



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Historie systematické botaniky

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

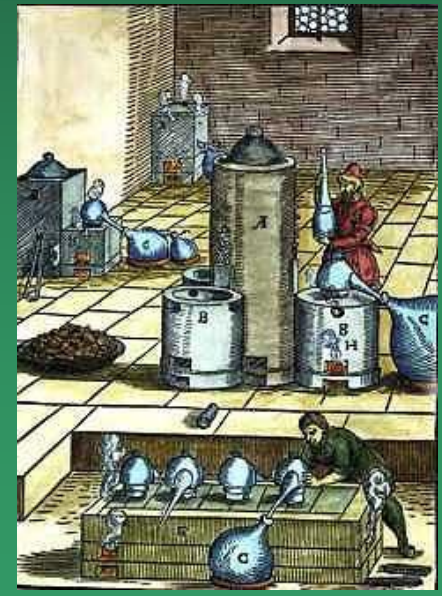


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

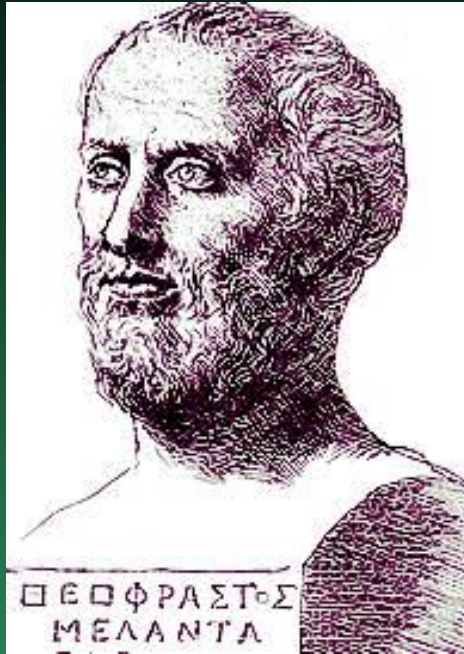
# Vývoj klasifikace rostlin

Zpočátku uspořádání rostlin jen nevědomé uspořádání kapitol či popisů rostlin v knize, bez explicitní potřeby klasifikovat.

Od antiky do renesance (zhruba do 16. století) byla botanika aplikovanou vědou = součástí lékařství, farmacie a alchymie



# Antické Řecko (4–3. stol. př. Kr.) – Theophrastos



**Theophrastos**  
371-287 př. Kr.



gymnasiarcha Lykeionu v Athénách



Renesanční vydání  
*Historia plantarum*

Peri fyton historias = **Historia plantarum**; ca 500 druhů rostlin hlavně středomořských ale také z výprav Alexandra Makedonského do V Asie.

Klasifikace na habituálním principu: stromy, keře, byliny vytrvalé, byliny jednoleté

# Antický Řím (počátek letopočtu) – Dioscorides



**Pedanius Dioscorides**  
1 stol.

Lékař římských legií – prošel s nimi mnohá území, kde sbíral neznámé rostliny

Dioscorides sbírající rostliny během pochodu římských legií – ilustrace Roberta Thoma z r. 1950



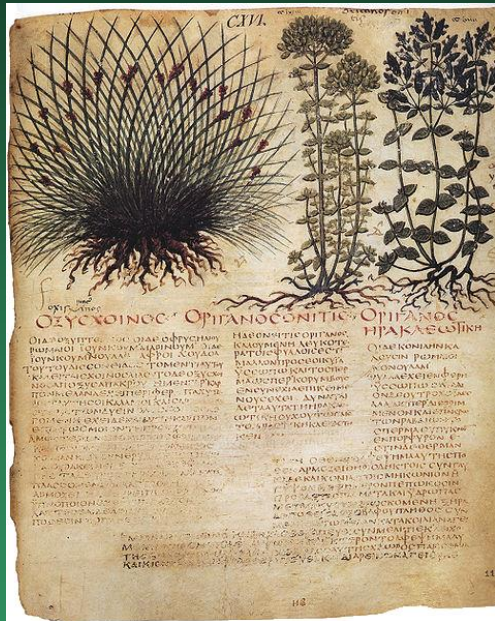
Dioscorides popisující mandragoru – obraz Ernesta Boarda z r. 1909



Poprvé užil termín **botaniké** = nauka o rostlinách v díle **Peri hyles iatrikes = De materia medica**

# Antický Řím (počátek letopočtu) – Dioscorides

Byzantský přepis  
Dioskoridova  
*De materia medica*  
6. stol.



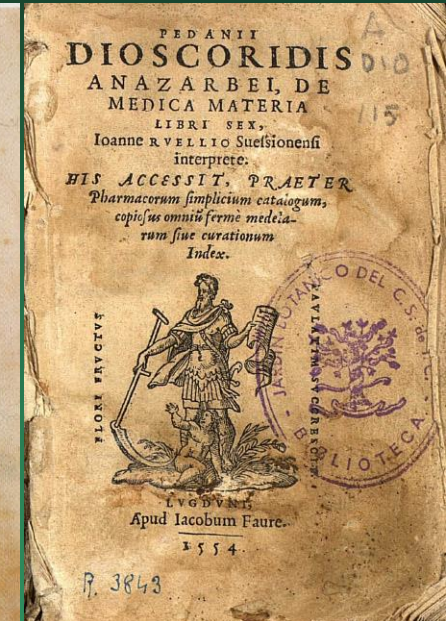
Řecký přepis  
Dioskoridova  
*De materia medica*  
10. stol.



Arabský přepis  
Dioskoridova  
*De materia medica*  
14. stol.



Renesanční latinské  
vydání Dioskoridova  
*De materia medica*  
1554



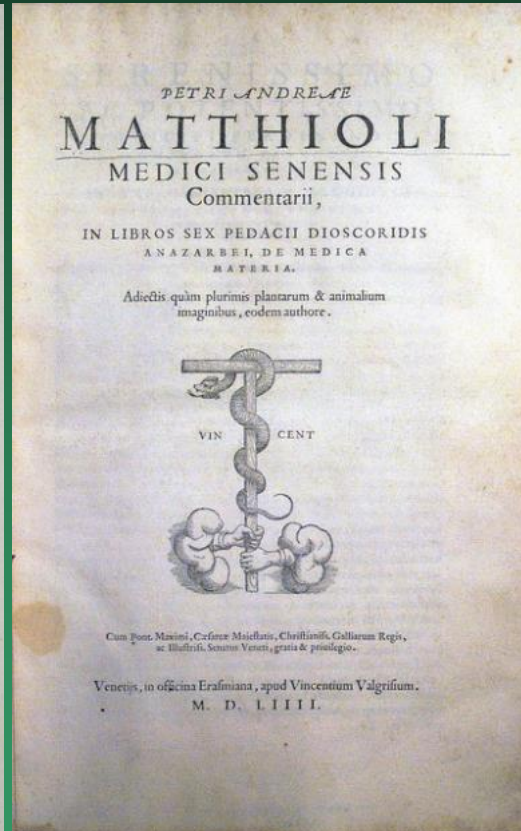
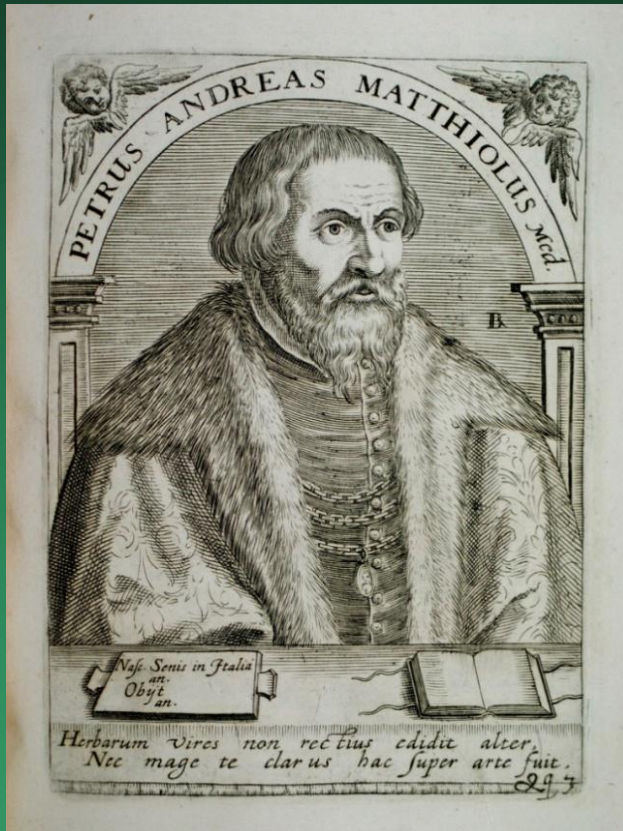
Po staletí přepisován a překládán ...

Petr Bureš: Prezentace přednášky Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - část 2.

# Antický Řím (počátek letopočtu) – Dioscorides

Mattioliho  
*Comentarii in libros sex Pedacii Dioscoridis*  
1554

České vydání Mattioliho  
*Herbáře*  
1558



Stal se hlavní inspirací renesančních bylinářů

Petr Bureš: Prezentace přednášky Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - část 2.

# Renesanční bylináře (16 - 17. stol)

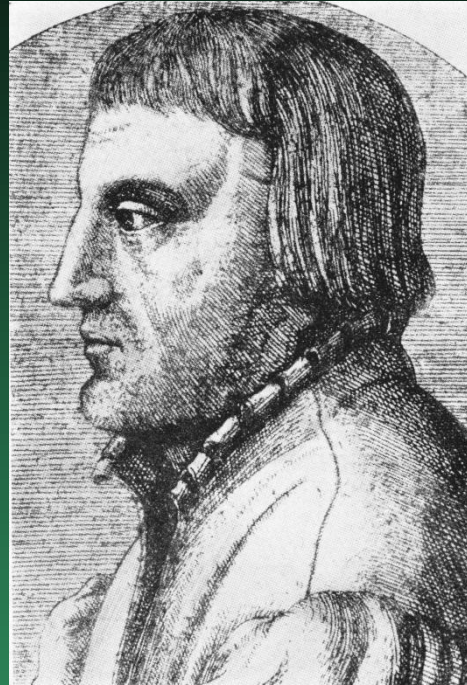


Petr Bureš: Prezentace přednášky Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - část 2.

# Němečtí renesanční otcové botaniky (16. stol.)



**Otto Brunfels**  
1488 - 1534



**Hieronymus Bock**  
(Tragus)  
1498 - 1554



**Leonard Fuchs**  
1501 - 1566

Habituálně podobné druhy např. čeledí *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae* pohromadě = intuitivně přirozené uspořádání na habituálním principu



Fenomenální ilustrace  
Hans Weiditz jun.

=

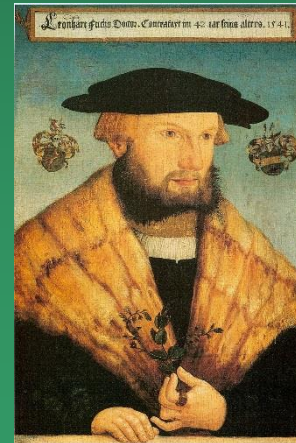
předlohy k dřevořezům  
v Brunfelsově herbáři



Otto Brunfels



Leonard Fuchs



¼ stránkové dřevořezy  
Fuchsova herbáře  
(podle obrazů Albrechta Meyera  
a Heinricha Füllmaurera)  
byly znovu použity pro  
první kapesní atlas rostlin  
na světě

*Historia stirpium*, 1549



# Herbáře = kolekce preparovaných rostlin

Vynálezce herbarizace rostlin = **Luca Ghini**

prefekt botanické  
zahrady v Pise.



JAN FRANTIŠEK BECKOVSKÝ,

kněz ryt. řádu křižovníků s červenou hvězdou, historik český.  
Zanechal nejstarší český herbář (sbírku sušených rostlin).

\* 18. VIII. 1658 v Německém Brodě, † 26. XII. 1725 v Praze.  
Reprodukováno podle rytiny v *Pelechových* sAbbildungens, díl II.  
(Z výtisku *Dobrovoľského* v Knihovně Národního Musea v Praze.)

Nejstarší herbářovou sbírku v Čechách vytvořil  
**Jan František Beczkovský,**

křižovník řádu s červenou hvězdou. (Přelom 17/18.  
stol.)

ČR je v počtu herb. položek na 1 obyvatele

**na 5. místě na světě**

Před námi Švýcarsko, Švédsko, Finsko, Rakousko

# Herbář je nepřekonanou konzervační metodou

1. uchovává data o morfologické variabilitě, geografickém rozšíření, ...
2. dává možnost kontroly těchto dat
3. z herbářových položek lze také na rozdíl od literárních dat či počítačových databází izolovat DNA
4. jedinou formou jak uchovávat nomenklatorické typy



# Herbářové sbírky nad 30 tis. v České republice a na Slovensku (stav v r. 2014)

Karlova univerzita	PRC	2 200 000
Národní muzeum	PR	2 000 000
Moravské muzeum	BRNM	903 000
Masarykova univerzita	BRNU	634 000
Bot. ústav Průhonice	PRA	250 000
Muz. Olomouc	OLM	200 000
Muz. Opava	OP	190 000
Muz. Pardubice	MP	124 000
Muz. Litoměřice	LIT	104 000
Muz. Rožtoky	ROZ	101 000
Palackého univerzita	OL	100 000
Muz. České Budějovice	CB	141 000
Muz. Plzeň	PL	85 000
Muz. Hradec Králové	HR	68 000
Muz. Třebíč	ZMT	58 800
Muz. Mikulov	MMI	50 000
Muz. Jihlava	MJ	47 000
Muz. Liberec	LIM	35 000
Jihočeská univerzita	CBFS	35 000
Muz. Chomutov	CHOM	30 000
Muz. Zlín	GM	30 000
Slov. nár. múzeum	BRA	468 000
Bot. ústav Bratislava	SAV	323 000
Komenského univerzita	SLO	175 000
Tech. Univ. Zvolen	ZV	41 000
Muz. Tat. Lomnica	TNP	40 000
Univ. P.J. Šafárika	KO	40 000
Polnohosp. Univ. Nitra	NI	35 000



# Největší světové herbáře (nad 5 milionů položek – stav v r. 2018)



Muséum National d'Histoire Naturelle	Paris, France	P	8
New York Botanical Garden	Bronx, New York, USA	NY	7,8
Royal Botanic Gardens	Kew, England, UK	K	7
Missouri Botanical Garden	St. Louis, USA	MO	6,6
Komarov Botanical Institute	St. Petersburg, Russia	LE	6
Conservatoire et Jardin botaniques	Geneva, Switzerland	G	6
Naturhistorisches Museum	Wien, Austria	W	5,5
British Museum of Natural History	London, England, UK	BM	5,2
Harvard University	Massachusetts, USA	GH	5

# Z čeho sestává herbářová scheda?

Musí na ní být:

1. naleziště
2. stanoviště
3. sběratel
4. rok

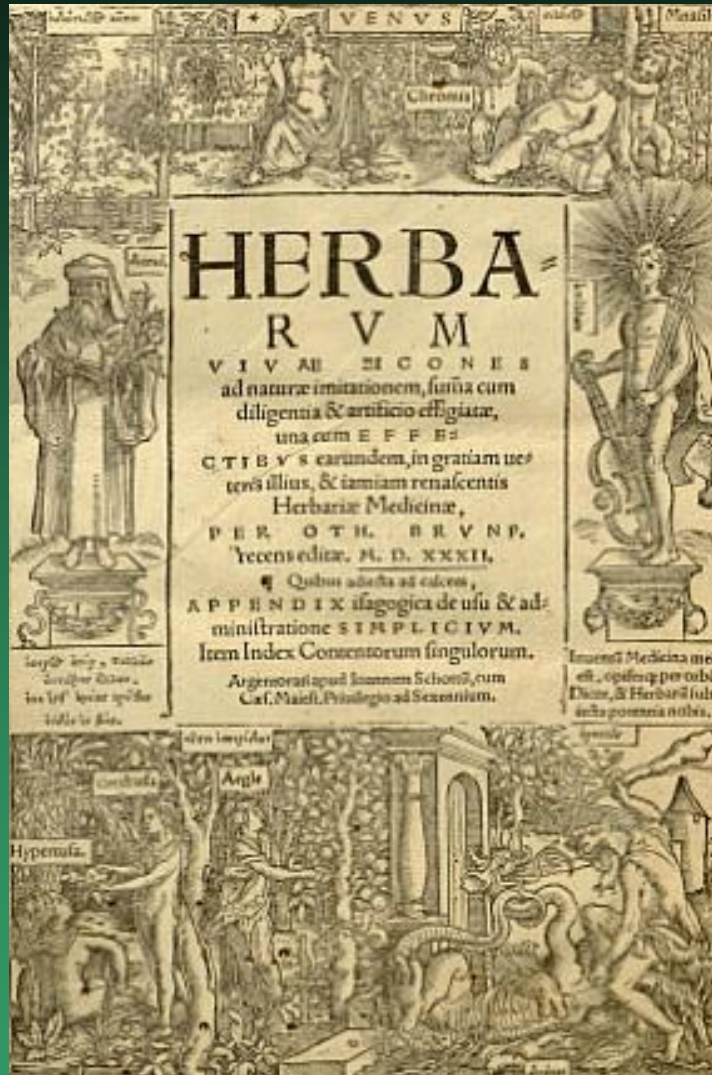
Je vhodné aby na ní bylo:

5. jméno rostliny
6. jméno herbáře
7. datum
8. nadmořská výška / zeměpisné souřadnice

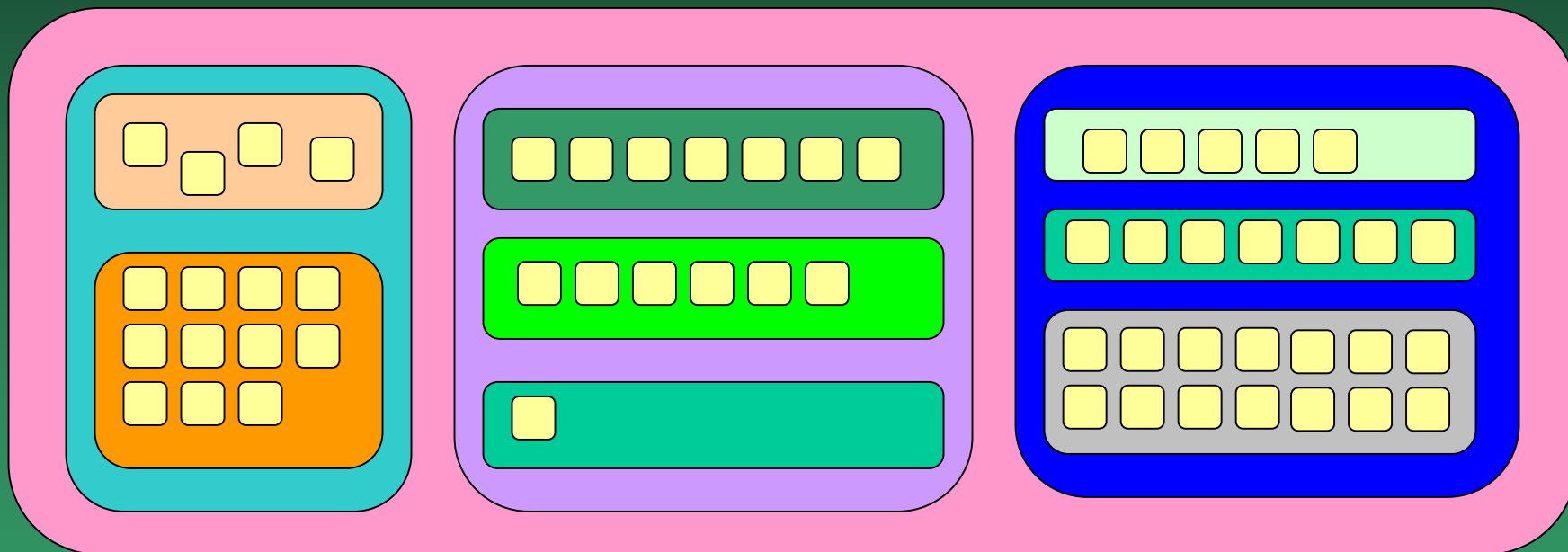
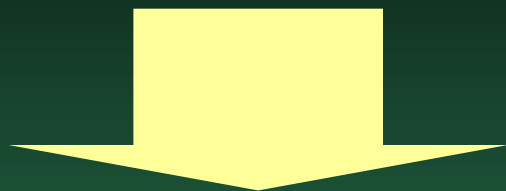


# V renesanční bylinářích nebyly rostliny hierarchicky klasifikovány

bylo jich několik set  
200-500



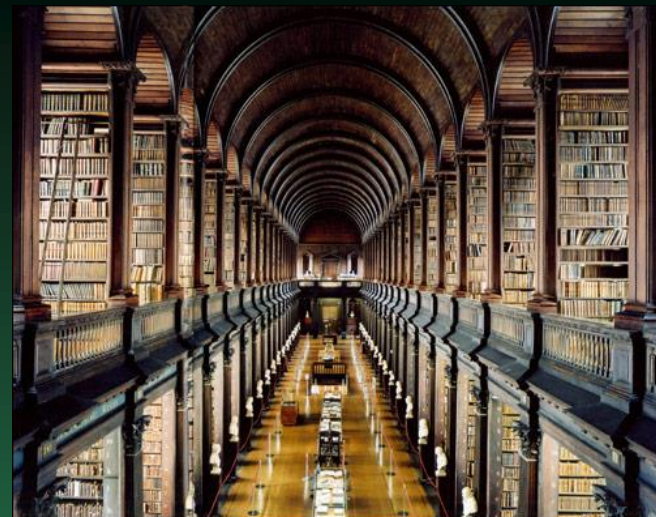
jednoúrovňová (**lineární**) klasifikace =  
přiřazení jmen k objektům



klasifikace hierarchická



Příkladem vynuceného přechodu od lineární klasifikace ke klasifikaci hierarchické je knihovna



# Umělé hierarchické systémy rostlin (konec 16. stol)

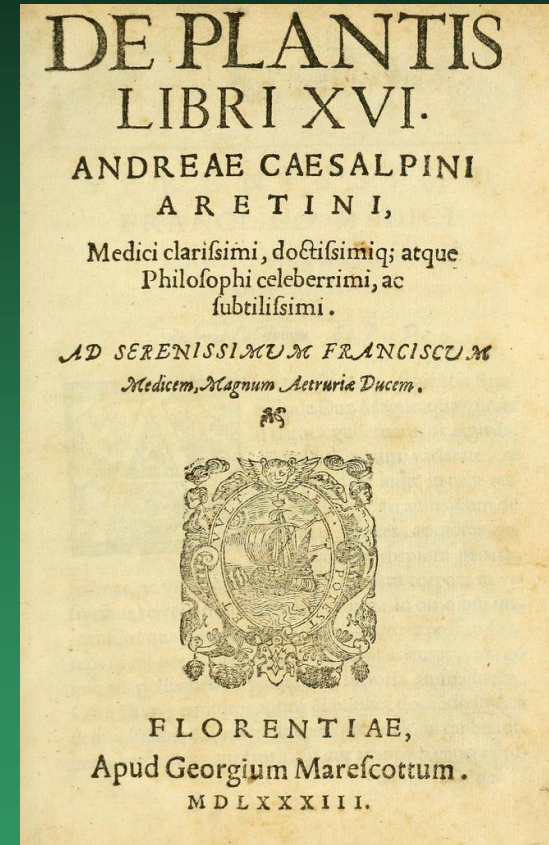
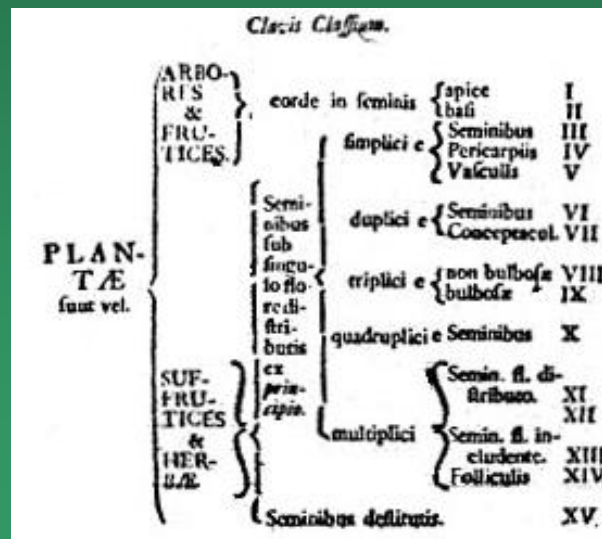
italský lékař a botanik **Andrea Cesalpino**, osobní lékař papeže Klimenta VIII. Dílo: *De plantis* (Firence 1583) (16 knih o rostlinách)



**Andrea Cesalpino**  
(Caesalpinus)  
1519 - 1603

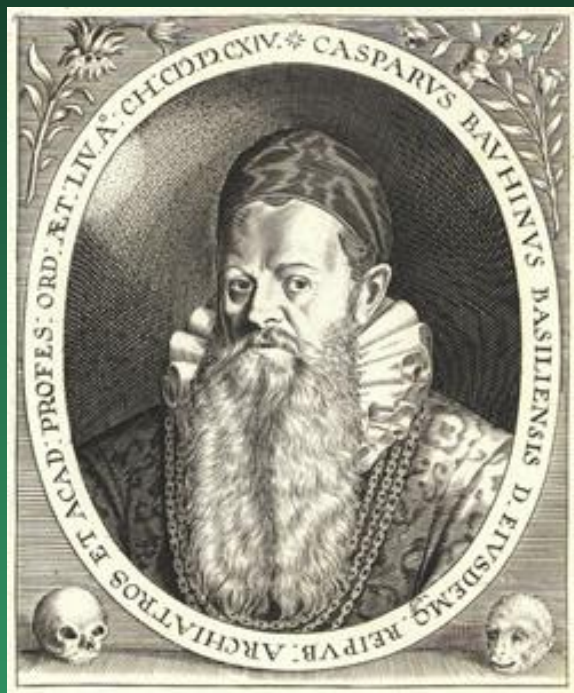
Jako Teofrastos považuje dřeviny za samostatnou skupinu, byliny dělí do skupin dle generativních znaků:

- (1) tvar plodu
- (2) počet semen
- (3) počet přihrádek v semeníku
- (4) stavba květu



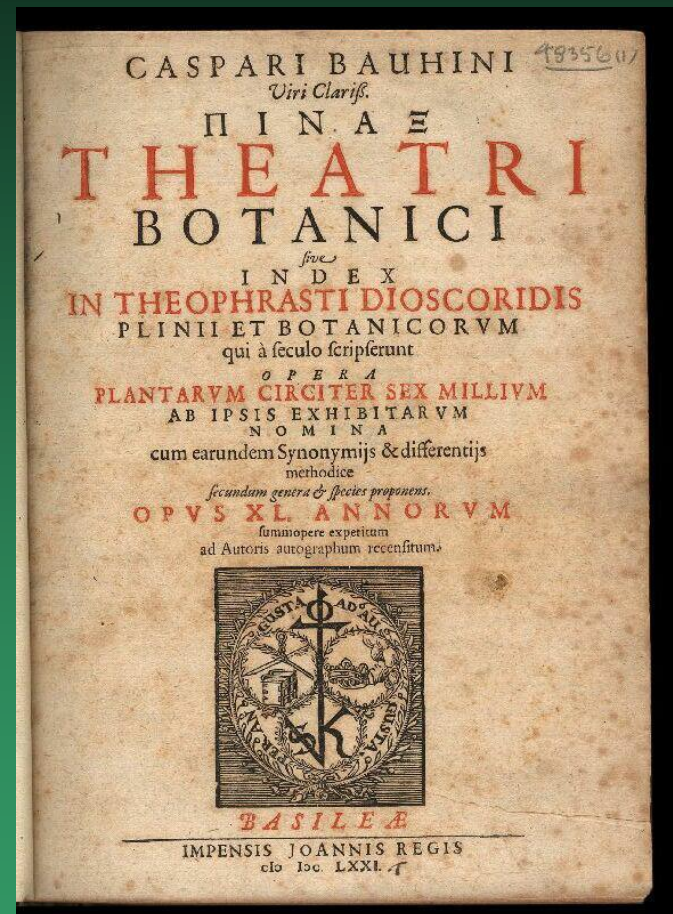
# Druhové diagnózy (počátek 17. stol.)

Počet známých druhů rychle rostl - od dob "německých otců botaniky" za necelých 100 let se víc než zdesateronásobil.



Gaspard Bauhin  
1560 - 1624

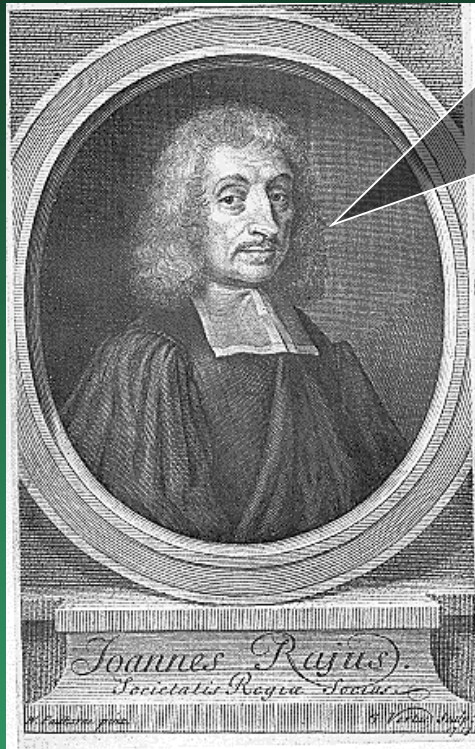
Švýcar **Gaspard Bauhin** použil krátké a výstižné diagnózy = soubory rozlišovacích znaků, k pojmenování rostlin a zároveň jako determinační pomůcka = určovací klíč



*Pinax theatri botanici* (1623)

# 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)

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

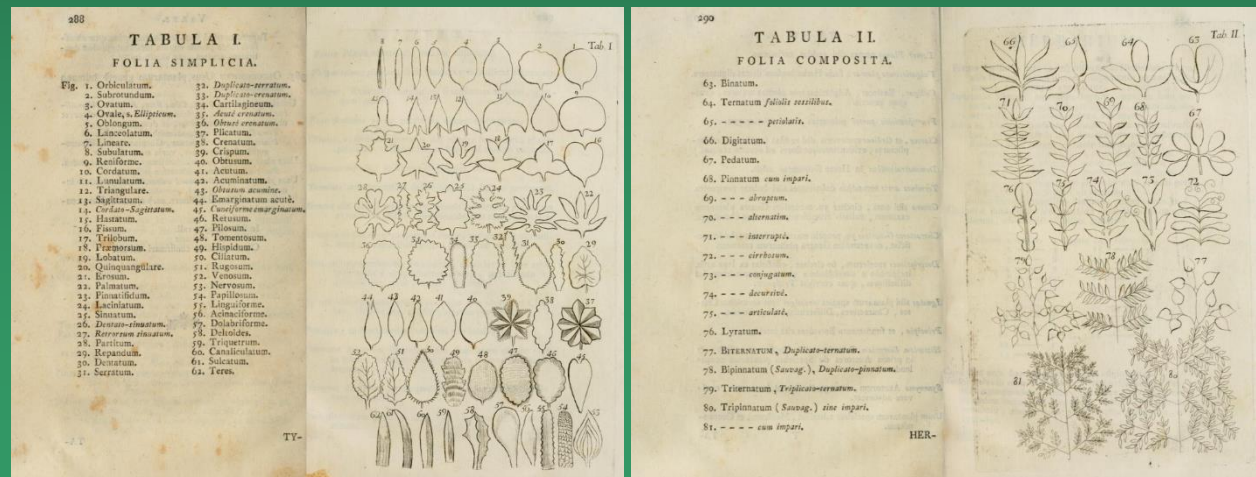


**Carl Linné**  
(Linnaeus)  
1707-1778

Carl Linné synteticky navázal na vše progresivní co zjistili nebo zavedli jeho předchůdci:

- John Ray --- definice druhu
- August Bachmann --- binomická nomenklatura
- Joachim Jung --- morfologická terminologie
- Joseph Pitton de Tournefort --- hierarchie taxonomických jednotek
- Gaspard Bauhin - diagnózy

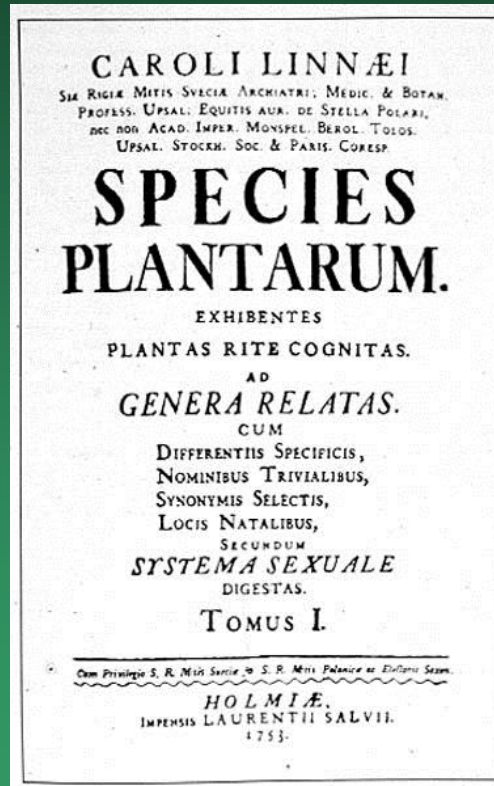
Tabulky zobrazující tvary listů – v Linnéově *Philosophia botanica* 1751



# Species plantarum (1753)



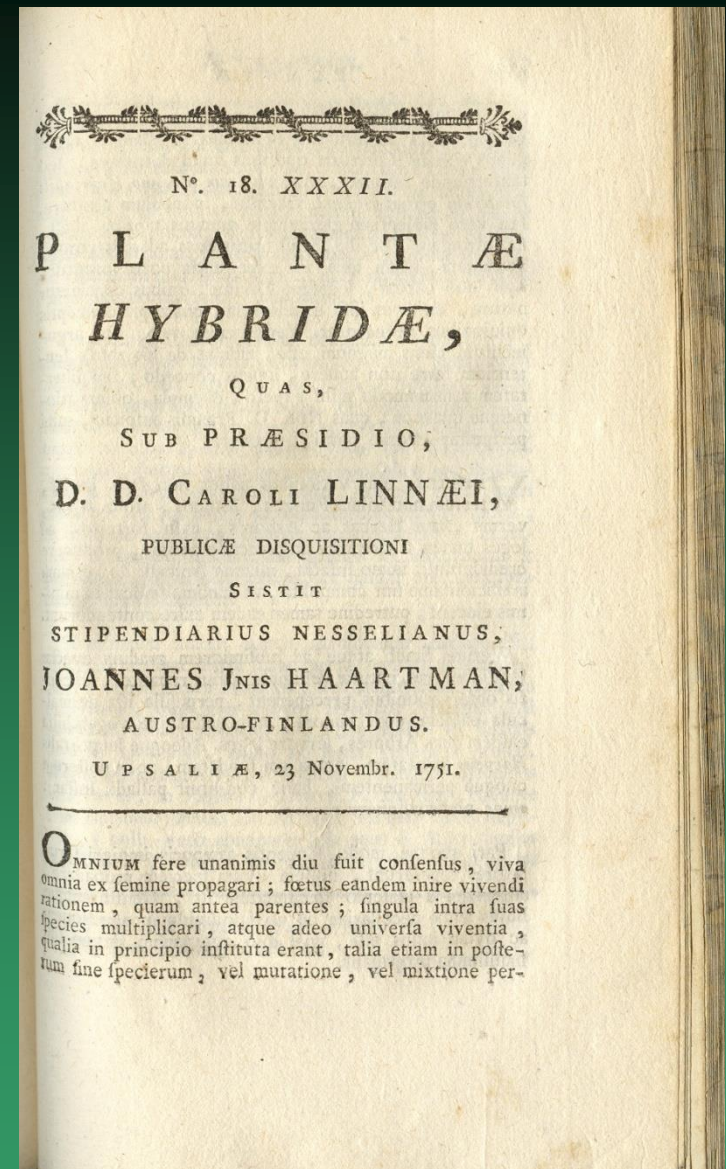
24 tříd dle počtu, délky, srůstu tyčinek a pestíků, tedy pohlavních orgánů je proto nazýván systém sexuální



# *Plantae hybridae* (1751)



Mezidruhová hybridizace = způsob vzniku nových druhů



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

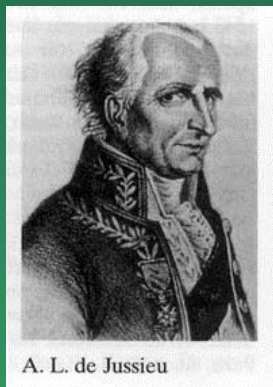
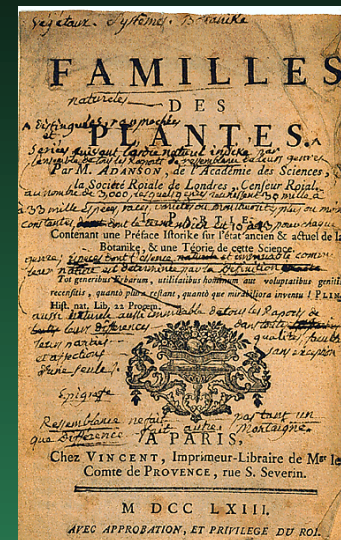


Michel Adanson  
1727 - 1805

1763

58 čeledí

1. komplex morfologických znaků
2. hodnota všech znaků stejná



Antoine Laurent  
de Jussieu  
1748 - 1836

1789

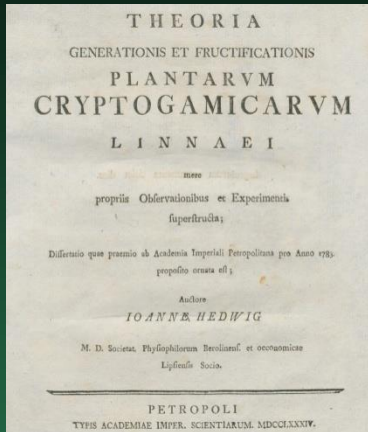
rozpracoval systém svého strýce Bernarda  
20.000 druhů ve 100 čeledích a 15 třídách

1. v diagnózách čeledí má vztahy k sousedním čeledím
2. tyto vztahy použil jako třídící kritérium
3. hodnota znaků (hlavně stavba květu) v různých skupinách různá





# Objev a zobecnění rodozměny (18/19. stol)



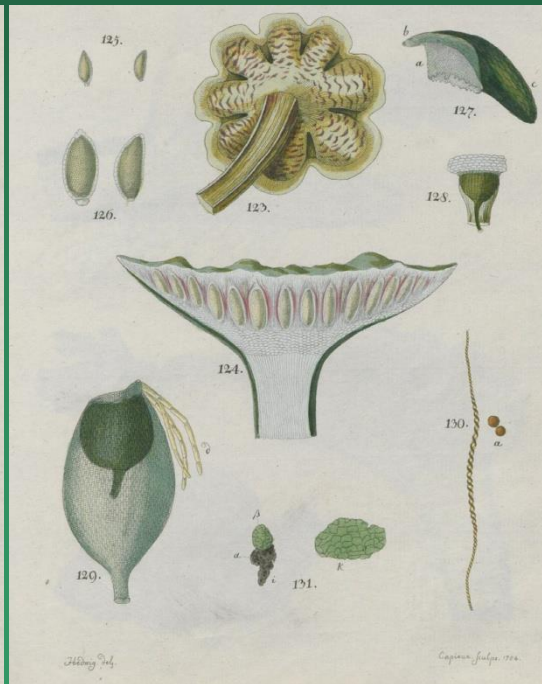
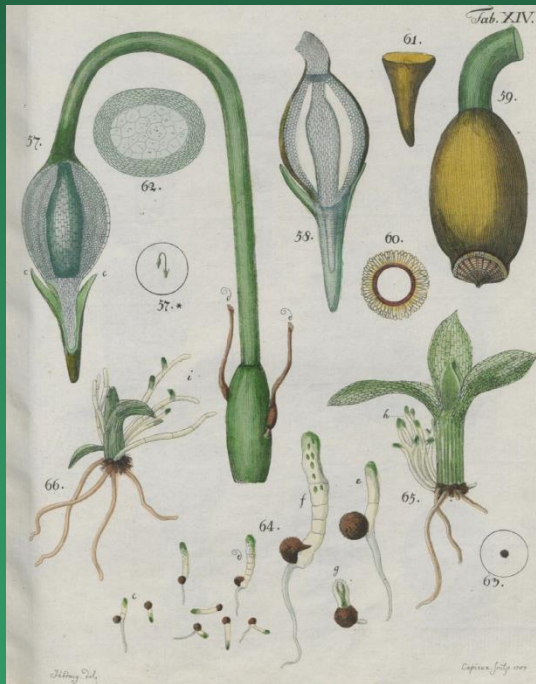
1784 – mechorosty

– první zobrazení spór a jejich klíčení

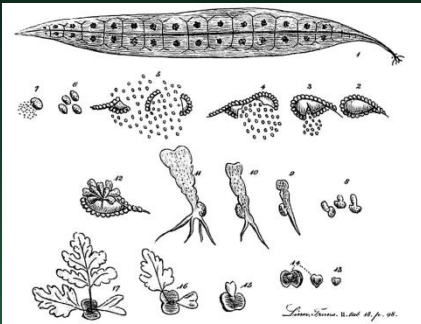
– první zobrazení archegonií a antheridií



Johann Hedwig (1730–1799)



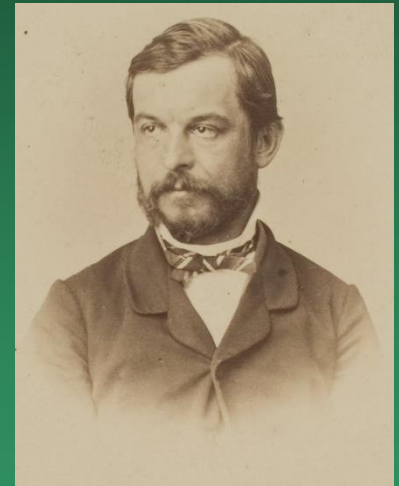
# Objev a zobecnění rodozměny (1. pol. 19. stol)



**1796** – první zobrazení klíčení spór kapradin a vznik sporofytu na gametofytu – **John Lindsay** (britský lékař působící na Jamaice)

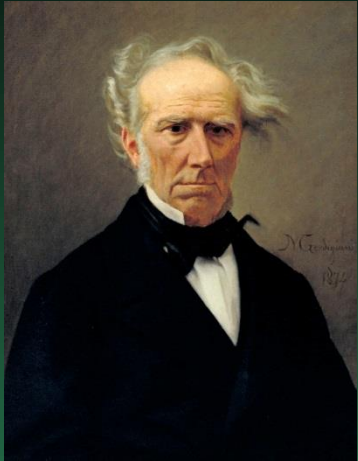


**1851** – rodozměna = životní cyklus všech výtrusných vyšších rostlin – **Wilhelm Hofmeister** (1824–1877 německý botanik)



**1874** – genetická podstata haploidní a diploidní fáze – **Eduard Strassburger** (1844–1912, prof. botaniky univ. v Jeně)

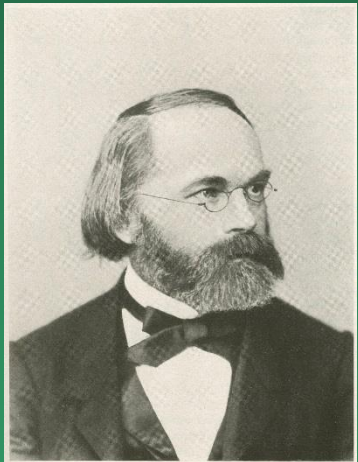
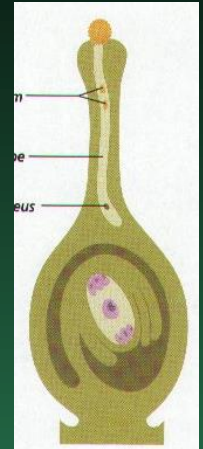
# Objev principu opylení rostlin (1. pol. 19. stol)



**Giovanni Battista Amici (1786-1863)**  
prof. fyziky v Mondeně

1823 objevuje pylovou láčku, jež proroste skrz čnělku do semenníku.

*Osservazioni microscopiche sopra varie piante* (Mondena 1823)



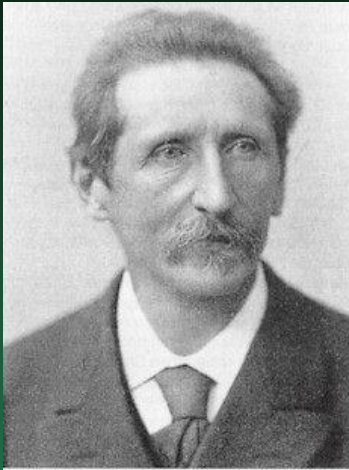
**Carl Wilhelm von Naegeli (1817 - 1891)** prof. botaniky na univ. v Zürichu

1842 studuje dělení buněk uvnitř vznikajícího pylového zrna

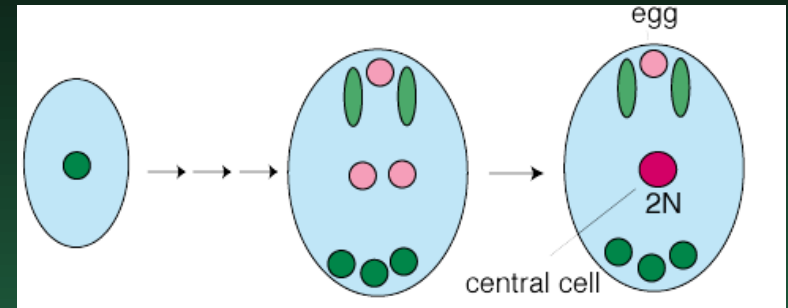
*Zur Entwicklungs-geschichte des Pollens bei den Phanerogamen.* (Zürich 1842).



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



1877 popis dělení a diferenciacie buněk uvnitř zárodečného vaku



*Über Befruchtung und Zelltheilung* (Jena 1877)

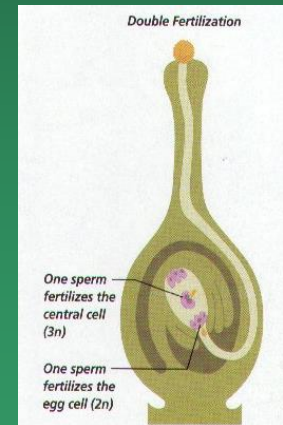
**Eduard Strassburger**, 1844–1912, prof. botaniky univ. v Jeně



1898 objev dvojího oplození u rostlin

*Novyje nabljuděnija nad oplodotvorenijem u Fritillaria tenella i Lilium martagon*, které vyšlo jako součást sborníku Dněvník X. sjezda ruských estěstvoispytatělej i vračeěj v Kijevě.

**Sergej Gavrilovič Navašin**, 1857–1930, prof. botaniky na univ v Moskvě



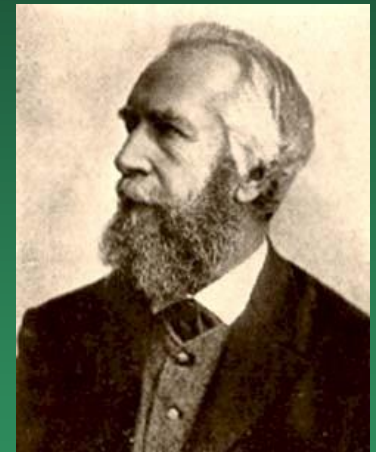
# Evoluční teorie (2. pol. 19. stol.)



1859 evoluční teorie - Angličan **Charles Darwin** (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).

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

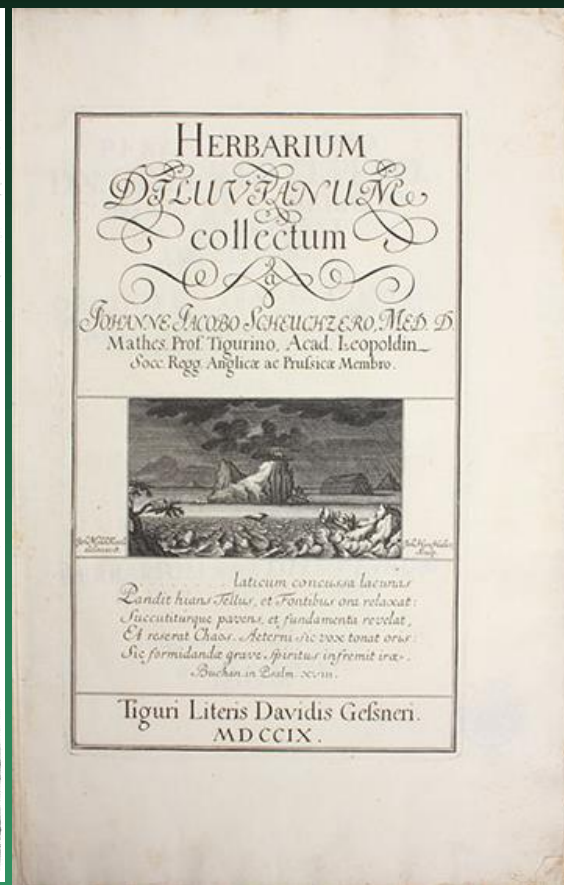
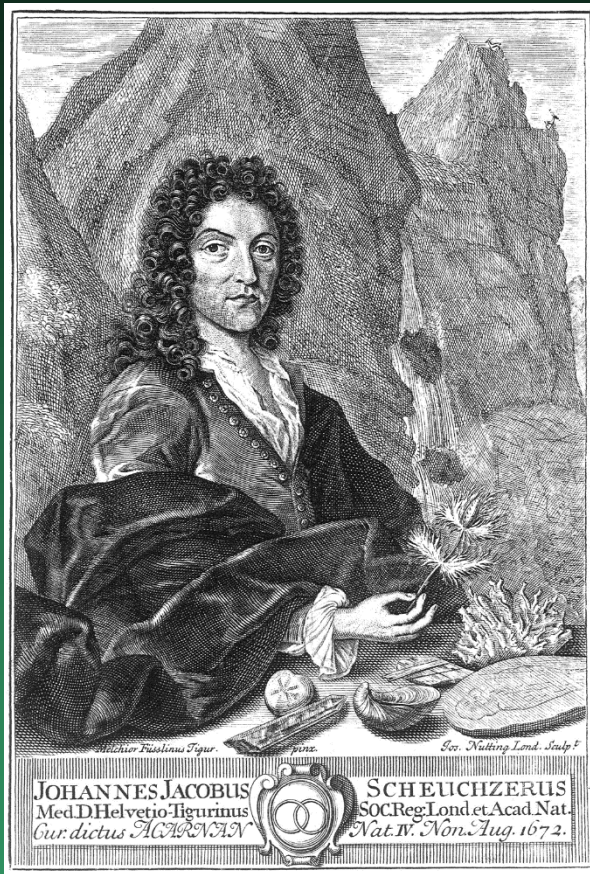


1846 Angličan **Richard Owen** (1804-1892) definoval homologie a analogie / později obdoba v Hennigových apomorfích a homoplasiích

Report on the archetype and homologies of vertebrate skeleton

# Paleobotanické přístupy (počátky)

Johann Jakob Scheuchzer (1672–1733) švýcarský kartograf a lékař



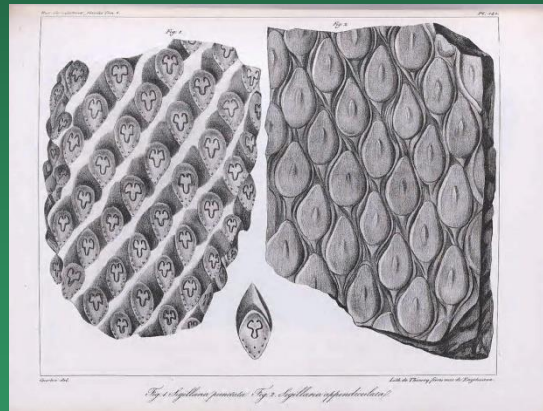
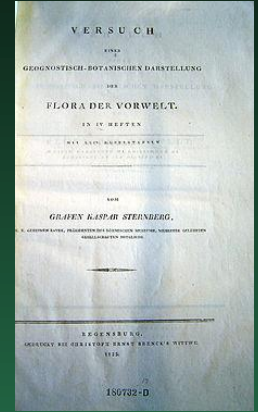
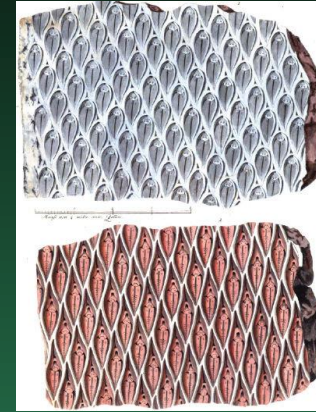
1709 – *Herbarium diluvianum* – první vyobrazení nálezů fosilních rostlin, zejména otisků listů kapradin z karbonu a permu a také třetihorních nálezů krytosemenných – zejména listů stromů

# Paleobotanické přístupy (19. století)

**Kašpar Maria Šternberk (1761–1838)**

český botanik, mineralog a geolog zakladatel národního muzea (1818)

1820-1825 *Versuch einer geognostisch-botanischen darstellung der flora der vorwelt* – „Nástin zeměznalecko-botanického přehledu flóry pravěta“  
= „starting point“ nomenklatury fosilních rostlin

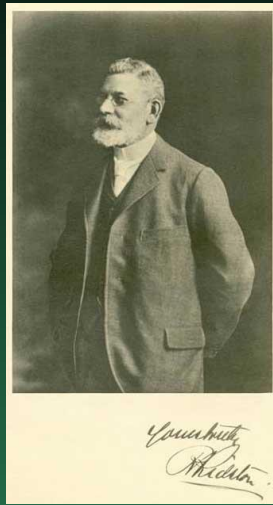
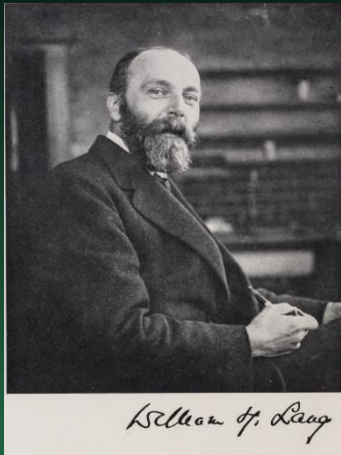


**Alexandre Brongniart (1770–1847)**

francouzský chemik, mineralog a geolog – *Histoire des végétaux fossiles* (1828-37)

1828 – první periodizace fosilní flóry do 4 období – výtrusných rostlin, jehličnanů, cykasů, kvetoucích rostlin

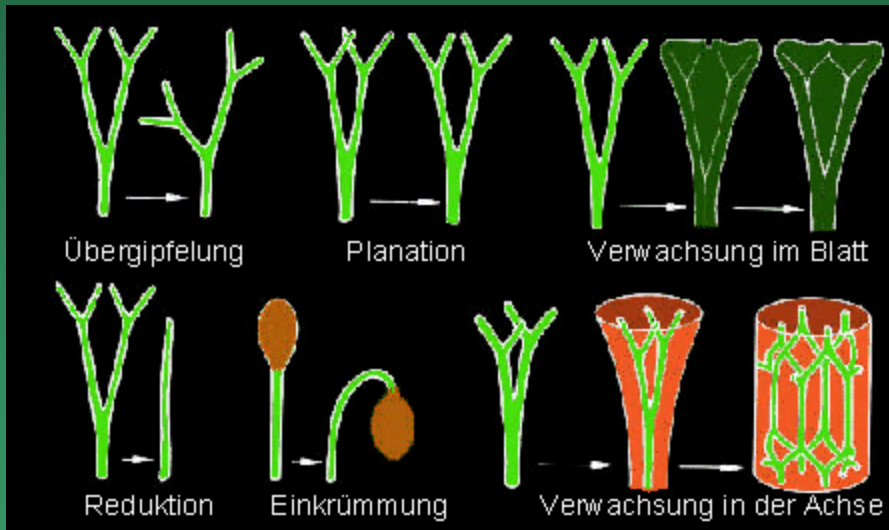
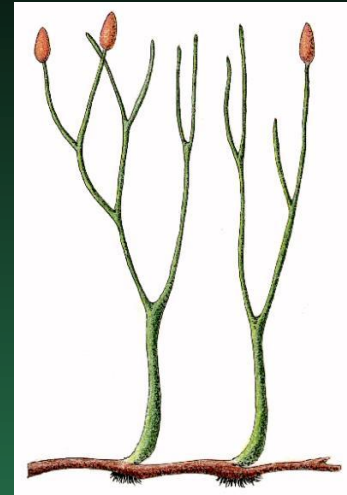
# Paleobotanické přístupy (od 1. pol. 20. stol.)



Skot **Robert Kidston** a Brit **William Henry Lang** během 1. svět. války studovali fosilie u obce Rhynie ve Skotsku

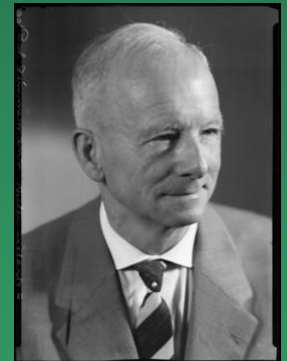
Popsali řadu unikátních prvních terestrických rostlin – ryniofytů

Včetně jejich anatomické stavby



**Telomová teorie:** evoluční základ všech rostlinných orgánů = prastonek = telom

Z jeho prostorové dichotomické podoby u ryniofyt vznikly různé typy větvení stonku, postavení a uspořádání sporangií a listy u všech dalších rostlin.



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

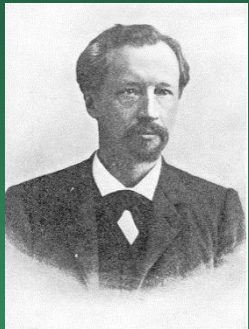


# Chromosomy v rostlinné systematice (20. stol.)



Courtesy of American Philosophical Society, Carl Stern Papers. Noncommercial, educational use only.

Theodor Boveri  
1862–1915



Hugo de Vries  
1848–1935



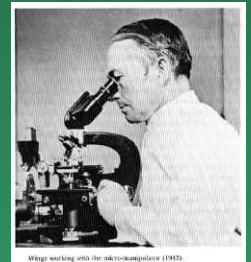
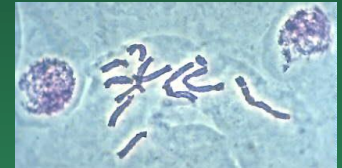
**1842** – Švýcar Carl Wilhelm von Nägeli pozoruje 12 subcelulárních šlemovitých shluků (chromosomů) během studia vývoje pylu u *Tradescantia virginica*

**1882** – Němec Eduard Strasburger si poprvé všímá, že počet diferencujících chromosomů je při mitóze **stálý**.

**1888** „Počet chromosomů: druhově specifický stabilní znak“ – německý cytogenetik a anatom **Theodor Boveri**.

**1886** nová polyploidní forma *Oenothera lamarckiana* „Gigas“ – Holanďan **Hugo de Vries** (chromosomy analyzovala u tohoto polyploida v roce 1907 Američanka Anne Lutz)

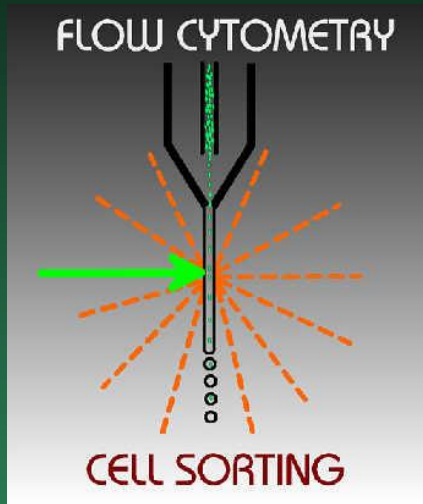
**1917** Švéd **Ojvind Winge** – role chromosomů a polyploidie v evoluci a klasifikaci rostlin



Ojvind Winge  
1886–1964

**V rostlinné systematice se chromosomy zjišťují od 20. let 20. stol. Dnes u 25-30% rostlinných druhů znám počet chromosomů**

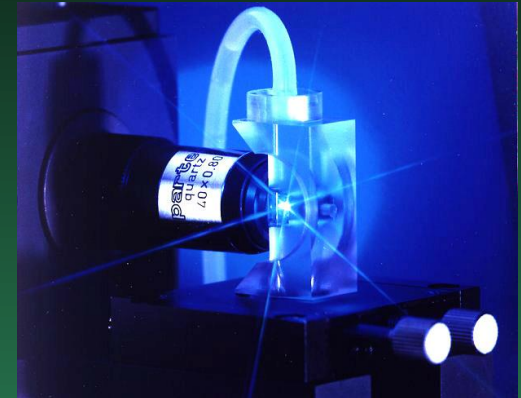
# Od počtu chromosomů k velikosti genomu = průtoková cytometrie (konec 20 stol.)



Od poloviny 80. let 20. stol. prodělává dramatický rozvoj

Původně sloužila k analýze krevních buněk

U rostlin umožňuje měření obsahu DNA a stupeň ploidie v buněčných jádrech

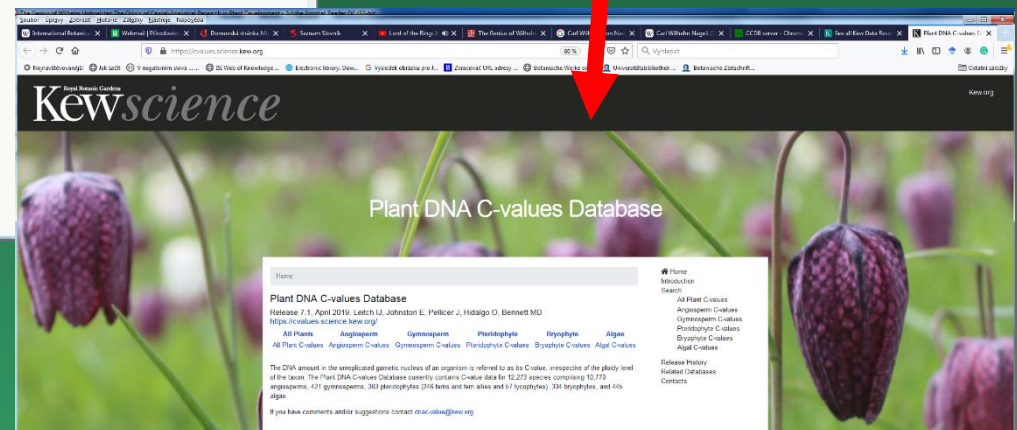
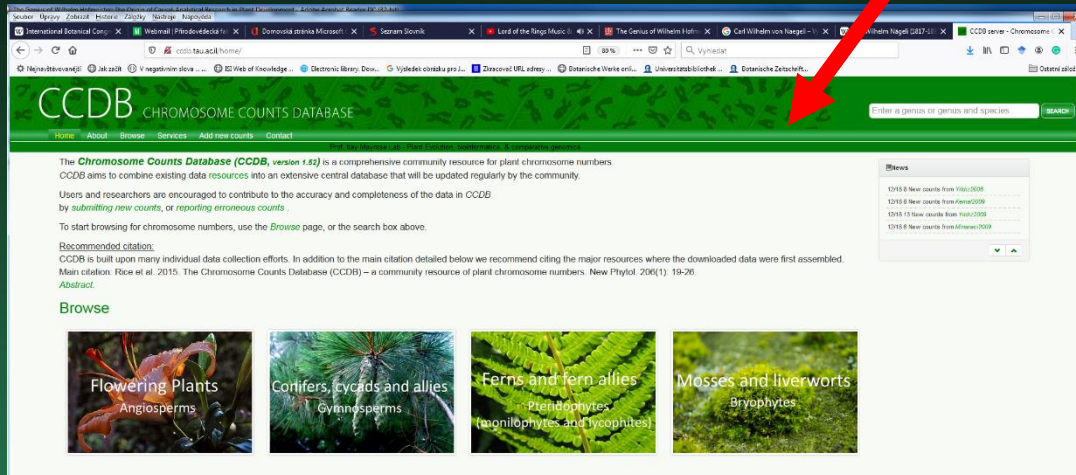


Efektivní a šetrná metoda umožňující sledovat mikroevoluční procesy v populacích

Vedle polyploidie, velikosti genomu umožňuje analyzovat breeding systémy (identifikovat, kolik semen vzniklo apomixií a kolik sexuálně)

**Velikost genomu známa u 4 % druhů vyšších rostlin**

# Kde najít kumulovaná data o počtu chromosomů a velikostech genomu?



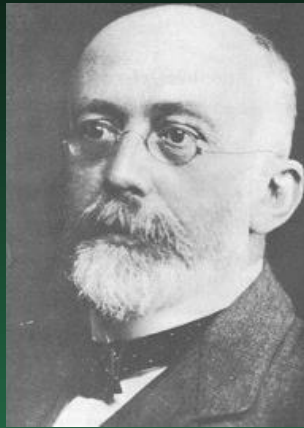
<http://ccdb.tau.ac.il/home/>

<https://cvalues.science.kew.org/>

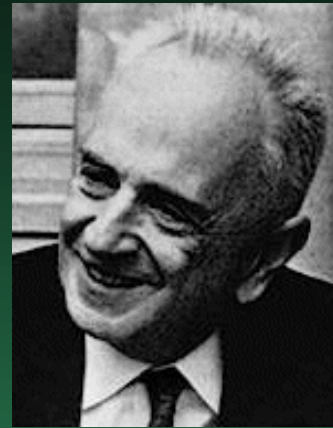
# Syntetická teorie evoluce (1. pol. 20. stol.)



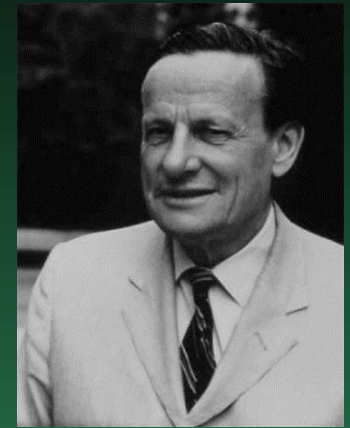
**Godfrey Harold Hardy**  
1877-1947  
britský genetik



**Wilhelm Weinberg**  
1862-1937  
německý genetik



**Theodosius Dobzhansky**  
1900-1975  
amer. populační genetik



**George Ledyard Stebbins**  
1906-2000  
americký botanik

1937 zákon o frekvenci alel v panmiktické populaci = Hardy-Weinbergova rovnováha.

Darwinismus + genetika = syntetická teorie evoluce

**Ne jedinec, ale populace je základní jednotkou evoluce. Evoluce = změna frekvence alel v populaci – selekce, ... drift, ... drive(s)**

**Theodosius Dobzhansky** (Genetics and the origin of species 1937).

**G. Ledyard Stebbins** (Variation and Evolution of Plants 1950).

# Isoenzymy - markery populační genetiky 20. stol.

**Gelová elektroforéza** zviditelní rozdíly v prostorovém uspořádání, hmotnosti a síle elektrického náboje enzymů, bílkovin, nukl. kyselin

Elektroforézu vynalezl 1937 švédský biochemik **Arne Wilhelm Kaurin Tiselius** (1902-1971) (Nob. cena 1948).



v systematice od 80 let - hybridní původ druhů, breeding systémy: selfing vers. outcrossing, populační genetiky

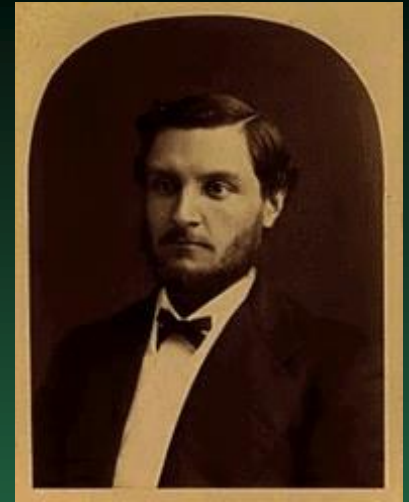


# Objektivizace a racionalizace taxonomických dat = Biostatistika (20. století)



Biometrika rostlin - přelom 19/20. stol. britský matematik **Charles Pearson**

definoval základní pojmy popisné statistiky – např. koeficient variance; pracoval většinou se znaky s normální gausovskou distribucí – sledoval např. počty ostnů na listech *Ilex aquifolium*



**Charles Pearson**  
(1857-1936)

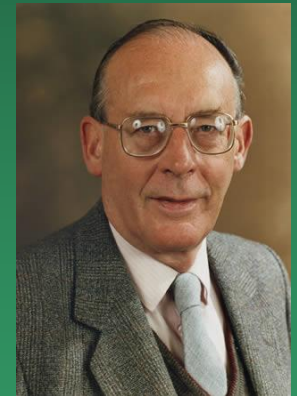
**Fenetika = „každý znak má a priori stejnou váhu“**

1963 Američané Robert **Sokal** a Peter **Sneath** **numerická taxonomie** – využívá shlukové analýzy, diskriminační analýzy, analýzy hlavních komponent a mnoha dalších,

Uplatnění podmíněno rozvojem výpočetní techniky



**Robert Sokal**  
(1926-2012)  
entomolog



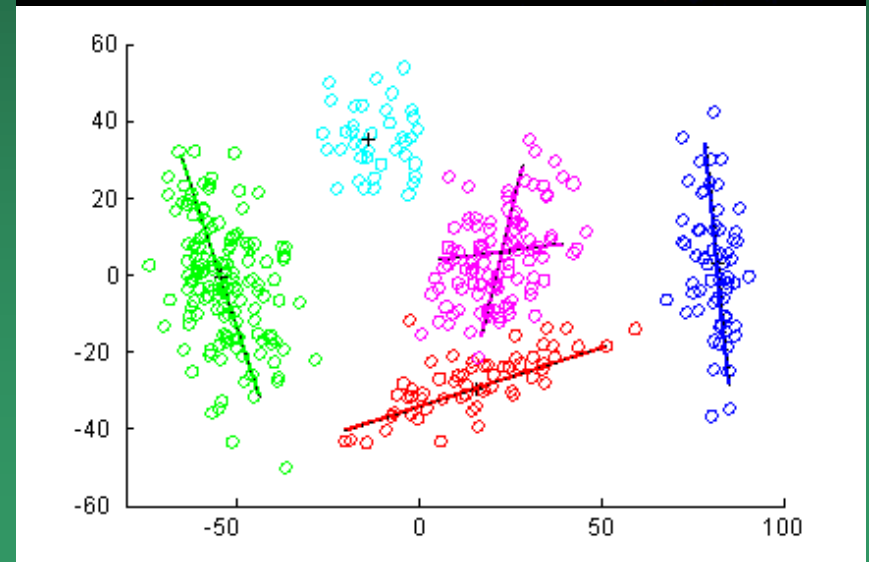
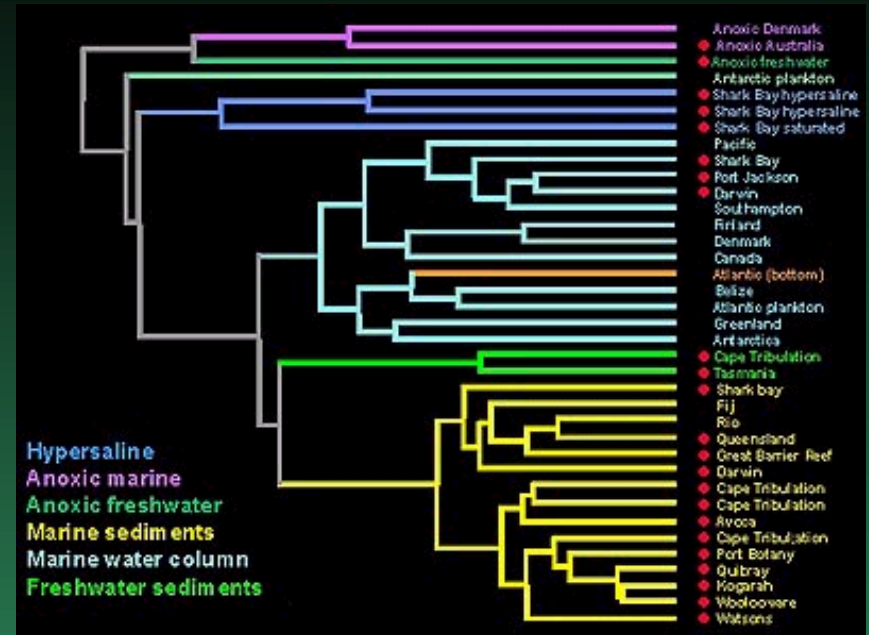
**Peter Sneath**  
(1923-2011)  
mikrobiolog

# 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

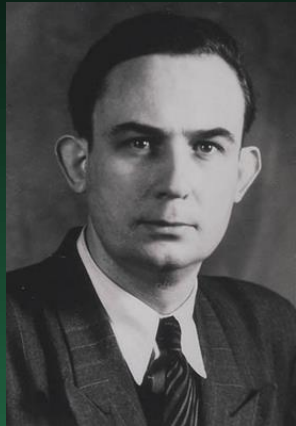
**ordinační diagram** (vyjádřený obvykle ve formě scatter plotu, v případě metod ordinačních jako je např. analýza hlavních komponent PCA = principal component analysis, a. hlavních koordinát PCoA, či analýza DCA).



# Kladistika

1950 něm. entomolog  
Willi Hennig

Rekonstrukce fylogeneze  
= spojování skupin se  
společnými předky, na  
základě sdílení nově se v  
evoluci objevivších  
(odvozených) znaků =  
apomorfii



Willi Hennig  
(1913–1976)

**Kladogram** vychází z apomorfii při  
maximální úspornosti (= minimálního počtu  
změn) „**maximum parsimony tree**“.

Každý znak byl někdy v evoluci nový – např.:

genetický kód = apomorfie všech živých organismů,

cévní svazky = apomorfie vyšších rostlin kromě mechorostů,

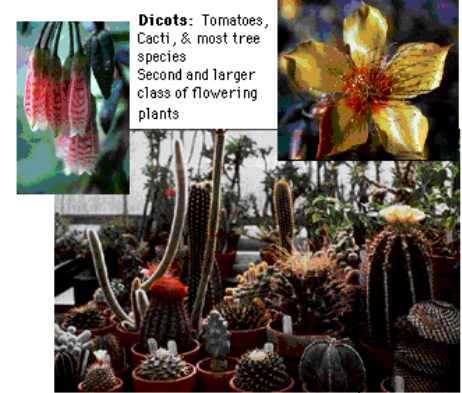
konduplikátně svinutý plodolist = apomorfie krytosemenných. Může ale vzniknout i  
nezávisle vícekrát, evoluce může vést vlivem selekce i ke konvergenci znaků.

**Petr Bureš: Prezentace přednášky Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - část 2.**

**Gymnosperms:**  
Conifers, cycads &  
First plants to reproduce with seeds,  
located inside of a cone, inside spores



**Dicots:** Tomatoes,  
Cacti, & most tree  
species  
Second and larger  
class of flowering  
plants



**Seedless vascular plant:**  
Ferns and fern allies



**Monocots:**  
Orchids, grasses,  
lilies & palms  
Major class of  
flowering plants



**Moss & liverworts:**  
Basal plants



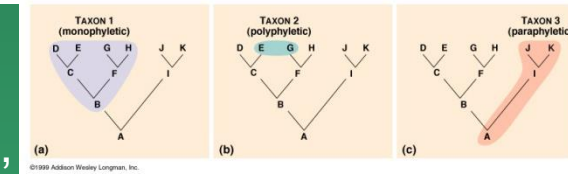
Reduction to one cotyledon,  
parallel venation in leaves,  
flower parts in  
multiples of 3,  
loss of woody  
tissue

**ANGIOSPERMS:**  
Flowering plants

Flower parts in  
multiples of 4 or 5  
- carpels in flowers & insect pollination  
- Embryos in protective seed & secondary growth, two cotyledons  
- Developed vascular system & sporophyte dominant

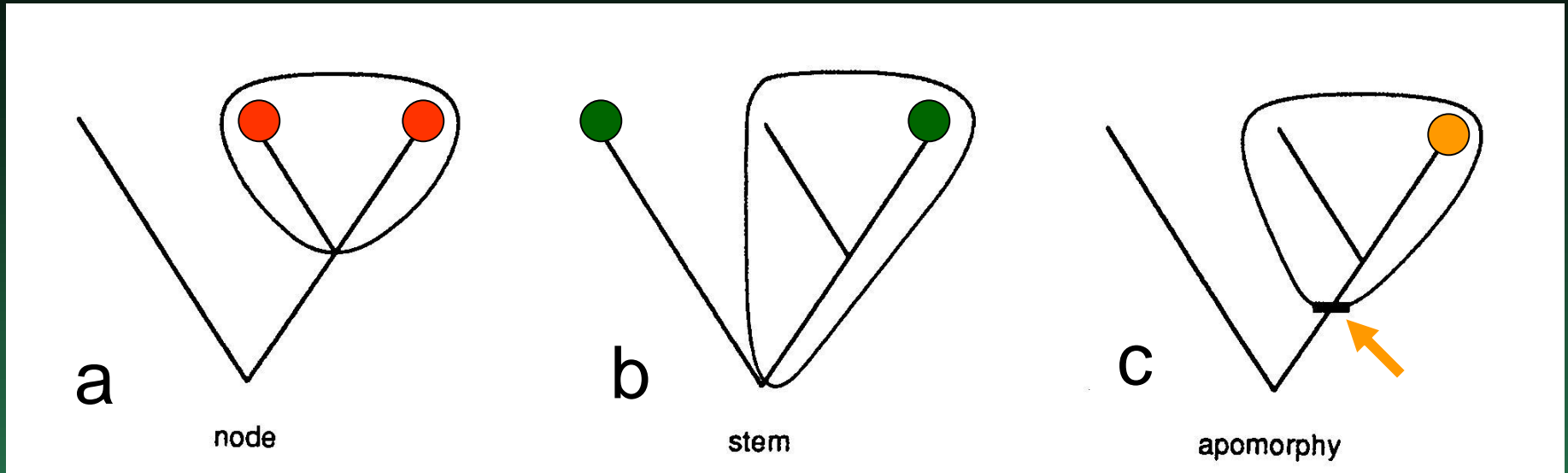
**Chlorophyta:**  
green algae  
(photosynthesis, reproduction via spores  
unicellular or filamentous body)  
- Terrestrial & dominant gametophyte  
& unbranched dependent sporophyte

**TOMATO**  
potato & eggplant  
**SOLANACEAE:**  
The nightshade  
family  
tobacco  
Bellpeppers





# Fylokód - fylogenetická definice jmen



jméno je definováno jedním ze tří způsobů:

**a** – odkazem na nejbližšího společného předka dvou taxonů a všechny jeho potomky

**b** – odkazem na všechny organismy, které mají bližšího společného předka s označeným organismem než s jiným označeným organismem

**c** – odkazem na prvního předka, u kterého se vyvinul určitý znak a na všechny jeho potomky

# Studium DNA 90. léta 20. stol.

(1) postupy založené na **polymerázové řetězcové reakci (PCR)** v programovatelném zařízení, zvaném **termocykler**.

(2) Pro čtení sekvence nukleotidů – sekven(c)ování se využívá automatický **sekvenátor**. Výhodou metod je, že stačí jen malé množství materiálu umožňující přežití zkoumaného jedince.



automatický sekvenátor



The Nobel Prize  
in Chemistry 1980



Kary B. Mullis 1944-



Paul Berg

1926-



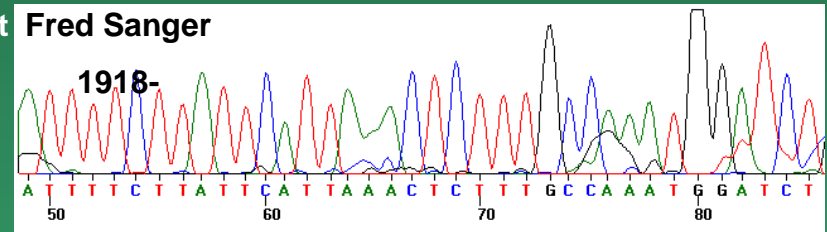
Walter Gilbert

1932-



Fred Sanger

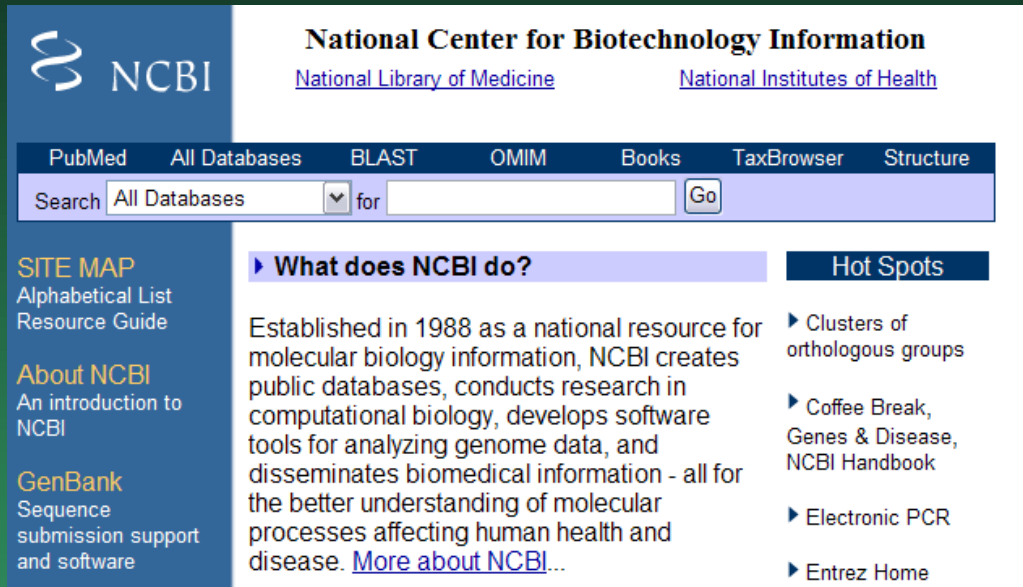
1918-



The Nobel Prize  
in Chemistry 1993

# Bar-coding

## identifikace rostlin pomocí sekvence DNA



**NCBI**  
National Center for Biotechnology Information  
National Library of Medicine    National Institutes of Health

PubMed   All Databases   BLAST   OMIM   Books   TaxBrowser   Structure

Search All Databases for

**SITE MAP**  
Alphabetical List  
Resource Guide

**About NCBI**  
An introduction to  
NCBI

**GenBank**  
Sequence  
submission support  
and software

**What does NCBI do?**  
Established in 1988 as a national resource for molecular biology information, NCBI creates public databases, conducts research in computational biology, develops software tools for analyzing genome data, and disseminates biomedical information - all for the better understanding of molecular processes affecting human health and disease. [More about NCBI...](#)

**Hot Spots**

- ▶ Clusters of orthologous groups
- ▶ Coffee Break, Genes & Disease, NCBI Handbook
- ▶ Electronic PCR
- ▶ Entrez Home

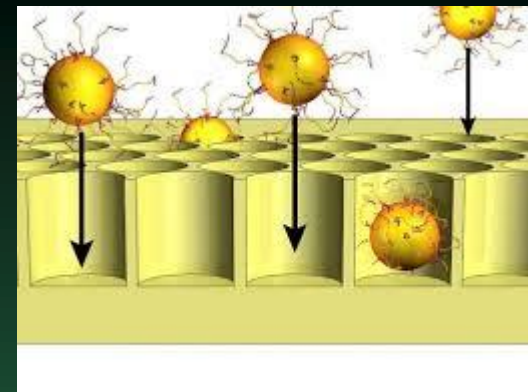


Př. *Eriophorum  
angustifolium*: sekvence  
intronu chloroplastového  
genu pro transferovou RNA

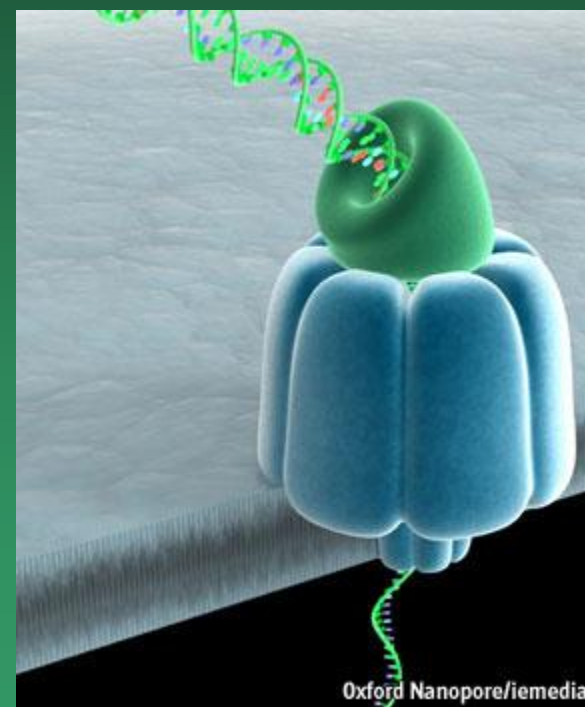
```
CCTCTTACTATAAATTCATTGTTGTCGATATTGACATGTAGAATGGACTCTCTCTTTATTCTCGTTTGATTTATCATCATT  
TTTTCAATCTAACAAATTCATAATGAATAAAATAAATAGAATAAATTGATTACTAAAATTGAGTTTTTTCTCATTAACTT  
CATATTTGAATCAATTTACCATAAATAATTCATAATTTATGGAATTCAAAAAATTCCTGAATTTGCTATTCCATAATCATTG  
TCAATTTCTTTATTGACATGAAAATATGATTTGATTGTTATTATGATCAATCATTGATCATTGAGTATATATACGTACGTC  
TTTTTTGGTATAGACGGCTATCCTTTCTCTTATTTGATAAAGATATTTAGTAATGCAACATAATCAACTTTATTCGTTA  
GAAAACTTCCATCGAGTCTCTGCACCTATCTTTAATATTAGATAAGAAATATTTTATTTCTTATAATAAATAAGAGATATT  
TATATCTCTCATTTTCTCAAATGAAAGATTTGGCTCAGGATTGCCACTCTTAATTCCAGGGTTTCTCTGAATTTGGAA  
GTTAACACTTAGCAAGTTNCCATACCAAGGCCAATCCAATGC
```

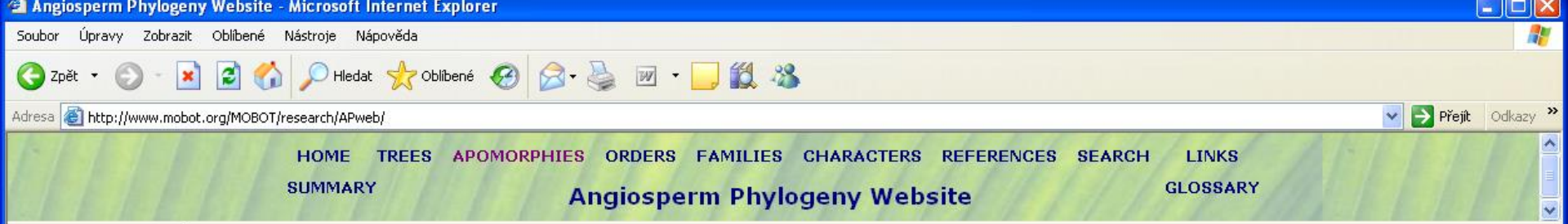
[http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE\\_TYPE=BlastSearch&LINK\\_LOC=blasthome](http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome)

Next-generation-sequencing = kombinace štěpení DNA PCR a nanotechnologií



Nano-porová metoda

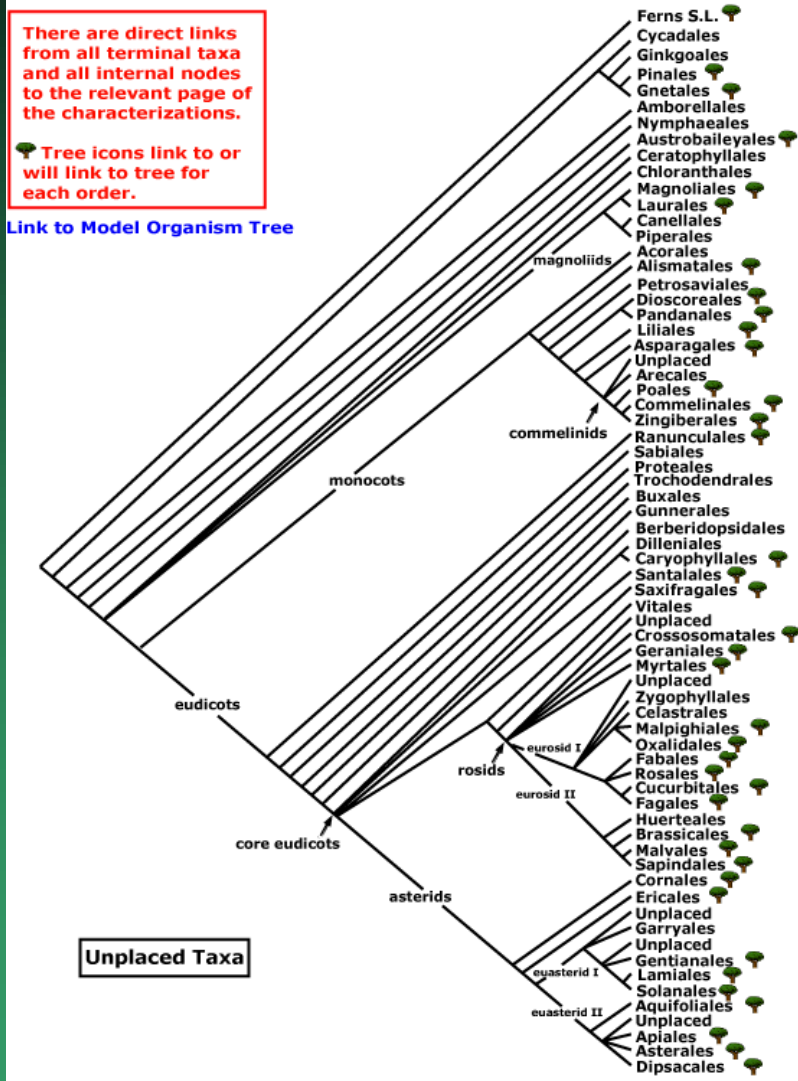




# Angiosperm Phylogeny Group

Stevens, P. F. (2001 onwards).  
 Angiosperm Phylogeny  
 Website. Version 7, May 2006  
 [and more or less  
 continuously updated since].

<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.



# Kde najít kumulovaná data o fylogenetických stromech?

The screenshot shows the TimeTree website interface. At the top, there is a navigation bar with the logo "TIMETREE THE TIMESCALE of LIFE" and a search bar. Below the navigation bar, there are three main search options:

- NODE TIME**: "GET DIVERGENCE TIME FOR A PAIR OF TAXA". It includes a "Specify 2 Taxon Names" section with input fields for "Taxon 1" and "Taxon 2", and a "Resolve Ambiguity" section with dropdown menus for "Taxon 1" and "Taxon 2".
- TIMELINE**: "GET AN EVOLUTIONARY TIMELINE FOR A TAXON". It includes a "Specify a Taxon Name" section with an input field for "Taxon", and a "Resolve Ambiguity" section with a dropdown menu for "Taxon".
- TIMETREE**: "BUILD A TIMETREE". It includes a "Specify a Group of Taxa" section with an input field for "Group", and a "Select Taxonomic Rank" section with a dropdown menu for "Rank". Below this, there is an "Or" section and a "Load a List of Species" section with an "Upload" button and a file selection field.

Each search option has a corresponding icon and a "Show" button. The "Node Time" icon shows a phylogenetic tree with a highlighted node. The "Timeline" icon shows a vertical axis with a timeline. The "Timetree" icon shows a phylogenetic tree with a color-coded scale.

<http://www.timetree.org/>

# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

**Klasifikace hierarchická** = důsledek rostoucího počtu klasifikovaných druhů



# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

**Klasifikace hierarchická** = důsledek rostoucího počtu klasifikovaných druhů

**Objektivizace / opakovatelnost / jednoznačnost klasifikace** = fylogenetická příbuznost,

# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

**Klasifikace hierarchická** = důsledek rostoucího počtu klasifikovaných druhů

**Objektivizace / opakovatelnost / jednoznačnost klasifikace** = fylogenetická příbuznost,

Kumulace analytických dat z: morfologie, paleontologie, biometriky, karyologie, studia sekvencí, ... umožnila

Syntézu v: teorii rodozměny, evoluční teorii, populační genetice, fenetice, kladistice, molekulární fylogenetice, ...

Data o fylogenetice, sekvencích, chromosomech, velikosti genomu jsou kumulována v internetově dostupných databázích

# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

**Klasifikace hierarchická** = důsledek rostoucího počtu klasifikovaných druhů

**Objektivizace / opakovatelnost / jednoznačnost klasifikace** = fylogenetická příbuznost,

**Kumulace analytických dat** z: morfologie, paleontologie, biometriky, karyologie, studia sekvencí, ... umožnila

# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

**Klasifikace hierarchická** = důsledek rostoucího počtu klasifikovaných druhů

**Objektivizace / opakovatelnost / jednoznačnost klasifikace** = fylogenetická příbuznost,

**Kumulace analytických dat** z: morfologie, paleontologie, biometriky, karyologie, studia sekvencí, ... umožnila

**Syntézu** v: teorii rodozměny, evoluční teorii, populační genetice, fenetice, kladistice, molekulární fylogenetice, ...

# Rekapitulace

**Botanika** = vědní obor starší než křesťanství

**Klasifikace hierarchická** = důsledek rostoucího počtu klasifikovaných druhů

**Objektivizace / opakovatelnost / jednoznačnost klasifikace** = fylogenetická příbuznost

**Kumulace analytických dat** z: morfologie, paleontologie, biometriky, karyologie, studia sekvencí, ... umožnila

**Syntézu** v: teorii rodozměny, evoluční teorii, populační genetice, fenetice, kladistice, molekulární fylogenetice, ...

Data o fylogenetice, sekvencích, chromosomech, velikosti genomu jsou kumulována v **internetově dostupných databázích**