

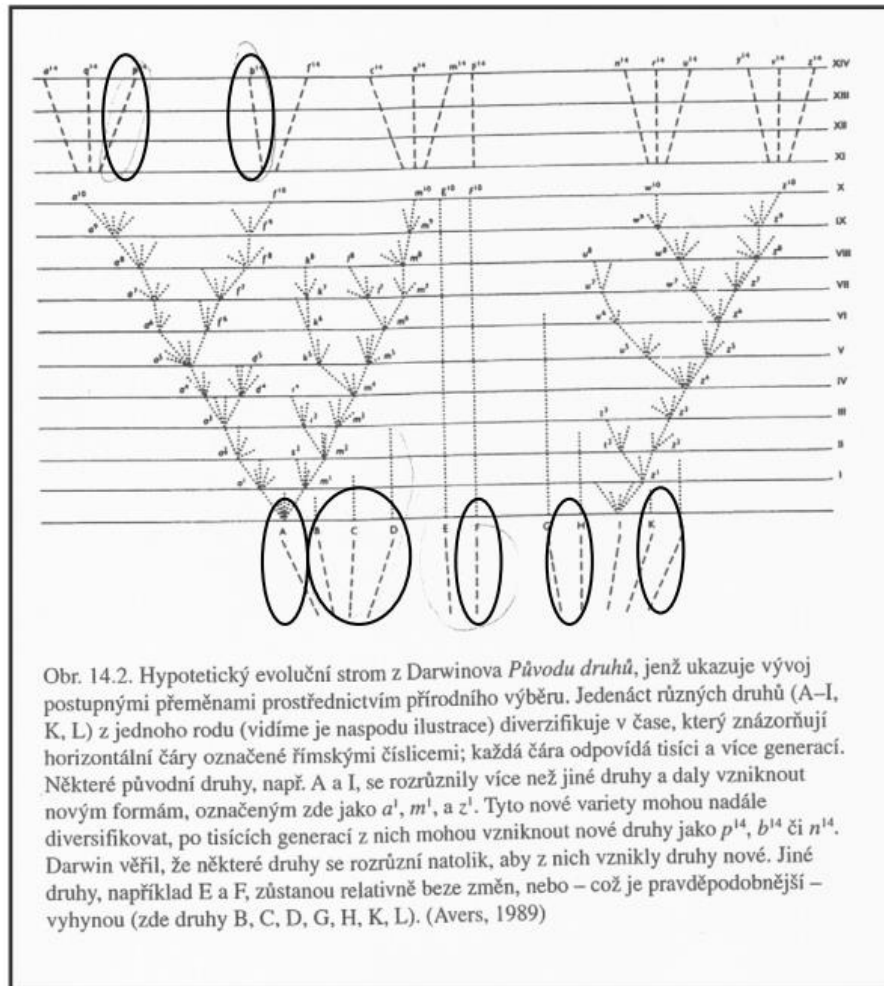
Proměnlivost a evoluce rostlin

Petr Smýkal

Katedra botaniky, PřF UPOL

2013/14

Evolve rostlin



THE
METAMORPHOSIS
OF PLANTS

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE



INTRODUCTION AND PHOTOGRAPHY
BY GORDON L. MILLER

***Versuch die Metamorphose der
Pflanzen zu erklären
(Metamorphosis of Plants)***

***Johann Wolfgang von Goethe
1790***

In this work, Goethe essentially discovered the (serially) **homologous** nature of leaf organs in plants, from cotyledons, to photosynthetic leaves, to the petals of a flower.

THE HISTORY OF THE URPFLANZE

One of Goethe's strangest notion, for some a romantic illusion, for others the common evolutionary ancestor, for still others a common "idea" which holds all plant forms in an all-encompassing archetypal image is the notion of the '**Urpflanze**'.

Furthermore I must confess to you that I have nearly discovered the secret of plant generation and structure, and that it is the simplest thing imaginable....

Namely it had become apparent to me that in the plant organ which we ordinarily call the leaf a true Proteus is concealed, who can hide and reveal himself in all sorts of configurations.

From top to bottom **a plant is all leaf***, united so inseparably with the future bud that one cannot be imagined without the other.

-Goethe 1787

Evolutionary developmental biology (evo-devo)

Od šišky po květ

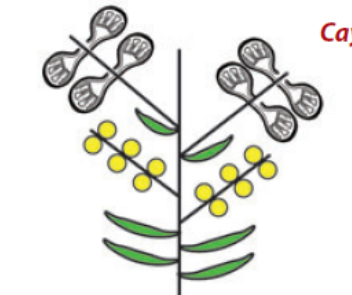
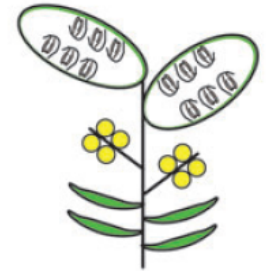
Vznik květních orgánů

Hypothetical common ancestor
(Angiosperms + Bennettitales + Gnetales)

Anthophyte theory
(Doyle & Donoghue 1986, Crane 1985)

Enclosing carpels

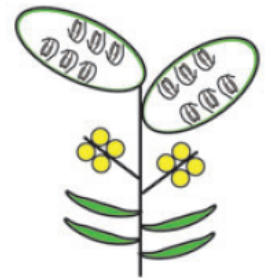
- Axis bisexual and condensed in common ancestor
- Expansion and inrolling of megasporophyll rachis to form carpel with bitegmic ovules
- Implies homology of sporophylls and the reproductive axis of Angiosperms, Bennettitales, and Gnetales



Caytonia
(Hypothetical cupule attachment)

Caytonia-glossopterid model for carpel origin
(Doyle 2006, 2008)

- Axis bisexual and condensed in common ancestor
- Homology of cupule and anatropous, bitegmic ovules
- Carpel originated from rachis expansion, fusion to subtending leaf (*Caytonia*) or folding over of a blade-like portion of sporophyll (glossopterid)
- Reduction of ovules in cupule to one



Monoecious

Out-of-male/out-of-female
(Theissen et al. 2002)

Homeosis

- Gynomonoecious intermediate
- Loss of ovulate axes
- Formation of carpels not discussed
- Location of ovules on adaxial versus abaxial surface discussed



Monoecious

Mostly male model
(Frohlich & Parker 2000)

Homeotopy

- Loss of *NEEDLY* (*LFY* homolog) = loss of female cone
- Ectopic expression of ovules on adaxial surface of microsporophylls
- Inrolling of laminar microsporophyll to form ascidiate carpels



Monoecious

Developmental genetic model
(Baum & Hileman 2006)

Regulation of MADS

- Increase in *LFY* expression; highest expression at apex
- C-class activated by high levels of *LFY* to dominate apex (= ovule production)
- B-class restricted to lower torus of floral meristem (= stamen production)
- Formation of carpels not discussed



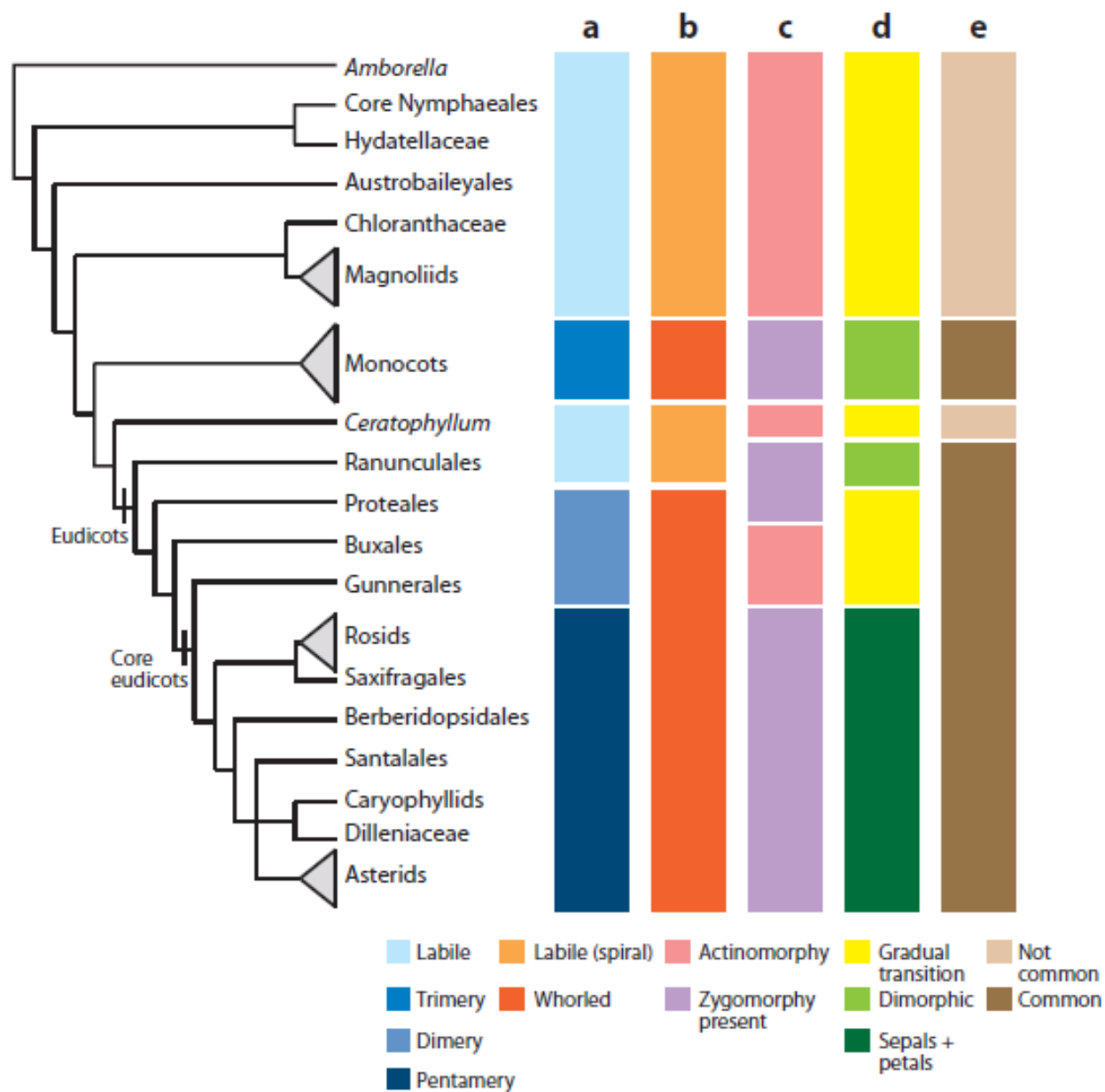
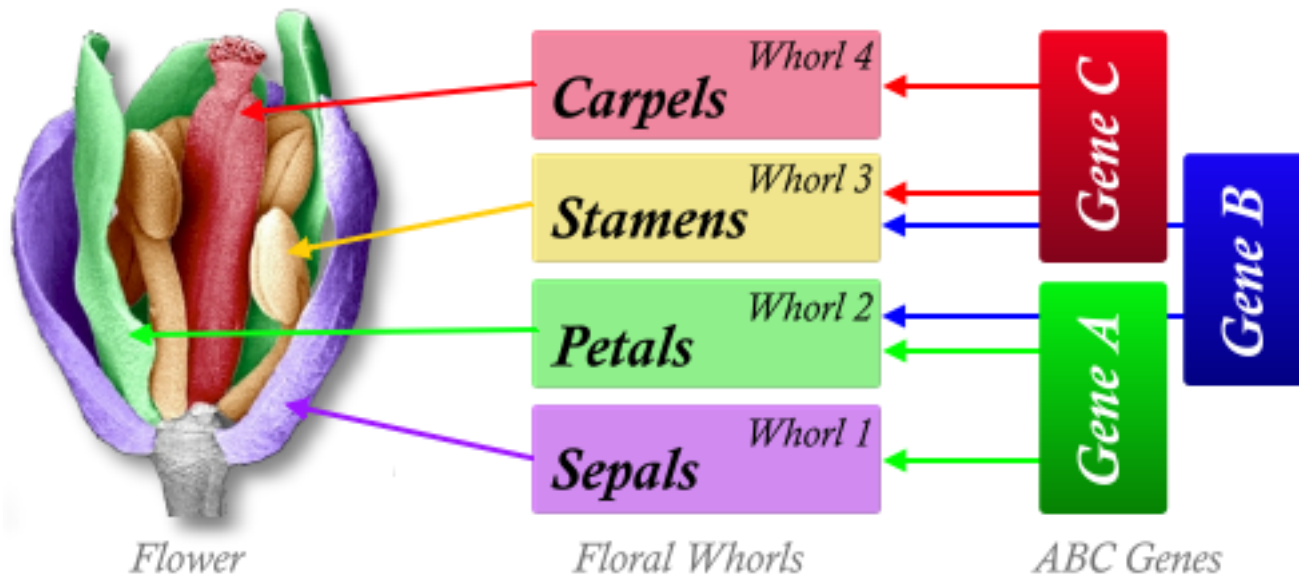


Figure 3

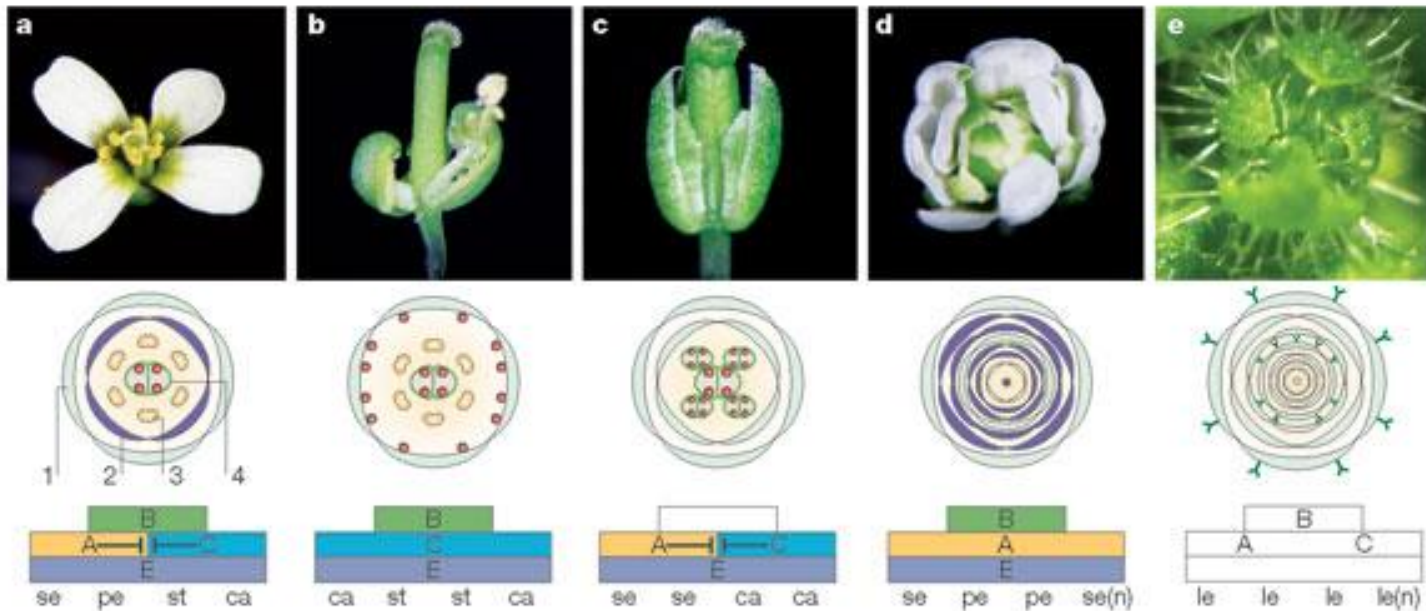
Major trends in angiosperm floral evolution. Except for symmetry and synorganization, character states in

Evolutionary developmental biology (evo-devo)

ABC model vývoje květu (*Meyerowitz 1991*)

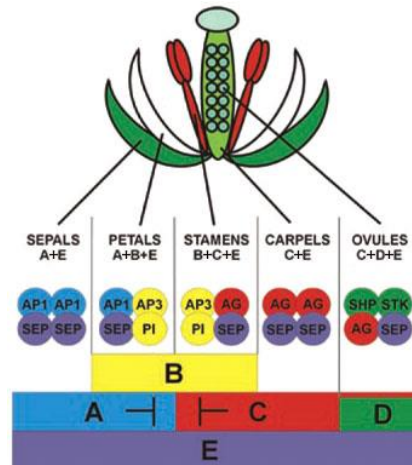
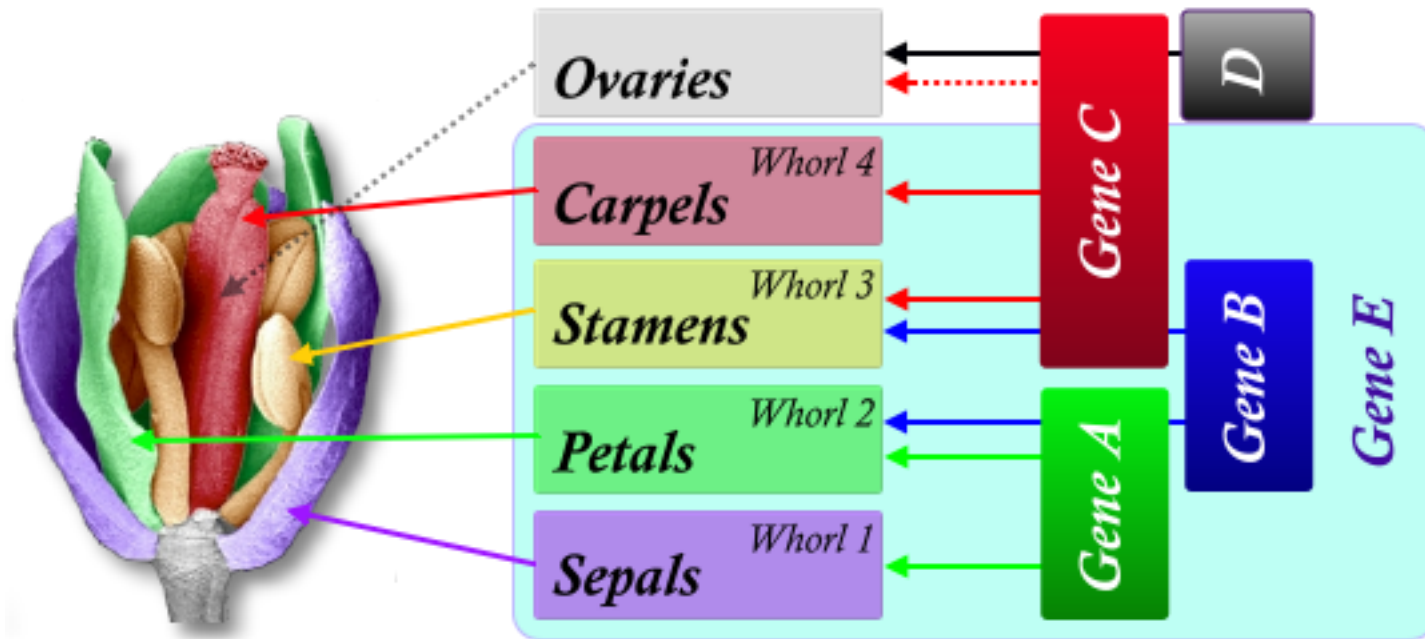


Arabidopsis thaliana model

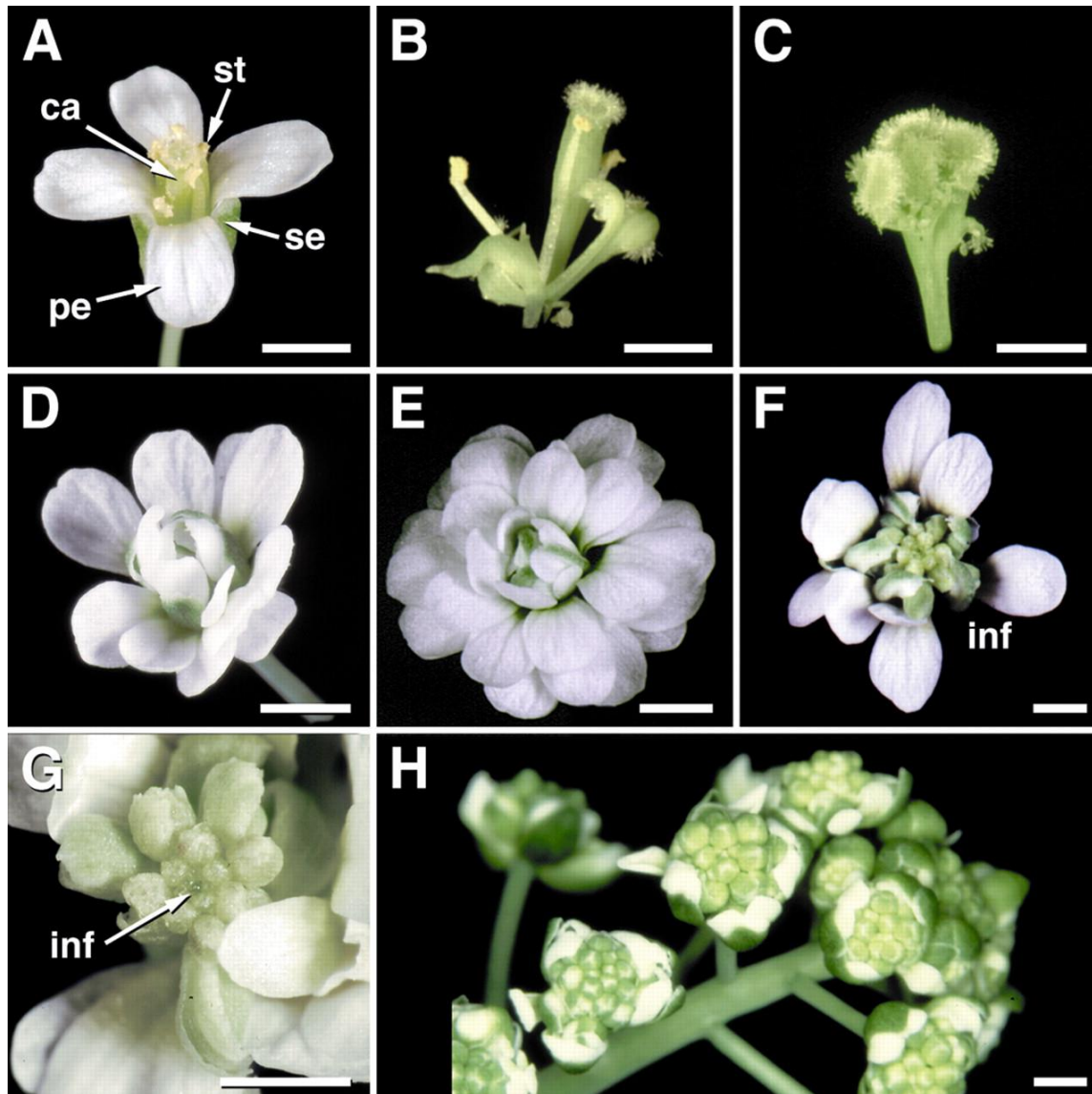


Copyright © 2005 Nature Publishing Group
 Nature Reviews | **Genetics**

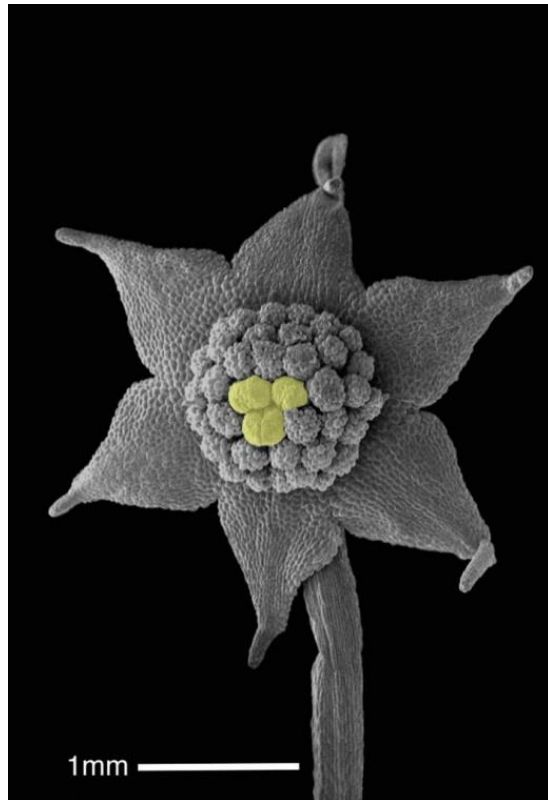
ABCDE model vývoje květu



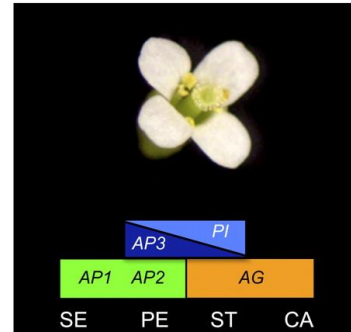
Květní mutanti *Arabidopsis thaliana*



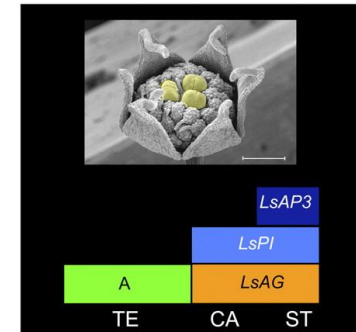
Jednoděložné - mykoheterotrofní druh *Lacandonia schismatica*
(Triuridaceae) - Mexico



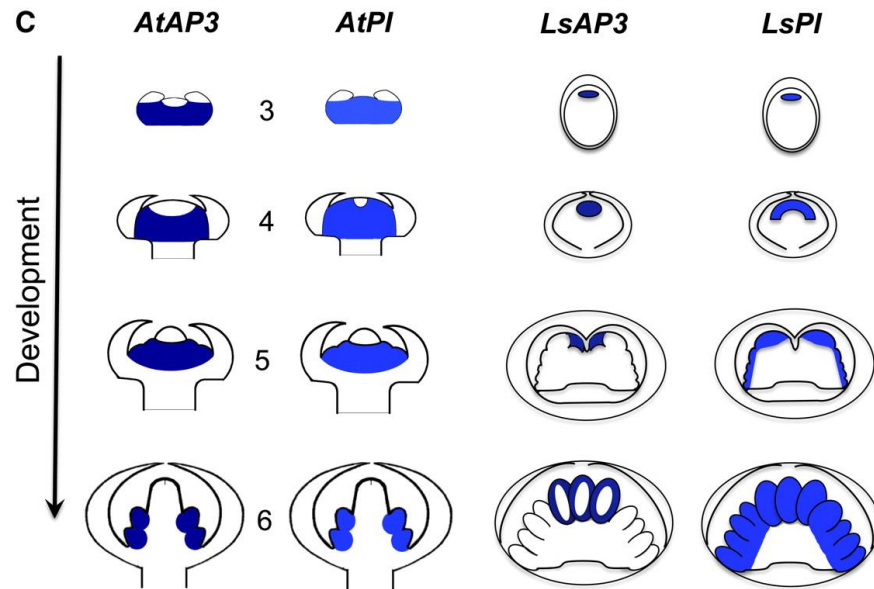
A *Arabidopsis thaliana*



B *Lacandonia schismatica*



C



Transcriptional signatures of ancient floral developmental genetics in avocado (*Persea americana*; Lauraceae)

André S. Chanderbali^{a,b,1}, Victor A. Albert^c, Jim Leebens-Mack^d, Naomi S. Altman^e, Douglas E. Soltis^a, and Pamela S. Soltis^b

^aDepartment of Biology and ^bFlorida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, FL 32611; ^cDepartment of Biology at Buffalo, State University of New York, Buffalo, NY 14260; ^dDepartment of Plant Biology, University of Georgia, Athens, GA 30602, Statistics, Pennsylvania State University, University Park, PA 16802

Edited by M. T. Clegg, University of California, Irvine, CA, and approved February 25, 2009 (received for review November 12, 2008)

parisons with the basal angiosperm *Persea americana* (avocado), to elucidate commonalities and features of the ancestral floral developmental program. *Persea* is a member of the magnoliid clade of basal angiosperms that, together with Chloranthales, lies sister to the eudicot + monocot clade in recent phylogenetic reconstructions (16, 17). *Persea* flowers are bisexual, with both stamens and carpels, and bear an undifferentiated perianth of petaloid organs, termed *tepals* (Fig. 1). An undifferentiated perianth is characteristic of basal angiosperms (18) and represents an intermediate stage in the evolutionary scenario for flowers, before the differentiation of sepals and petals (2).

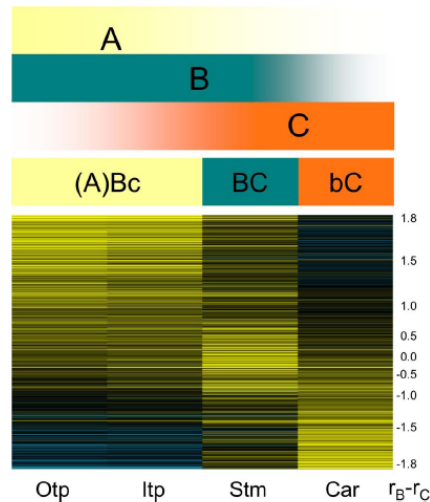
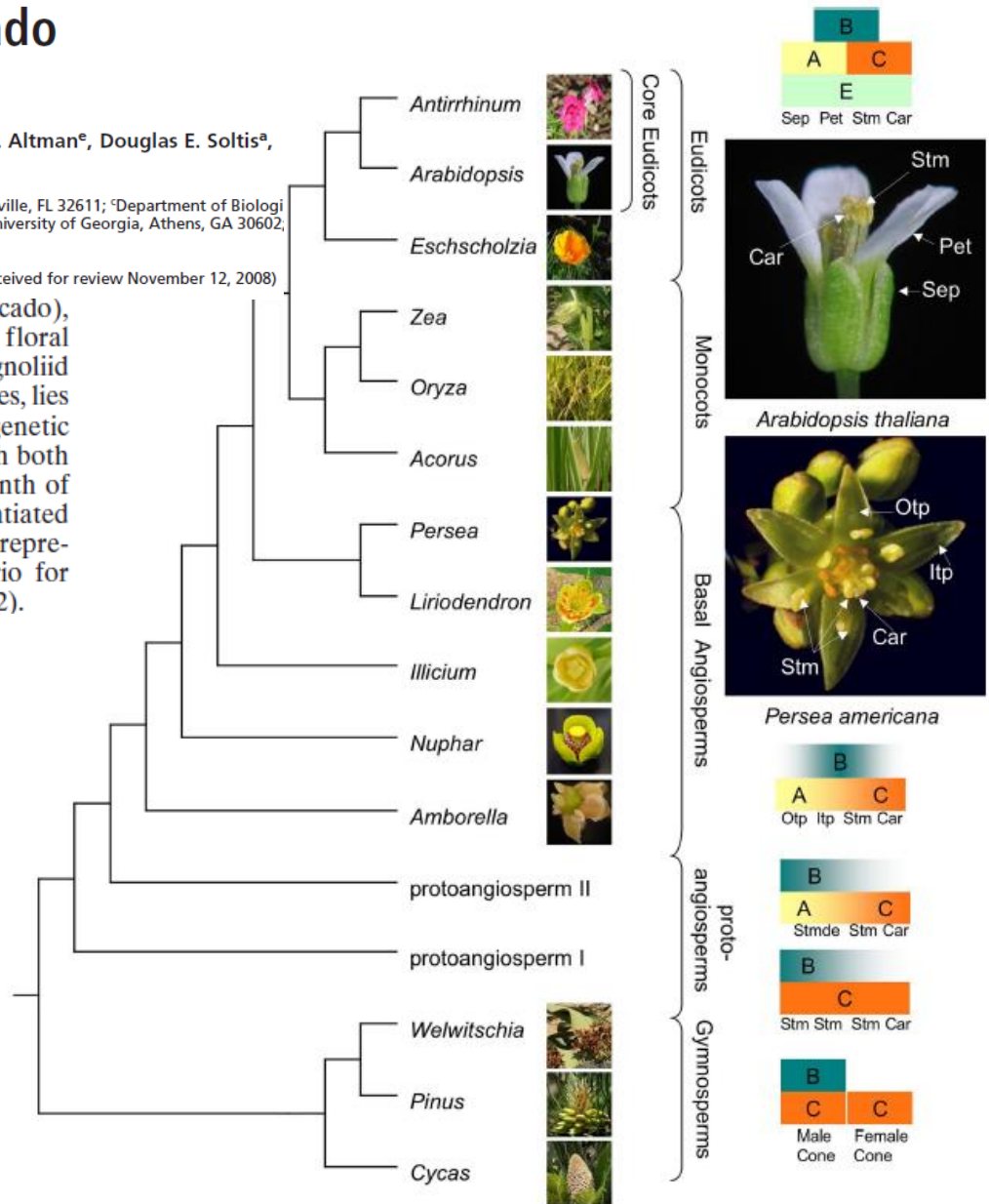
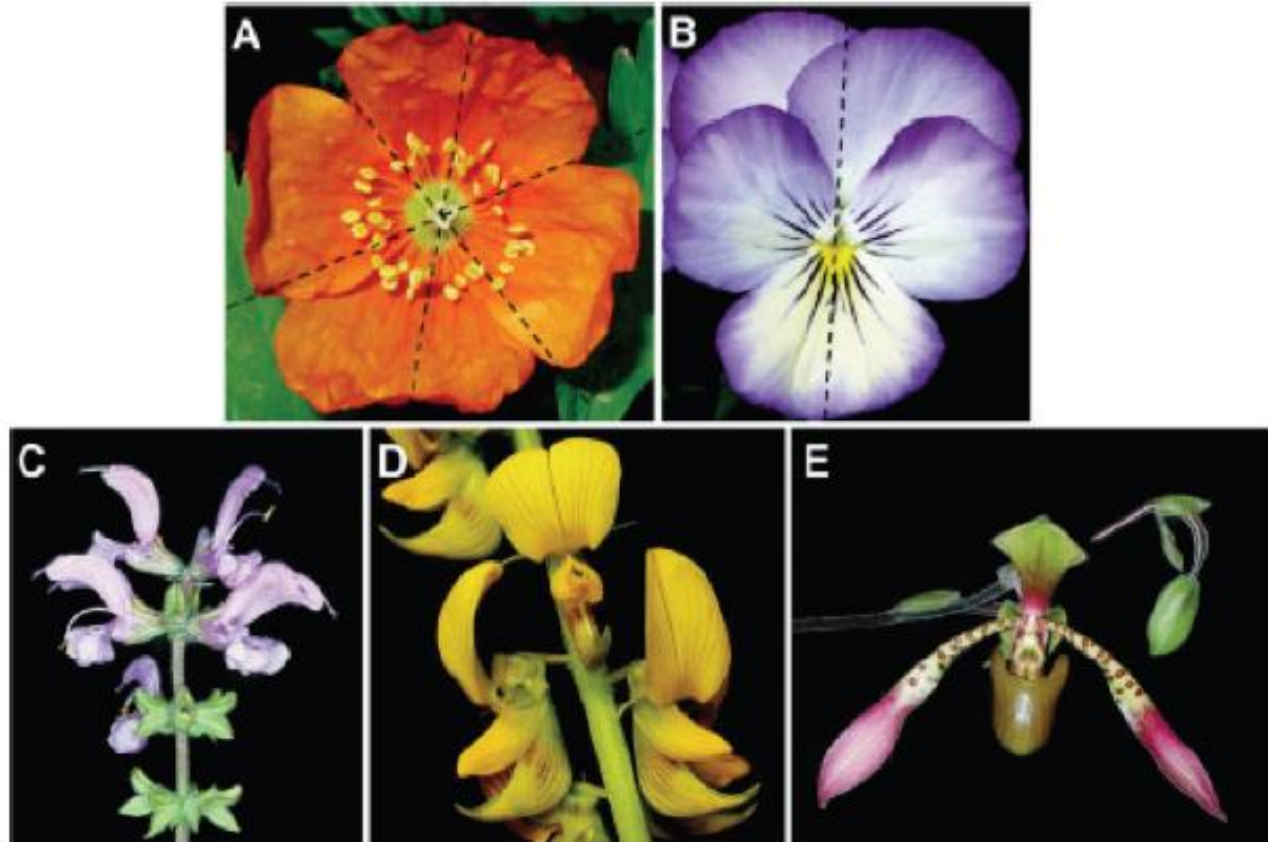


Fig. 5. A “fading borders” model for *Persea* floral organ identity. While it remains to be shown whether A function exists, the present data indicate that floral organs are all influenced by B and C functions, but in varying proportions. Accordingly, transcriptional cascades regulated by “Bc,” “BC,” and “bC” activities, where lowercase font indicates lower functional influence, promote the development of tepals, stamens, and carpels, respectively. These shifting

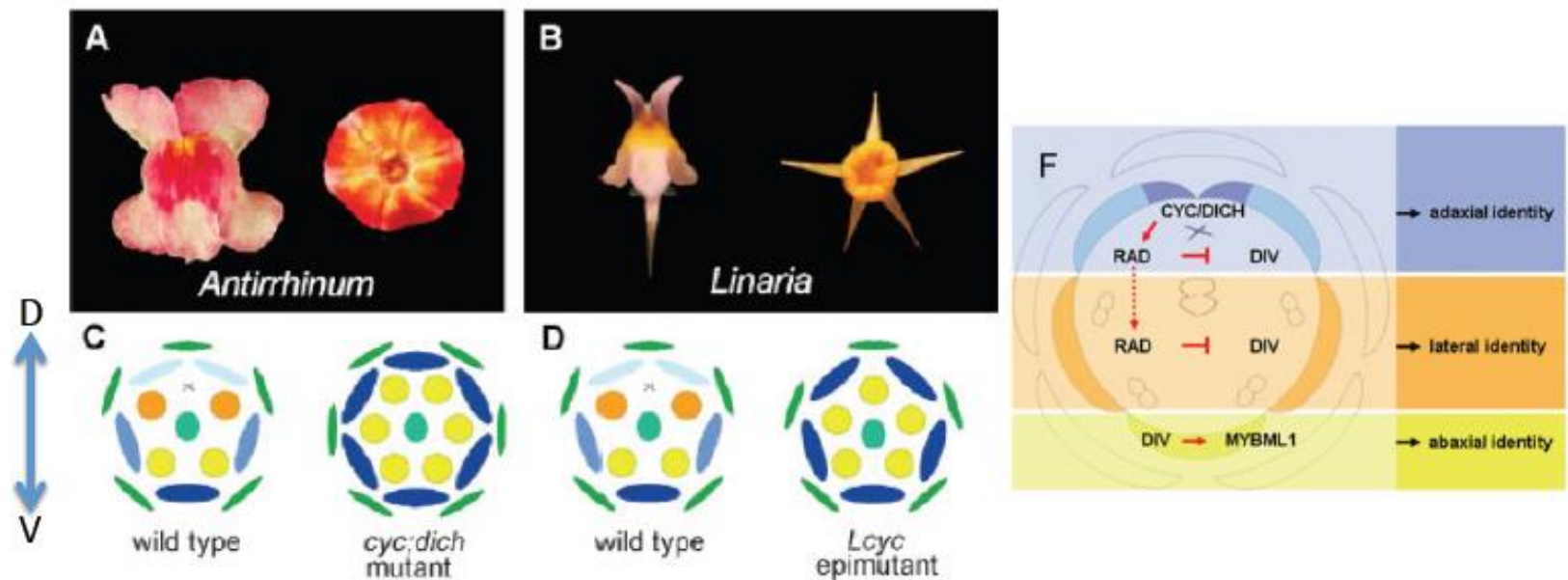


Zygomorphy = bilateral symmetry
= monosymmetry



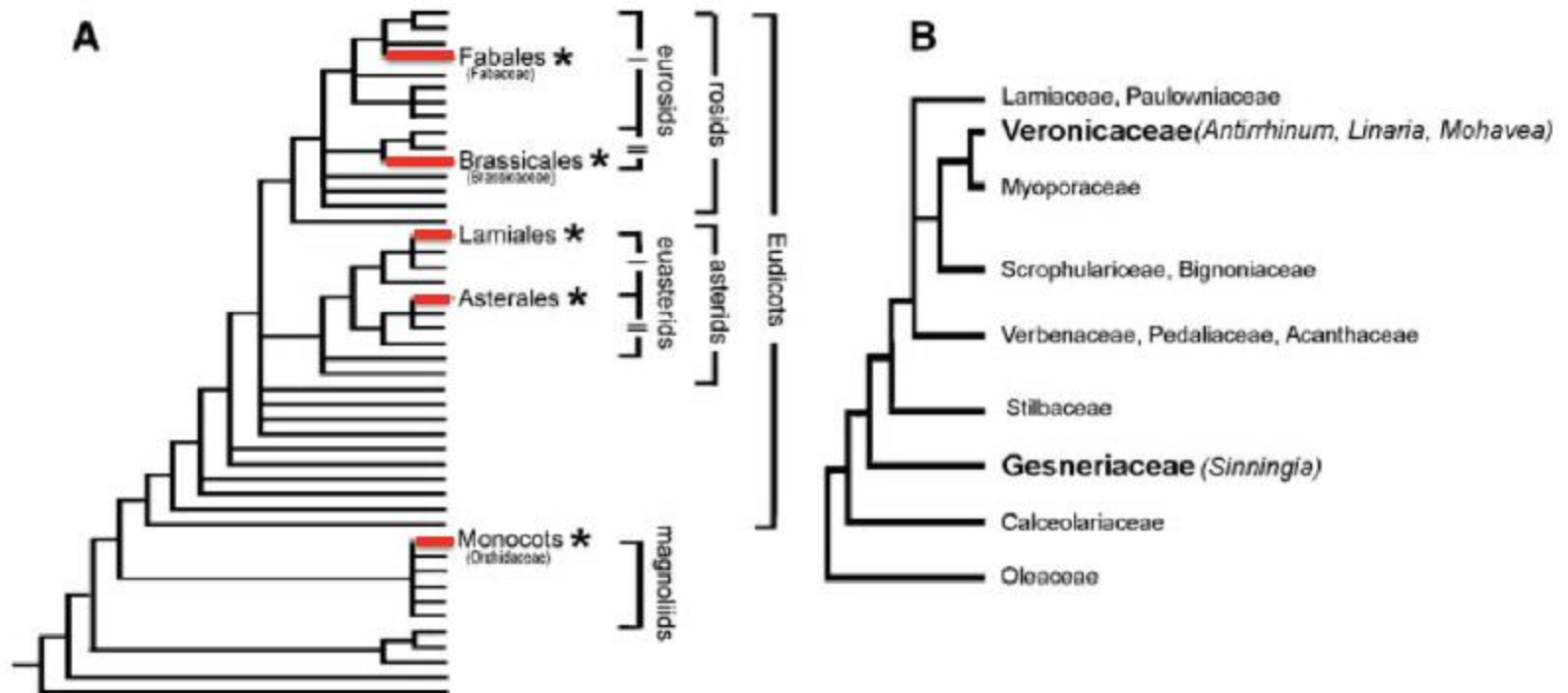
Cubas. 2004. Floral zygomorphy, the recurring evolution of a successful trait.
BioEssays 26:1175–1184.

polysymmetry = radial symmetry restored in cycloidea/dichotoma mutants



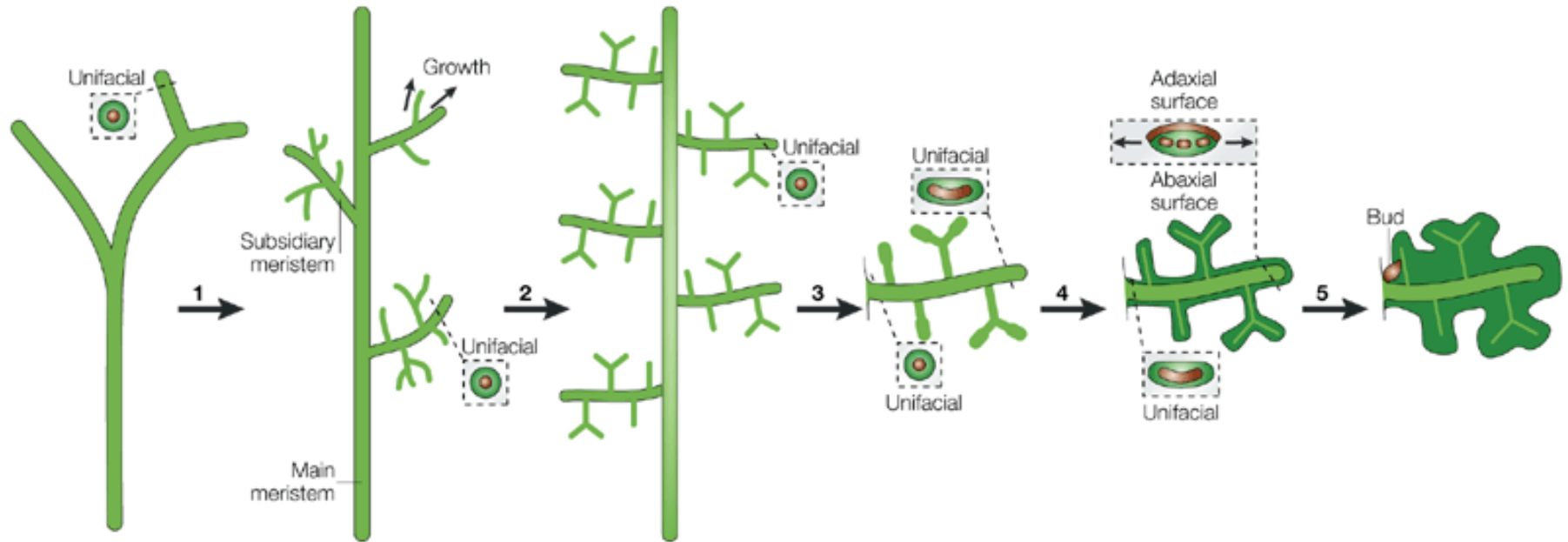
Cubas. 2004. Floral zygomorphy, the recurring evolution of a successful trait.
BioEssays 26:1175–1184. also see Busch and Zachgo

Independent evolution of zygomorphy

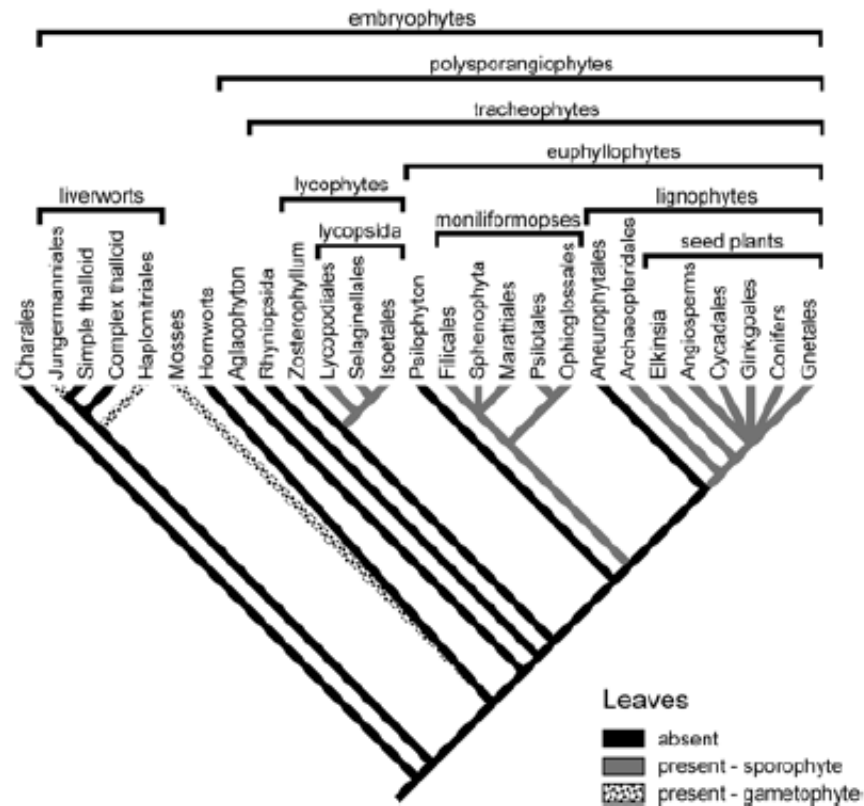


Cubas (2004) BioEssays 26:1175–1184.

Evolve listu



Leaves



3 gametophytic, 3 sporophytic origins?

Evolve listu

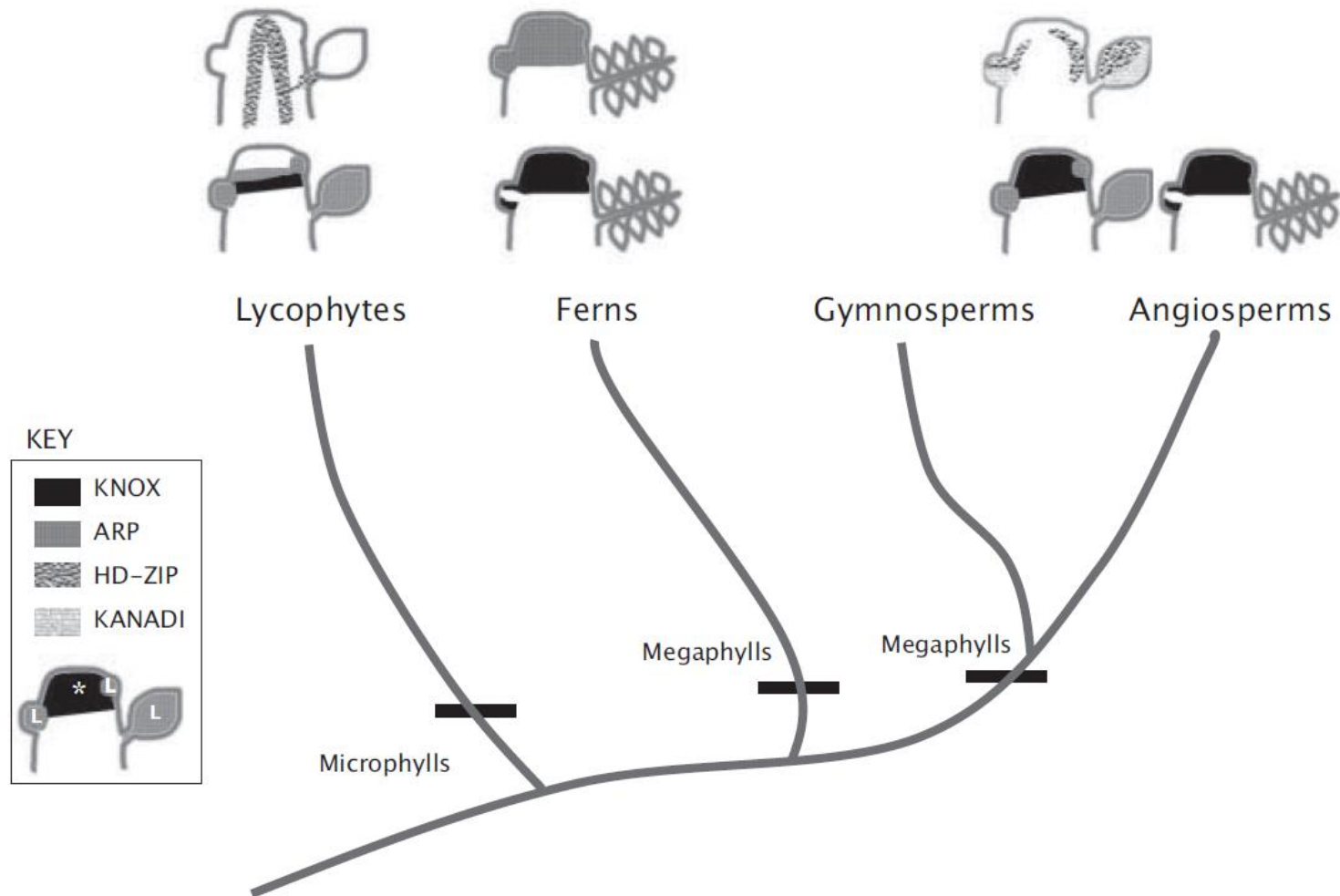
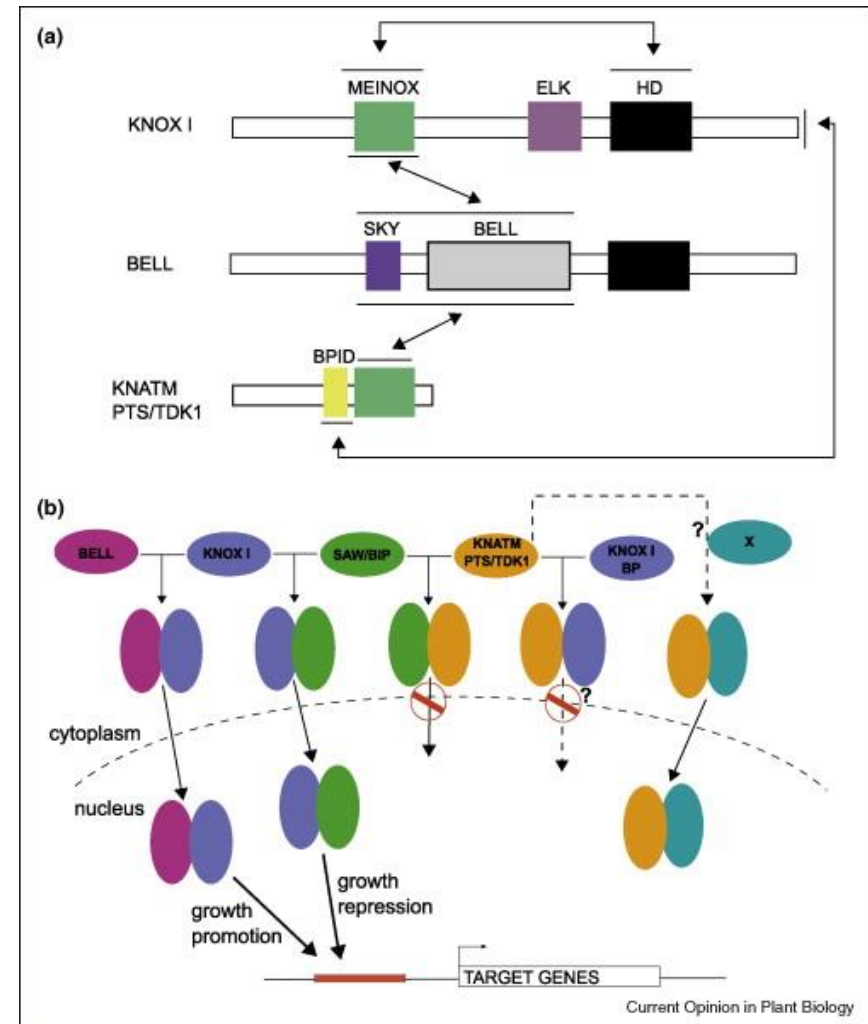
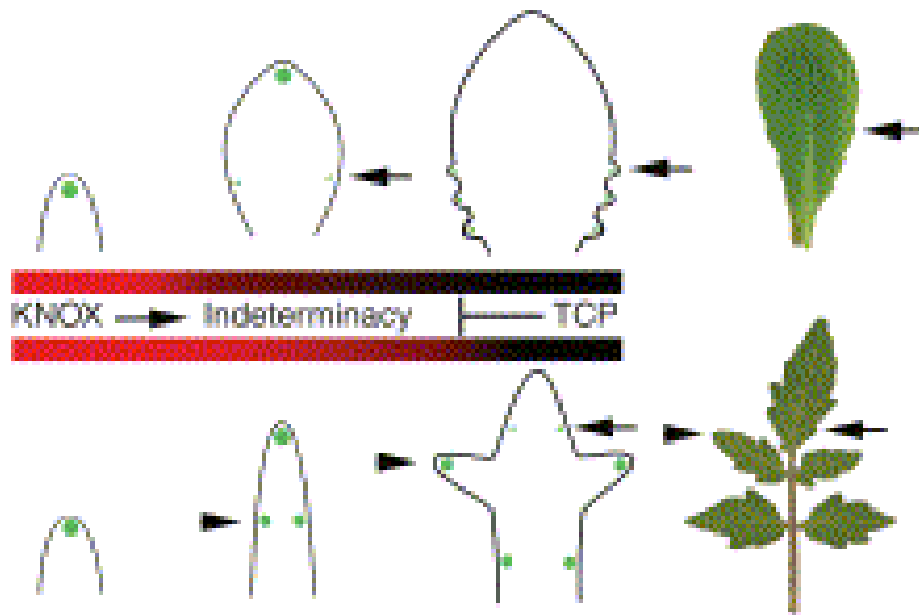
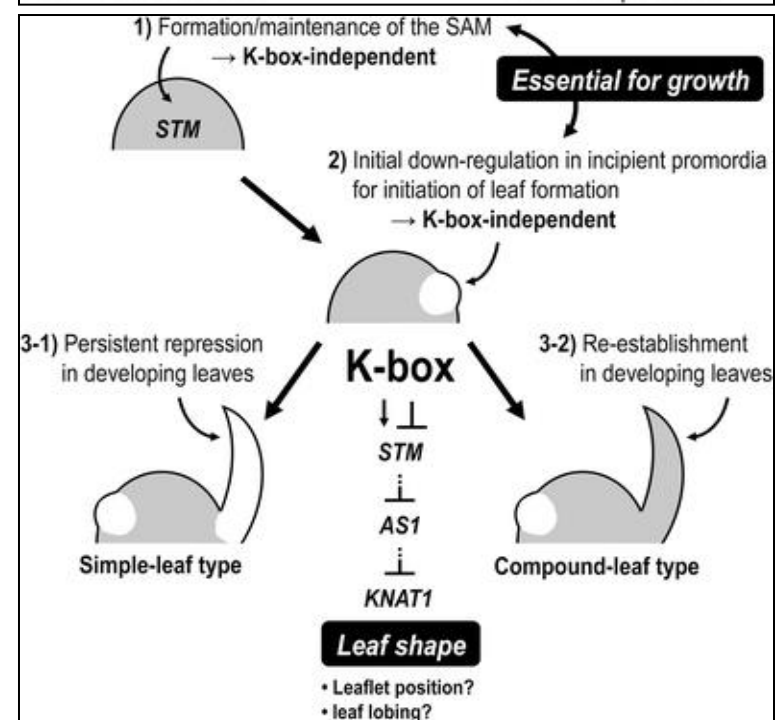
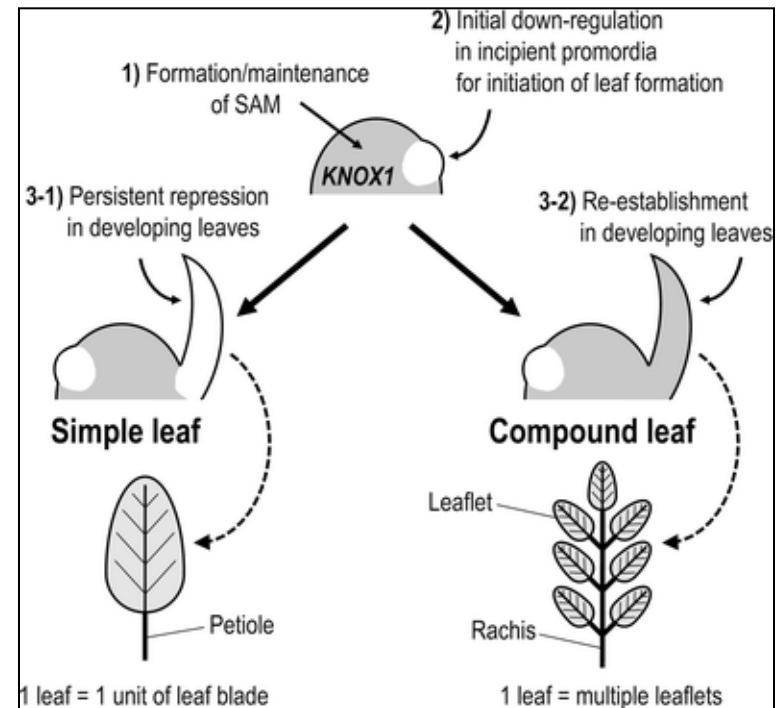
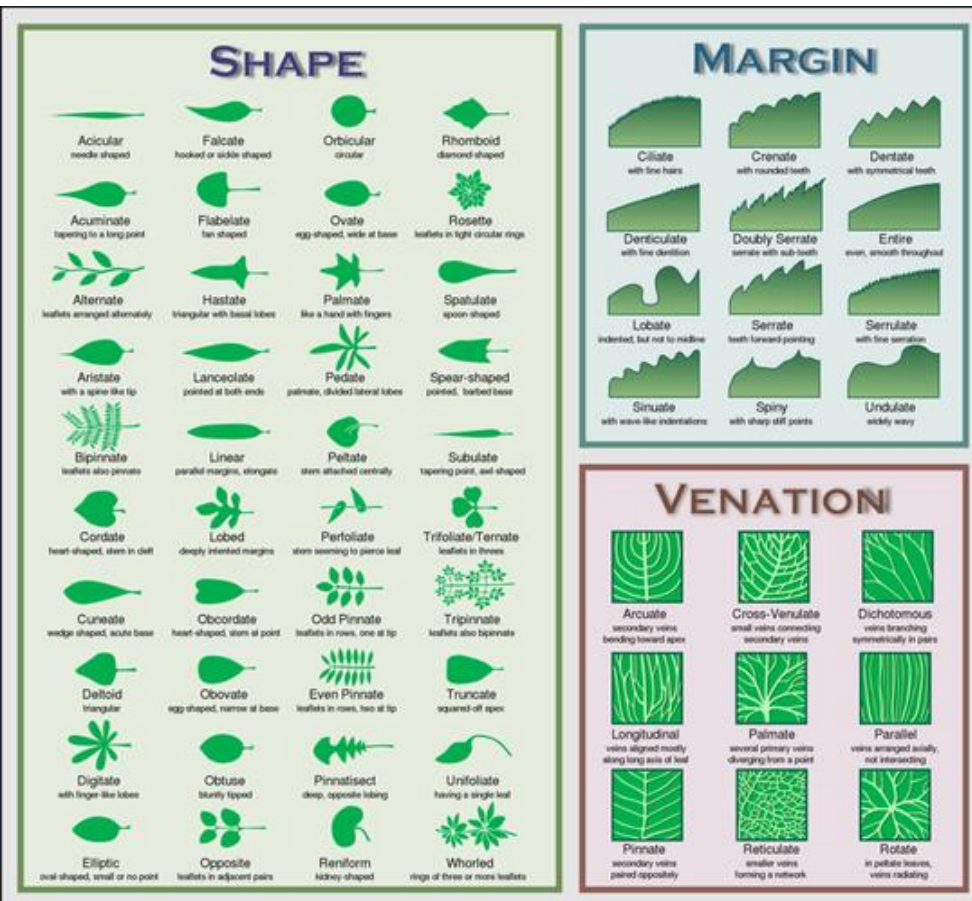
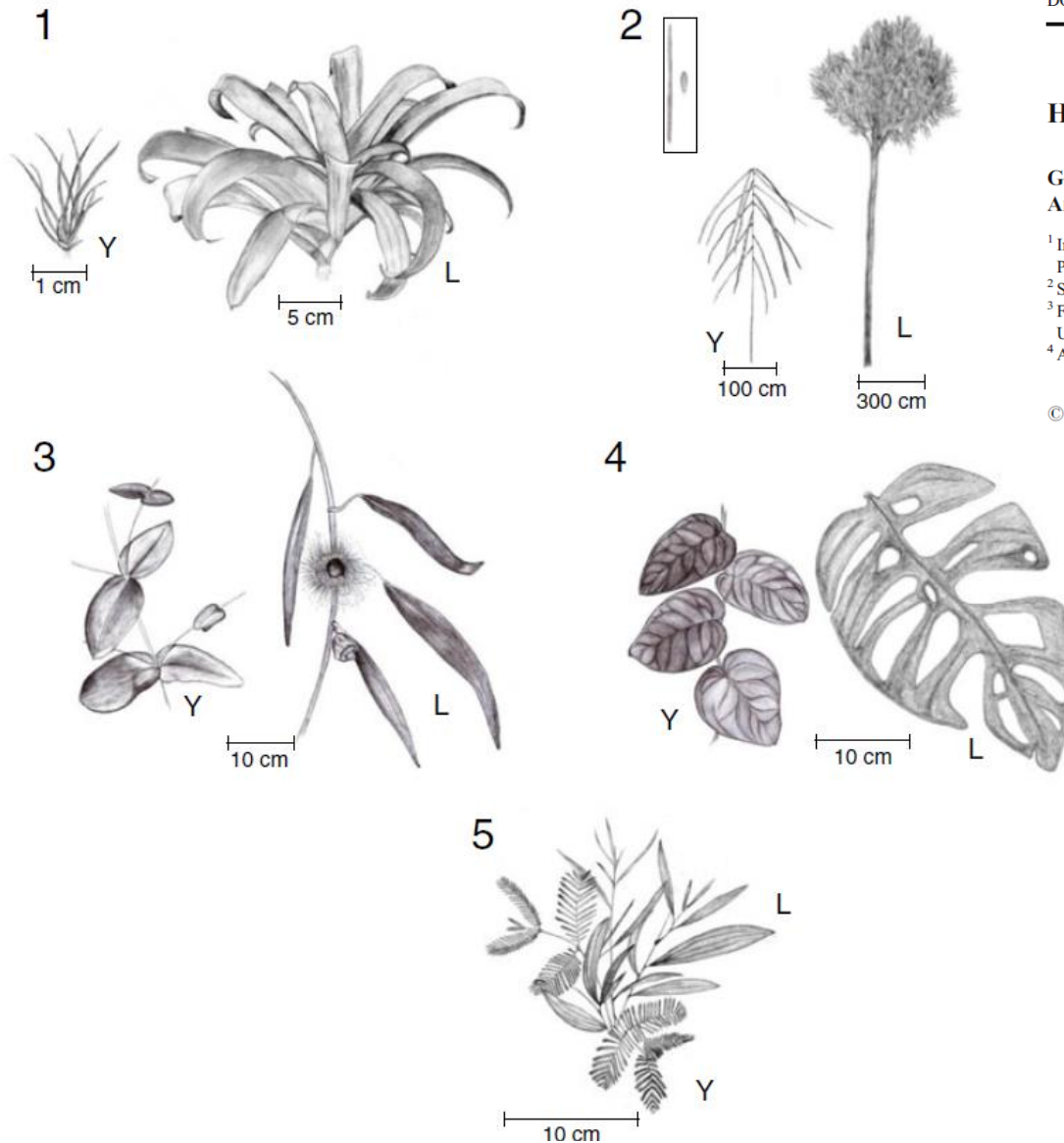


Figure 9.3 Leaf evolution and expression of leaf development genes. Illustration

Evolve listu







Heteroblasty—A Review

Gerhard Zotz^{1,2,4} • Kerstin Wilhelm¹ •
Annette Becker³

¹ Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, AG Funktionelle Ökologie, Universität Oldenburg, Postfach 2503, 26111 Oldenburg, Germany

² Smithsonian Tropical Research Institute, Apdo 08343-03092, Panama, Republic of Panama

³ Fachbereich 02, AG Evolutionäre Entwicklungsgenetik der Pflanzen, Universität Bremen, Leobener Str., UFT, 28359 Bremen, Germany

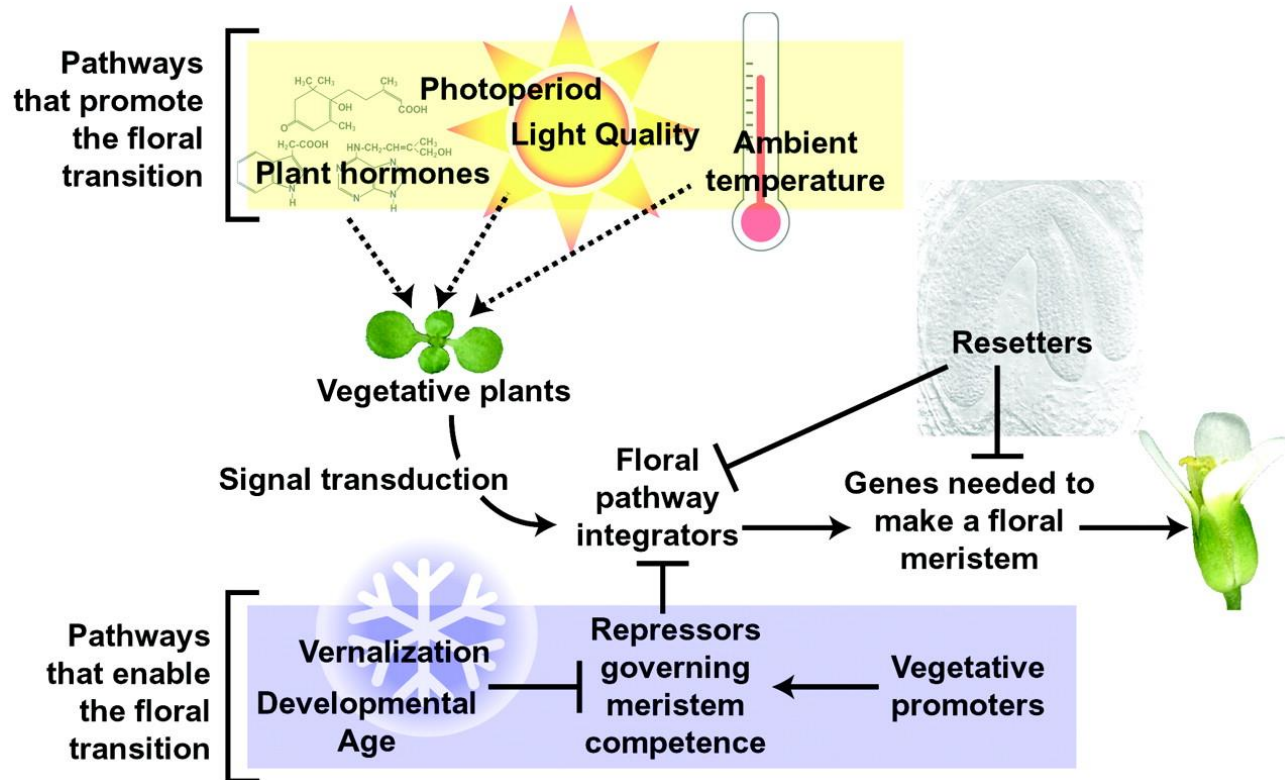
⁴ Author for Correspondence; e-mail: gerhard.zotz@uni-oldenburg.de

© The New York Botanical Garden 2011

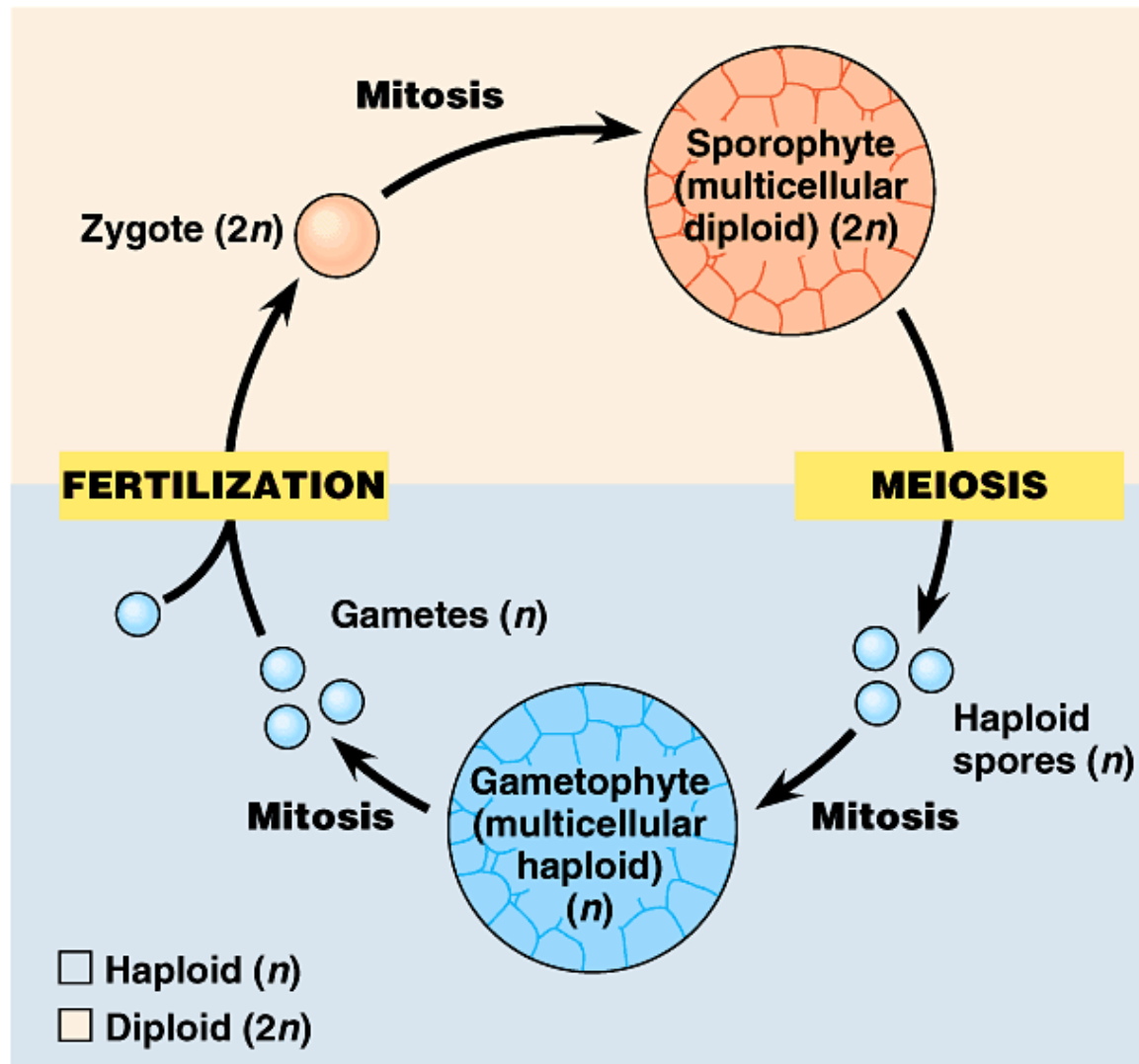
Heteroblastie - heterofylie Goebel, 1897



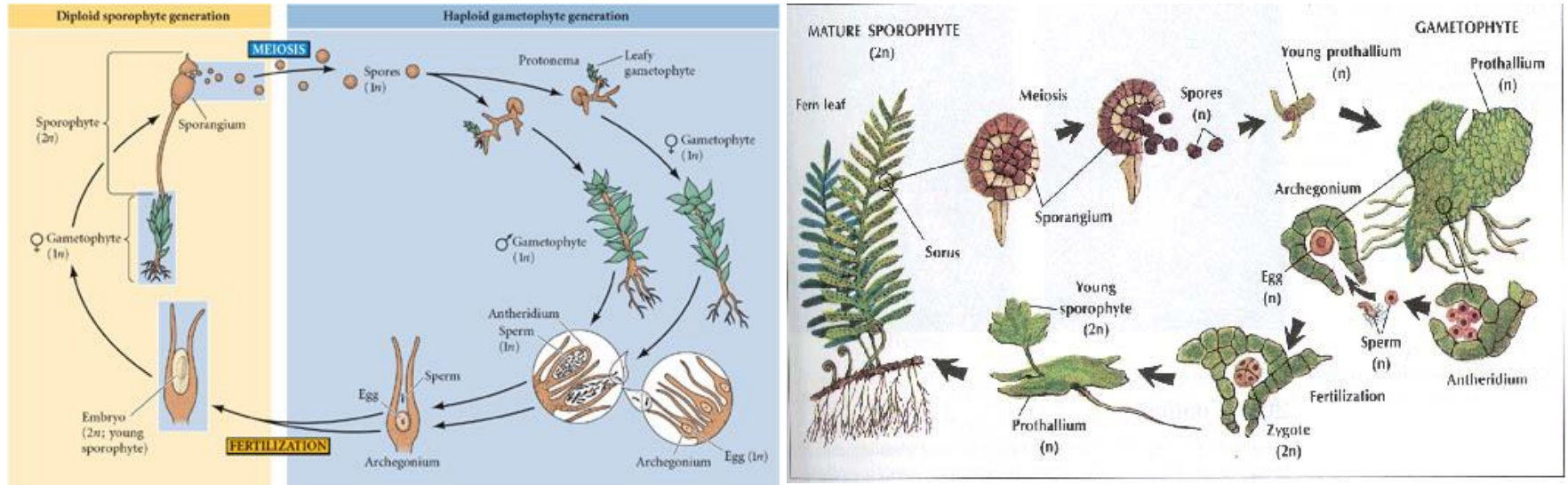
Fig. 1 Habit sketches of heteroblastic species. 1) *Vriesea heliconioides* (Bromeliaceae); 2) *Pseudopanax crassifolius* (Araliaceae), inset shows single leaves to illustrate changes in shape; 3) *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae); 4) *Monstera dubia* (Araceae); 5) *Acacia melanoxylon* (Mimosaceae). Y = young form; L = later form. Note the different scales



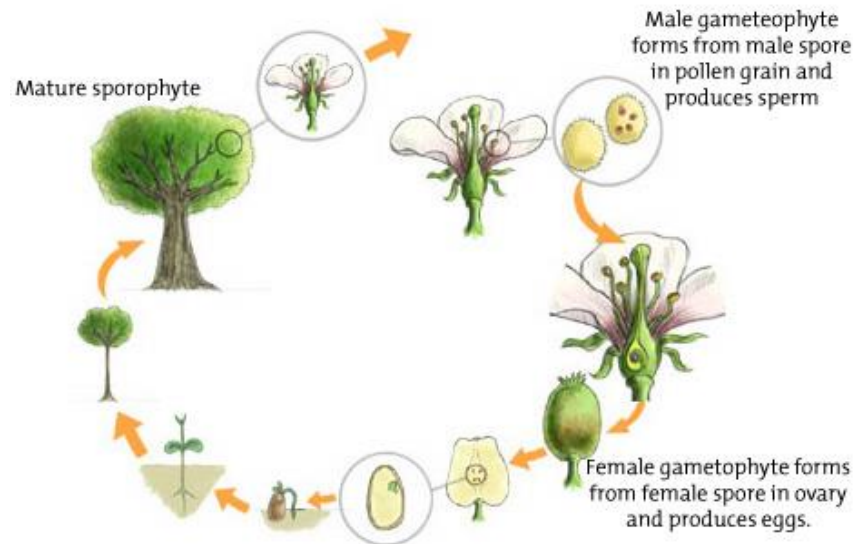
Rodozměna



Gametofyt x sporofyt



mechy



kapradiny

Biodiverzita na Zemi

Dnešní biosféra je ve zjednodušené podobě chápána jako soubor všech druhů organismů, které na naší planetě žijí.

Systematičtí biologové předpokládají, že se na Zemi vyskytuje něco mezi 10 až 100 milióny druhů nejrozmanitějších organismů.

Počty organismů jsou tak nepřesné zejména proto, že doposud bylo vědci popsáno asi 8,7 mil. druhů. Biologové ale dosud popsali především druhy nápadné, nebo pro člověka významné.

Termín biologická diverzita nebo také biodiverzita nepokrývá pouze rozmanitost jednotlivých druhů, tedy mezidruhovou variabilitu. Biologická diverzita je chápána i jako různorodost na úrovni jednotlivých členů určité populace (tzv. vnitrodruhová variabilita) i odlišnosti na úrovni vyšší než druhové – mezi jednotlivými typy společenstev, ekosystémů, různých ekologických forem apod.

V dlouhé historii vývoje planety Země se postupně vyvíjela i její biosféra. Z druhů malých a jednoduchých se vyvíjely další a významně ovlivňovaly i vývoj atmosféry či hornin. Dobrým příkladem pro to může být současná koncentrace kyslíku v atmosféře. **Bez činnosti zelených rostlin by nebylo v našem ovzduší více než jedno či dvě procenta kyslíku.**

Currently catalogued and predicted total number of species on Earth and in the ocean.

Species	Earth			Ocean		
	Catalogued	Predicted	± SE	Catalogued	Predicted	± SE
Eukaryotes						
Animalia	953,434	7,770,000	958,000	171,082	2,150,000	145,000
Chromista	13,033	27,500	30,500	4,859	7,400	9,640
Fungi	43,271	611,000	297,000	1,097	5,320	11,100
Plantae	215,644	298,000	8,200	8,600	16,600	9,130
Protozoa	8,118	36,400	6,690	8,118	36,400	6,690
Total	1,233,500	8,740,000	1,300,000	193,756	2,210,000	182,000
Prokaryotes						
Archaea	502	455	160	1	1	0
Bacteria	10,358	9,680	3,470	652	1,320	436
Total	10,860	10,100	3,630	653	1,320	436
Grand Total	1,244,360	8,750,000	1,300,000	194,409	2,210,000	182,000

Predictions for prokaryotes represent a lower bound because they do not consider undescribed higher taxa. For protozoa, the ocean database was substantially more complete than the database for the entire Earth so we only used the former to estimate the total number of species in this taxon. All predictions were rounded to three significant digits.

doi:10.1371/journal.pbio.1001127.t002

Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, et al. (2011) How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?. PLoS Biol 9(8): e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127

<http://www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.1001127>

Speciace a extinkce

Vývoj druhů byl vždy řízen dvěma základními protikladnými nástroji evoluce.

speciace – vývoj nových druhů a extinkce – jejich vymírání

Nové druhy se vyvíjely nebo odštěpovaly z druhů mateřských na základě změny genetické informace. Druhy, které nebyly schopné přizpůsobit se měnícím se podmínkám, vymíraly. Dočasnost existence druhu – 99,9% druhů vymřelo

Zatímco v minulosti byly hlavním nepřítelem pro žijící skupiny organismů nejrůznější **změny v jejich přirozeném prostředí způsobené klimatickými, geologickými i vesmírnými vlivy** (změny teploty, pohyb pevnin, zemětřesení, dopady meteoritů a asteroidů), **v posledních několika tisících let je hlavním činitelem, který způsobuje vymírání organismů, člověk**. I když vezmeme v úvahu velká vymírání v geologické minulosti, jejichž příkladem může být i vymření dinosaurů před 65 milióny lety, odhaduje se, že přirozená rychlost vymírání je asi 1–3 druhy za rok. Dnešní rychlost mizení druhů je však stokrát až desettisíckrát rychlejší. Například jen pro savce je vypočteno, že vymření jednoho druhu lze předpokládat jednou za dvě stě let. Od roku 1600 bylo však zaznamenáno vymizení 58 savčích druhů, což je více než 25krát více, než by bylo vymírání přirozené.

Extince a pseudoextince

Pseudoextince = vymizení určitého druhu z paleontologického záznamu v důsledku jeho postupné transformace v druh jiný.

Průměrný fenotyp příslušníků určitého druhu se v čase postupně měnil, takže se po nějaké době odlišil od fenotypu původního do té míry, že jej paleontaxonomové začnou považovat za samostatný nový druh.

Tímto způsobem vymezené druhy se někdy označují jako **chronospecies**.

Fosilie a „fylogenetický relikť = živé fosilie“



McAbee Flora of the Eocene of British Columbia, *Ginkgo*



Ginkgo biloba (po 200 miliónoch letech)



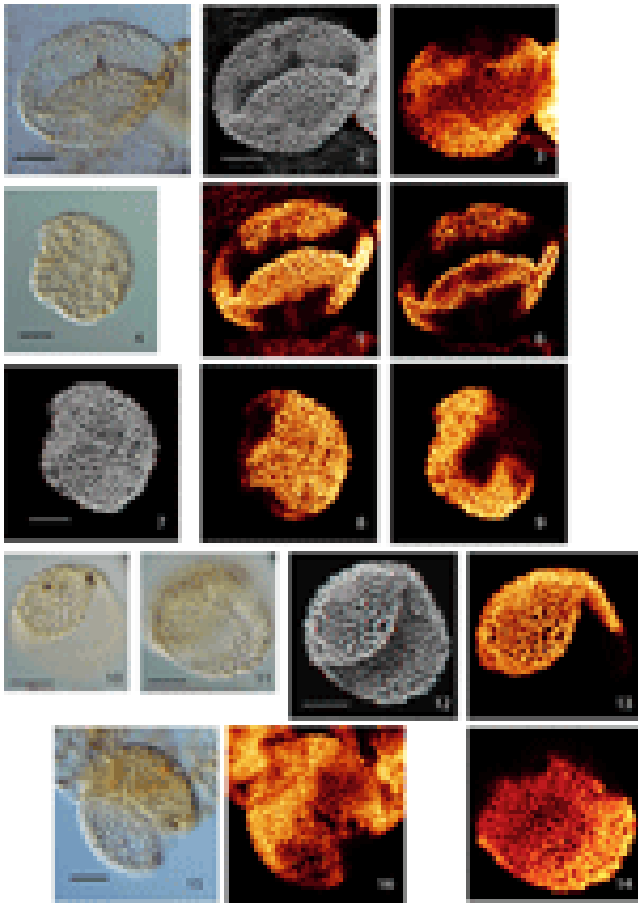
Agathis Jurassica fossil (Wollemi Pine relative)



Wollemia nobilis

Studium vymřelých druhů

- Fosilie (zkameněliny)
- Datování stáří fosilie
 - Fyzikální metody
 - Metody stratigrafických korelací (princip superposice, princip vůdčích (indikátorových fosilií)
- Chronostratigrafické stupně

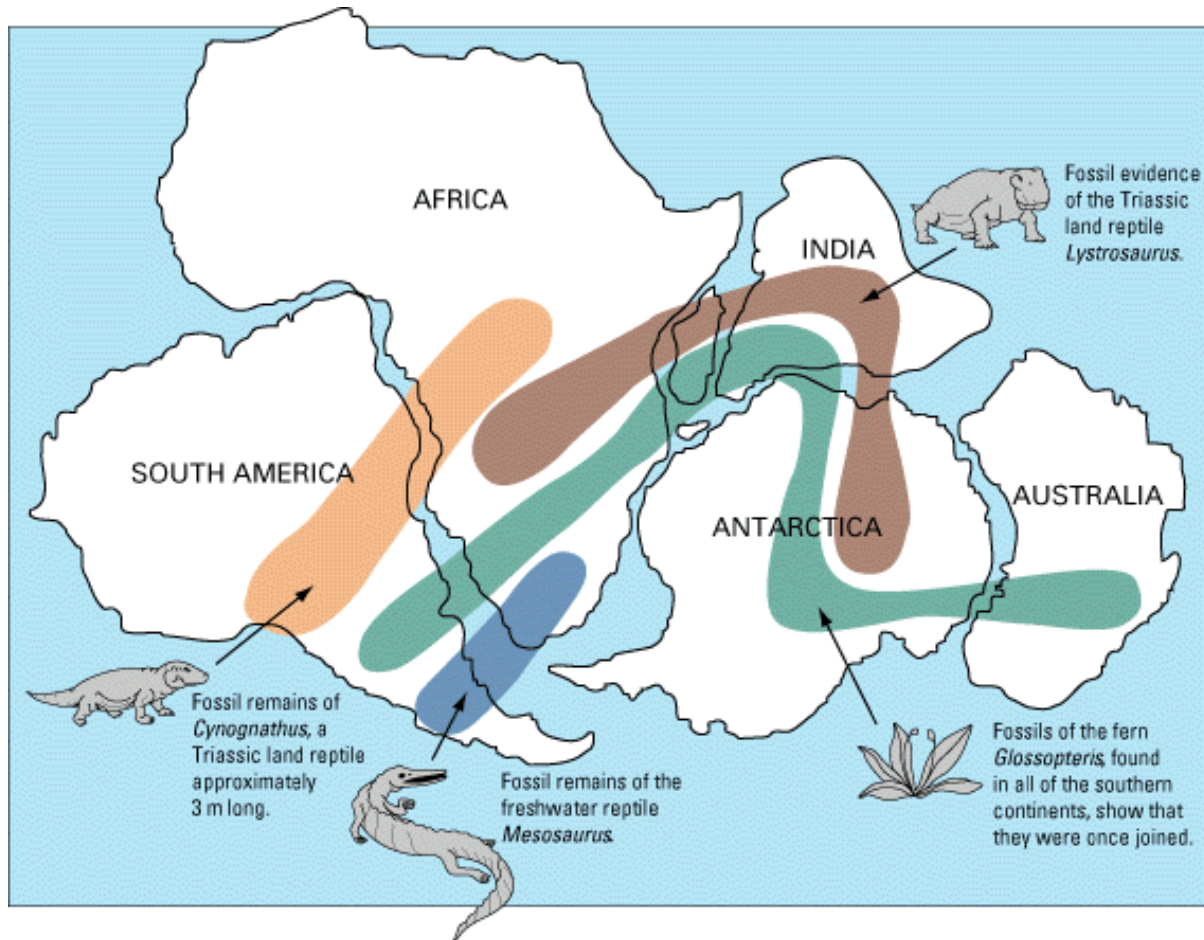


Afropolis,
Middle Triassic, 247.2–242.0 Mya

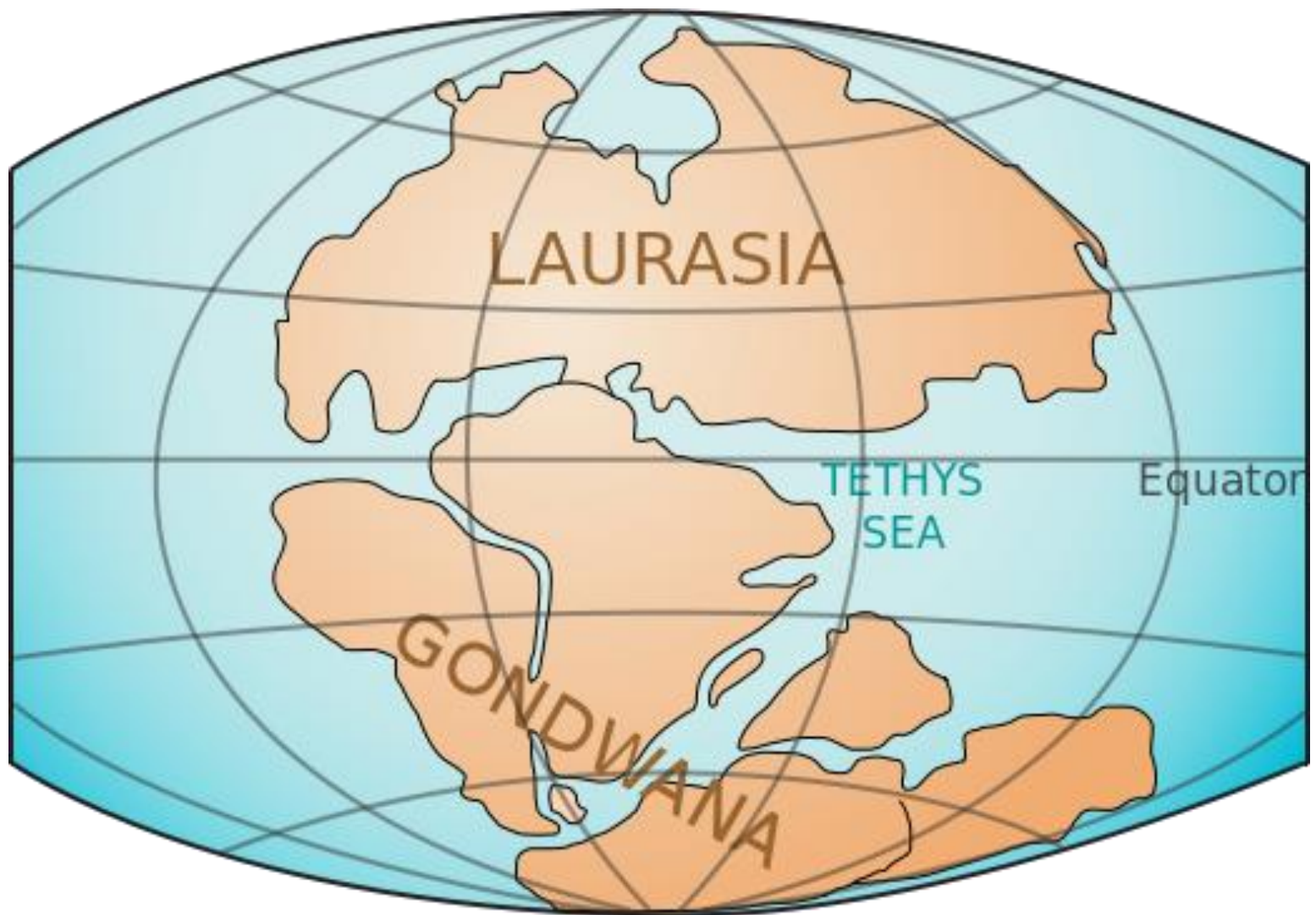
Potomacapnos apeleutheron
or “Freedman’s Poppy of the Potomac
125 Mya



Pangea



was a **supercontinent** that existed during the late Paleozoic and early Mesozoic eras, forming about 300 million years ago and beginning to rift around 200 million years ago, before the component continents were separated into their current configurations. The single global ocean which surrounded Pangaea is accordingly named Panthalassa



TRIASSIC
200 million years ago

Gondwana

originally Gondwanaland, was the southernmost of two supercontinents (the other being Laurasia) that were part of the **Pangaea** supercontinent.

It existed from approximately 510 to 180 million years ago (Mya).

It separated from Laurasia 200-180 Mya (the mid Mesozoic era) during the breakup of Pangaea, drifting further south after the split.

Gondwana included most of the landmasses in today's Southern Hemisphere, including Antarctica, South America, Africa, Madagascar and the Australian continent, as well as the Arabian Peninsula and the Indian subcontinent, which have now moved entirely into the Northern Hemisphere.

The adjective Gondwanan is in common use in biogeography when referring to patterns of distribution of living organisms, typically when the organisms are restricted to two or more of the now-discontinuous regions that were once part of Gondwana, including the Antarctic flora. For example, the *Proteaceae*, a family of plants known only from southern South America, South Africa and Australia, are considered to have a "Gondwanan distribution". This pattern is often considered to indicate an archaic, or relict, lineage.

LETTERS

Phylogenetic biome conservatism on a global scale

Michael D. Crisp¹, Mary T. K. Arroyo², Lyn G. Cook³, Maria A. Gandolfo⁴, Gregory J. Jordan⁵, Matt S. McGlone⁶, Peter H. Weston⁷, Mark Westoby⁸, Peter Wilf⁹ & H. Peter Linder¹⁰

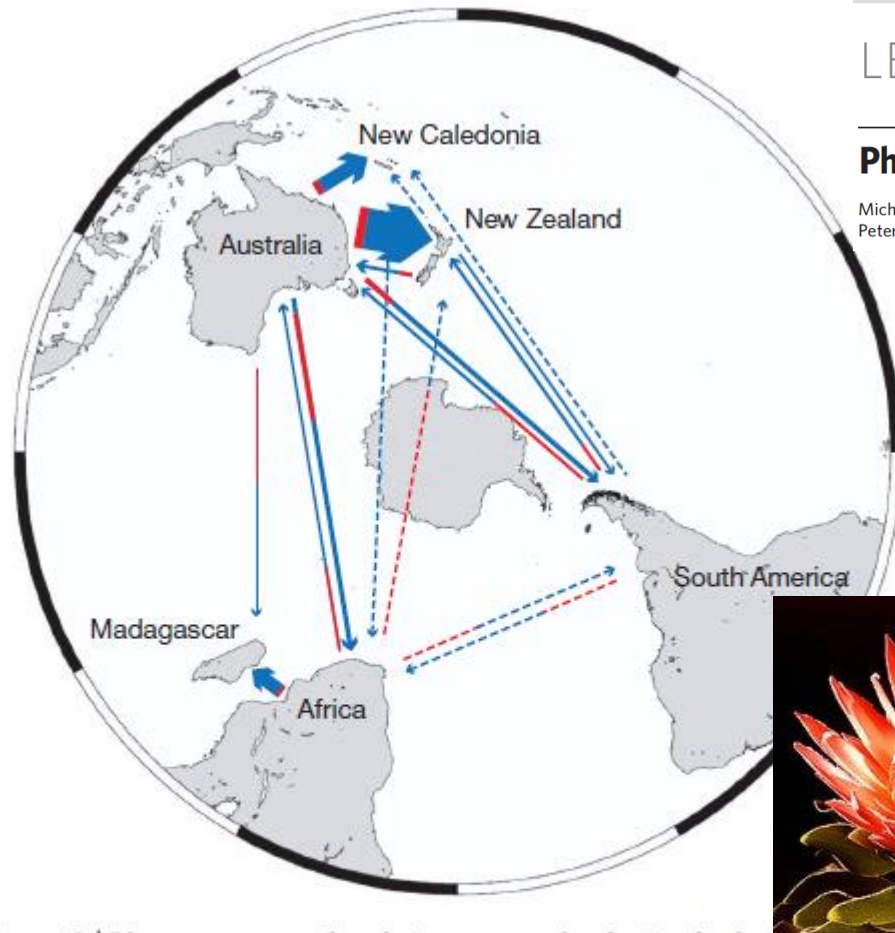


Figure 2 | Biome conservatism in transoceanic plant colonizations around the Southern Hemisphere. Proportion of colonizations into the same (blue) or a different (red) biome are shown along each arrow. Arrow thickness is proportional to the number of colonizations, ranging from 4 to 107 events; dashed lines indicate fewer than 4 events. Four ambiguous colonizations are not shown.

Biomes are broad vegetation types defined by climate, life-form and ecophysiology and, hence, are useful units for investigating the large-scale pattern of ecological conservatism

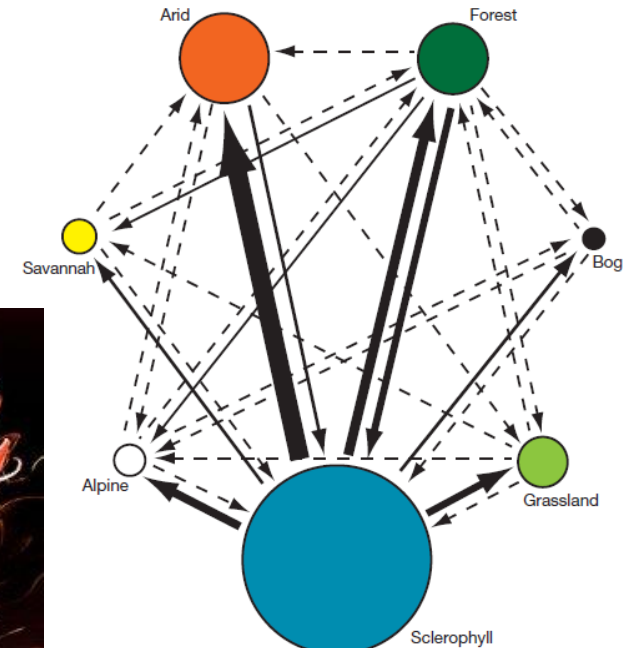


Figure 1 | Biome shifts within landmasses. Shifts occurred with only 356 of 10,800 speciation events within landmasses. Number of species sampled within each biome is proportional to the area of each circle: sclerophyll, 7,250; arid, 1,683; wet forest, 1,005; temperate grassland, 504; savannah, 242; montane, 186; bog, 84. Arrow thickness is proportional to the number of transitions in each direction, ranging from 6 to 95 events; dashed lines indicate 1–5 events and lack of an arrow indicates that there was no event.

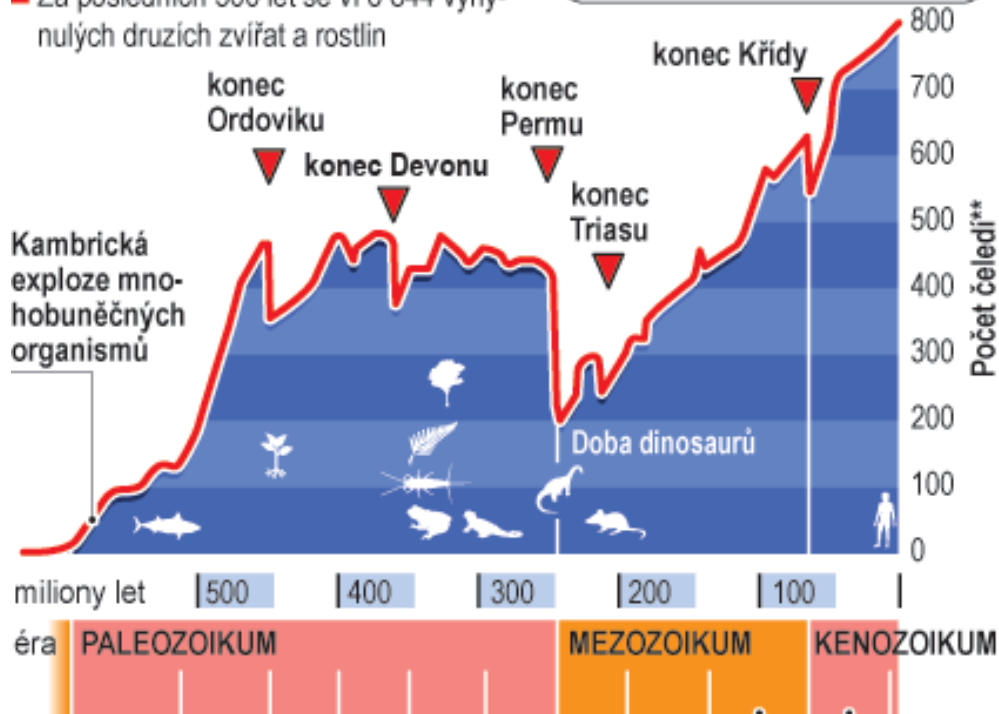
Biodiverzita

Lidé jsou odpovědní za nejrozsáhlejší vymírání druhů od vyhynutí dinosaurů, píše se ve zprávě OSN vydané pro konferenci o biodiverzitě v Brazílii (21.–30. března)

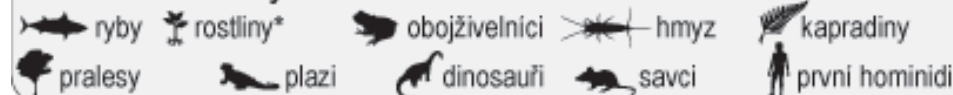
„Velká pětka“ vymírání

■ Za posledních 500 let se ví o 844 vyhynulých druzích zvířat a rostlin

▼ Pět největších období vymírání druhů podle fosilních nálezů



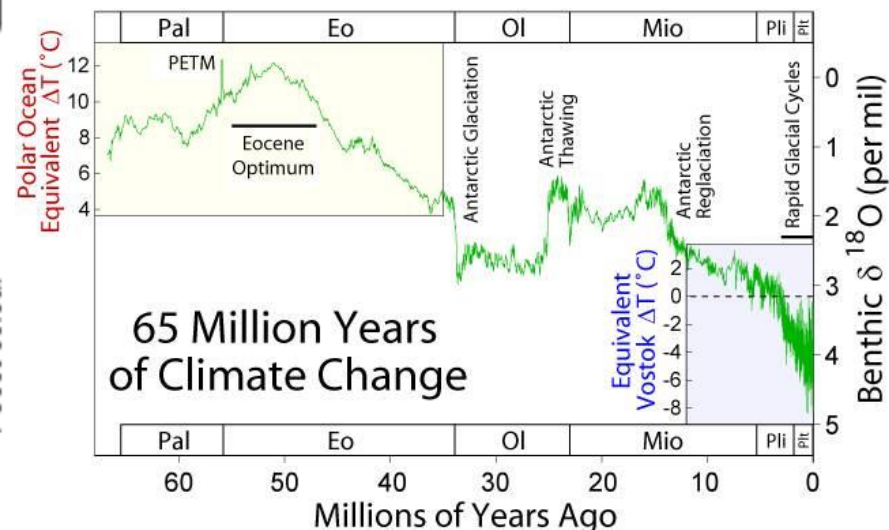
První výskyt rostlinné nebo živočišné třídy



* suchozemské

** Graf ukazuje vznik a zánik čeledí, jednotlivých druhů. Čeledi jsou daleko lépe identifikovatelné, a tím se dají i lépe spočítat

Zdroje: The Sixth Extinction (Phoenix) R.Leakey R.Lewin,
Sidwell Friends School Wash.D.C., Convention on Biological Diversity

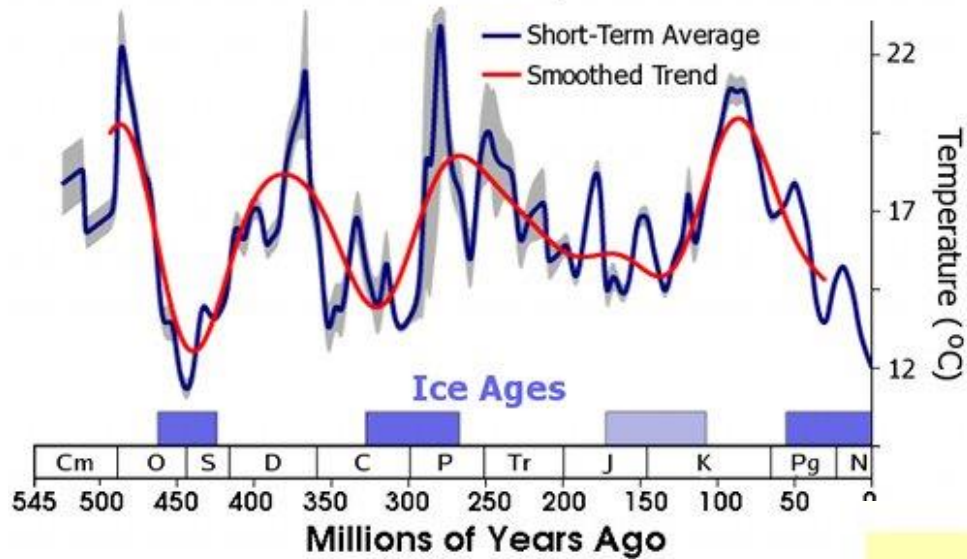


Příčiny hromadných extinkcí

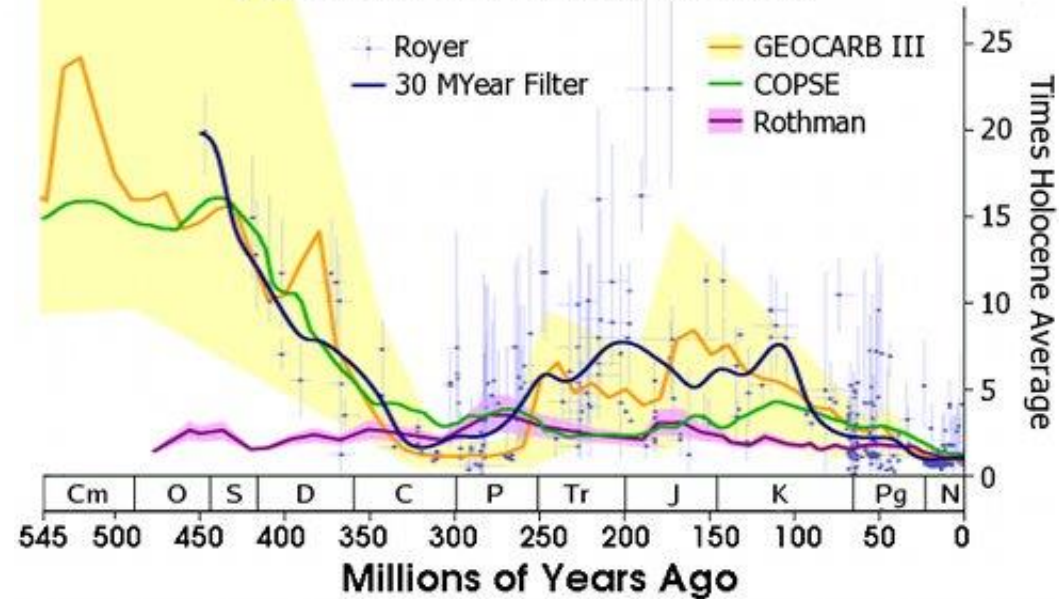
- Vnější příčiny
 - dopad kosmického tělesa
 - sopečná činnost
 - vzestup radiace (blízká supernova, přepólování magnetizmu Země)
 - změna hladiny oceánu
 - zamrznutí planety - hypotéza sněhové koule
(patrně 2x v pozdním prekambriu, tj. před 850–590 miliony let, několikrát v ranném a středním prekambriu)

Změny klimatu

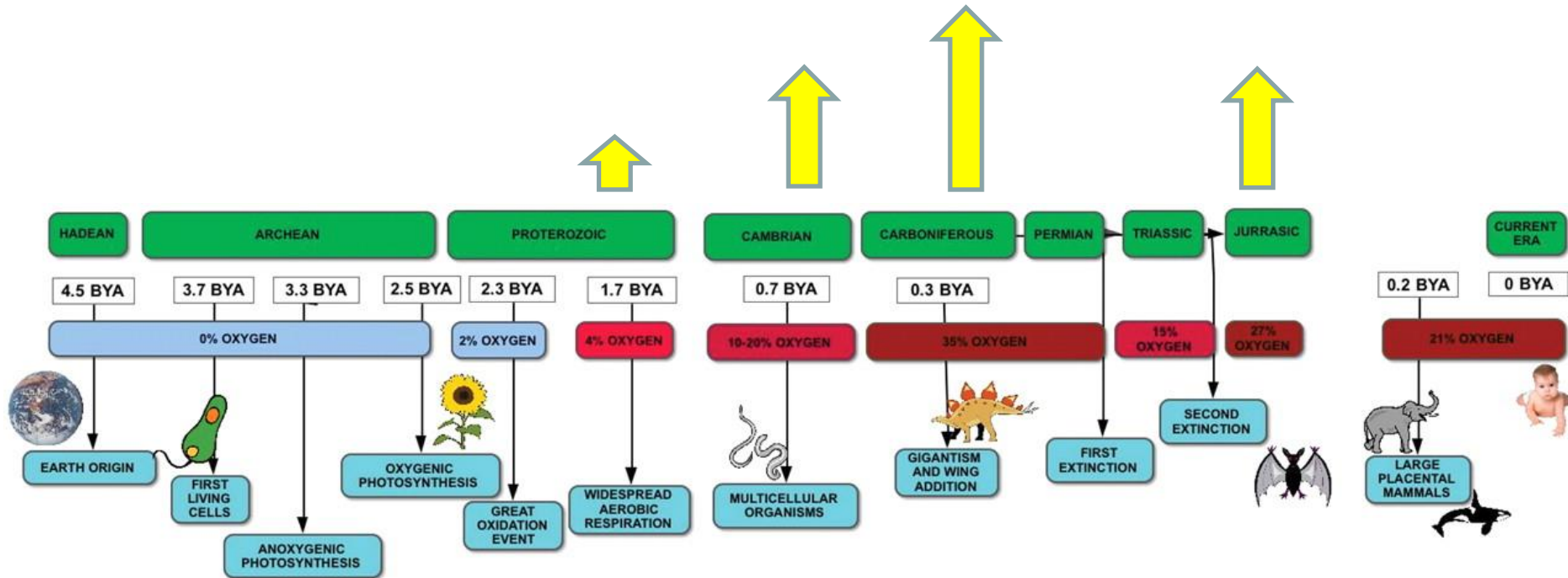
Phanerozoic Temperature



Phanerozoic Carbon Dioxide

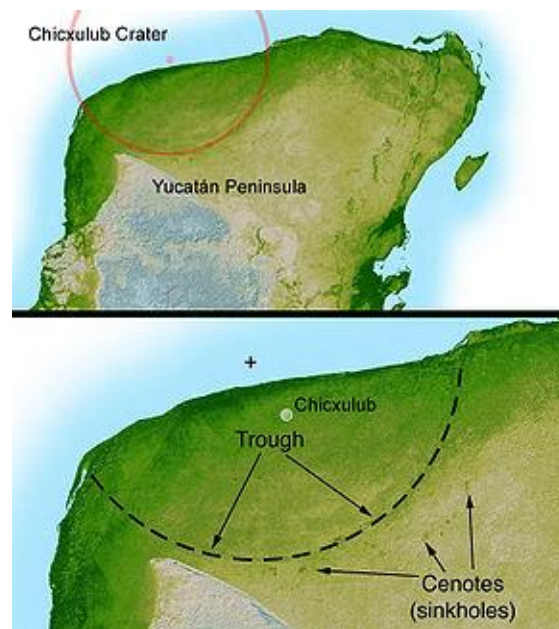


Změny koncentrace kyslíku



Dopad asteroidu

Na základě skutečnosti, že z doby, kdy se odehrálo vymírání, pochází **iridiová anomálie**, plyne obecně známá hypotéza, které vysvětluje toto hromadné vymírání právě dopadem asteroidu. Dnes se většina paleontologů shoduje, že k dopadu planetky před 65 miliony lety došlo, jen není jasné, zda tento dopad byl jedinou příčinou vymírání. Objevily se zprávy o konkrétním rozpadu planetky 298 Baptistina, který se odehrál před 160 miliony lety. Část vědců se domnívá, že fragmenty této planetky dopadly po mnoha milionech let na Zemi (kde vytvořili **kráter Chicxulub**) a na Měsíc, kde vytvořily kráter Tycho.



Sopečná činnost

- **Záplavový vulkanismus** (Sibiř 250 mil let, 2–3 milionů km³ lávy/mil let)
- **Explosivní vulkanismus** (1000 km³ lávy, 10¹⁵ tun popílků, každých 50 tis let, tj. 2 x častěji než dopad 1 km planetky)

Vymírání na konci křídy

též známé jako **vymírání K-T**, kde „K“ znamená křída a „T“ terciér neboli třetihory), je velké vymírání, které se odehrálo na přelomu druhohor (konec křídy, tedy před zhruba **65,5 miliony** lety) a kenozoika a při němž během relativně krátkého časového úseku vyhynulo mnoho rostlinných i živočišných druhů. Z této doby pochází vrstva sedimentů, nalezená na různých místech světa a známá jako rozhraní K-T.

Je známo jako vymírání, v jehož průběhu vymřeli všichni zbylí neptačí dinosauři, Mimo dinosaury však vymřeli i mosasauři, plesiosauři, ptakoještěři, mnozí bezobratlí i některé rostliny. Savci a ptáci až na pár výjimek přežili toto vymírání bez úhony a v následujícím období se tyto skupiny prudce rozrůžňovaly za vzniku zcela nových vývojových linií.

Příčiny tohoto vymírání nejsou dosud zcela objasněné.

dopad velkého mimozemského tělesa

silnou vulkanickou činností

změny ve výšce mořské hladiny

změny klimatu

Taxonomická specifita vymírání

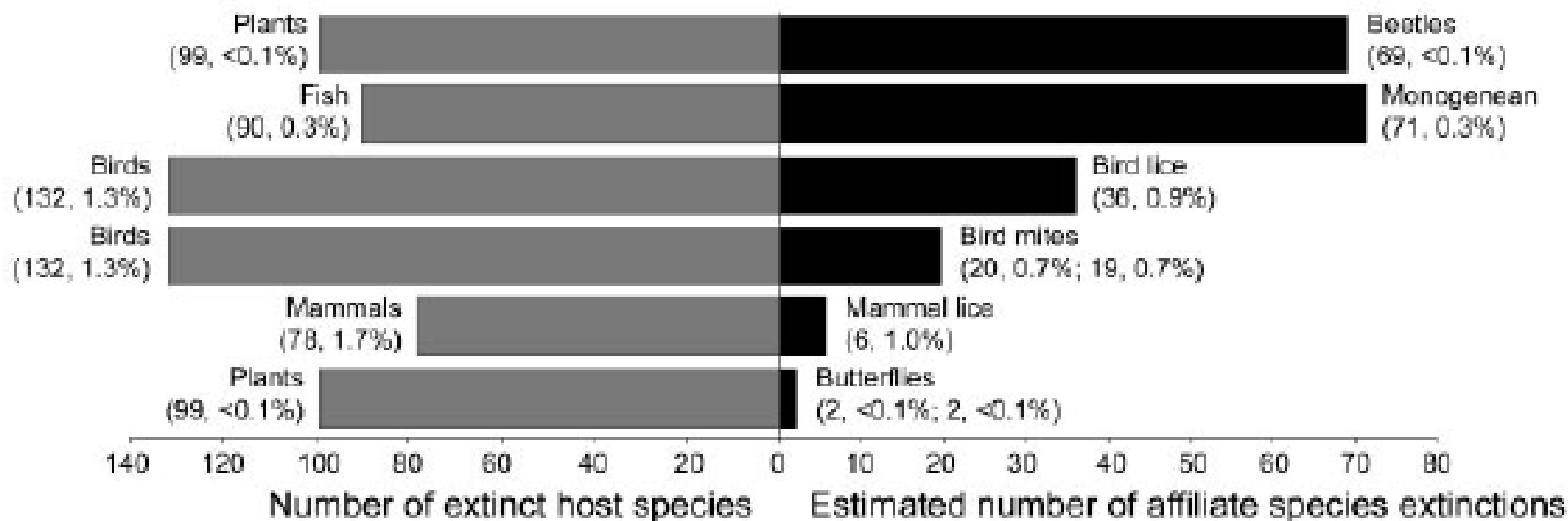
- Konec křídy ze 117 Severoamerických rodů obratlovců jich vymřelo 43 %
 - Vymřelo všech 22 rodů dinosaurů
 - Z 24 rodů savců jich vymřelo jen 8
 - Z 12 rodů obojživelníků vymřely jen 4

Ekologická specifita vymírání

- Rozhodně větší než taxonomická
- Vodní x suchozemská, šelf x volné moře
- Z ekologické specifiity lze někdy odhadnout mechanismus (příčinu) extinkce

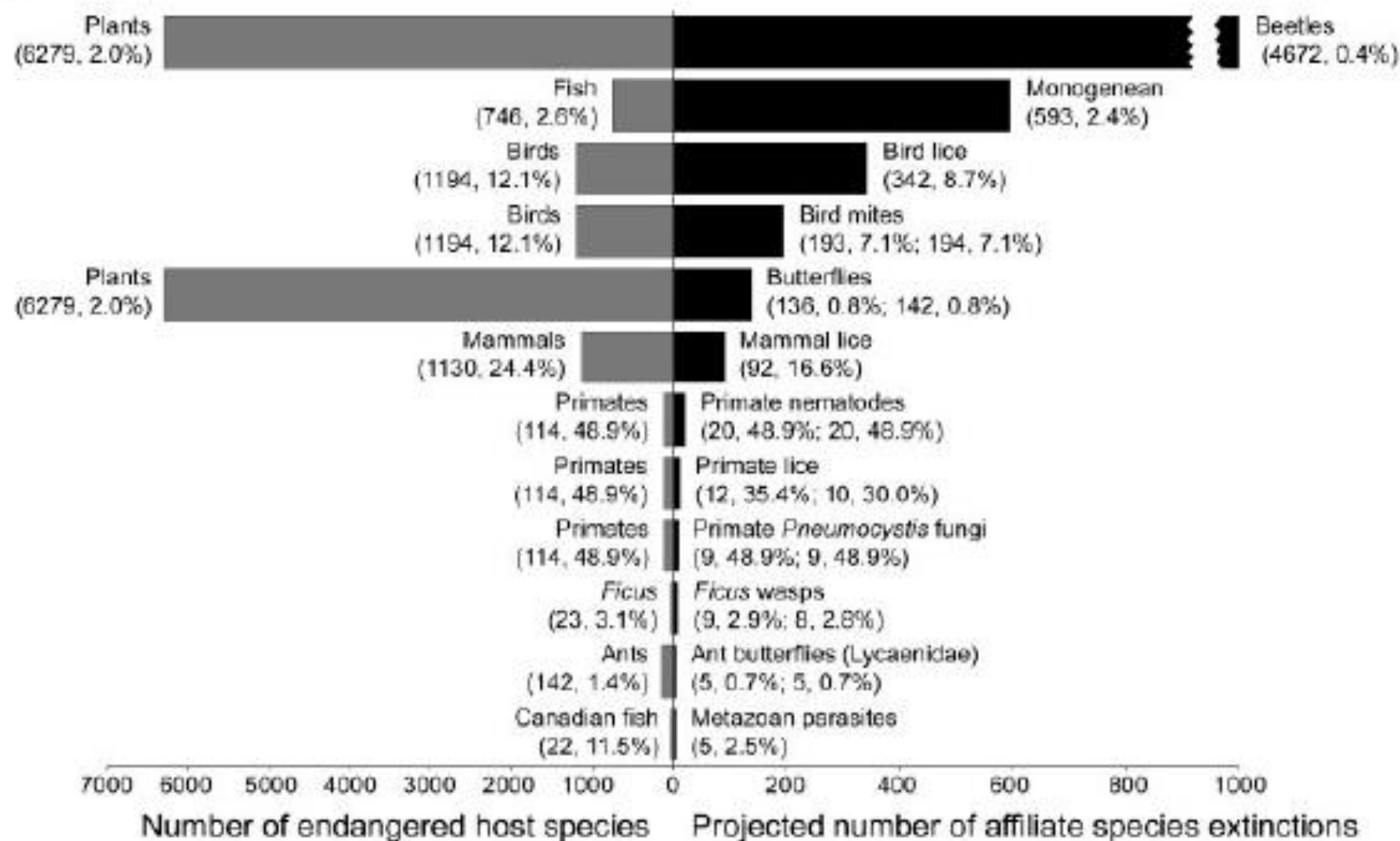
Odhadnutý počet historicky zaniklých závislých druhů založený na počtu hostitelských druhů zaznamenaných jako vymřelé.

A



Předpovědi extinkce přidružených druhů z nomografického a kombinatoriálního modelu.

B



Faktory ovlivňující extinkci v lokální populaci

- **ostrovní formace** – jsou více náchylné ke změnám prostředí
- **izolace**
- **predace**
- **kompetice** – může snížit hustotu a rozšíření u konkurujících si druhů, ale sama nemůže být hlavní příčinou extinkce, ani na ostrovech.
- **úbytek stanovišť** – v současné době hlavní příčina extinkce, hlavně v tropech a v suchých oblastech
- **člověk** – hlavní příčina v současnosti

Možné faktory vedoucí k extinkci v lokální populaci

- vzácnost (nízká hustota nebo malé a málo frekventované patches)
- limitovaná schopnost rozptylu
- inbreeding
- ztráta heterozygotnosti
- hybridizace
- katastrofa
- nemoc
- disturbance prostředí
- destrukce prostředí

Typy evoluce

kladogeneze – postupné odštěpování evolučních linií

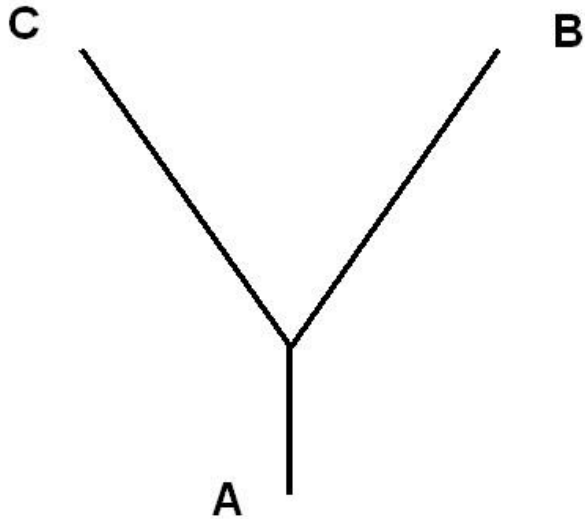
anageneze – postupné změny ve znacích jednotlivých evolučních linií, kdy jeden druh mateřský se rozpadne na dva druhy dceřiné, které se dále vyvíjejí samostatně

syngeneze - spojování původně samostatných vývojových linií, které se pak mohou dále větvit

symbiogeneze - vznik nového druhu organismu integrací dvou nepříbuzných organismů, které žijí po určitou dobu v nějaké formě symbiózy, do organismu jediného. Nejznámějším příkladem je vznik eukaryot, k němuž došlo právě postupnou integrací zástupců několika nepříbuzných linií organismů prokaryotických.

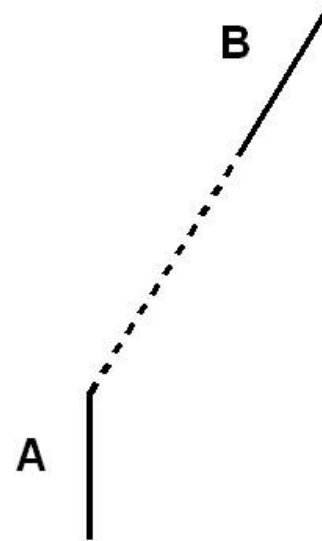
mezidruhová hybridizace - náhodné křížení příslušníků dvou různých druhů.

Štěpná speciace



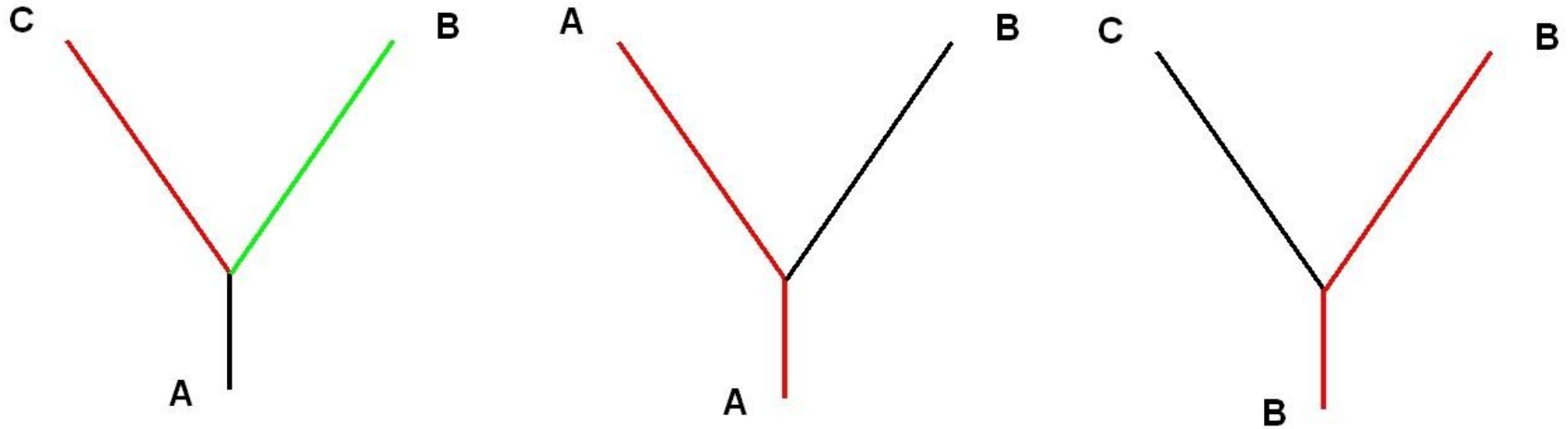
Z původního druhu A
vzniknou dva nové
druhy B a C

Fyletická speciace



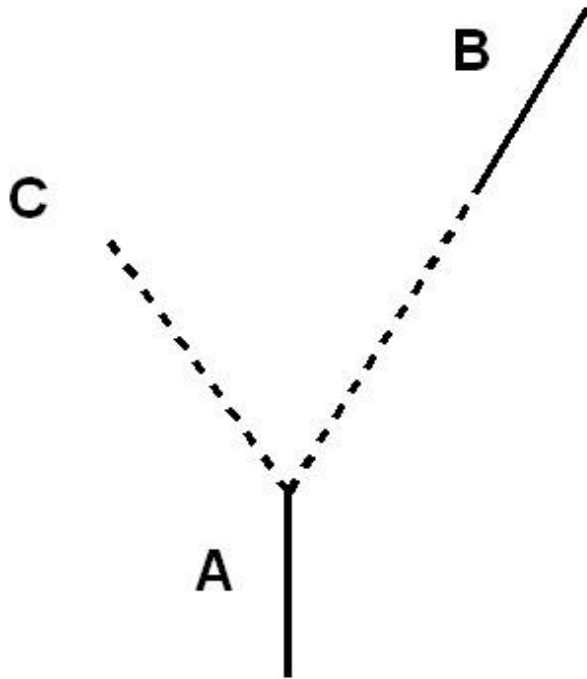
Původní druh A se
změní na nový druh B

Štěpná speciace



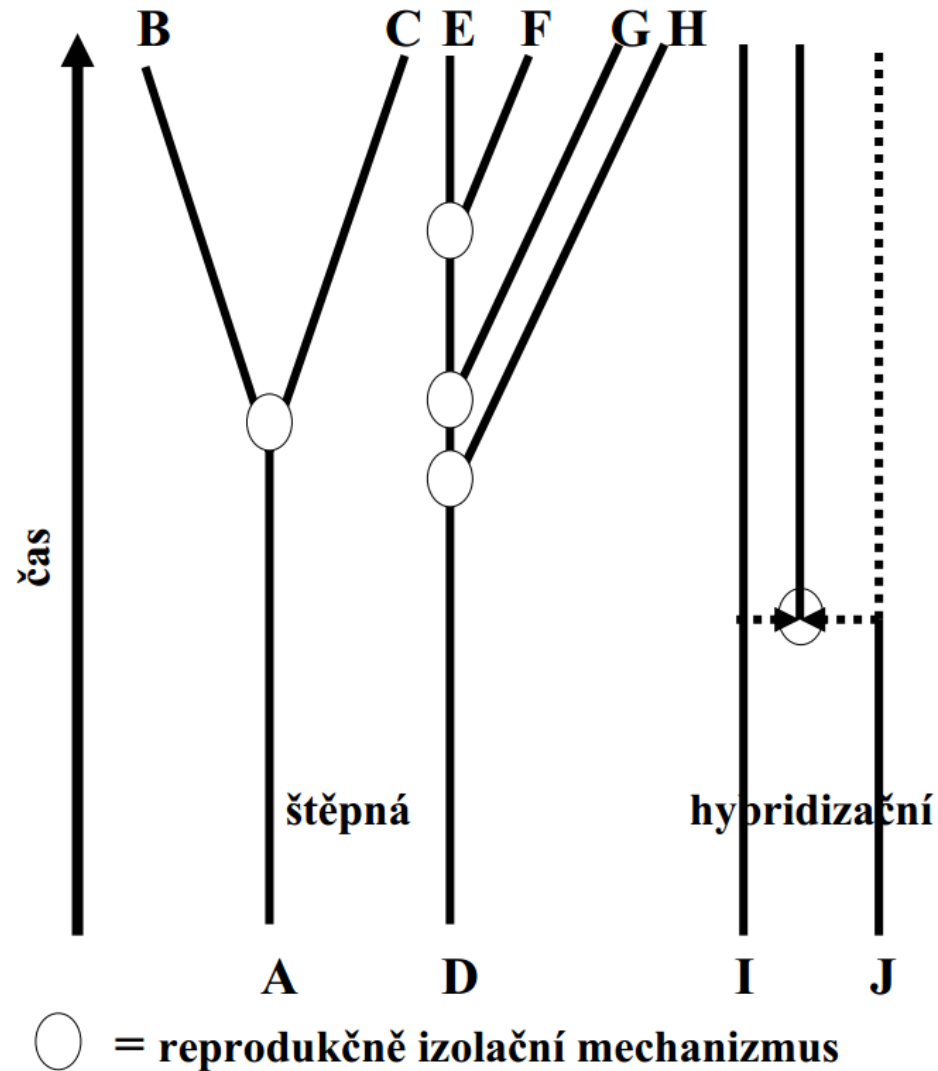
Tři možné výklady jedné speciační události

Fyletická speciace



Fyletická speciace může
být jen zdánlivá
– ve skutečnosti může jít
o štěpnou speciaci, kde
druh C brzy vymřel a
chybějí o něm
paleontologické doklady

Speciace kladogenická

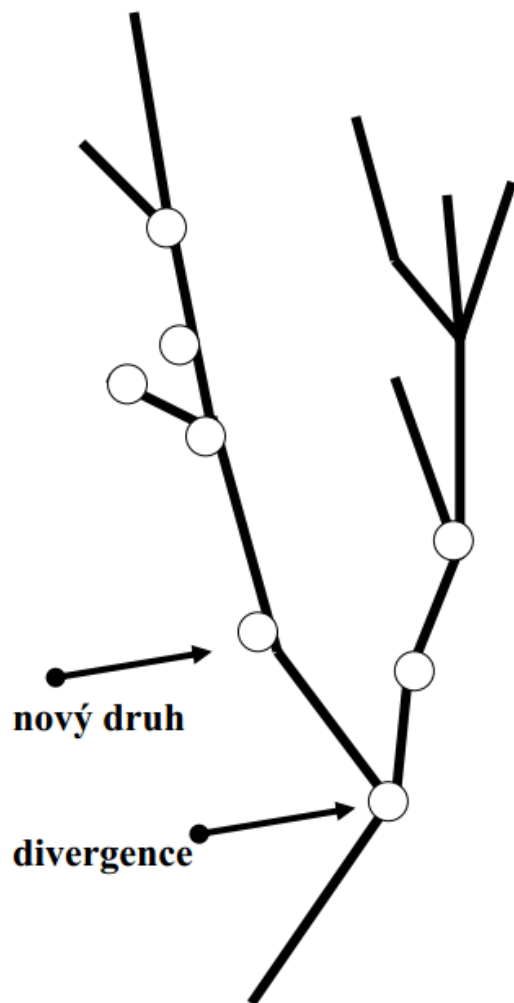


O jedno z největších překvapení v evoluční biologii 20. století se postarali paleontologové Stephen Jay Gould a Niels Eldredge, kteří v šedesátých letech publikovali **teorii přerušovaných rovnováh (puktuační teorii evoluce)**.

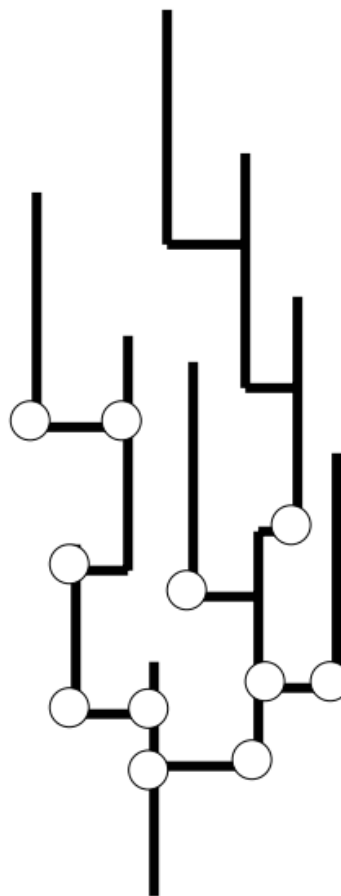
Podle ní se druhy nevyvíjejí tak, jak si představoval Darwin, tj. postupným rovnoměrným hromaděním drobných změn, gradualisticky, ale ve skocích časově vázaných na okamžiky vzniku druhů, punktualisticky (obrázek). Paleontologický záznam prý ukazuje, že se většina druhů vyvíjí, tj. mění své vlastnosti, pouze v krátkém období po svém vzniku (tisíce až desetitisíce let), zatímco po zbytek své existence (miliony let) zůstávají víceméně neměnné.

Teorie přerušovaných rovnováh byla nejdřív – jako každý zásadní objev – většinou paleontologů a evolučních biologů odmítnuta, postupem času však přibývala data nasvědčující tomu, že by uvedený model mohl být správný. A ačkoli se to běžně neví, jedním z duchovních otců teorie přerušovaných rovnováh byl i Ernst Mayr.

postupná divergence



model přerušované rovnováhy



•**Podle první hypotézy je za evoluční schopnost proměny nově vznikajícího druhu odpovědná genetická revoluce**, jak ji popsal v jednom ze svých zásadních děl Živočišné druhy a evoluce Ernst Mayr.

Nepočetná populace, která se při peripatrické speciaci odštěpí od populace velké, si s sebou odnese jen malou část celkového genetického polymorfizmu. To může vyvolat v genetické skladbě nové populace další prudké změny, jež mohou být provázeny odpovídajícími změnami ve vzhledu příslušníků nového druhu. Zatímco ve velké populaci byla měřítkem evoluční úspěšnosti alely (varianty genu) její schopnost uspokojivě fungovat ve společnosti co největšího počtu alel vlastního genu i alel cizích genů, v odštěpené populaci, v níž zůstala pouze malá část původního genetického polymorfizmu, nabývá na významu míra, v jaké daná alela ovlivňuje biologickou zdatnost svého nositele.

•**Podle druhé hypotézy lze průběh evoluce ve skocích vysvětlit výrazným zmenšením populace, které provází každý vznik druhu vyvolaný odštěpením malé části populace z populace velké.** Již Sewall Wright, jeden z otců zakladatelů neodarwinizmu, zdůrazňoval, že přechodné zmenšení populace, které je nutně provázeno výrazným snížením účinnosti jakéhokoli výběru, může paradoxně adaptivní evoluci zefektivnit. Pouze za situace, kdy přirozený výběr na čas sníží svou účinnost, mohou přežít a zanechat potomky mutovaní jedinci s přechodnými vlastnostmi, tj. takoví, kteří již nejsou přizpůsobeni využívání ekologické niky původního druhu a zároveň ještě nejsou dobře přizpůsobeni využívání niky druhu nového.

Podle měřítka evolučních změn se rozlišuje

mikroevoluce – menší evoluční změny během kratšího časového období, například změny frekvencí alel v populacích během několika generací

makroevoluce – větší evoluční změny v průběhu geologického času, vývoj nových druhů i vyšších taxonomických kategorií, jako je např. řád či kmen

Mikro versus makro-evoluce

Mikroevoluce spočívá ve změnách frekvencí výskytu alel genů.

Tyto změny se nahromadily v průběhu času a jejich příčinou jsou čtyři základní procesy: ***mutace, selekce (přírozený výběr nebo umělý výběr), genový tok a genetický drift.***

Mikroevoluce je redukcionistická

Z pohledu makroevoluce mají mikroevoluční změny v delším časovém rozmezí za následek vznik a zánik druhů a dalších taxonů.

Makroevoluce je vznik a vývoj vyšších taxonů než druh.

Zatímco mikroevoluce se projevují v krátkých časových úsecích, lze je ověřovat a v přírodě pozorovat, události speciální a makroevoluční jsou dlouhodobé, historické a neopakovatelné.

Makroevoluce je holistická.

Makroevoluci lze vidět jako součet dlouhých period mikroevoluce, a tak jsou kvalitativně identické, ale kvantitativně odlišné.

Mikroevoluce x makroevoluce

- **mikroevoluce:** evoluce uvnitř druhů a populací – často spíš změny frekvence už hotových alel, než vznik a selekce nových alel
- **makroevoluce:** evoluce druhů a naddruhových fylogenetických větví
- hranice mezi nimi = speciace (vznik druhů)

Makroevoluce

= vznik nových skupin organismů, vznik a vývoj evolučních novinek, které je charakterizují, historické změny diverzity spojené se vznikáním (speciací) a zanikáním druhů (extinkcí)

- Představa makromutací (systemických mutací)
 - mylná
- Období rychlých kvalitativních změn
 - při obsazování nových zón souvisí se vznikem evolučních novinek – aromorfóz
- Preadaptace a adaptivní radiace
 - při vzniku nové adaptivní zóny se objevuje nová skupina preadaptovaných organismů, jejichž evoluční novinky se rychle vyvíjejí a stabilizují – divergentní kladogeneze (adaptivní radiace, explozivní evoluce) – vznik nových vývojových linií, z nichž část vymírá, část se rozvíjí v podúrovních nové adaptivní zóny
- Extinkce – průběžná x hromadná
 - lokální změny ekologické situace a katastrofy x vymírání globálního charakteru – postihuje současně mnoho nepříbuzných skupin organismů, řetězové vymírání potravně na sebe vázaných složek ekosystémů (konec permu, pozdní křída)
 - způsobené drastickými změnami podnebí
 - fylogenetické relikty

Greening of Earth

- první suchozemské povlaky sinic snad před 2,1 miliardami let
- 500 miliónů let – rostliny, fungi a animalia kolonizují suchou zem
- i když se některé vrátily do vod, rostliny jako takové jsou suchozemské

Výhody invaze na pevninu

- sluneční světlo je přímé a je ho dost, není filtrováno skrze vrstvu fytoplanktonu
- ve vzduchu je mnohem více CO₂ pro fotosyntézu než ve vodě
- na souši nejsou žádní nepřátelé ani býložravci... ...alespoň prozatím
- v půdě je mnohem více minerálů než ve vodě

Znaky, které se vyvinuly až na suché zemi (...a které nemají řasy)

1. apikální meristém
 2. rodozměna (ale viz dále)
 3. spory opatřené stěnou ve vznikají ve sporangiích
 4. mnohobuněčná gametangia
 5. mnohobuněčná, závislá embrya
- některé z těchto znaků se vyvinuly nezávisle u řas a jiné znaky byly u suchozemských rostlin druhotně ztraceny

Rise to dominance of angiosperm pioneers in European Cretaceous environments

Clément Coiffard^a, Bernard Gomez^{b,1}, Véronique Daviero-Gomez^b, and David L. Dilcher^{c,1}

^aMuseum für Naturkunde, Leibniz Institut für Evolutions und Biodiversitätsforschung, Invalidenstrasse 43, D-10115 Berlin, Germany; ^bCentre National de la Recherche Scientifique Unité Mixte de Recherche 5276, Laboratoire de Géologie de Lyon–Terre, Planètes, Environnement, Université Lyon 1 (Claude Bernard), F-69622 Villeurbanne Cedex, France; and ^cDepartment of Geology, Indiana University, Bloomington, IN 47405-7005

Contributed by David L. Dilcher, November 2, 2012 (sent for review June 20, 2012)

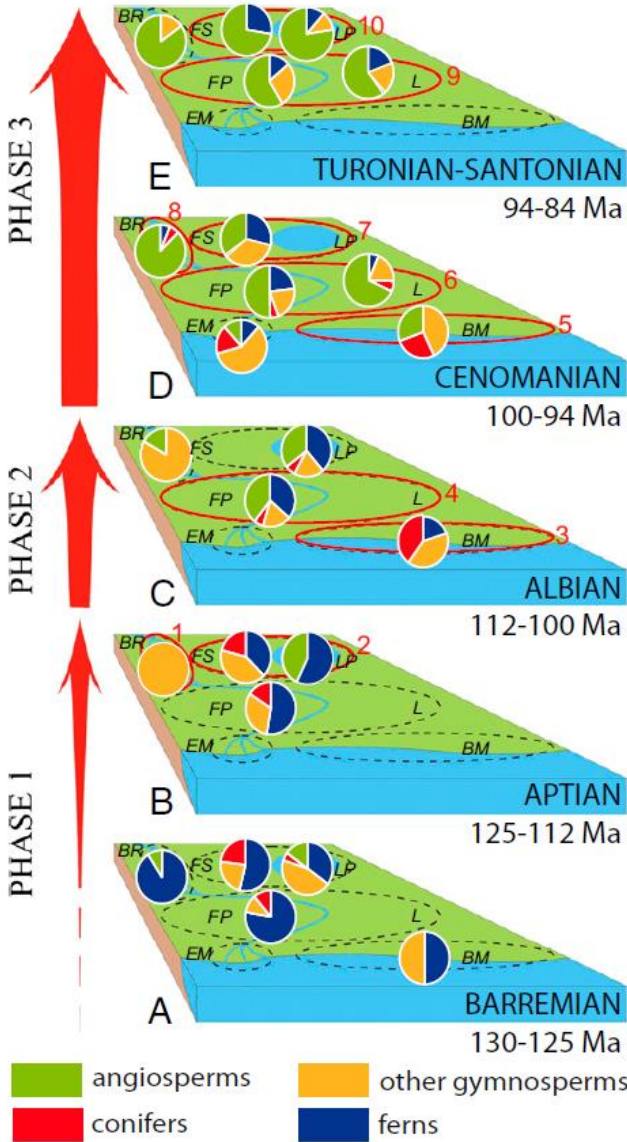
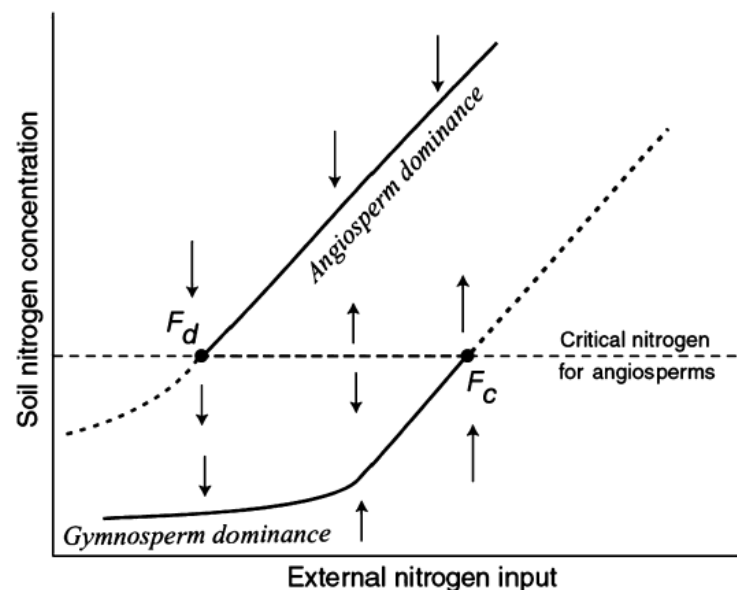


Fig. 2. Vegetation changes in Europe from the Barremian to the Santonian put into an environmental context. The paleoenvironmental reconstructions correspond to Barremian (A), Aptian (B), Albian (C), Cenomanian (D), and Turonian–Santonian (E). The dashed circles indicate the environments/habitats as follows: BM, brackish marsh; BR, braided river; EM, estuary mouth; FP, floodplain; FS, freshwater swamp; L, levee; LP, lake/pond. The red circles and

The angiosperm radiation revisited, an ecological explanation for Darwin's ‘abominable mystery’

Abstract

One of the greatest terrestrial radiations is the diversification of the flowering plants (Angiospermae) in the Cretaceous period. Early angiosperms appear to have been limited to disturbed, aquatic or extremely dry sites, suggesting that they were suppressed in most other places by the gymnosperms that still dominated the plant world. However, fossil evidence suggests that by the end of the Cretaceous the angiosperms had spectacularly taken over the dominant position from the gymnosperms around the globe. Here, we suggest an ecological explanation for their escape from their subordinate position relative to gymnosperms and ferns. We propose that angiosperms due to their higher growth rates profit more rapidly from increased nutrient supply than gymnosperms, whereas at the same time angiosperms promote soil nutrient release by producing litter that is more easily decomposed. This positive feedback may have resulted in a runaway process once angiosperms had reached a certain abundance. Evidence for the possibility of such a critical transition to angiosperm dominance comes from recent work on large scale vegetation shifts, linking long-term field observations, large scale experiments and the use of simulation models.

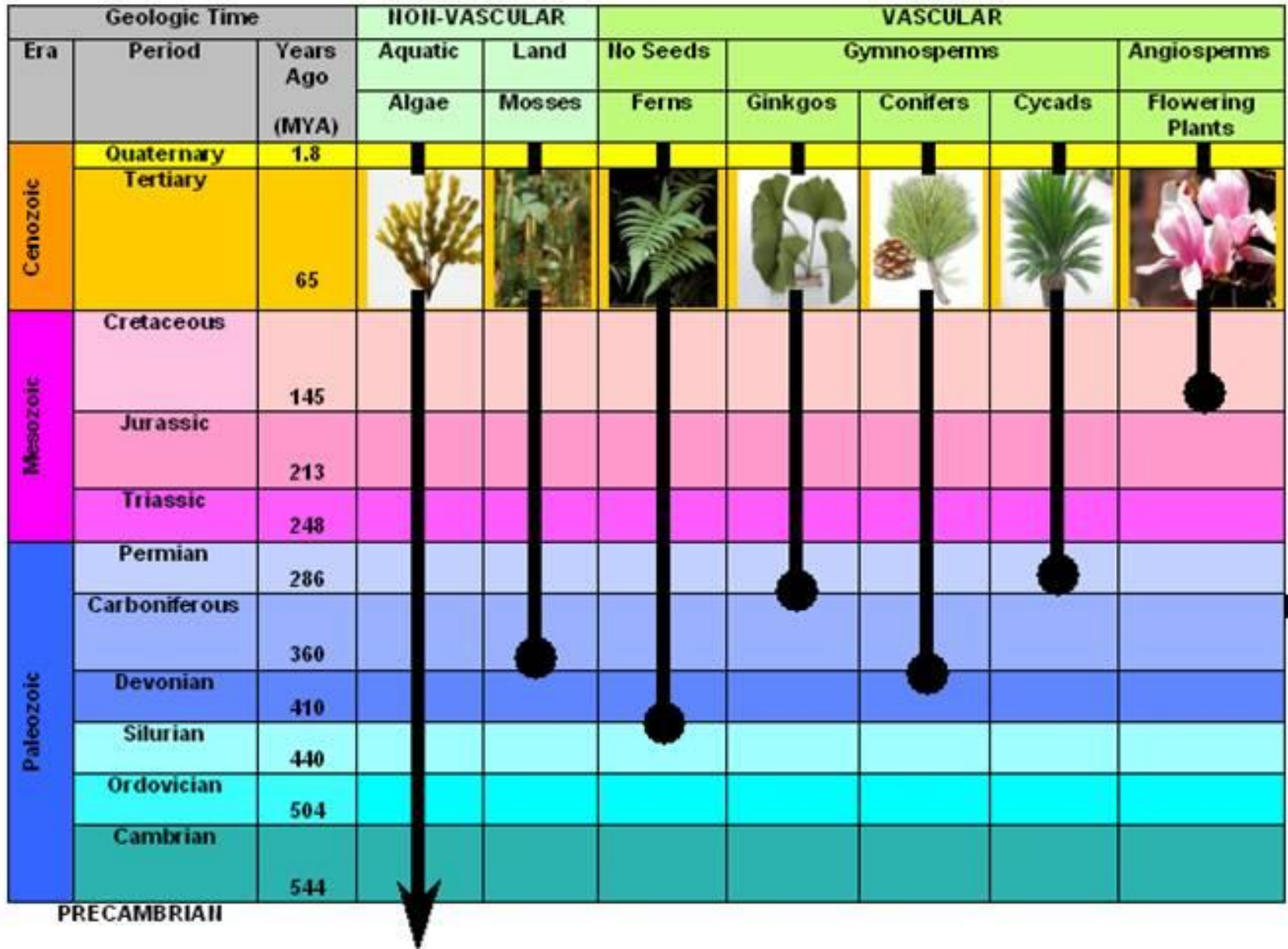


	Erica	Molinia
Leaf life span (year)	1.3	0.35
Lignin concentration (%)	33	24
Biosynthesis costs (g glucose per g biomass)	1.8	1.4
Relative biomass loss rate ($\text{g g}^{-1} \text{ year}^{-1}$)	0.58	1.48
Potential growth rate ($\text{g m}^{-2} \text{ year}^{-1}$)	769	> 1794
Litter decomposition rate ($\text{g g}^{-1} \text{ year}^{-1}$)	0.06–0.09	0.24–0.26

Table 29.1 Ten Phyla of Extant Plants

	Common Name	Approximate Number of Extant Species
Bryophytes		
➊ Phylum Hepatophyta	Liverworts	6,500
➋ Phylum Anthocerophyta	Hornworts	100
➌ Phylum Bryophyta	Mosses	12,000
Vascular Plants		
<i>Seedless Vascular Plants (Pteridophytes)</i>		
➍ Phylum Lycophyta	Lycophytes	1,000
➎ Phylum Pterophyta	Ferns, horsetails, and whisk ferns	12,000
<i>Seed Plants</i>		
<u>Gymnosperms</u>		
➏ Phylum Ginkgophyta	Ginkgo	1
➐ Phylum Cycadophyta	Cycads	100
➑ Phylum Gnetophyta	Gnetae	70
➒ Phylum Coniferophyta	Conifers	550
<u>Angiosperms</u>		
➓ Phylum Anthophyta	Flowering plants	250,000

PLANT EVOLUTION TIMELINE



ARTICLE

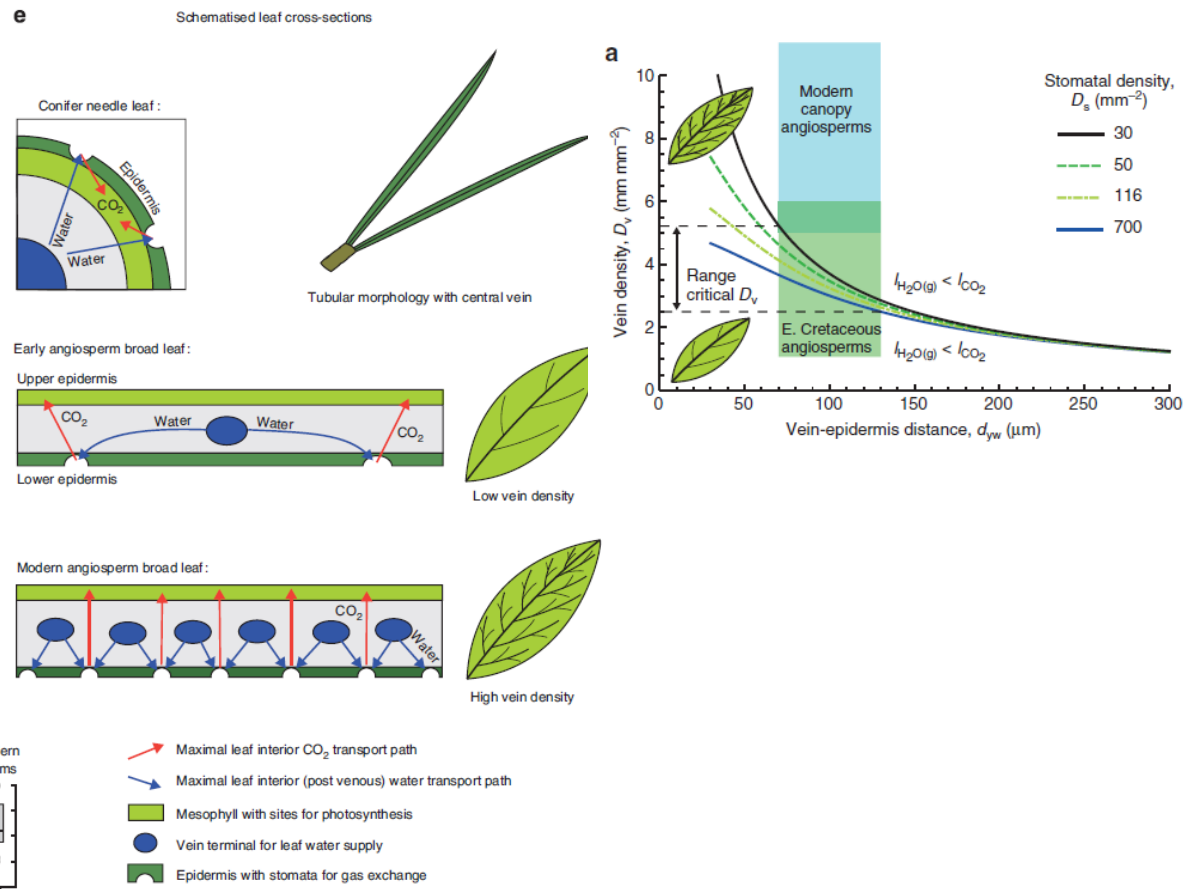
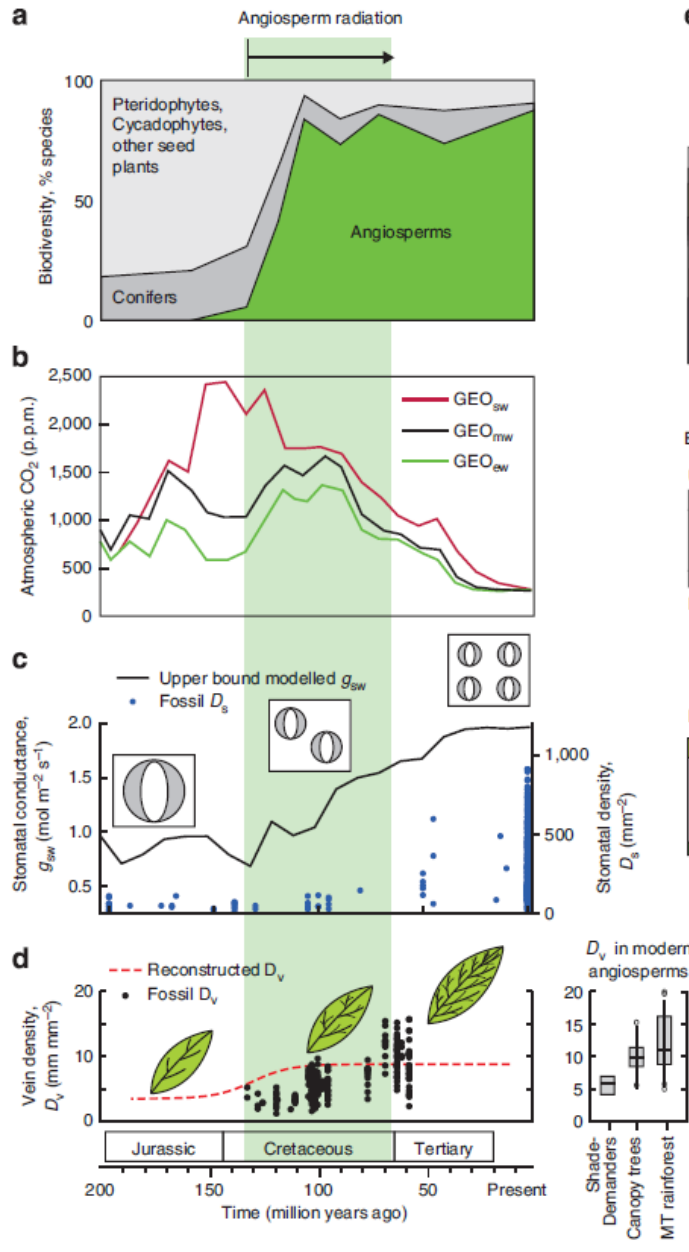
Received 16 May 2012 | Accepted 23 Oct 2012 | Published 27 Nov 2012

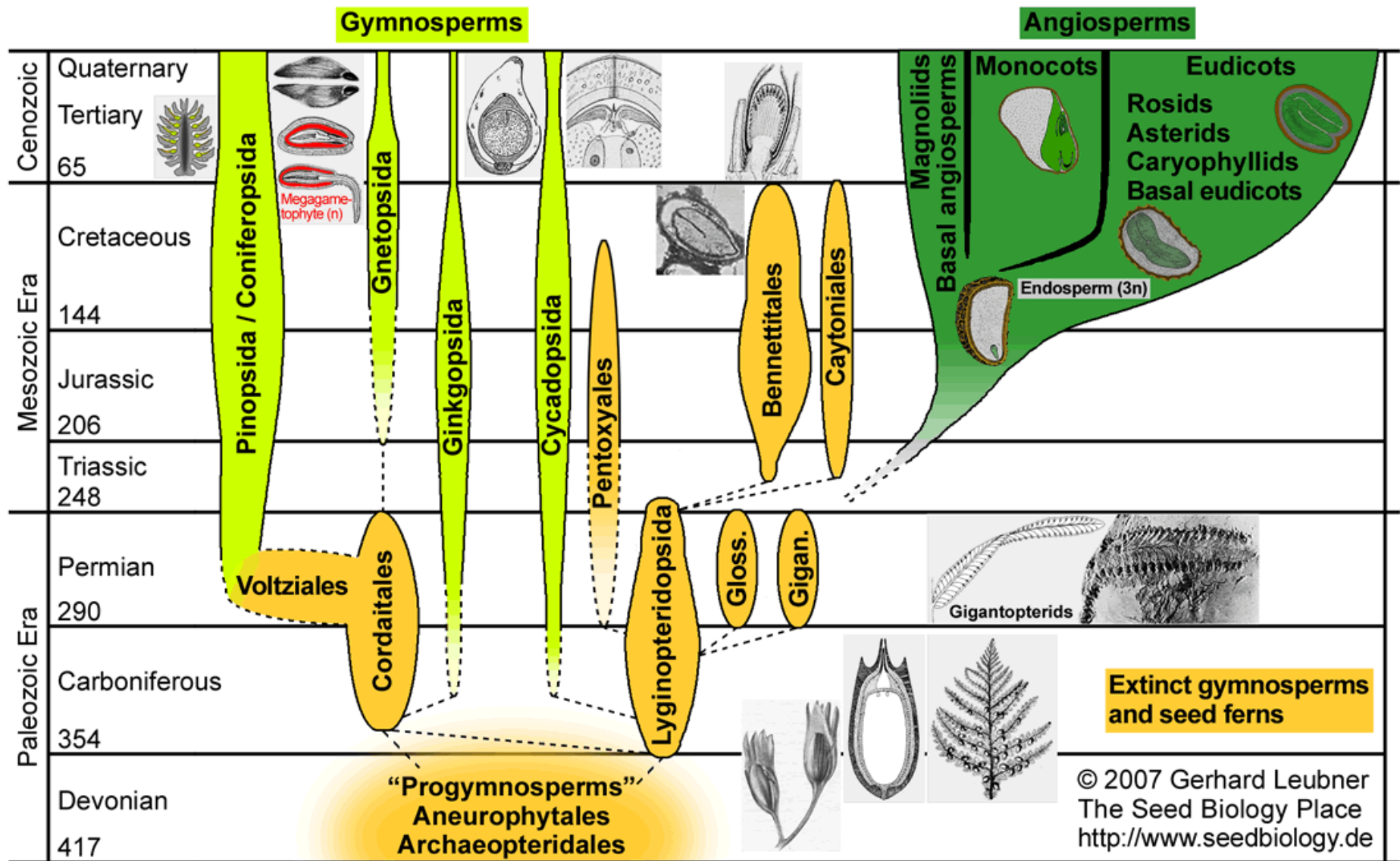
DOI: 10.1038/ncomms2217

OPEN

A critical transition in leaf evolution facilitated the Cretaceous angiosperm revolution

Hugo Jan de Boer¹, Maarten B. Eppinga¹, Martin J. Wassen¹ & Stefan C. Dekker¹





Seed plant phylogenetic tree considering major gymnosperm and angiosperm clades. Note that the precise evolutionary connections between the different gymnosperm groups are unknown and that the ancestors of angiosperms are unknown. Typical seed types visualize steps in the evolution of the seed. Extinct gymnosperm groups (fossils): Lyginopteridopsida (seed ferns, “Samenfarne”, includes Devonian/Carboniferous Lyginopterids and Carboniferous/Permian Medullosans and other subgroups), Cordaitales, Voltziales, Pentoxylales. Bennettiales (cycadeoids), Caytoniales, Glossopteridales (glossopterids), Gigantopteridales (gigantopterids). Extant gymnosperm groups: Pinopsida/Coniferopsida (conifers, “Nadelbäume”), Ginkgopsida (ginkgos), Cycadopsida (cycads, “Palmarne”), Gnetopsida (gnetophytes: Ephedridae, Gnetidae, Welwitschiidae). Angiosperms (flowering plants): Most important groups depicted. Time scale: Geological eras, periods, time in MYBP (million years before present). © 2007 G. Leubner, “The Seed Biology Place”, <http://www.seedbiology.de>

Krytosemenné rostliny

První spolehlivé nálezy krytosemenných rostlin se datují do křídý, tedy ke konci druhohor. Není jasné, v jakém prostředí se vznik krytosemenných odehrál – podle některých vědců na vlhkých pláních, kde jim nestínily nahosemenné dřeviny, podle jiných naopak v suchých oblastech, kde měly výhodu rostliny se semeny ukrytými v obalu. Předkem krytosemenných mohly být některé kapradosemenné (*Pteridospermophyta*) nebo možná benetity (*Bennettitales*).

Představy o prvních krytosemenných rostlinách jsou velmi různé. Na přelomu 19. a 20. století byla populární **euanthiová teorie**, podle níž měly první krytosemenné rostliny **oboupohlavný květ** tvořený kalichem, korunou, pestíkem a tyčinkami.

V té době však také vznikla **pseudanthiová teorie**, podle níž byly první květy krytosemenných **drobné, jednopohlavné a v květenstvích** (jehnědách). Tachtadžjan a Cronquist, měli ještě jiný obrázek o primitivní krytosemenné rostlině – podobala se šácholanu (*Magnolia*), měla oboupohlavné květy s málo rozlišeným okvětím.

výzkum DNA přesvědčivě ukazuje, že k primitivním krytosemenným z recentních rostlin patří **Amborella**, čeleď **Chloranthaceae** a leknínovité (**Nymphaeaceae**).

Amborella trichopoda

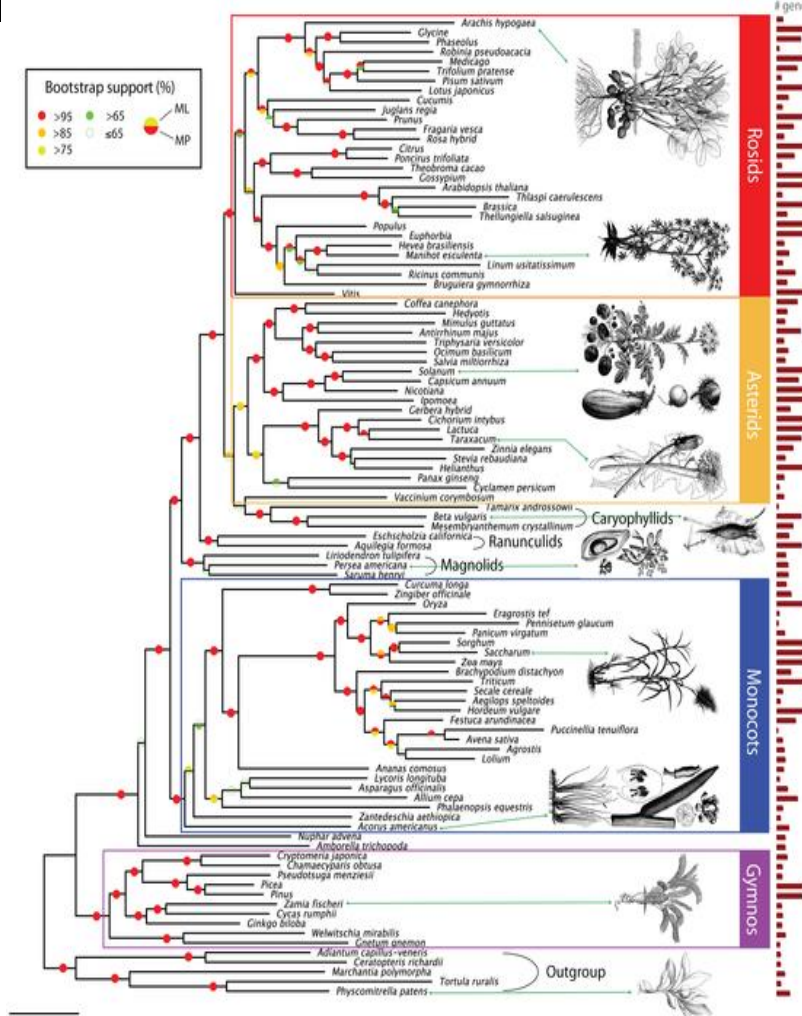


jediný druh rodu *Amborella* čeledi *Amborellaceae* i samostatného řádu *Amborellales*.

Stojí podle nejnovějších výzkumů na samém základu vývojového stromu krytosemenných rostlin. Jediný žijící zástupce této čeledi je tedy považován za nejpůvodnější krytosemennou rostlinu.

je dvoudomý stálezelený keř rostoucí na Nové Kaledonii. Listy jsou jednoduché, kožovité, střídavé, bez palistů. Květy jsou drobné, jednopohlavné, v úžlabních květenstvích. Nápadné zbytky druhého pohlaví svědčí o tom, že původně byly květy oboupohlavné. Bělavé okvětí sestává z neustáleného počtu 5-8 plátků. Tyčinky mají plochou nitku s prašníkem na vrcholu. Gyneceum v samičích květech apokarpní, v kruhu, z 5-8 volných plodolistů, s kratší bliznovou částí na vrcholu. V každém plodolistu je jedno vajíčko. Plody připomínají peckovici.

Archaické znaky, svědčící o starobylém původu, se týkají především stavby dřeva, které neobsahuje pravé cévy, dále pak stavby generativních orgánů. Volné pestíčky mají okraje k sobě přitisklé, dosud však nesrostlé.



Charakteristika krytosemenných rostlin

Krytosemenné se vyznačují obrovskou variabilitou, dodnes bylo popsáno přes 257 000 druhů v 13 000 rodech a více než 400 čeledích.

Celkem existuje podle posledních odhadů (2010) něco přes 400 000 druhů krytosemenných rostlin. Rostou na nejrozmanitějších biotopech od polárních oblastí až po vlhké tropické pralesy.

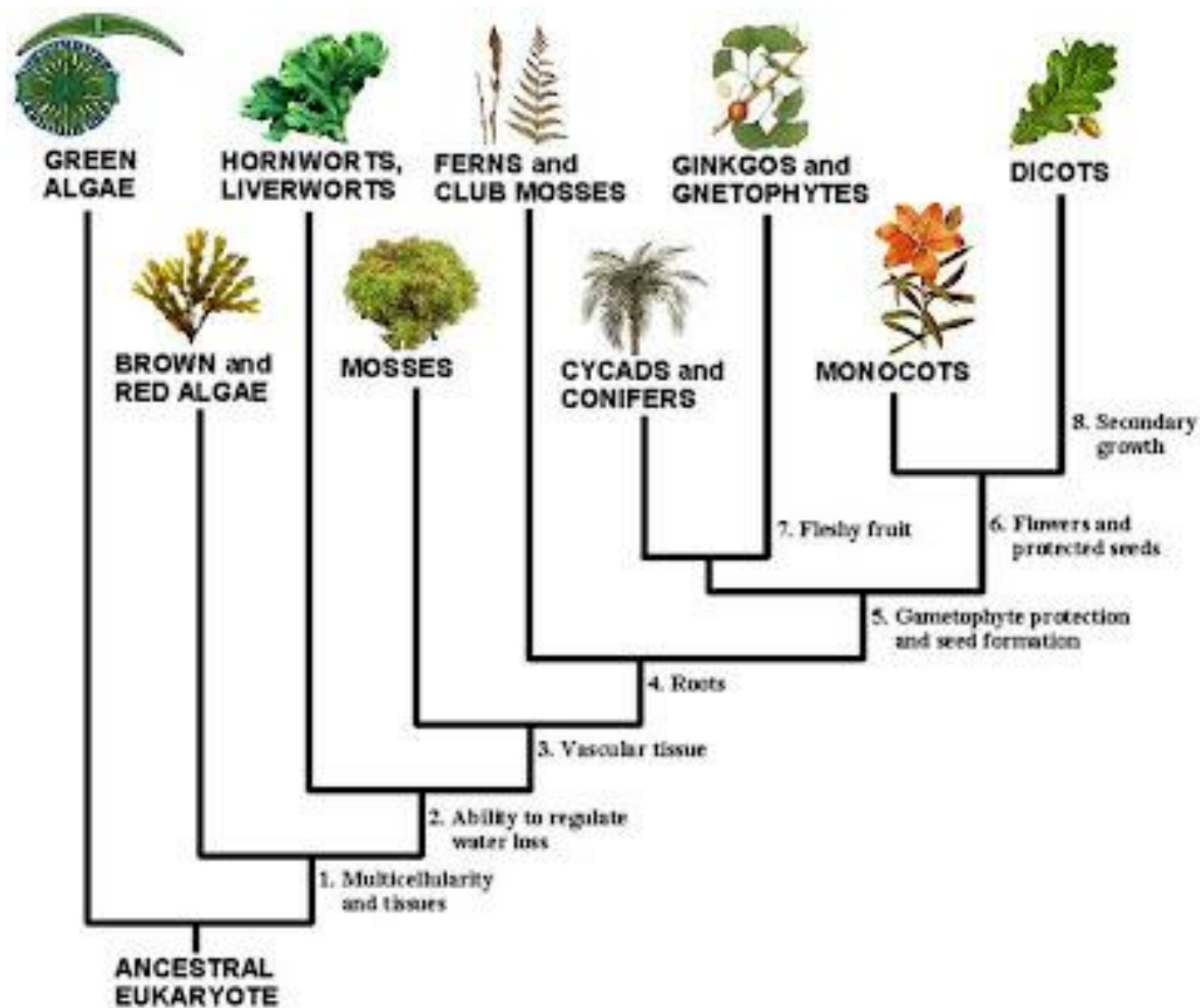
Charakterizovány jsou především reprodukčními znaky.

Samičí gametofyt je redukovaný a představuje jej osmijaderný zárodečný vak.

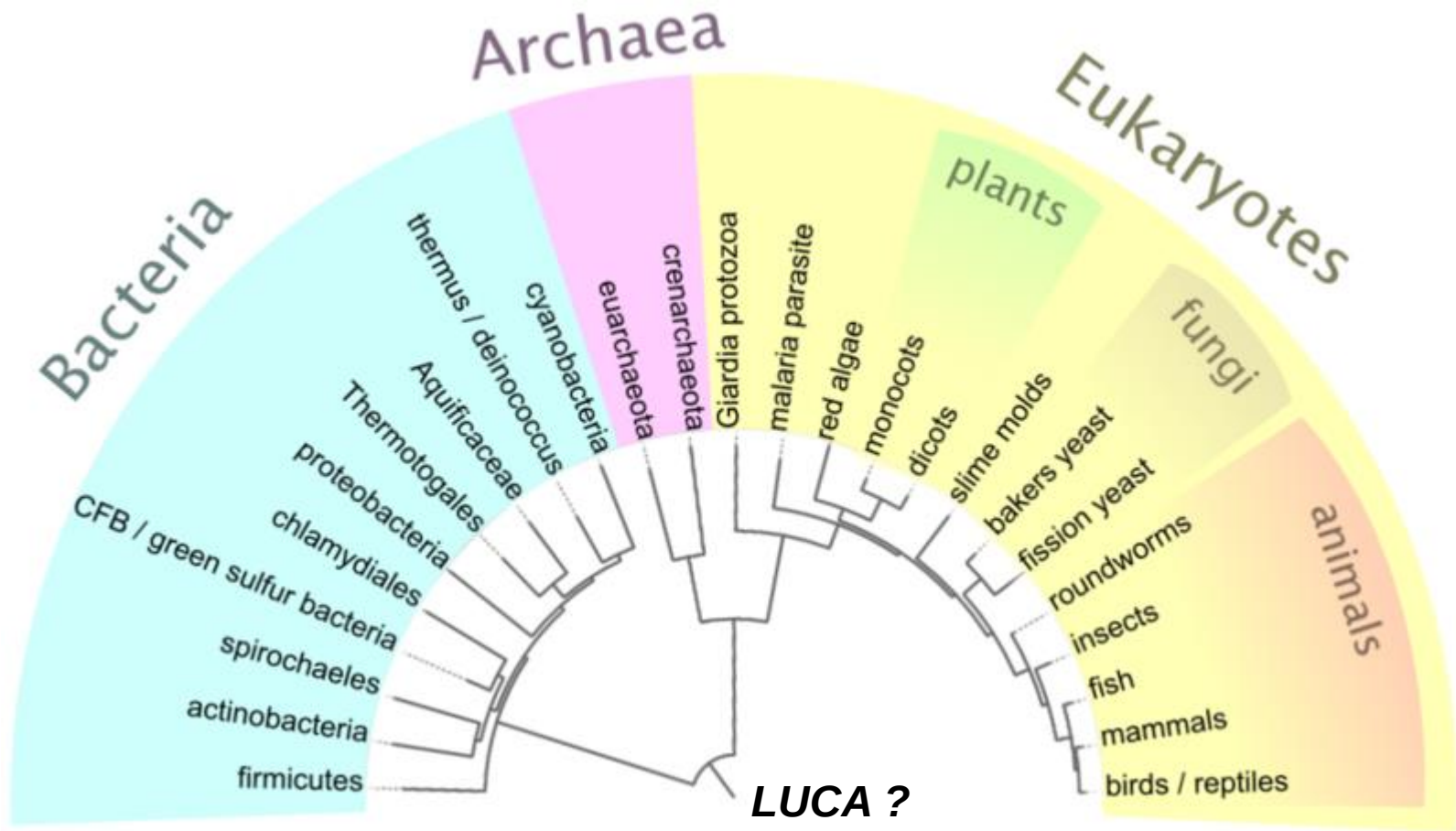
Při opylení se uplatňuje dvojité oplození, které vede k vytvoření embrya a triploidního vyživovacího pletiva - endospermu.

Semena se vytvářejí v semeníku s bliznou, která hraje úlohu při klíčení pylových zrn.

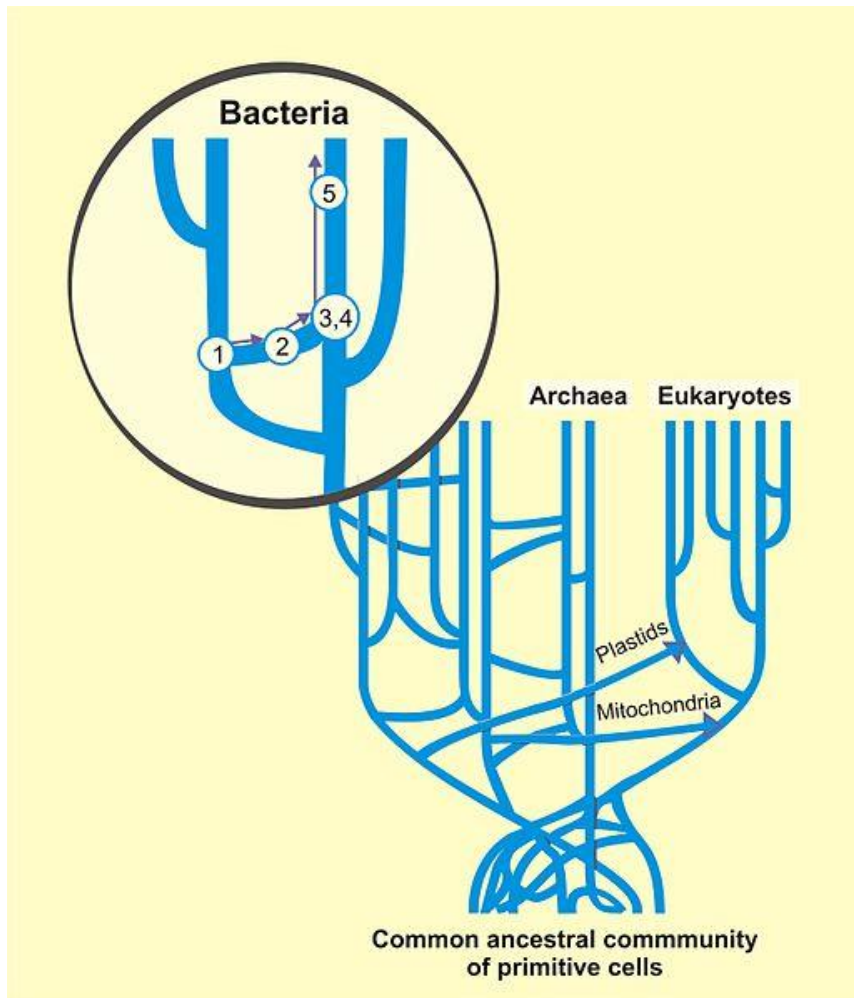
Jeden společný předek – monofyletický původ



last universal common ancestor (LUCA)



Horizontální přenos genetické informace



"Sequence comparisons suggest recent horizontal transfer of many genes among diverse species including across the boundaries of phylogenetic "domains". **Thus determining the phylogenetic history of a species can not be done conclusively by determining evolutionary trees for single genes**".

Horizontal transfer of genes from bacteria to some fungi, especially the yeast, has been well documented.

There is also recent evidence that the adzuki bean beetle has somehow acquired genetic material from its (non-beneficial) endosymbiont *Wolbachia*.

There is also evidence for horizontal transfer of mitochondrial genes to parasites of the *Rafflesiaceae* plant family from their hosts (also plants),

from chloroplasts of a not-yet-identified plant to the mitochondria of the bean *Phaseolus*,

Striga hermonthica, a eudicot, has undergone a horizontal gene transfer from Sorghum (*Sorghum bicolor*) to its nuclear genome.

It was recently suggested that the malaria causing pathogen *Plasmodium vivax* has horizontally acquired from humans genetic material that might help facilitate its long stay in the body.