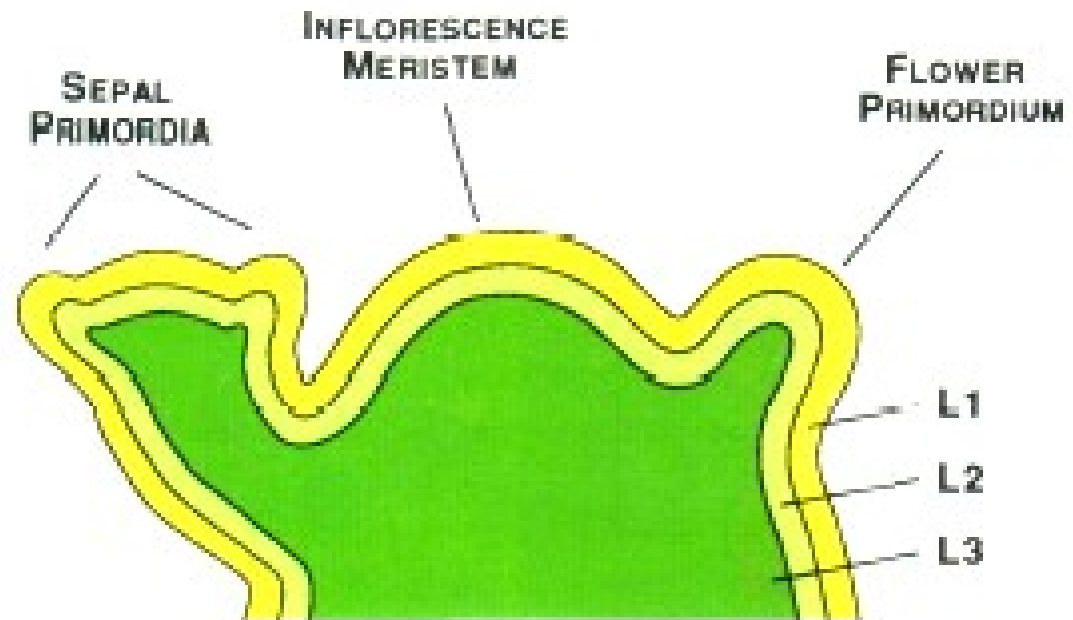
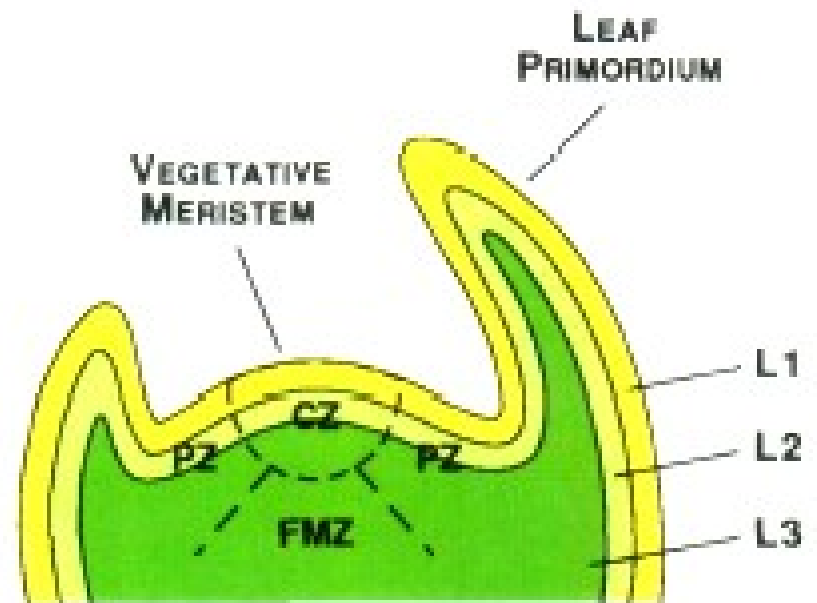


Generativní meristémy

a vývoj květních orgánů

Srovnání vegetativního a generativního meristému



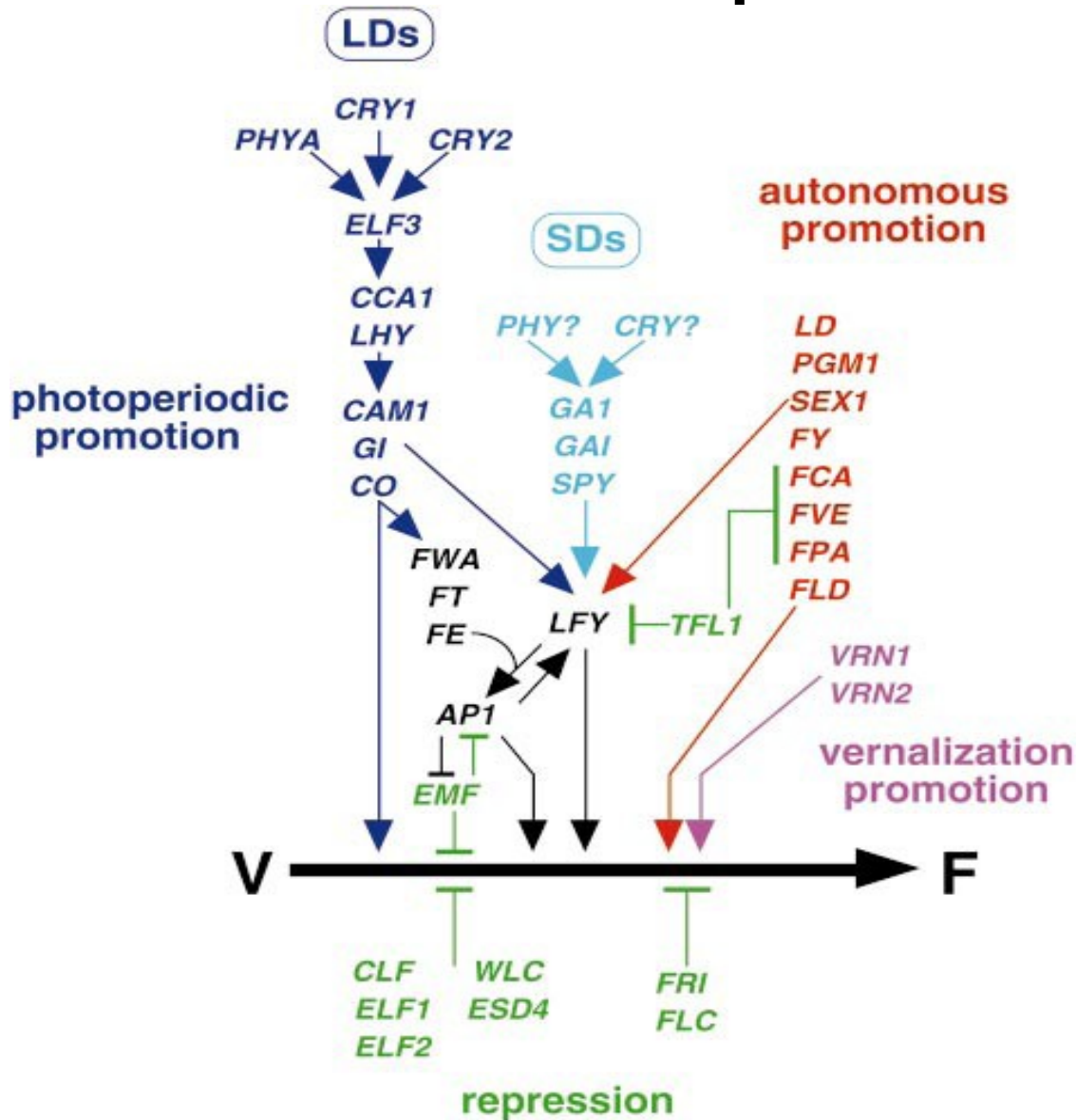
Huala et Sussex 1993

Regulace kvetení

- které **faktory** regulují kvetení rostlin
 - vnější
 - vnitřní

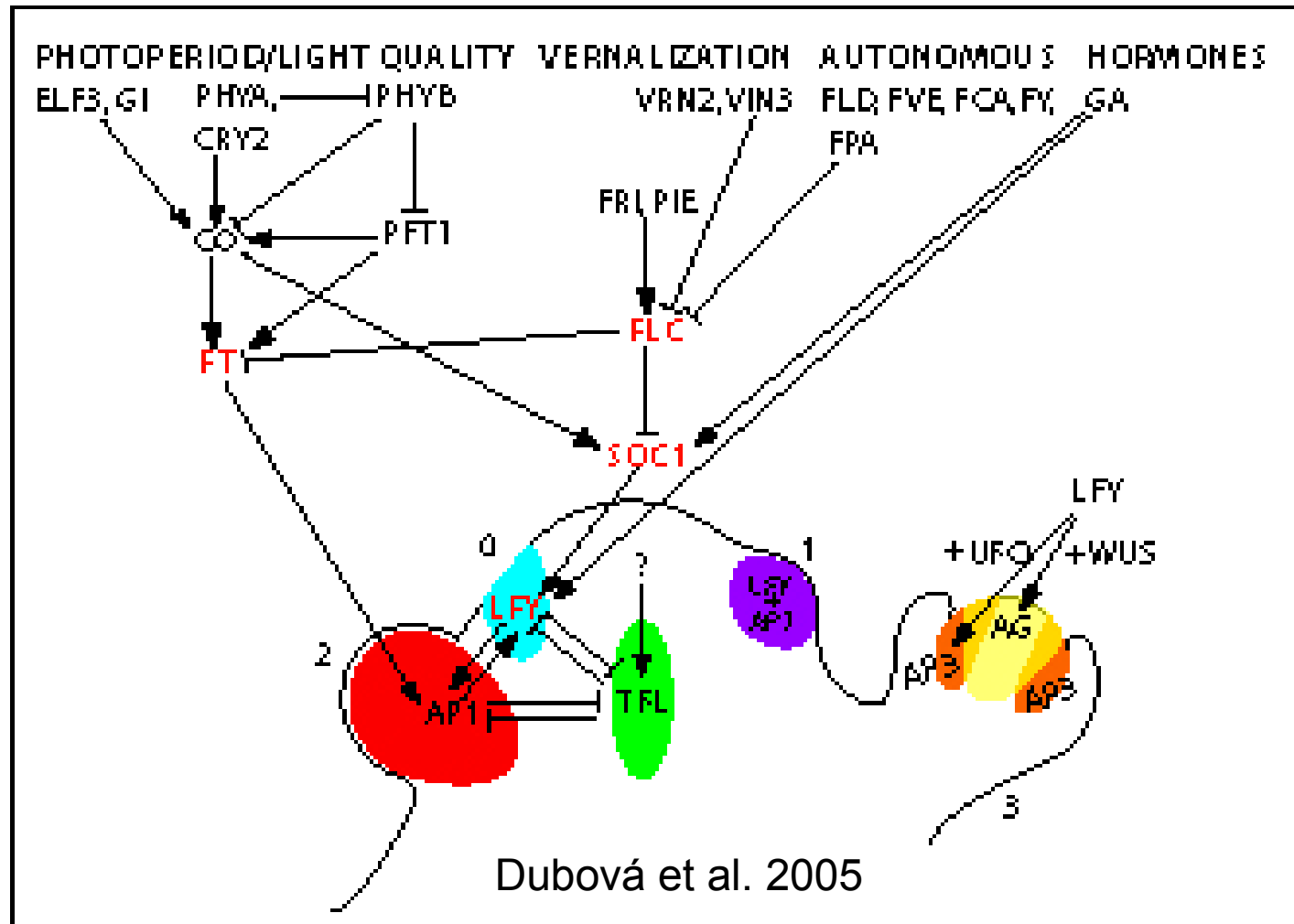
- jaké jsou **mechanizmy** této regulace a jak jsou odpovědi rostlin na jednotlivé faktory integrovány, aby určily dobu kvetení

Genetické dráhy kontrolující čas kvetení u Arabidopsis



Levy et Dean 1998

Integrace faktorů



Externí faktory regulující kvetení

- **fotoperioda**
- **spektrální složení světla** (indikuje hustotu porostu - v hustém porostu je kvůli absorpci světla listy nízký poměr R:FR)
- dlouhodobé působení nízkých teplot v zimě (**vernalizace**)
- **stresy** (abiotické i biotické) - podle typu stresu zpomalení nebo urychlení kvetení (při urychlení zřejmě strategie vyhnutí se stresu, *stress-avoidance*: rostlina rychle vytvoří potomstvo a semena se rozšíří jinde, případně přečkají období nepříznivých podmínek na místě)
- další signály z prostředí (**úroveň minerální výživy, teplota** aj.)
- poměrně málo prozkoumané

Kvalita světla

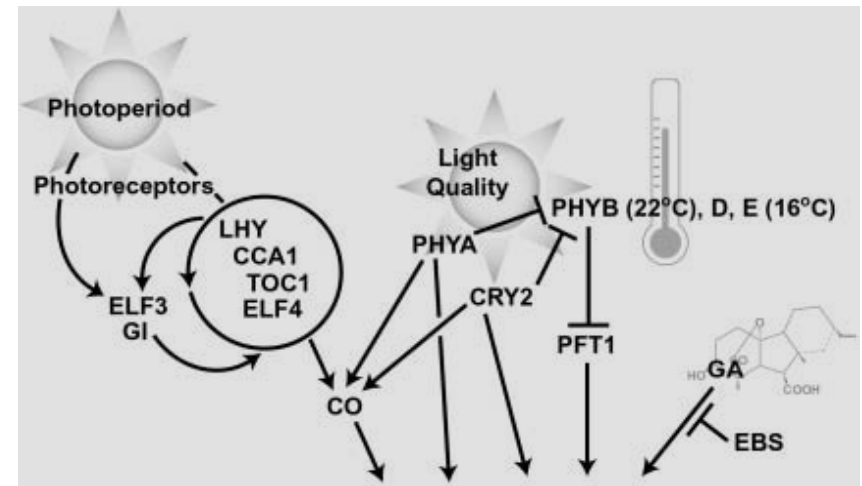
- poměr R:FR je vnímán fytochromy (**fytochrom B, A**)
- R složka světla je pohlcována rostlinami, FR se odráží nebo prochází
- nízký poměr R:FR indukuje u řady rostlin komplex odpovědí zvaný **vyhnutí se zastínění** (*shade-avoidance response*):
 - hluboko vysetá semena neklíčí
 - „vytahování“ rostlin v hustém zápoji
 - urychlení kvetení = vyhnutí se stínu formou produkce semen

Interní faktory regulující kvetení

- **ontogenetické stáří** rostliny - mnoho rostlin má do určitého stáří juvenilní fázi, kdy nejsou schopny vykvést ani za indukčních podmínek (nejsou kompetentní ke kvetení)
- **velikost/biomasa**
 - např. některé víceleté monokarpické druhy (pcháče apod.) vykvetou až po překročení určité velikosti přízemní růžice
 - tabák (McDaniel) indukce kvetení po dosažení určitého počtu listů
- **hladina hormonů** - hlavně gibereliny

System regulace kvetení u Arabidopsis

- dráhy reagující na různé podněty společně regulují několik **integrátorových proteinů**; ty stimulují tvorbu proteinů pro **identitu meristému** (nutné pro přeměnu z vegetativního na květní)
- na různých úrovních působí represory (např. *TFL*), které brání vykvetení příliš mladých rostlin



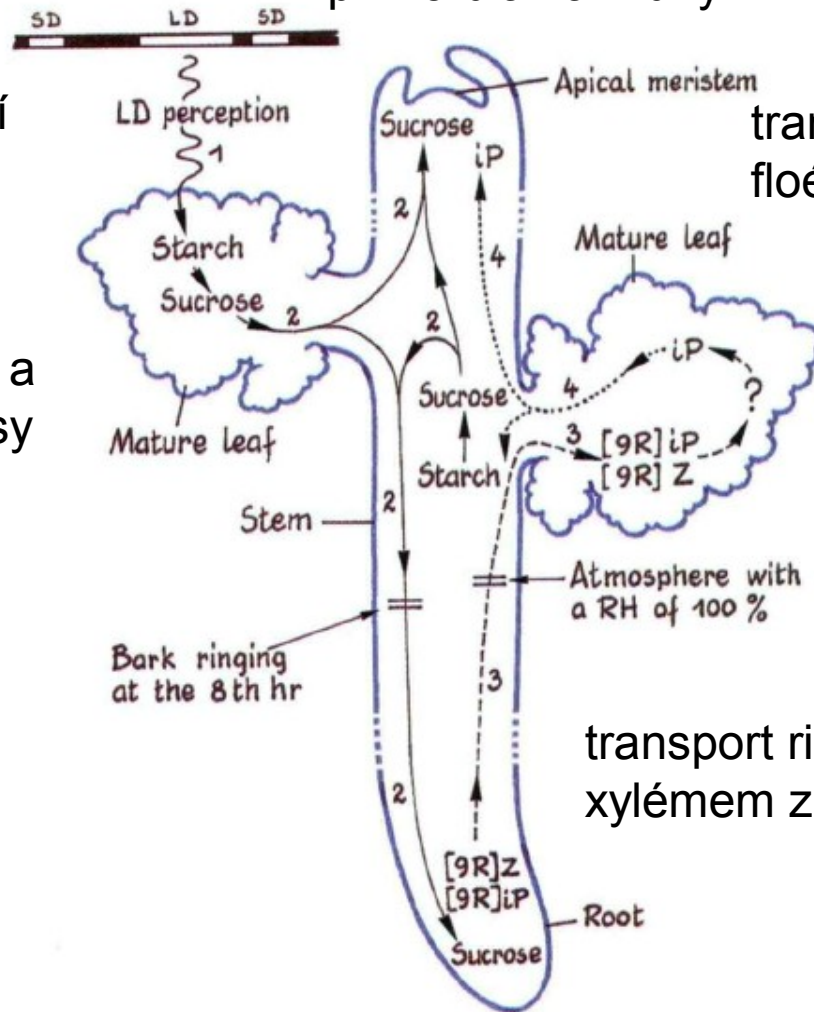
květní integrátorové proteiny
LEAFY (LFY), APETALA1 (AP1), CAULIFLOWER (CAL),
AP2, and UNUSUAL FLORAL ORGANS (UFO)

Kontrola přechodu ke kvetení u *Sinapis alba*

iniciace prvního květního
primordia za 2 dny

percepce vnímání
dlouhého dne
dospělými listy

mobilizace škrobu a
transport sacharosu
floémem



transport izopentenyladeninu
floémem z listů do SAM

transport ribosidů cytokininů
xylémem z kořene

Časování kvetení

- rostliny musí „vyhodnotit“ řadu vnitřních i vnějších faktorů
- životní strategie rostliny určuje, jak každý z faktorů ovlivňuje kvetení, záleží i na podmínkách lokality
- jsou rozdíly mezi druhy, ale i mezi ekotypy jednoho druhu

Vernalizace

- česky **jarovizace**, angl. vernalization
- dlouhodobé působení teplot těsně nad bodem mrazu
- požadavek na vernalizaci je častý u **přezimujících** (winter-annual) a **dvouletých** (biennial) rostlin
- může být kvalitativní nebo kvantitativní (jako u fotoperiodizmu)

Vernalizace

- vernalizace mnohdy kvetení přímo neindukuje, jen umožňuje, že např. vernalizované rostliny jsou následně **indukovatelné** ke kvetení dlouhým dnem, zatímco nevernalizované zůstanou i na dlouhém dni vegetativní. Kombinace vernalizace a fotoperiodizmu je dosti obvyklá.
- Nízké teploty jsou vnímány v meristémech vzrostných vrcholů. Vernalizované meristémy jsou citlivé na indukční podmínky (fotoperiodu apod.) i mnoho měsíců po skončení nízkých teplot. **Meristémy si tudíž „pamatují“**, že prošly vernalizací. Tato paměť se předává na dceřinné buňky při mitóze, ale ne při meióze. Vernalizovaný stav tedy vykazuje znaky epigenetické dědičnosti.

Hess 1983

Geny pro identitu meristému u *Arabidopsis*

- nutné pro indukci květních orgánů
- indukce kvetení spouští expresi *LFY*, pak *AP1*
- **APETALA1** a **LEAFY** = transkripční faktory -
vazba na DNA, regulace exprese genů

Meristémy květenství a květu

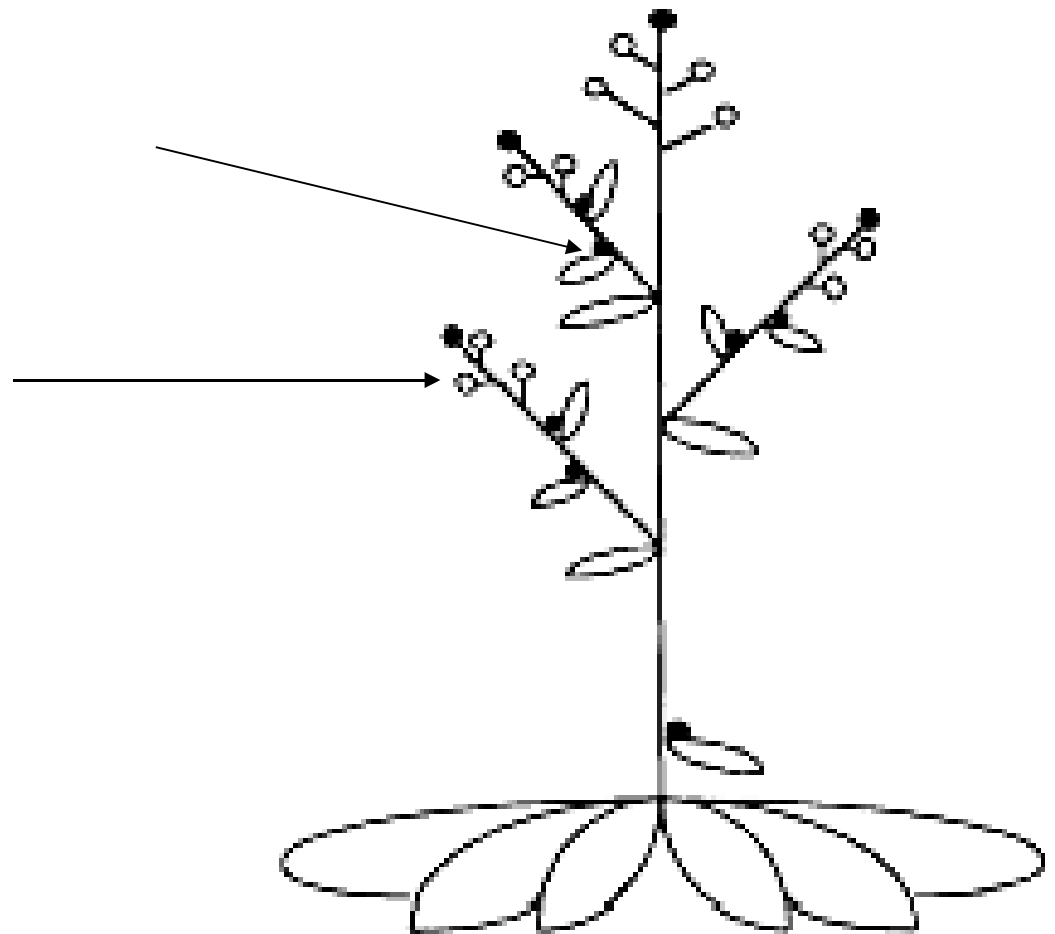
- **determinantní rostlina** - produkuje omezený počet fytoemer a pak přechází do kvetení - časté u jednoletých rostlin
- **indeterminantní rostlina** - apikální buňky jsou permanentní iniciály
- **indeterminantní meristém květenství** - hrozen - např. u *Arabidopsis* - netvoří přímo květy, ale také netvoří listy, ale listeny a směs meristémů květenství a květů (květní meristém = nemá na bázi listen)
- **determinantní meristém květenství** - úbor - Asteraceae

Indeterminantní meristém květenství

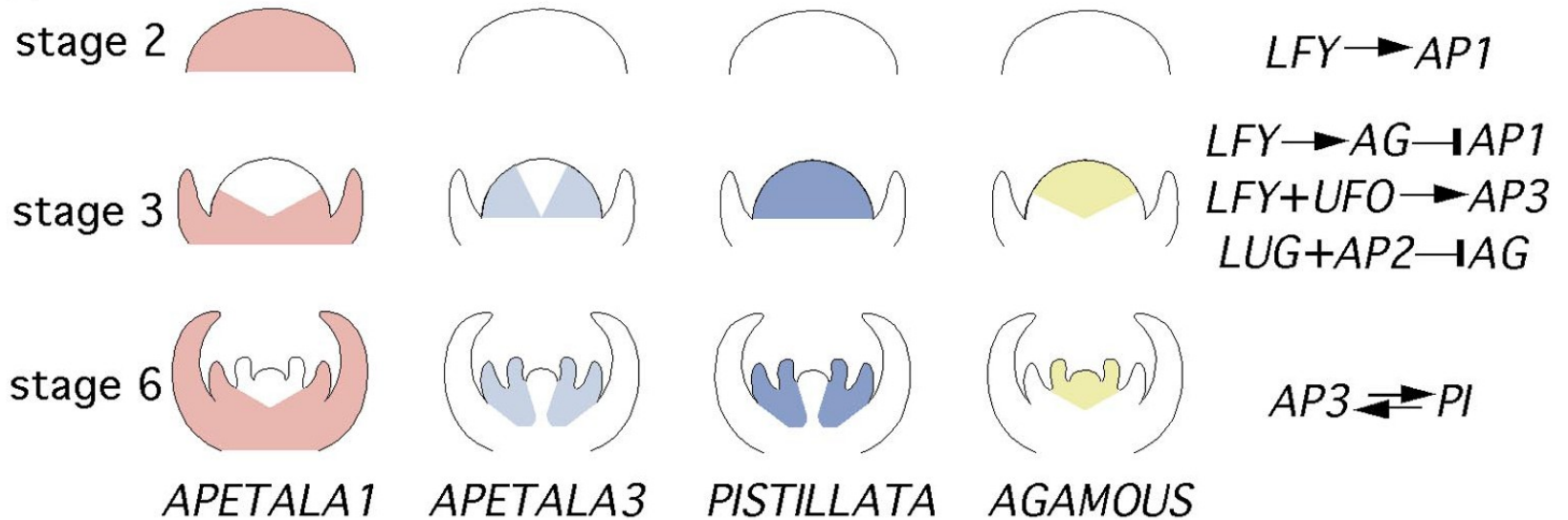
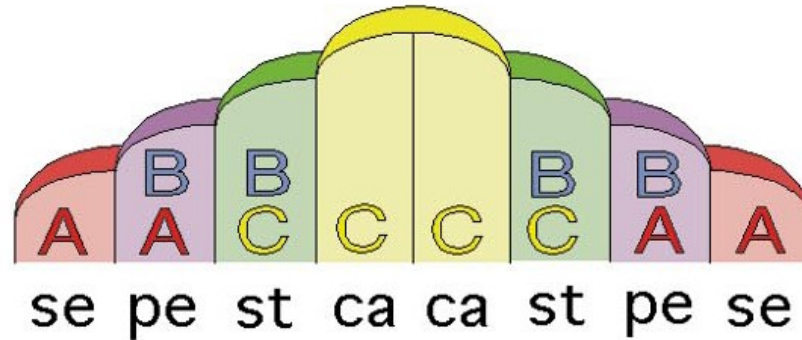
hrozen u *Arabidopsis*

meristém květenství

meristém květní
(nemá na bázi listen)



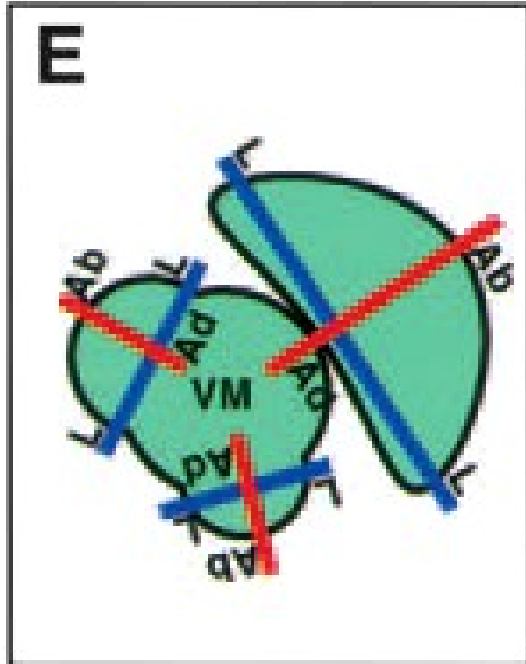
ABC model



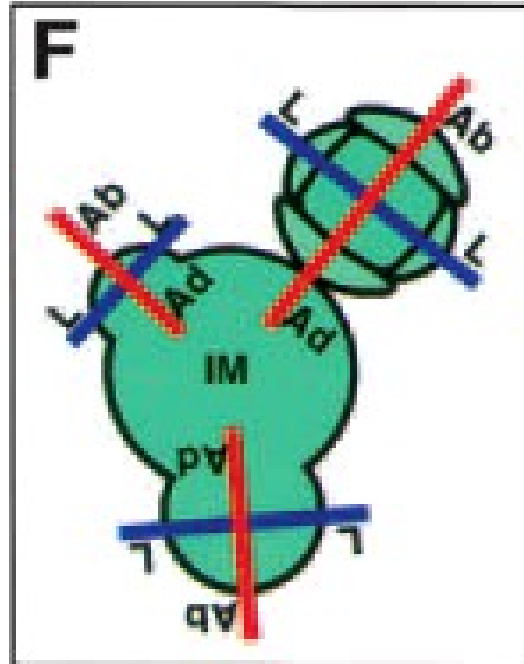
Geny identity květních orgánů

- objeveny pomocí květních homeotických mutantů (homeotický = vztahující se ke genu produkujícímu hlavní posun ve vývoji)
- transkripční faktory - specifikace umístění orgánů
- proteiny mají specifickou DNA vazebnou strukturu (MADS-box)
- AP1, AP2, AP3, PI, AG

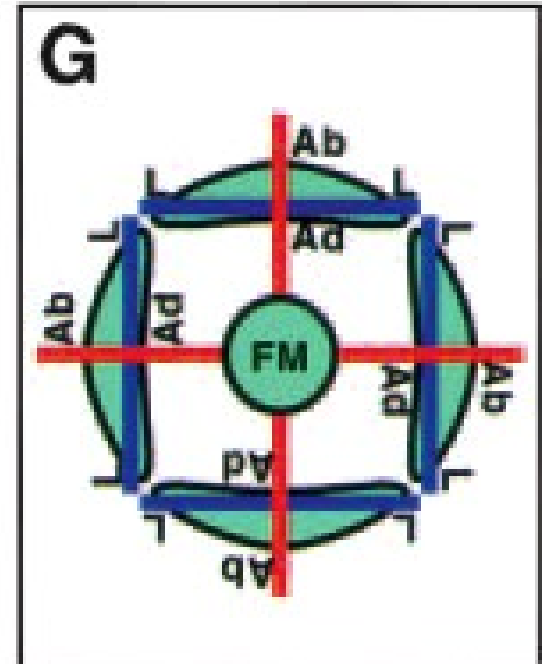
Srovnání meristémů



vegetativní meristém



meristém květenství



meristém květu

Jak rostlina pozná vhodnou dobu ke kvetení

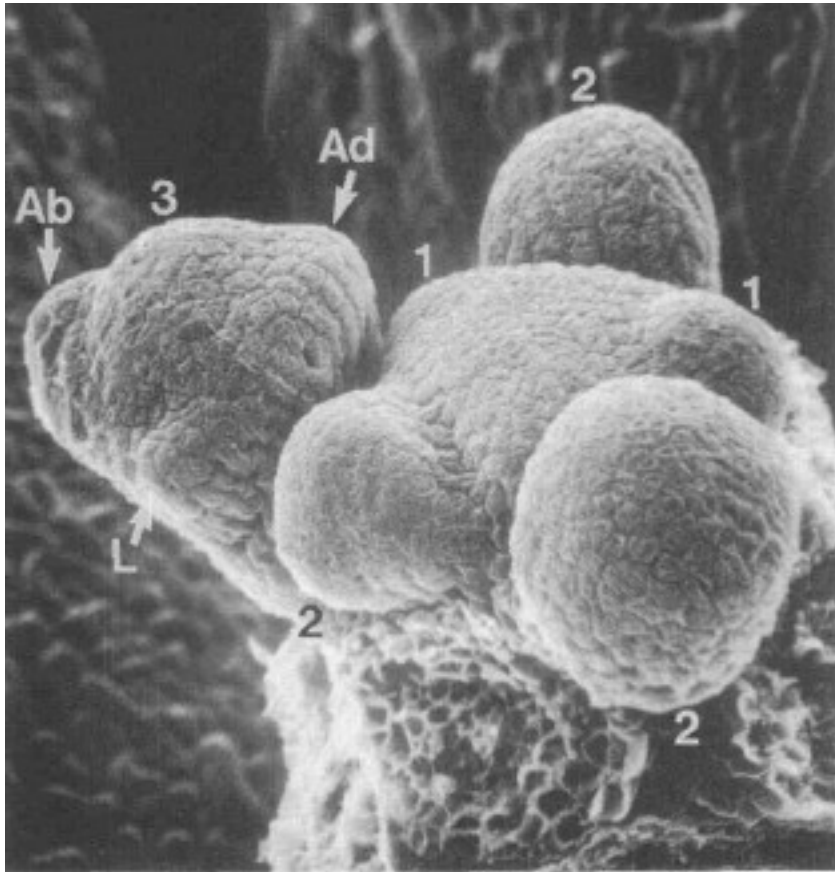
Nespolehlivé indikátory

- teplota
- vzdušná vlhkost
- celková úroveň osvětlení

Spolehlivé indikátory

- délka dne a noci (receptorem je fytochrom)
 mění se s ročním obdobím
 mění se se zeměpisnou šířkou

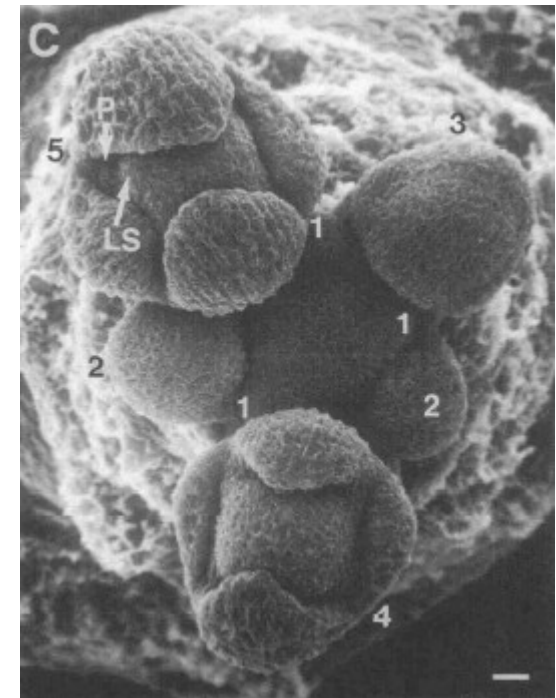
Meristém květenství a květu



Smyth et al. 1990

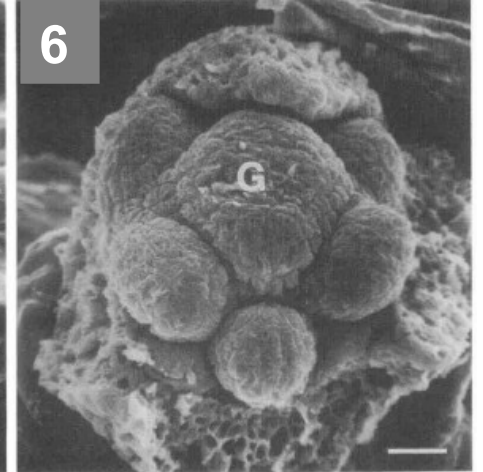
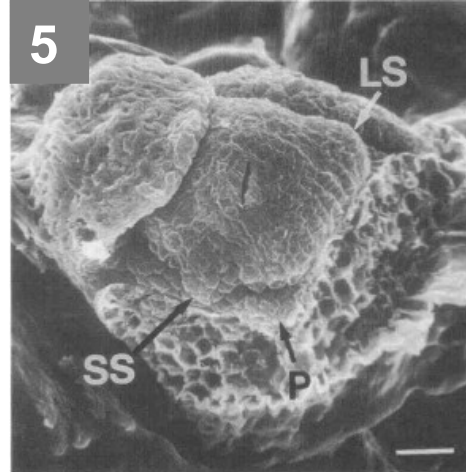
Přehled stadií vývoje květu u *A. thaliana* (Smyth et al. 1990)

Stadium	Charakteristický znak
1	Vznik květního základu
2	Tvorba květního primordia
3	Formace primordií sepalů
4	Sepaly překrývají meristem
5	Vznik primordií petalů a tyčinek
6	Sepaly uzavírají pupen
7	Zakládání nitky u primordií dlouhých tyčinek
8	Diferenciace prašných pouzder u dlouhých tyčinek
10	Petaly na úrovni krátkých tyčinek
11	Diferenciace bliznových papil
12	Petaly na úrovni dlouhých tyčinek

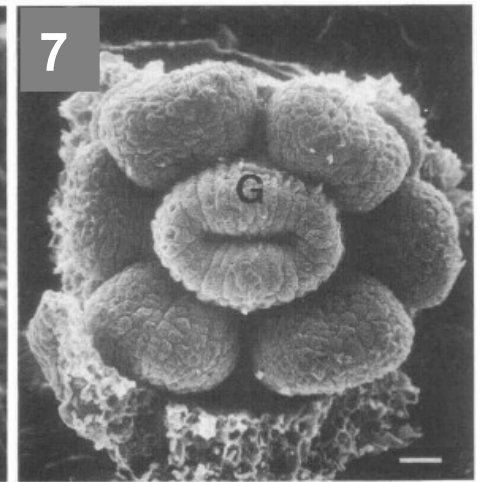
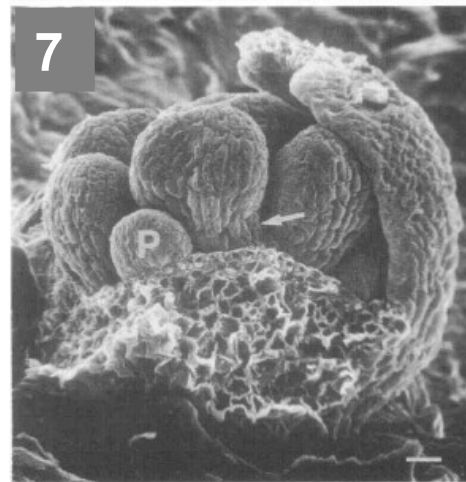


Stadia vývoje květu *Arabidopsis*

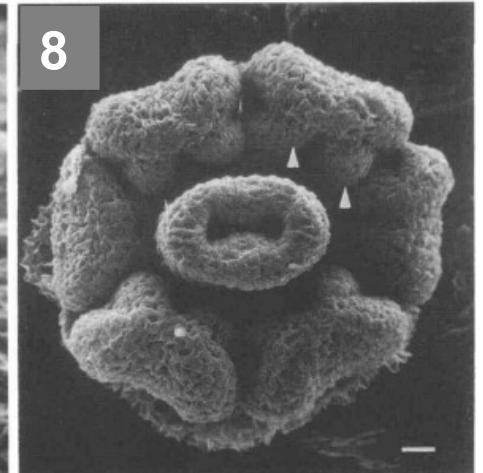
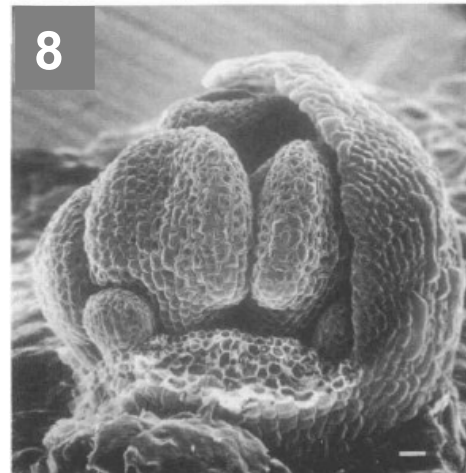
5 - vznik primordií petalů a tyčinek,
primordia delších tyčinek (LS) = větší



6 - primordia tyčinek vyklenutá,
základ gynecea (G)



7 - zakládání nitky u primordií
dlouhých tyčinek



8 - diferenciacce prašných pouzder
u dlouhých tyčinek

Smyth et al. 1990

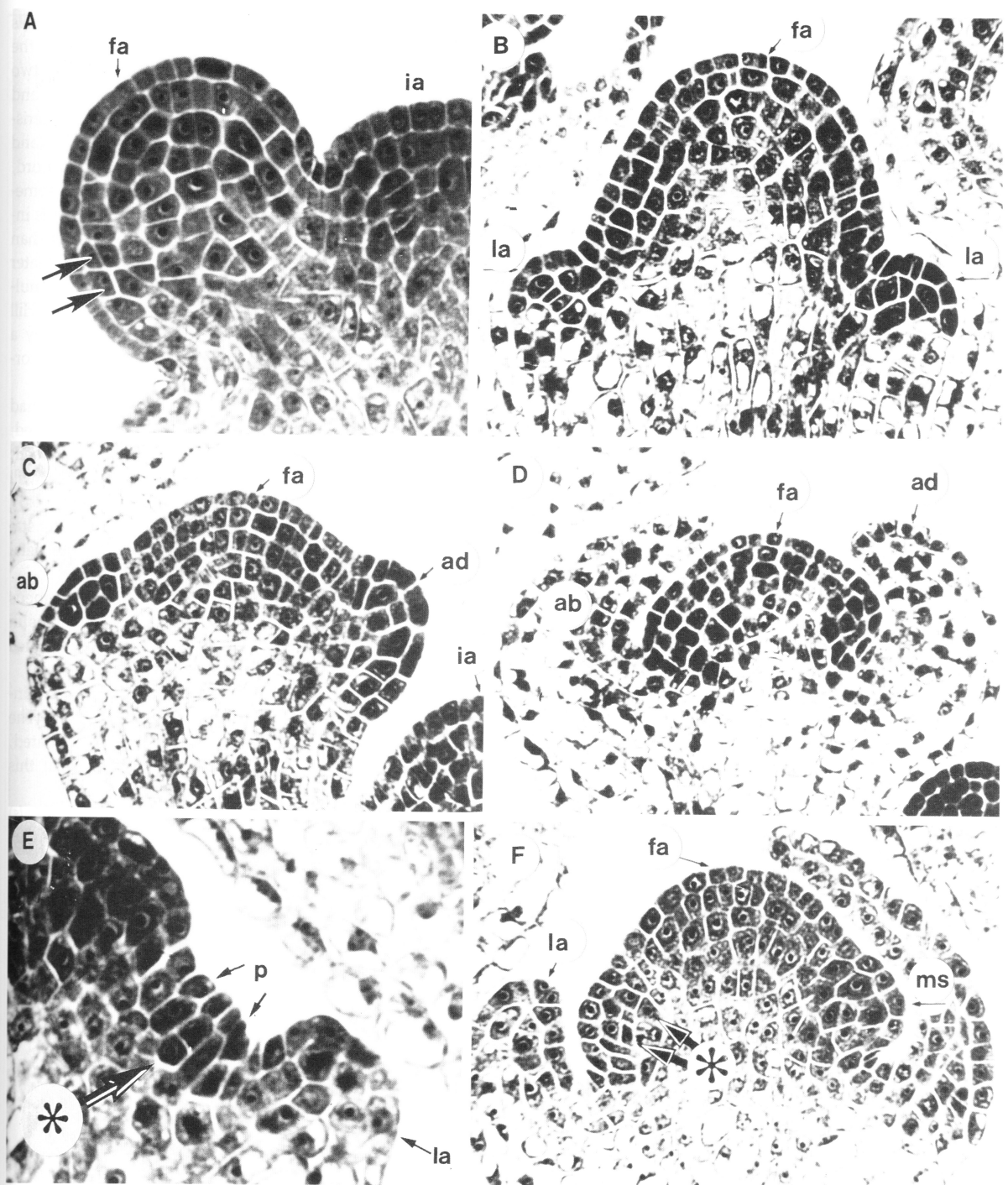
Meristém květenství a květu

zakládání sepalů –
periklinální dělení

abaxiální a
adaxiální sepal

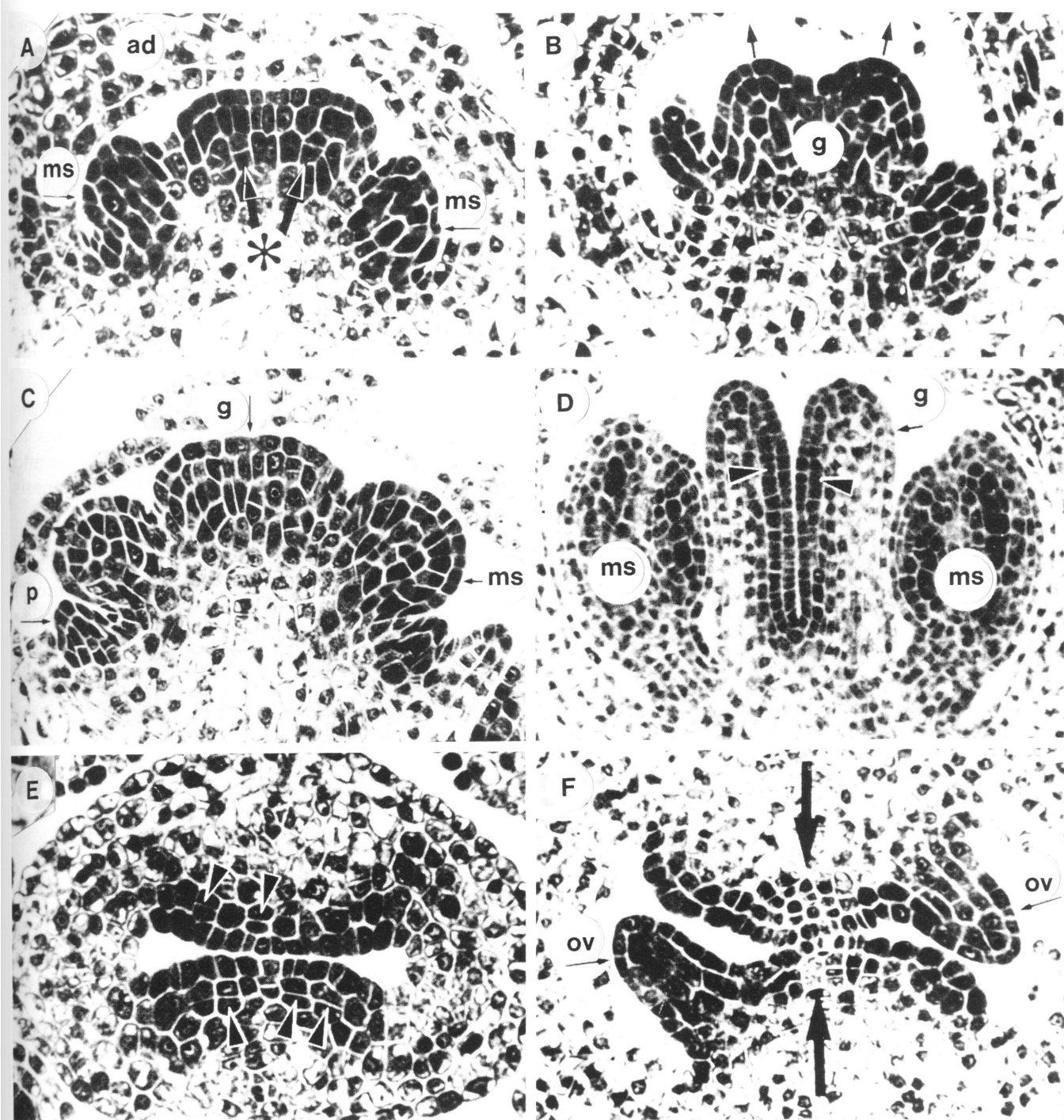
zakládání petalů –
periklinální dělení *

Bowman 1993



Meristém květu

iniciace gynecia *
mediální prašníky - ms



příčný řez
semeníkem –
zakládání vajíček

Bowman 1993

Stadia vývoje květu *Arabidopsis*

9 - petaly nahoře širší

10 - velikost květu 2x
větší, petaly na úrovni
kratších tyčinek

11 - diferenciaci
bliznových papil

12 - petaly na úrovni
delších tyčinek

Smyth et al. 1990

