

Opylení a oplození u krytosemenných rostlin

vývoj poznání o opylování rostlin
dehiscence prašníků
přenos pylu
klíčení pylu a růst pylové láčky
syngamie a konfluace



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Vývoj poznání o rostlinné sexualitě

Počátky poznání procesu opylování

Rudolf Jakob Camerarius (1665 -1721)

německý lékař a botanik, ředitel botanických zahrad v Tübingen (1687)



studium reprodukce rostlin - první pokusy popisující pohlavnost rostlin,

domníval se, že přenos pylu se děje **jen větrem**

bažanka *Mercurialis*

špenát *Spinacia*, *Ricinus*, *Zea*

1694 - *De sexu plantarum epistola*

Počátky poznání procesu opylování

- 20. léta 18. století anglický zahradník Philip Miller objevuje opylování hmyzem

The Gardeners and Florists dictionary, London 1724

- první polovina 18. stol. - Johann Jacob Dillenius (1687 - 1747) objevil kleistogamii = vznik plodů a semen i tam, kde se květy vůbec neotvírají

Joseph Gottlieb Kölreuter

1733 -1806

německý botanik
vystudoval na univerzitě v Tübingen
pracoval i v St. Peterburku



získal semena po umělém opylování
Dianthus, Hyoscyamus, Matthiola, Nicotiana

Joseph Gottlieb Kölreuter

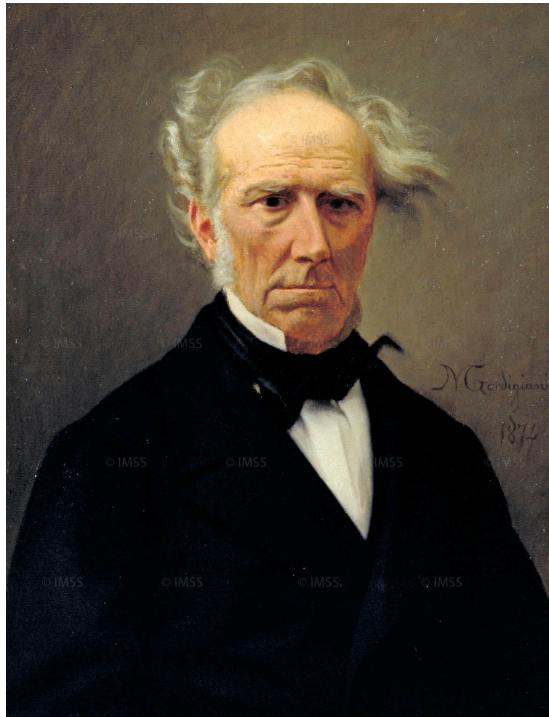
1733 -1806

- považován za zakladatele nauky o biologii kvetení
- 1756 - 1760 při svých hybridizačních, kultivačních pokusech a pozorováních již rozlišoval celkem čtyři typy rozmnožování rostlin:
 - autogamii v uzavřených květech = **kleistogamii**
 - **autogamii** jako důsledek pohybu tyčinek a pestíků
 - **anemofilii**
 - **entomofilii**

Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen (Leipzig 1761)

Giovanni Battista Amici

(1786-1863) prof. fyziky v Modeně

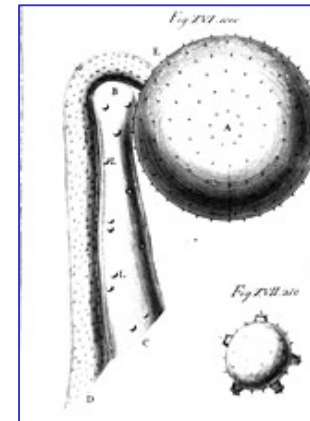


G. B. Amici

1840 zavedl používání olejové imerze do mikroskopické techniky

1823 - první krok ke správnému vysvětlení oplození = objev pylové láčky, jež proroste skrz čnělku do semeníku u *Portulaca oleracea*

(*Osservazioni microscopiche sopra varie piante, Memorie della Società Italiana delle Scienze, 19: 234 -255, Modena 1823*)



Dehiscence prašníků

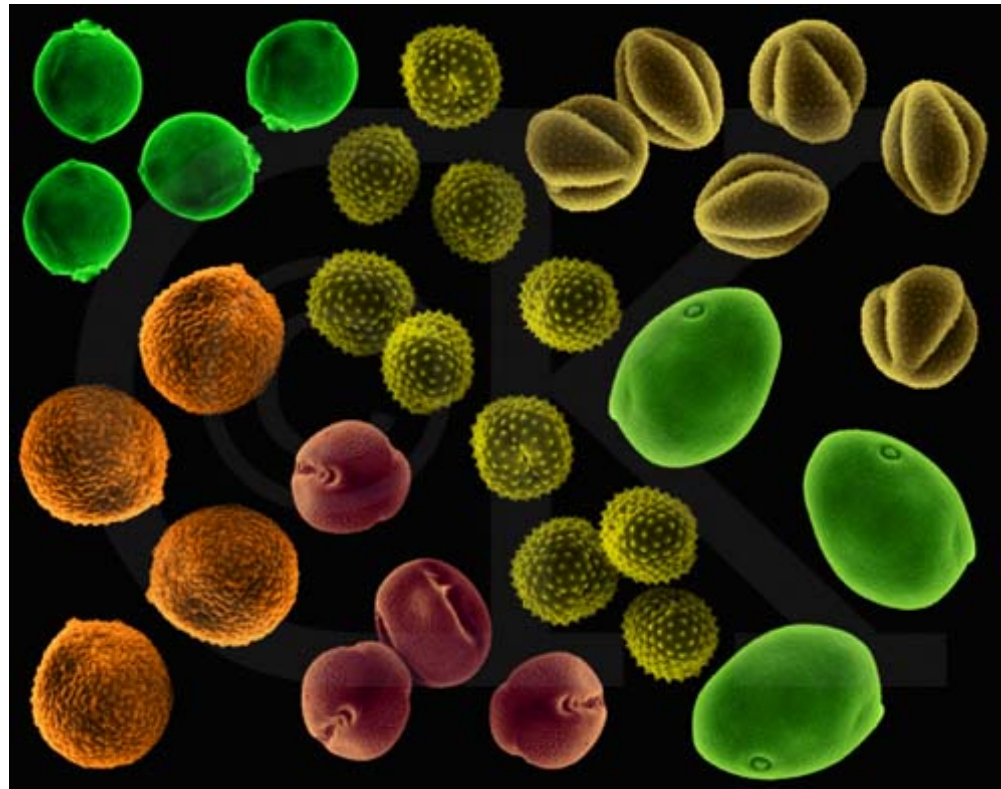
- koordinována s dozráváním pylu
- zahrnuje program postupné destrukce buněk
- je zakončena prasknutím stomia
- kontrola JA

fáze dehiscence:

1. degenerace střední vrstvy (mezofylu) a tapeta
2. expanze buněk endothecia = fibrosní stěna
3. degenerace septa mezi prašnými pouzdry
4. prasknutí stomia
5. nerovnoměrné sesycháním buněk endothecia

Zralé pylové zrno při dehiscenci

- metabolicky v klidu
- silně desikované (obsah vody jen 15 - 35%)



Přenos pylu

Samosprašnost (autogamie)

samoopylení = opylení květu přenesením vlastního pylu z prašníku na bliznu

- **pyl z téhož květu** (= **idiogamie**) - nutnost oboupohlavného květu a časová synchronizace dozrávání vajíček a pylu
 - přenos pylu při vzájemném dotyku tyčinek a pestíku (větrem, zavírání a otvírání květu - **chasmogamie**)
 - květy vůbec neotvírají a opylení proběhne přímo v neotevřeném květu (v poupěti), kde se prašník s pylem přímo dotkne blizny = **kleistogamie (krytosnubnost)**
klejistoamický květ (ječmen, *Viola*, *Oxalis*, *Drosera*)
- **pyl z květu téže rostliny** (= **geitonogamie**)

Výhody samoopylení

- záruka vytvoření potomstva
- není třeba opylovačů - výhodné v oblastech s nedostatkem opylovačů (např. v horách) nebo při rychlém osídlování krátkodobých biotopů
- udržuje dobře adaptované genotypy
- minimální genetické ztráty
- není třeba vynakládat energii na lákání opylovačů

hrách, *Arabidopsis*



Nevýhody samoopylení

- především evoluční - nedochází ke vzniku nových kombinací v genomu
- mohou se kumulovat nevhodné mutace
- klesá podíl heterozygotních jedinců v následujících generacích a vzrůstá homozygotnost, vznikají tzv. čisté linie
- roste „inbreeding“ mezi blízkce příbuznými liniemi

Samosprašnost v ovocnářství

- **samosprašný** je strom nebo kultivar, pokud se opylí pylem z libovolně umístěného květu **stejného kultivaru** (např. některé broskvoně, meruňky, višně)
- **cizosprašný** je strom nebo kultivar, pokud k opylení potřebuje **jiný kultivar** (na druhém stromu nebo i na větvi přiroubované na strom, o jehož opylení se jedná (např. hrušně, jabloně, třešně, rybíz)

Strategie zabránění samoopylení

- **dvoudomost**
- **inkompatibilita** pylu a blizny daného jedince
 - časové oddělení pohlaví:
 - **protogynie, proterogynie** = nejprve dozrávají vajíčka v semeníku (jabloň, *Clematis*)
 - **protandrie, proterandrie** = nejprve dozrávají pylová zrna (šalvěje, zvonky)
 - prostorové oddělení pohlaví: **heterostylie (různočnělečnost)** = pyl z tyčinek se nemůže přenést na bliznu, i další morfologické rozdíly (prvosěnka, len, kyprej)
 - **distylie**
 - **tristylie**
- **samčí sterilita**

Heterostylie u prvosenky (distylie)

V prašnicích **douhočnělečných** květů s krátkými nitkami tyčinek vzniká **pyl jemnější**, jehož zrnka odpovídají velikostí drobnějším papilám na bliznách **krátkočnělečných** květů. Pylová zrna z květů s dlouhými nitkami tyčinek lépe klíčí a pylové láčky rychleji rostou na bliznách **douhočnělečných** květů.



Krátkočnělečné květy vytvářejí **větší pylová zrna**, která se lépe uchytí mezi většími bliznovými papilami **douhočnělečných** květů. Pyl z květů s krátkými nitkami tyčinek lépe klíčí na bliznách s **krátkou čnělkou**.



Cizosprašnost (allogamie)

- přenesení pylu z tyčinek na bliznu jiného květu
- **nevýhody:**
 - potřeba druhého jedince
 - vyšší náročnost spojená s přenosem pylu - investice do přizpůsobení a množství pylu
 - nutnost odměn a lákadel pro opylovače
- **evoluční výhoda:** vznik nových kombinací v genomu = možnost reagovat na měnící se podmínky

Zprostředkování přenosu pylu

- vítr (větrosnubnost - anemogamie)
- voda (hydrogamie)
- opylovači
 - hmyz (hmyzosnubnost - entomogamie)
 - jiný živočich
 - ptáci (ornitogamie)
 - letouni (chiropterogamie)
 - vačnatci, savci
 - měkkýši (malakogamie) ?



Wikipedia

Anemogamie

- uskutečnění přenosu pylu pomocí větru
- přizpůsobení květů:
 - redukce květních částí - není třeba lákat opylovače, ale velké investice do množství pylu (oleje + bílkoviny) → výroba se energeticky „prodraží“
 - tyčinky - dlouhé nitky, pohyblivé prašníky (např. vrtivé prašníky trav)
 - pyl = drobný, lehký, sypký, někdy s létacím zařízením - měchýřky
 - blizna - dlouhá, chlupatá
- listnáče kvetou před vývojem listů, které by bránily přenosu pylu
- výskyt: trávy, ostřice, jehličnany, ořešák, dub, bříza, topol, jasan, líska

Hydrogamie

- přenos pylu pomocí vody - jak ve vodním sloupci, v proudu i na hladině
- přizpůsobení květů:
 - redukované květní části
 - dlouhé blizny k zachytávání pylu
 - pyl - dlouhý nebo slepující se → lepší splývání ve vodě a zachycení na blizně
- výskyt:
hvězdoše (r. *Callitriche*), růžkatce (r. *Ceratophyllum*), vodní mor (r. *Elodea*), některé rdesty (r. *Potamogeton*)

Hmyzosnubnost - entomogamie

- nejstarší způsob zoogamního opylování a zároveň nejčastější způsob opylování krytosemenných rostlin
- prvními opylovači byli **brouci** (viz cykas), pak **blanokřídlí**, **dvoukřídlí**, **motýli**,...
- přizpůsobení:
 - hmyz má dobrý čich → květy voní nebo páchnou
 - hmyz je citlivější na modré části spektra a UV → přizpůsobení barev květů (noční motýli - bílé květy)
 - „naváděcí čáry do středu květu a k nektariím“
 - produkce pylu a nektaru

Strategie lákání opylovačů

- zvyšování teploty
 - cykasy - brouci
 - *Crocus*
 - *Dracunculus*

drakovec obecný Dracunculus vulgaris
- může zvýšit teplotu v květu až o
22°C



Ornithogamie

- přenašeči pylu = ptáci
- přizpůsobení:
 - ptáci mají špatný čich → květy nevoní
 - ptáci mají dobrý zrak, spektrum vnímaných barev se blíží našemu → červené květy
 - robustní a velké květy uzpůsobené na větší hmotnost opylovače (ale existují výjimky, např. květy opylované kolibříky mohou být na tenkých stopkách a otočené dolů → kolibřík opyluje za letu pod květem)
- příklady:
 - J. Afrika - dřeviny rodu *Protea* - strdimilové (*Nectarinidae*)
 - australská rostlina *Anygozanthos* „klokaní tlapa“ - medosavky
 - Hawaii - šatovníci

Protea cynaroides

stříbřenec pcháčohlavý (Presl 1846), stříbrnec (Presl 1848), protea (Mareček 1999)

původem z Jižní Afriky -
jižní oblasti provincie Kapsko

Dnes je pěstována jako řezaná
květina v tropech a subtropích
celého světa, zejména v
Austrálii, na Novém Zélandě a
na Havaji.



Chiropterogamie

- přenašeči pylu = letouni
 - přizpůsobení:
 - rostliny se otvírají v noci či za šera
 - mají světlou barvu
 - vydávají pachy plesnivění, kažení, hnití...
 - příklady:
 - baobab a kaloni
 - divoké banánovníky a kaloni → každou noc se odklopí nejvyšší listen a zpřístupní řadu květů a každou noc přilétá hejno kaloňů hodovat na nektaru - pyl na sebe nanášejí nebo opylují s již dříve nabytým pylem. Následující ráno listen i s květy uvadne a odpadne a zůstanou jen semeníky s oplozenými vajíčky.
- Nejdříve se odklápí listeny s květy samičími a až jsou všechny oplozeny, pak se otvírají květy samčí (proterogynie)

Klíčení pylu a růst pylové láčky

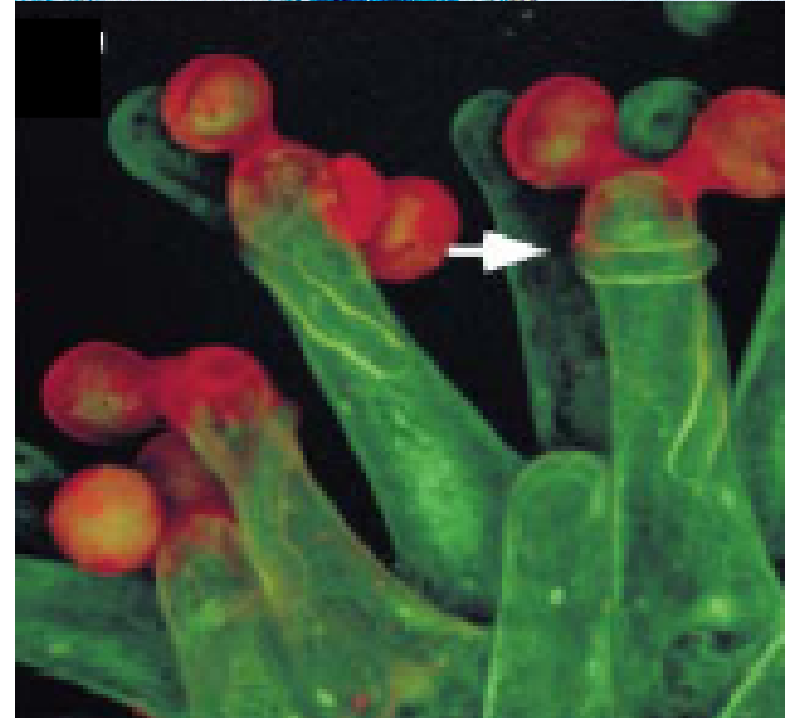
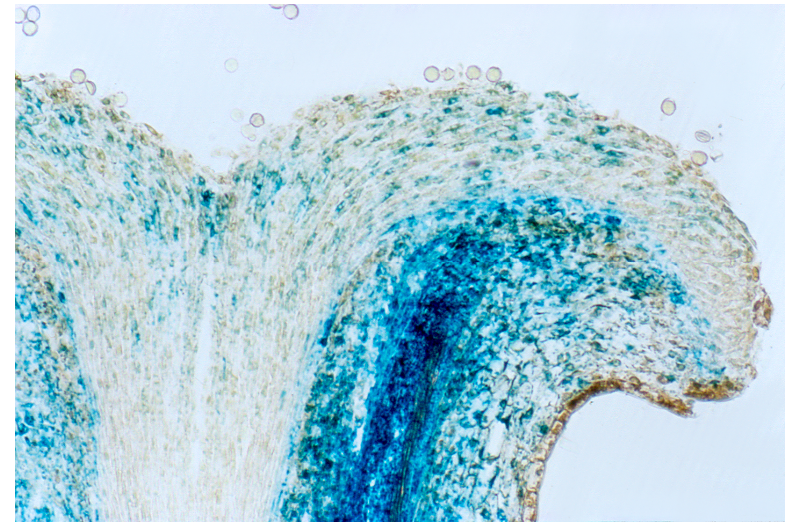
Adheze pylu na blizny - první kontakt

- přenos pylu - biotické nebo nebiotické přenašeče
- adheze pylu podmíněná:
 - morfologií exiny
 - pylovým tmelem (lipidy a proteiny, glykoproteiny)
 - typem blizny (exudát nebo pelikula)

Typy blizen (Hanf 1935)

- **vlhké blizny** - v době zralosti pokryté tekutým exudátem - glycidy, lipidy
(*Solanaceae, Liliaceae, Poaceae*)

- **suché blizny** - kryté proteiny, kutikulou nebo voskem
(*Brassicaceae, Caryophyllaceae*)



Inkompatibilita (neslučitelnost)

= neschopnost rostlin tvořit semena, přestože mají funkční gamety

před 200 lety - **J.G. Kölreuter**

Verbascum:

po samoopylení netvořila semena

po cizosprášení ano

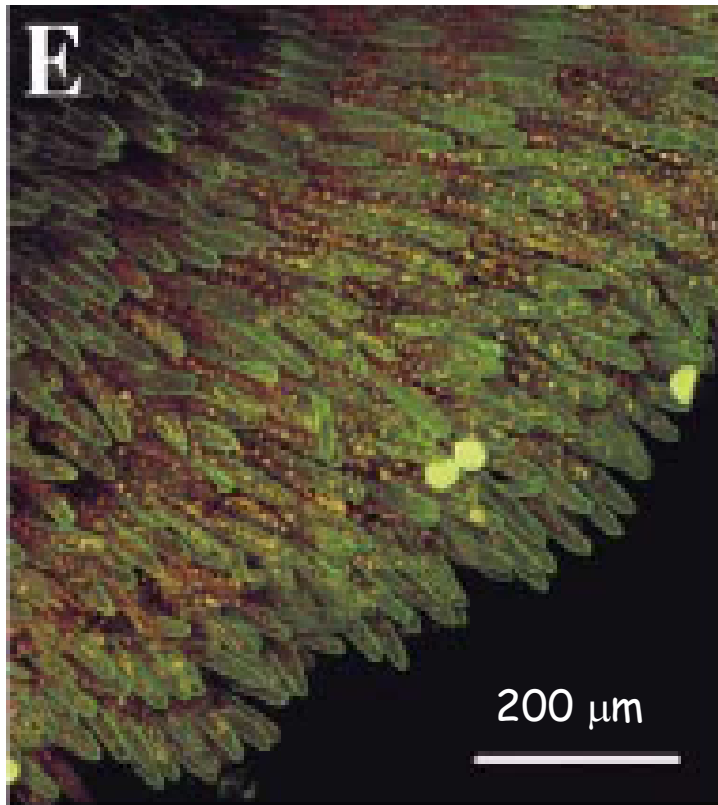


- **Stout (1917)** - studium fertility *Cichorium intybus*

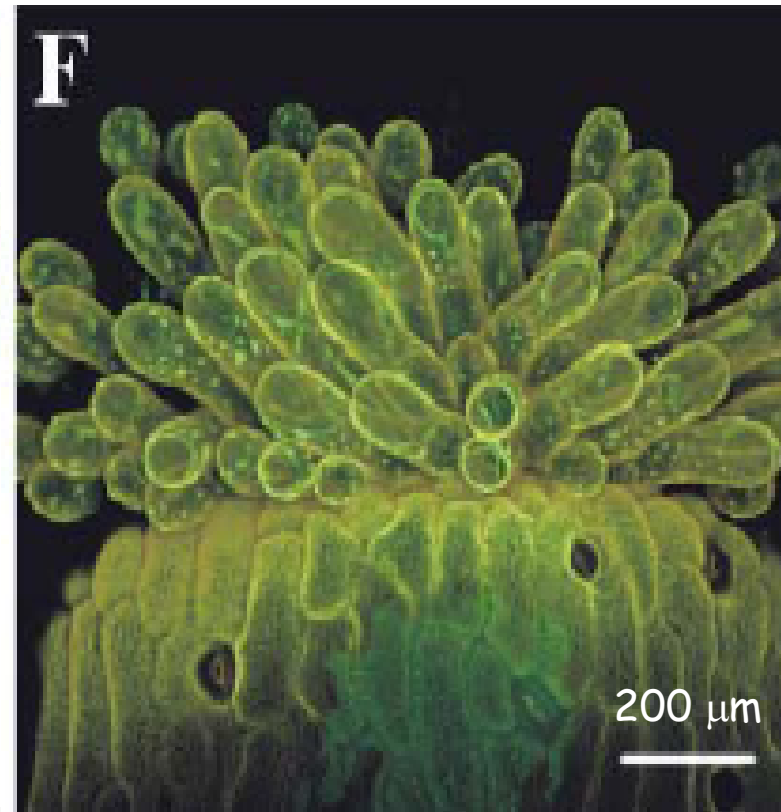
Suché blizny a 3 buněčný pyl

- již na povrchu blizny se projevuje inkompatibilita sporofytického typu (proteiny z tapeta)
- je daná genotypem rostliny, která produkuje pyl (**sporofytem**), bez ohledu na genotyp si pyl ponechává fenotypovou reakci dominantní alely

Suché blizny - s papilami



blizna *Torenia fournieri*
barvena Auraminem O



blizna *Arabidopsis*
barvena FM1-43

Vlhké blizny a dvoubuněčný pyl

- inkompatibilita gametofytického typu se projevuje až při prorůstání pylových láček přes pletiva čnělky a zárodečného vaku - zastavování růstu pyl. láček = je určována genotypem samotného pylového zrna (gametofytu)
- u čeledí *Viciaceae*, *Solanaceae*