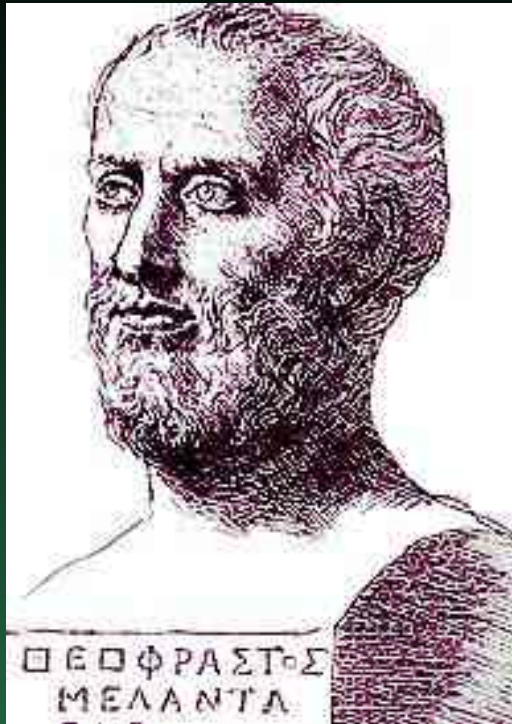


Historie systematické botaniky (čili dědkologie) a vývoj jejích metod

Po dlouhou dobu byla uspořádání rostlin dána jen jako nevědomé uspořádání kapitol či popisů rostlin v knize, bez explicitně zdůrazněné potřeby klasifikovat. Botanika byla v této době vědou užitou - byla součástí lékařství, farmacie, alchymie. Tato mystikou poněkud zahalená etapa historie botaniky pokrývá dějinný interval od antiky až do renesance.



Antické Řecko (4 - 3. stol. př. Kr.)



Theophrastos
371-287 př. Kr.



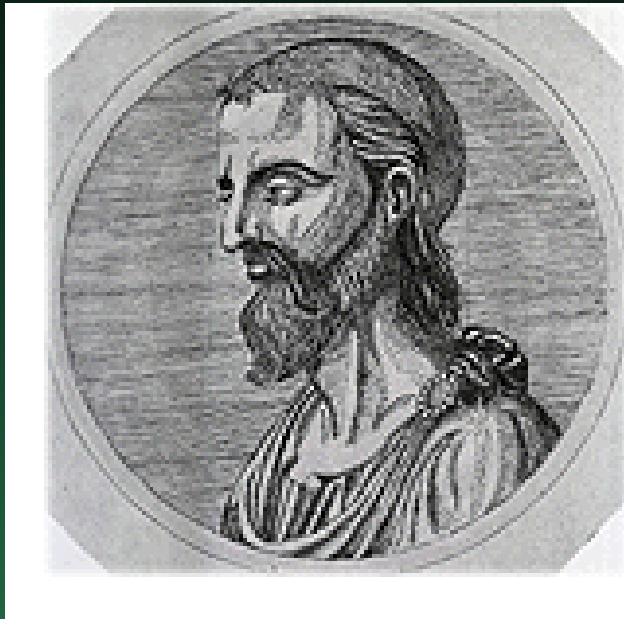
Byl gymnasiarcha Lykeionu v Athénách

Napsal *Peri fyton historias* = **Historia plantarum**; ca 500 druhů rostlin, tříděných na habituálním principu na: byliny, keře, polokeře, stromy. Zavedl mj. řadu termínů - např. angiospermae, či gymnospermae ikdyž jejich význam chápal často odlišně - např. ke gymnospermae řadil zástupce čeledi *Daucaceae*.

Petr Bureš: Prezentace přednášky Systém a evoluce vyšších rostlin - část 2.

Antický Řím (počátek letopočtu)

Do období Antiky sahá i vznik samotného termínu botanika -
botaniké = nauka o rostlinách



Pedanius Dioscorides
1 stol.

Poprvé termín **botaniké** použil
Dioscorides v díle **Peri hyles**
iatrikes = De materia medica



Dioscorides byl lékařem
římských legií, s nimiž prošel
mnohá území, kde sbíral nové
dosud neznámé údaje o
rostlinách

Němečtí otcové botaniky (16. stol.)



Otto Brunfels
1488 - 1534



Hieronymus Bock
(Tragus)
1498 - 1554



Leonard Fuchs
1501 - 1566

Herbáře jako sbírky sušených rostlin

Za vynálezce herbarizace rostlin považován Luca Ghini, prefekt botanické zahrady v Pise.

Nejstarší herbářovou sbírkou pocházející z území Čech je herbář Jana Františka Beczskovského, křížovníka řádu s červenou hvězdou, pocházející z přelomu 17. a 18. století).

ČR je z hlediska počtu herb. položek na hlavu na 5. místě na světě.

Před námi je Švýcarsko, Švédsko, Finsko a Rakousko.



Luca Ghini

Základním stupněm botanického poznání je terénní observace spojená se sběrem materiálu pro herbář, který je nepřekonanou konzervační metodou. Tímto způsobem shromážděná data umožňují efektivně studovat, jak morfolickou variabilitu, tak geografické rozšíření jednotlivých taxonů s možností kontroly, zda takto získaná data patří skutečně ke studovanému druhu.

Z herbářových položek lze také na rozdíl od literárních dat či počítačových databází izolovat DNA.

Herbáře jsou jedinečnou formou jak uchovávat nomenklatorické typy.



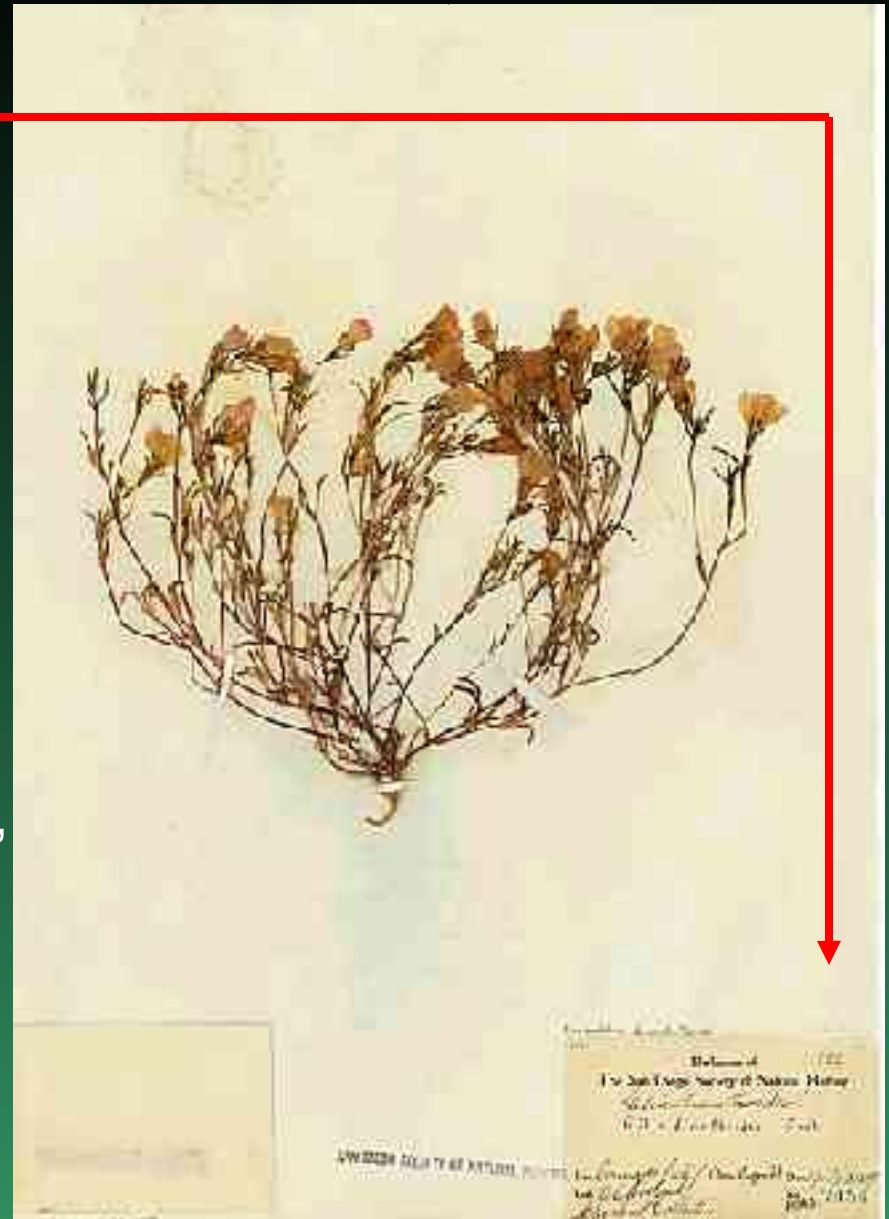
Z čeho sestává herbářová scheda?

Musí na ní být:

naleziště (*locatio*),
stanoviště (*habitatio*),
sběratel (*collector*),
rok (*anno*).

Je vhodné aby na ní bylo:

jméno rostliny (*nomen plantae*),
jméno herbáře (*nomen herbarii*),
datum (*datum*),
nadmořská výška (*altitudo supramarino*).



Uspořádání na principu habituálním (16. a 17. stol.)

Němečtí otcové botaniky a jejich následovníci ve svých dílech uváděli pohromadě zvláště ty skupiny rostlin - např. čeledi u nichž je habitus stavěn podle jednotného morfologického plánu - např. *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Apiaceae* či *Asteraceae*.

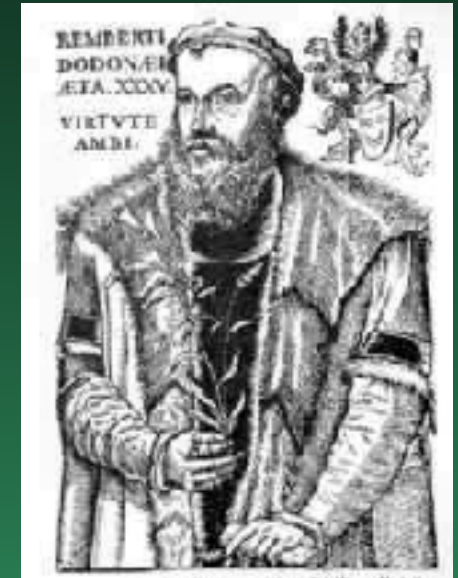
Francouz Lobelius či Holanďan Dodoneus přihlíželi v tomto směru hlavně ke tvaru a stavbě listů.



Arnica montana
(*Asteraceae*) z díla
Plantarum seu Stirpium
Icones (Lobelius,
Antverpy 1576)



Mathias von L'Obel
(Lobelius)
1538 - 1616



Rembert Dodoens
(Dodoneus)
1518 - 1585

Habitus je sporné kriterium klasifikace

Antický a renesanční přístup třídící rostliny podle jejich habitu je prvním z klasifikačních kritérií a metod systematické botaniky. Univerzální uplatnění habitu při klasifikaci je však velmi omezené. Vedle sebe totiž existují na straně jedné taxony habituálně velmi homogenní jako třeba čeleď hluchavkovitých (*Lamiaceae*) a na straně druhé habituálně velmi polymorfní, jako např. rod pryšec (*Euphorbia*, *Euphorbiaceae*), jehož zástupci mohou mít habitus bylin, keřů či sukulentů.



Euphorbia geroldii



Lamium album



*Galeobdolon
montanum*



*Euphorbia
canariensis*



Euphorbia polychroma

Umělé systémy rostlin (konec 16. stol)

Za první umělý systém rostlin je považováno třídění, které použil italský lékař a botanik **Andrea Cesalpino**, osobní lékař papeže Klimenta VIII. v díle *De plantis libri sedecim* (Firence 1583) (16 knih o rostlinách)



Andrea Cesalpino
(Caesalpinus) 1519 - 1603

Cesalpino se sice konzervativně přidržuje Theophrasta v tom že dřeviny považuje za samostatnou skupinu, významný progres je ale u něho v tom, že byliny dělí do 15 skupin, přičemž největší váhu při vymezení těchto skupin kladl na **znaky na generativních orgánech:**

tvar a stavba plodu

počet semen

počet přihrádek v semeníku

stavba květu

Cesalpinův systém zahrnuje celkem 840 jemu známých druhů

Arboreae (Arbores et frutices)

- I. *Corde ex apice seminis. Seminibus saepius solitariis* (např. *Quercus, Fagus, Ulmus, Tilia, Laurus, Prunus*).
- II. *Corde e basi seminis. Seminibus pluribus.* (např. *Ficus, Cactus, Morus, Rosa, Vitis, Salix, Pinophyta* sp. div.).

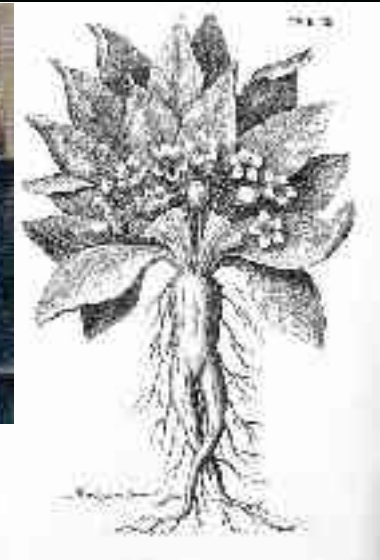
Herbaceae (Suffrutices et herbae)

- III. *Solitariis seminibus. Semine in fructibus unico* (např. *Valeriana, Daphne, Urtica* nebo dnešní *Poaceae*).
- IV. *Solitariis pericarpis. Seminibus in fructu pluribus, quibus est conceptaculum carnosum, bacca aut pomum* (např. dnešní *Cucurbitaceae, Solanaceae, Arparagus, Ruscus, Arum*)
- V. *Solitariis vasculis. Seminibus in fructu pluribus quibus est conceptaculum e sicca materia* (např. dnešní *Fabaceae, Caryophyllaceae, Gentianaceae*)
- VI. *Binis seminibus. Semina sub singulo flosculo invicem conjuncta, ut unicum videantur ante maturitatem; cor in parte superiore, qua flos insidet. Flores in umbella* (*Daucaceae*)
- VII. *Binis conceptaculis.* (např. *Mercurialis, Galium, Orobanche, Hyoscyamus, Nicotiana, Brassicaceae*)
- VIII. *Triplici principio fibrosae. Semina trifariam distributa; corde infra sito, radix non bulbosa* (např. *Thalictrum, Euphorbia, Convolvulus, Viola*)
- IX. *Triplici principio bulbosae. Semina trifariam distributa; corde infra sito, radix bulbosa* (velkokvěté druhy jednoděložných)
- X. *Quaternis seminibus. Semina quatuor nuda in communi sede* (*Borraginaceae, Lamiaceae*)
- XI. *Pluribus seminibus, anthemides. Semina nuda plurima, cor seminis interius vergens; flos communis distributus per partes in apicibus singuli seminis* (*Asteraceae* pro parte)
- XII. *Pluribus seminibus, cichoriaceae aut acanaceae. Semina nuda plurima, corde interius vergit; flos communis distributus per partes in apicibus singuli seminis* (některé *Asteraceae, Eryngium* a *Scabiosa*).
- XIII. *Pluribus seminibus, flore communi. Semina solitaria plurima; corde interius flos communis, non distributus inferius circa fructum* (*Ranunculus, Alisma, Sanicula, Geranium, Linum*)
- XIV. *Pluribus folliculis. Semina plura in singulo folliculo* (např. *Oxalis, Aristolochia, Capparis, Nymphaea, Veratrum*).
- XV. *Flore fructuque carentes.* (*Fungi, Bryophyta, Lycopodiophyta, Equisetophyta, Polypodiophyta*, ale i korály a živočišné houby)

Poslední třída bez plodonosných květů je považována za nejprimitivnější rostliny tvořící přechod k minerálům.

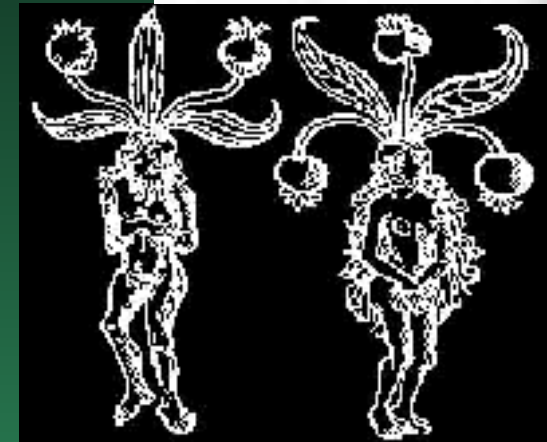
Renesanční názory na pohlavnost rostlin (16. stol.)

Kalich, korunu, tyčinky a pestík považoval Cesalpino za orgány chránící semena. Pohlavnost rostlin popírá - semena považuje za zvláštní typ vegetativních diaspór.



Dvoupouzdré tobolky *Mercurialis annua*

Caesalpinovi současníci také pohlavnost rostlin neuznávali, i když např. Bock uvádí ženskou a mužskou mandragoru a mužskou a ženskou kaprad'; Magnol u dvoudomé *Mercurialis perennis* považuje za samčí rostliny plodonosné - pro podobnost tobolek s varlaty. Tento výklad však nelze považovat za pochopení sexuálního principu vzniku semen



Mandragora officinalis

Vznik rostlinné morfologie (2. pol. 17. stol.)



Joachim Jung (Jungius)
1587 - 1657

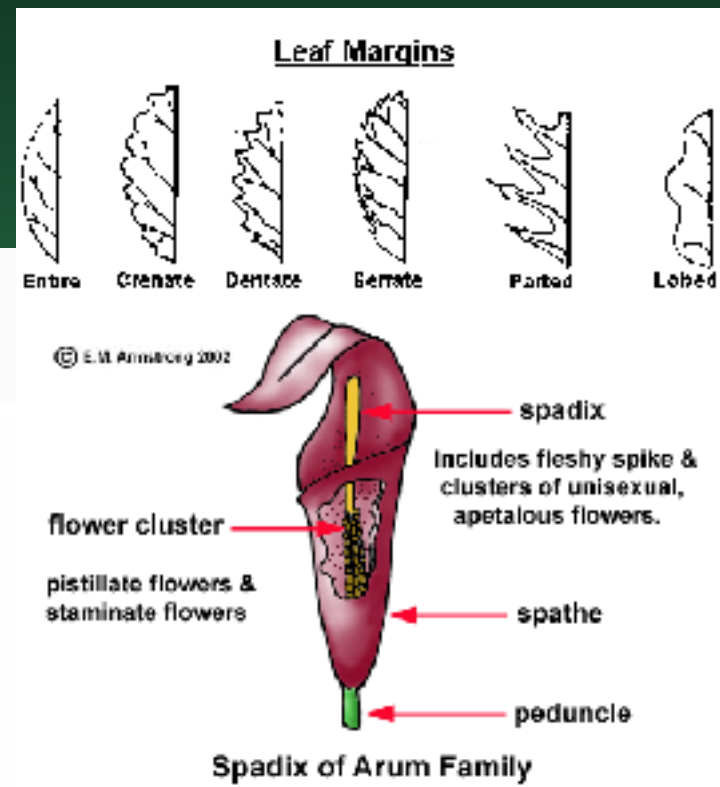
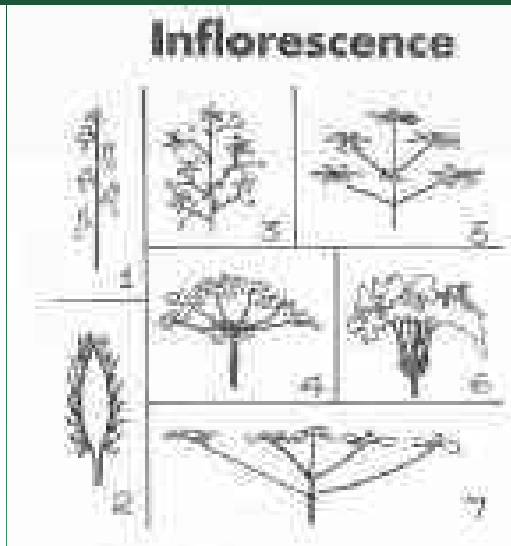
Aby byl popis rostliny co nejpřesnější a tím zároveň její determinace co nejspolehlivější, hromadily se další a další vlastnosti a pojmy morfologické - nutnost domluvit se přesně a jednoznačně na znacích vedla ke zpřesňování a rozšiřování morfologické terminologie a vůbec k pozdějšímu etablování rostlinné morfologie díky pracím německého přírodovědce **Joachima Junga** *Doxoscopiae physicae minores* (Hamburg 1662) (Menší rozhledy po přírodě a *Isagoge phytoscopica* (Hamburg 1678)

Morfologie - stará, ale dodnes významná klasifikační metoda

Morfologické znaky jsou především tvar, velikost, členitost či způsob větvení, barva, odění, inervace, struktura, konzistence, modifikace, souměrnost, rostlinných orgánů a jejich částí.

Soubor morfologických znaků taxonu nazýváme morfologický popis.

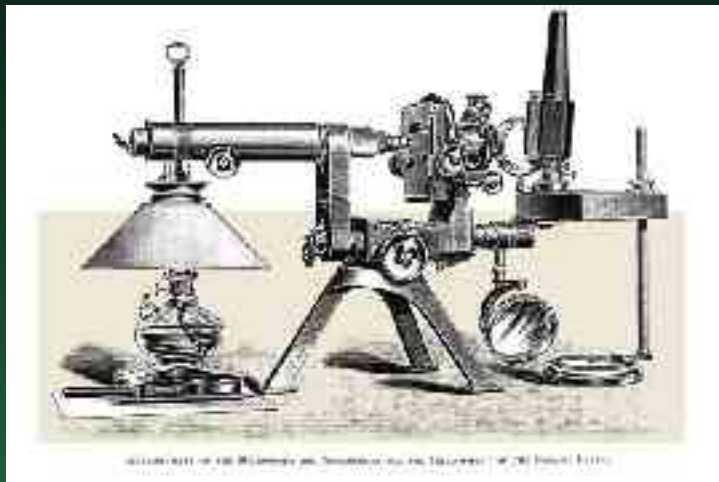
Pořadí znaků v popisu není náhodné nýbrž je ustáleno s respektem k tradici a zvyklostem.



Morfologické znaky lze v nejjednodušším případě **pozorovat a zkoumat** pouhým **okem** nebo hmatem, při studiu podrobnějším se však neobejdeme bez nejrůznějších **pomůcek a přístrojů** jako je např. **lupa** či **mikroskop**.



botanická lupa



Abbého kreslicí přístroj

Objektivizaci našich pozorování **dokumentujeme** kresbami (např. Abbého kreslicí přístroj) nebo fotografií (mikrofotografické zařízení). Prosté pozorování je však často upřesněno a objektivizováno **měřením** - tj. procesem při němž **hodnoty znaků kvantifikujeme** za pomoci měřicí lupy či měřícího okulár mikroskopu.

Někdy nepozorujeme materiál živý, ale materiál usmrcený a upravený - **preparovaný** - např. v elektronového rastrovacím mikroskopu pozorujeme skulpturu testy semen nebo kutikuly upravenou pokovením (obvykle pozlacením).



skulptura kutikuly
kaktusu

Pojem a definice druhu (1686)



John Ray
1627 - 1705

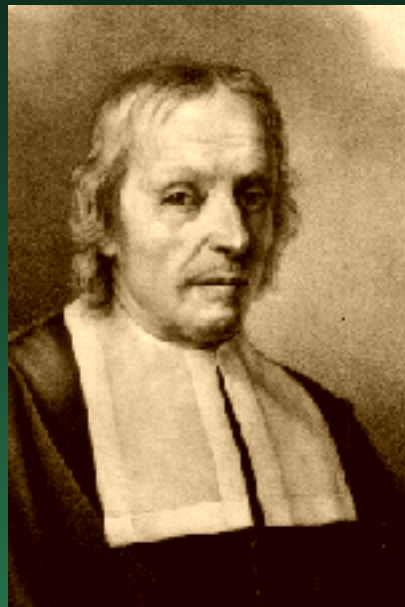


"abychom mohli začít rostliny inventarizovat a správně klasifikovat, musíme se snažit zjistit některá kritéria na rozlišení tzv. druhů. Po dlouhém a usilovném výzkumu jsem nezjistil jiné kritérium na rozlišení druhů než jsou diferenční znaky, zachovávající si při rozmnožování semeny svoji stálost."

Druh je podle Raye skupinou jedinců, kteří jsou v rámci své variability geneticky stálí. (*Historia generalis plantarum*, Londini 1686-1704)

Vznik rostlinné anatomie (konec 17. stol.)

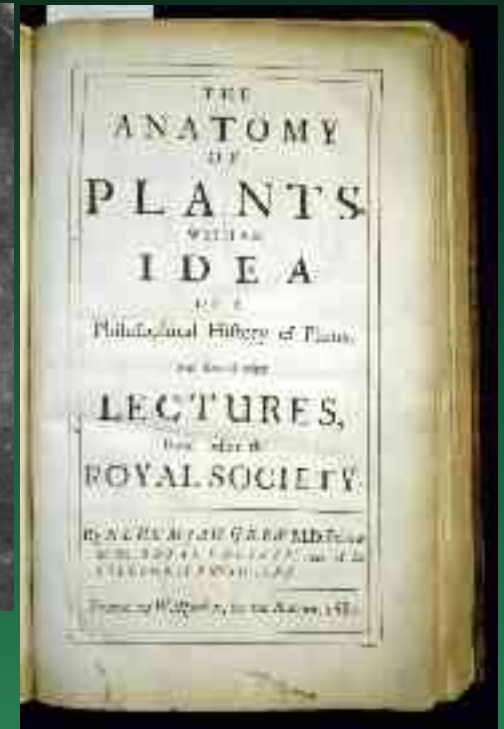
Popisy tak velkého kvanta nových druhů vyžadovaly hledání dalších a dalších znaků i znaků mikroskopických, takže se začaly v lůně botaniky rodit např. rostlinná anatomie - fundamentální práce Itala **Marcella Malpighiho** či Angličana **Nehemiaha Grewa**



Marcello Malpighi
1628 - 1694



Nehemiah Grew
1628 - 1711



Anatomické znaky v současné systematice

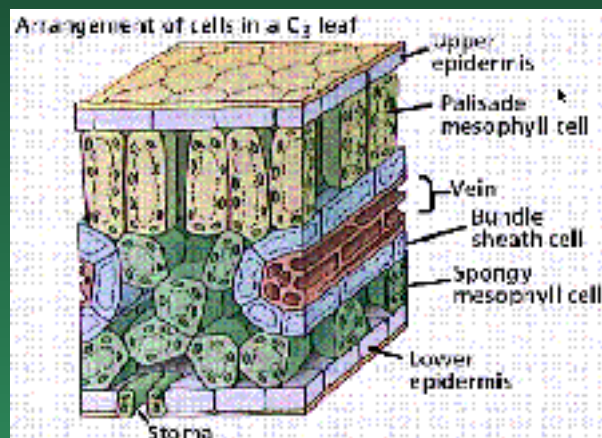
Anatomické znaky jsou znaky pletiv a vnitřní stavby rostlinných orgánů studované pomocí světelného mikroskopu na speciálně zhotovených, fixovaných, či obarvených preparátech. Např. samotný typ cévních svazků hraje roli při klasifikaci kapradňorostů (stelární teorie), počty cévních svazků na průřezu stonkem jsou často specifické i u blízce příbuzných druhů, stejně třeba přítomnost C4 anatomie cévních svazků, která může být rodově specifická či hrát důležitou roli v rámci infragenerického členění. Také počty vrstev buněk jednotlivých typů pletiv mohou hrát důležitou roli



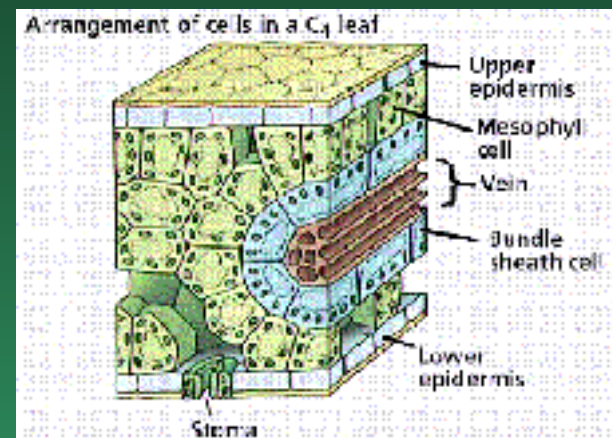
anatomie listu *Festuca pallens*



aktinostélé plavuní



C3 anatomie listu

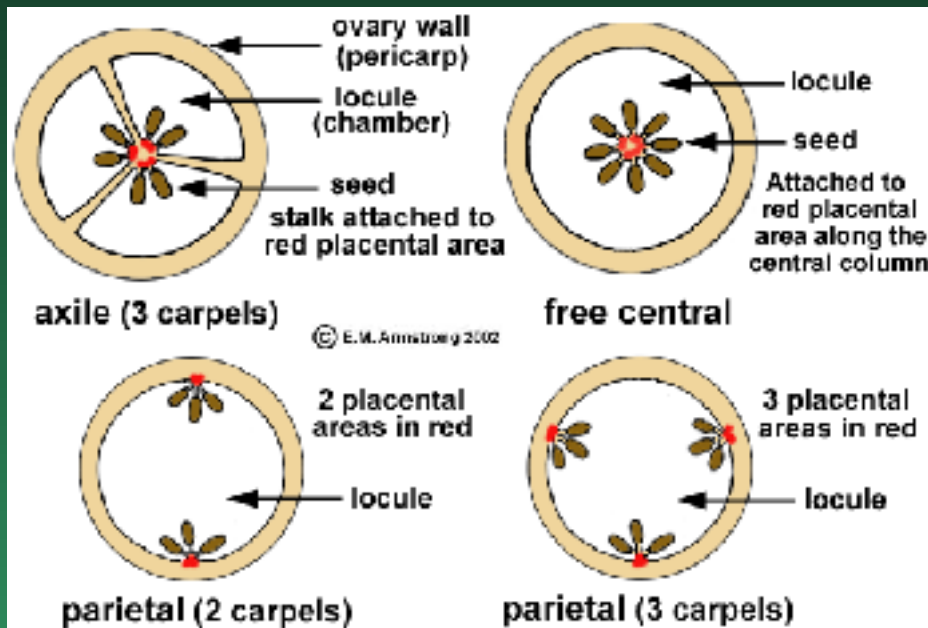


C4 anatomie listu

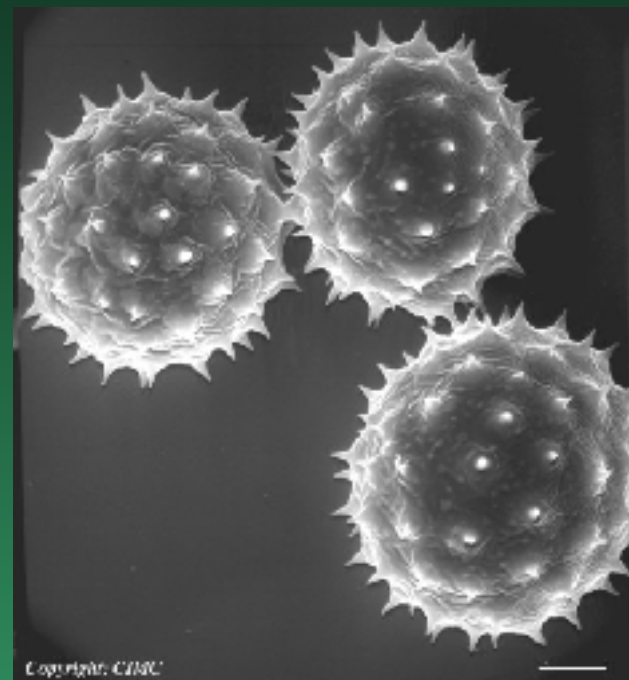
Významnými anatomickými znaky jsou také tvar a stavba trichomů a žlázek na nejrůznějších částech rostlin, stejně jako přítomnost a tvar intra- či extra-celulárních křemičitých tělísek nebo tvar a velikost voskových kutikulárních šupinek atd.

Důležitou roli při klasifikaci kvetoucích rostlin hraje vnitřní stavba semenníku (placentace), počet, tvar a postavení vajíček, tvar a postavení embrya v semeni.

Celý komplex fylogeneticky významných znaků je svázán také se stavbou pylových zrn nebo spór.



typy placentace



pylová zrna

Binomická nomenklatura druhu (1690)



**August
Bachmann**
(Rivinus)
1652 - 1725

Profesor botaniky, fyziologie a chemie na univerzitě v Lipsku poprvé publikoval princip binomického názvosloví druhů - v díle *Introductio generalis in rem herbariam* (Lipsko 1690) (Všeobecný úvod do rostlinopisu). To znamená, že **jméno druhu sestává ze dvou slov: první je jméno rodové *nomen genericum*, za ním pak následuje přívlástek druhový *epitheton specificum*.**

Bachmanova binomická nomenklatura se v jeho době neuplatnila, našla však uplatnění o necelých 100 let později v díle Carla Linnéa.

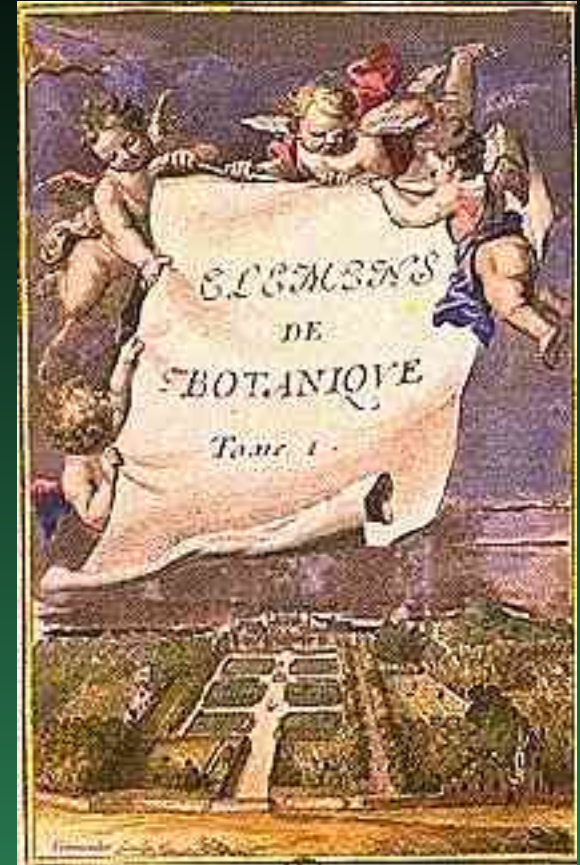
Hierarchie taxonomických kategorií (1694)



**Joseph Pitton de
Tournefort**
1656 - 1708

Francouzský cestovatel a profesor botaniky na Collège de France, který v díle *Elémens de botanique* (Paris 1694) (Základy botaniky) definoval hierarchii taxonomických jednotek. Používal 4 úrovně:

classis
sectio-----
(v dnešní šíři odpovídá zhruba řádu nebo čeledi)
genus-----
species-----



Carl Linné - vrchol umělé klasifikace (pol. 18. stol.)



Carl Linné
(Linnaeus)
1707-1778

Za vrchol umělých systémů je považováno dílo Švéda **Karla Linnéa**. Ten synteticky navázal na vše progresivní co zjistili nebo zavedli jeho předchůdci:

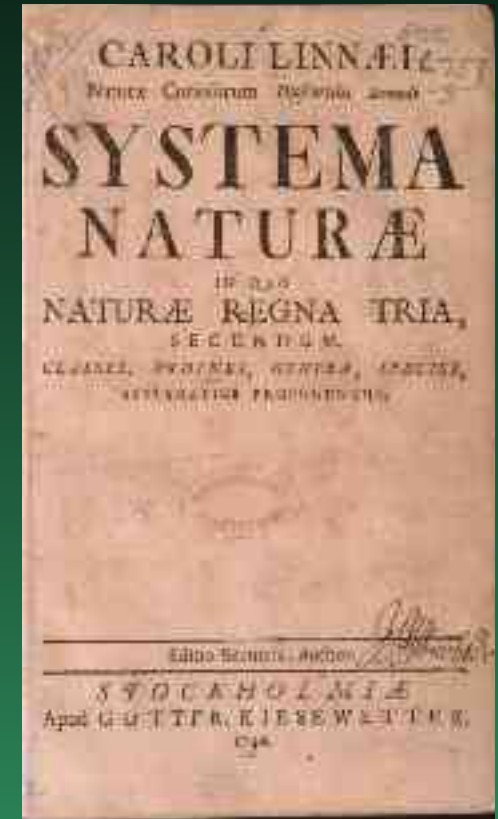
- Od Johna Raye převzal princip definice druhu.
- Od Augusta Bachmana převzal princip důsledné binomické nomenklatury.
- Od Joachima Junga a dalších morfologickou terminologii.
- Od Josepha Pittona de Tourneforta hierarchické členění taxonomických jednotek.
- Od Gasparda Bauhina krátký a přesný způsob popisů - diagnóz.

Systema naturae (1735)

V prvním vydání bylo *Systema naturae* jen 14 stránkové dílko, které se však velmi rychle rozrostlo na víc jak 6000 stran.



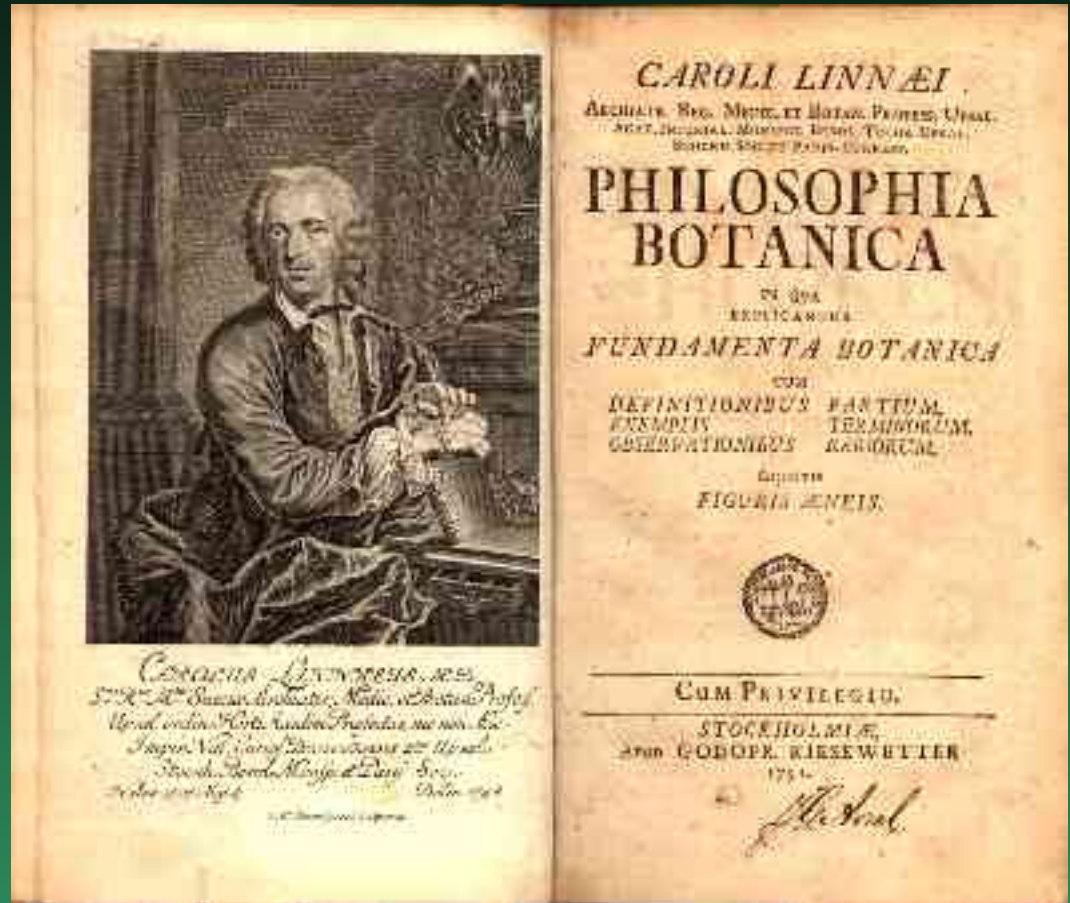
10. vydání z roku 1758 je starting point pro zoologickou nomenklaturu.



Philosophia botanica (1751)

Philosophia botanica zahrnuje morfologickou terminologii, principy taxonomie a nomenklatury rostlin

Je zde mimo jiné také formulován princip bino-mického pojmenování druhů. Jsou zde vymezeny jednotky classis, ordo, genus, species a varietas.

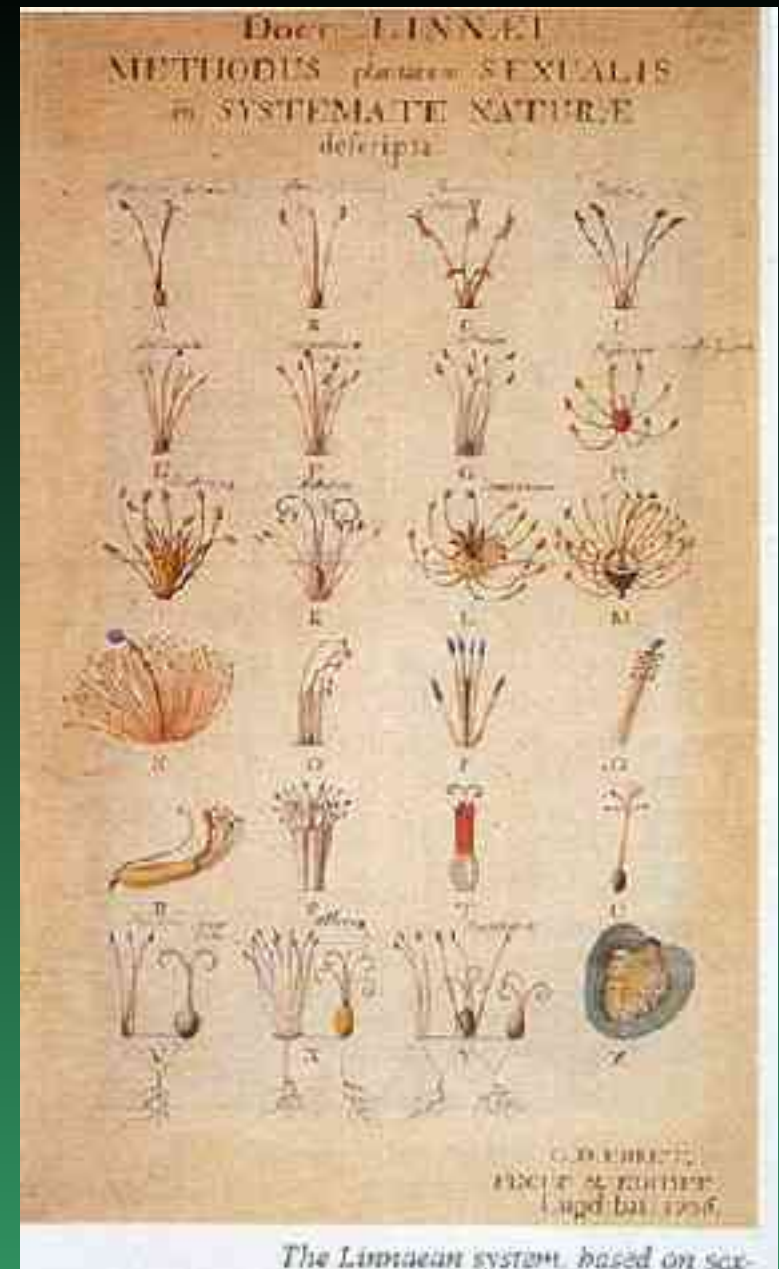
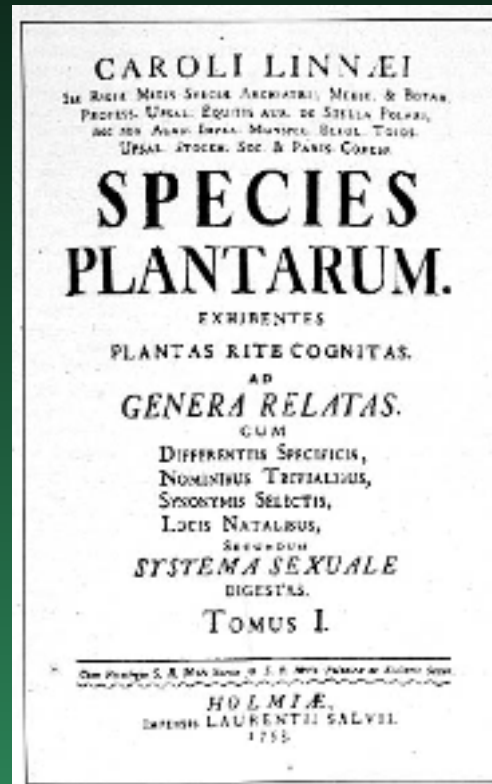


Species plantarum (1753)

1. 5. 1753 je podle tohoto díla starting point nomenklatury cévnatých rostlin, jätrovek a rašeliníků.



Linnéův systém zahrnuje 24 tříd dle počtu, délky, srůstu tyčinek a pestíků, tedy po hlavních orgánů je proto nazýván systém sexuální.



The Linnaean system, based on sex-

Linnéův systém

Prvních 13 tříd tvoří rostliny monoklinickými květy s volnými (nesrostlými), stejně dlouhými (jednomocnými) tyčinkami, podle jejichž počtu vymezuje jednotlivé třídy:

1. **Monandria**

2. **Diandria**

3. **Triandria**

4. **Tetrandria**

5. **Pentandria**

6. **Hexandria**

7. **Heptandria**

8. **Octandria**

9. **Enneandria**

10. **Decandria**

11. **Dodecandria**

12. **Icosandria**

13. **Polyandria** (tyčinek víc jak 12)

Třídy 14. a 15. tvoří rostliny s tyčinkami volnými, nestejně dlouhými:

14. **Didynamia** - rostliny s dvoumocnými tyčinkami (2 delší než ostatní - např. *Lamiaceae*, *Scrophulariaceae*)

15. **Tetradynamia** - rostliny se čtyřmocnými tyčinkami (např. *Brassicaceae*)

Linnéův systém je umělý - absolutizující na jedné úrovni jediný znak (viz pozn. o relativitě znaků)

Třídy 16. až 20. tvoří rostliny se srostlými tyčinkami:

16. **Monodelphia** - rostliny s tyčinkami jednobratrými (v jednom svazečku - např. *Malva*)

17. **Diadelphia** - rostliny s tyčinkami dvoubratry (např. *Viciaceae*)

18. **Polyadelphia** - rostliny s tyčinkami více než dvoubratry (trojbratré např. *Hypericum*, pětibratré např. *Tilia*)

19. **Syngenesia** - rostliny s tyčinkami srostlými v prašníkovou trubičku (*Asteraceae*)

20. **Gynandria** - rostliny s tyčinkami, jejichž nitky přirůstají ke čnělce pestíku.

Třídy 21. až 23. zahrnují rostliny s květy diklinickými (jednopohlavnými):

21. **Monoecia** - jednodomé (např. *Coryllus*, *Betula*, *Zea*)

22. **Dioecia** - dvoudomé (např. *Humulus*, *Salix*)

23. **Polygamiae** - mnohomanželné (vedle diklinických na jednom jedinci i monoklinické květy - např. *Fraxinus*)

24. **Cryptogamae** - rostliny nekvetoucí

První přirozené systémy (2. pol. 18. stol.)

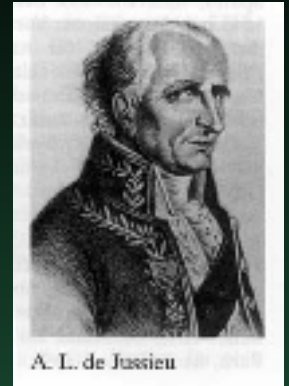


Michel Adanson
1727 - 1805

M. Adanson v díle *Familles naturelles des plantes* (1763) uvádí 58 čeledí, přičemž termín čeleď zavedl do systematiky jako první. Za základ třídění bere větší komplex morfologických znaků (včetně znaků vegetativních), přičemž úroveň, kterou přiřítá těmto znakům při třídění má u něho ve všech případech stejnou hodnotu.



A. L. de Jussieu v díle *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita* (1789) teoreticky rozpracoval systém strýce Bernarda. 20.000 druhů zde rozděluje do 100 čeledí a 15 tříd. Jako první vypracoval diagnózy čeledí (nazývá je však Ordo - stejně jako Linné). Na konci diagnóz poukazuje na vztahy k sousedním čeledím. Ve vymezení tříd se přidržuje v mnohém umělého vymezení na základě stavby květu, čeledi jsou však již blízké přirozenému systému - jak uspořádáním, tak i šířkou pojetí.

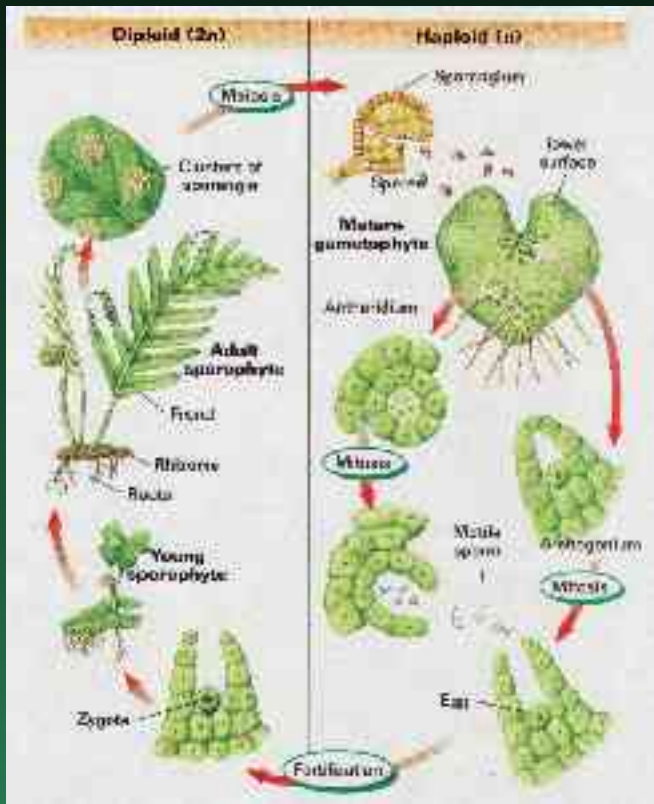


Antoine Laurent de Jussieu
1748 - 1836



Objev a zobecnění rodozměny (1. pol. 19. stol)

V první polovině 19. stol. je postupně objevován mechanismus rozmnožování archegoniálních rostlin.



Jsou objevena archegonia a antheridia, u jednotlivých skupin výtrusných rostlin a je postupně objevován princip střídání gametofytní a sporofytní generace, čili rodozměna, který je roku 1851 zobecněn Wilhelmem Hoffmeisterem. Samotný princip haploidní a diploidní fáze byl poznán až počátkem tohoto století. Ruku v ruce pak následuje i pochopení samotného mechanismu oplození u archegoniálních rostlin.



Wilhelm Hoffmeister
1824 - 1877

Objev principu opylení rostlin (1. pol. 19. stol)



V r. 1823 prof. fyziky v Mondeně **Giovanni Battista Amici** (objevuje, že při opylení vyrůstá láčka, jež proroste skrz čnělku do semenníku. Publikoval to v díle *Osservazioni microscopiche sopra varie piante* (Mondena 1823).



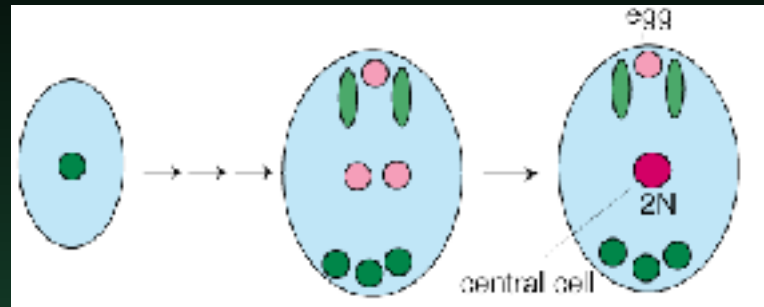
Giovanni Battista Amici, 1786 - 1863



R. 1842 prof botaniky na univ. v Zürichu **Carl Wilhelm von Naegeli** (1817 - 1891) studuje dělení buněk uvnitř vznikajícího pylového zrna. Svá pozorování popsal v díle *Zur Entwicklungsgeschichte des Pollens bei den Phanerogamen*. (Zürich 1842).

Objev principu oplození rostlin (2. pol. 19. stol)

1877 podal prof. botaniky univ. v Jeně **Eduard Strassburger** popis procesu dělení a diferenciace buněk uvnitř zárodečného vaku. Bylo to v jeho díle *Über Befruchtung und Zelltheilung* (Jena 1877). Jeho terminologie se užívá pro tyto buňky dodnes.



Eduard Strassburger, 1844 - 1912



1898 prof. botaniky na univ v Moskvě **Sergej Gavrilovič Navašin** objevuje dvojí oplození u rostlin. Publikoval tento objev v díle *Novyje nabljuděnija nad oplodotvorenijem u Fritillaria tenella i Lilium martagon*, které vyšlo jako součást sborníku Dněvnik X. sjezda ruskich estěstvoispytatělej i vračejev v Kijevě.

Sergej Gavrilovič Navašin, 1857 - 1930



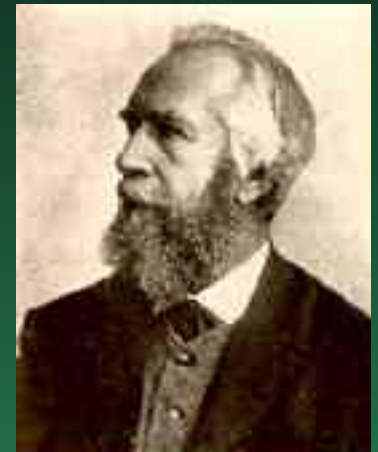
Evoluční teorie (2. pol. 19. stol.)



V druhé polovině 19. stol. se etabluje evoluční nauka díky práci Angličana **Charlese Darwina** (1809-1882). On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. (O vzniku druhů přírodním výběrem neboli uchováním prospěšných plemen v boji o život) (1859).



Dalším mezníkem je pak rok 1866, kdy Němec **Ernst Haeckel** (1834-1919) vyslovuje zákon rekapitulace = biogenetický zákon: ontogeneze = zkrácená fylogeneze (v témže roce zavádí pojem ekologie jakožto vztah organismu a prostředí).



Richard Owen (1804-1892) definoval v díle Report on the archetype and homologies of vertebrate skeleton principy homologie a analogie

Chorologie - studuje areál taxonu, jeho velikost, vertikální výskyt
vazba na určité květenné oblasti, migrační cesty, vývojová centra.

Jejím zakladatelem se stal počátkem 19. stol. francouzský botanik A. P. De Candolle. Plného rozvoje pak dosáhla tato metoda ve 20. století po nashromáždění potřebného množství dat o rozšíření jednotlivých druhů

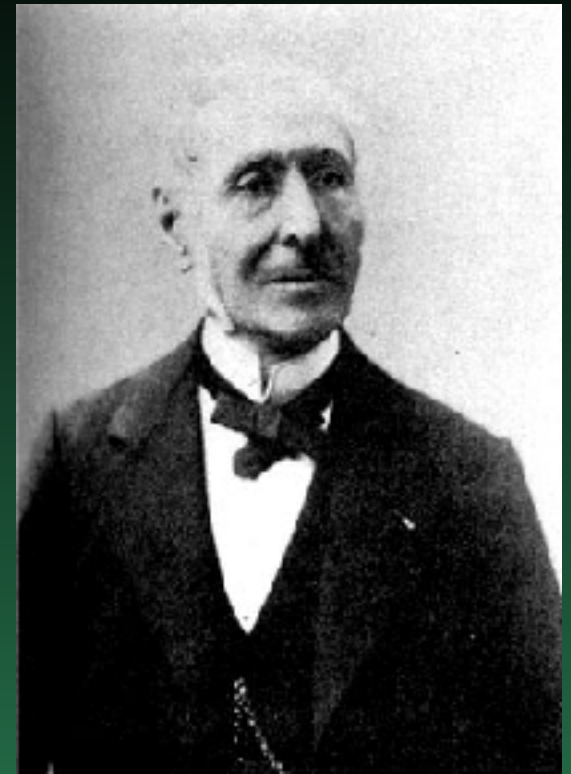


Augustin
Pyramus de
Candolle
(1778-1841)

Kodifikace botanické nomenklatury (1867)

Základy botanické nomenklatury byly v hrubých rysech nastíněny již v Linnéově *Philosophia botanica* (1751) a podrobněji pak v 10. vydání Linnéova *Systema naturae* (1757).

R. 1867 vystupuje **Alphonse de Candolle** na mezinárodním botanickém kongresu v Paříži s příspěvkem *Lois de la nomenclature botanique*, kde navrhuje mj. datum 1. května 1753, kdy vyšlo Linnéovo *Species plantarum* za starting point nomenklatury. Kongres pak pověřil „komisi devíti“ vedenou De Candollem redakcí prvního nomenklatorického kódu. Následným vydáním v roce 1867 získala pravidla botanické nomenklatury poprvé kodifikovanou podobu. Od té doby pravidelně pracuje nomenklatorická komise, která v období mezi kongresy shromažďuje podněty pro nový kód, jehož změny může schválit pouze botanický kongres, konaný 1x za 4 roky.



Alphonse de Candolle
1806-1893



Vysvětlení evoluce květu (počátek 20. stol.)

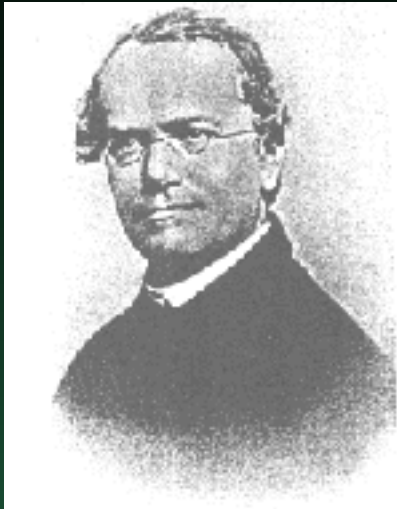
Pseudanthiová teorie. Předpokládá, že oboupohlavné květy krytosemenných vznikly odvozením z jednopohlavných u nahosemenných *Gnetophyt*. Vyslovil ji poprvé na základě morfologických studií rodu *Ephedra* a *Gnetum* roku 1911 vídeňský botanik Richard Wettstein (Handbuch der systematischen Botanik, Wien.), který jako první ve svém systému považoval *Monocotyledones* za odvozenější než *Dicotyledones*. Jak se později ukázalo nebyla tato teorie správná.



E. A. Newell Arber
(1870-1918)

Strobilární teorie (euanthiová). Považuje za předky krytosemenných rostlin typy blízké třídě *Cycadeoideopsida* (*Bennettitatae*), jejíž zástupci se vyznačují oboupohlavnými strobily, z jejichž částí se vyvinuly okvěti, tyčinky a pestík krytosemenných. Potažmo pak byli zastánci této teorie považovány za nejprimitivnější krytosemenné rostliny typy kolem dnešního řádu *Magnoliales*. Některé náznaky této teorie formuloval Němec Hans Hallier (1868 - 1932) v roce 1902 (*Beiträge zur Morphogenie der Sporophyle und des Trophophylls in Beziehung zur Phylogenie der Kormophyten*), definitivní podobu jí dali E. A. N. Arber a J. Parkin v r. 1907 (*On the origin of Angiosperms. - Bot. J. Linn. Soc. 38: 29-80.*)

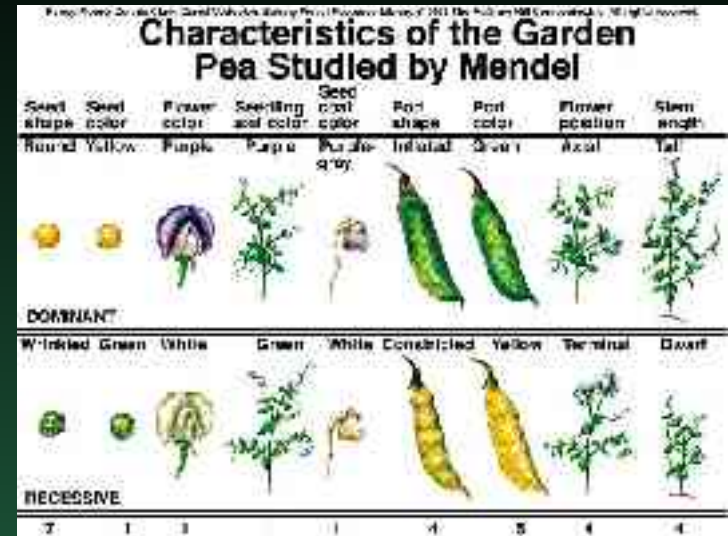
Vznik genetiky (konec 19. stol.)



1865 Johann Gregor Mendel uveřejnil výsledky svých studií o dědičnosti u rostlin.

Johann Gregor Mendel

1822 - 1884



1887 Hugo de Vries poprvé popisuje pojem mutace (zjištěný při kultivačních pokusech u *Oenothera lamarckiana*) Jeho výzkum byl motivován snahou ověřit Darwinovu teorii přírodního výběru - paradoxně ji jakoby vyvrátil zjištěním, že odchylky (mutace) vznikají skokem a zcela náhodně)

Hugo de Vries, 1848 - 1935



Chromosomy v rostlinné systematice (20. stol.)



Theodor Boveri
1862 - 1915

Některé fáze **mitózy** pozoroval vůbec poprvé již v roce **1848** Němec Wilhelm Hofmeister v buňkách trichomů nitek rodu *Tradescantia virginica*

1882 si Němec Eduard Strasburger poprvé všímá, že počet diferencujících chromosomů při mitóze je pro druhy **stálý**. V roce 1888 tento fakt zobecnil ve formě hypotézy německý cytogenetik a anatom **Theodor Boveri**.

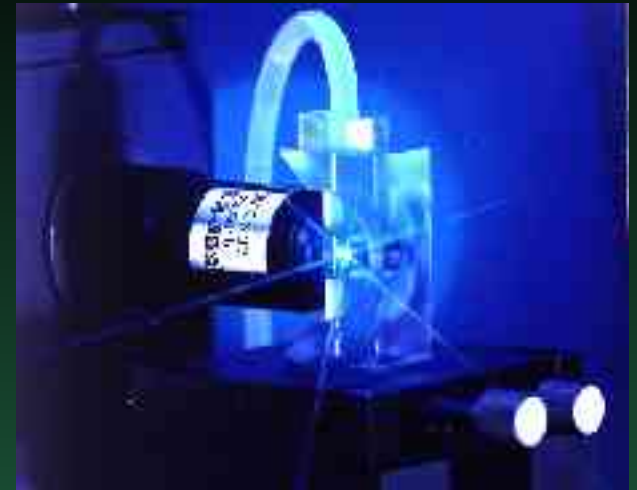


V rostlinné systematice se začaly metody zjišťování počtu chromosomů používat od 20. let 20. stol.

Proudová cytometrie (konec 20 stol.)

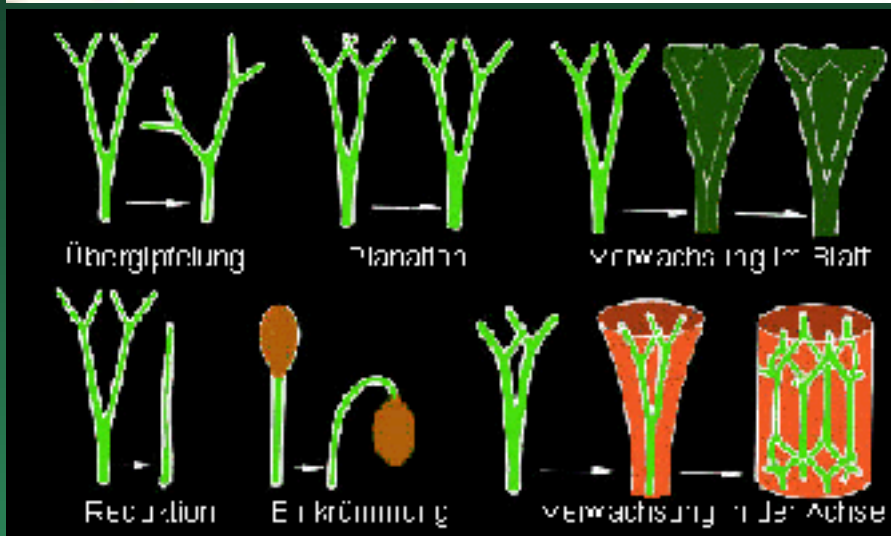


Od poloviny 80. let 20. Stol. prodělává dramatický rozvoj metoda, jenž se původně sloužila k analýze krevních buněk - **proudová cytometrie** (flow cytometry). Její užití je v rostlinné systematice spjata dosti úzce právě s kvantitativním měřením velikosti buněčných jader a chromozómů.



Princip metody je založen na jevu zvaném **hydrodynamická fokusace** - ke kterému dochází v "srdci" proudového cytometru - průtokové komůrce, v níž se jednotlivé izolované buňky, orgány, jádra či chromozómy dostávají do kontaktu s rychle přiváděnou unášecí tekutinou při východu zúženou tryskou komůrky se pohyb suspenzních částic ještě urychlí a právě v důsledku tohoto urychlení v trysce dojde k tomu, že se suspenzní částice seřadí do řetězce za sebou v centrální části paprsku unášecí tekutiny. Na komůrku navazuje optická část která za použití různých typů záření a optoelektrických jevů analyzuje množství a velikost procházejících částic.

Paleobotanické přístupy (od 1. pol. 20. stol.)



Na základě studia fosilních rostlin, zejména ryniofyt, ji vyslovil roku 1930 Němec **Walter Zimmermann** (v díle *Phylogenie der Pflanzen*).

Robert Kidston a **William Henry Lang** během první světové války učinili originální nálezy nejprimitivnějších suchozemských rostlin při vykopávkách u obce Rhynie ve Skotsku



Dr Robert Kidston (right) and the palaeobotanist Professor David Thomas Gwynne-Vaughan (left).

Telomová teorie, pokládající za evoluční základ všech rostlinných orgánů prastonek - telom. Z jeho základní dichotomické podoby ryniofyt, pak vznikly různé typy větvení stonku, postavení a uspořádání sporangií a listy u plavuní, přesliček, kapradin, nahosemenných a krytosemenných.

Populačně genetické přístupy (1. pol. 20. stol.)



Godfrey Harold Hardy
1877-1947

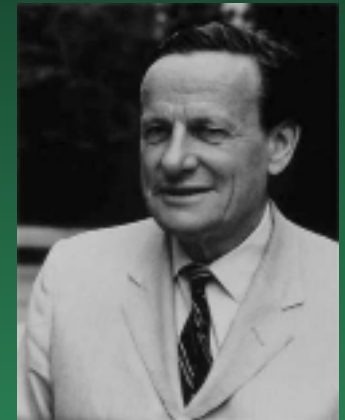


Wilhelm Weinberg
1862-1937



Theodosius Dobzhansky
1900 - 1975

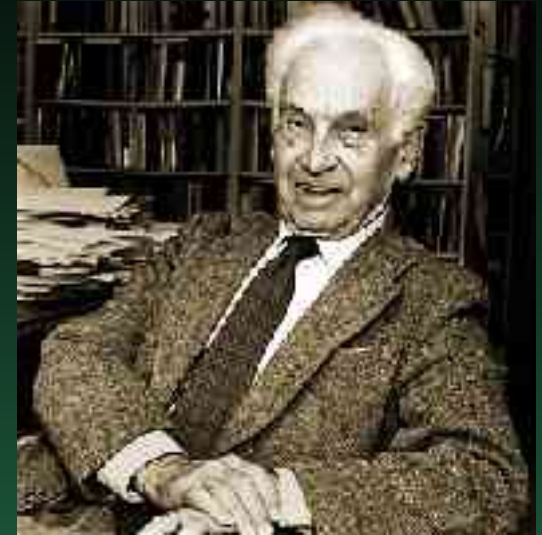
Německý genetik G. Weinberg a britský matematik G.H. Hardy formulují paradigma populační genetiky - zákon o frekvenci alel v panmiktické populaci = Hardy-Weinbergova rovnováha. 1937 jsou položeny základy syntetické teorie evoluce - v díle amerického populačního genetika Theodosia Dobzhanského (Genetics and the origin of species). Na něj pak navázal z botaniků zejména Američan **G. Ledyard Stebbins** (Variation and Evolution of Plants 1950). Podstatou teorie je, že nikoli jedinec, nýbrž populace je základní jednotkou evoluce.



George Ledyard
Stebbins
1906 -

Biological Species Concept

Syntetická teorie evoluce (spojuje genetiku s darwinismem) vychází z představy, že makroevoluce je extrapolací mikroevoluce, základní jednotkou evoluce není jedinec nýbrž populace, za surový materiál evoluce pokládá především geny malého fenotypového účinku (někdy nazývána i neodarwinismus), tuto teorii dále rozvinul v 50. a 60. letech americký ornitolog a taxonomický teoretik Ernst Mayr (*1904, prof. Harwardovy univ.).



Ernst Mayr
1904 -

Ernst Mayr je také autorem nejvíce užívané biologické definice druhu: **Druhem rozumíme soubor aktuálně nebo potenciálně se křížících populací oddělených od reprodukční bariérou od ostatních takových souborů.**

Populačně genetické vlastnosti druhů - 2. pol. 20. stol.

Zabývají se studiem breeding systémů, možností hybridizace, studují způsoby tvorby gamet, frekvenci alel v populacích atd.

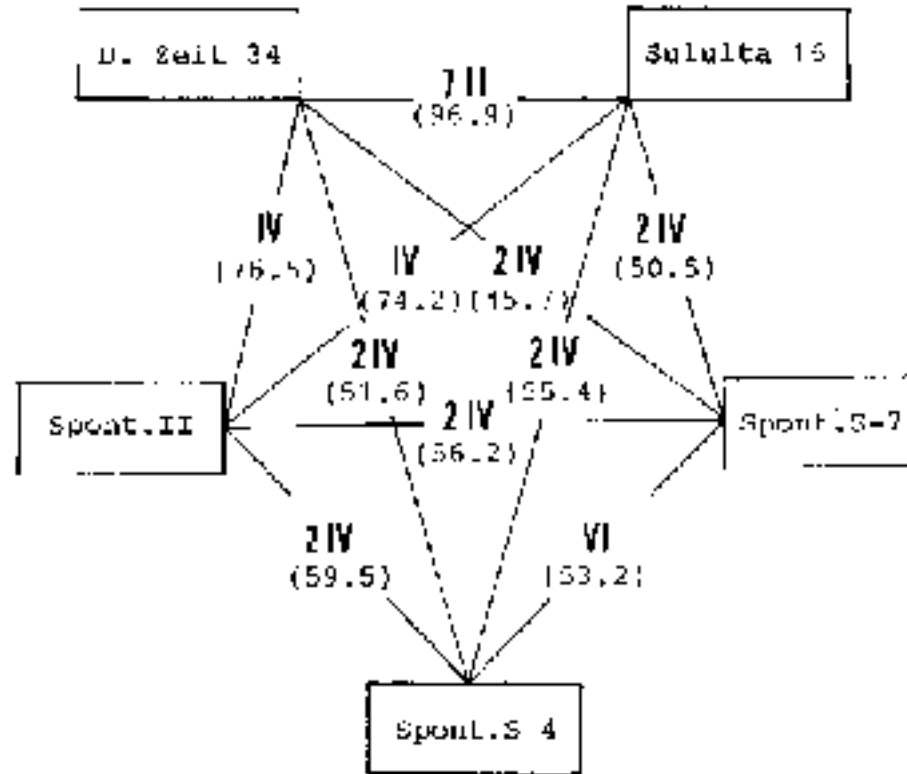
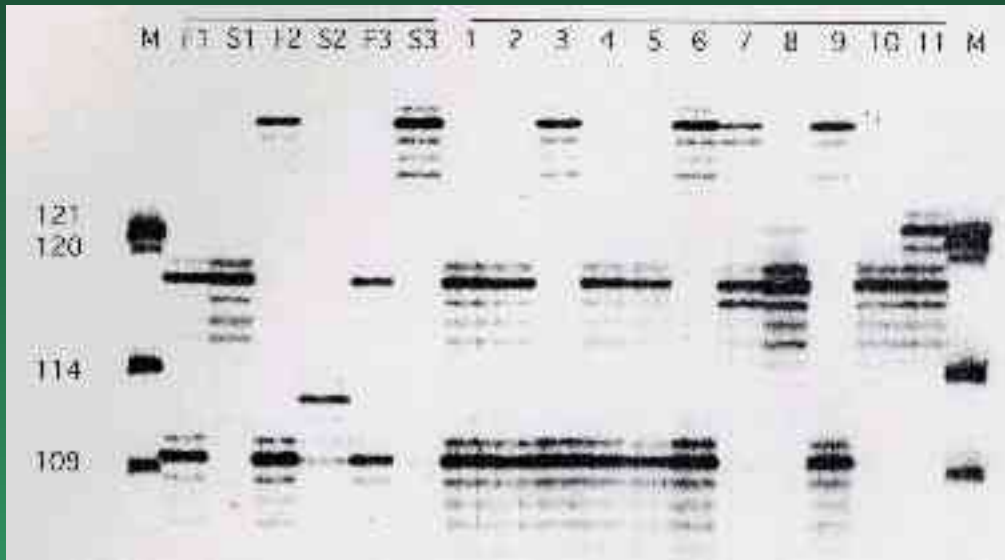


Figure 1. Chromosome configurations and seed fertility in the F₂ plants of different reciprocal translocation lines, (): Seed fertility

Studium isoenzymů a allozymů - konec 20. stol.

pomocí **gelové elektroforézy** postihuje rozdíly v prostorovém uspořádání, hmotnosti a síle elektrického náboje enzymů. Elektroforézu poprvé užil r. 1937 švédský biochemik **Arne Wilhelm Kaurin Tiselius** (1902-1971). (Nobelova cena v r. 1948). R. 1966 byla využita poprvé pro šlechtitelské účely. Pro taxonomii a systematiku poprvé více však teprve od 80 let 20 stol. Současná biosystematika dokáže pomocí těchto metod odhalovat hybridní původ druhů, breeding systémy, atd. a doplnit tak populačně genetické studium druhů.



Isoenzymy katalyzují stejnou reakci ale strukturně se liší velikostí nebo sekvencí aminokyselin.

Allozymy jsou isozymy kódované různými alelami téhož genu.

Znaky chemické (od poloviny 20. stol.)

Zjišťují se zpravidla ve 3 základních krocích: 1. extrakce nebo izolace; 2. separace, 3. detekce. Dávné kořeny těchto metod sahají k farmakognosii (nauce o lécích), kde existence a vlastnosti a později chemická podstata účinných či jedovatých látek byly studovány od počátku 19. století.

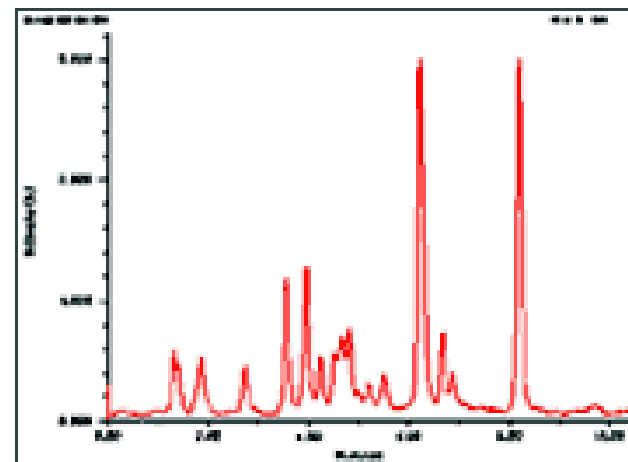
K prvnímu využití těchto znaků v rostlinné taxonomii došlo až ve 40. letech tohoto století Angličanem Dawsonem při studiu obsahu kyanogenních glykosidů u rodu štírovník (*Lotus*).



Lotus corniculatus

Mikromolekulární systematické studium (2. pol. 20. stol.) zkoumá především molekuly sekundárních metabolitů, nejčastěji fenolických sloučenin, z nichž mnohé mají funkci barviv nebo silic. Základní separační technikou mikromolekulárních metod je **chromatografie**.

Kapalinová chromatografie se v systematické botanice používá od 50. let, kdy v r. 1953 dokázali Buzatti-Traverso a Reichinger, že přítomnost celé řady chemických látek v rostlinných extraktech je taxonomicky významná, neboť je konstantní a specifická, čili geneticky podmíněná.



AST's column packings provide high performance separation of radio-labelled samples

Objektivizace a racionalizace taxonomických dat = Biostatistika (20. století)

První biometrická měření na rostlinách prováděl na přelomu 19. a 20. století britský matematik **Charles Pearson** (formuloval principy kontinuální a diskontinuální variability, zavádí některé základní pojmy a koeficienty popisné statistiky – variační koeficient; pracoval většinou se znaky s normální gausovskou distribucí – sledoval např. počty ostnů na listech *Ilex aquifolium*, počty primárních žilek u *Fagus sylvatica* apod).



Charles Pearson
(1857-1936)



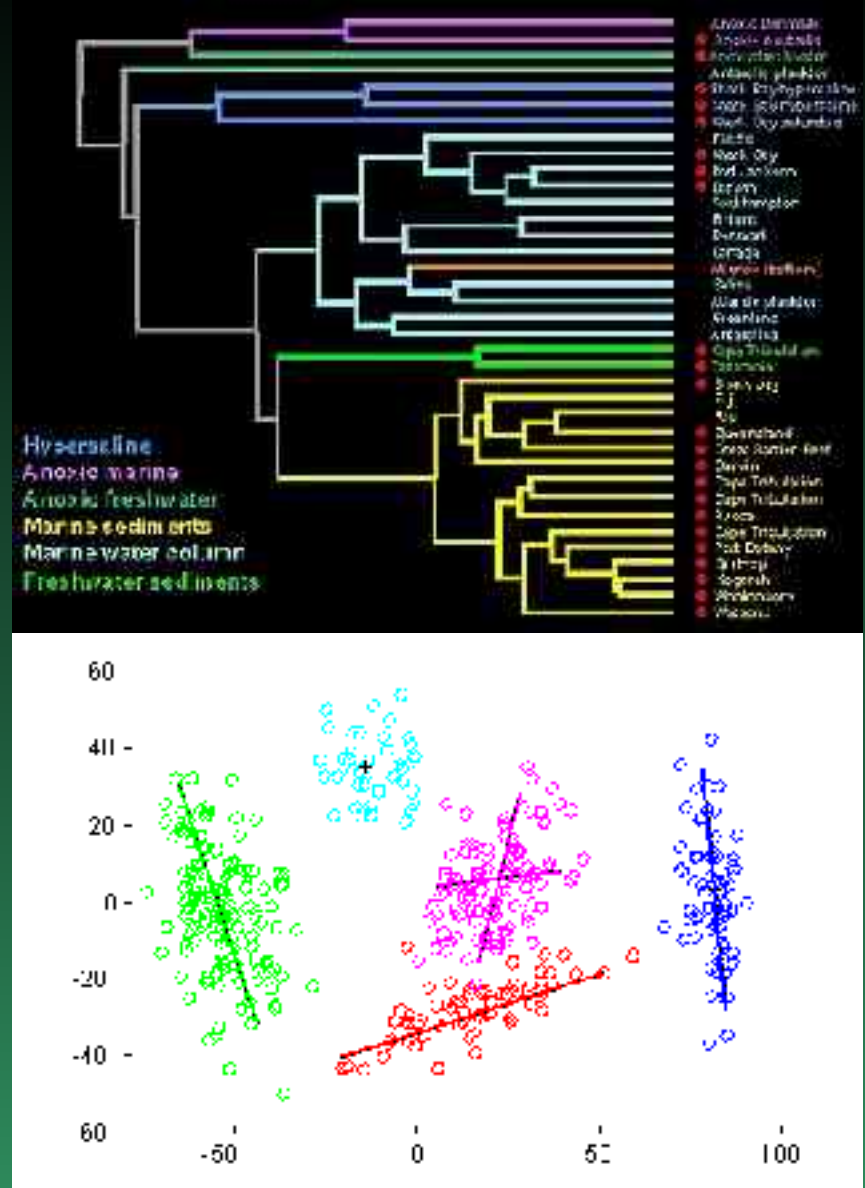
Robert R. Sokal

Fenetika = „každý znak má a priori stejnou váhu“

V roce 1963 se etablovala díky studiím Američanů R. Roberta **Sokala** a Petera **Sneatha** numerická taxonomie – masivní využití jejích metod jako je shluková či clustrovací, diskriminační analýza či analýza hlavních komponent a mnoha dalších, umožnil rozvoj výpočetní techniky.

Znaky kvantitativní a kvalitativní – biometrika.

Variabilita živých organismů si vynucuje použití metod biostatistiky. Nejčastějšími výstupy numericko taxonomických metod jsou: **dendrogram** (v případě metod klasifikačních jako je např. clustrová analýza) nebo **ordinační diagram** (vyjádřený obvykle ve formě scatter plotu, v případě metod ordinačních jako je např. analýza hlavních komponent PCA = principal component analysis, a. hlavních koordinát PCoA, či analýza DCA).



Kladistika



Willi Hennig
1913–1976

V roce 1950 předložil německý entomolog Willi Hennig systém schopný obsáhnout všechny důsledky evoluční teorie. Zrodil se nový vědní obor nazvaný kladistika neboli fylogenetická klasifikace. Hlavní myšlenkou bylo spojovat dohromady skupiny se společnými předky, sdílející společně nově se v evoluci objevivší (odvozený) znak = apomorfií.

Každý znak byl někdy v evoluci nový – např. genetický kód je apomorfií všech živých organismů, cévní svazky jsou apomorfií všech vyšších rostlin kromě mechorostů, konduplikátně svinutý plodolist je apomorfií všech krytosemenných. Opakem znaků odvozených jsou znaky primitivní – plesiomorfní. Výsledkem kladistické analýzy je stromový diagram zvaný **kladogram** založený na kvantitativní analýze počtu apomorfií při maximální úspornosti „**maximum parsimony tree**“.

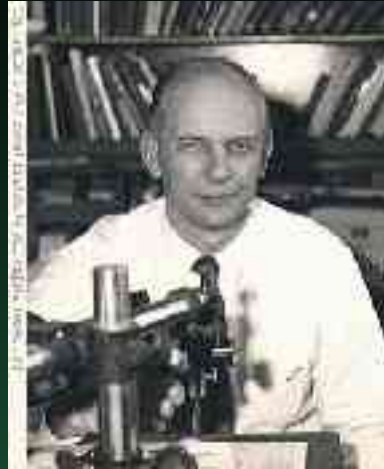
Moderní systémy rostlin (konec 20. stol.)



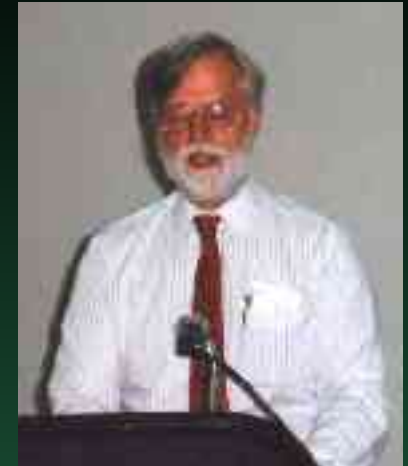
John Hutchinson
1884-1972



Armen Tchtadžjan
1910-



Arthur John Cronquist
1919 -1992



James Reveal



Rolf Dahlgren 1932-1987



„Dahlgrenogram“

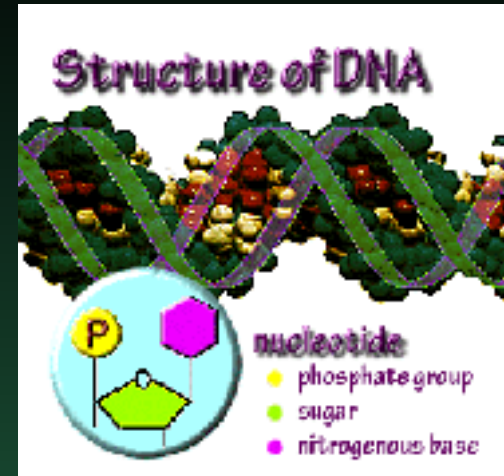


Robert F. Thorne, 1920-

Molekulární přístupy (konec 20. stol)



"Objev 20. století" byl učiněn v roce 1953 Jamesem Watsonem a Francisem Crickem, když se jim podařilo rozluštit stavbu DNA této kyseliny.



Neutrální teorie molekulární evoluce 1966-68 je formulována Japoncem M. Kimurou (Kimura T. 1969: The neutral theory of molecular evolution. - Sci. Amer., New York, 241: 98-126.) (nezávisle i T.H. Jukesem a J.L. Kingem - 1969: Non-Darwinian evolution. - Science, Washington, 164: 788-798.) tzv. "neutrální teorie molekulární evoluce", která omezuje úlohu přírodního výběru jako okamžitého faktoru kontrolujícího prospěšnost mutace. Předpokládá, že obrovské množství mutací vzniká, což bylo skutečně dokázáno bez jakékoli fenotypové odezvy. Co však je bez odezvy nyní, nemusí být bez odezvy v budoucnu (pokud to však do budoucna přežije).



Motoo Kimura

1924-1994

Studium DNA 90. léta 20. stol.

V 90. letech 20. stol. zcela převládly postupy založené na **polymerázové řetězové reakci (PCR)** v programovatelném zařízení, zvaném **termocykler**. Pro čtení sekvence nukleotidů – sekven(c)ování se využívá automatický **sekvenátor**. Výhodou metod je, že stačí jen malé množství materiálu umožňující přežití zkoumaného jedince.



The Nobel Prize in Chemistry 1980



Paul Berg

1926-



Walter Gilbert

1932-



Fred Sanger

1918-



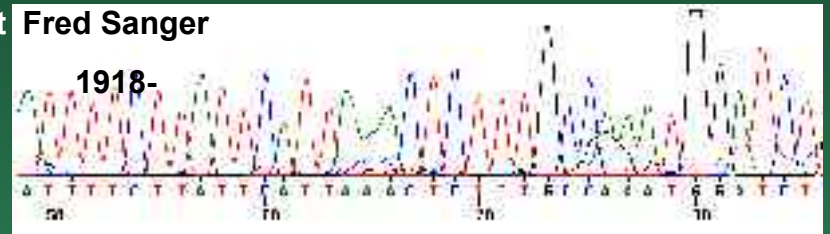
Kary B. Mullis 1944-



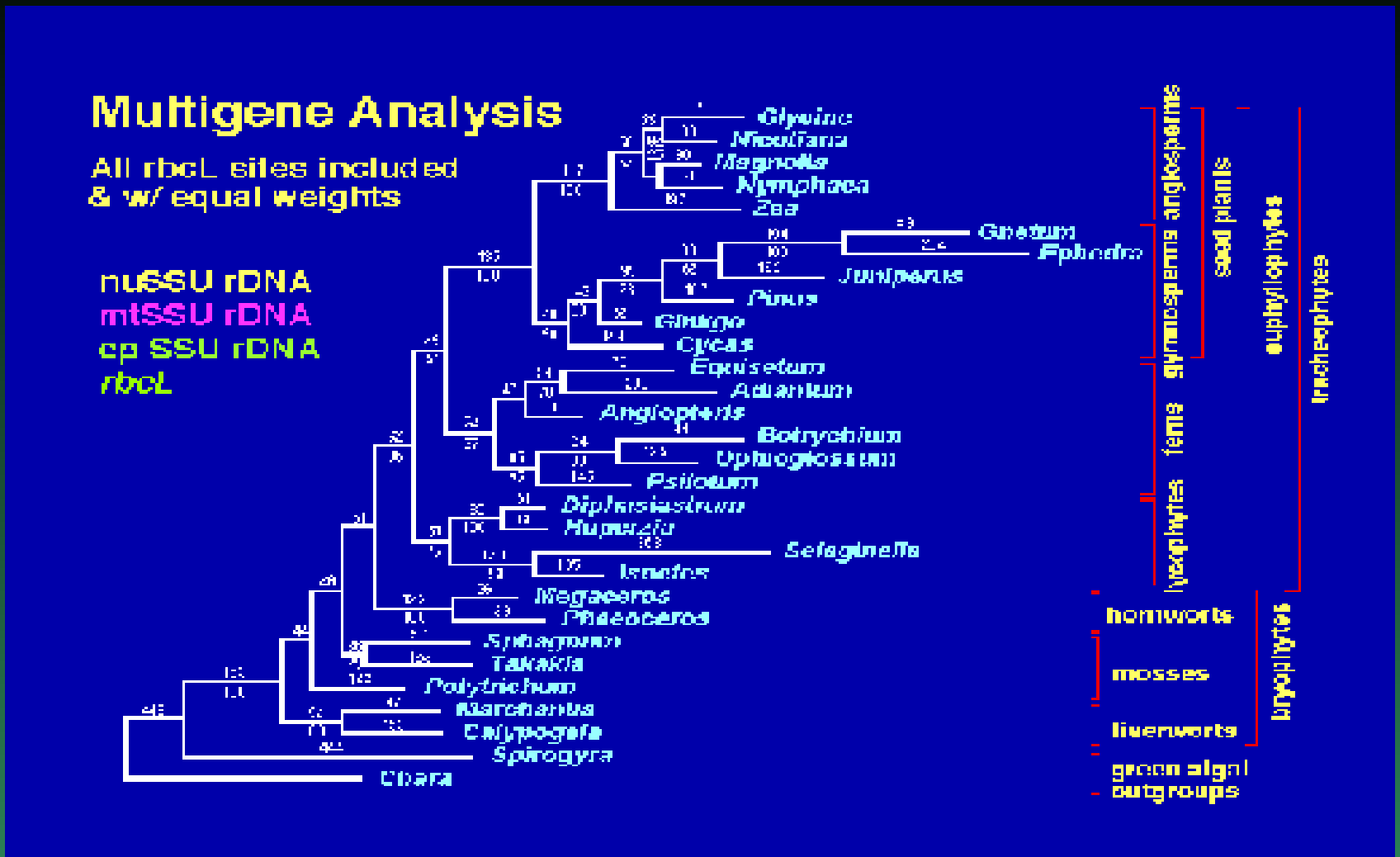
The Nobel Prize in Chemistry 1993



automatický sekvenátor

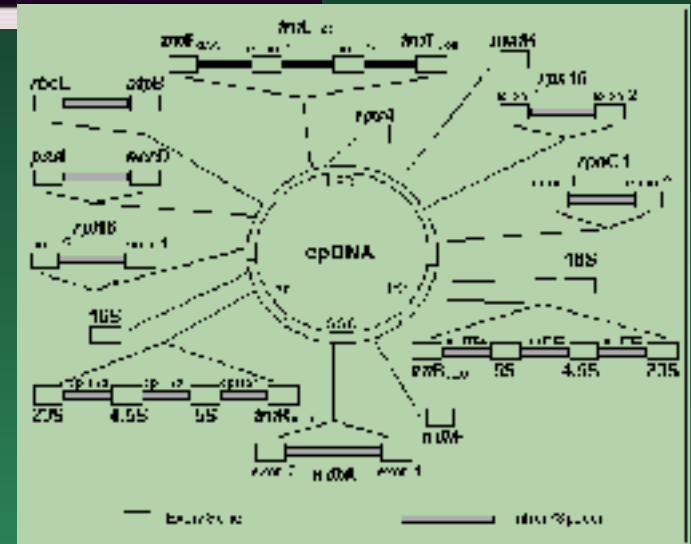
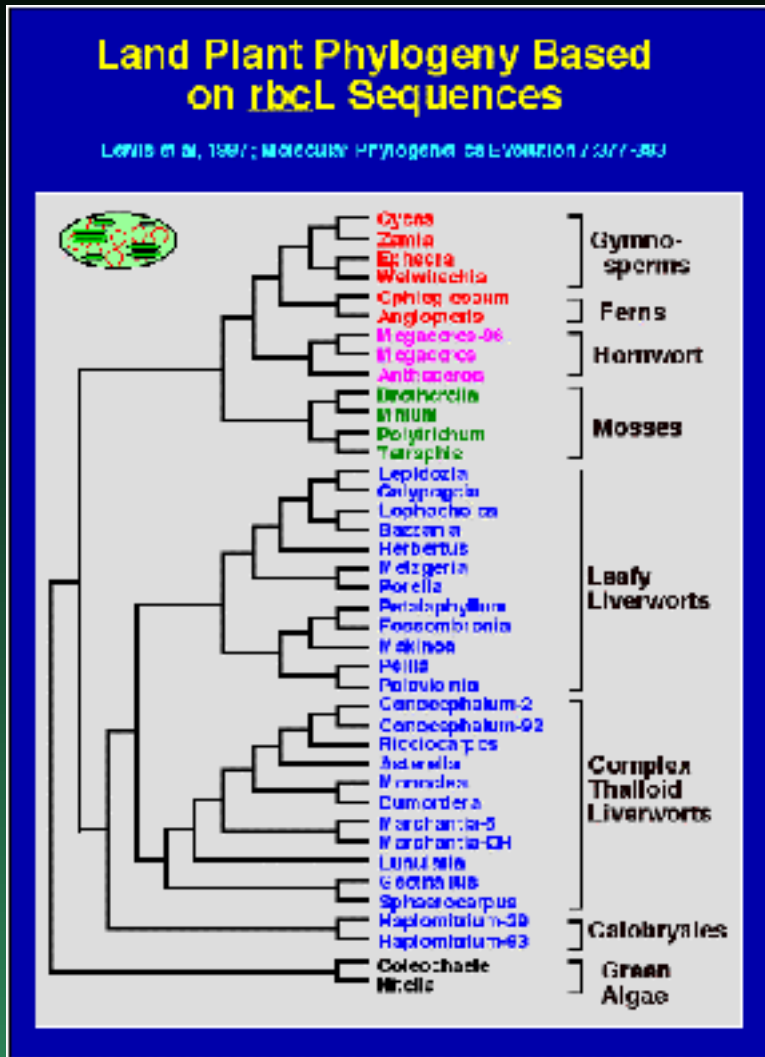


Syntéza kladistických a molekulárních přístupů



Fylogenetické vztahy vyšších rostlin v podobě maximum parsimony tree různých částí ribosomální DNA jaderného, chloroplastového a mitochondriálního genomu

Molekulární biosystematika (21. stol.)



Molekulární systematika je též týmovým, finančně velmi náročným výzkumem

Petr Bureš: Prezentace přednášky Systém a evoluce vyšších rostlin - část 2.