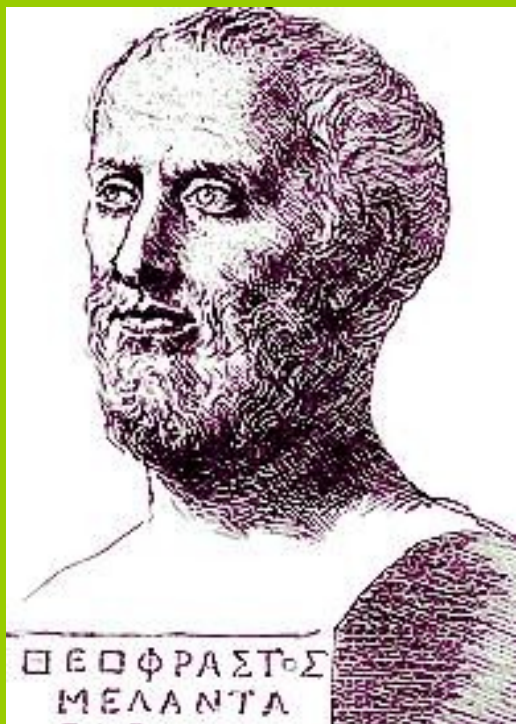


Antické Řecko (4 - 3. stol. př. Kr.)



Theophrastos
371-287 př. Kr.



gymnasiarcha Lykeionu v Athénách

Napsal Peri fyton historias = **Historia plantarum**; ca 500 druhů rostlin, tříděných na habituálním principu na: byliny, keře, polokeře, stromy. Zavedl řadu morfologických termínů.

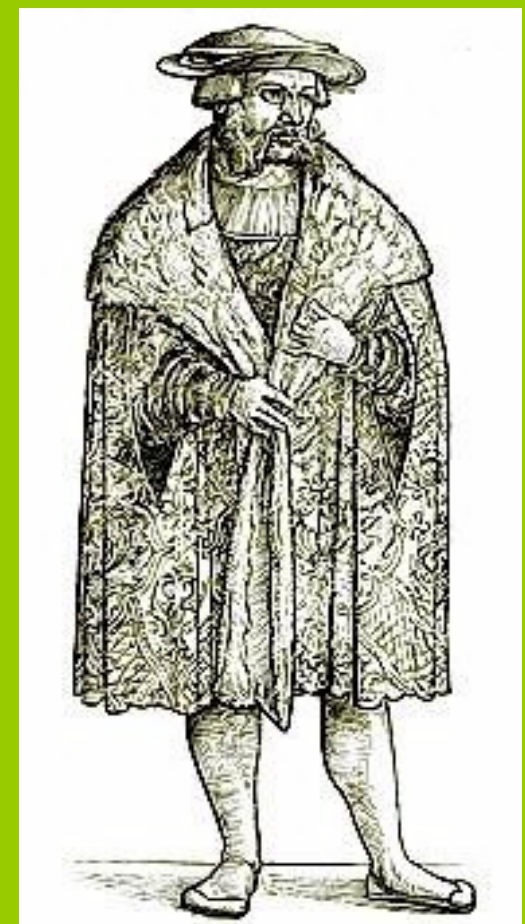
Němečtí otcové botaniky (16. stol.)



Otto Brunfels
1488 - 1534



Hieronymus Bock
(Tragus)
1498 - 1554



Leonard Fuchs
1501 - 1566

Nevědomá klasifikace vychází z habituální podobnosti a ze znaků na vegetativních orgánech (hlavně listech a květenstvích)

Herbáře jako sbírky sušených rostlin

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

Měl herbář s 300 položkami sušených rostlin, nalepených na papírových arších. Herbář se nedochoval.



Luca Ghini



Joseph Pitton
de Tournefort

V Římě se dochoval herbář Ghiniho žáka Gherada Cibo; k dalším Ghiniho žálům patřili Aldrovandi, Mathioli, a Cesalpino.

Prvním tištěným návodem na zhodovení herbáře je práce *Isagoge in rem herbarium* z roku 1606; jejím autorem brusselský Adrian Spieghel.

Detailní návod pak publikoval v r. 1694 v díle *Éléments de botanique* Joseph Pitton de Tournefort.

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



JAN FRANTIŠEK BECKOVSKÝ,

kněz ryt. řádu křížovníků 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 *Petelsových* »Abbildungen«, díl II.
(Z výtisku *Dobrovského* v Knihovně Národního Musea v Praze.)



FILIP MAXIMILIÁN OPIZ,

botanik český, zakladatel české floristiky.

* 15. VI. 1787 v Čáslavi, † 20. V. 1858 v Praze.

Pro rozvoj herbářů v 19. století měly zásadní význam:

1. rozmach floristického výzkumu
2. vznik musejí, jakožto institucí pro jejich uchování, jinak stěží přežily své tvůrce
3. výměna díky výměnným ústavům

Filip Maximilián Opiz založil v roce 1819 v Praze výměnný ústav rostlin (Pflanzenauschanstalt).

ČR je z hlediska počtu herb. položek na hlavu na 5. místě na světě (před námi je Švýcarsko, Švédsko, Finsko a Rakousko).

Význam herbářů pro floristiku, fytogeografii a taxonomii rostlin

Herbáře poskytují dlouhodobě a stabilně
vysoce reprezentativní podklady pro



- srovnávací determinaci
- analýzu morfologické variability a jiné variability, včetně mikrostruktur, obsahových látek a DNA sekvencí

- studium geografické distribuce
- analýzu trendů v šíření invazních či úbytku ohrožených druhů
- uchování typového materiálu pro nomenklaturu

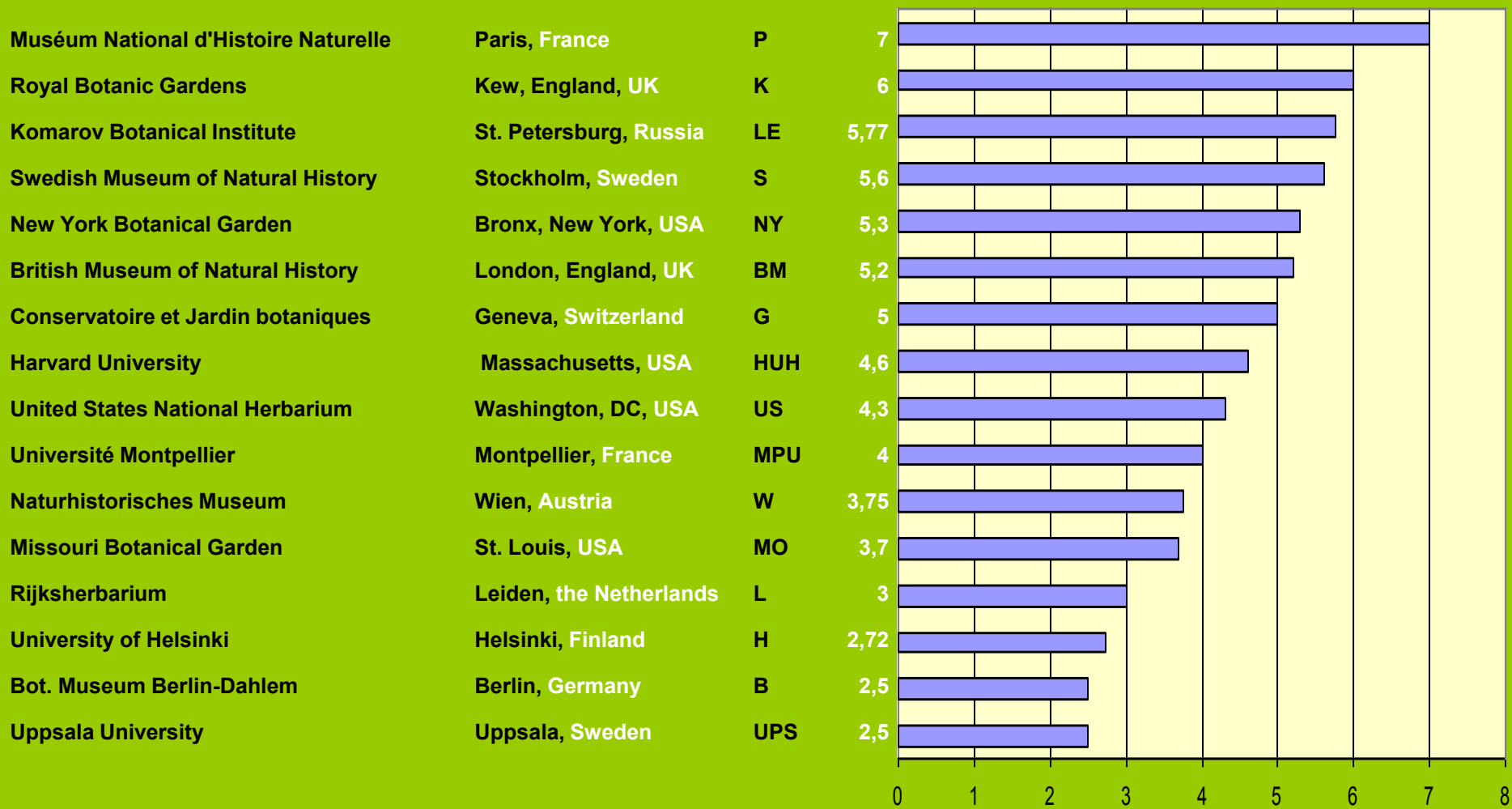
Herbářové sbírky nad 30 tis. v České republice a na Slovensku (stav v r. 2000)



Celkem

ČR 7,8 milionu položek; Slovensko 1,17 milionu položek

16 největších světových herbářových sbírek (nad 2,5 milionu položek - stav v r. 1990)



Umělé systémy rostlin (konec 16. stol)

italský lékař a botanik **Andrea Cesalpino** v díle *De plantis libri sedecim* (Firence 1583) (16 knih o rostlinách)



Andrea Cesalpino
(Caesalpinus) 1519 - 1603

15 skupin, vymezených podle znaků na generativních orgánech:

- tvár a stavba plodu
- počet semen
- počet přihrádek v semeníku
- stavba květu

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.

ad Titulu



VIRO NOBILISSIMO ET CONSULTISSIMO
D. GEORGIO CLIFFORTIO J. V. D.

CAROLI LINNÆI
Doct. Med. & Acad. Imp. Nat. Cur. Soc.
FLORA
LAPPONICA
Exhibens
PLANTAS
Per
LAPPONIAM

*Crescentes, secundum Systema Sexuale
Collectas in Itinere
Impensis*

SOC. REG. LITTER. ET SCIENT. SVETICÆ
A. MDCCXXXII.

Instituto.
Additis

Synonymis, & Locis Natalibus Omnium,
Descriptionibus & Figuris Rariorum,
Viribus Medicatis & Oeconomicis
Plurimarum.

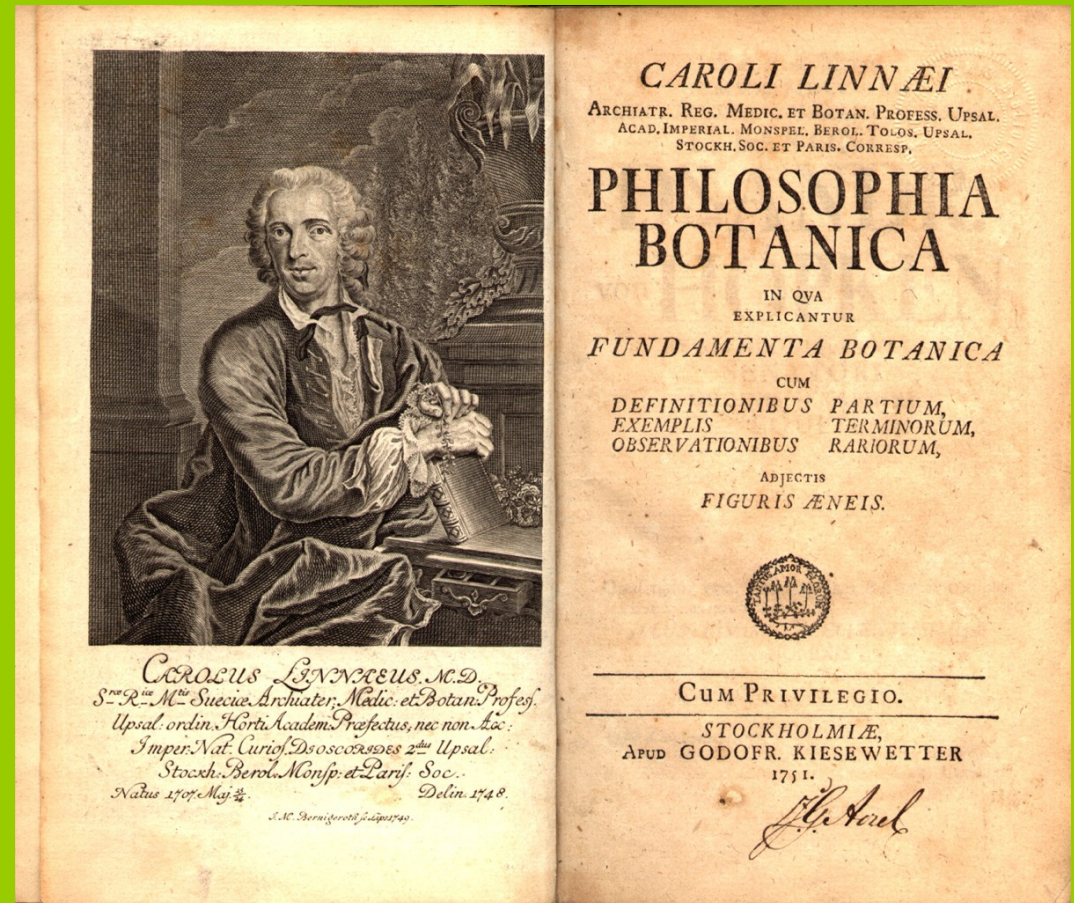
AMSTELÆDAMI,
Apud SALOMONEM SCHOUTEN,
MDCCXXXVII.

4

Philosophia botanica (1751)

Philosophia botanica zahrnuje morfologickou terminologii, principy taxonomie a nomenklatury rostlin

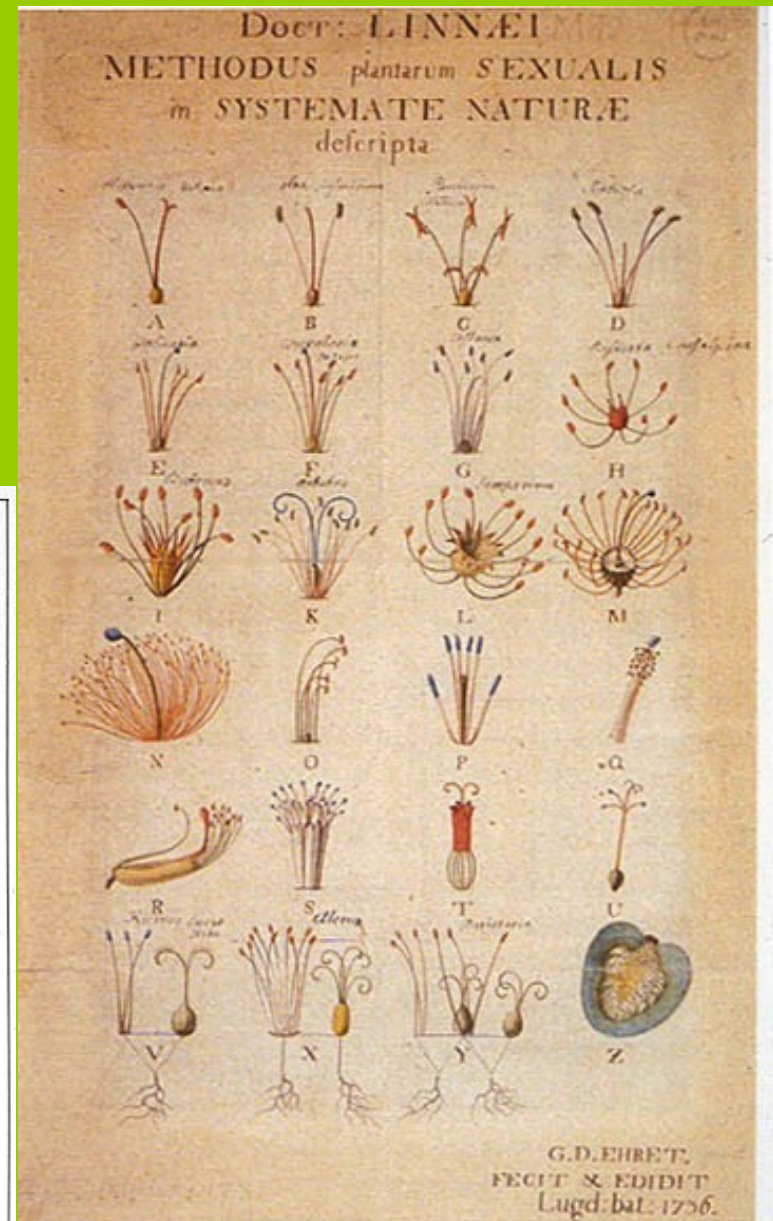
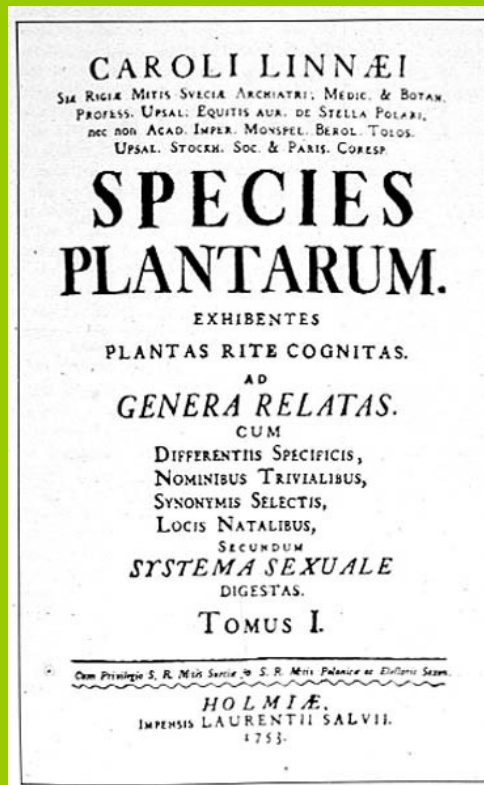
Je zde mimo jiné také formulován princip binomického pojmenování druhů. Jsou zde vymezeny jednotky classis, ordo, genus, species a varietas.



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 pohlavních orgánů je proto nazýván systémem sexuální.



The Linnaean system, based on sex-

asi 7 700 druhů v 1 105 rodech
vedle frázových jmen uvádí i triviální jména - epiteta

8. THLASPI filiculis obcordatis, foliis radicalibus *ct-montanum*.
neiformibus integerrimis.
Thlaspi filiculis obverse cordatis, foliis imis spatulatis; summis amplexicaulibus sagittatis. *Sauv. monsp.*
121.
Thlaspi alpinum, bellidis cæruleæ folio. *Bauh. pin.*
106.
Thlaspi montanum, bursæ pastoris folio. *Col. ephr.* 1.
p. 275. t. 276.
Thlaspi montanum 2. *Clus. hist.* 2. p. 131.
Habitat in Helvetiæ, Austriæ, Italiæ, Mouspelii petrosis.

alliacum. 3. THLASPI filiculis subovatis ventricosis, foliis oblongis obtusis dentatis glabris. *Roy. lugdb.* 334.
Thlaspi allium redolens. *Moris. hist.* 2. p. 297. f. 3. t. 18. f. 28.
Scorodo-Thlaspi ulyssis aldrovandi. *Bauh. hist.* 2. p. 932.
Habitat in Europa australi.
Antecedenti similis, sed Siliculæ ovato-ventricosæ, margine minore.

Linnéovy názory na variabilitu rostlin

Zpočátku považoval Linné druhy za neměnné bohem stvořené.

Stvoření si Linné představoval tak, že všechno bylo stvořeno na velikém ostrově, uprostřed něhož se tyčila vysoká hora. Na nejvyšší části hory bylo podnebí dnes odpovídající polárnímu klimatu, níže podnebí mírného, subtropického a tropického rázu.

V jednotlivých stupních byla stvořena jim odpovídající fauna a flóra - vždy jeden pár od každého druhu. Když byl dokončen akt stvoření, počalo moře ustupovat a ostrov se spojil se souší. Rostliny a zvířata pak osídlily území, která jim charakterem a teplotou odpovídala.

Měl značné zkušenosti se zahradními odrůdami, které nabyt zejména během pobytu v Holandsku. Tyto jej vedly k přesvědčení, že považuje všechny kultivary toliko za dílo zahradníků. Existence těchto kultivarů pak trvá pouze tak dlouho, dokud jim jejich tvůrci přinášejí každodenní oběti - tedy je omezena, stejně, jako je omezena doba života těch, kteří je stvořili, zatímco skutečné druhy mají existenci nekonečnou stejně jako je nekonečná existence jejich stvořitele. Většinu odchylek pokládá za monstrozity způsobené především změnou ekologických podmínek pod vlivem pěstitele nebo za hříčky přírody a tudíž jejich trvání považuje na rozdíl od stálých druhů toliko za přechodné.



Při studiu taxonomicky komplikovaných skupin jako např. rod. *Rosa* nebo *Achillea millefolium* naráží na těžkosti. Zmiňuje se o nich a mj. píše, že se mu zdá, "jako by příroda z jednoho druhu vytvořila mnoho dalších, těžko rozlišitelných".



Jednou mu jeden z jeho studentů Daniel Rudberg přinesl rostlinu *Linaria vulgaris* s terminálním aktinomorfním květem s pěti ostruhami. Linné ji pěstoval a poté, co shledal, že dává stálé potomstvo, nazval ji novým druhem *Peloria*, přičemž v práci *Dissertatio botanica de Peloria* (z r. 1744) píše přímo, že tento druh vznikl z druhu *Linaria vulgaris*.



Live specimen of *Peloria*



Normal *Linaria* (toadflax)

V díle *Plantae hybridae* (1751) registruje Karel Linné na 100 hybridů (zejména u rodů *Veronica*, *Delphinium*, *Saponaria*). Hybridizaci považuje za hlavní způsob vzniku nových druhů. Experimentálně vypěstoval křížence mezi *Tragopogon pratensis* a *T. porrifolius* - což byl první uměle získaný a popsáný hybrid vůbec. Popsal výsledek pokusu do soutěže v Petrohradě kde byl r. 1760 oceněn.

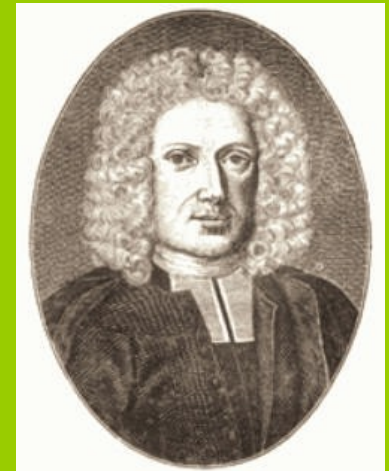


×

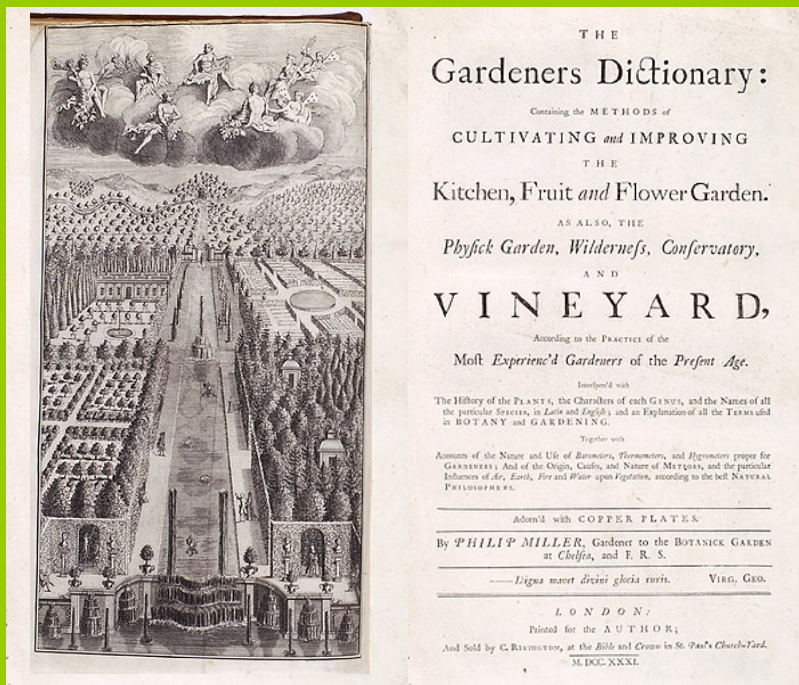


Pohlavnost rostlin a mezidruhová hybridizace 1

První pokusy jež popisovaly a dokazovaly pohlavnost rostlin provedl **Rudolf Jacob Camerer** v roce 1694, který se stejně jako mnozí další domníval, že přenos pylu se děje jen větrem.



Rudolf Jakob Camerarius
(1665 - 1721)



Ve 20. letech 18. století objevuje opylování hmyzem anglický zahradník **Philip Miller** (*The Gardeners and Florists dictionary* London 1724).

Pohlavnost rostlin a mezidruhová hybridizace 2

V první polovině 18. stol. objevuje **Johann Jacob Dillenius** *kleistogamii* - vznik plodů a semen i tam, kde se květy vůbec neotvírají.



V letech 1756 - 1760 při svých bastardačních, kultivačních pokusech a pozorováních rozlišuje **Joseph Gottlieb Koelreuter** celkem čtyři typy rozmnožování rostlin: autogamii v uzavřených květech - kleistogamii, autogamii jako důsledek pohybu tyčinek a pestíků, anemofilii, entomofilii.



Výsledky zveřejnil v díle *Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen* (Leipzig 1761). Je považován za zakladatele nauky o biologii kvetení.

Adaptace na opylování hmyzem

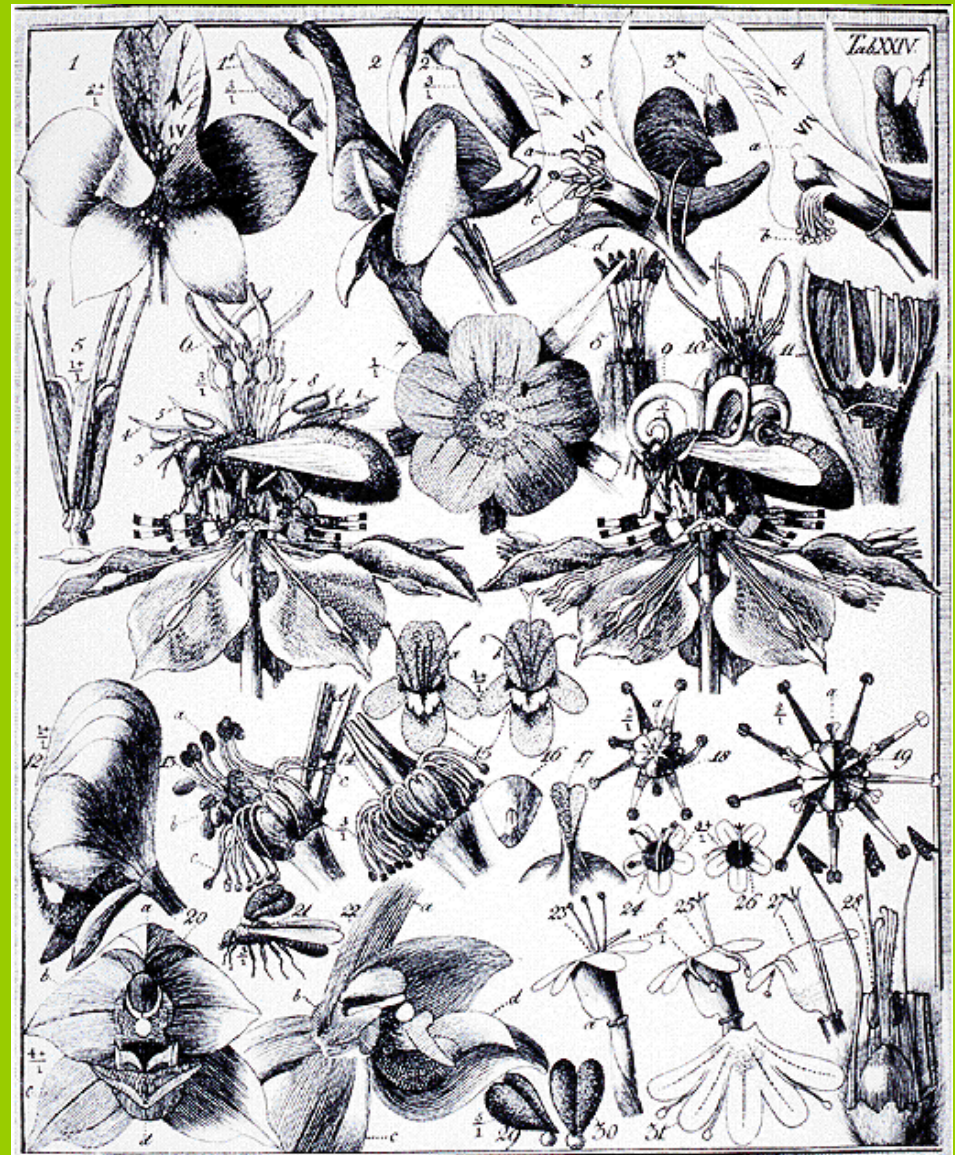
1793

Christian Konrad Sprengel
(gymn. prof. ve Spandau u
Berlína)

vydal dílo zachycující adaptace
hmyzu a rostlin na opylení

*Das entdeckte Geheimnis der
Natur im Bau und in der
Befruchtung der Blumen* (Berlin
1793) (Odhalené tajemství
přírody v tvorbě a oplození
květů.

Popsán způsob opylení u více
než 500 rostlin.



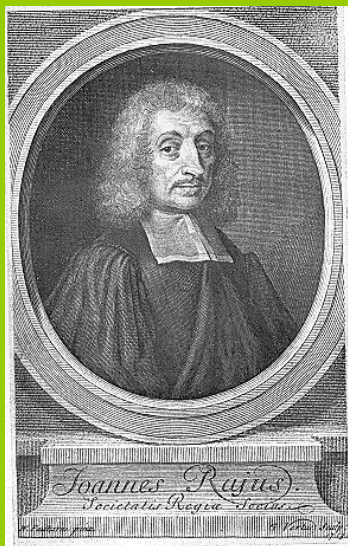
proteroandrie (prašníky dozrávají dříve než pestíky - nazývá ji "mužsko-ženskou dichogamií")

proterogynie (pestíky dozrávají dříve než prašníky - nazývá ji "žensko-mužskou dichogamií").

Genetickou podstatu *allogamie* neznal (ani podstata oplodnění ani dědičnosti nebyla tehdy známa) viděl v proterogamii a proteroandrii jen přízpusobením k tomu, aby ještě nevyvinuté či naopak již uvadlé tyčinky usnadnily přístup hmyzu k nektariím a následkem toho pak byl přenos cizího pylu na bliznu.



Pojem a definice druhu



John Ray (Angličan 1627-1705) "abychom mohli začít rostliny inventarizovat a správně klasifikovat, musíme se snažit zjistit některá kritéria na rozlišení tzv. druhů. Po dlouhém ausilovném 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)



Alexis Jordan (Francouz, 1814-1897)

Absolutizace genetické stability byť sebedrobnějších znaků vedla k popisům mnoha drobných druhů např. u autogamických druhů rodu osívka (*Erophila*) popsal na základě kultivačních experimentů lyonský botanik Jordan 53 elementárních (úzkých) druhů.

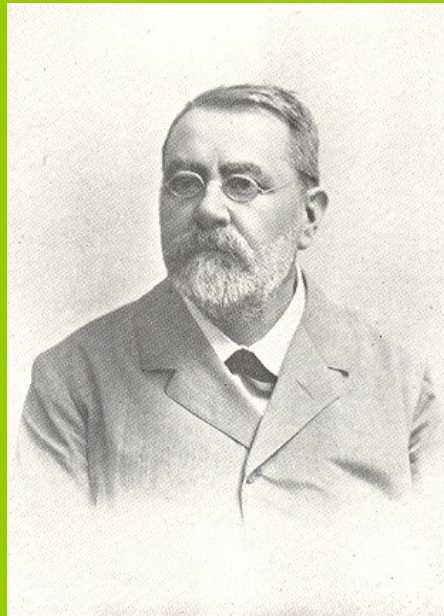
U nás patřil k zastáncům této koncepce druhu Philip Maxmilian Opiz (1787-1858), někdy ujížděl ještě více např. *Echium molle*, *E. multiflorum*, *E. variegatum*, *E. bicolor*, jím popsané od nás, jsou pouhé stanovištní odchylky od *Echium vulgare*



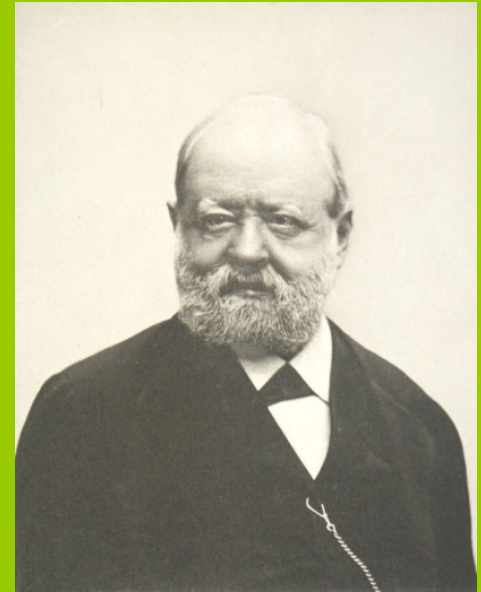
Zastánci splitterské koncepce infraspécifických taxonů na konci 19. a počátku 20. století.



Josef Podpěra



Ladislav Čelakovský



Paul Ascherson

Biologická koncepce druhu – Ernst Mayr (1963, 1969), vycházel z Dobzhanského (1935, 1937) – vzájemně krížitelné populace reprodukčně izolované

Nominalistická koncepce – druh je arbitrární jednotka (Sokal a Crovello 1970, Raven 1986 – Donald Levin)

Morfologická koncepce – druh je nejmenší skupina, která je trvale a konzistentně odlišitelná běžnými prostředky (Cronquist 1978)

Genetická koncepce – Gottlieb (1977, 1981), Crawford (1983) – založená na genetické vzdálenosti

Paleontologická koncepce

Evoluční koncepce – Simpson (1951) – druh jako linie (sekvence populací, které jsou ve vztahu předek – potomek)

Kladistická koncepce – Wiley (1978) = druh jako větev kladogramu



Alphonse de Candolle
1806-1893

Kodifikovanou podobu získala botanická nomenklatura v r. 1867. Tehdy tzv. "komise devíti", vedená Alphonsem de Candollem předložila první pravidla botanické nomenklatury na mezinárodním botanickém kongresu v Paříži.

LOIS
DE LA
NOMENCLATURE BOTANIQUE

ADOPTÉES PAR

LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE BOTANIQUE

TENU A PARIS EN AOUT 1867

SUIVIES D'UNE

DEUXIÈME ÉDITION

DE L'INTRODUCTION HISTORIQUE ET DU COMMENTAIRE

QUI ACCOMPAGNAIENT LA RÉDACTION PRÉPARATOIRE PRÉSENTÉE AU CONGRÈS

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE

Éditeur et en partie auteur du
Prodromus systematis naturalis vegetabilium.

GENÈVE ET BALE
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR
PARIS
J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
1867

Další návrh pravidel zpracoval v r. 1891 Otto Kuntze v díle "Revision Genera Plantarum," (navrhoval mj. starting date 1735 (1737) versus 1753)

Nová edice Kuntzeho (berlínských) pravidel vyšla v roce 1901 v Bull. Assoc. Fr. Bot. po Pařížském botanickém kongresu (1900)

Dalším kód vyšel v r. 1906 po (J. Bot. 44, Supplementum: 1-23) po vídeňském bot. kongresu (1905).

Po dalších kongresech vycházely nové verze kódů.

	Year	City	Country
1.	1900	Paris	France 
2.	1905	Vienna	Austria 
3.	1910	Brussels	Belgium 
4.	1926	Ithaca	United States 
5.	1930	Cambridge	United Kingdom 
6.	1935	Amsterdam	Netherlands 
7.	1950	Stockholm	Sweden 
8.	1954	Paris	France 
9.	1959	Montreal	Canada 
10.	1964	Edinburgh	United Kingdom 
11.	1969	Seattle	United States 
12.	1975	Leningrad	Soviet Union 
13.	1981	Sydney	Australia 
14.	1987	Berlin	Germany 
15.	1993	Tokyo	Japan 
16.	1999	St. Louis	United States 
17.	2005	Vienna	Austria 
18.	2011	Melbourne	Australia 

Přehled mezinárodních botanických kongresů

Nejnovější je Vienna Code z roku 2006

INTERNATIONAL CODE OF BOTANICAL NOMENCLATURE online - Windows Explorer

http://bot.sav.sk/icbn/main.htm

INTERNATIONAL CODE OF BOTANICAL NOMENCLATURE...

VIENNA **IAPT** INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR PLANT TAXONOMY

INTERNATIONAL CODE OF BOTANICAL NOMENCLATURE online

contents | subject index | index to scientific names | glossary | contact | regnum vegetabile | search

no frames version

Title

Preface

Important dates

Preamble

Division I Principles (I-VI)

Division II Rules and Recommendations

Chapter I Taxa and their ranks (Art. 1, 2, 3, 4, 5)

Chapter II Status, typification, and priority of names

Section 1 Status definitions

Section 2 Typification (Art. 7, 8, 9, 10)

Section 3 Priority (Art. 11 and 12)

Section 4 Limitation of the principle of priority (Art. 13, 14, 15)

Chapter III Nomenclature of taxa according to their rank (Art. 16-28)

Section 1 Names of taxa above the rank of family (Art. 16 and 17)

Section 2 Names of families and subfamilies, tribes and subtribes (Art. 18 and 19)

Section 3 Names of genera and subdivisions of genera (Art. 20, 21, 22)

Section 4 Names of species (Art. 23)

Section 5 Names of taxa below the rank of species (infraspecific taxa) (Art. 24, 25, 26, 27)

Section 6 Names of plants in cultivation (Art. 28)

Chapter IV Effective and valid publication (Art. 29-50)

Section 1 Conditions and dates of effective publication (Art. 29, 30, 31)

Section 2 Conditions and dates of valid publication of names (Art. 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45)

Section 3 Author citations (Art. 46, 47, 48, 49, 50)

Section 4 General recommendations on citation (Rec. 50A-F)

Chapter V Rejection of names (Art. 51)

International Code of Botanical Nomenclature

(VIENNA CODE)

Electronic version of the original English text.

adopted by the Seventeenth International Botanical Congress
Vienna, Austria, July 2005

prepared and edited by

J. MCNEILL, Chairman
F. R. BARRIE, H. M. BURDET, V. DEMOULIN,
D. L. HAWKSWORTH, K. MARHOLD, D. H. NICOLSON,
J. PRADO, P. C. SILVA, J. E. SKOG, J. H. WIERSEMA, Members
N. J. TURLAND, Secretary
of the Editorial Committee

2006

The printed and only official version of the Code has been published as
International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code). Regnum Vegetabile 146. A.R.G. Gantner Verlag KG.
ISBN 0080-0694

(c) 2006, by International Association for Plant Taxonomy. This page last updated 09.03.2007.

Internet 100%

Doručená pošta - Out... Total Commander 6.0... DeepPurple RealPlayer: Deep pur... Taxonomie4Dejiny 03b_NOMred

Experimenty v taxonomii – transfery rostlin – morfologická plasticita



Anton Joseph **Kerner** von Marilaun (rakouský botanik 1831-1898).
Profesor botaniky ve Vídni.

Paralelní kultivace alpských a nížinných rostlin v rozdílných
klimatických podmínkách:

1. alpská zahrada na lokalitě Blaser v Tyrolsku 2195 m n.m.
2. v botanických zahradách v Innsbrucku a ve Vídni.

Potvrdil genetické predispozice rostlin reagovat plasticky na změnu
podmínek, a to i při množení semeny.

Při návratu do původních podmínek však tyto změny nevykazovaly
genetickou stálost.

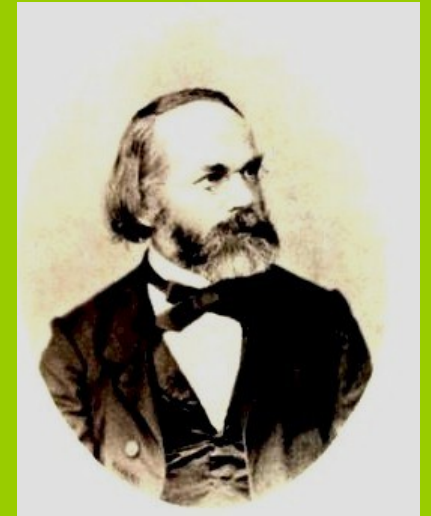
Kernerovy práce znal dobře Charles Darwin i Alfred Russel Wallace a
odkazovali na ně ve svých pracích.

Výsledky publikoval v roce 1895 (The natural history of plants, their
forms, growth, reproduction and. distribution. - London: Blackie).

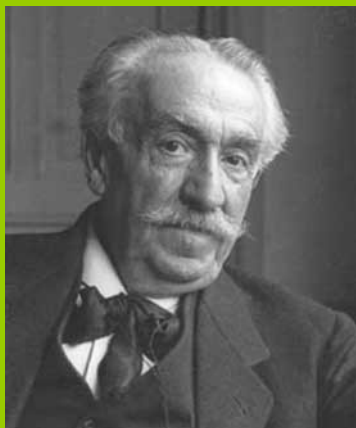
Experimenty v taxonomii – transfery rostlin – morfologická plasticita



K podobným závěrům došel před ním již ředitel botanické zahrady v Mnichově, původem Švýcar, Carl Wilhelm von **Naegeli** (1817-1891), když přesazoval alpské jestřábníky do mnichovské univerzitní botanické zahrady



Transmutace druhu – vlivem změny podmínek?

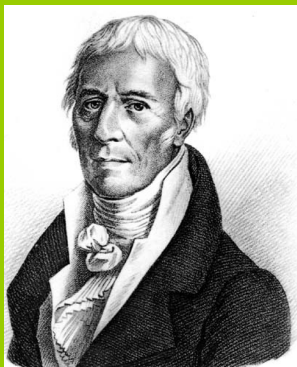


Gaston **Bonnier** (Francouz, 1853-1922). Paralelně kultivoval ramety získané z klonálních rostlin v různých podmínkách – v Alpách, Pyrenejích a v botanické zahradě v Paříži s cílem zjistit fyziologické adaptace. Na sklonku života v roce 1920 dochází k závěru, že vlivem podmínek se mohou druhy nížinné měnit v druhy alpské.

Frederic Edward **Clements** (Američan, 1874-1945). Došel k podobným závěrům jako Bonnier na základě svých pokusů v Californii a Coloradu. Popisuje např. reverzibilní transformace *Phleum alpinum* na *P. pratense*.



Dnešní interpretace – zřejmě šlo o kontaminaci diasporami



Bonnier a Clements tak potvrdili představy Lamarckovy z počátku 19. stol.

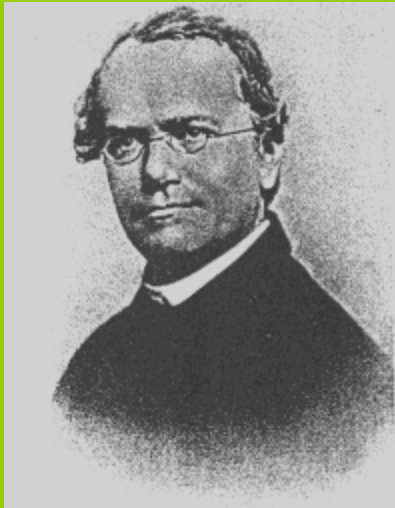
Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet de Lamarck (1744 - 1829)

Trofim Denisovich Lysenko (1898-1976)

Transmutace druhů byla paradigmatem Lysenkovské sovětské (Mičurinské) biologie 50. let 20. stol.



Vznik genetiky (konec 19. stol.)



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

Johann Gregor Mendel
1822 - 1884

Randy Moore, Dennis Clark, Darrel Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Characteristics of the Garden Pea Studied by Mendel

Seed shape	Seed color	Flower color	Seedling axil color	Seed coat color	Pod shape	Pod color	Flower position	Stem length
Round	Yellow	Purple	Purple	Purple-gray	Inflated	Green	Axial	Tall
DOMINANT								
Wrinkled	Green	White	Green	White	Constricted	Yellow	Terminal	Dwarf
RECESSIVE								
7	1	1	1	1	4	5	4	4

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.)



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

Theodor Boveri

1862 - 1915

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

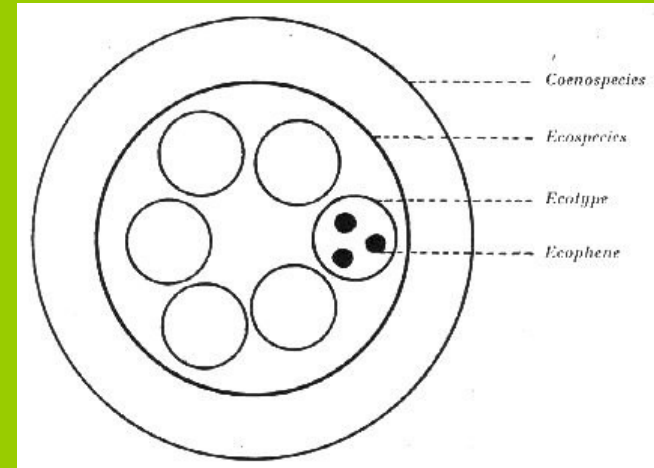
1882 si Němec Eduard Strasburger poprvé všímá, že počet diferencujících chromosomů při mitóze je pro druhy **stálý**. V roce 1888 tento fakt zobecnil ve formě hypotézy německý cytogenetik a anatom **Theodor Boveri**.



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

Ekologie a genetika populací - skandinávská škola – 20-30. léta

Koncepce ekotypu - **Göte Wilhelm Turesson**, (švédský botanik 1892-1970). 1922: "The Species and the Variety as Ecological Units" in *Hereditas*. 1922: "The Genotypical Response of the Plant Species to the Habitat" in *Hereditas*. 1925: "The Plant Species in Relation to Habitat and Climate" in *Hereditas*



Jens Christian Clausen (dánský botanik 1891-1969)

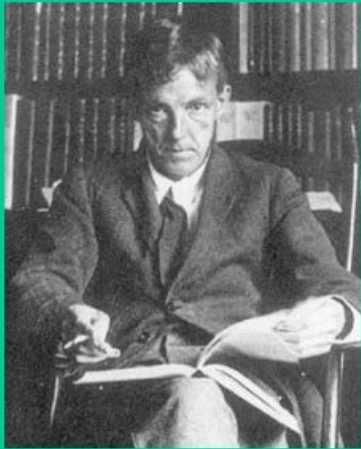
Pod vlivem svého učitele – ekologa Christena Raunkiera se začal ve 20. letech 20. století na Kodaňské universitě věnovat genetickému studiu macešek a fertálních hybridů *Viola arvensis* ($2n=34$) a *Viola tricolor* ($2n=26$)

1926 „Genetical and Cytological investigation on *Viola tricolor* L. and *V. arvensis* Murr.“ in *Hereditas*

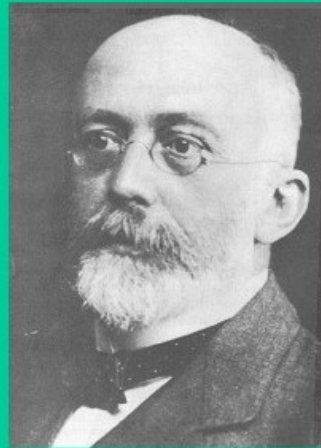
Arne Müntzing (švédský botanik)

1932. Cytogenetic investigations on the synthetic *Galeopsis tetrahit*. *Hereditas*. 16:105-154.
Postuluje allopolyploidii jako jeden z možných speciálních mechanismů

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



Godfrey Harold Hardy
1877-1947



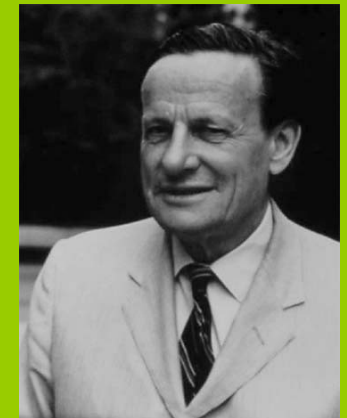
Wilhelm Weinberg
1862-1937



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.



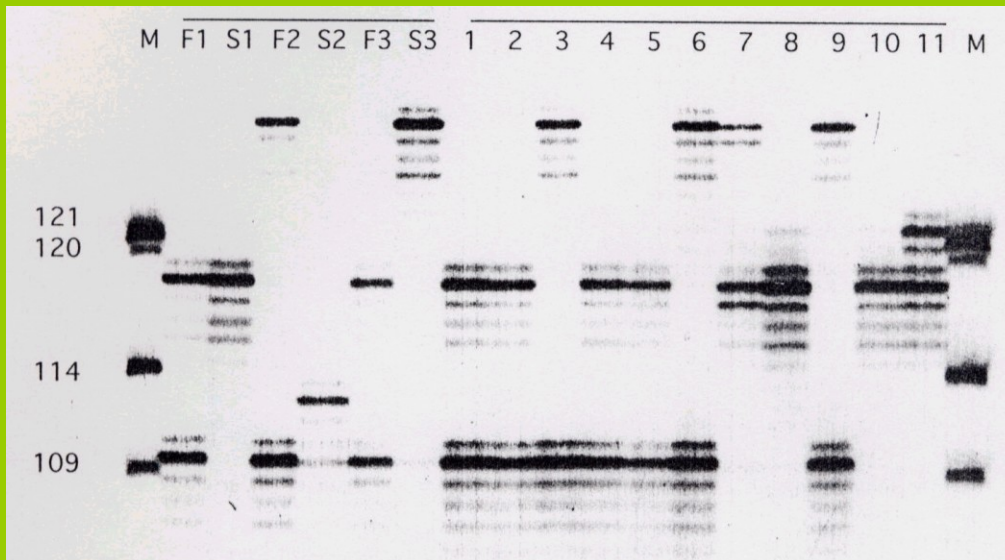
George Ledyard Stebbins
1906 -

Studium isoenzymů a allozymů - konec 20. stol.

pomocí **gelové elektroforézy** postihuje rozdíly v prostorovém uspořádání, hmotnosti a síle elektrického náboje enzymů.

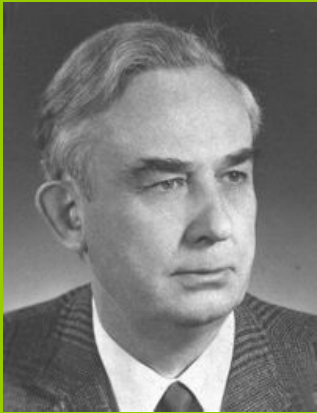
Elektroforézu poprvé užil r. 1937 švédský biochemik **Arne Wilhelm Kaurin Tiselius** (1902-1971). (Nobelova cena v r. 1948).

1966 poprvé pro šlechtitelské účely. Pro taxonomii a systematiku více od 80 let 20 stol. Dnes: hybridní původ druhů, breeding systémy, genetická variabilita populací, fylogeografie.



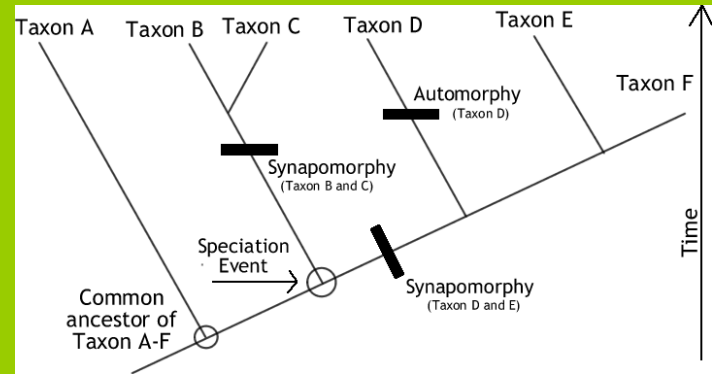
Isoenzymy katalyzují stejnou reakci ale strukturně se liší velikostí nebo sekvencí aminokyselin.

Allozymy jsou isozymy kódované různými alelami téhož genu.



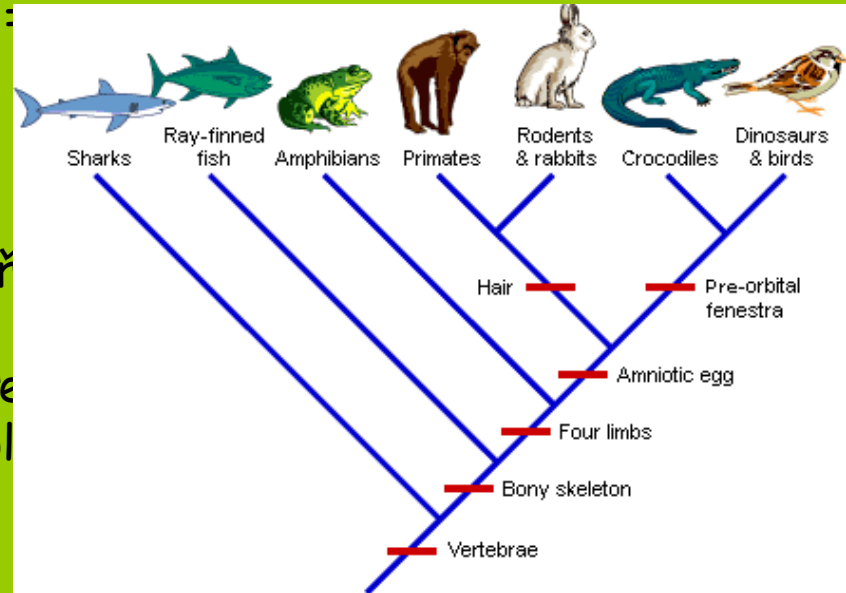
Kladistika

1950 německý entomolog spojovat dohromady skupiny se společnými předky, sdílející společně nově se v evoluci objevivší (odvozený) znak - apomorfii.



Willi Hennig
1913-1976

Každý znak byl někdy v evoluci nový - například genetický kód je apomorfii všech živých organismů, cévní svazky jsou apomorfii všech vyšších rostlin kromě mechorostů, kondupl svinutý plodolist je apomorfii všech krytosemenných.



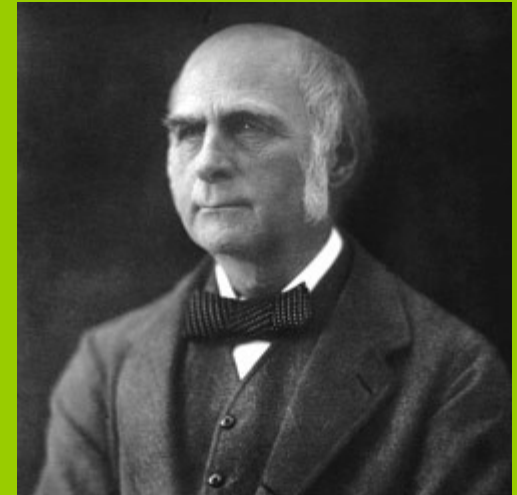
Opakem znaků odvozených jsou znaky primitivní - plesiomorfni. Výsledkem kladistické analýzy je stromový diagram zvaný **kladogram** založený na kvantitativní analýze počtu apomorfii při maximální úspornosti „**maximum parsimony tree**“.

Biometrické přístupy – vznik biostatistiky



Lambert Adolphe Quételet (Belgičan, 1796-1874)

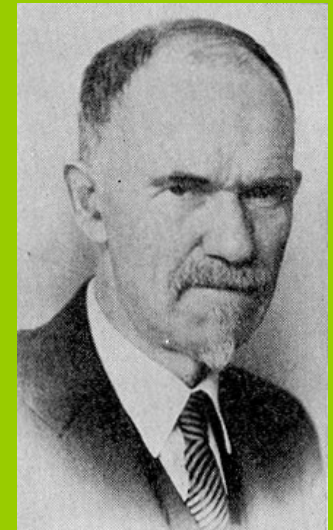
Francis Galton (Angličan, bratranec Charlese Darwina, 1822-1911)



Karl Pearson (1857-1936)

britský matematik - první biometrická měření na rostlinách na přelomu 19. a 20. století, pracoval se znaky s normální gausovskou distribucí – počty ostnů na listech *Ilex aquifolium*, počty primárních žilek u *Fagus sylvatica*, počty bliznových laloků na tobolce *Papaver rhoeas*.

Charles Davenport (Američan 1866-1944)
Davenport 1904: *Statistical methods with special reference to biological variation*. Shrnuje řadu příkladů botanických a zoologických znaků s normální distribucí.



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

M. Adanson: Familles naturelles des plantes (1763)
58 čeledí. 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.



Michel Adanson
1727 - 1805

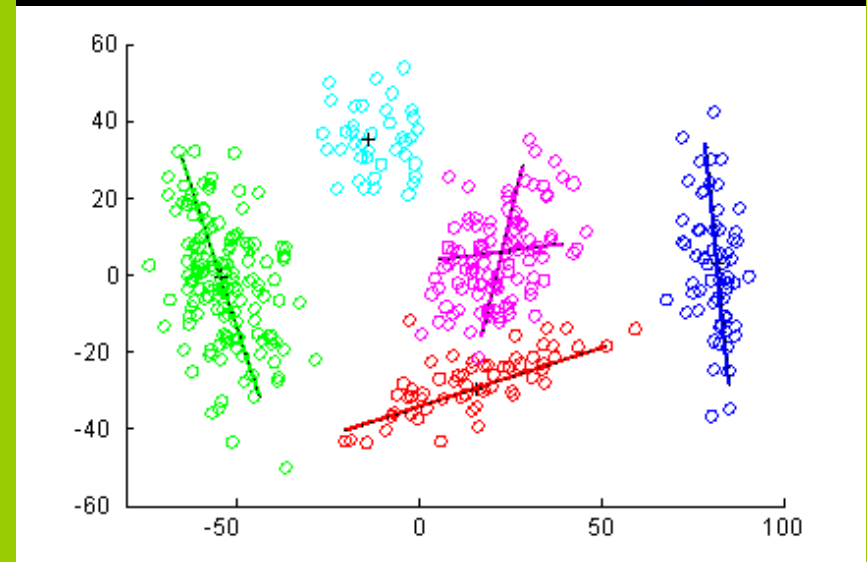
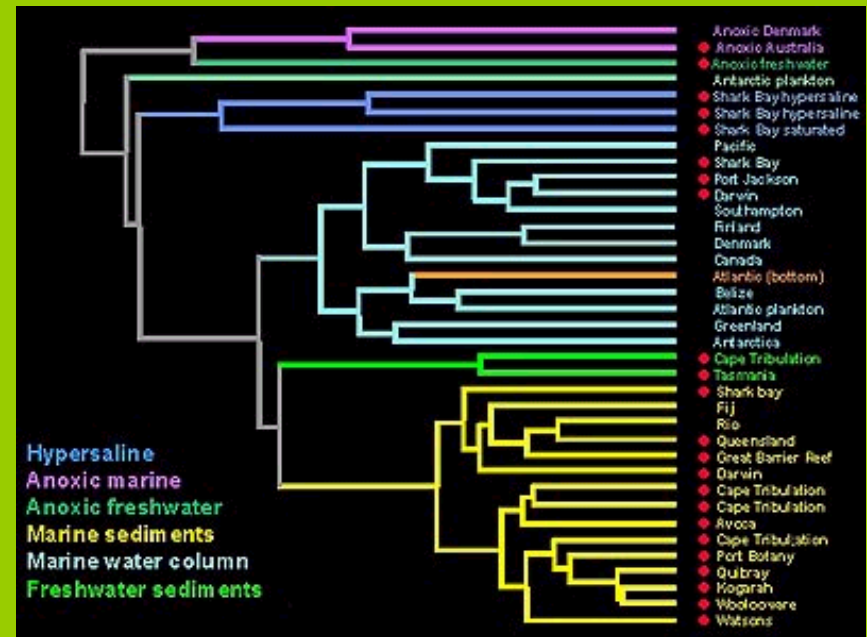


Robert R. Sokal

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

Znaky kvantitativní a kvalitativní – biometrika.

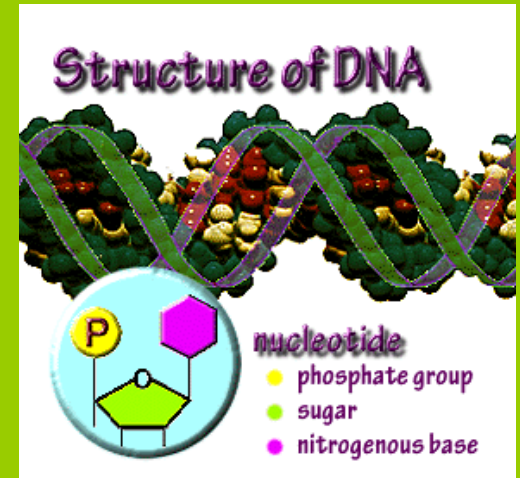
Variabilita živých organismů si vynucuje použití metod biostatistiky. Nejčastějšími výstupy numericko taxonomických metod jsou: **dendrogram** (v případě metod klasifikačních jako je např. clustrová analýza) nebo **ordinační diagram** (vyjádřený obvykle ve formě scatter plotu, v případě metod ordinačních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



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

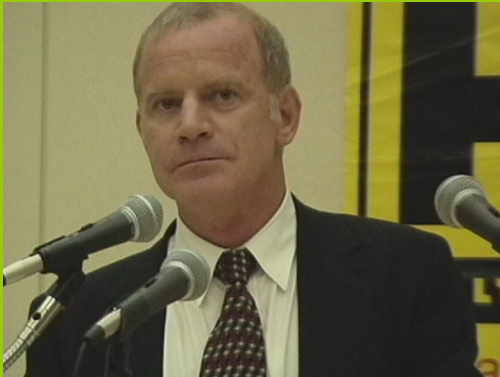
1924-1994

Studium DNA 90. léta 20. stol.

V 90. letech 20. stol. zcela převládly postupy založené na **polymerázové řetězcové 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.



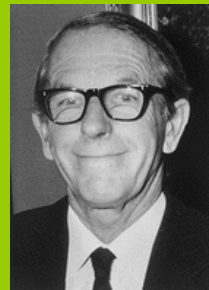
**The Nobel Prize
in Chemistry 1980**



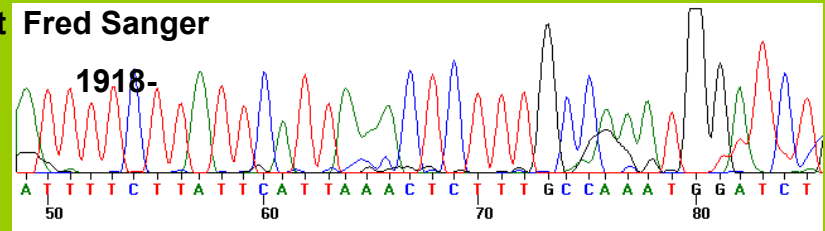
Paul Berg
1926-



Walter Gilbert
1932-



Fred Sanger



Kary B. Mullis 1944-



**The Nobel Prize
in Chemistry 1993**



automatický sekvenátor

Specific Enzymatic Amplification of DNA In Vitro: The Polymerase Chain Reaction

K. MULLIS, F. FALOONA, S. SCHARF, R. SAIKI, G. HORN, AND H. ERLICH
Cetus Corporation, Department of Human Genetics, Emeryville, California 94608

The discovery of specific restriction endonucleases (Smith and Wilcox 1970) made possible the isolation of discrete molecular fragments of naturally occurring DNA for the first time. This capability was crucial to the development of molecular cloning (Cohen et al. 1973); and the combination of molecular cloning and endonuclease restriction allowed the synthesis and isolation of any naturally occurring DNA sequence that could be cloned into a useful vector and, on the basis of flanking restriction sites, excised from it. The availability of a large variety of restriction enzymes (Roberts 1985) has significantly extended the utility of these methods.

The de novo organic synthesis of oligonucleotides and the development of methods for their assembly into long double-stranded DNA molecules (Davies and Gassen 1983) have removed, at least theoretically, the minor limitations imposed by the availability of natural sequences with fortuitously unique flanking restriction sites. However, de novo synthesis, even with automated equipment, is not easy; it is often fraught with peril due to the inevitable delicacy of chemical reagents (Urdea et al. 1985; Watt et al. 1985; Mullenbach et al. 1986), and it is not capable of producing, intentionally, a sequence that is not yet fully known.

We have been exploring an alternative method for the synthesis of specific DNA sequences (Fig. 1). It involves the reciprocal interaction of two oligonucleotides and the DNA polymerase extension products whose synthesis they prime, when they are hybridized to different strands of a DNA template in a relative orientation such that their extension products overlap. The method consists of repetitive cycles of denaturation, hybridization, and polymerase extension and seems not a little boring until the realization occurs that this procedure is catalyzing a doubling with each cycle in the amount of the fragment defined by the positions of the 5' ends of the two primers on the template DNA, that this fragment is therefore increasing in concentration exponentially, and that the process can be continued for many cycles and is inherently very specific.

The original template DNA molecule could have been a relatively small amount of the sequence to be synthesized (in a pure form and as a discrete molecule) or it could have been the same sequence embedded in a much larger molecule in a complex mixture as in the case of a fragment of a single-copy gene in whole human DNA. It could also have been a single-stranded

DNA molecule or, with a minor modification in the technique, it could have been an RNA molecule. In any case, the product of the reaction will be a discrete double-stranded DNA molecule with termini corresponding to the 5' ends of the oligonucleotides employed.

We have called this process polymerase chain reaction or (inevitably) PCR. Several embodiments have been devised that enable one not only to extract a specific sequence from a complex template and amplify it, but also to increase the inherent specificity of this process by using nested primer sets, or to append sequence information to one or both ends of the sequence as it is being amplified, or to construct a sequence entirely from synthetic fragments.

MATERIALS AND METHODS

PCR amplification from genomic DNA. Human DNA (1 μ g) was dissolved in 100 μ l of a polymerase buffer containing 50 mM NaCl, 10 mM Tris-Cl (pH 7.6), and 10 mM MgCl₂. The reaction mixture was adjusted to 1.5 mM in each of the four deoxynucleoside triphosphates and 1 μ M in each of two oligonucleotide primers. A single cycle of the polymerase chain reaction was performed by heating the reaction to 95°C for 2 minutes, cooling to 30°C for 2 minutes, and adding 1 unit of the Klenow fragment of *Escherichia coli* DNA polymerase I in 2 μ l of the buffer described above containing about 0.1 μ l of glycerol (Klenow was obtained from U.S. Biochemicals in a 50% glycerol solution containing 5 U/ μ l). The extension reaction was allowed to proceed for 2 minutes at 30°C. The cycle was terminated and a new cycle was initiated by returning the reaction to 95°C for 2 minutes. In the amplifications of human DNA reported here, the number of cycles performed ranged from 20 to 27.

Genotype analysis of PCR-amplified genomic DNA using ASO probes. DNA (1 μ g) from various cell lines was subjected to 25 cycles of PCR amplification. Aliquots representing one thirtieth of the amplification mixture (33 ng of initial DNA) were made 0.4 N in NaOH, 25 mM in EDTA in a volume of 200 μ l and applied to a Genatran-45 nylon filter with a Bio-Dot spotting apparatus. Three replicate filters were prepared. ASO probes (Table I) were 5'-phosphorylated with [γ -³²P]ATP and polynucleotide kinase and purified by spin dialysis. The specific activities of the probes were between 3.5 and 4.5 μ Ci/pmol. Each filter

Reprint Series
29 January 1988, Volume 239, pp. 487-491

SCIENCE

Primer-Directed Enzymatic Amplification of DNA with a Thermostable DNA Polymerase

RANDALL K. SAIKI, DAVID H. GELFAND, SUSANNE STOFFEL, STEPHEN J. SCHARF, RUSSELL HIGUCHI,
GLENN T. HORN, KARY B. MULLIS,* AND HENRY A. ERLICH

Copyright © 1988 by the American Association for the Advancement of Science