

## Metodické aspekty: interpretace historických procesů

1

## Úvod

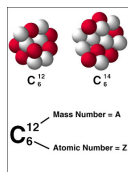
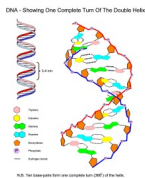
- dva základní výstupy biogeog:
  - rozšíření jednotlivých taxonů
  - zobecnění vyplývající ze srovnávací analýzy
- ⇒ nejprve musíme poznat rozšíření jednotlivých taxonů (popisná práce), poté můžeme zobecňovat pomocí vědecké metodiky (hypotézy, predikce, testování)
- Bg studuje přítomnost, ale vysvětluje ji pomocí minulých událostí => specifická metodika

1. proměnné, které lze využít
2. metodické aspekty

2

## Interpretace historických procesů:

### Podstata genetických a izotopových analýz



3

## Informace o evoluční historii

- práce s **morfologickými** daty (paleontologie)
- několik problémů:
  - ovlivnění morfologie **nedědičnými vlivy** (obecně např. typem potravy, jejím množstvím atd.), **vývin (ontogeneze)**
  - **konvergence** – evoluce podobných morfologií (někdy nerozeznatelných) vlivem stejných selekčních tlaků
- využití údajů ze struktury **DNA** (sub/recentní vzorky)
  - nezávislá sada znaků

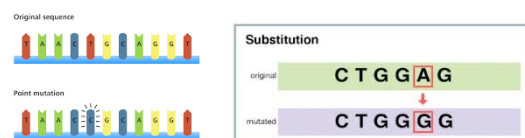
4



5

## Výhody molekulárních znaků

- předávána z generace na generaci
- akumuluje změny (mutace)
- většina **mutací neutrálních** (vzhledem k fitness jedince)
- jaderná DNA (rekombinace) vs mtDNA (bez rekombinace)
- **různá rychlost mutací** na různých místech genomu (čím funkčně důležitější úsek, tím méně mutací)



6

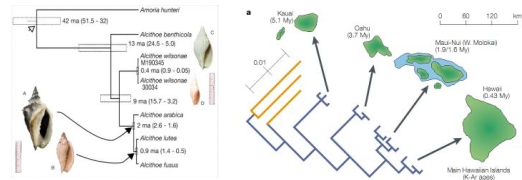
## Molekulární hodiny

- u neutrálních mutací možno předpokládat konstantní rychlost mutací
- je-li generační čas porovnávaných organismů srovnatelný, je možné z počtu mutací odvodit absolutní čas oddělení dvou evolučních linií (od společného předka) - koalescence
- nutnost kalibrace
- různé geny vykazují různou mutační rychlost
- **konstantní mutační rychlost problematická**

7

## Kalibrace molekulárních hodin

1. podle geologických událostí (známý čas vikariace)
  - problémy: oddělení geografické nemusí odpovídat oddělení evolučních linií (přetrvávání toku genů po nebo naopak oddělení linií před vikariací)
2. použití fosilního záznamu
  - existují odhady mutační rychlosti pro jednotlivé geny a taxony – značné rozdíly => využití pro různé studie



8

## Příklady mutačních rychlostí

- **jaderná DNA**
  - nesynonymní savci 0,15; *Drosophila* 0,38 % za milion let
  - synonymní savci 0,70; *Drosophila* 3,12 % za milion let
- **cpDNA**
  - nesynonymní 0,004 - 0,010 % za milion let
  - synonymní 0,024 - 0,116 % za milion let
- **mtDNA**
  - kódující oblasti savci 2,0; *Drosophila* 2,0 % za milion let
  - D-loop člověk 13-270 % za milion let (% myr)

9

## Molekulární data v demografických analýzách

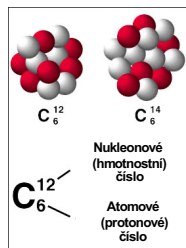


- prudký pokles počtosti => pokles genetické variability druhu (bottleneck), lze snadno zjistit
- příklad geparda
  - výrazný pokles v minulosti (efektivní velikost populace jen pár jedinců), dodnes má 10-100x nižší genetickou variabilitu než typičtí savci
- populace mnoha druhů kolísaly během pleistocénních oscilací klimatu (kontrakce a expanze), lze studovat pomocí matematického aparátu populační genetiky
- z profilu genetické variability lze odhadnout nejen velikost populace v refugiu, ale také počet refugií
- data i z 1 genomu!

10

## Izotopy

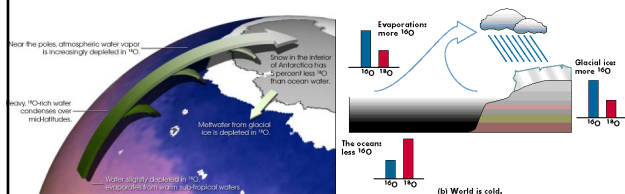
- Izotopy - různé konfigurace prvků (počet neutronů)
- izotopy lze analyticky odlišit
- prostředí ovlivňuje poměr těchto izotopů v chemických sloučeninách
- využití pro:
  - datování událostí (poločas rozpadu)
  - rekonstrukci klimatických podmínek
  - rekonstrukci migračních cest
- různé fyzikální a chemické děje selektují určité izotopy oproti jiným => chemické složení molekul nese stopu svého vzniku nebo modifikace



11

## Evaporace vody <sup>16</sup>O vs <sup>18</sup>O

- při změně z kapalného na plynné skupenství se preferenčně vypařuje izotop <sup>16</sup>O => vodní pára v atmosféře (a déšť a sníh) mají relativně více <sup>16</sup>O, v oceánech relativně více <sup>18</sup>O

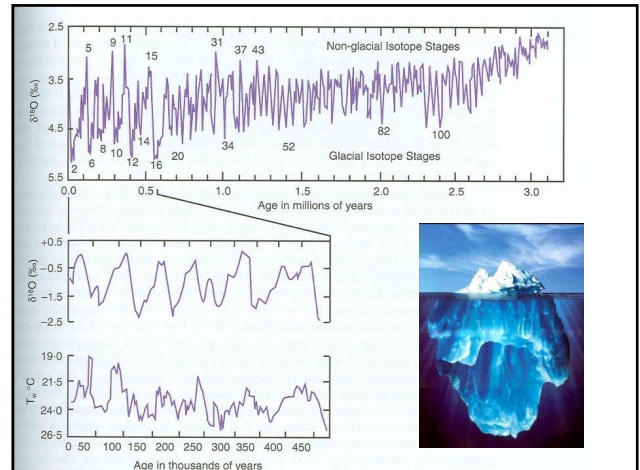


12

- využití při rekonstrukci paleoklimatu
  - vrty v ledovcích a analýzy mořských sedimentů, poměr  $^{18}\text{O}:^{16}\text{O}$
  - hodně  $^{18}\text{O}$  v mořských sedimentech => mnoho vody fixováno v ledovcích
  - hodně  $^{18}\text{O}$  v dané vrstvě ledovce => teplejší období, málo vody fixováno v ledovcích
- antarktický ledovec, stanice Vostok, až 420 tis. let; horské výrazně méně
- oceánské sedimenty, údaje až z pliocénu (2,5-5 mya)



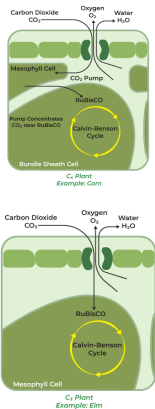

13



14

### Fixace C při fotosyntéze: $^{12}\text{C}$ vs $^{13}\text{C}$

- rozdělení na  $\text{C}_3$  a  $\text{C}_4$  rostliny podle způsobu fixace C (řetězce se 3 nebo 4 atomy uhlíku)
- enzym  $\text{C}_4$  rostlin (PEP karboxyláza) preferenčně využívá těžší  $^{13}\text{C}$
- => produkt fotosyntézy  $\text{C}_4$  rostlin má jiný poměr  $^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$  než u  $\text{C}_3$  rostlin
- rostlinný materiál přijímaný v potravě si s sebou nese izotopový poměr do dalších trofických úrovní (ukládání v tělech živočichů)



15

### Izotopy C a O v tkáních ptáků


- možno stopovat zimoviště bez přímých pozorování
- migrační cesty, američtí hmyzožraví pěvci (suchá buš vs tropický prales; poměr izotopů z drápů, přes herbivorní hmyz)
- zimoviště pěníce černohlavé na Pyrenejském poloostrově nebo v Británii, údaje z peří
- dřívější přilet pěníc z Británie, selektivní párování (sympatrická speciace), ale také selekční výhoda (získání kvalitnějších hnízdišť)



16

### $^{14}\text{N}$ vs $^{15}\text{N}$

- fixace bakteriemi (nitrogenáza, preferenčně  $^{14}\text{N}$ ) vs. využití mineralizovaných nitrátů z půdy
- jiný poměr  $^{14}\text{N}:^{15}\text{N}$  mořské a sladkovodní prostředí (mořské více  $^{15}\text{N}$ )
- migrace lososů
- po vytření smrt, rozkládají se těla důležitou součástí koloběhu látek v horských ekosystémech, důležitý zdroj dusíku
- lov lososů => pokles množství dusíku v ekosystému, klesající produktivita boreálních ekosystémů Aljašky a Kanady



17