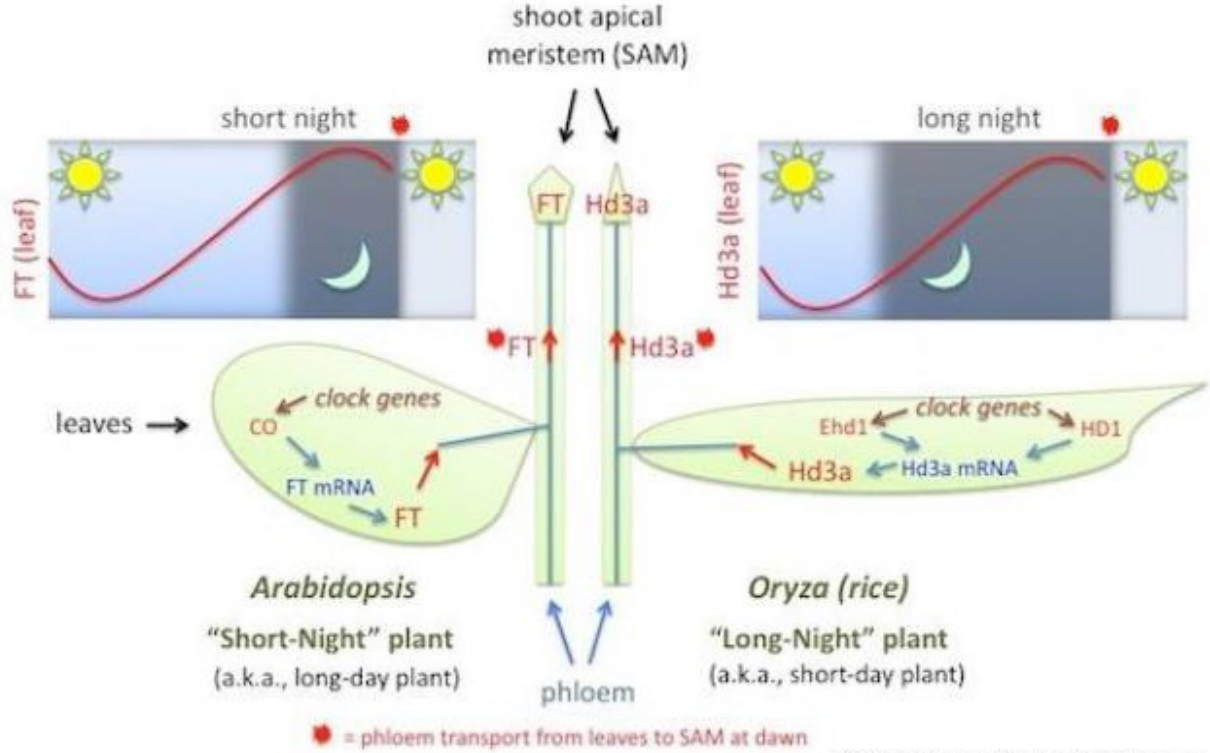
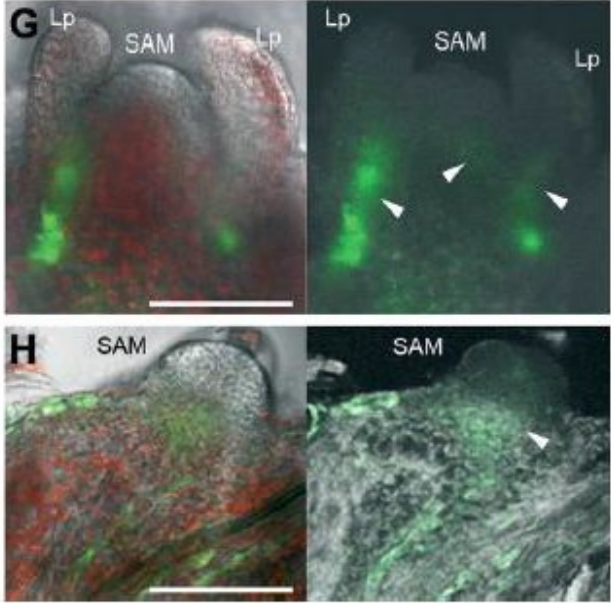
Přechod z vegetativní do generativní fáze života rostliny



Květní stimul – florigen (Čajlachjan 1936)

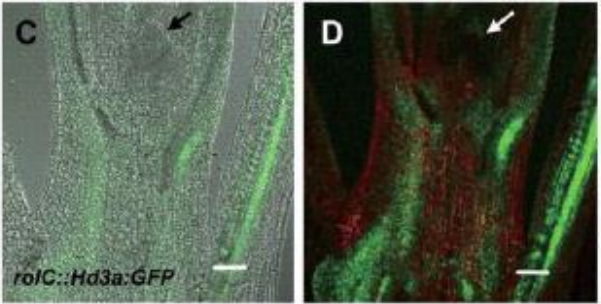
Květní stimul - Florigen

Arabidopsis

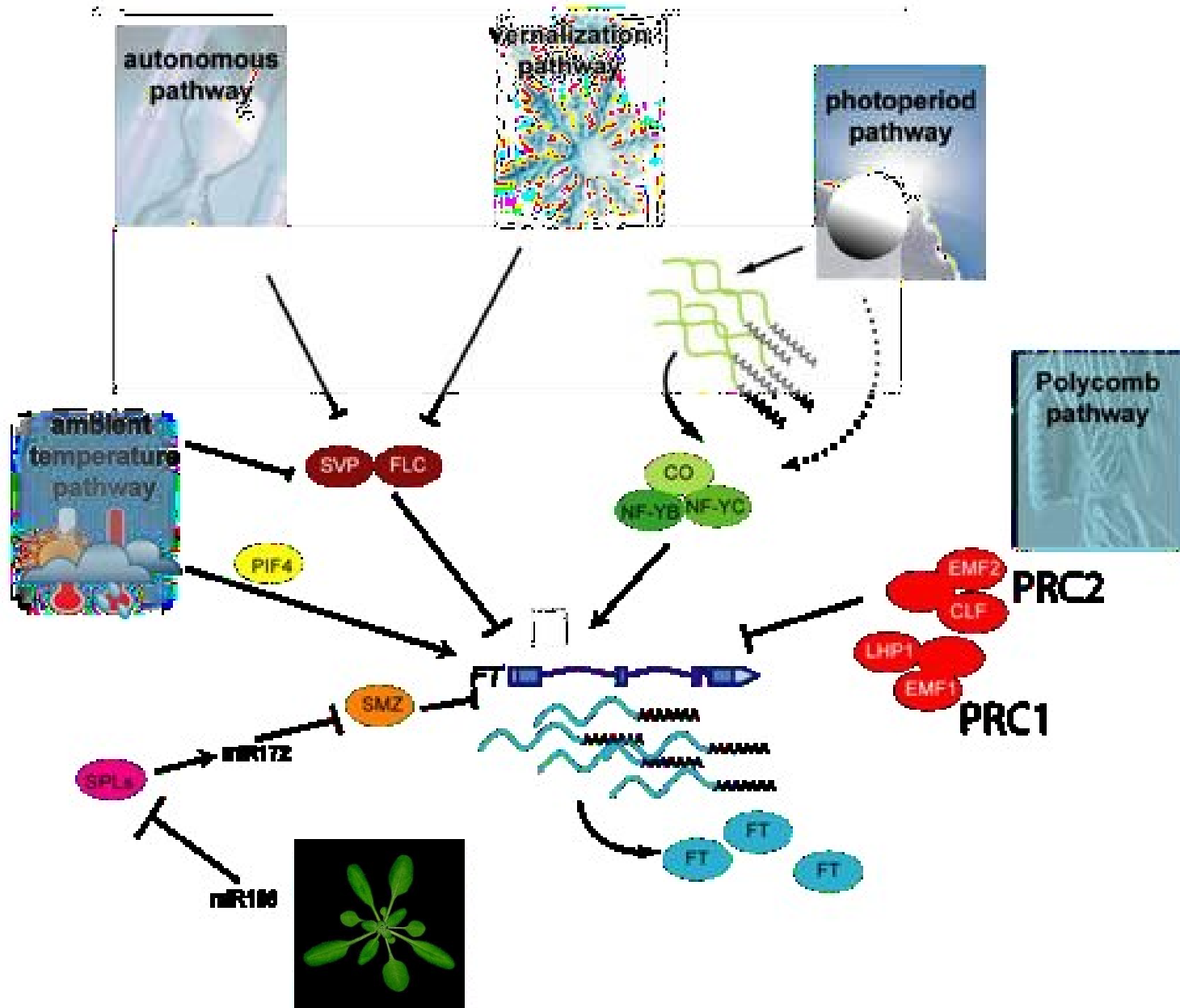


© 2012 HowPlantsWork.com

Rice



Transport FT proteinu z listu do meristému



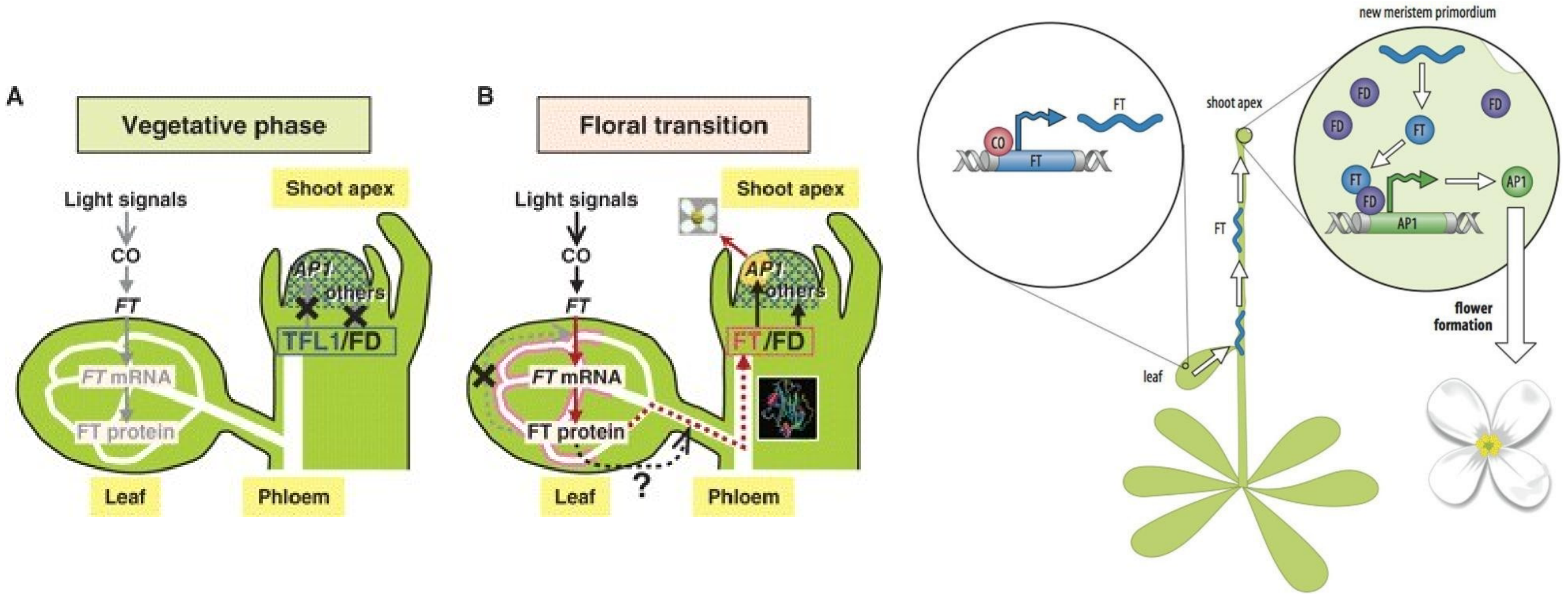
Photoperiod

Vernalization

autonomous pathway

GA biosynthesis

Fotoperioda a kvetení



Genetické řízení procesů vývinu květů

vegetativní meristém



krok 1

květní geny

př. *Embryonic flower*

meristém květenství



krok 2

geny meristémové identity

př. *Leafy*

květní meristém



krok 3

katastrální geny

př. *Superman*

tvorba květních
orgánových primordií

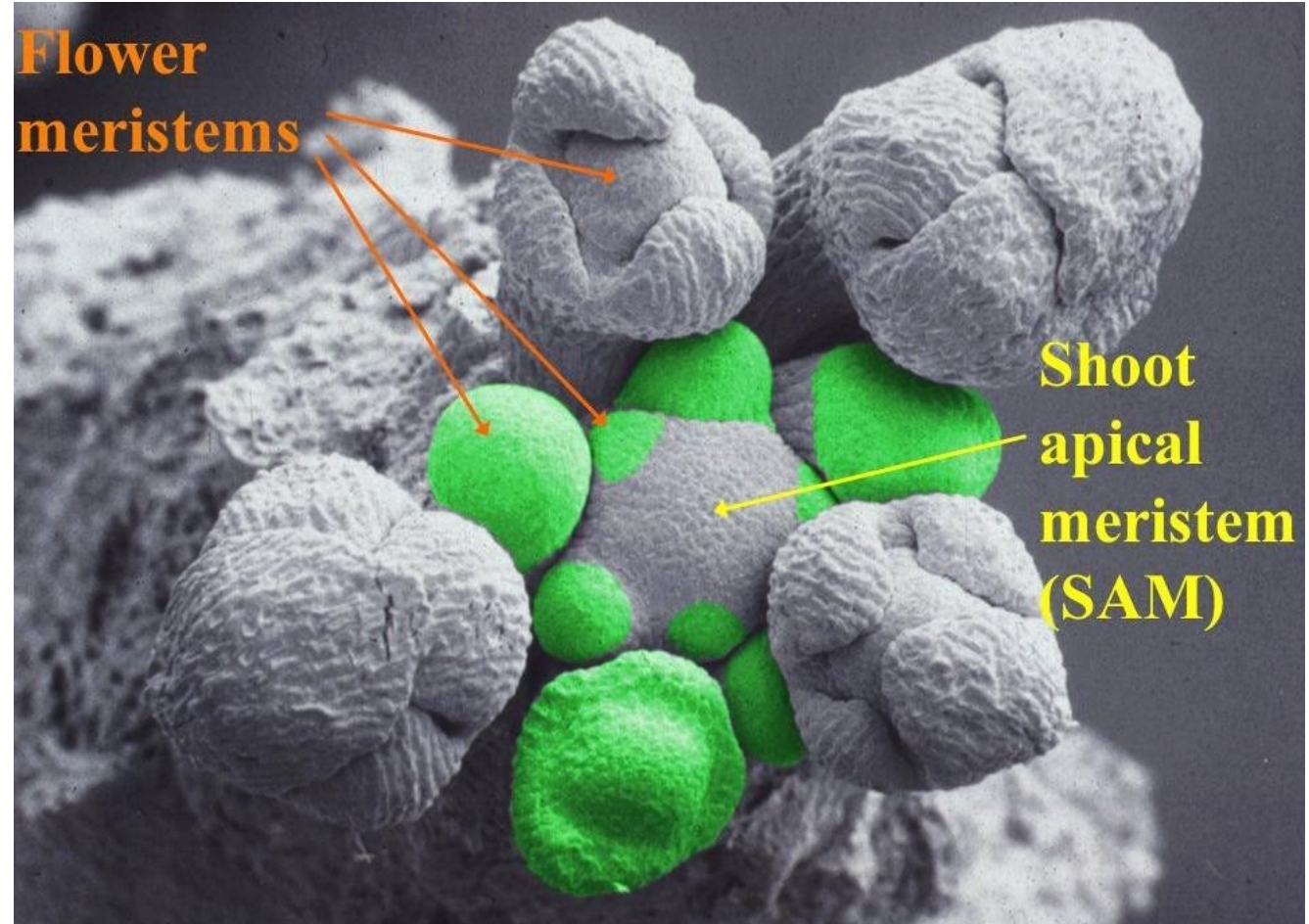


krok 4

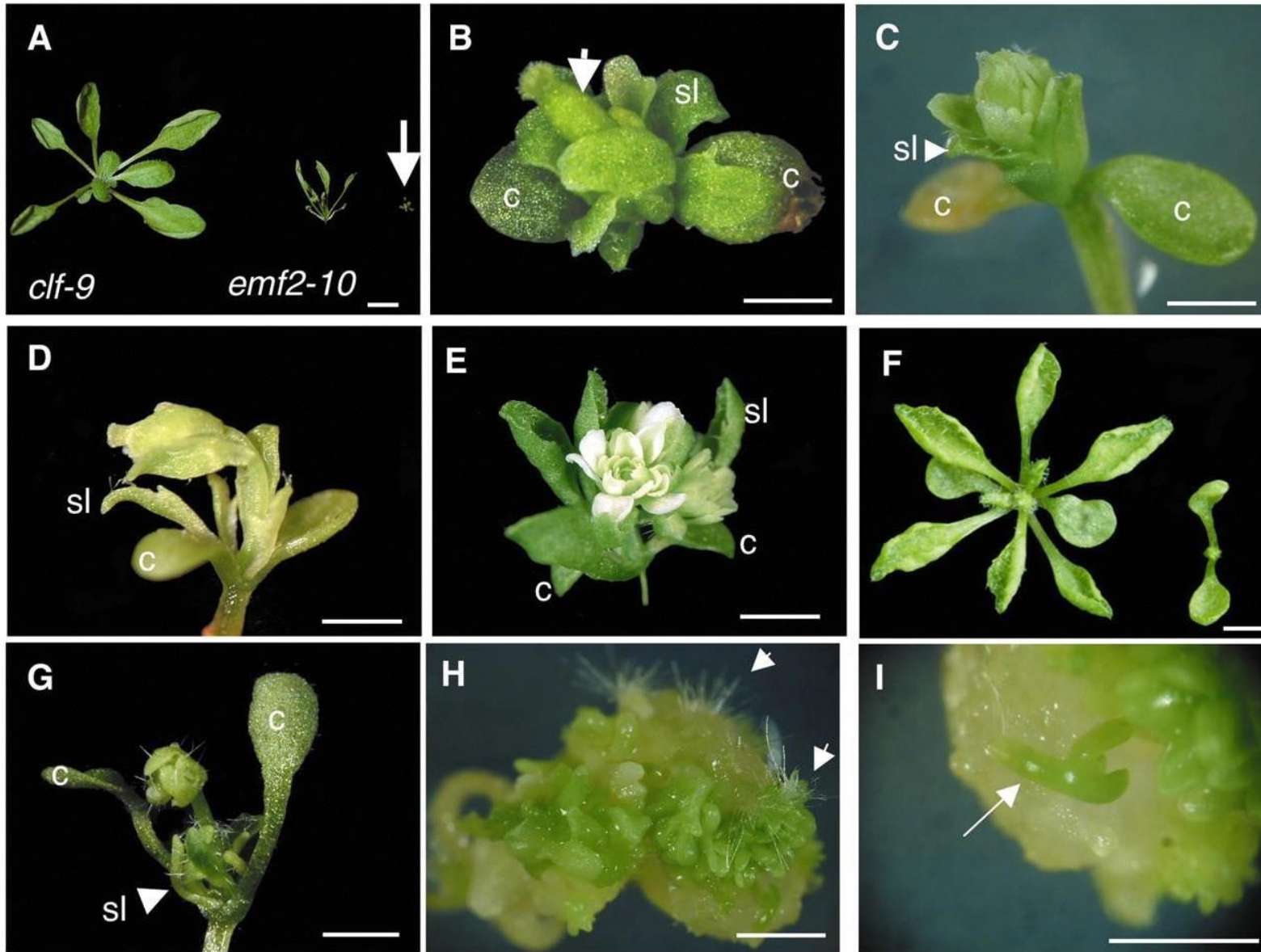
homeotické geny

př. *Apetala 3*

determinace květních
orgánových primordií



Embryonic Flower

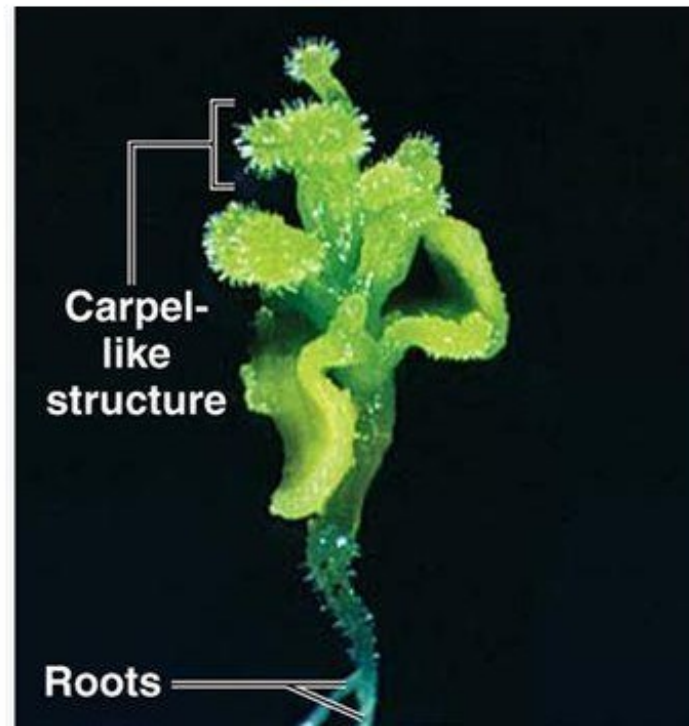


Reproductive Development

Flowering is the default state

In *Arabidopsis*, the gene ***embryonic flower (EMF)*** prevents early flowering

***-emf* mutants**
lacking a functional
EMF protein flower
immediately



Genetické řízení procesů vývinu květů

vegetativní meristém



krok 1

květní geny

př. *Embryonic flower*

meristém květenství



krok 2

geny meristémové identity

př. *Leafy*

květní meristém



krok 3

katastrální geny

př. *Superman*

tvorba květních
orgánových primordií

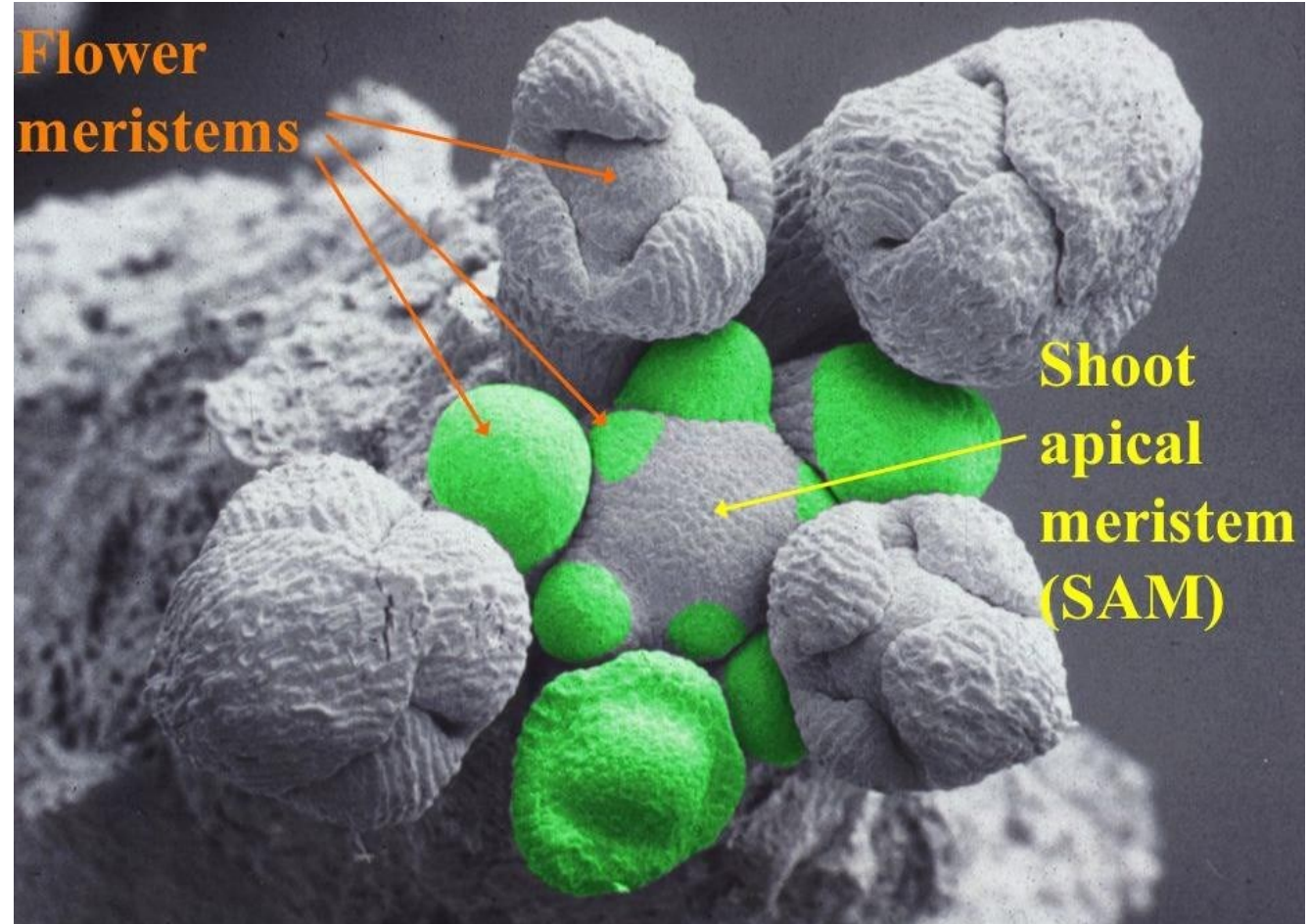


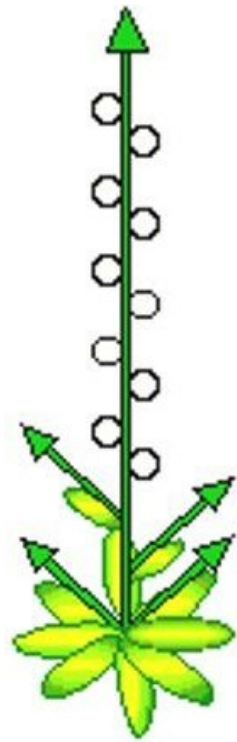
krok 4

homeotické geny

př. *Apetala 3*

determinace květních
orgánových primordií

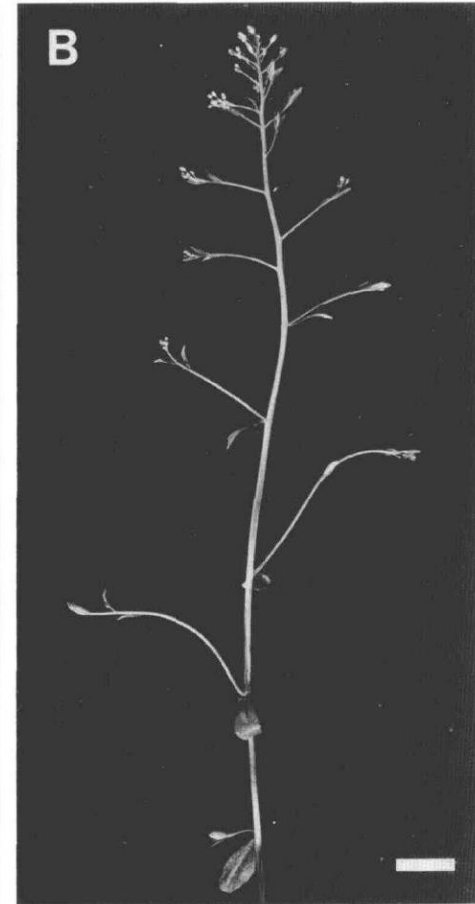




wild type

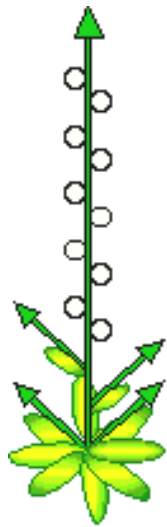


leafy



Geny meristémové identity

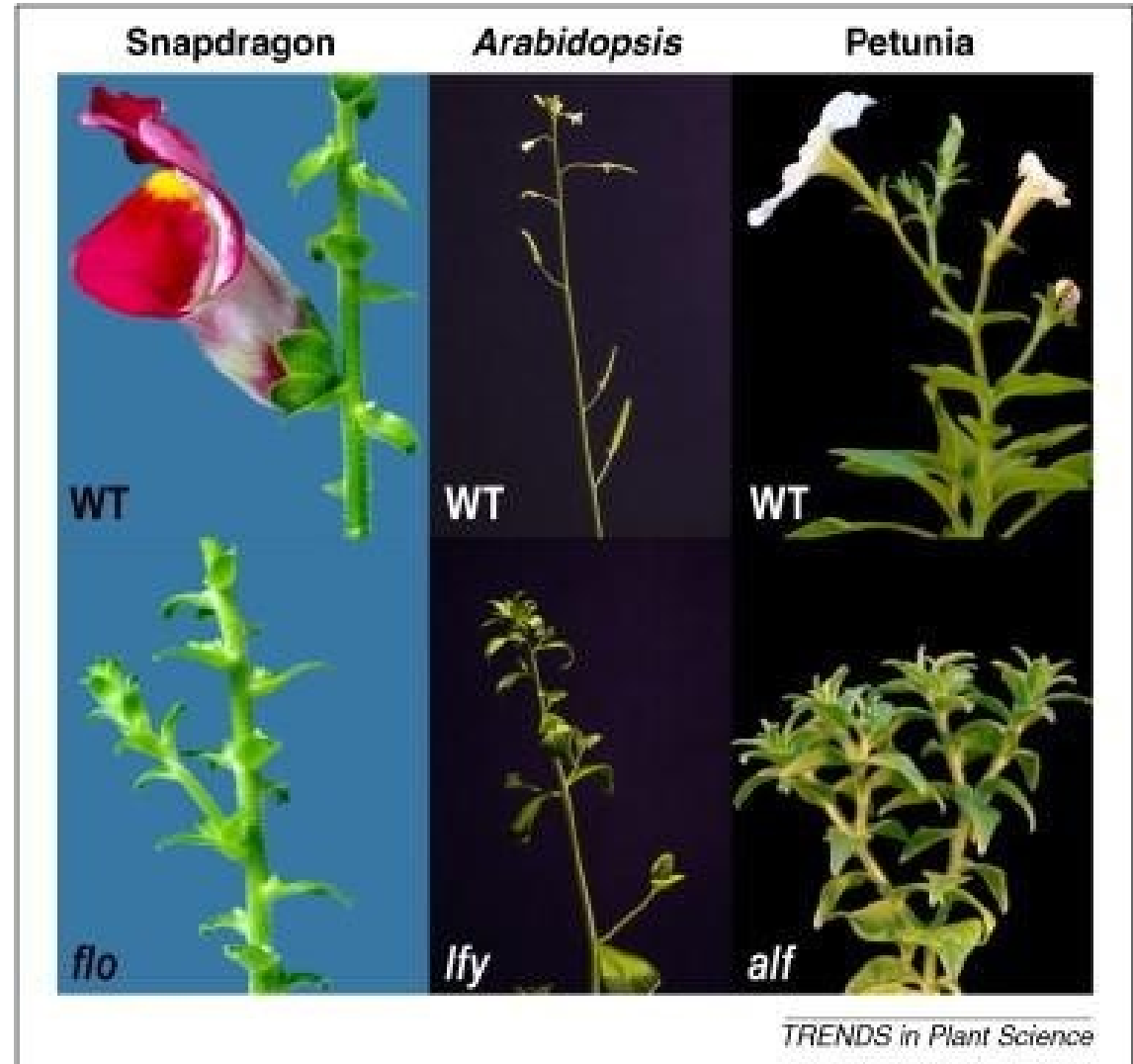
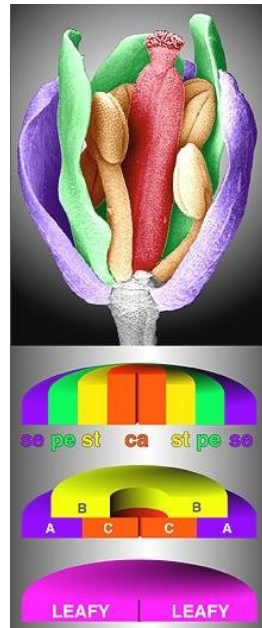
Gen *LEAFY* řídí tranzici vegetativního růstu v kvetení



wild type



leafy



Genetické řízení procesů vývinu květů

vegetativní meristém



krok 1

květní geny

př. *Embryonic flower*

meristém květenství



krok 2

geny meristémové identity

př. *Leafy*

květní meristém



krok 3

katastrální geny

př. *Superman*

tvorba květních
orgánových primordií

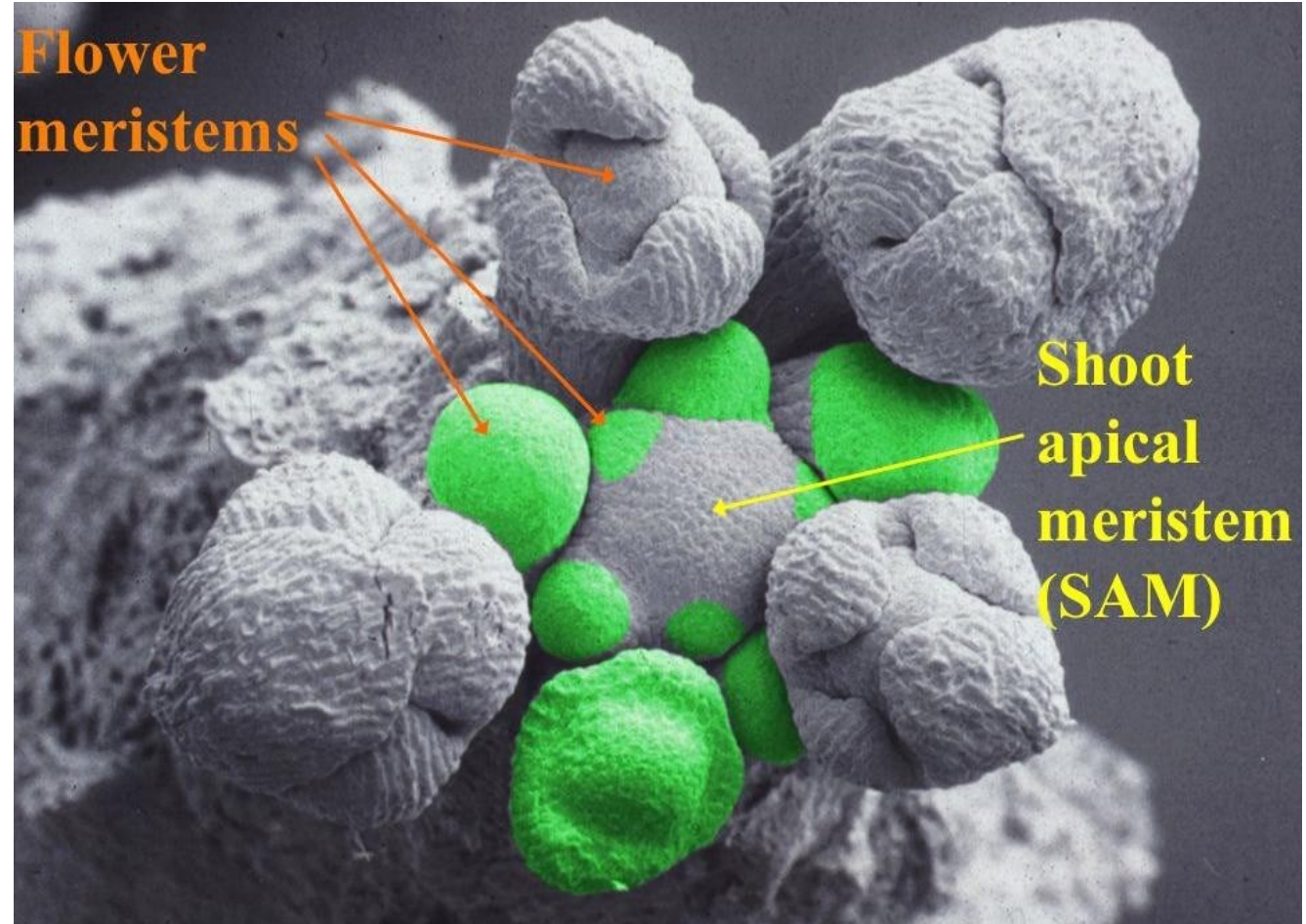


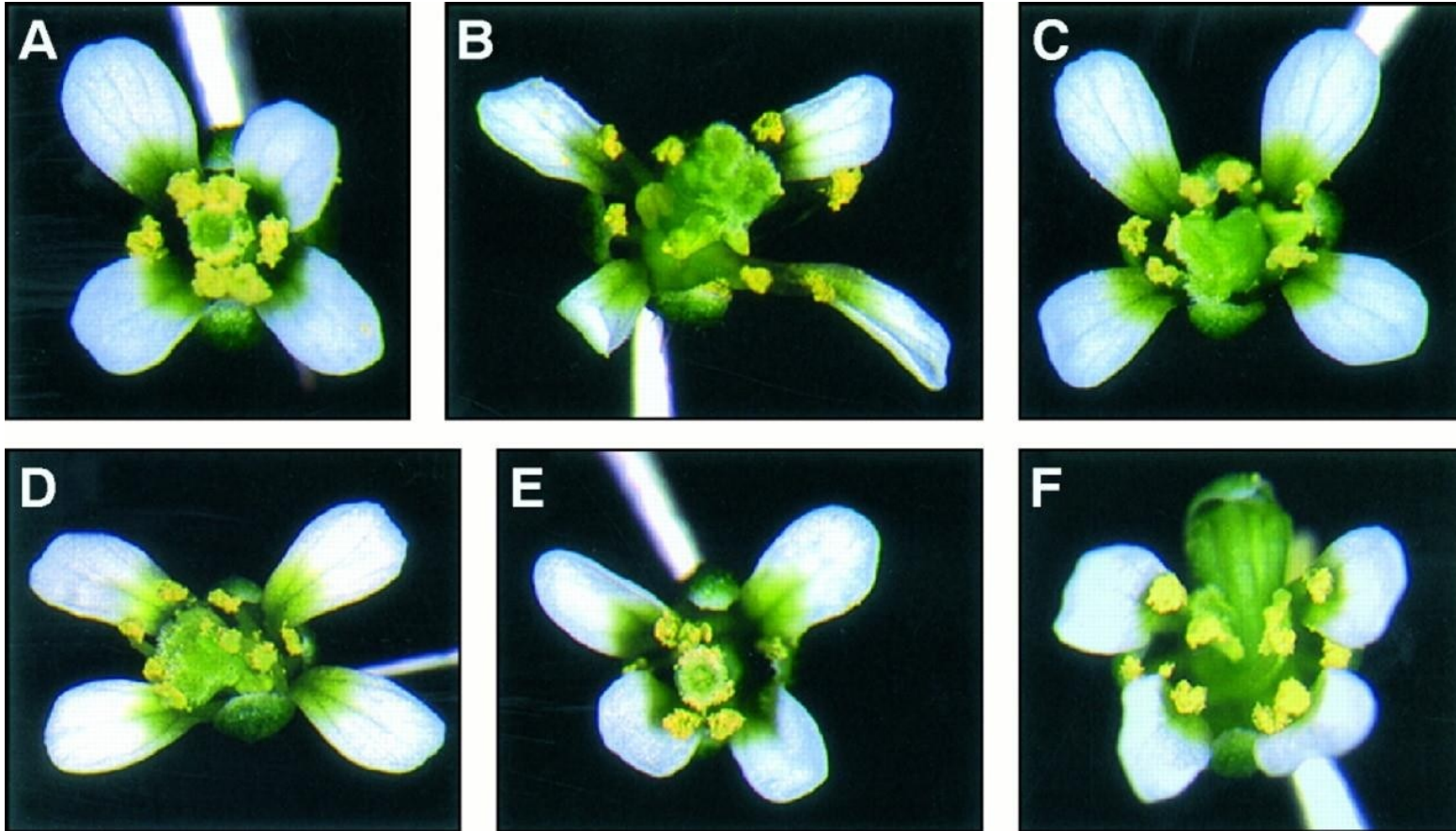
krok 4

homeotické geny

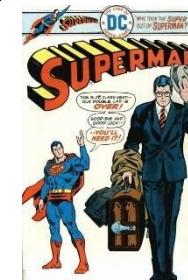
př. *Apetala 3*

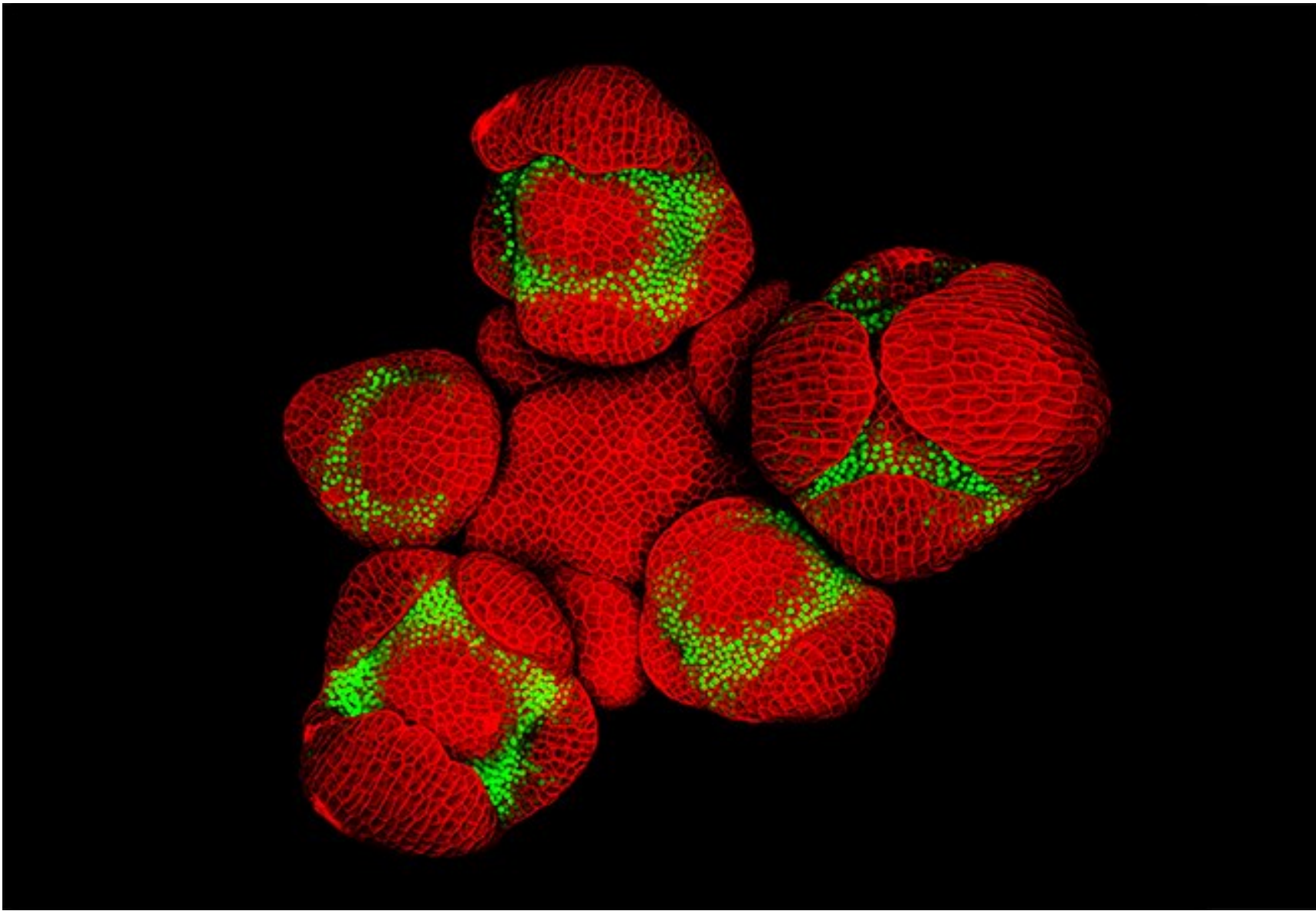
determinace květních
orgánových primordií





Arabidopsis thaliana
katastrální geny





Arabidopsis thaliana
katastrální geny

Genetické řízení procesů vývinu květů

vegetativní meristém



krok 1

květní geny

př. *Embryonic flower*

meristém květenství



krok 2

geny meristémové identity

př. *Leafy*

květní meristém



krok 3

katastrální geny

př. *Superman*

tvorba květních
orgánových primordií

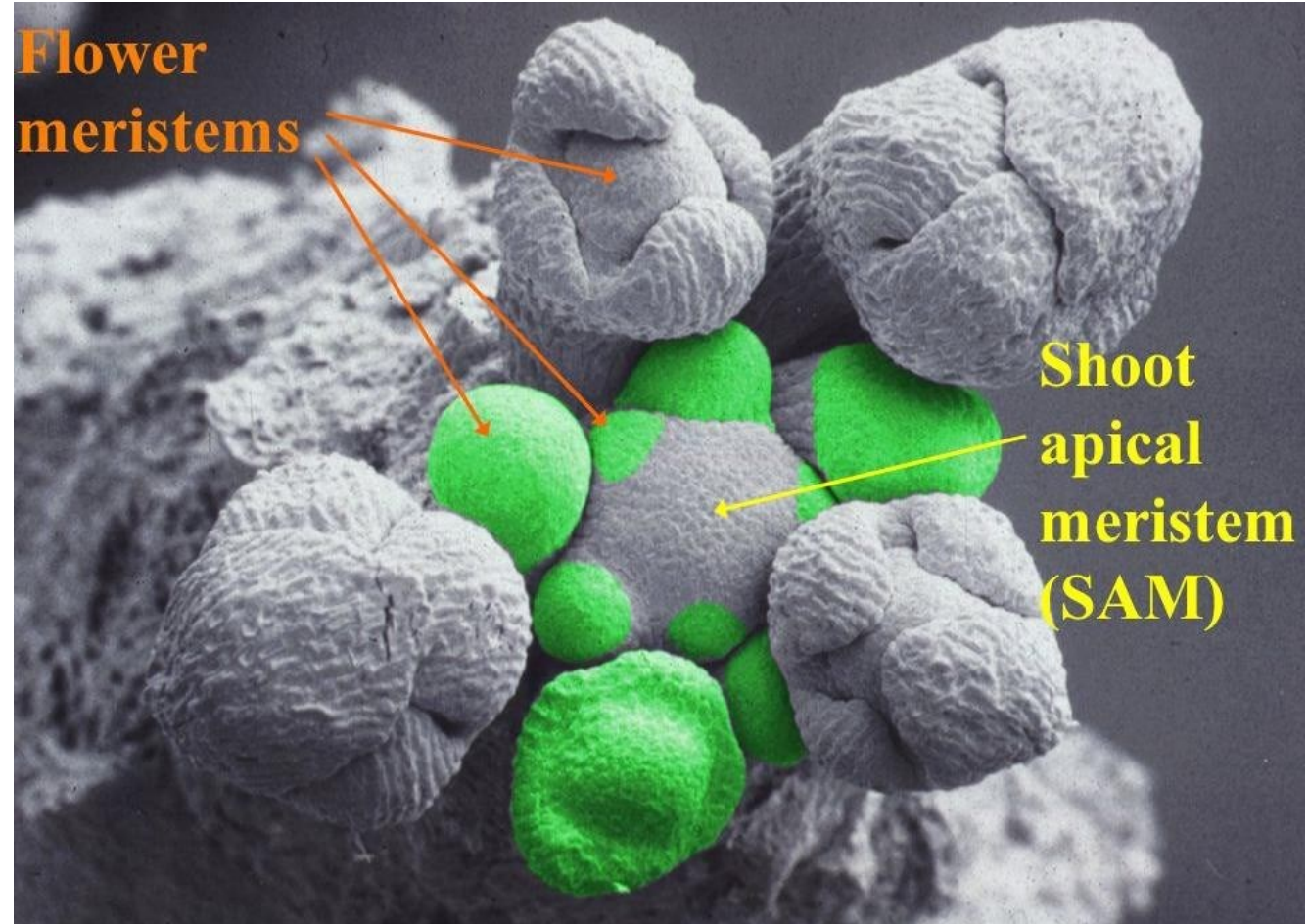


krok 4

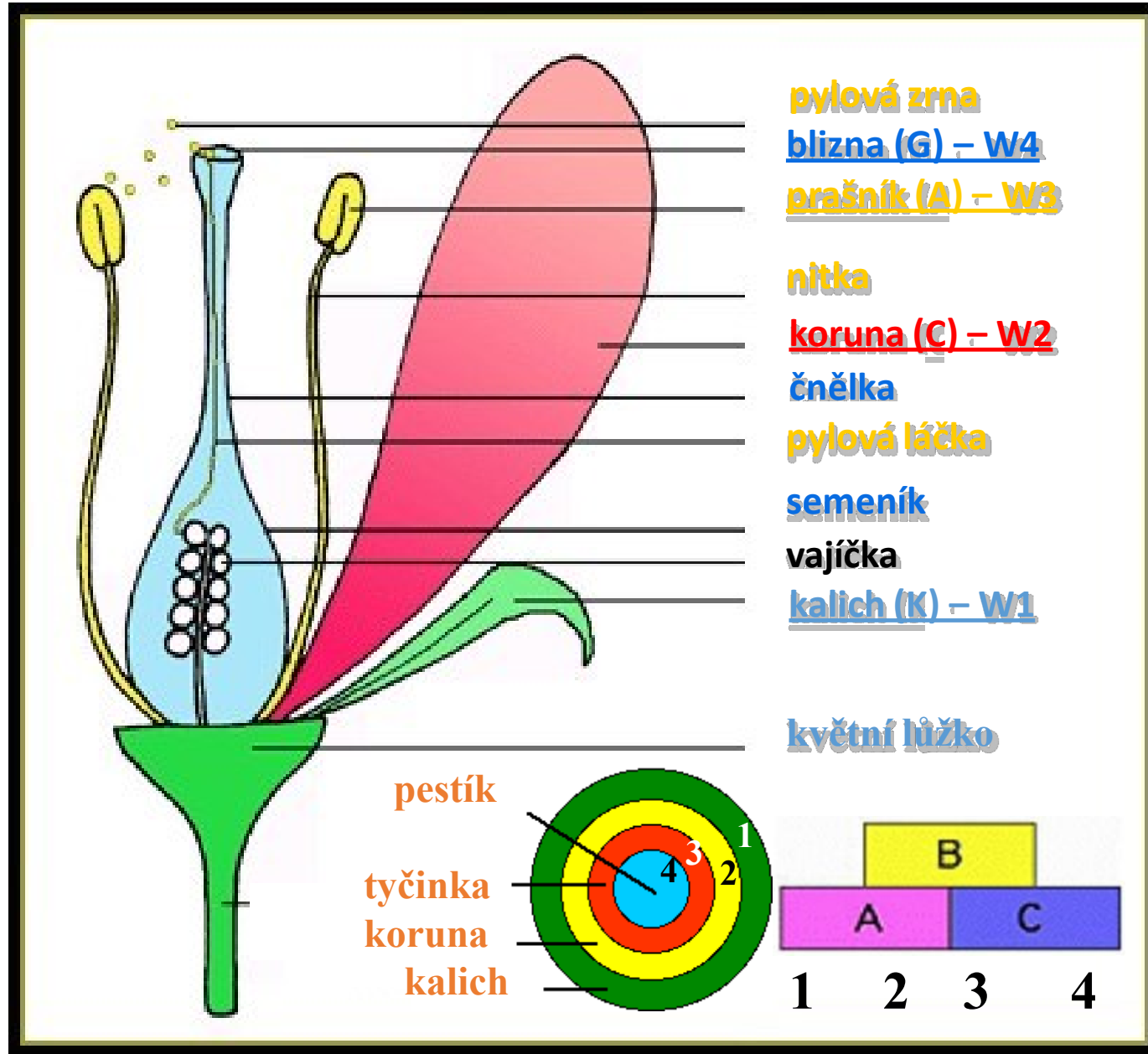
homeotické geny

př. *Apetala 3*

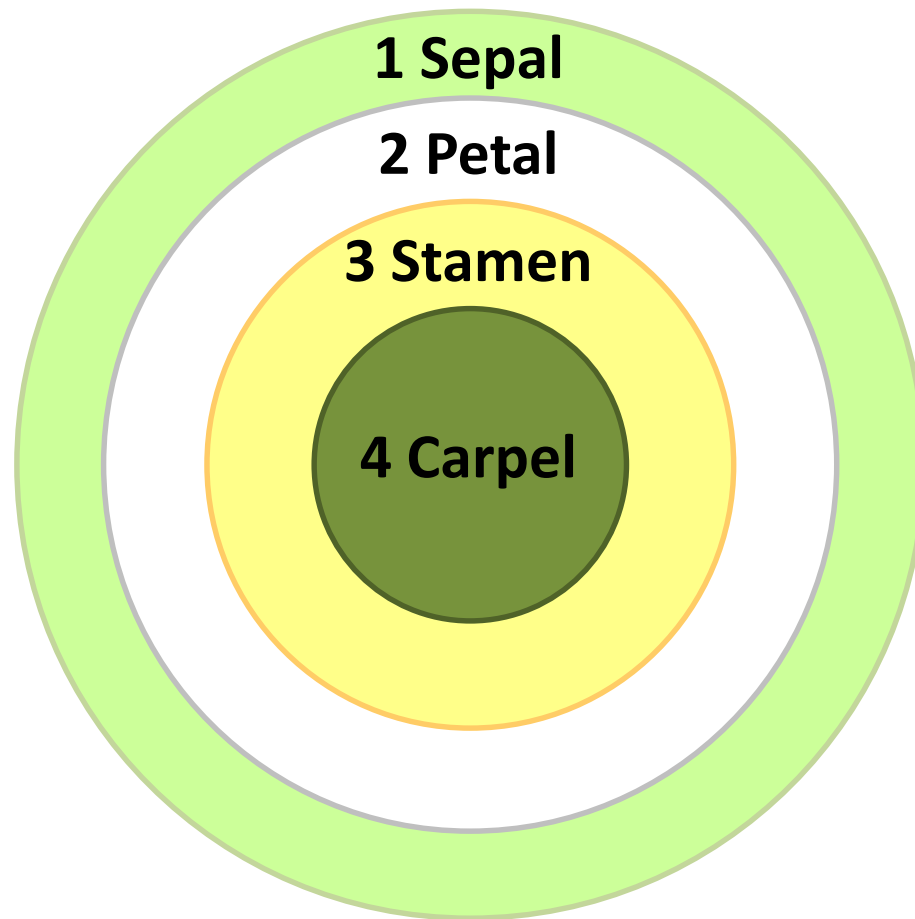
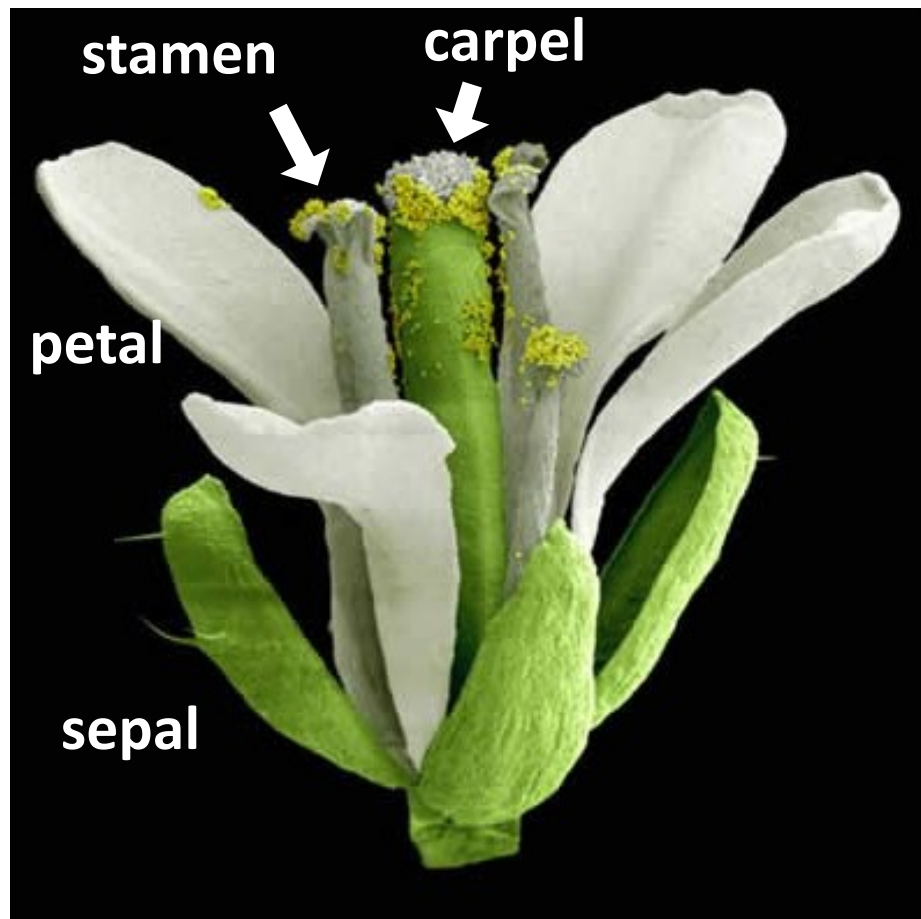
determinace květních
orgánových primordií



KVĚT: komplex reprodukčních orgánů krytosemenných rostlin

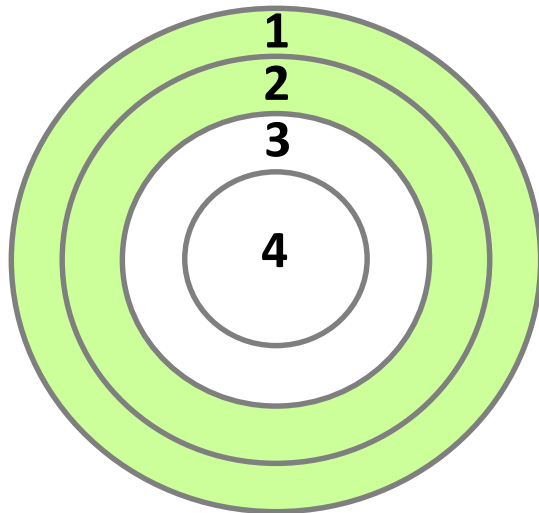


Květní orgány jsou uspořádány v koncentrických kruzích

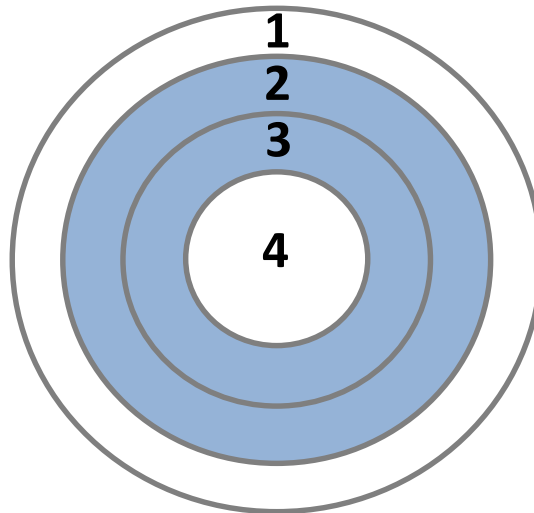


Identita květních orgánů je determinována na základě působení tří skupin genů - ABC

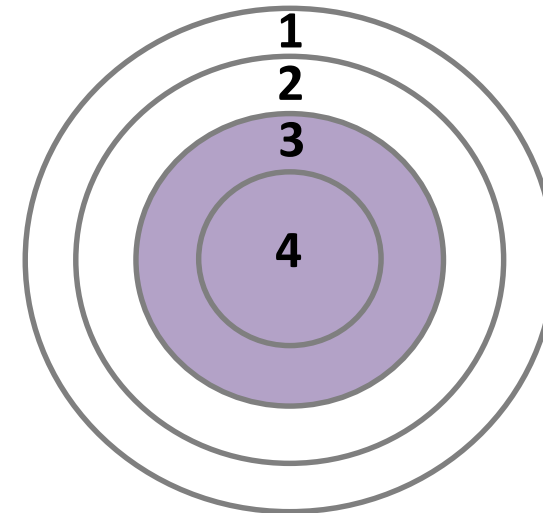
A genes



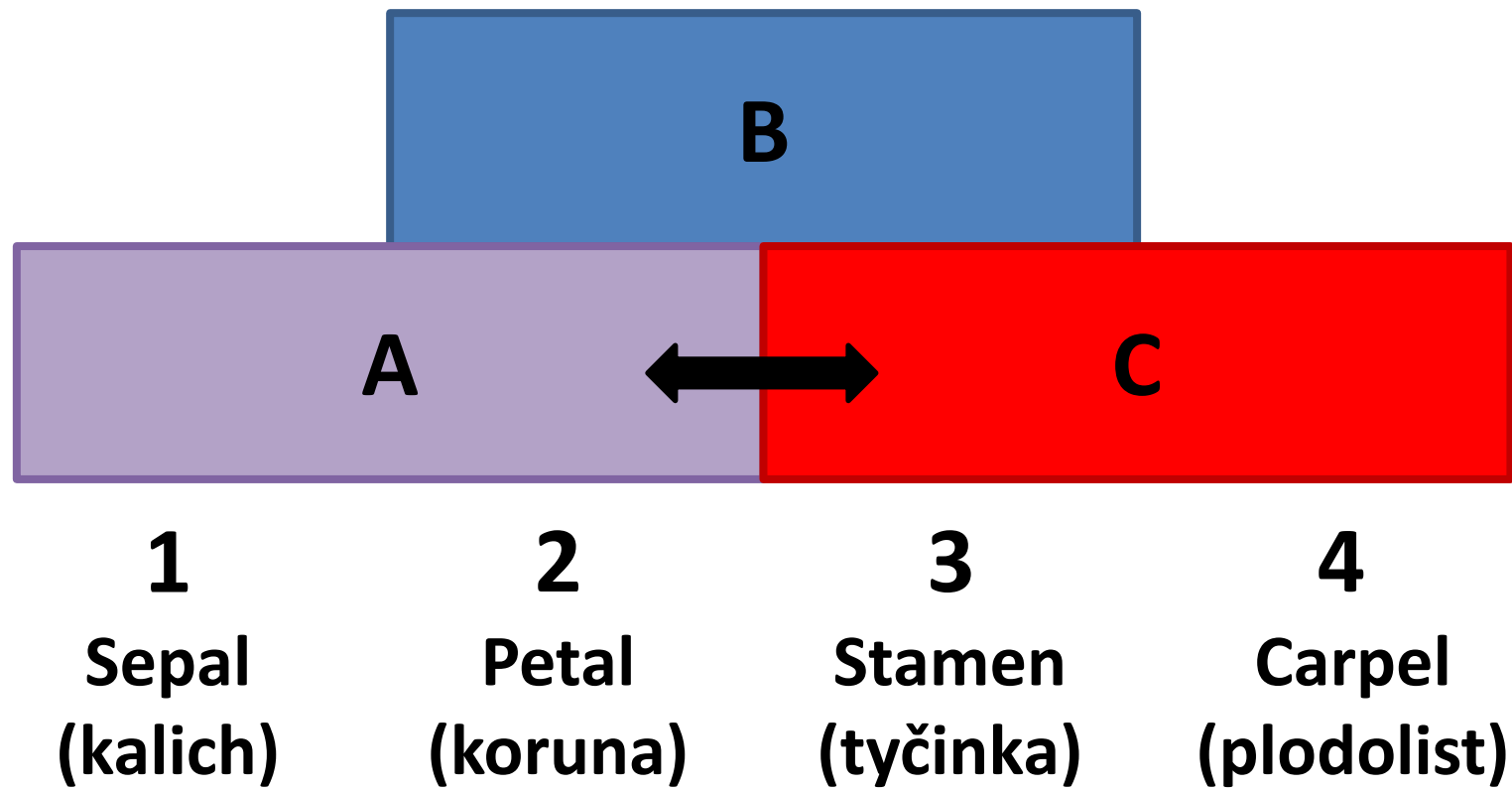
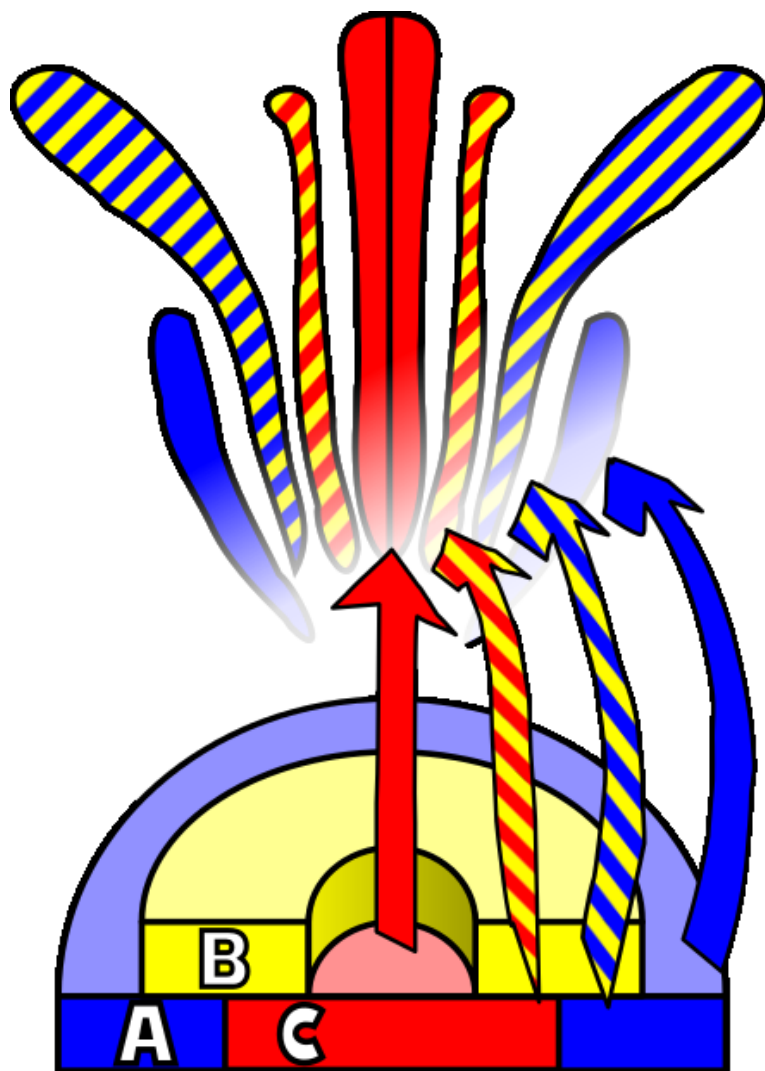
B genes



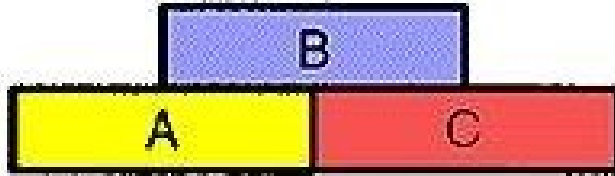
C genes



ABC model

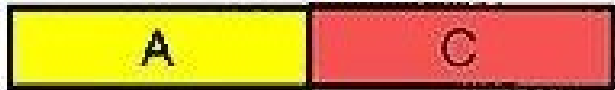


wild-typ



kalich koruna prašník pestík

mutant skupiny B



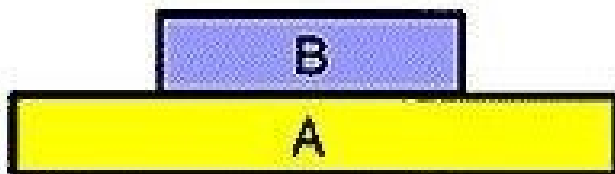
kalich kalich pestík pestík

mutant skupiny A



pestík prašník prašník pestík

mutant skupiny C



kalich koruna koruna kalich

Homeotické geny s MADS-boxem řídí specifitu květních orgánů: model ABC u *Arabidopsis thaliana*

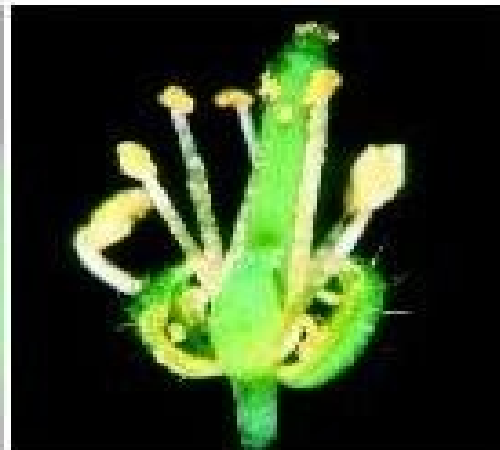
tři skupiny transkripčních faktorů ABC určují specifitu čtyř květních kruhů

K (kalichu), C (koruny), A (tyčinek) a G (pestíku)

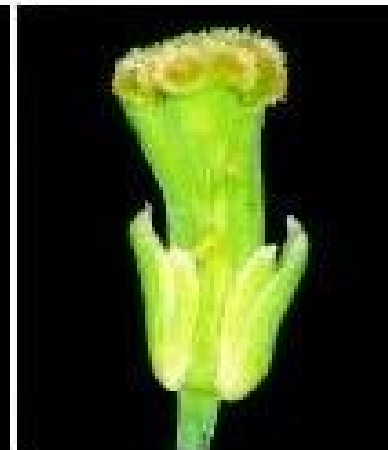
WT
KCAG (bisexuální)



mutace A: *apetala 2*
GAAG (hypersexuální)



mutace B: *pistillata*
KKGG (samičí)



mutace C: *agamous*
KCKK (asexuální)

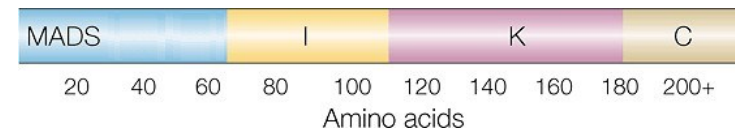
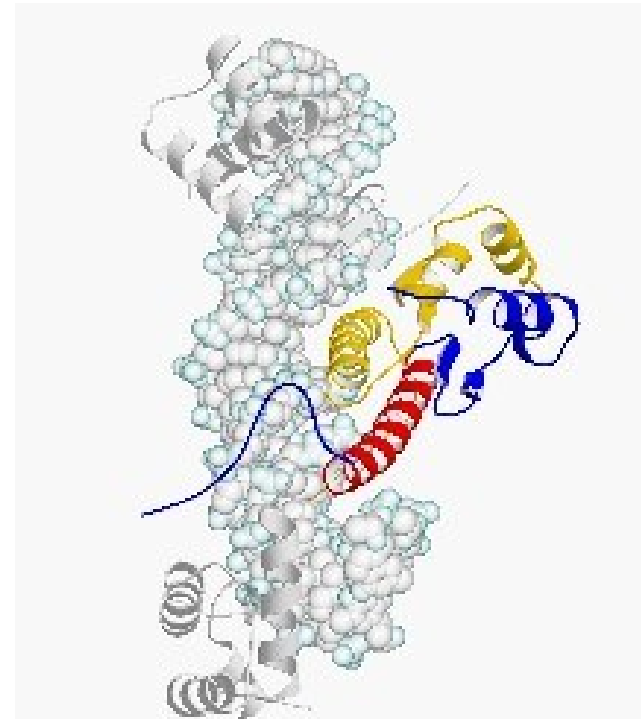


MADS-boxové geny : alternativní regulátory segmentace a vývoje



- N ... amino-terminální oblast (extenze)
- MADS - box ... konzervativní 5'-oblast
- I ... slabě konzervativní vmezeřená oblast
- K ... kóduje proteinovou doménu podobnou
cívkové struktuře keratinu
- C ... karboxy-terminální oblast (aktivátor)

- M ... *MCM1* gen kvasinky
- A ... *agamous* květní gen *Arabidopsis*
- D ... *deficiens* květní gen *Antirrhinum*
- S ... *serum response faktor* člověka



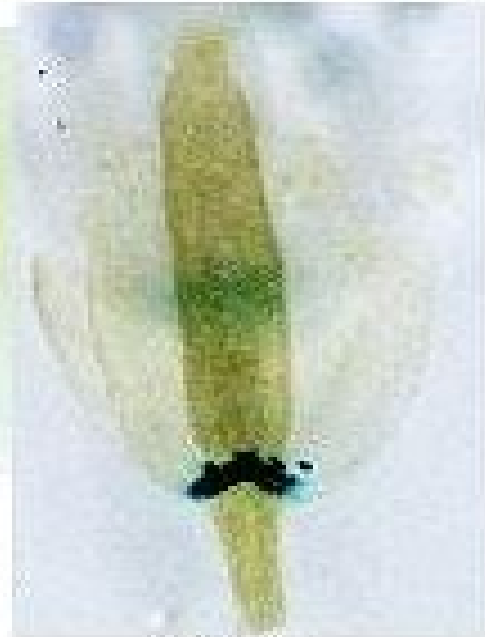
Domény účinku homeotických genů ABC studované s pomocí GUS



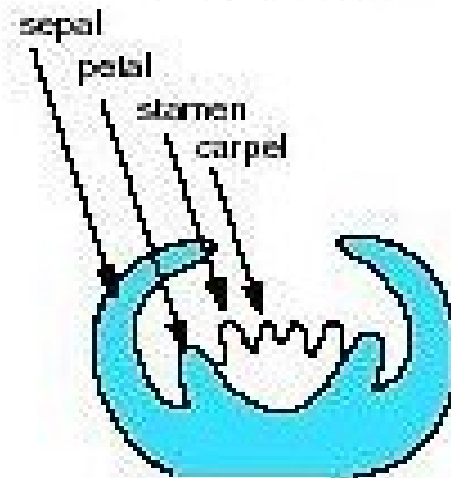
AP1::GUS



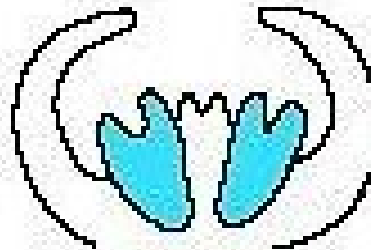
AP3::GUS



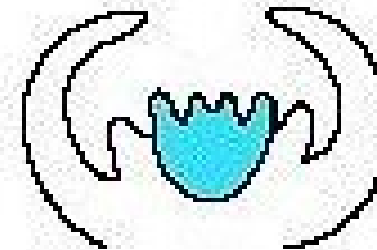
AG::GUS



APETALA 1

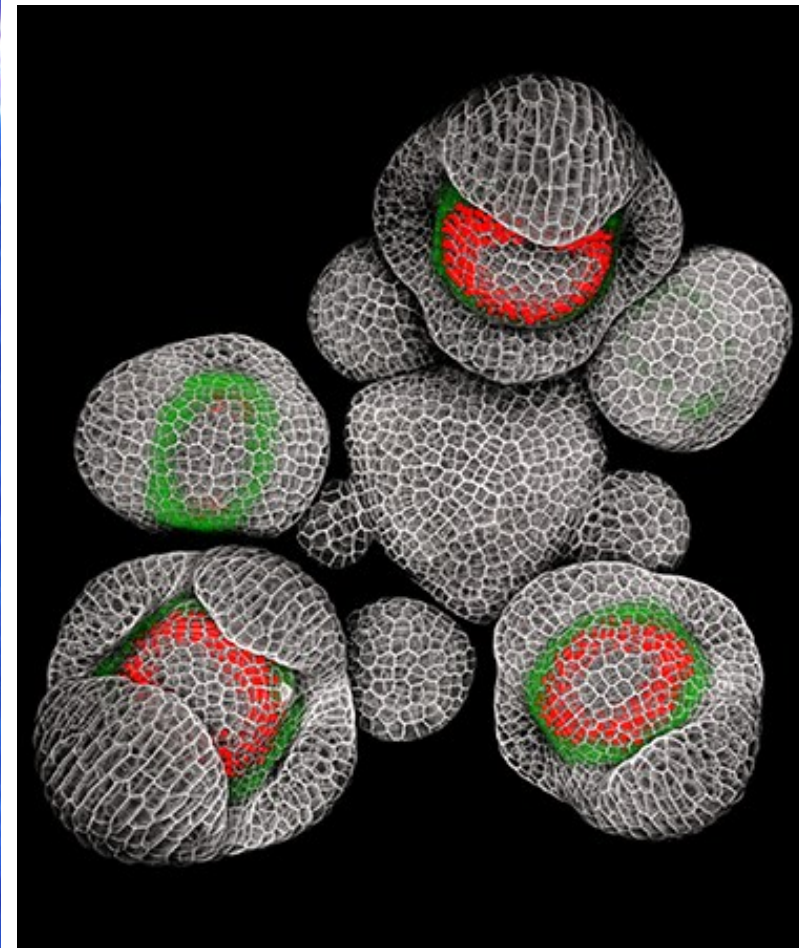
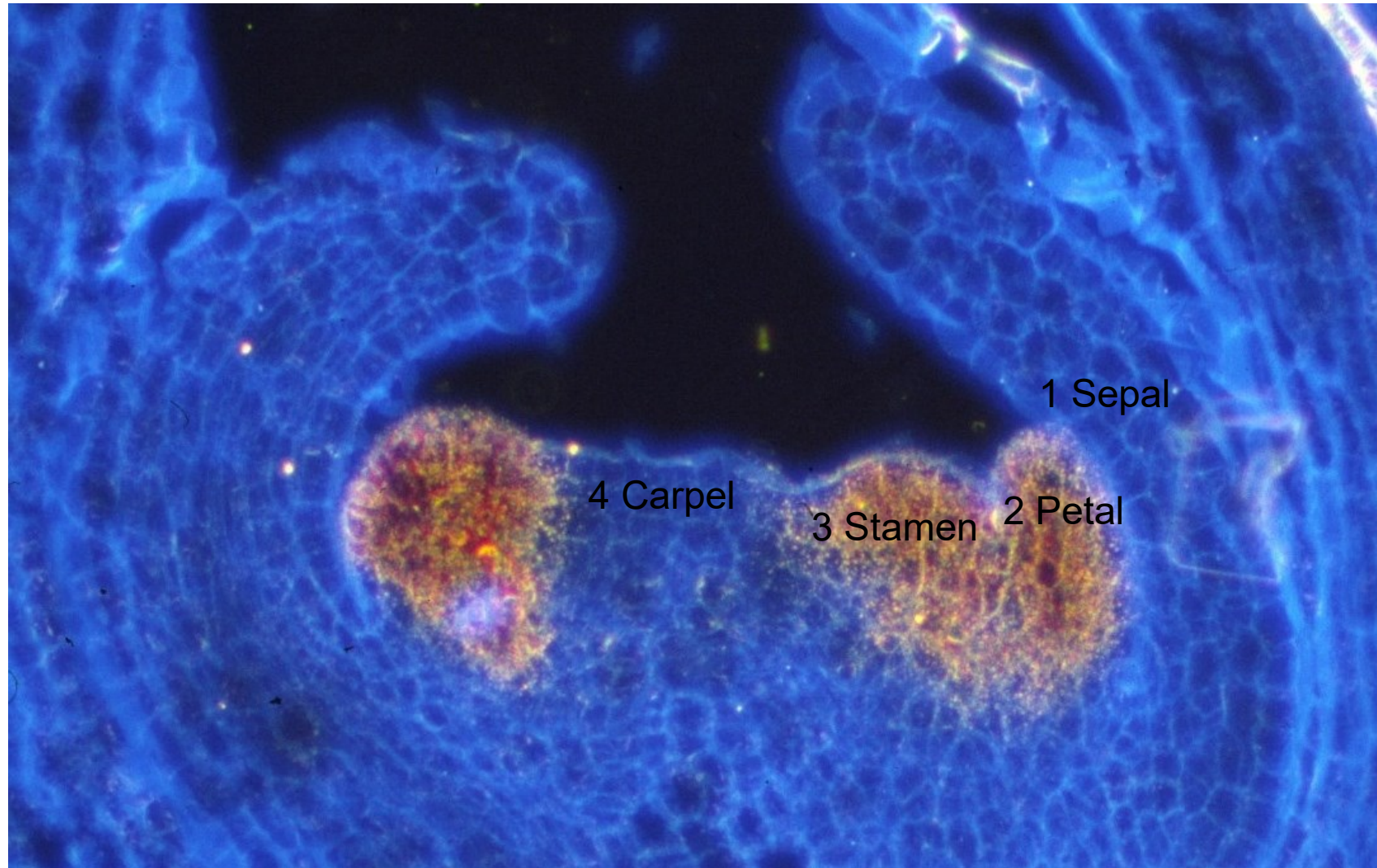


APETALA 3
PISTILLATA

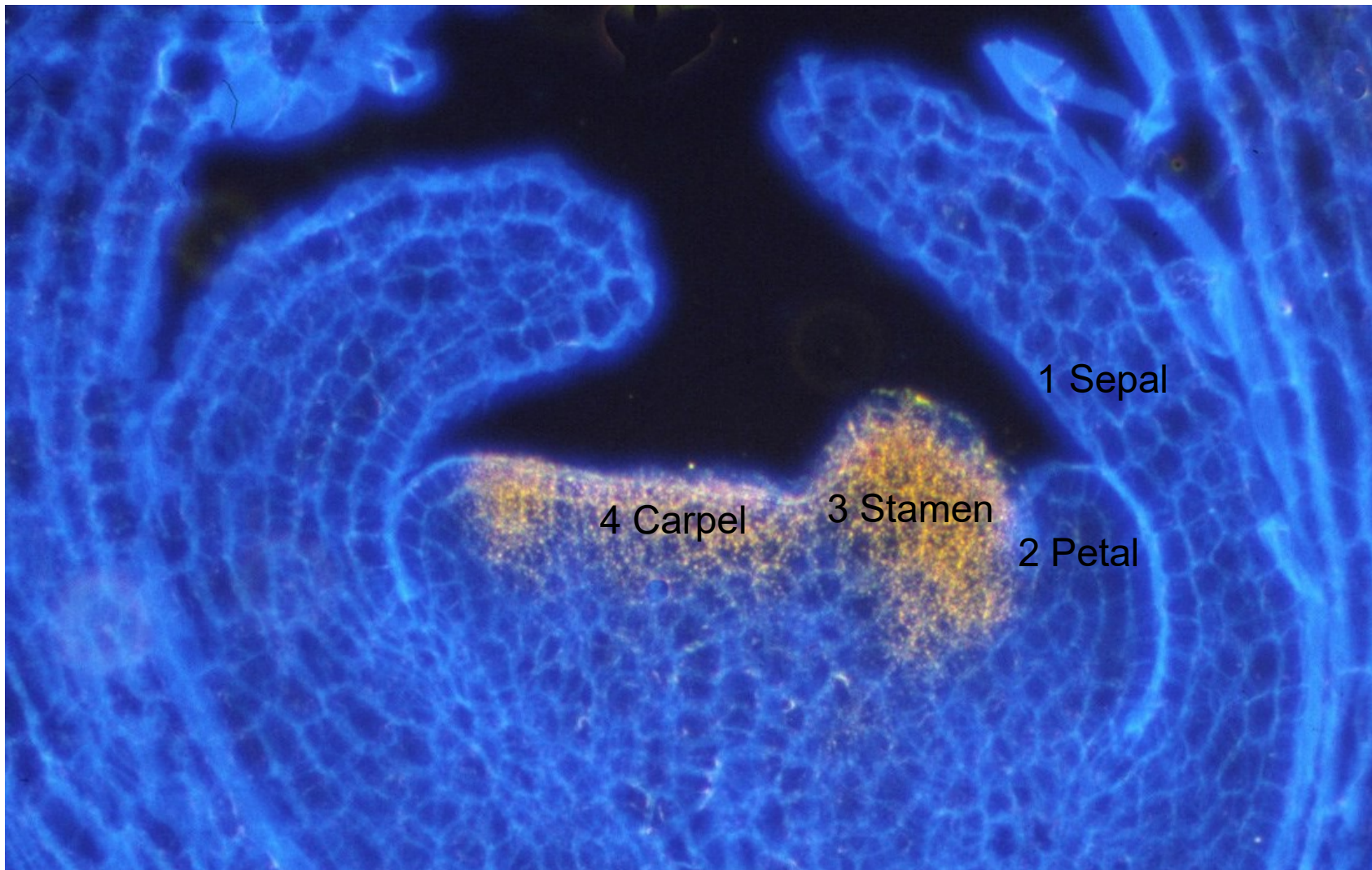


AGAMOUS

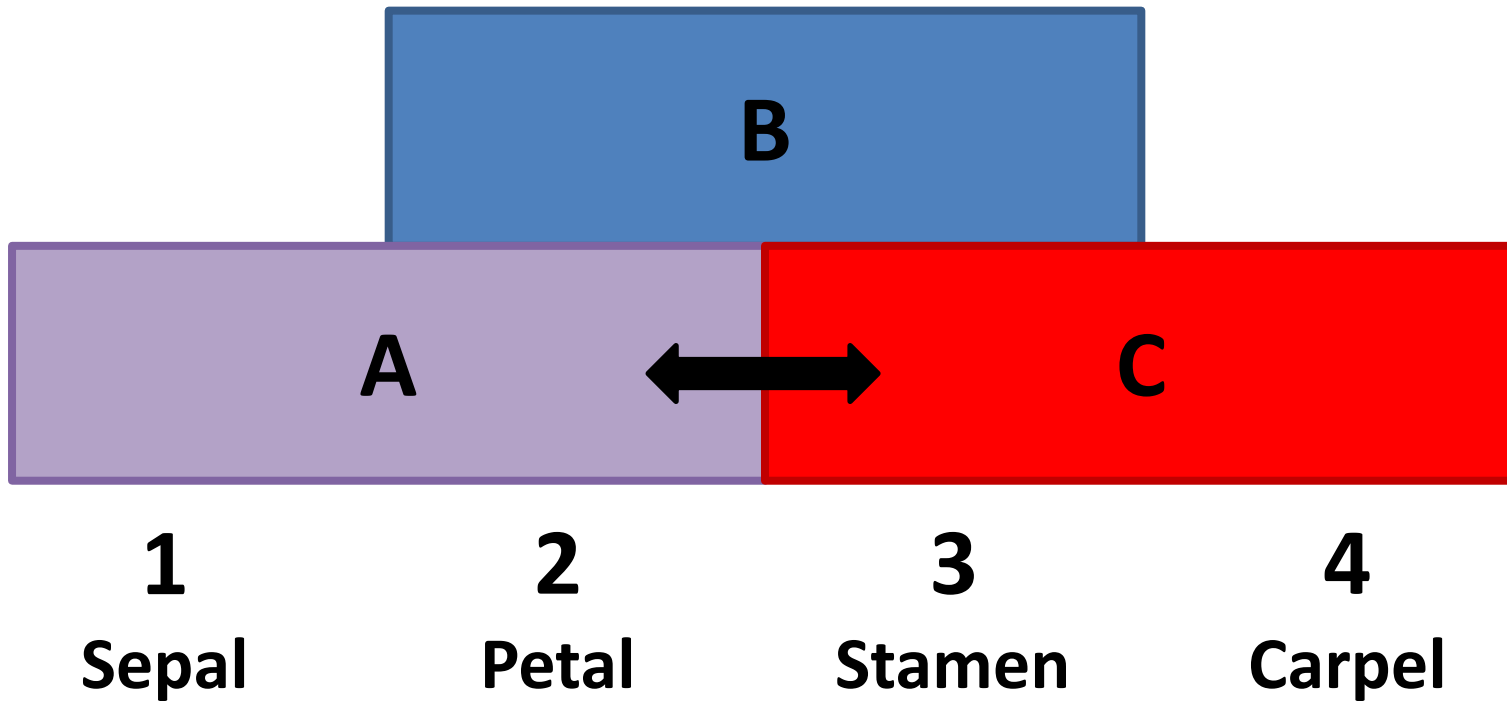
Expresse genů třídy B



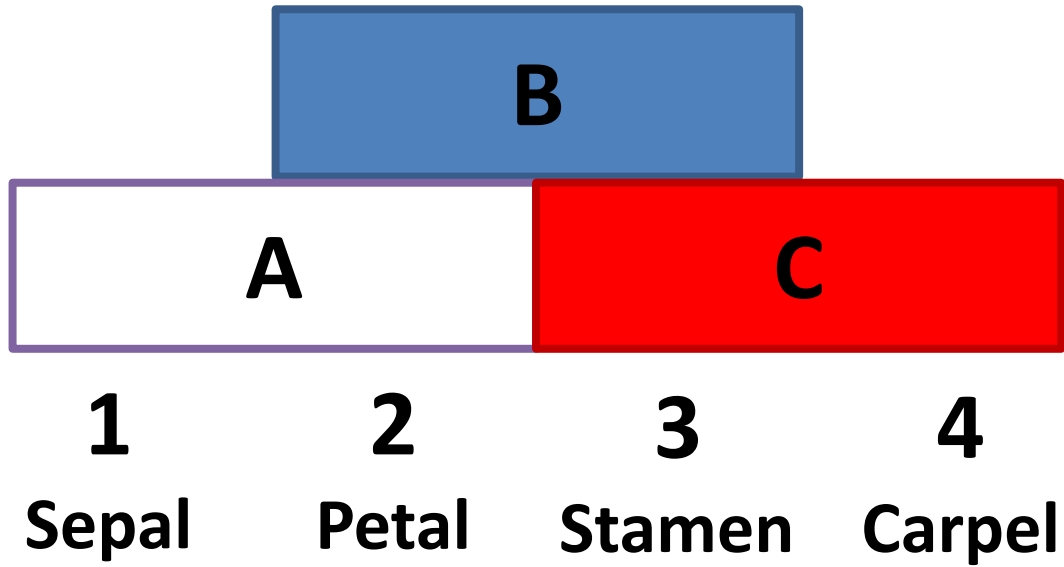
Expresse genů třídy B



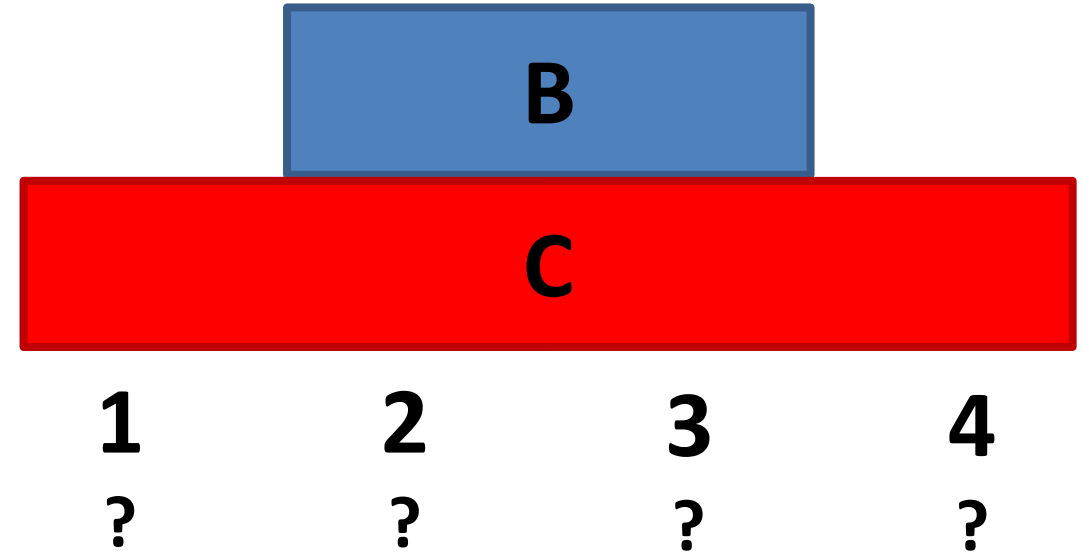
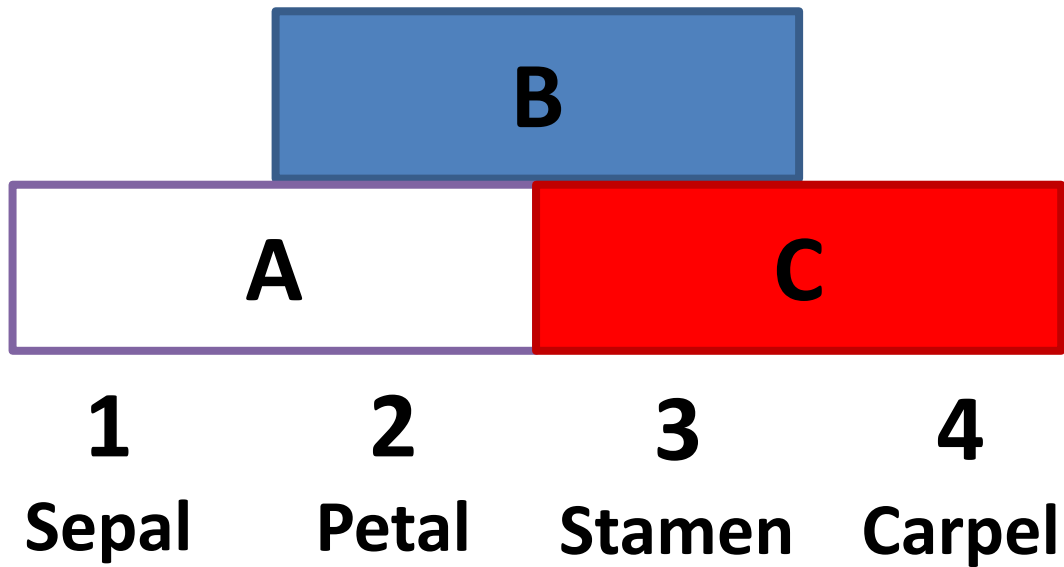
Can you guess the phenotype?



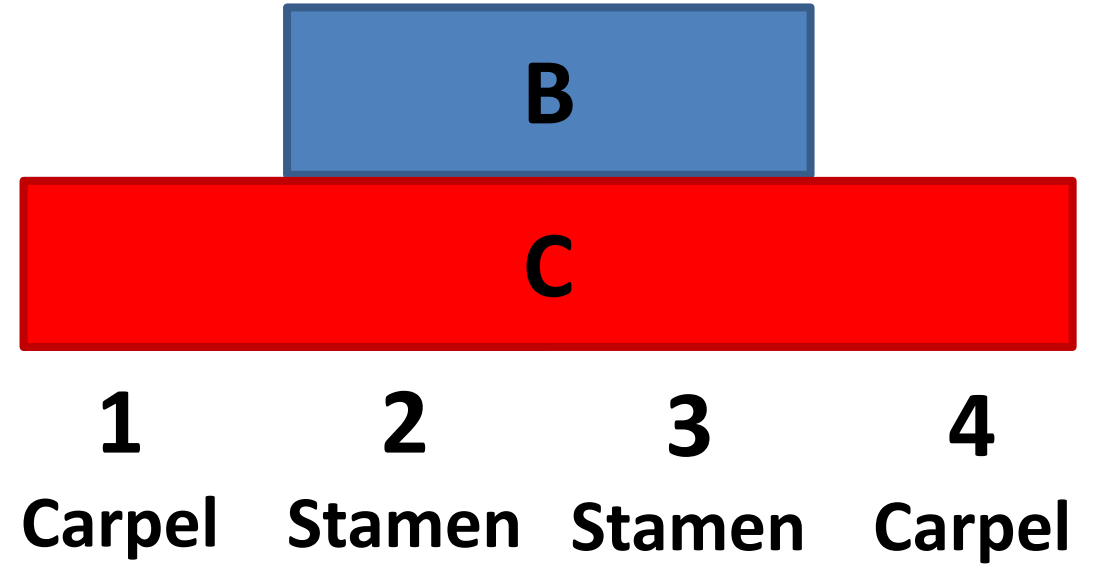
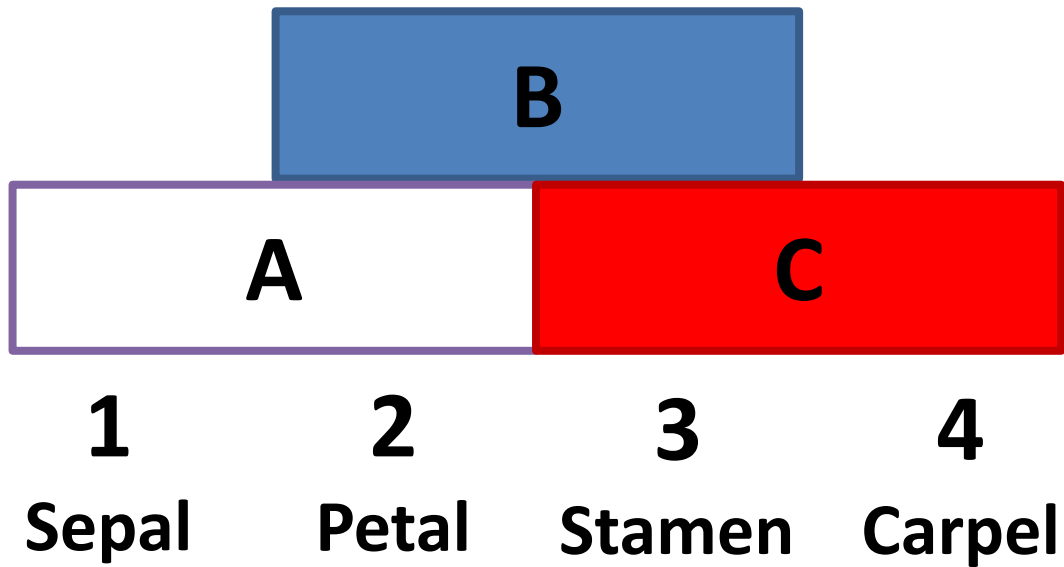
A Gene Mutations



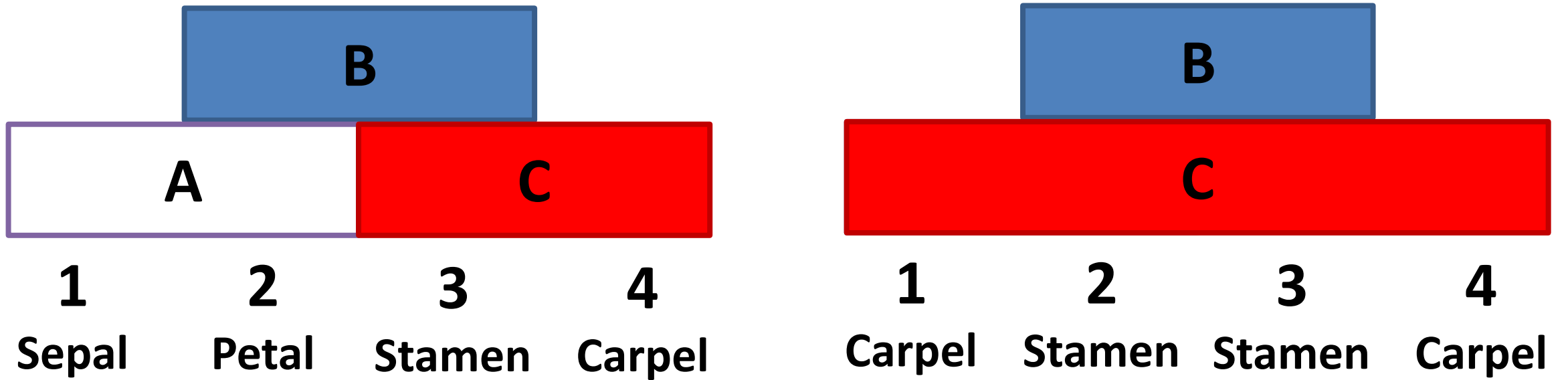
A Gene Mutations



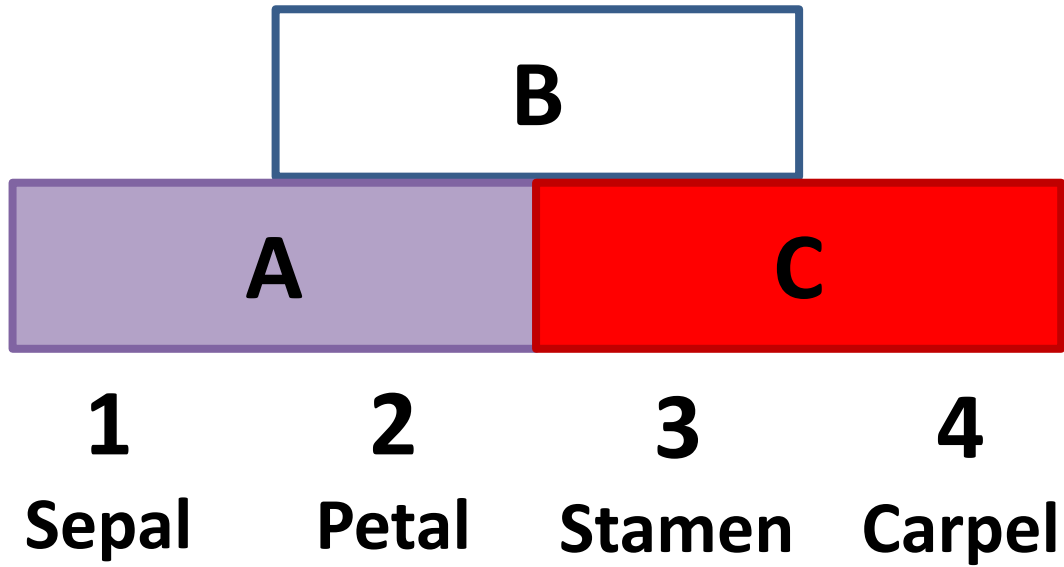
A Gene Mutations



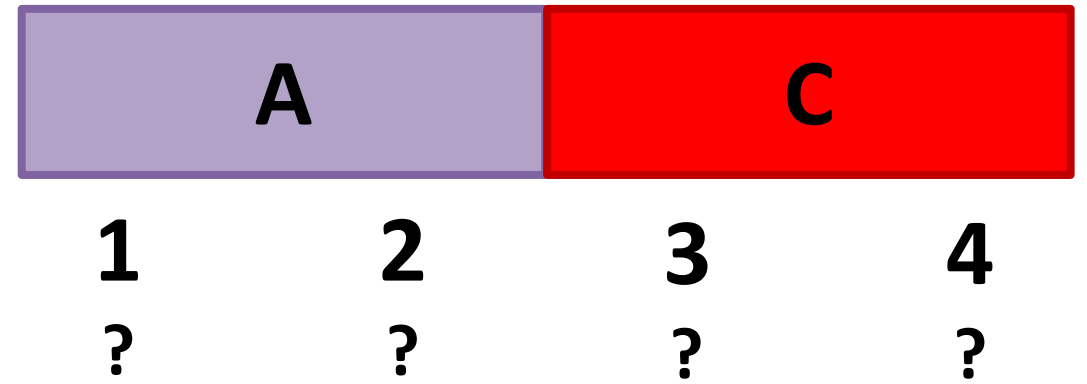
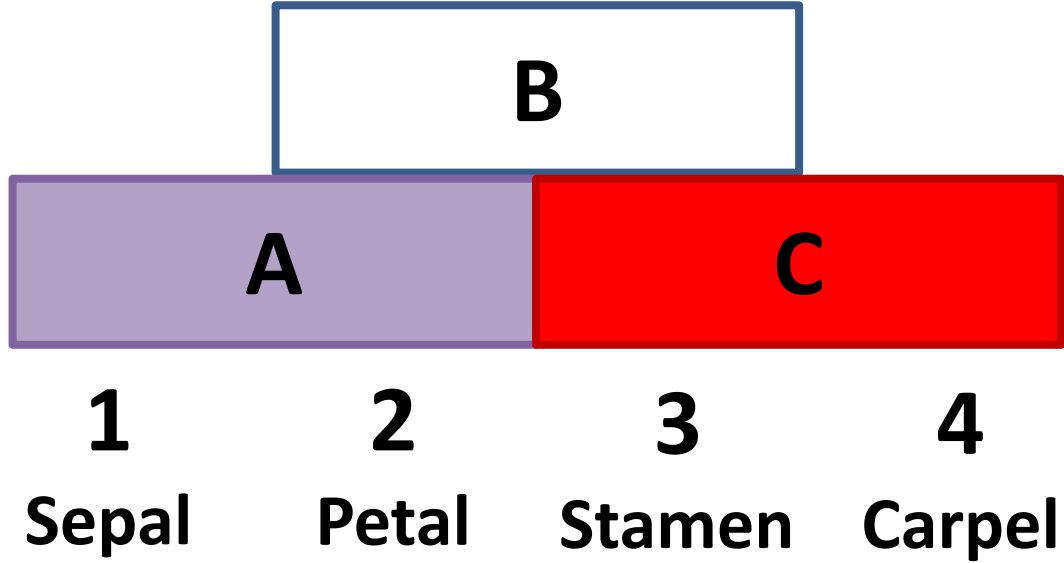
A Gene Mutations



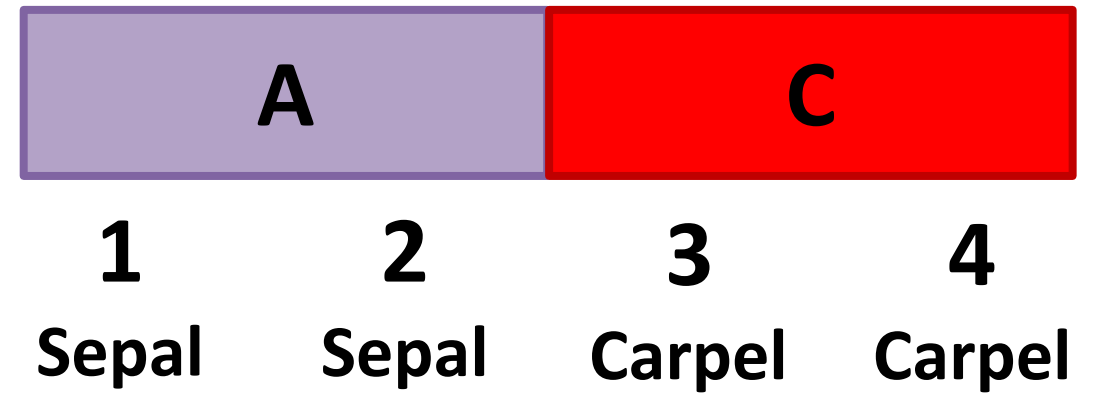
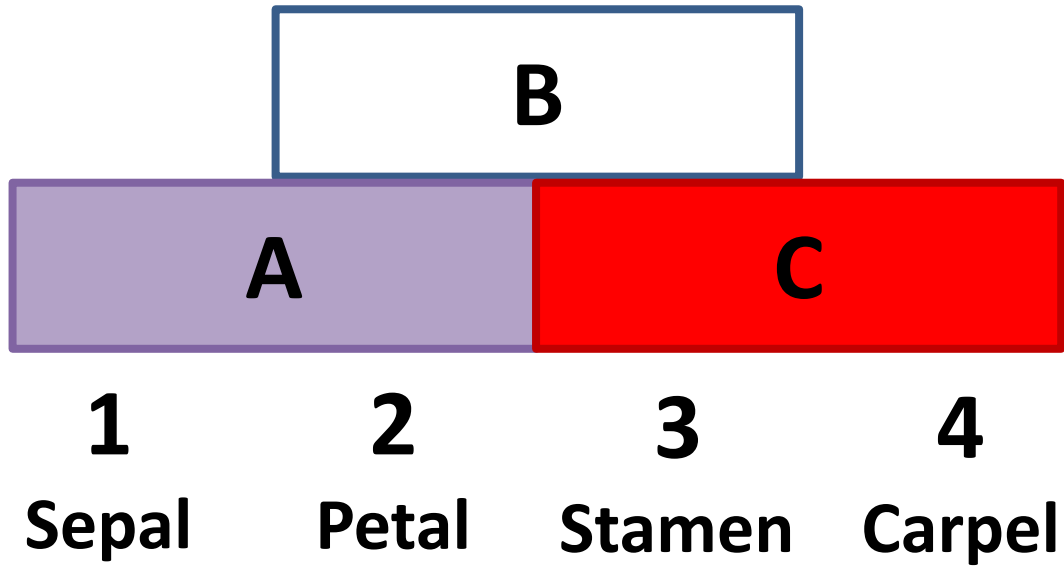
B Gene Mutations



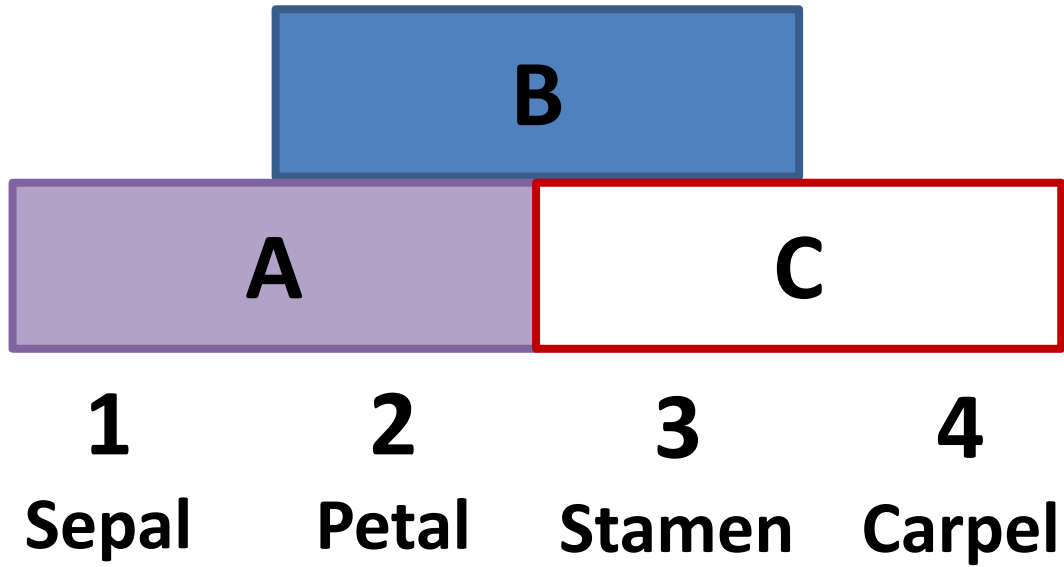
B Gene Mutations



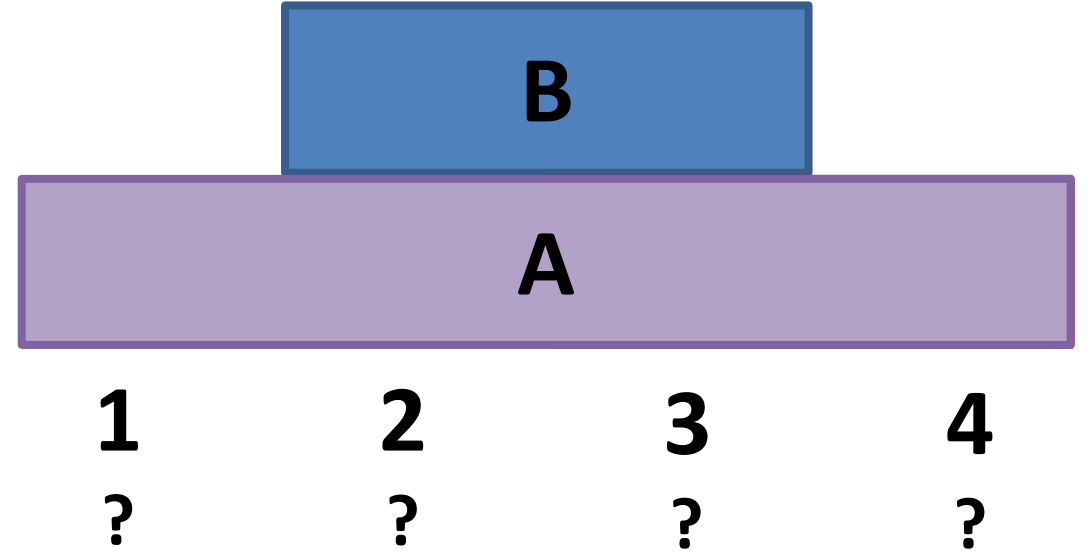
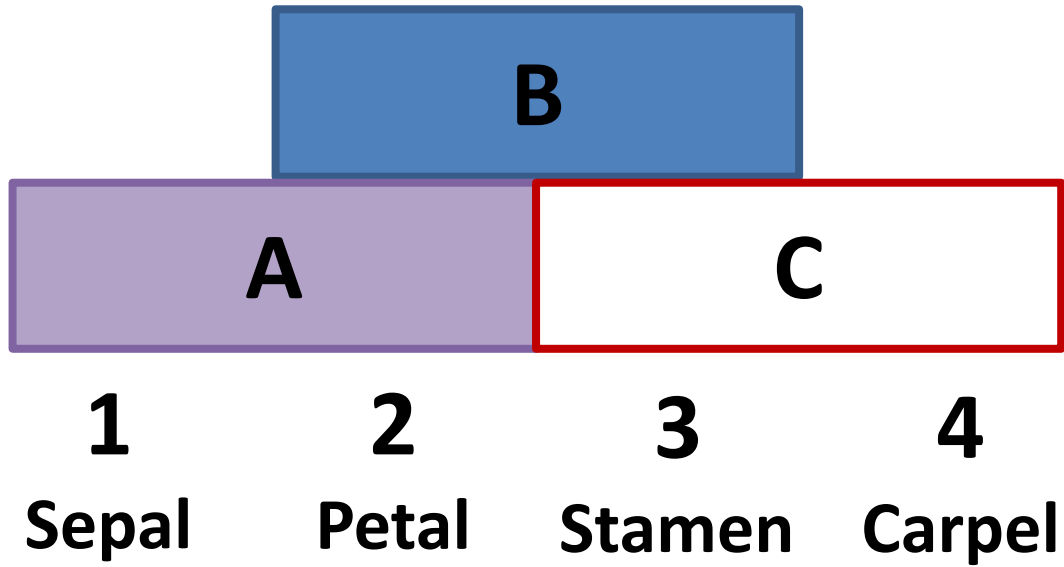
B Gene Mutations



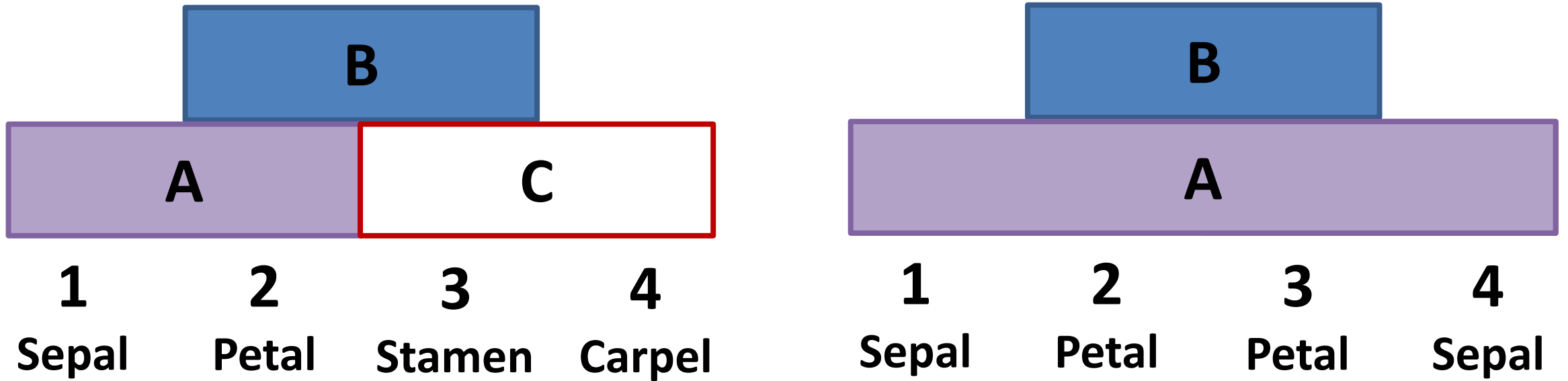
C Gene Mutations



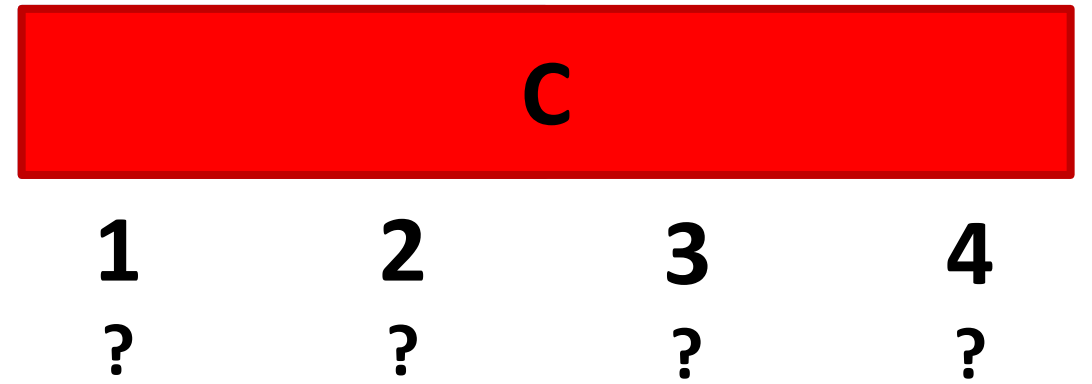
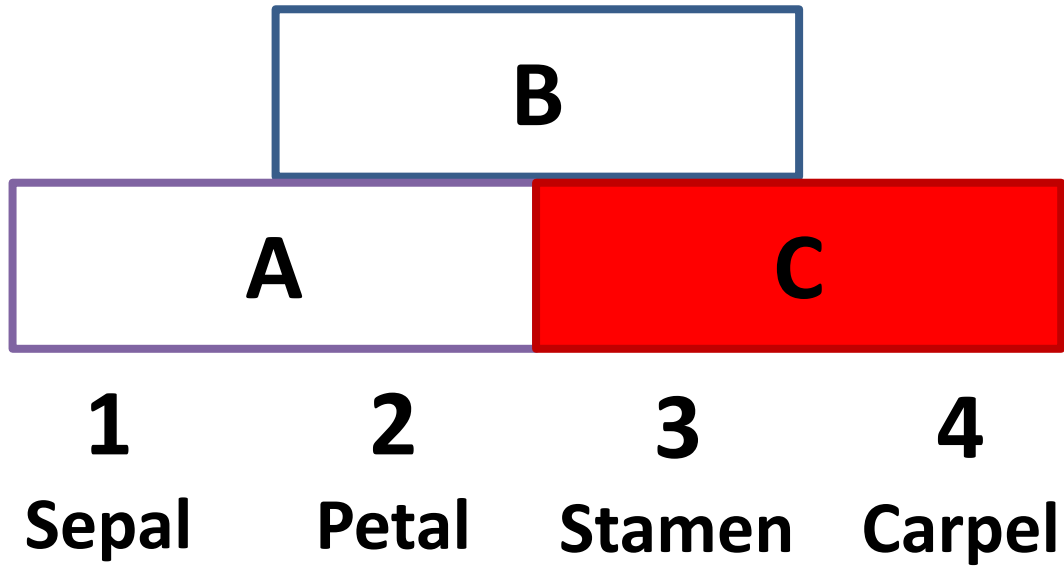
C Gene Mutations



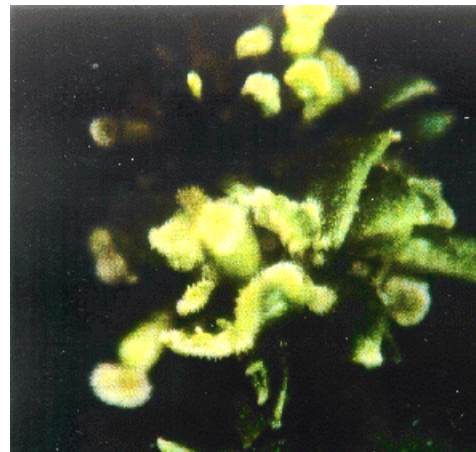
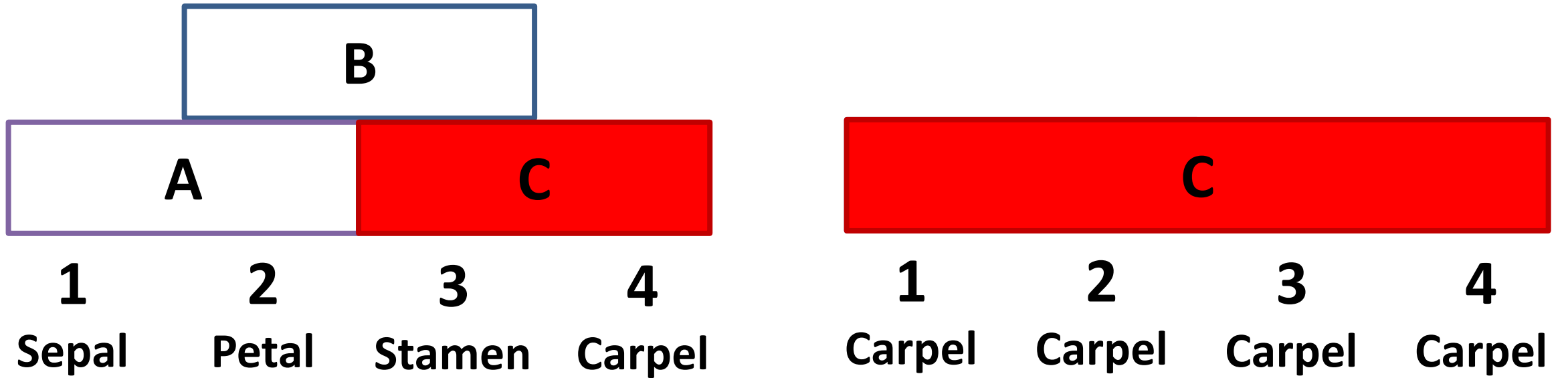
C Gene Mutations



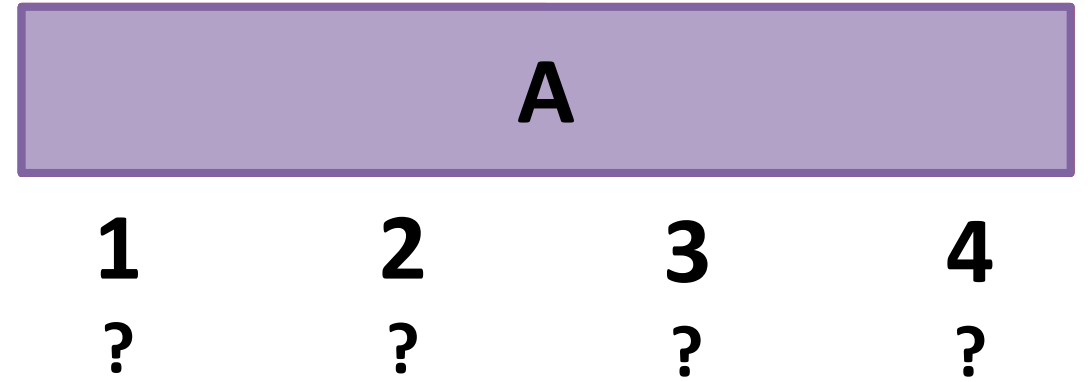
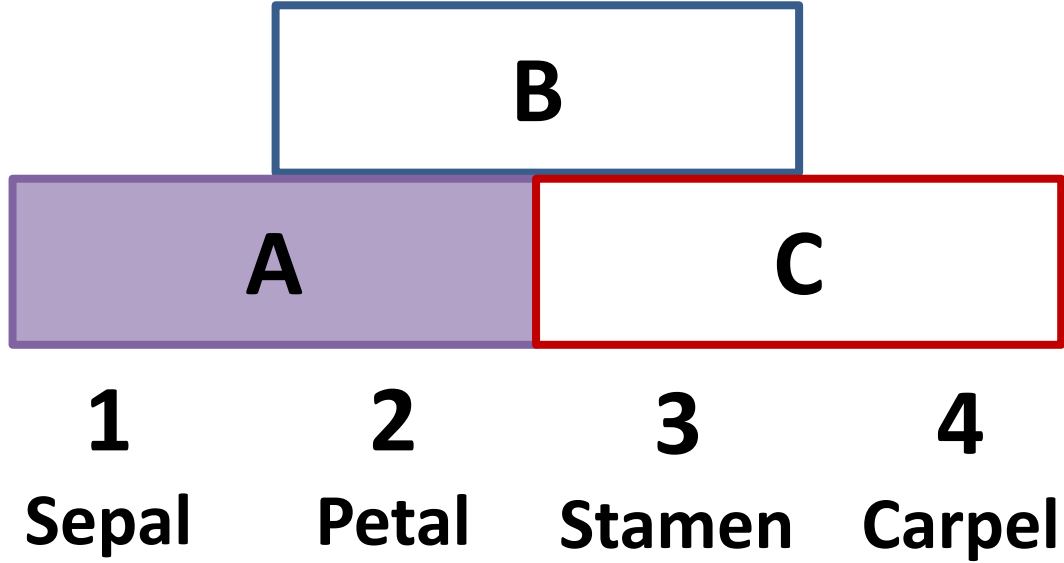
AB Gene Mutations



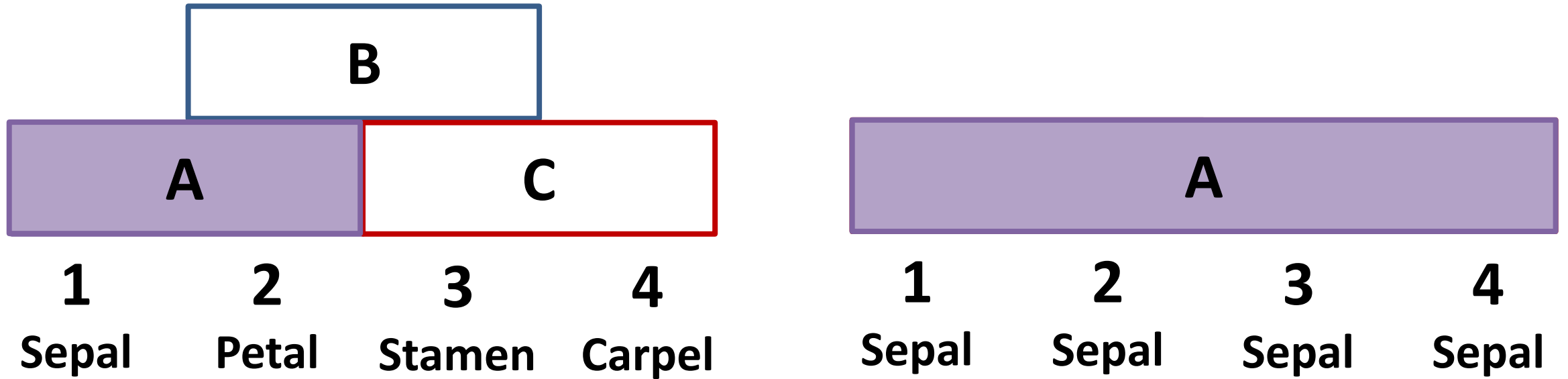
AB Gene Mutations



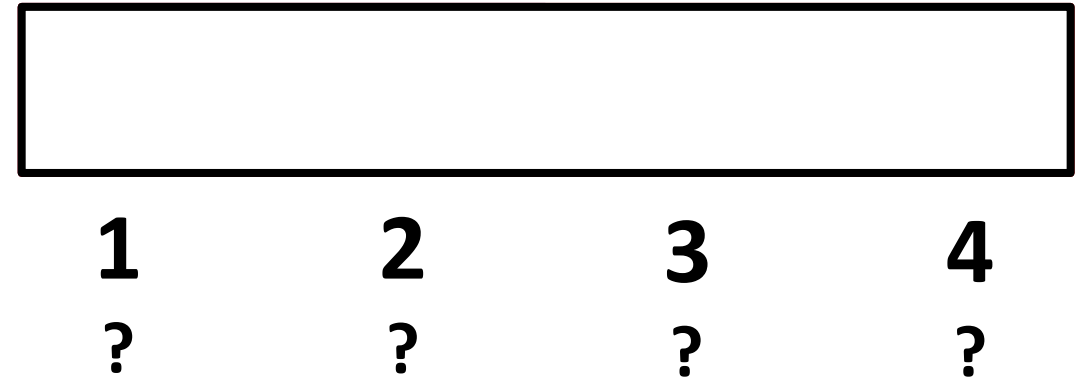
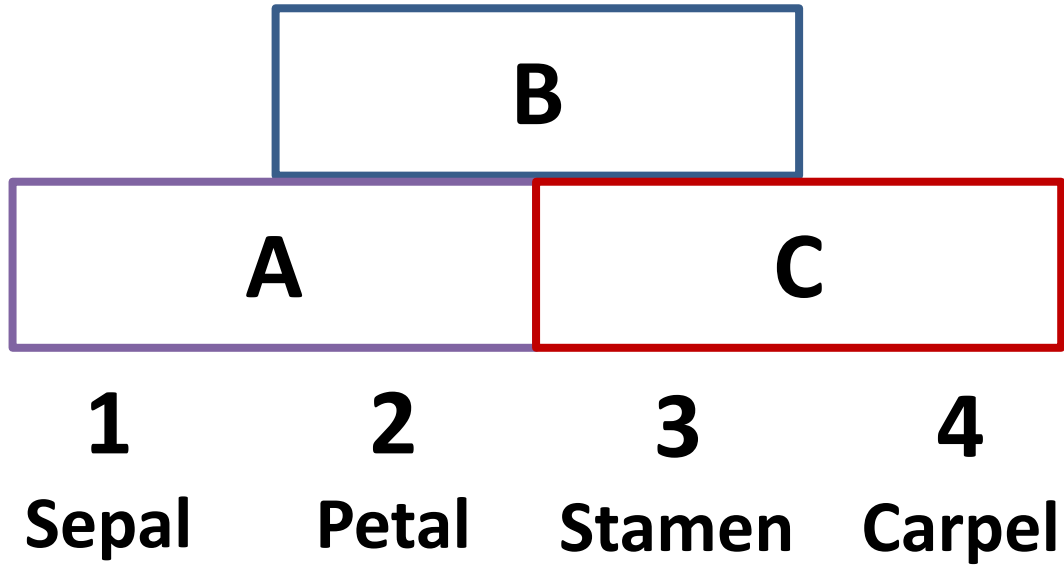
BC Gene Mutations



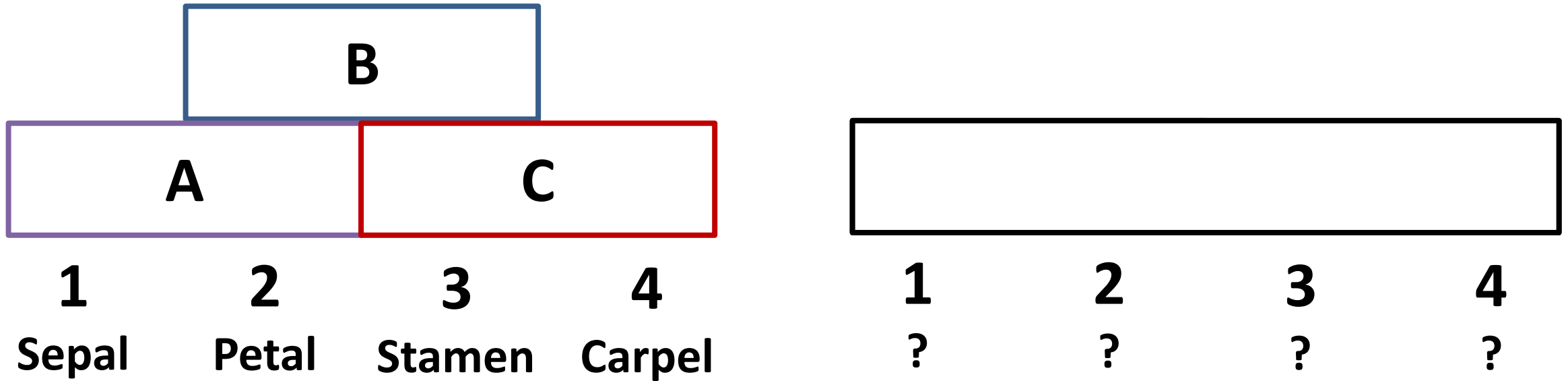
BC Gene Mutations



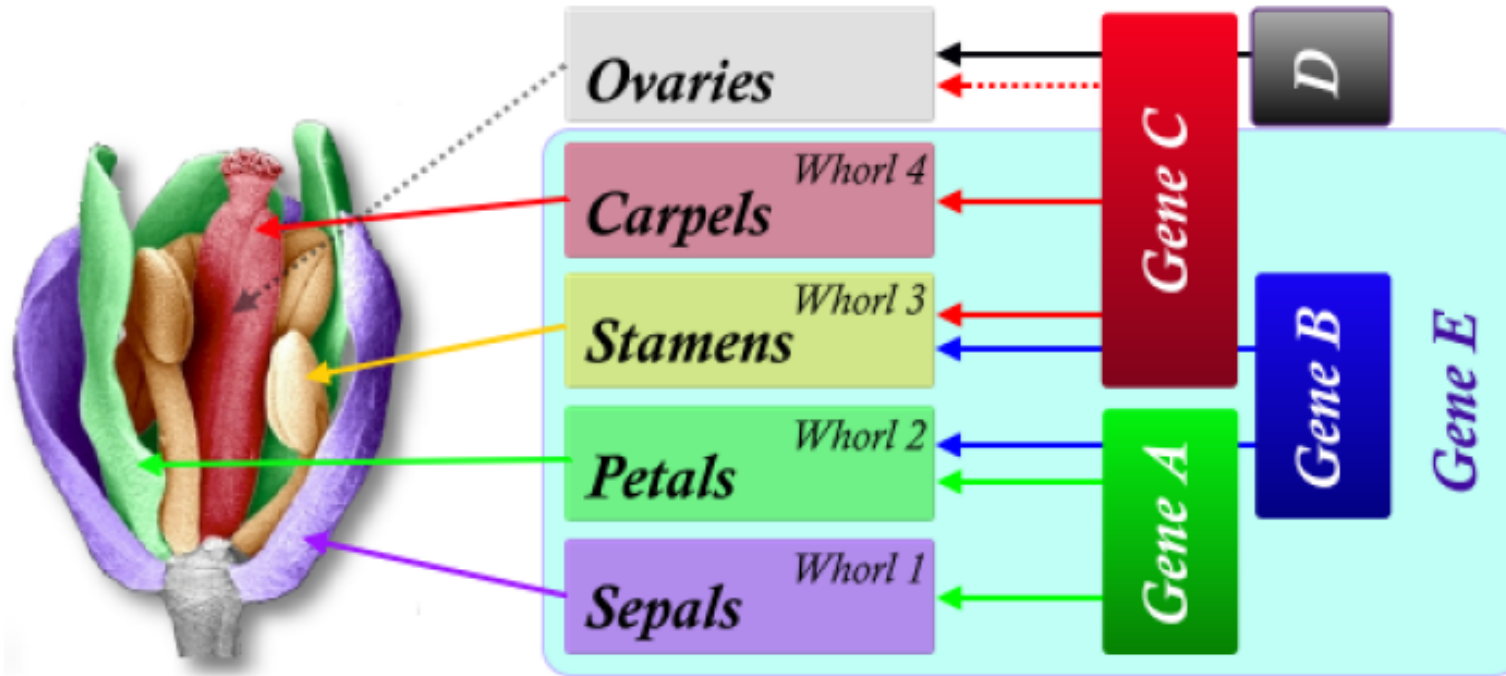
ABC Gene Mutations



ABC Gene Mutations



Geny třídy D a E se rovněž uplatňují v determinaci květních orgánů



'A' genes control the sepals and activation of 'B' and 'C' genes

'A' and 'B' genes in combination control the petals

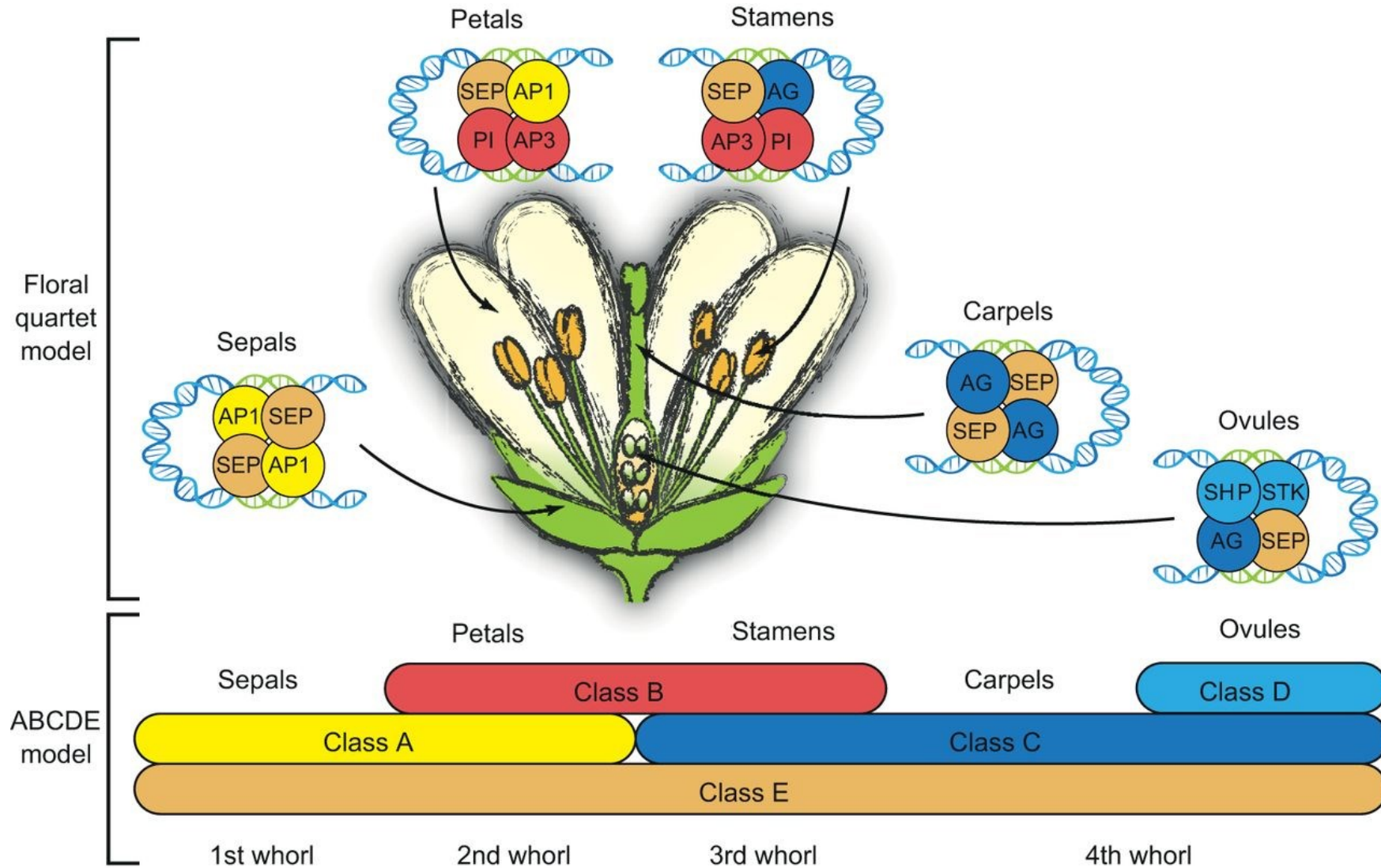
'B' and 'C' genes in combination control the stamens

'C' genes control the carpels

'C' and 'D' genes control ovule identity and development

'E' genes establish a floral context in which the 'A', 'B' and 'C' genes can function

Kvartetový model



Rostliny mají homeotické geny dvojího typu

- MADS-boxové ... řídí identitu květních kruhů
- homeoboxové ... určují architekturu vegetativních částí



složený list
wild-typu
rajčete

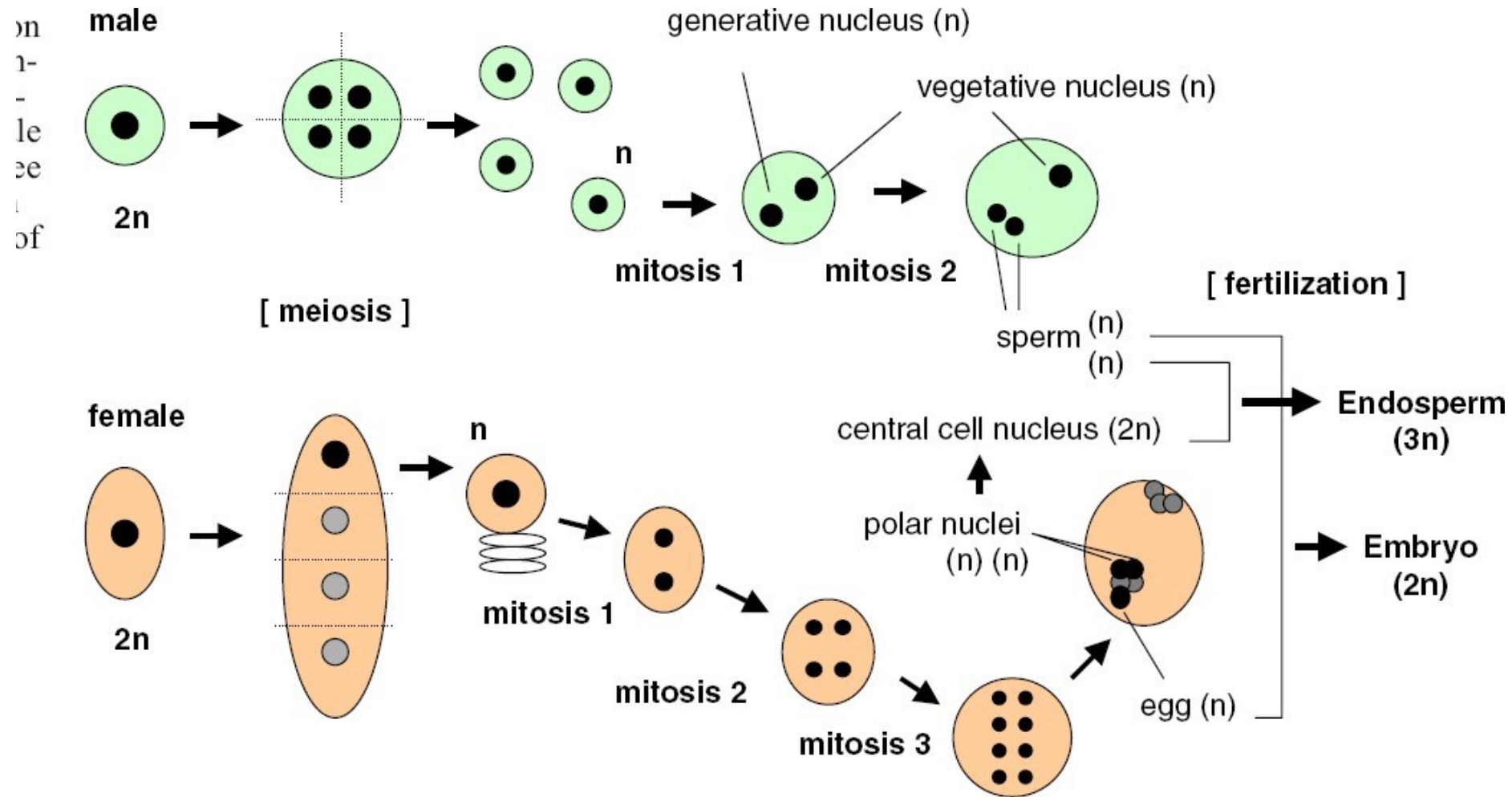


složený list vyššího řádu
u transgenního rajčete
s chimérickým genem *knotted1*
fenotyp (*Petroselinum*)

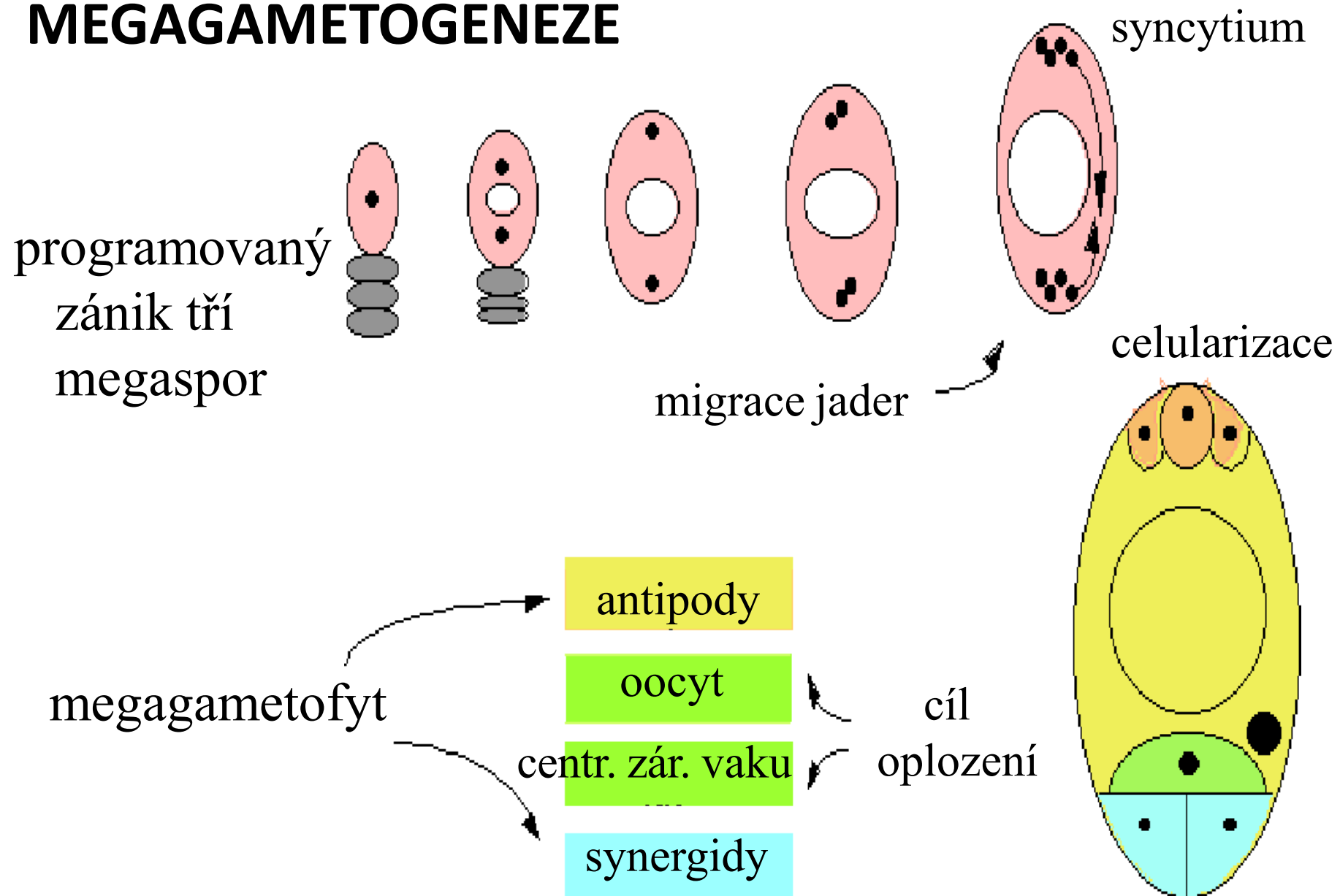


transgenní rajče
bushy

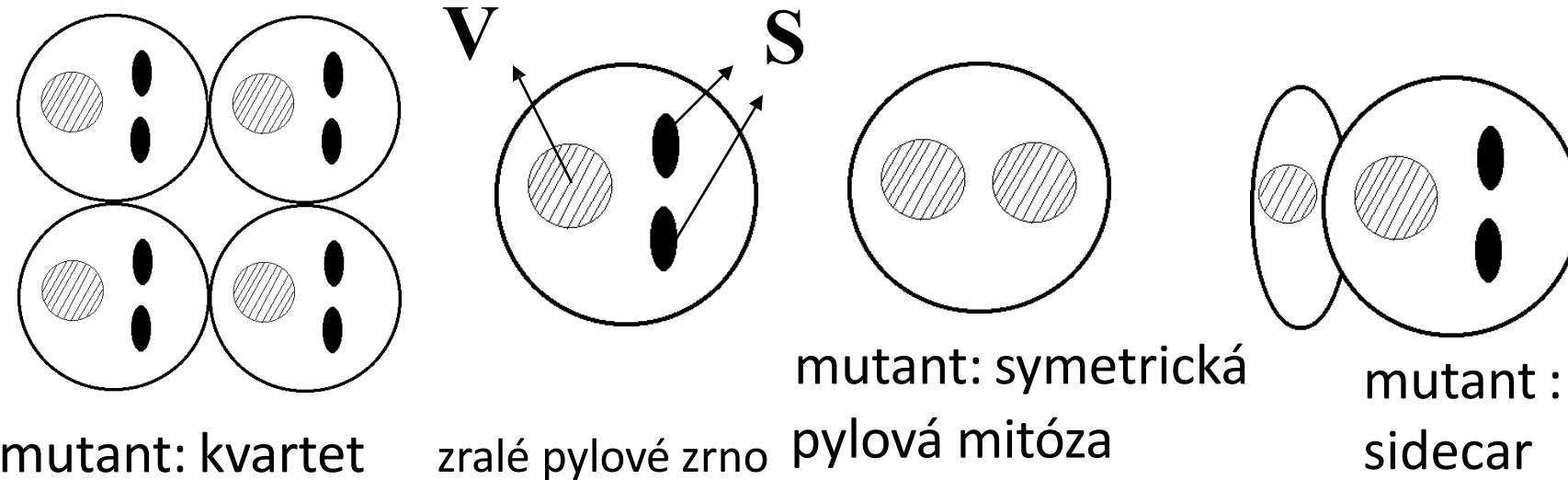
Samčí a samičí sporogeneze, gametogeneze a dvojitá oplození u Arabidopsis



MEGASPOROGENEZE A MEGAGAMETOGENEZE

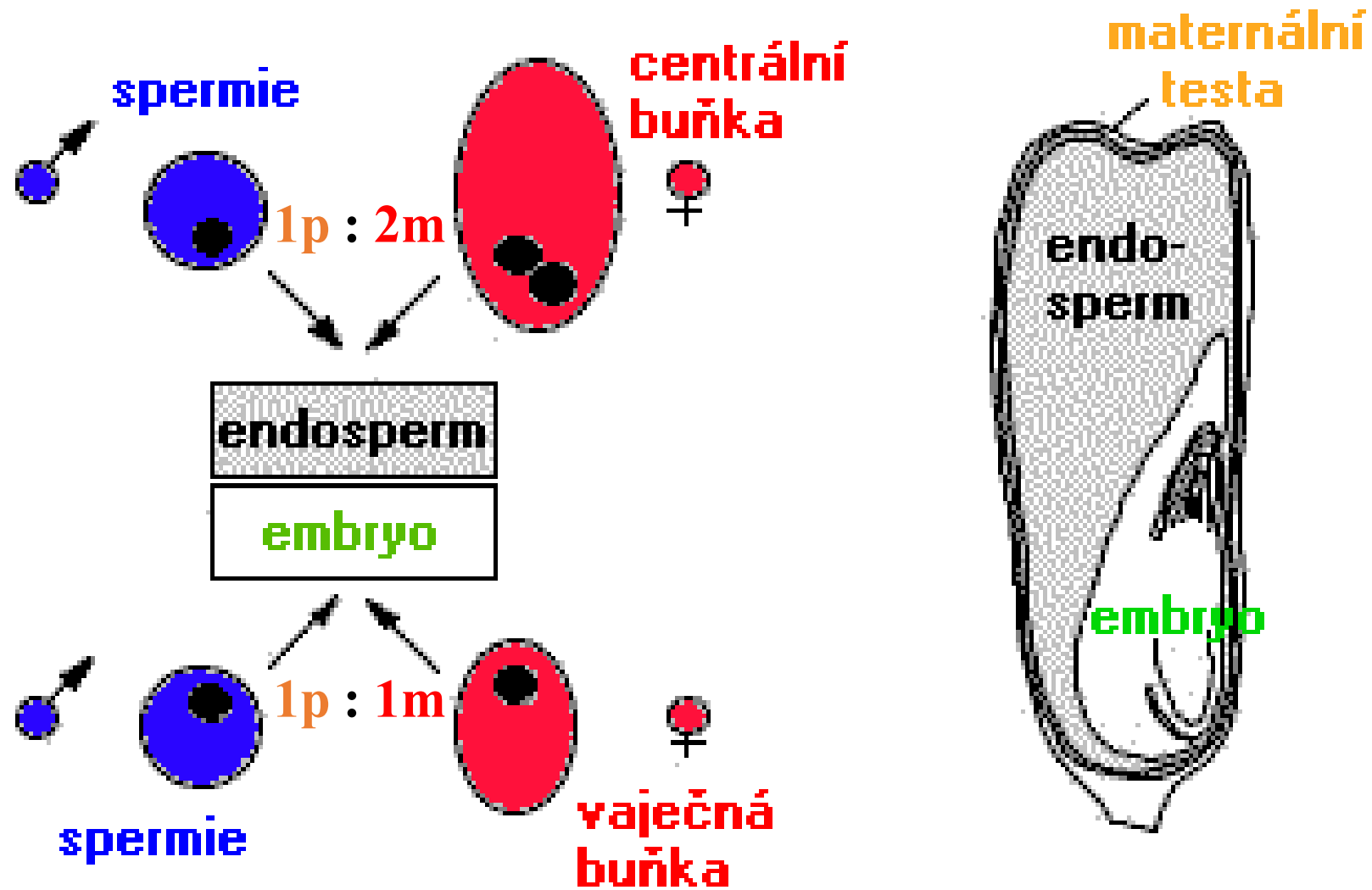


MIKROSPOROGENEZE A MIKROGAMETOGENEZE



- gametofyt je haploidní, vyžaduje specifickou genovou expresi
- představuje střídání životních cyklů, rodozměnu
- model buněčné biologie, asymetrická první pylová mitóza
- generativní buňka je uvnitř buňky vegetativní (*Bacillus subtilis*!)
- řízený růst a zánik buňky vegetativní (pylová láčka)
- vznik dvou funkčních „souřadných“ spermii (?)

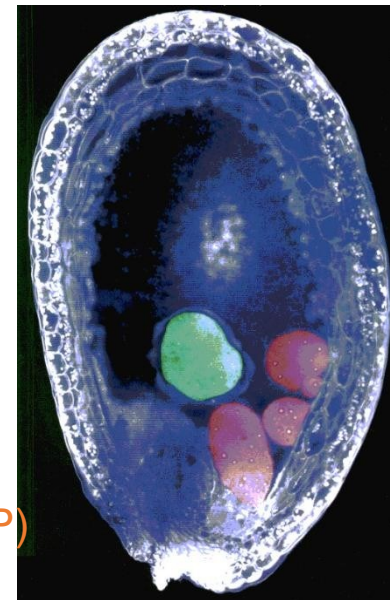
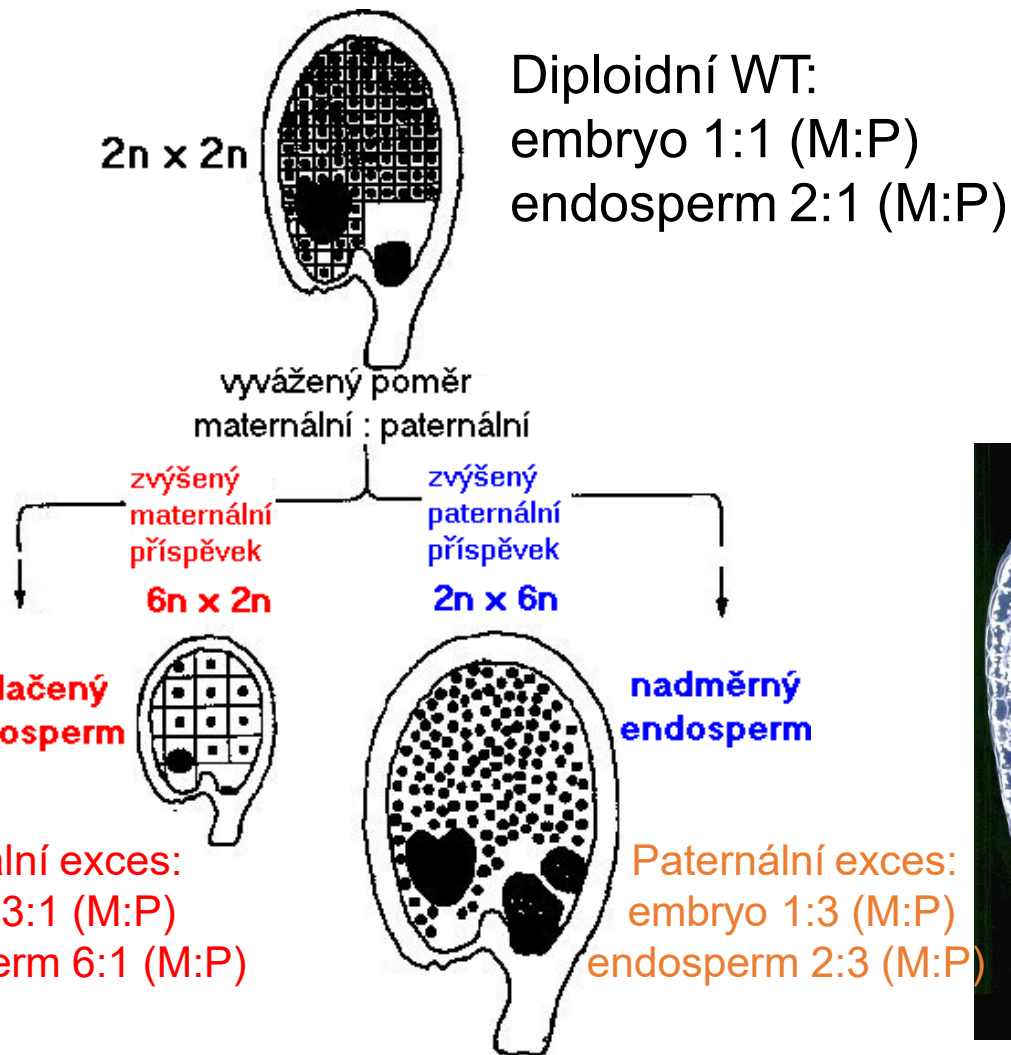
Dvojitá oplození u krytosemenných rostlin :
Sergej Gavrilovič Navašin 1898

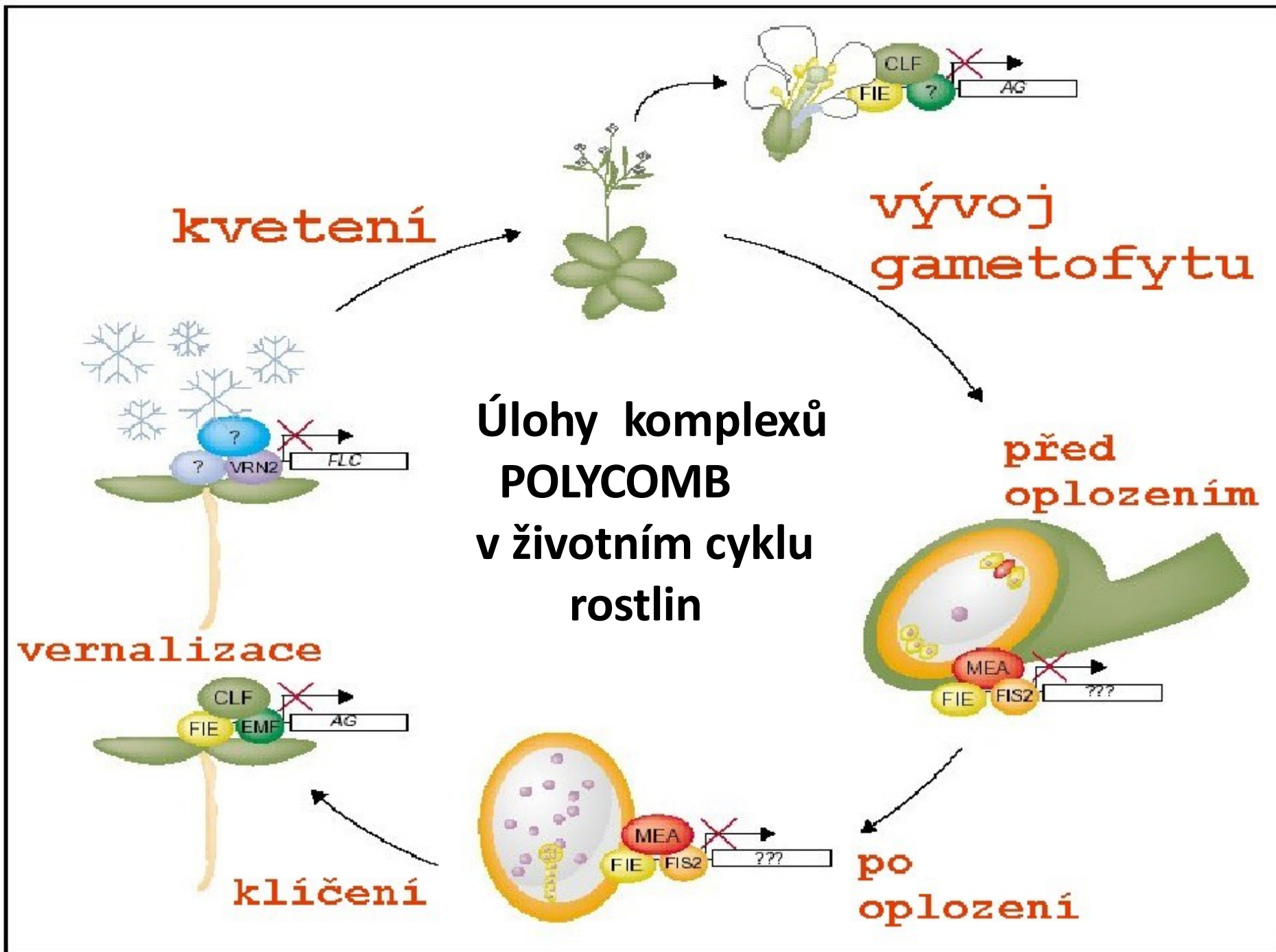


Maternální či paternální exces vedou k narušení exprese imprintovaných genů v endospermu



Rod Scott
(Bath 1998)





Proteiny skupiny POLYCOMB

- jsou antagonisty (represory) homeotických genů s homeoboxem či MADS doménou
- specifikují místo účinku homeotických transkripčních faktorů

Arabidopsis **CURLY LEAF** versus **AGAMOUS**



Justin Goodrich
(Edinburgh)

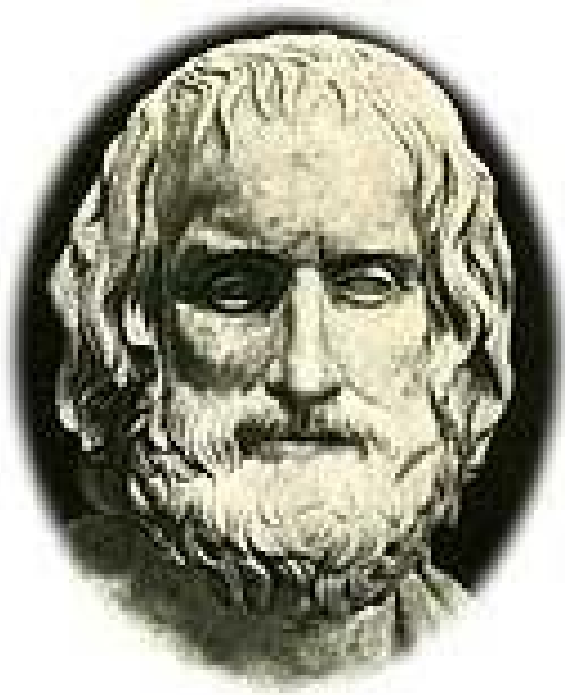


listy
wild-typu



listy mutace *clf* :
ektopická
exprese květního
genu *AG*

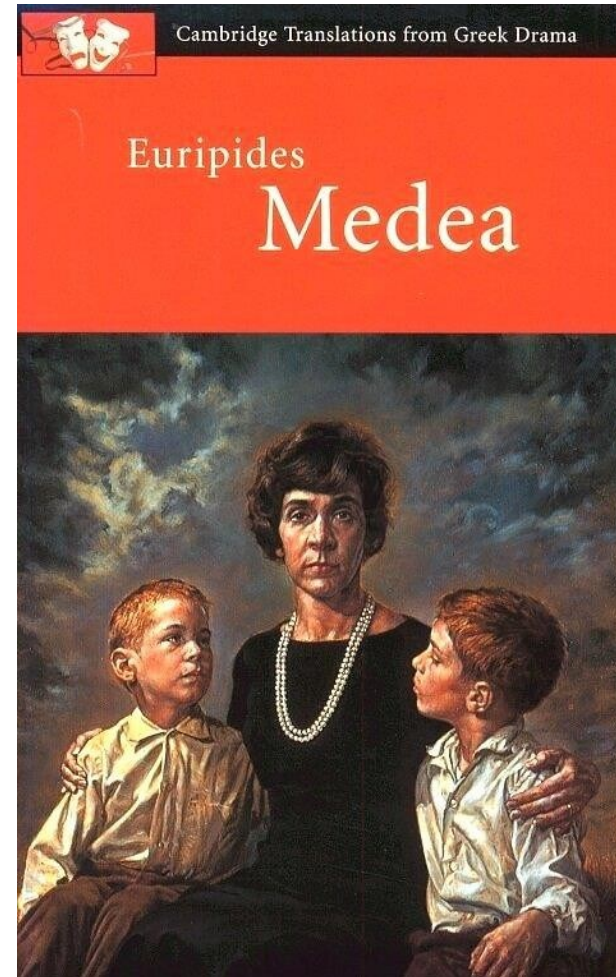




Euripides
(480–406 př. Kr.)

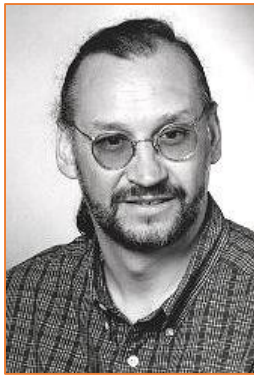
Řecká tragédie
MEDEA
(431 př. Kr.)
... Medea zabíjí
své děti za
lásonovu zradu ...

DŮKAZ TEORIE PARENTÁLNÍHO
KONFLIKTU U ROSTLIN

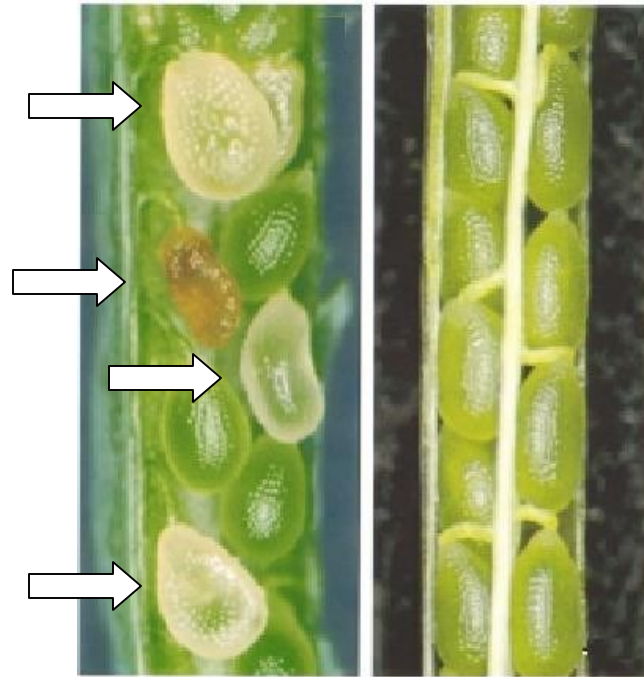


Parentální imprinting u rostlin : maternální efekt genu

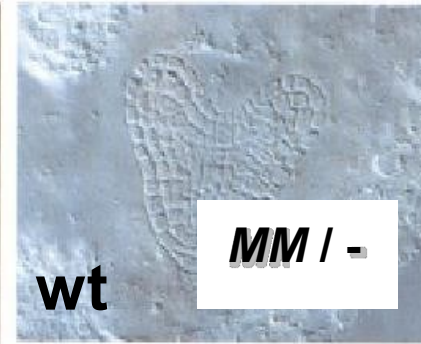
MEDEA



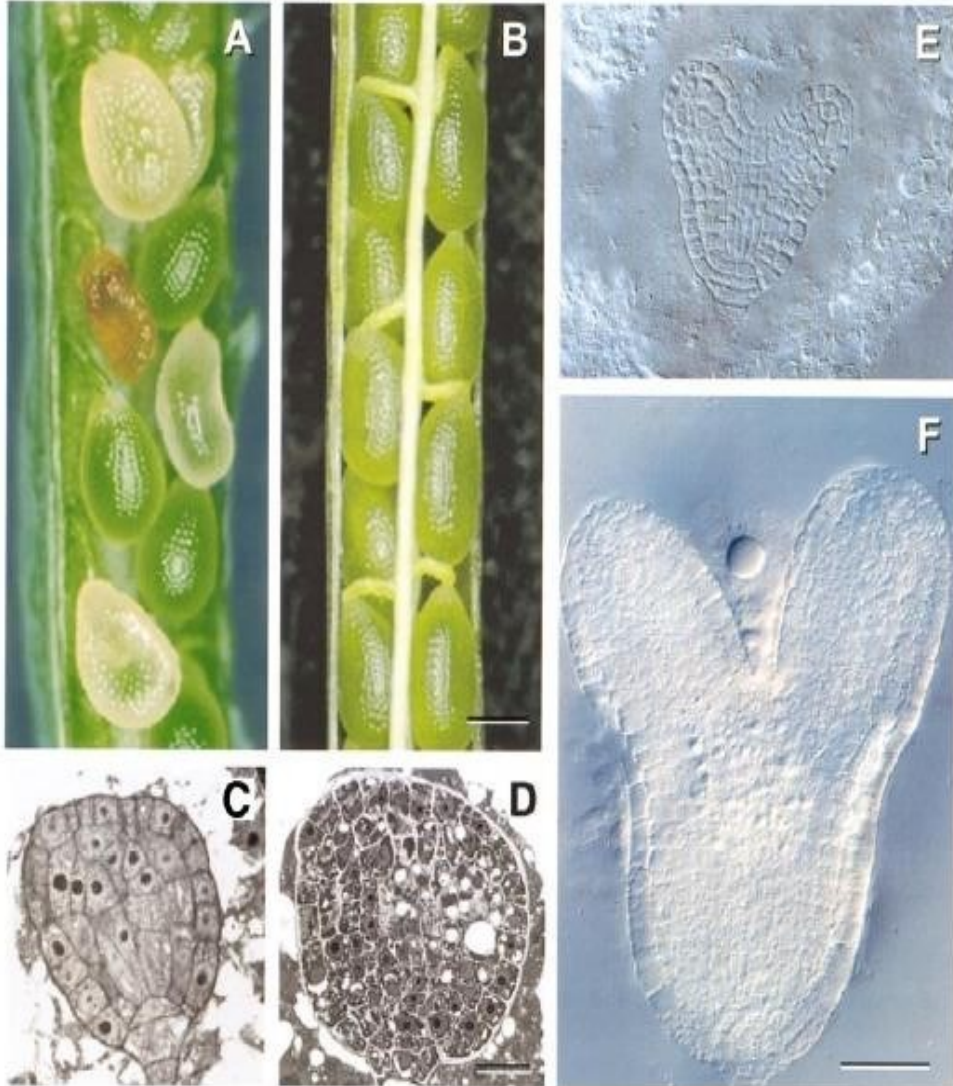
Ueli Grossniklaus
(Zurich 1998)



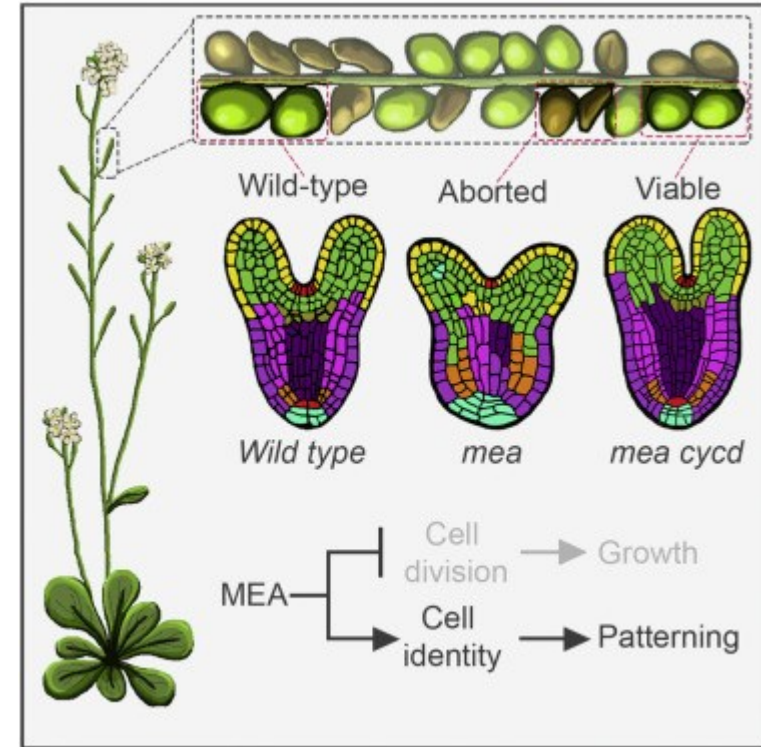
maternální wt-alela: kontrola
(redukce) embryonální proliferace



Fenotyp mutace *medea*



- embryo odvozené z vajíčka *medea* nadměrně roste a umírá v průběhu desikace semene
- letalita embrya je nezávislá na paternálním příspěvku a dávce genu
- embryo vykazuje zvýšenou buněčnou proliferaci na úkor endospermu



DEMETER řídí maternální expresi genu *MEDEA*

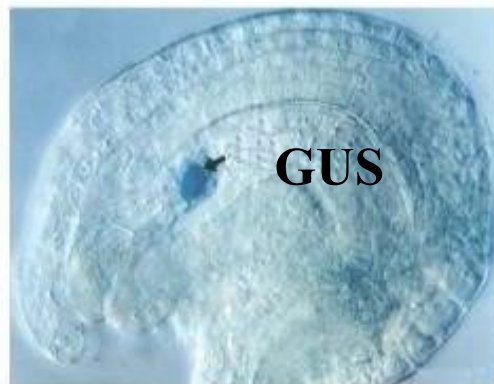
DME / DME

dme / DME

dme / dme

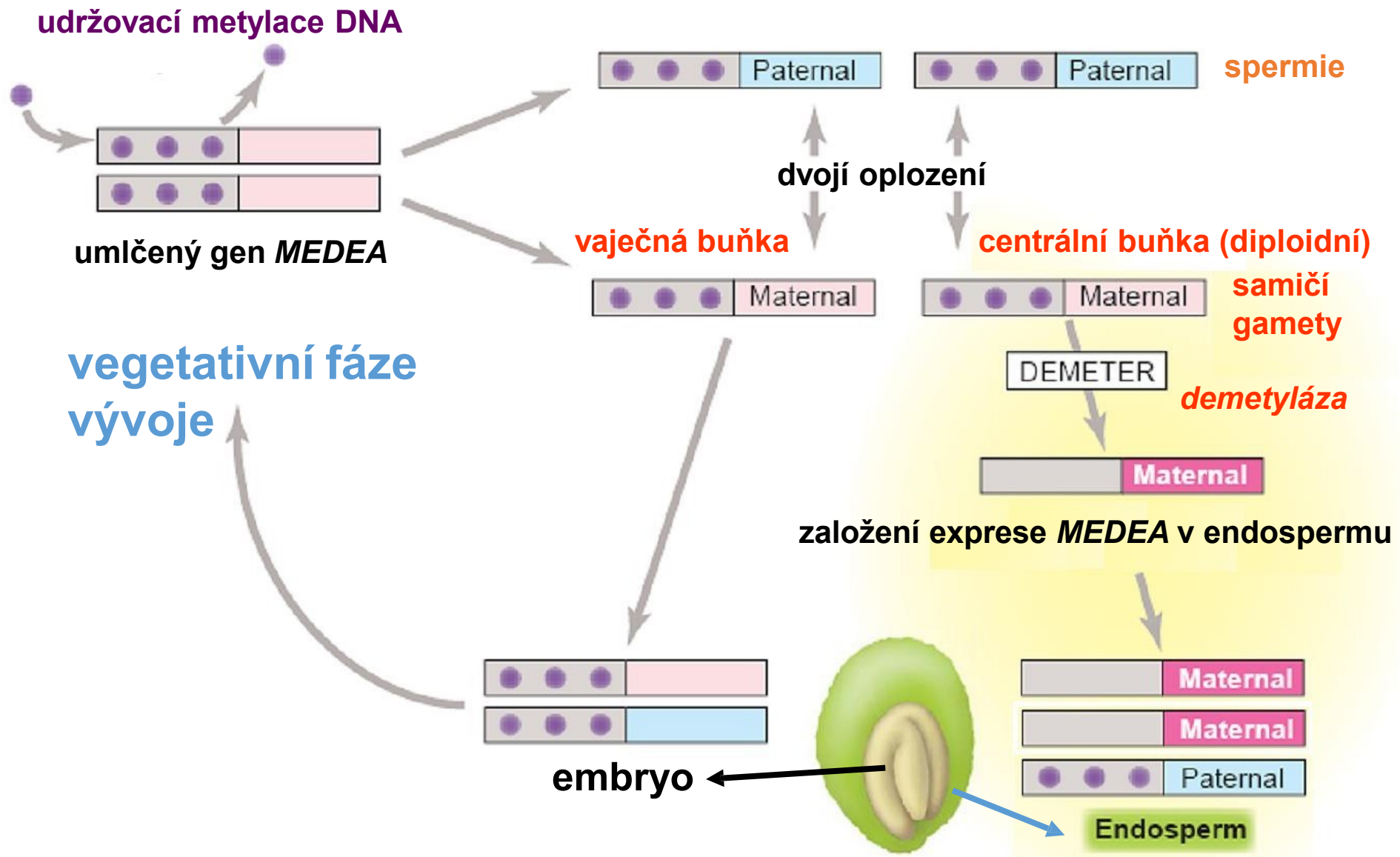


Steve Jacobsen
(UCLA 2002)



exprese
DME
v centrální
buňce
samičího
gametofytu
(DNA glykosyláza?)



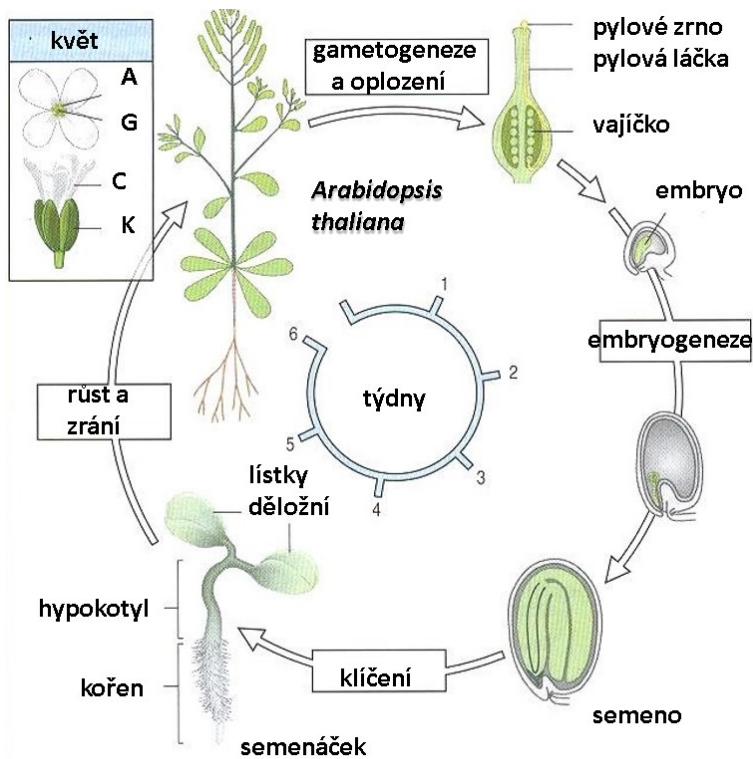


Irreversibilní demethylace genu *MEDEA* v samičím gametofytu *Arabidopsis* (konvergentní evoluce se savčím imprintingem)

Imprintované geny u rostlin

<i>Gen</i>	<i>druh</i>	<i>exprese</i>	<i>mechanismus</i>	<i>funkce</i>
<i>MEDEA</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>maternální</i>	<i>Polycomb</i>	<i>remodelování chromatinu</i>
<i>PHERES1</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>paternální</i>	<i>Polycomb</i>	<i>transkripční faktor</i>
<i>FWA</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>maternální</i>	<i>DNA-metyltransferáza</i>	<i>transkripční faktor</i>
<i>FIS2</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>maternální</i>	<i>DNA-metyltransferáza</i>	<i>remodelování chromatinu</i>
<i>FIE</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>maternální</i>	<i>?</i>	<i>remodelování chromatinu</i>
<i>AGL80</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>maternální</i>	<i>?</i>	<i>transkripční faktor</i>
<i>AtFH5</i>	<i>Arabidopsis</i>	<i>maternální</i>	<i>?</i>	<i>regulace aktinu</i>
<i>FIE1</i>	<i>kukuřice</i>	<i>maternální</i>	<i>DNA-metyltransferáza</i>	<i>remodelování chromatinu</i>
<i>FIE2</i>	<i>kukuřice</i>	<i>maternální</i>	<i>DNA-metyltransferáza</i>	<i>remodelování chromatinu</i>
<i>R</i>	<i>kukuřice</i>	<i>maternální</i>	<i>?</i>	<i>syntéza pigmentu</i>

... Oidipovský komplex

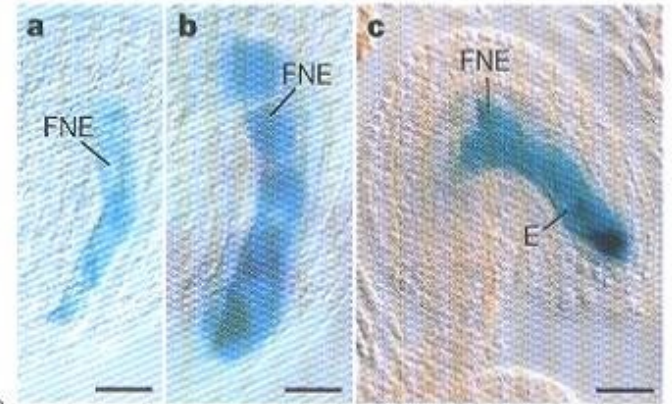


Delayed activation of the paternal genome during seed development

Jean-Philippe Vielle-Calzada^{*†}, Ramamurthy Baskar^{*†}
& Ueli Grossniklaus^{*†}

^{*} Cold Spring Harbor Laboratory, 1 Bungtown Road, Cold Spring Harbor, New York 11724, USA

NATURE | VOL 404 | 2 MARCH 2000 | www.nature.com



The Plant Cell, Vol. 17, 1061–1072, April 2005, www.plantcell.org

Daniel Grimanelli, Enrico Perotti, Jorge Ramirez, and Olivier Leblanc

Timing of the Maternal-to-Zygotic Transition during Early Seed Development in Maize

