

# Úvod do biologie

**Život kam se podíváš...**

Petr Pyszko

Ostravská univerzita

# Vznik mnohobuněčnosti

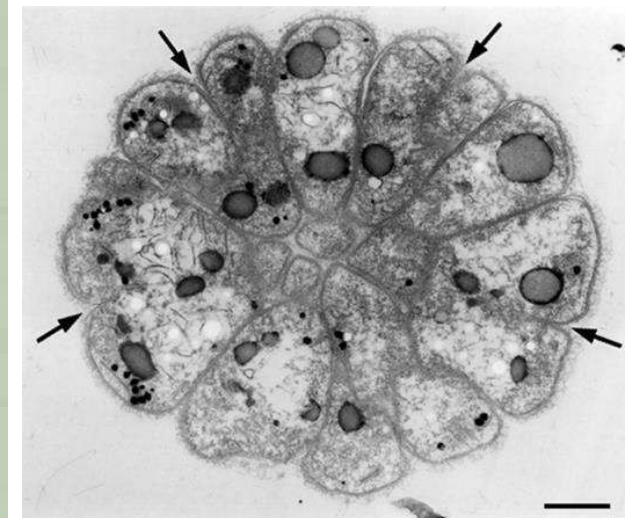
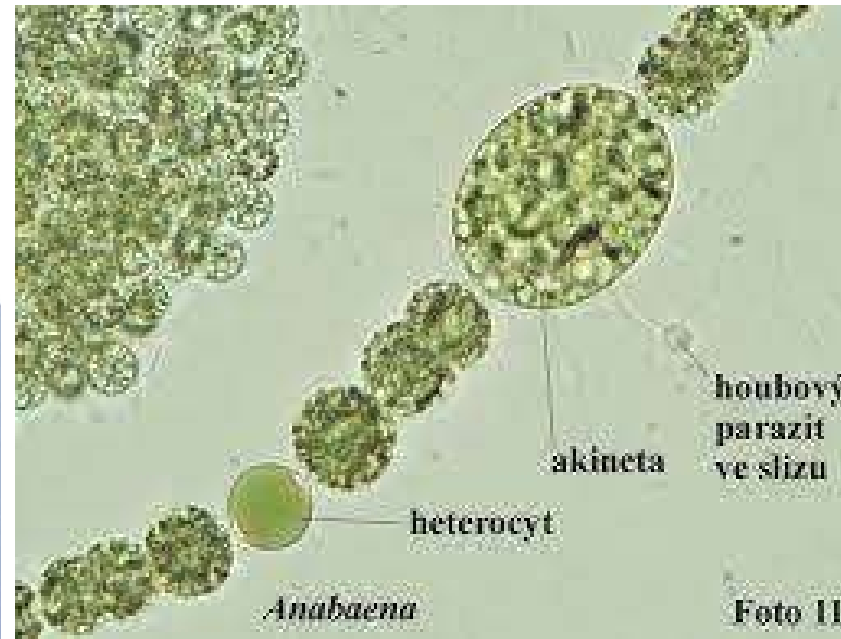
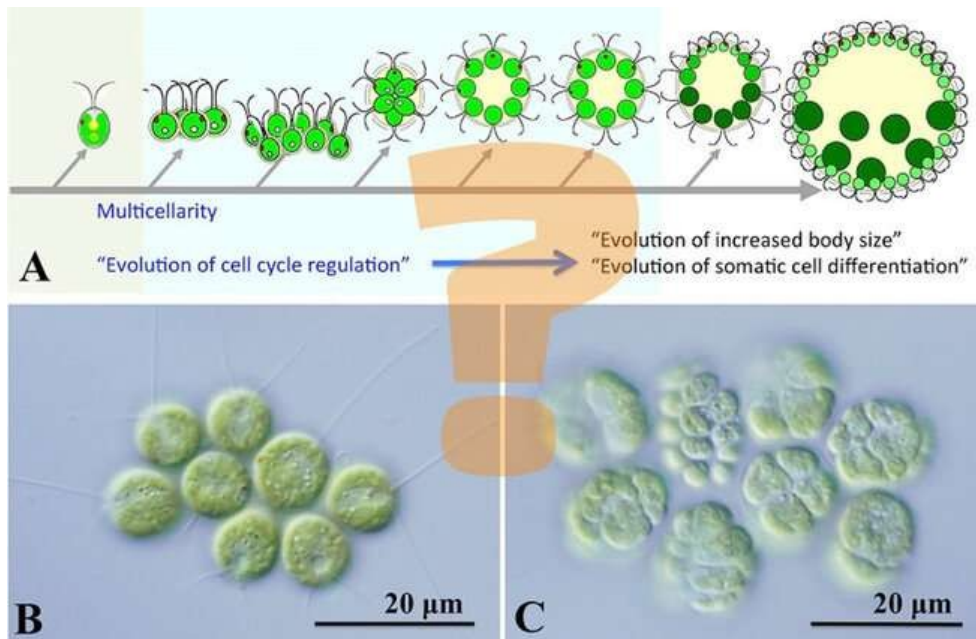
- Přejchod k mnohobuněčnosti technicky velmi náročný, přesto:
- **Prokaryota:** Jednobuněčné ale i kolonie s tendencí k mnohobuněčnosti, heterocyty sinic
- **Eukaryota:** Vznik mnohoB. nezávisle vícekrát
- Proč Eukaryota více? Obsazují jiné niky

Multicellular life cycle of magnetotactic prokaryotes

FREE

Carolina N. Keim, Juliana L. Martins, Fernanda Abreu, Alexandre Soares Rosado, Henrique Lins de Barros, Radovan Borojevic, Ulysses Lins ✉, Marcos Farina  
Author Notes

FEMS Microbiology Letters, Volume 240, Issue 2, November 2004, Pages 203–208,



# Vznik mnohobuněčnosti

- William Hamilton: **Teorie příbuzenského výběru** (eusocialita): Jednobuněční se rozmnožují nepohlavně dělením = buňky vedle sebe jsou často velmi příbuzné – usnadňuje splynutí
- Počáteční výhody: efektivnější sdílení nutrientů trávených mimo buňku, rezistence vůči predátorům, rezistence k proudům připojením se k pevnému podkladu, schopnost vytáhnout se nahoru za světlem, vytáhnout se do proudu s nutrienty, příležitost vydělit buňky sdílející informaci („intelligence service“)
- Potlačit hrozbu podvádění – u živočichů se rychle ve vývoji odděluje zárodečná linie – proč? Ti co neměli, vyhynuli



Evolution and Human Behavior

Volume 43, Issue 3, May 2022, Pages 224-233



Kin-directed altruism and the evolution of male androphilia among Istmo Zapotec *Muxes*

Francisco R. Gómez Jiménez , Paul L. Vasey

Archives of Sexual Behavior (2018) 47:2455–2465  
<https://doi.org/10.1007/s10508-018-1202-y>

ORIGINAL PAPER



Kin Selection and Male Homosexual Preference in Indonesia

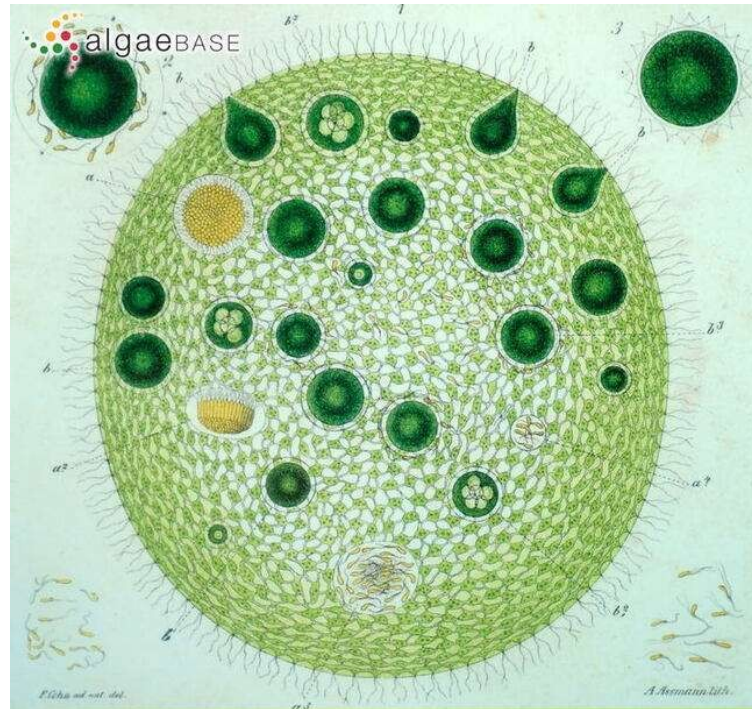
Sarah Nila<sup>1</sup> · Julien Barthes<sup>2</sup> · Pierre-Andre Crochet<sup>3</sup> · Bambang Suryobroto<sup>1</sup> · Michel Raymond<sup>2</sup>

Received: 24 March 2015 / Revised: 14 March 2018 / Accepted: 20 March 2018 / Published online: 24 May 2018  
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018



# Vznik mnohobuněčnosti

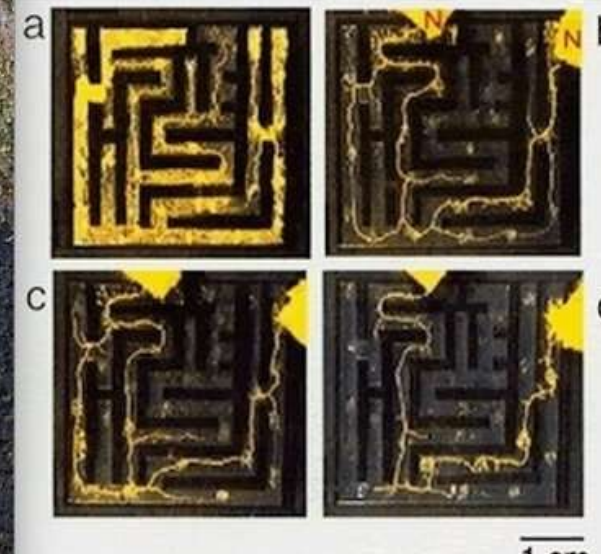
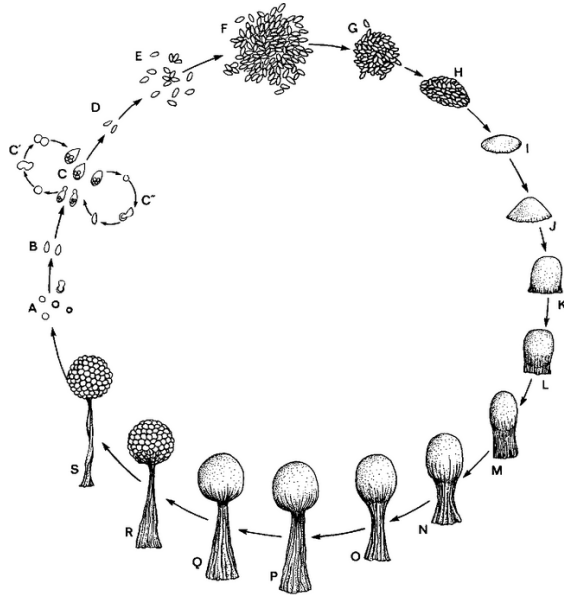
- Nejjednodušší definice: hodně buněk u sebe (*Nostoc*)
- Buňky musí držet pohromadě (splňují i streptokoky)
- Mající stejný genom ale různé typy buněk (*Volvox*)
- Specializace buněk (heterocyty sinic fixujících N)





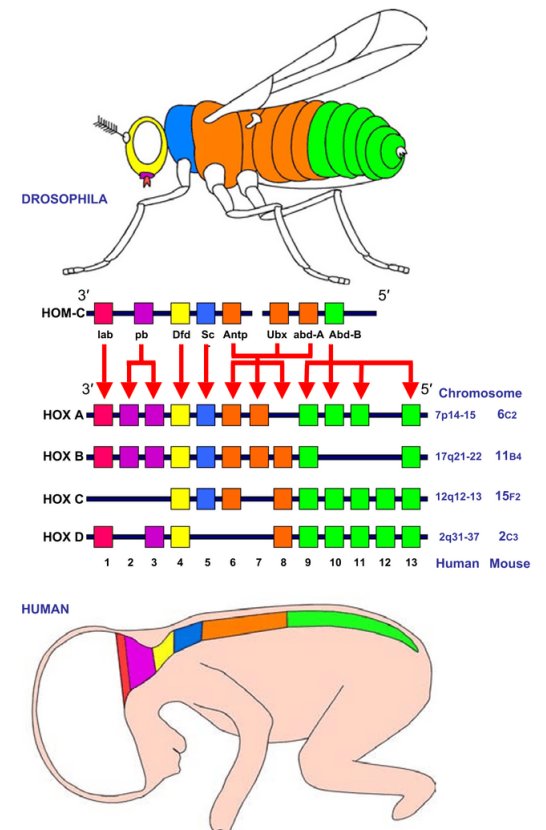
# Vznik mnohobuněčnosti

- Hlenky (hranice): žijí samostatně dokud není nedostatek živin – **akrasin** – shluknutí do malého slimáka, plazí se společně – poté stonek a plodnice (Dallas, 1973)
- Společné trávení a specializace k rozmnožení (myxobakterie)
- U živočichů adheze pomocí extracelulární matrix (glykokalyx) a vzniká aktivně, u rostlin buněčné stěny (vzniká mitózou)
- Houby, hlenky, chaluhy, nálevníci (*Sorogena stoianovitchae*)



# Vznik mnohobuněčnosti

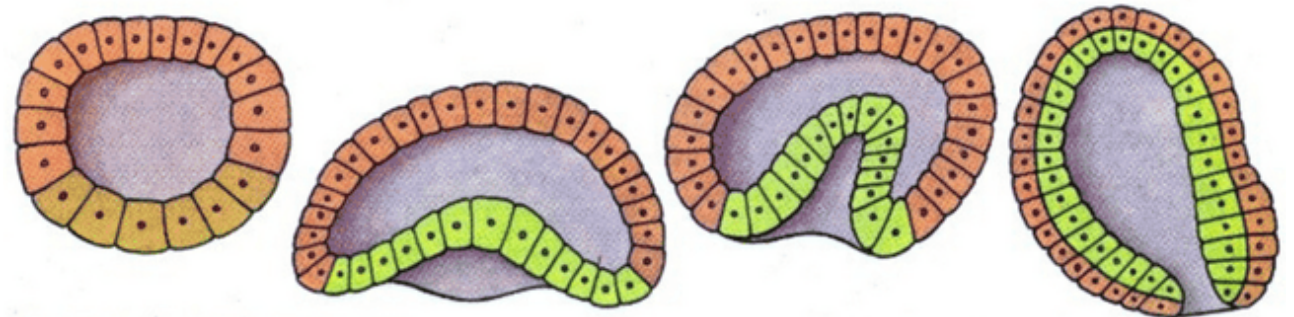
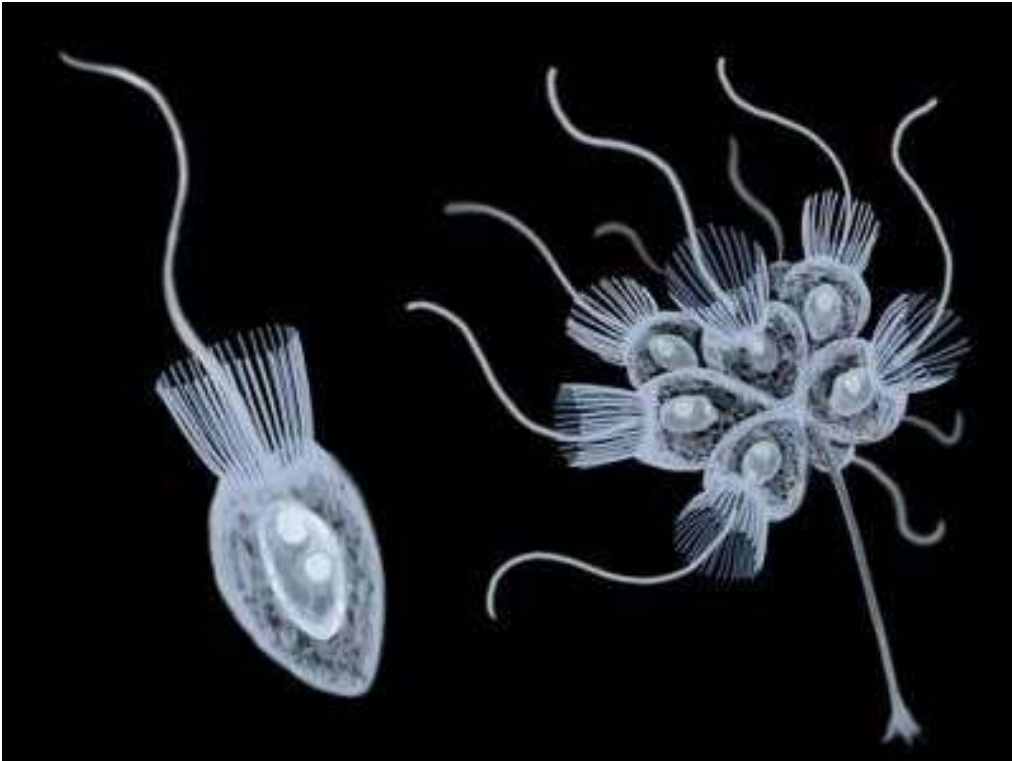
- **Živočichové:** Před 570–550 mil (**Kambrická exploze**) – sdružování, individualita ale specializace – mechanické a funkční propojení (ale možná až 2 mld)
- Společné homeoboxové sekvence: geny řídící komplikovaný embryonální vývoj (u Metazoa = živočichové)



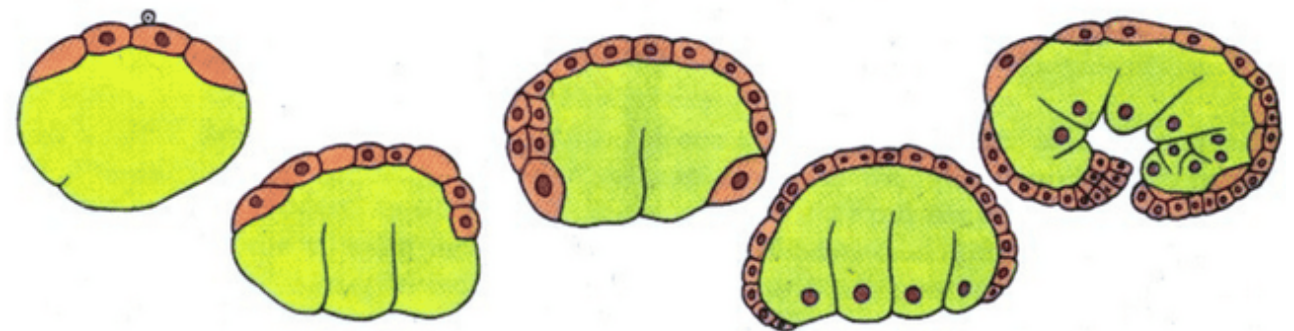


# Vznik mnohobuněčnosti

- Nejblížejším příbuzným živočichů: **Choanoflagellata** (trubénky)
- **Haeckelova invaginační teorie:** Neuspořádaný shluk buněk, některé se časem vchlípily dovnitř (morula-blastula-gastrula)
- **Mečnikova imigrační teorie:** některé buňky vcestovaly dovnitř (entoderm)



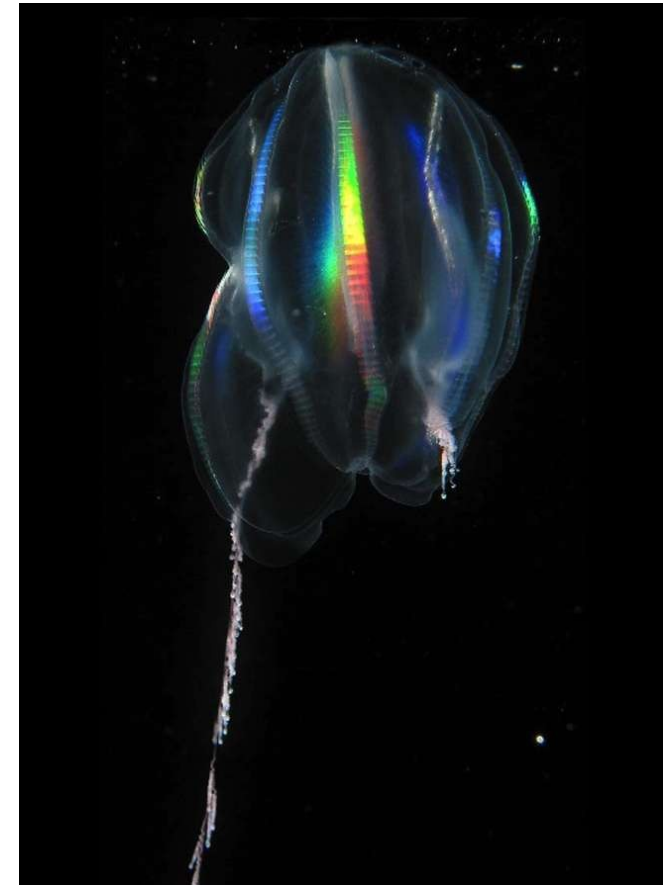
Gastrulation durch Einstülpung



Gastrulation durch Umwachsung

# Vznik mnohobuněčnosti

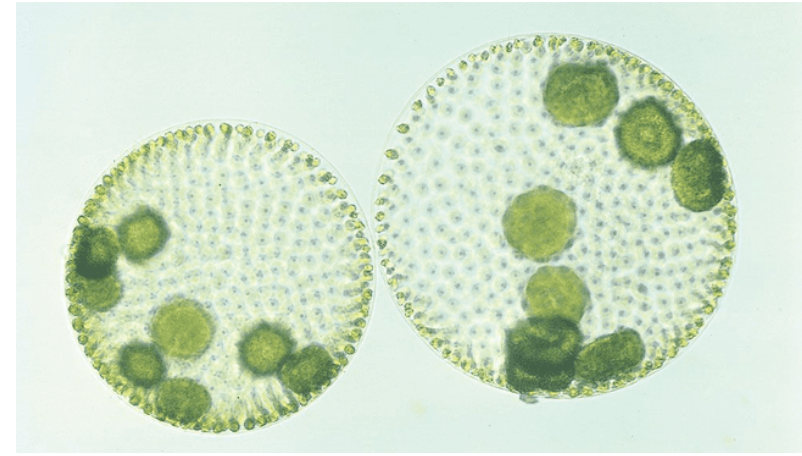
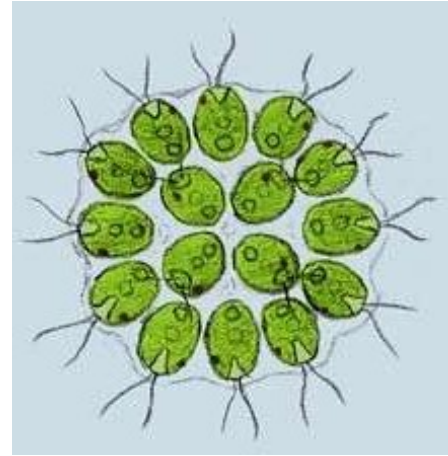
- **Bütschliho plakulární teorie** (Diblastica): plochý dvouvrstvý organismus plakula – spodní přisedlá část specializovaná na příjem potravy se vchlípila dovnitř
- **Ciliární teorie**: mnohoaderná buňka se rozdělila na více jednojaderných





# Vznik mnohobuněčnosti

- **Rostliny:** Vyvinuto několikrát (470 mil.), protože se nemusí pohybovat za potravou – jednodušší vznik, tři cesty:
- **Kolonie z několika původních jedinců** (zelené řasy: *Chlamydomonas*, *Gonium*, *Volvox globator*)
- **Mnohonásobné dělení jadra**, vznik jednobuněčných ale vícejaderných stélek (*Caulerpa*)
- **Dělení původní buňky** a postupná specializace dceřiných buněk (ostatní rostliny – v pravém slova smyslu tedy také 1x)



**Co obnáší život a souši a ve vodách?**



# Co obnáší život a souši a ve vodách?

- **Živočichové**
- Zabránění **vyschnutí**: úprava exkrečních systémů (amoniak → kyselina močová → močovina), vznik šupin – peří a srsti
- **Rozmnožování** nezávislé na vodě jako nosiči gamet: vývoj vnitřního oplození vajíček
- Speciální struktury k vydržení **gravitace**: ve vodě hydrodynamické tvary, protože nemusí řešit, na souši endoskeleton (páteř), vývoj končetin
- Dýchání **vzduchu**: Náhrada žaber plicemi
- **Přínosy**: Snadnější pohyb a dýchání, vývoj smyslů: změna refraktivního indexu (zrak), lehčí přenos vysokofrekvenčních zvuků (sluch). Život na souši jednodušší: 80 % druhů na pevnině (lépe oddělené biotopy), 15 % v oceánech, 5 % ve sladkých vodách.



# Co obnáší život a souši a ve vodách?

- **Preadaptace?**
- **Členovci:** Exoskeleton brání vyschnutí, vyztužuje pro vyšší gravitaci a poskytuje podporu pohybu
- **Obratlovci:** Vývoj „suchozemských“ očí ještě ve vodě – větší oči = více info (ale jen ve vzduchu, ve vodě ne), dopředu připravené i nervové okruhy pro chůzi
- **Pozn:** Společný předek mnohobuněčných v moři (sůl)

## Massive increase in visual range preceded the origin of terrestrial vertebrates

Malcolm A. MacIver, Lars Schmitz, Ugurcan Mugan, Todd D. Murphey, and Curtis D. Mobley  
[+ See all authors and affiliations](#)

PNAS March 21, 2017 114 (12) E2375-E2384; first published March 7, 2017; <https://doi.org/10.1073/pnas.1615563114>

Edited by Neil H. Shubin, The University of Chicago, Chicago, IL, and approved January 24, 2017 (received for review September 17, 2016)

Neurobiology

## Hearing in the African lungfish (*Protopterus annectens*): pre-adaptation to pressure hearing in tetrapods?

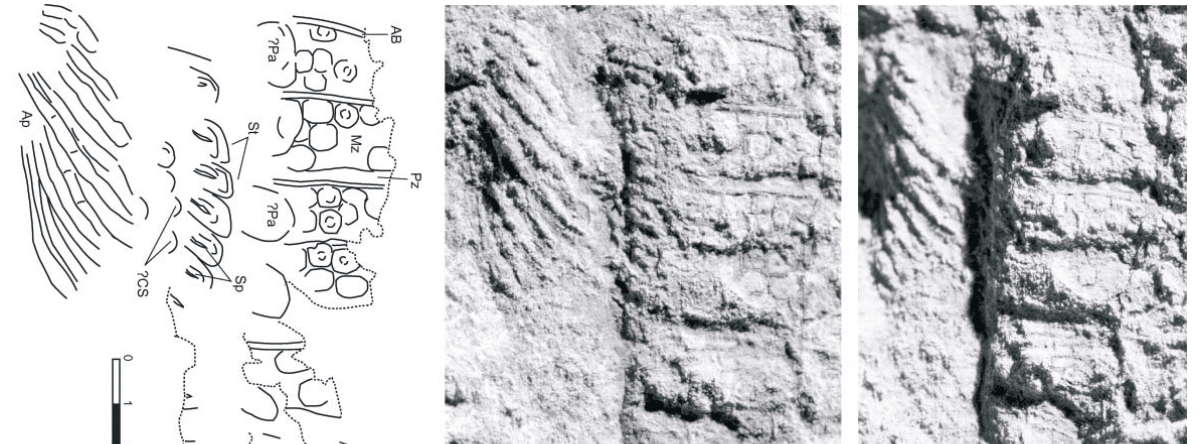
Jakob Christensen-Dalsgaard , Christian Brandt, Maria Wilson, Magnus Wahlberg and Peter T. Madsen

Published: 08 September 2010 | <https://doi.org/10.1098/rsbl.2010.0636>



# Přechod života na souš – členovci

- 490 mil: stopy na pobřeží – euthycarcinoidi (příbuzní stonožkvcům)
- 450 mil: stopy mnohonožek (rostliny potrava?)
- 430 mil: nejstarší fosilie – *Pneumodesmus*, mnohonožka (tracheální systém)





# Přechod života na souš – členovci

- 415 mil: stopy konzumace členovců na rostlinách
- 430 mil: Vyšší rostliny (*Cooksonia*), kdo dříve – rostliny?
- První houba *Ourasphaira giraldae* 1 mld.



## Current Biology



Volume 23, Issue 6, 18 March 2013, Pages R241-R243

Dispatch

## Evolution: Out of the Ocean

Letter | [Published: 22 May 2019](#)

### Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada

[Corentin C. Loron](#) , [Camille François](#), [Robert H. Rainbird](#), [Elizabeth C. Turner](#), [Stephan Borensztajn](#) & [Emmanuelle J. Javaux](#) 

[Nature](#) 570, 232–235 (2019) | [Cite this article](#)



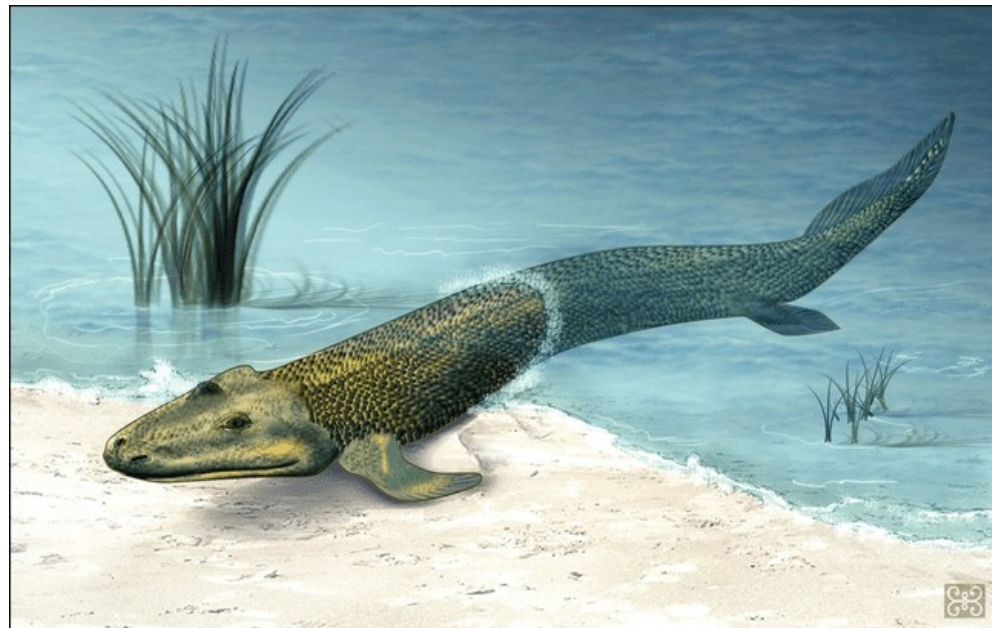
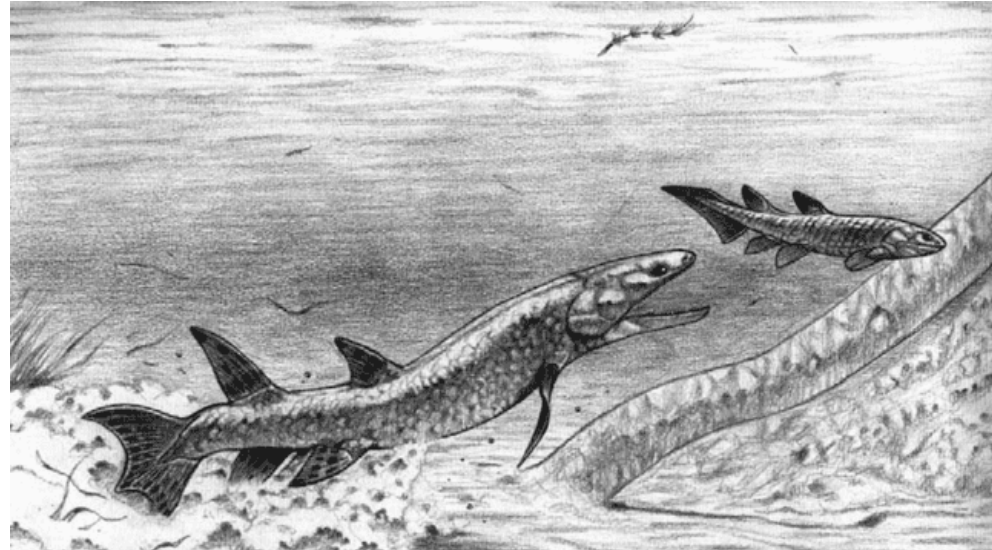
# Přechod života na souš – čtvernožci

- Devon (420–360 mil): proliferace rostlin na souši – listy do řek a potoků → růst vodní vegetace → přitahuje býložravé bezobratlé → malé ryby → prostředí lákavé ale nevhodné pro mořské živočichy, zejména protože vody anoxní (teplejší voda než oceán + rozklad) → potřeba vyvinout nový typ dýchání
- Vodní býložravci → vodní masožravci → pozemští masožravci (vývoj mozku)



# Přechod života na souš – čtyvernožci

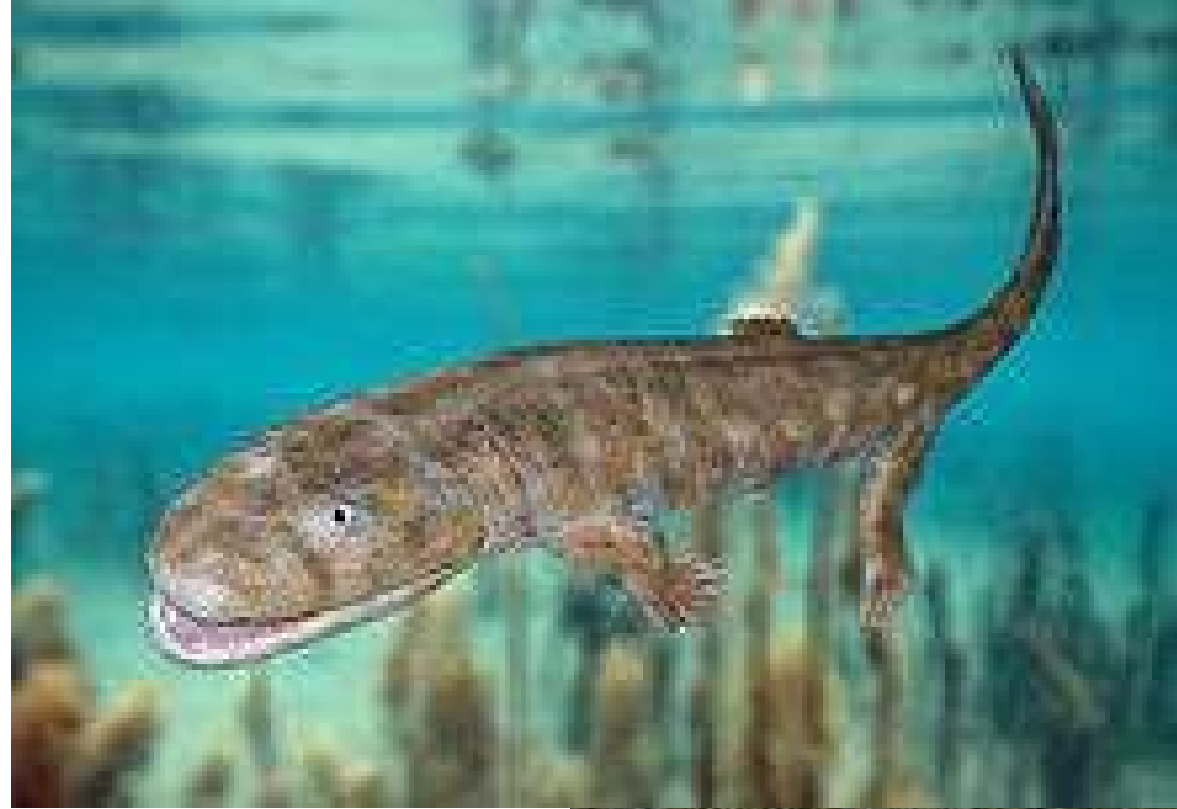
- Dřívější představa: ryby jako lezec obojživelný
- Skuteční předci: nozdraté ryby (*Latimeria*)
- 385 mil: stále vodní *Eusthenopteron*
- 375 mil: přechodný *Tiktaalik*: žábry (ale už i primitivní plíce), šupiny, ploutve ale prsní ploutve mají zápěstní, loketní i ramenní klouby, zploštělá hlava na pohyblivém krku.





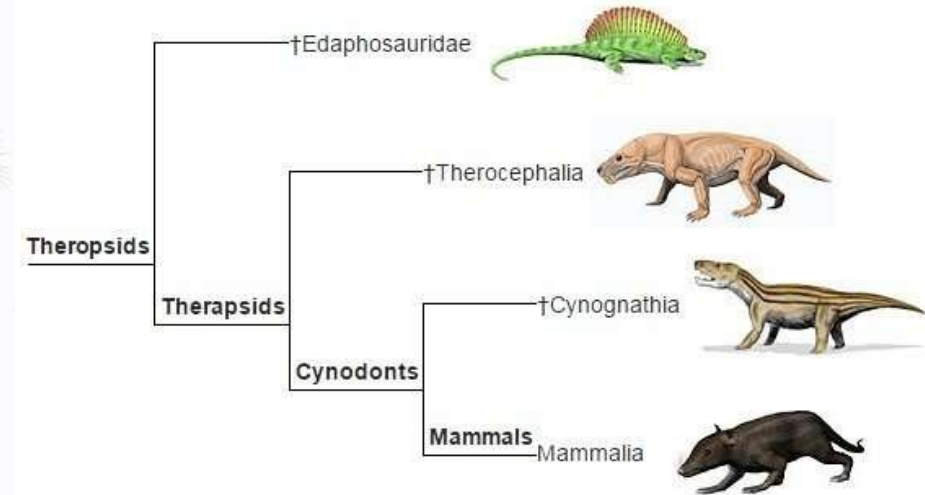
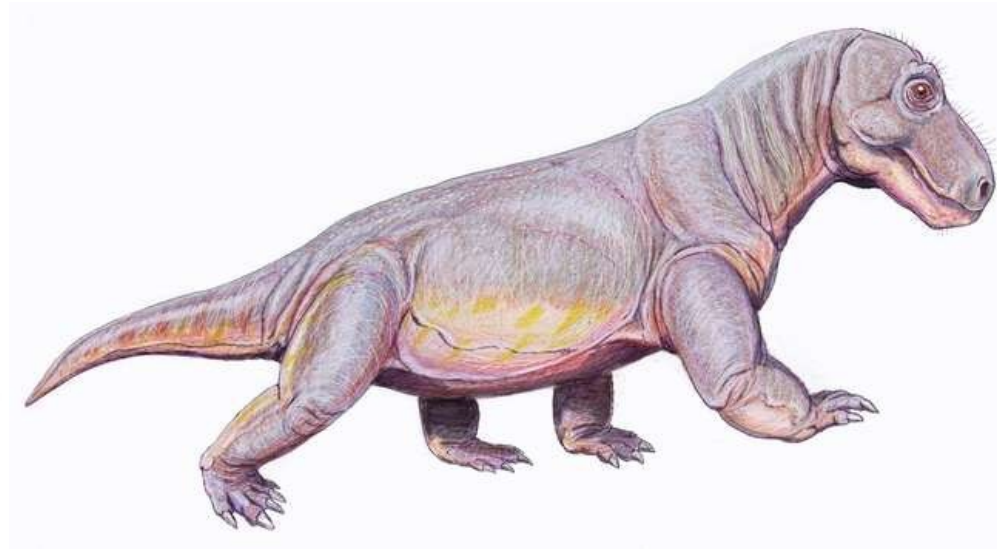
# Přechod života na souš – čtvernožci

- 365 mil: *Acanthostega*: vyvinuté končetiny, plíce ale stále částečně vodní prostředí
- 360 mil: *Ichthyostega* – předek obojživelníků, plazů, ptáků i savců
- Romerova mezera (30 mil ?) – poté už plně vyvinuté suchozemské formy (někteří vajíčka do vody a vlhká kůže, jiní amnioti), vývoj čtyř párů nohou, náhrada žaber za plíce, zvětšení úst a očí



# Přechod života na souš – čtvernožci

- **330–300 mil: Amniota (blanatí obratlovci):** Vajíčka přežijí v suchém prostředí (sauropsidi a synapsidi)
- **300–250 mil (Perm):** Synapsidi (pelykosauři a terapsidi) – dominují, sauropsidi (jen suché a horké prostředí)



# Přechod života na souš – čtvernožci

- **Vymírání Perm/Trias:** po 30 mil let obnovy dominují sauropsidi (hl. archosauři – z nich v pozdním Triasu dinosauři, dominantní v Juře a Křídě: **200–66 mil.**)
- **150 mil** (konec Jury): ptáci
- **Terapsidi:** malí noční hmyzožravci → evoluce teplokrevnosti a srsti → savci (rozvoj diverzity po K/T rozhraní)





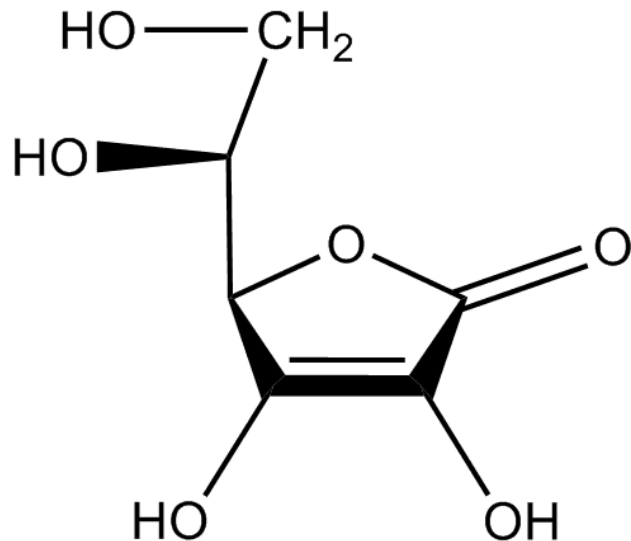
# Přechod života na souš – rostliny

- Zabránění **vyschnutí**: Rostliny ve vodě nepotřebují transportní systémy, živiny a voda všude kolem, kutikula
- **Rozmnožování** nezávislé na vodě jako nosiči gamet: gamety se mohou ve vodě samy šířit, na souši vznik pylu a semen
- Speciální struktury k vydržení **gravitace**: vnitřní komplexita a specializace – fotosyntéza nahoře, kořeny pro nasávání vody a minerálů dole, transportní a podpůrný stonek
- Dýchání **vzduchu**: viz následující důsledky...
- **Přínosy**: Rozvoj diverzity (hlavně u krytosemenných)  
I díky hmyzu...



# Přechod života na souš – rostliny

- Hnědé řasy žijící v moři akumulují anorganické antioxidanty (Ru, Vd, Zn, Mo, Se, I) – 300 000 × více než ve sladké vodě
- Kyslík v atmosféře kvůli fotosyntéze → Vstup rostlin a živočichů do řek (500 mil), kde je ale nedostatek minerálních antioxidantů v prostředí → problém: **Vývoj antioxidantů.**
- **Rostliny:** organické antioxidanty: kys. askorbová, polyfenoly, flavonoidy,...
- **Živočichové:** endogenní enzymatické antioxidanty – jodidy



			
<b>CHLOROPHYLL</b>	<b>CAROTENOIDS &amp; FLAVONOIDS</b>	<b>CAROTENOIDS</b>	<b>ANTHOCYANINS &amp; CAROTENOIDS</b>
	 LUTEIN A type of carotenoid	 B-CAROTENE A type of carotenoid	 ANTHOCYANINS (general structure)
	Carotenoids and flavonoid pigments are always present in leaves, but as chlorophyll is broken down in the autumn their colours come to the fore. Xanthophylls, a subclass of carotenoids, are responsible for the yellows of autumn leaves. One of the major xanthophylls, lutein, is also the compound that contributes towards the yellow colour of egg yolks.	Carotenoids also contribute orange colours. Beta-carotene is one of the most common carotenoids in plants, and absorbs green and blue light strongly, reflecting red and yellow light and causing its orange appearance. It is also responsible for the orange colouration of carrots. Carotenoids in leaves start degrading at the same	Anthocyanin synthesis is kick-started by the onset of autumn. As sugar concentration in the leaves increases, it inhibits anthocyanin

# Přechod života na souš –

## rostliny

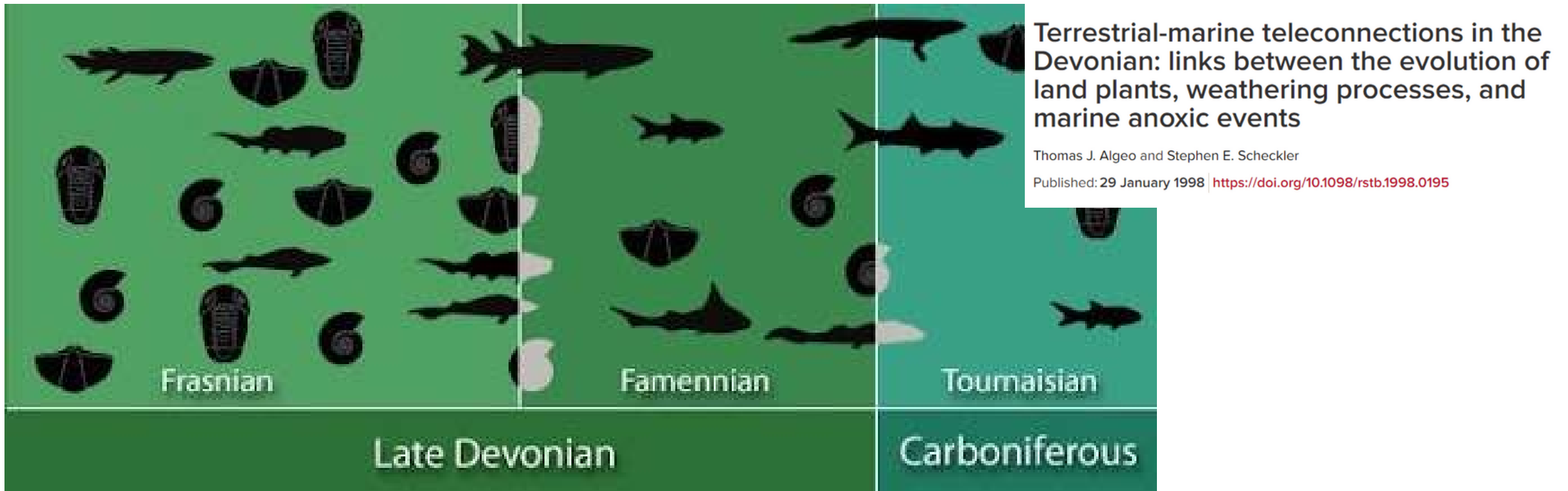
- **Vývoj půdy:** směs minerálů a rozložené organické hmoty. To znamená, že v prapočátku nebyla, voda a nutrienty se neudržely, silná eroze
- Prekambrium: Mikrobiální povlaky bakterií (doklad 3.22 mld); Kambrium: Sinice v přílivové zóně; Ordovik: fosilní stopy hrabajících živočichů – červů a členovců (rychlejší vývoj půd)
- **420 mil (Silur): možná lišejníky** (houba + zelené řasy/sinice) → další tvorba půdy.





# Přechod života na souš – rostliny

- **Krise v mořích (Devon, cca 375 mil.)**
- Kořeny rostlin → větší vyplavování nutrientů do půdy → do řek → přemnožení řas v mořích → konzumace kyslíku → anoxní prostředí v hloubkách → extinkce



# Přechod života na souš – rostliny

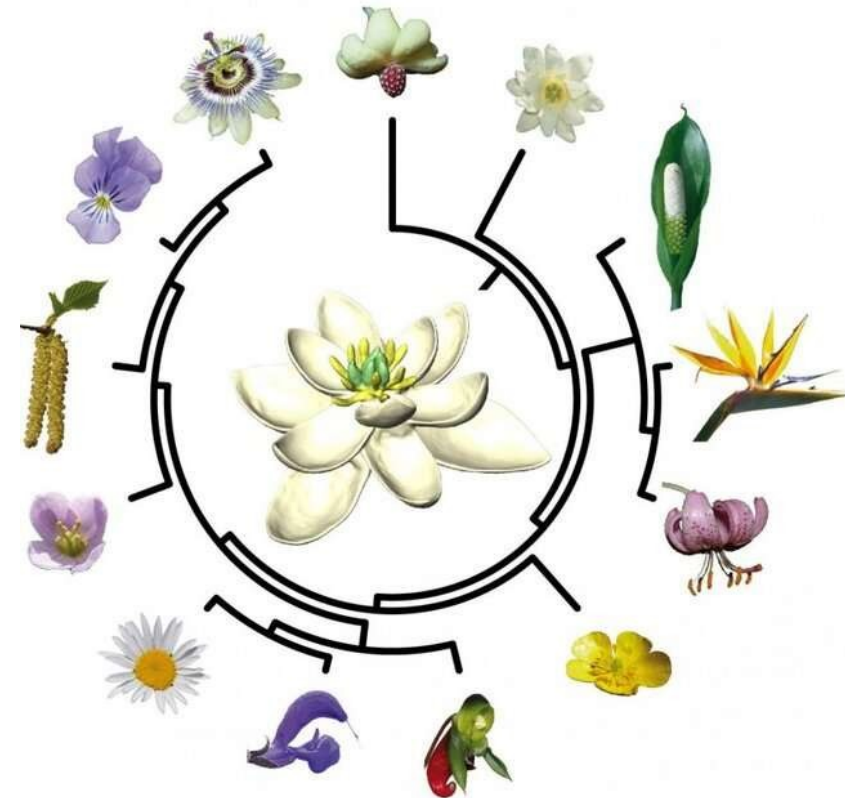
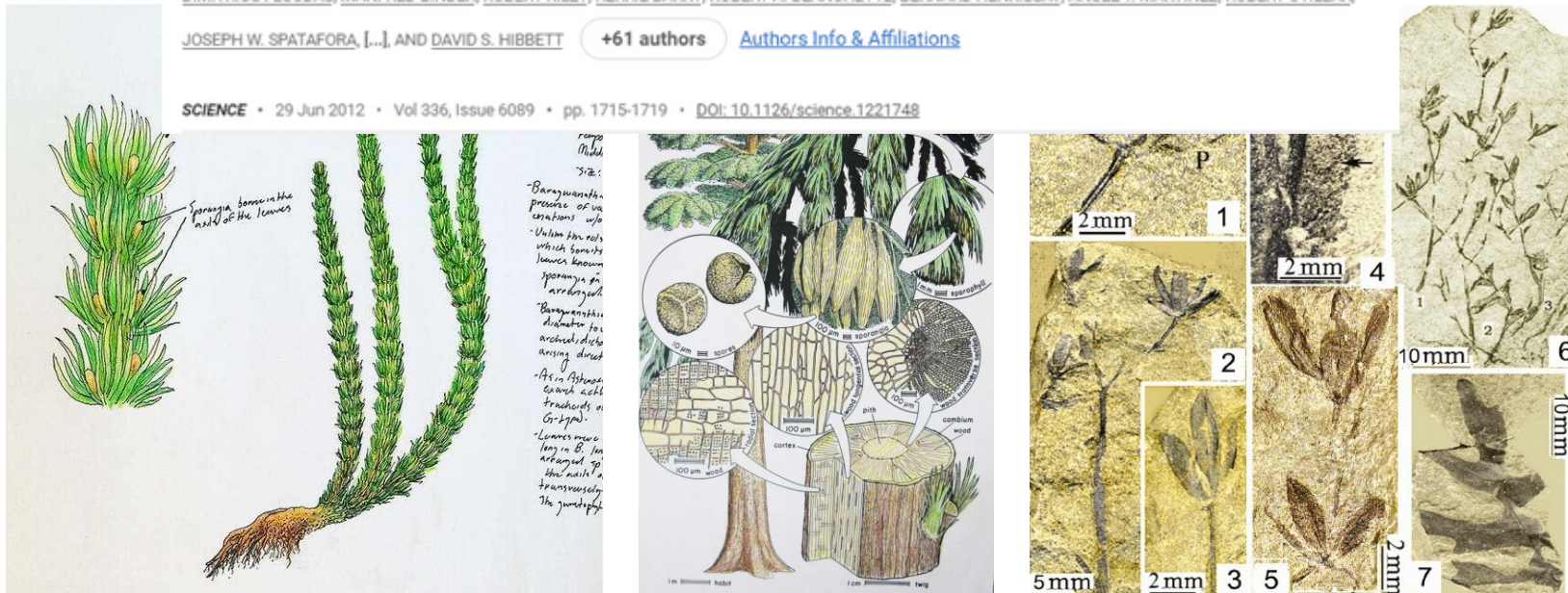
- **370 mil** (pozdní Devon): stromy (*Archaeopteris*) – zpevnění půdy a **odstraňování CO<sub>2</sub> → C do stonku (lignin)**. První houby rozkládající dřevo v pozdním Devonu (zatím v malém) → snížení skleníkového efektu → doba ledová v karbonu.
- **140–130 mil** (Křída): První kvetoucí rostliny

## The Paleozoic Origin of Enzymatic Lignin Decomposition Reconstructed from 31 Fungal Genomes

DIMITRIOS FLOUDAS, MANFRED BINDER, ROBERT RILEY, KERRIE BARRY, ROBERT A. BLANCHETTE, BERNARD HENRISSAT, ANGEL T. MARTÍNEZ, ROBERT OTILLAR,

JOSEPH W. SPATAFORA, [...] AND DAVID S. HIBBETT +61 authors [Authors Info & Affiliations](#)

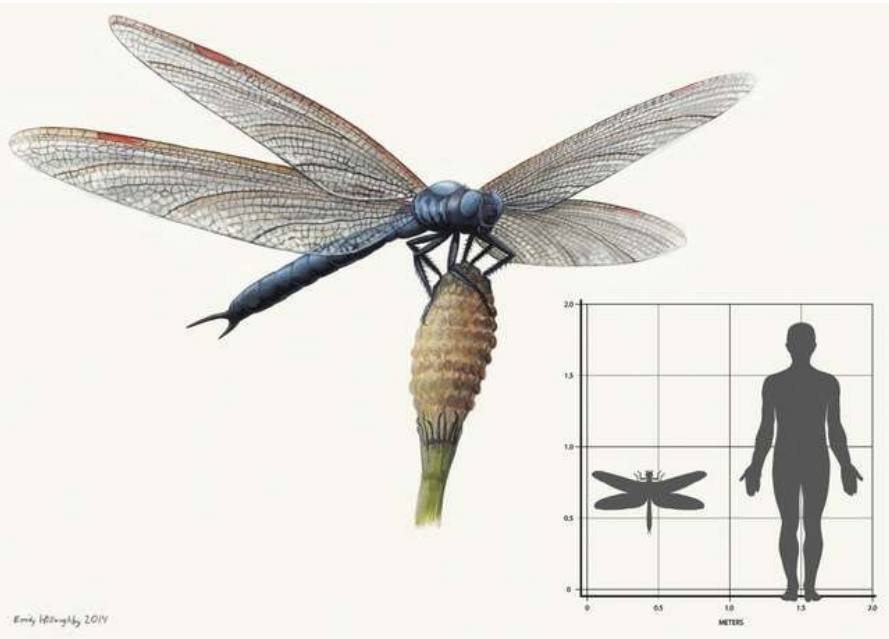
SCIENCE • 29 Jun 2012 • Vol 336, Issue 6089 • pp. 1715-1719 • DOI: 10.1126/science.1221748





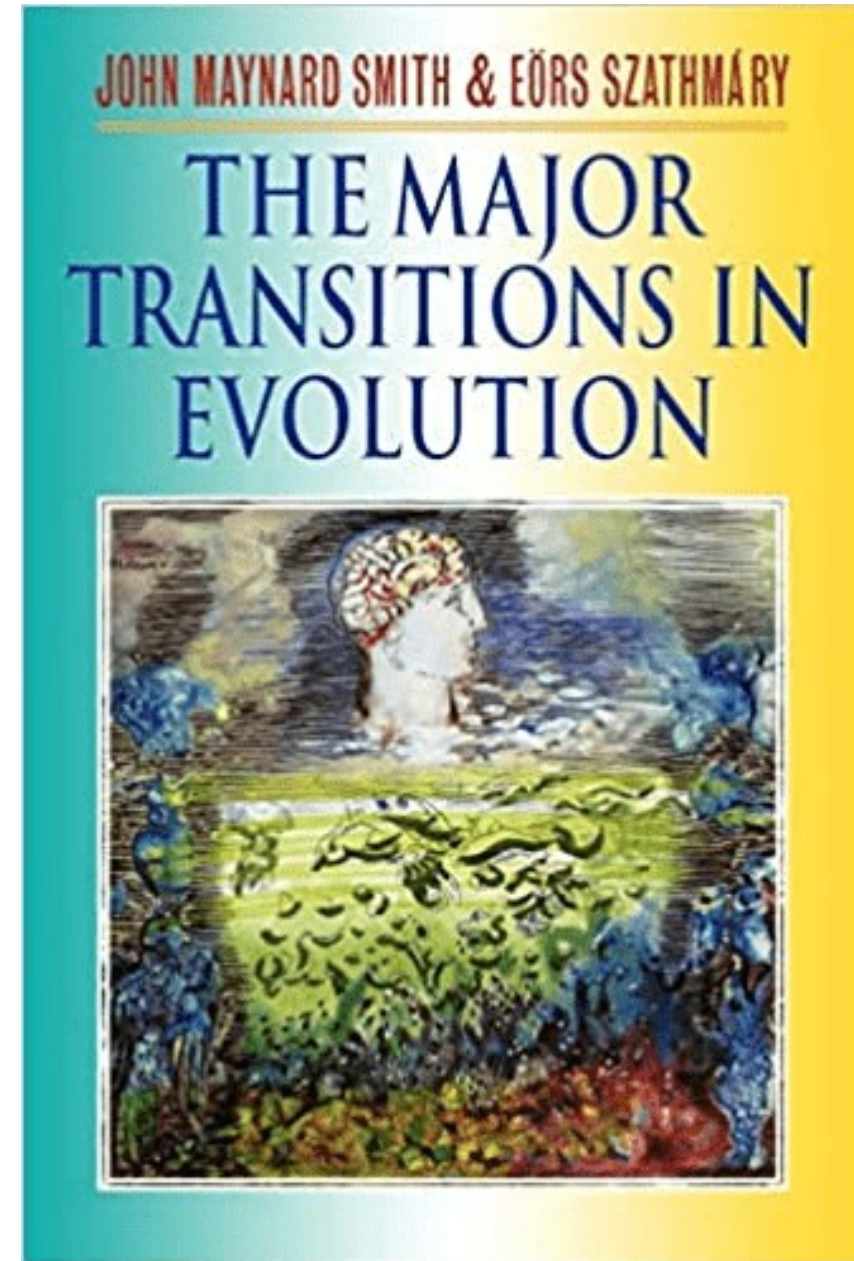
# Přechod života na souš – hmyz

- 400 mil (Devon): První bezkřídlý hmyz
- 310 mil (Karbon): Vývoj létání (*Carbotriplura kukalovae*)
- **Giganti:** *Meganeura monyi* (65 cm), *Bohemiatopus elegans* (ČR), *Dunbaria fascipennis* (55 cm), *Arthropleura*
- H: Nadbytek O<sub>2</sub>, tlak vzduchu, závody ve zbrojení, (ne)predace



# Shrnutí na konec

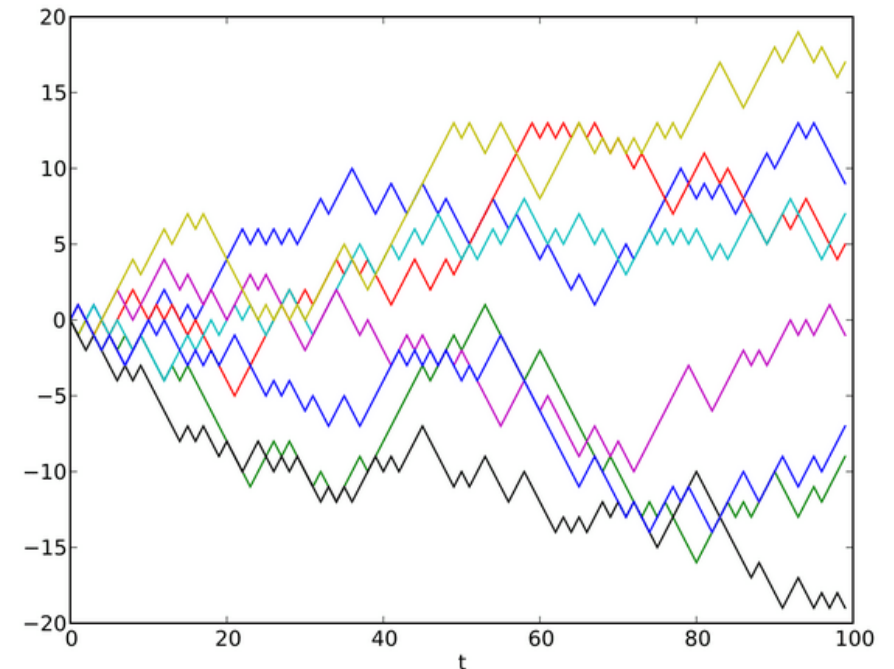
- Replikující se molekuly se přeměňují na populace molekul v kompartmentech
- Od nezávislé replikace RNA k chromozomům (Hypotéza RNA světa)
- Od RNA jakožto genů i enzymů k DNA a proteinům
- Od prokaryot k eukarotům
- Od asexuálních klonů k sexuálním populacím
- Od protist k mnohobuněčným
- Od jednotlivců ke koloniím (eusocialita)
- Od primátích tlup k lidským společnostem





# Shrnutí na konec

- Je nedílnou součástí biologické evoluce růst složitosti včetně vzniku inteligentních bytostí? Je toto zaručeno základními vlastnostmi přirozeného výběru?
- **Ne:** Stephen Jay Gould – vývoj tak extrémní složitosti jako člověk je náhoda „**teorie procházky opilce**“
- **Ano** (kritika Goulda): Pozitivní zpětná vazba – závody ve zbrojení (samci u primátů, predátoři v Amerikách). Úloha náhody v historii určitého druhu má pramalý vliv na pravděpodobnost objevení se určité biologické vlastnosti.



[Original Paper](#) | [Open Access](#) | [Published: 12 May 2017](#)

## Predation pressure shapes brain anatomy in the wild

[Alexander Kotrschal](#) [✉](#), [Amy E. Deacon](#), [Anne E. Magurran](#) & [Niclas Kolm](#)

[Evolutionary Ecology](#) **31**, 619–633 (2017) | [Cite this article](#)

5409 Accesses | 44 Citations | 36 Altmetric | [Metrics](#)

### Abstract

There is remarkable diversity in brain anatomy among vertebrates and evidence is accumulating that predatory interactions are crucially important for this diversity. To test this