

Nová  
beseda

Anton Markoš

# Co je nového v biologii

I



Co je nového  
v biologii

Vynalézaví  
obratlovci

Anton  
Markoš

Katalogizace v knize – Národní knihovna ČR

Markoš, Anton, 1949-

Co je nového v biologii : vynalézaví obratlovci / Anton Markoš. –  
1. vydání. – Praha : Nová beseda, 2020. – 1 online zdroj. -- (CJN ; 1)  
České a anglické resumé  
Obsahuje bibliografii a rejstřík

ISBN 978-80-88383-08-6 (online ; pdf)

57/59 \* 577.2 \* 575.8 \* 0/9

- biologie
- molekulární biologie
- evoluce (biologie)
- všeobecnosti a zajímavosti
- populárně-naučné publikace

57/59 –Biologické vědy [2]

Děkuji nakladatelům a lektorům, že mi dali příležitost si hrát  
a důsledně pečovali o kvalitu textu i o jeho provedení.

Za systematickou podporu mé výzkumné práce děkuji  
Grantové agentuře České republiky.

Text © Anton Markoš, 2015

Cover & layout © Belavenir, 2015

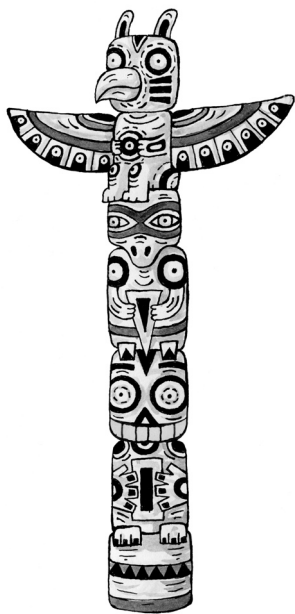
Photo © Karel Cudlín, 2015

© Nová beseda, 2020

ISBN 978-80-88383-08-6

# Obsah

Prolog	7
Zadání	12
Úvahy o životě	18
Co, jak, proč?	18
Texty, tvary, příběhy	19
Moduly	20
Evoluce	26
Genetika a epigenetika	29
Proteiny a „čtení“	30
Trendy ve výzkumu	37
Embryogeneze a struktury	41
Rýhování a gastrulace	41
My obratlovci	42
Vývoj a epigenetika	48
Chromatin	54
Histonový kód	55
Ad Hox aneb Fixace stavu	59
Metody zkoumání	62
Závěr	66
Co číst dál	68
Rejstřík	72



**Totemový sloup** – záznam paměti a zkušenosti daného společenství. Každá linie živých tvorů obdobně pečuje o svůj vlastní evoluční příběh. S rozrůžňováním společenství do rozličných linií může tentýž symbol sloužit jako základ různých příběhů; zanikne-li společenství, přestane být symbolem a ční jen jako kus materiálu.

# Prolog

<sup>9</sup>*Co bylo dříve, to zase bude,  
to, co se dělo, se bude dít.*

*Není nic nového pod sluncem.*

<sup>10</sup>*Copak je něco, o čem se dá říci:*

*Pojď se podívat na něco nového?*

*Vždyť to tu bylo už celé věky,*

*bylo to na světě dávno před námi!*

<sup>11</sup>*Není památky po našich předcích,*

*tak jako nebude po našich potomcích:*

*Ani památky nezbude po nich*

*mezi těmi, kdo je nahradí.*

*Kaz 1 (překlad Bible 21)*

Po svých rodičích jsme nezdělili nos, barvu očí, vnitřnosti ani nadání. Dali nám do vínku jedinou buňku, která vznikla splynutím dvou – pravda, potom se o její další osudy ještě nějakou dobu starali. Ta buňka – zygota – jaksi věděla, jak postavit dospělého tvora, navíc podobného předkům, *tak, jak to uměly zárodky* i všech našich předků, od úsvitu života. Byla nositelem zkušenosti, příběhu linie, našeho druhu. Jako biolog mohu s *Kazatelem* 1,9–10 souhlasit – abych pak tvrdě, zásadně nesouhlasil s veršem jedenáctým. Napětí mezi těmito tvrzeními se pokusím přiblížit v následujícím textu.

Jak to ta zygota dělá? Spor dávných preformistů s epigenetiky byl zdánlivě rozhodnut s prvými mikroskopy už v 18. století. Ti první se domnívali, že řád je přítomen vždy: v zárodku je už přítomen drobný tvoreček tak, jako je v poupěti skryta větvička i s květem. Tak donekonečna, Adam nosil ve svých varlatech celé budoucí lidstvo. Ti druzí oponovali, že v zygote nic podobného není, že řád vzniká z neřádu, jakoby



z ničeho, jako když z roztoku vypadnou krystaly, a vyhráli. Vyhráli však absolutně? Cožpak v zárodku vládne neřád? Dnes žasneme nad úžasnou dynamikou nitrobuňčných struktur – takže otázku nutno pozměnit: Jak z *tohoto* řádu povstává řád *jiný* – podoba mnohobuňčného tvora? A jak je tam skryta kontinuita podob – třeba to, že zygota jezevce „ví“, jak má vypadat jezevec?

Už jsme si v jedné chvíli mysleli, že to víme: řád přece představuje stabilní *zápis*, genetická informace v podobě DNA – ta vnutí netečné a neorganizované protoplazmě cesty vývoje! „Sobecké“ geny, o ty přece jde, staví těla – a ta nejzdatnější těla pomnoží do další generace právě své geny. Na tělech nezáleží, jde *jen a jen* o ty geny – a jak ta těla vypadají, má význam jen do té míry, do jaké usnadní přenos právě toho týmu genů, který je vytvořil. Soubor genů (genom) je „CD“, které si postaví „kopírku“ – podle toho, jak dobrou, nakopíruje se do další generace víc nebo méně „cédéček“. Zdatnost je mírou kopírovací schopnosti zařízení.

Avšak viděli jste už CD, které si samo postavilo kopírku? Geny staví, řídí, určují, přenášejí *se* do další generace – kolikrát jsme to už slyšeli? Když důraz na „se“, proč tedy staví těla? Inu, právě proto, že samy nic neumí: *nestaví, neřídí, neurčují* ani *se nepřenášejí*, ba ani *si nestaví* těla – geny v této představě prostě jenom *jsou* jako čistá informace či, chcete-li, program.

A teď zkusme převyprávět předchozí odstavec z druhé strany: Kdo je *čtenářem* informace uložené v DNA, když ne právě tělo, struktury protoplazmy? Struktury, nikoli neorganizovaná „živá hmota“. Jak uvidíme, DNA sama je tvarem – ten nabízí strukturám protoplazmy cesty vývoje. Nejzdatnější tělesné podoby přenesou svou zkušenost, svůj příběh, do další generace. Zdatnost je mírou schopnosti těla konfrontovat svou situaci ve světě (zkušenost, paměť) se vstupy

vnějšími i vnitřními, mj. i těmi genetickými – a podle toho formovat svou podobu. Život je v první řadě tělesnost.

Na evoluci obratlovců se níže pokusím předvést zejména dva projevy živého: 1. paměť a zkušenost, které se podílejí na budování přítomnosti, a 2. modulární charakter tělní stavby, který na všech úrovních organizace umožňuje neobyčejnou kreativitu v sebeprojevu živých bytostí.

Malá poznámka, než začneme.

Pokaždé, když píšu popularizující text, objeví se požadavek, abych nejprve vysvětlil základní pojmy jako DNA, RNA, protein, transkripce, translace, buňka apod. Začnu-li s tím, zabere mi to polovinu vymezeného prostoru. Přitom jsou to věci padesát let staré, které se najdou v každé učebnici nebo ve vyhledávači, a soudím, že dnes už patří k obecné gramotnosti. Samozřejmě se u některých souvislostí zastavím, ale základní pojmy a funkce ať si čtenář, pokud je nezná, najde sám, zde jen několik pojmů...

**Buňka:** buňky staví těla tak, že se dělí, rozrůzňují a proměňují. V biosféře rozeznáváme tři druhy: Bacteria, Archaea a Eukarya. Buňky prvních dvou skupin jsou drobné, kolem 1  $\mu\text{m}$  každým směrem, eukaryota spíše 10 a více mikrometrů, jejich buňky jsou tedy asi tisíckrát větší. Málokteré buňky žijí samy, obvykle se sdružují do mnohobuněčných útvarů. Některá eukaryota (jmenujme živočichy, rostliny a houby) vynalezla způsob, jak vystavit mnohobuněčné tělo z jediné zárodečné buňky. Zde se zabýváme hlavně jednou skupinou mnohobuněčných eukaryot – živočichy.

**Gen:** původně čistá informace, vložka, která způsobí ten a ten znak (vložka pro modré oči). Posléze nenáhodná lineární posloupnost značek, jež se kopíruje a může fungovat jako program pro buněčný „wetware“. Pak se ukázalo, že tato informace je implementována

do dvouvláknového (dvě komplementární vlákna) nosiče – DNA, a to jako pořadí čtyř složek – bází. Konečně genem je jen takový úsek DNA, který se transkribuje do RNA. Takto mu budeme rozumět i my. U mnoha organismů (např. u člověka), obsahuje genom jen několik málo procent genů, a podobně je to u většiny eukaryot (asi 10–30 tisíc); neznamená to však, že zbytek genomové DNA nenese informaci jiného druhu.

**Genom:** soubor veškeré DNA v buňce. V jádře je rozdělen na úseky – chromozomy, na kterých jsou geny uspořádány v pevně daném pořadí. Člověk má 43 chromozomů ve dvou sadách, každá od jednoho z rodičů. Jedna sada obsahuje asi tři miliardy bází. Velmi malý, avšak důležitý genom (řádově sto tisíc bází) však mají i buněčné organely – mitochondrie –, proto mluvíme o veškeré DNA v buňce, nikoli v jádře. Genom bakterií je asi tisíckrát menší a obsahuje asi desetkrát méně genů.

**Homologie:** v tomto textu příbuznost znaků v různých liniích organismů, příbuznost na základě toho, že daný znak byl přítomen u společného předka dané linie (např. přední končetina všech obratlovců, anebo slovo *vlas* v češtině a *volos* v ruštině).

**Chromatin:** strukturní uspořádání jádra eukaryot. Nejvýraznějšími a nejčtetnějšími strukturami jsou nukleozomy, proteinové „cívky“ s namotanou DNA (obr. 2 na s. 32). Desítky milionů nukleozomů v každém jádře. Bakterie chromatin nemají, i když pochopitelně i jejich genom je uspořádán.

**Replikace:** kopírování DNA. Obě vlákna slouží jako „razidlo“, „kadlub“, návod pro přikládání komplementárních bází – z jedné dvoušroubovice vzniknou dvě. Nutná při každém dělení buňky.

**Transkripce:** komplementární přepis jednoho z vláken genu do jednovláknové RNA; zde si budeme všimnout jen té RNA, která nese informaci pro syntézu proteinů.

**Translace:** proces syntézy proteinů. Na RNA se nejdříve definuje počátek čtení a od něho se počítají trojice bází, z nichž

každá definuje jednu z dvaceti aminokyselin podle pravidel *genetického kódu*; například triplet UUU určuje aminokyselinu fenylalanin, AUG methionin atd. Aminokyseliny jsou postupně přikládány a spojovány do lineárního proteinového řetězce.

**Protein:** nenáhodný lineární polymer aminokyselin sestavený podle RNA s užitím genetického kódu. Dlouhý v průměru 500 aminokyselin (s rozptylem deset tisíc až dva miliony). Řetězec se sbalí do trojrozměrného útvaru, který však není statický a může přecházet mezi různými tvary – konformacemi. Tato vlastnost, spolu se schopností rozpoznávat jiné molekuly a něco s nimi provádět, je klíčová pro funkci proteinů. Protein se sice syntetizuje z dvaceti aminokyselin, může být však různě chemicky upravován (epigenetické modifikace způsobené jinými proteiny), takže v „hotovém“ stavu může řetězec sestávat z mnoha desítek aminokyselin.