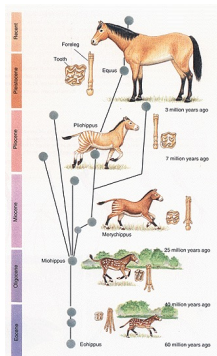


Pohled evoluční

(druhy, speciace, extinkce, disperze)



1

Evoluční pohled

- 3 základní procesy v biogeografii: evoluce (včetně speciace), disperze, extinkce
- základní jednotkou **druh** [species]
- druhy nejsou neměnné, neustále se vyvíjí (**diverzifikace**), vznikají nové (**speciace**) a zanikají (**extinkce**)
- druhy tedy existují určitou dobu a mohou z nich vznikat jiné druhy

2

Druhy

- mnoho konceptů
- diskrétní shluky jedinců (existující v určitém čase)
- všechny koncepty mají svá pro a proti - každý může být vhodný pro jiný vyšší taxon či určitou disciplínu biologie a pro jiné stadium speciace

3

Criteria for species definition

1. **Separation** - must be separable
2. **Cohesion** – ecological and genetic
3. **Monophyly** – descent from a single ancestor
4. **Distinguishability** – diagnosable (apomorphy)
 - phenetic clusters (phenotypes) + genetic clusters

Species are discrete units that exist in time.



4

TABLE 7.1 Twenty-two species concepts and standardized abbreviations

1. Agamospecies (ASC)	14. Morphological (MSC)
2. Biological (BSC)	15. Non-dimensional (NDSC)
3. Cohesion (CSC)	16. Phenetic (PhSC)
4. Cladistic (CISC)	17. Phylogenetic (PSC)
5. Composite (CpSC)	a. Diagnosable Version (PSC ₁)
6. Ecological (EcSC)	b. Monophyly Version (PSC ₂)
7. Evolutionarily Significant Unit (ESU)	c. Diagnosable and Monophyly Version (PSC ₃)
8. Evolutionary (ESC)	18. Polythetic (PtSC)
9. Genealogical Concordance (GCC)	19. Recognition (RSC)
10. Genetic (GSC)	20. Reproductive Competition (RCC)
11. Genotypic Cluster Definition (GCD)	21. Successional (SSC)
12. Hennigian (HSC)	22. Taxonomic (TSC)
13. Internodal (ISC)	

Source: Mayden 1998.

5

Koncept biologického druhu

- skupina jedinců, kteří jsou skutečně nebo potenciálně **reprodukčně izolováni** od ostatních takových skupin
 - **izolace geografická** (jedinci se nesetkávají) **nebo biologická** (existence reprodukčně izolačních bariér)
- **Problémy:**
 - jak ho aplikovat na organizmy známé z fosilií (v biogeografii důležité)
 - jak ho aplikovat na klonální organizmy (každý jedinec druhem?)
 - některé validní druhy se mohou (občas) křížit, přesto zůstávají odlišnými genetickými i evolučními jednotkami (výměna genetického materiálu vzácná)

6

Koncept morfologického druhu

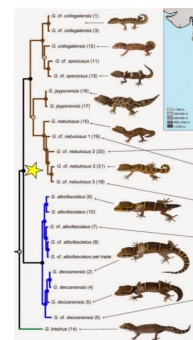
- skupina jedinců, kteří jsou **morfologicky odlišitelní** od jiných takových skupin
- kritéria „jak moc“ se mají skupiny jedinců lišit nejsou jasně dána
- problémy: polytypické druhy (1 pohlaví se může vyskytovat ve 2 či více morfologických formách)
- výhoda: lze dobře aplikovat na fosilní materiál



7

Fylogenetický koncept druhu

- skupina jedinců, kde všichni sdílí **apomorfní** (=odvozený, derived) **znak**, který není přítomen u jejich předků či u příbuzných druhů; umožňuje diagnózu druhu
- časový aspekt: má společného předka (a dceřinné druhy)
- apomorfní znak může být **morfologický i genetický** (unikátní sekvence)



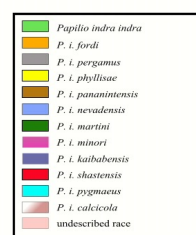
8

Jednotky nižší než druh

- pro potřebu odlišení skupiny populací v rámci 1 druhu od jiné skupiny populací téhož druhu
- poddruh** (taxonomická jednotka), tedy monofyletický!
- variety, morfy, ekotypy** (netaxonomické jednotky): liší se například určitými adaptacemi na svá specifická stanoviště, ale nejsou reprodukčně izolovány (spíše v botanice), barevné formy bez geografických patností, nemusí být monofyletické

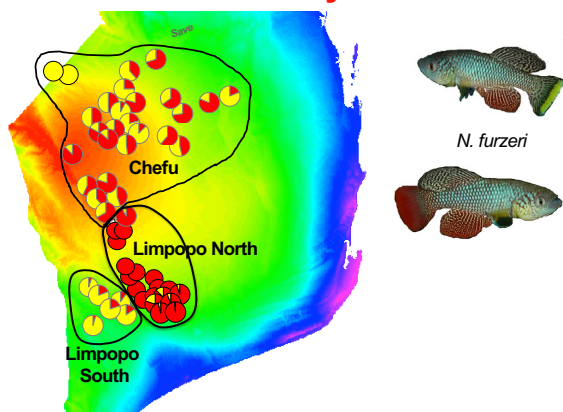
9

Geographic Distribution of *Papilio indra* Races



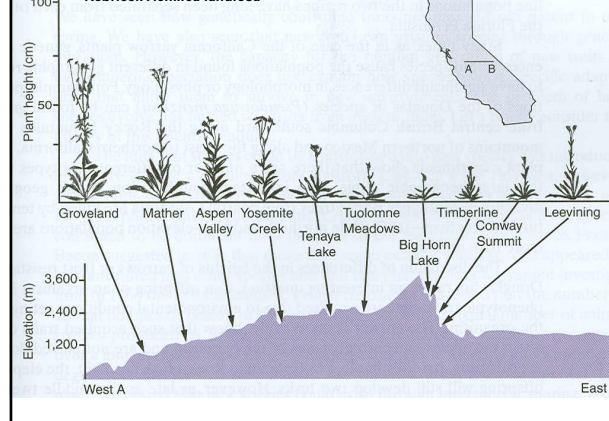
10

Barevné morfy samců



11

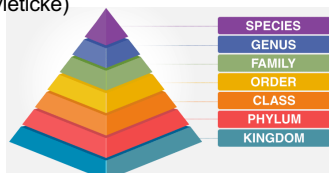
Rebříček *Achillea lanulosa*



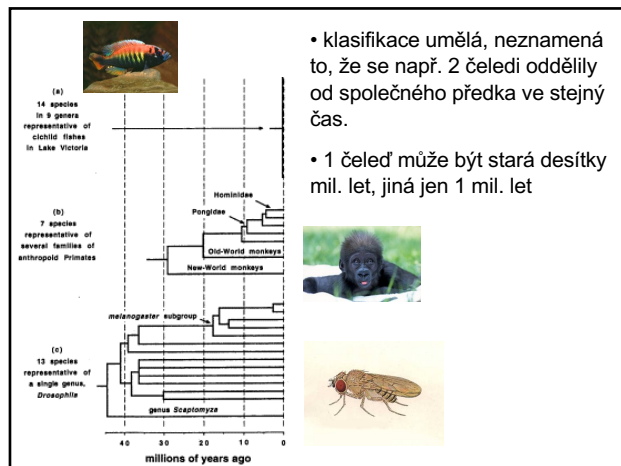
12

Jednotky vyšší než druh

- v biogeografii mají větší význam
- důležité hlavně rod, čeleď, řád, třída, kmen
- použití při studiu fosilního materiálu, ale i recentních taxonů mezi většími oblastmi
- skupiny organismů, které jsou si vzájemně příbuznější než jiné takové skupiny a zároveň mají společného předka (= jsou monofyletické)



13



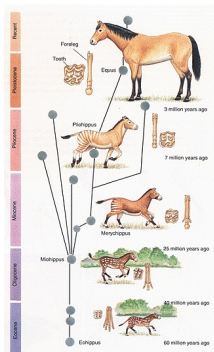
• klasifikace umělá, neznamená to, že se např. 2 čeledi oddělily od společného předka ve stejný čas.

• 1 čeleď může být stará desítky mil. let, jiná jen 1 mil. let

14

Makroevoluce a mikroevoluce

- Makroevoluční pohled** - změny v delším časovém měřítku, typicky za použití fosilního materiálu (druhy a výše)
- zaměřeni na **trendy**, rysy, patnosti (patterns)
- Mikroevoluční pohled** - jevy na úrovni populací, diferenciace populací (přírodní výběr, mutace, genetický drift, tok genů)
- zaměřeni na **procesy**

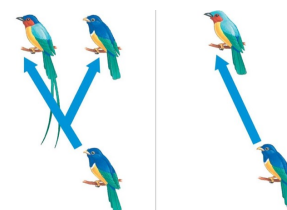


15

Speciace

- speciace štěpná** (kladogeneze) - vznik druhů štěpením původního (mateřského) druhu na dva nové, dceřinné
- speciace fyletická** (anageneze) - mateřský druh se v průběhu (evolučního) času transformuje na druh odlišný

Speciace je velmi častý proces, (např. dnes milióny druhů hmyzu z 1 předka (400 mya); většina druhů žila v minulosti a již vymřela)



16

Mechanismy důležité pro speciaci

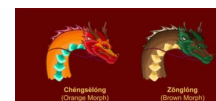
- Genetický drift [genetic drift]
- Přírodní výběr [natural selection]
- Tok genů [gene flow]
- Geografická variabilita



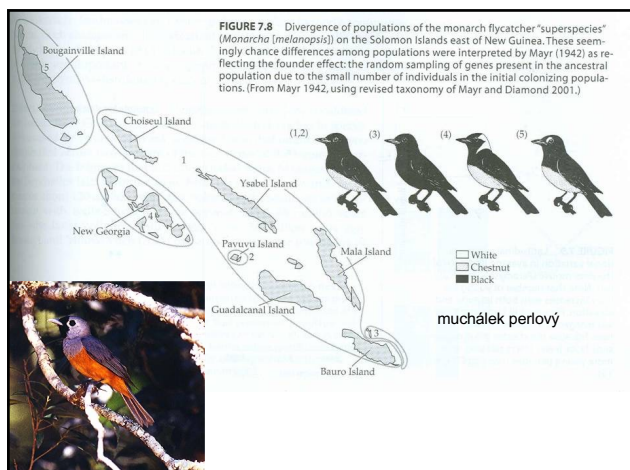
17

Genetický drift

- geny v populacích ve formě různých alel
- genetický drift** = náhodné změny v genetickém složení populací
- 2 populace se během generací mohou do jisté míry náhodně odlišit
- ve velkých populacích zanedbatelné, **významné pro velmi malé populace (founder effect: vliv zakladatele)**



18

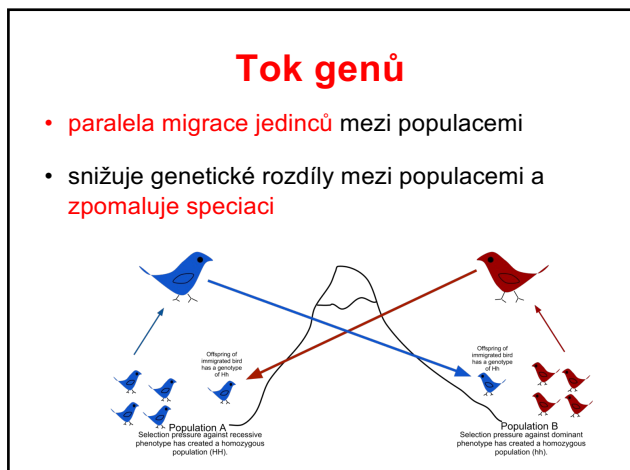


19

Přírodní výběr

- změna v populaci na základě **odpovědi na působení podmínek prostředí**
- některé alely genu zvyšují fitness a v populaci šíří
- pokud populace odděleny, tak na ně mohou působit **různé selekční tlaky**
- vliv na speciaci **u malých i velkých populaci**

20

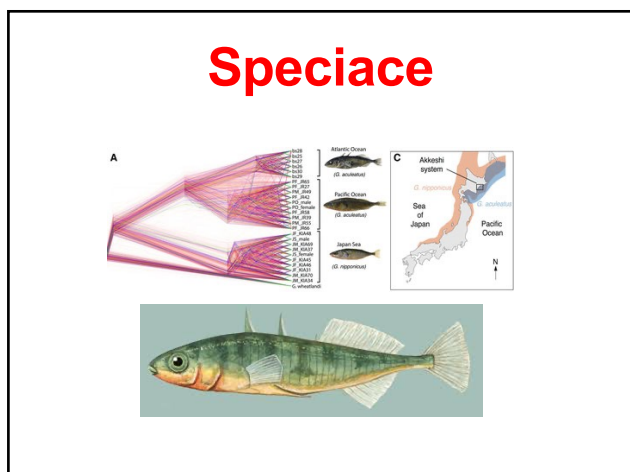


21

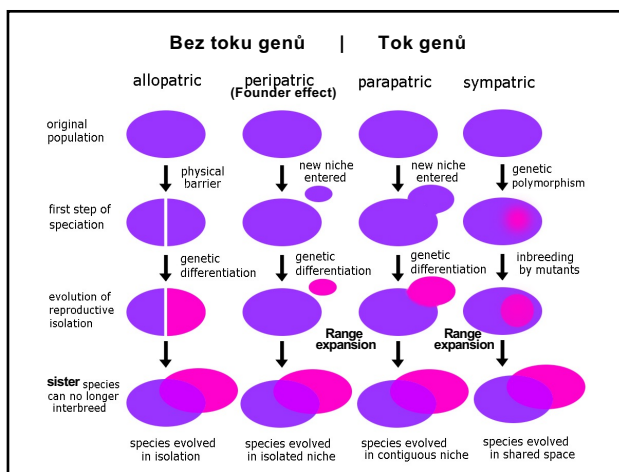
Geografická variabilita

- geografická izolace zmenšuje vliv toku genů a zvyšuje vliv driftu a přírodního výběru
- **klima [cline]** – postupná změna znaku **podél gradientu prostředí** (např. nadmořská výška, zem. šířka, ale i gradienty teploty, vlhkosti atd. – viz také zoogeografická pravidla)

22



23



24

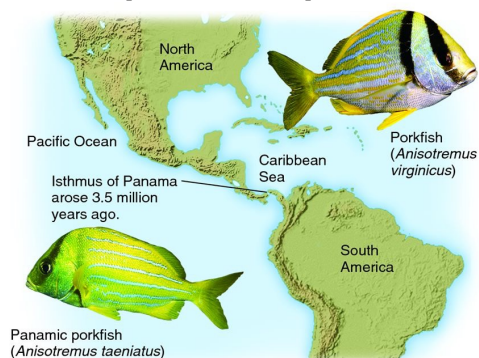
Alopatrická speciace

- nejběžnější
- populace geograficky izolovány, tok genů zcela přerušen, následuje rozrůžňování populací
- 2 základní způsoby (2 extrémní kontinua), jak může k alopatrické speciaci dojít:
- **Vikariace**: vznik bariéry a izolace velkých populací; najednou pro mnoho druhů
- **Disperze**: překročení už existující bariéry a osídlení nového území malou populací, velký vliv náhodných jevů (genetický drift), jednotlivé druhy

PERIPATRICKÁ SPECIACE

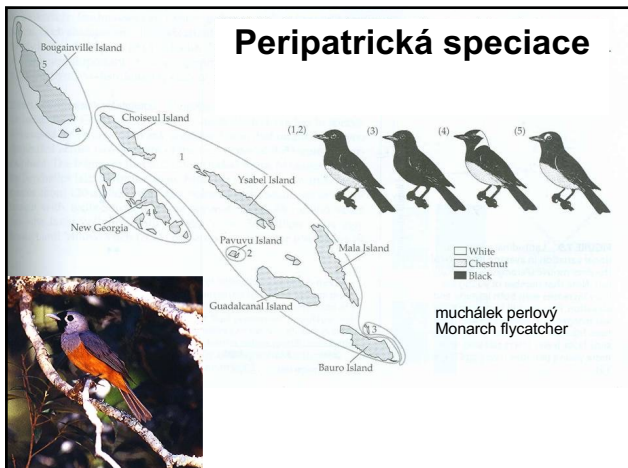
25

Alopatrická speciace



26

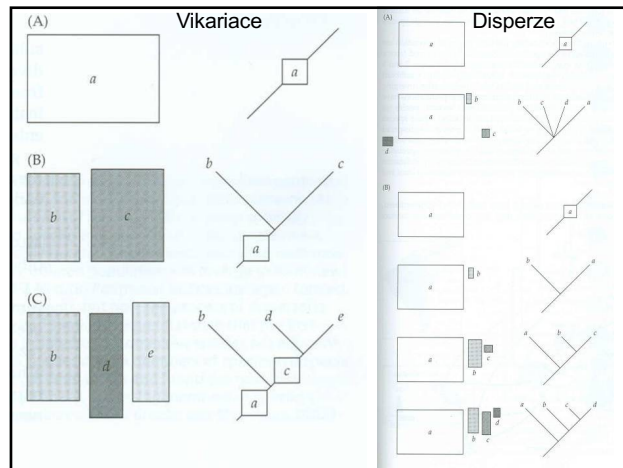
Peripatrická speciace



27

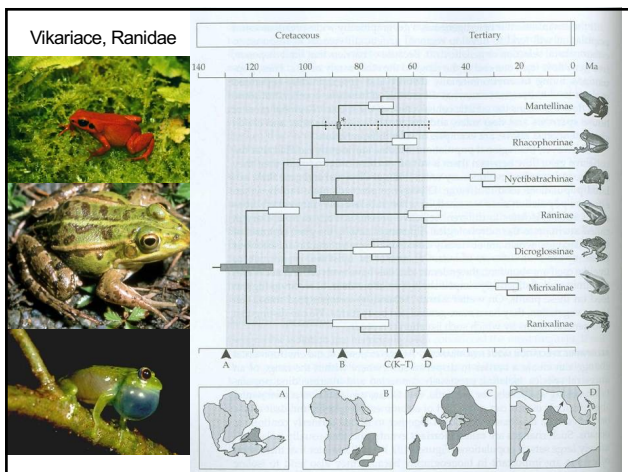
Vikariace

Disperze



28

Vikariace, Ranidae

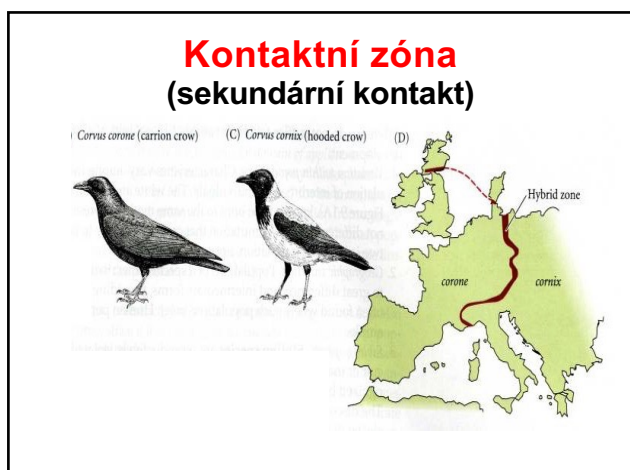


29

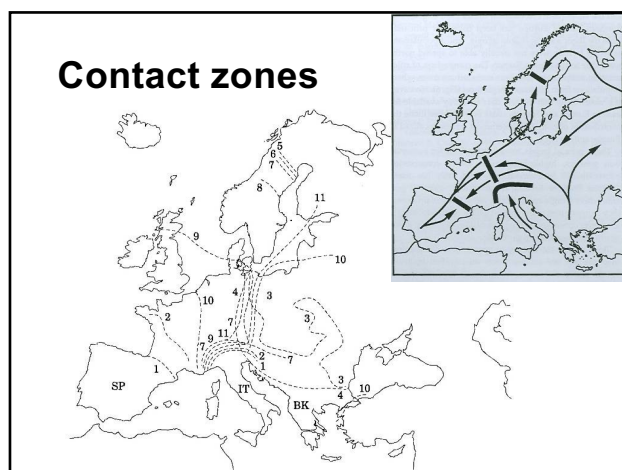
Diverzifikace

- rozdílnost sesterských druhů roste s časem oddělení
- různé selekční tlaky -> rychlejší diverzifikace
- v případě ekologické diverzifikace, možnost sekundárního sympatrického výskytu **EKOLOGICKÁ SPECIACE**
- pokud stejná nika, v sympatrii silná kompetice: **princip kompetitivního vyloučení** [competitive exclusion]

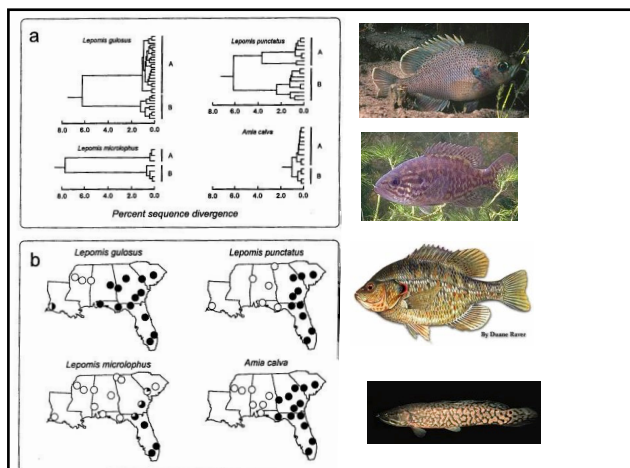
30



31



32



33

Reprodukční izolace

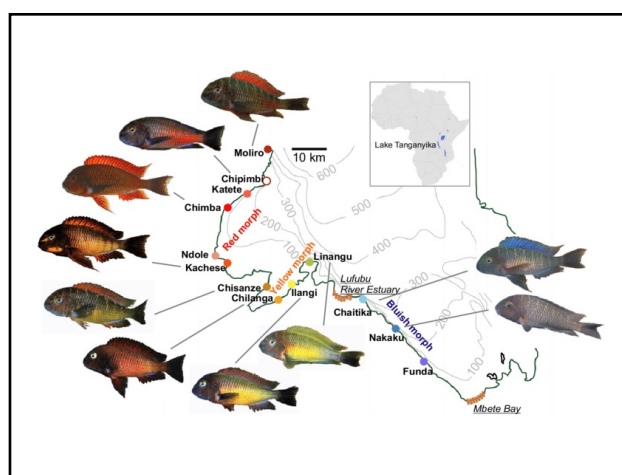
- Reprodukčně izolační bariéry
- Prezygotické
 - Prekopulační (časové, prostorové, pohlavní signalizace)
 - postkopulační
- Postzygotické
 - Nižší životaschopnost či plodnost (fertilita) hybridů
 - Suboptimálnost intermediálních forem
- Zesílení v místech sekundárního kontaktu

34

Zesílení reprodukční izolace

- adaptace proti "plýtvání" při vzniku suboptimálních hybridů (Dobzhansky) -> RIM mohou být samy selektovány
- Pouhý vedlejší efekt přírodního výběru, samy nepodléhají selekci (Mayr)
- posun znaku (Reproductive character displacement)

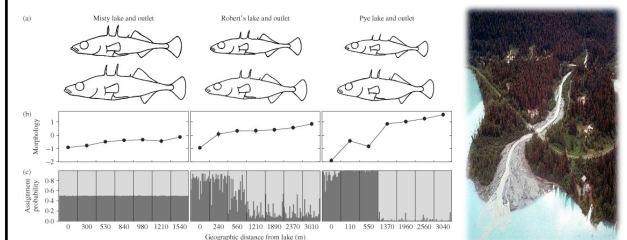
35



36

Parapatrická speciace

- Primární hybridní zóna in situ (může vypadat podobně jako sekundární HZ)
- Náročná důkaznost (alternativy nelze vyloučit)
- Ekoton jezero/potok u koljušek; kruhové druhy

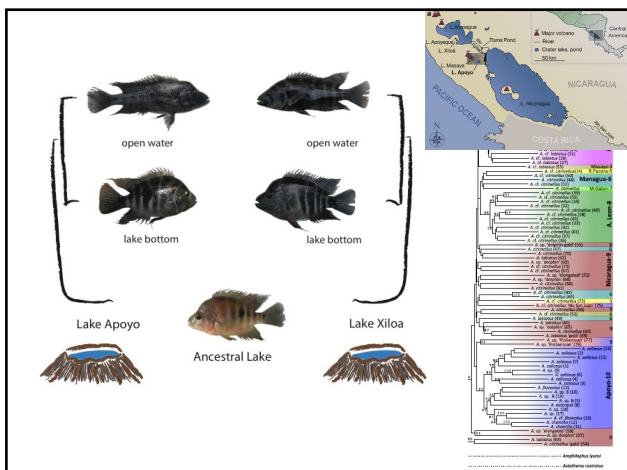


37

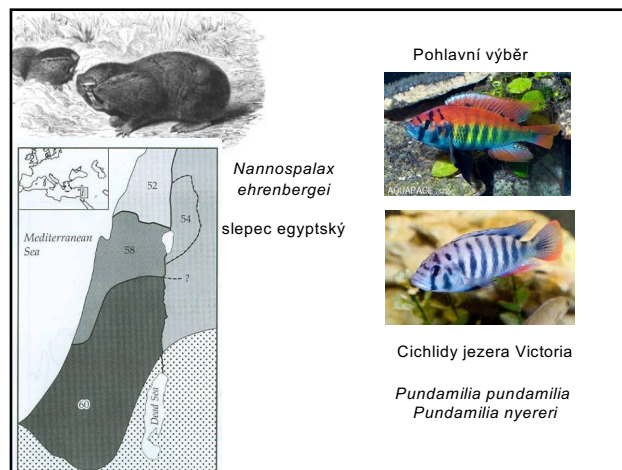
Sympatrická speciace

- diferenciace bez geografické bariéry
- empirické důkazy, ale mnoho nejasností (MAGIC TRAITS)
- mikroalopatrie (změna hostitele, kolísání hladiny...)
- 3 základní mechanismy
 - **disruptivní selekce** [disruptive selection], ekologická sp.
 - **pohlavní výběr** [sexual selection], etologická speciace
 - **chromozomální změny** [chromosomal rearrangements], speciace hybridizací, speciace polyploidizací

38



39

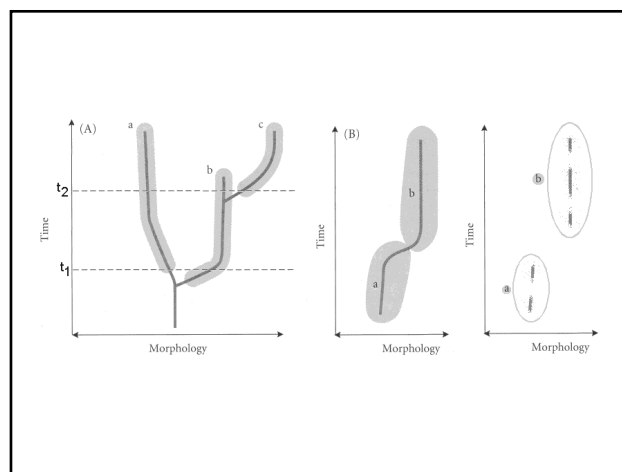


40

Fyletická speciace

- 1 druh se transformuje na druh odlišný
- postupná změna
- vyvození z fosilního záznamu
- tzv. **chronospecies**
- hodně paleontologických příkladů, ale nelze odlišit od situace, kdy z jednoho mateřského druhu vznikne několik druhů sesterských a všechny s výjimkou jednoho vyhynou

41



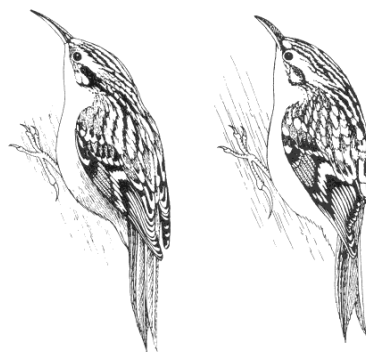
42

Kryptické druhy [sibling species]

- reprodukčně izolované, plně validní druhy
- téměř nerozeznatelné, někdy využívají jinou ekologickou niku
- často jsou **parapatrické**, někdy **sympatrické**
- vznik např. chromozomálními změnami
- nově vznikající druhy?, přechodný stav?, morfologická podobnost?
- *Pipistrellus*, *Certhia*

43

Kryptické druhy [sibling species]

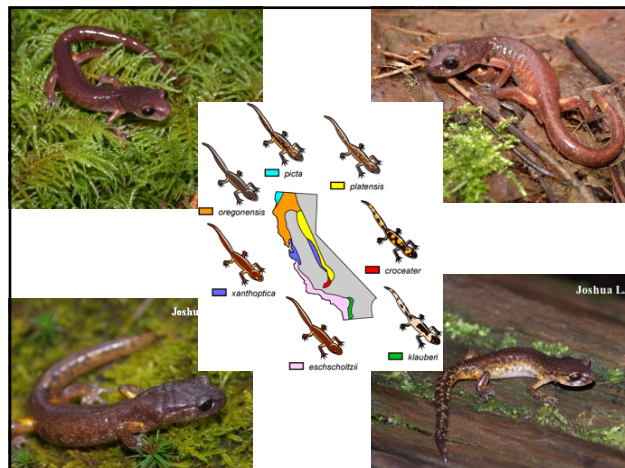


44

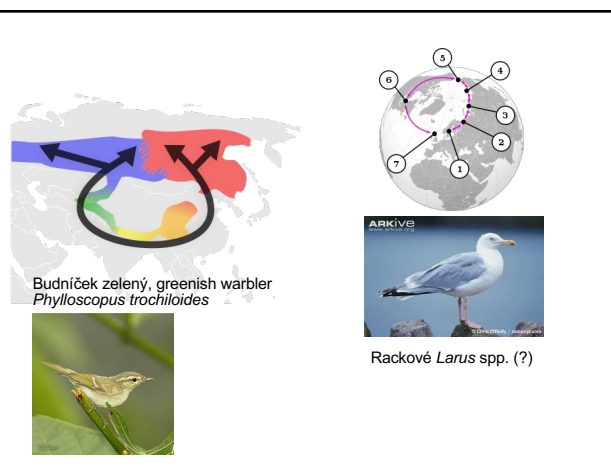
Prstencové (kruhové) druhy [ring species]

- areál druhu obepíná určitou překážku (pohoří) nebo je cirkumpolární
- šíření z místa původního výskytu na 1 či 2 strany
- mezi sousedními populacemi dochází k neustálému toku genů (1 druh)
- sekundární střet, setkání nejodlišnějších populací (genotypově i fenotypově)
- pokud reprodukčně izolovány a fenotypově odlišitelní => prstencový druh

45



46



47

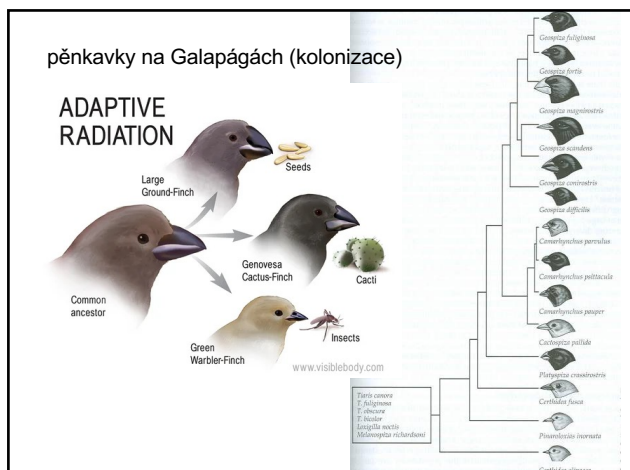
Adaptivní radiace (Evoluční radiace)

= rychlá speciace určité skupiny organismů

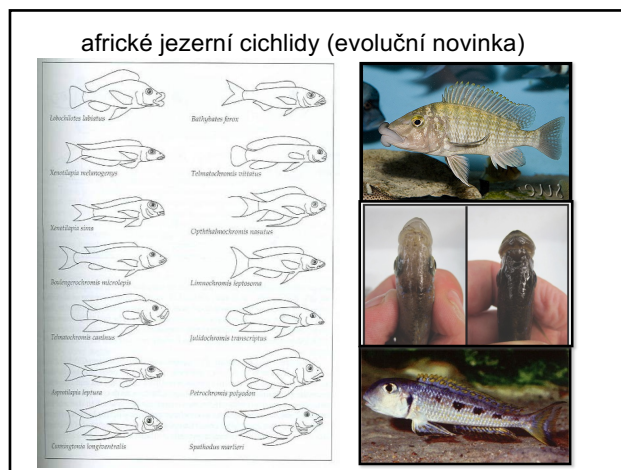
1. zaplnění náhle uvolněných nik (nejčastěji)
2. vznik evoluční novinky, která otevře nové niky

- typický příklad: kolonizace ostrova (souostroví), mnoho volných nik, specializace, diverzifikace
 - výskyt většinou sympatrický, speciace typicky asi parapatrická/alopatrická

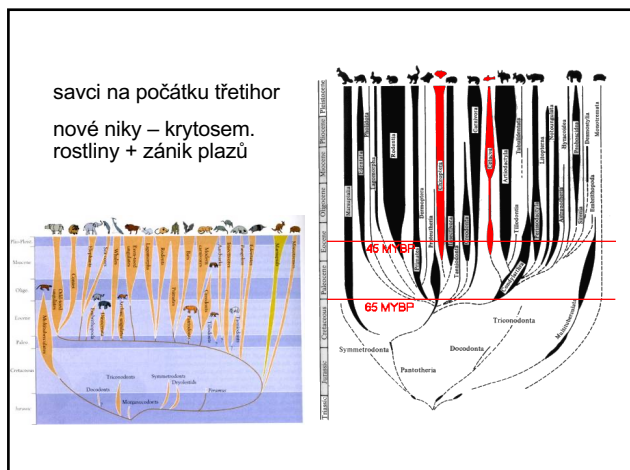
48



49



50

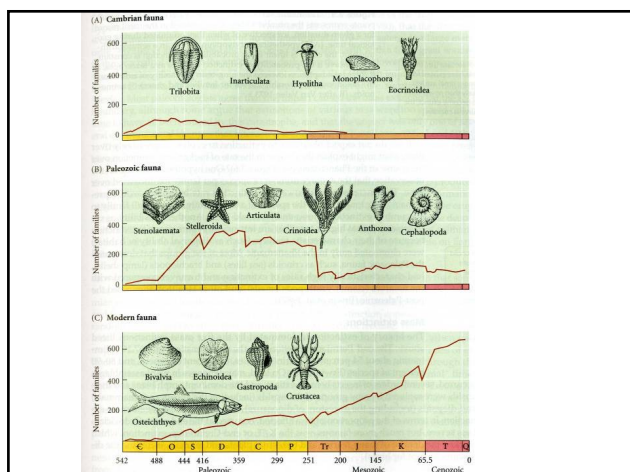


51

Extinkce (vymírání)

- konečný osud každého druhu, nové druhy neustále vznikají, existující zanikají
- 100 mya vypadala Země podobně (klíma, ekosystémy), nicméně ji obývala úplně jiná biota
 - dinosauři a jiní plazi zaplňovali niky dnešních savců a ptáků
 - v moři amoniti (hlavonožci příbuzní dnešní loďence) místo kostnatých ryb
 - kaprady a plavně místo krytosemenných rostlin
 - ichtyosaury místo mořských savců

52



53

- (nepřímá) závislé na taxonomickém postavení a ekologické nise
- malé populace náchylnější k vymírání (pokles na nulu při fluktuaci)
- dnešní extinkce často způsobeny antropogenně (přímá – lov, nepřímá – změna prostředí)

54

Vymírání druhů ve fosilním záznamu

- datované vrstvy umožňují sledovat historické změny ve fauně (flóře) daného území
- pokud je druh ve starších vrstvách přítomen a od určitého data chybí, předpokládá se, že vyhynul
- časté jsou náhlé změny ve fosilním záznamu, vysvětlení: vliv náhlé (dramatické) změny v podmínkách prostředí => **hromadná vymírání** [mass extinction] - v historii Země 5x



55

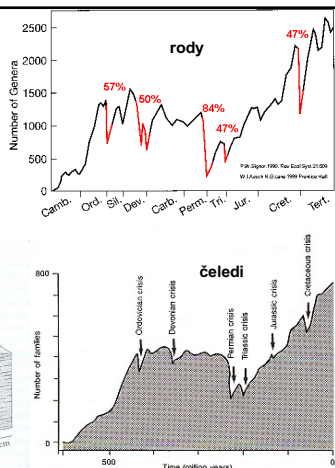
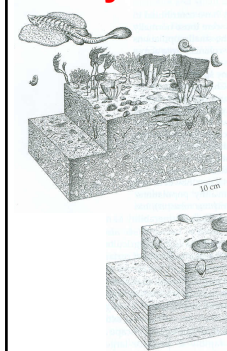
Hromadná vymírání

- způsobeno pravděpodobně náhlou a výraznou změnou klimatu (prostředí)
 - **ochlazení** -> kontinentální zalednění -> pokles hladiny oceánu -> vymírání mořské fauny adaptované na prostředí kontinentálního šelfu
 - **oteplení** -> zvýšení hladiny oceánu -> zaplavení pevniny
 - **kontinentální drift** a reorganizace interakcí v dosavadních společenstvech



56

Hromadná vymírání

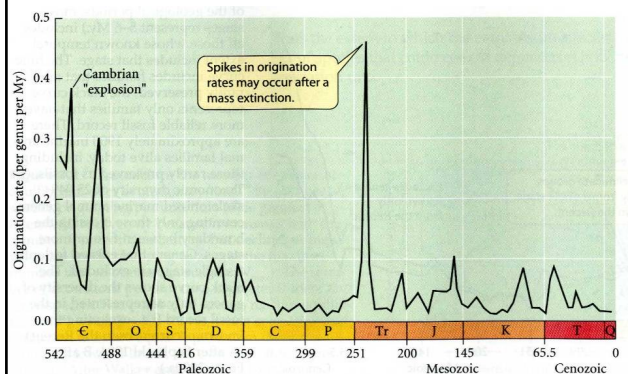


57

- nejvýraznější Perm/Trias, 248 mya; extinkce asi 88-96% všech mořských druhů
 - kompaktní Pangaea
- konec Křídý, přelom druhohory/třetihory, 65 mya, extinkce dinosaurů a mnoha jiných suchozemských i mořských skupin (50% druhů)
 - dopad asteroidu?
 - vliv radiace krytosemenných rostlin?

58

Po hromadném vymírání následuje diverzifikace (nových skupin)

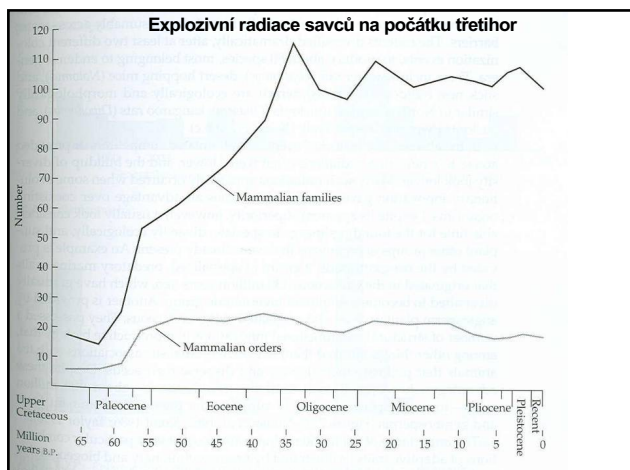


59

Druhový výběr

- některé taxony vykazují vyšší rychlost speciace (např. častější adaptivní radiace) než jiné;
 - případně také nižší riziko extinkce
- naopak jiné linie poměrně neměnné
- role **náhody** (ve správný čas na správném místě), většinou ale role **evoluční novinky** nebo **kolonizace** nového území
- prosím neplést s přírodním výběrem !!!!!

60



61

- příklad „náhody“ - vačnatci v Austrálii
- placentálové téměř chybí, vačnatci obsadili volné niky
- kolonizace nového území příklady adaptivních radiací (pěnkavky, šatovnici)

62

Disperze

- **disperze** jako **ekologický proces**
 - schopnost šířit se z místa narození a kolonizovat nová území (v rámci areálu)
- **disperze** jako **biogeografická událost**
 - ekologické disperze neustále, ale jen málokdy vyústí ve změnu geografického rozšíření druhu
 - v biogeografii nás zajímá trvalé osídlení nového území

63

Disperze

Vikariace = vznik bariéry
Disperze = překonání bariéry
 => bylo území A i B osídleno druhem už před vznikem bariéry (vikariace) nebo až po ní (disperze)?

– relativní důležitost disperze vs. vikariace se liší mezi taxony

64

Disperze a zvětšení areálu

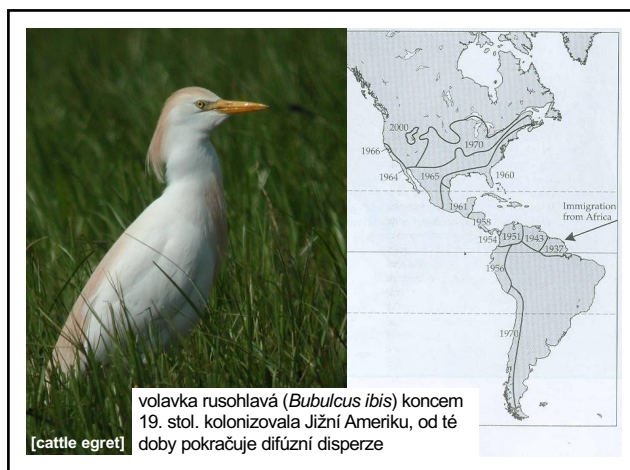
- k úspěšné kolonizaci nutné 3 kroky:
 1. **dostat se** na nové území
 2. **přežít** tamní podmínky prostředí
 3. **rozmnožit se** a založit novou životaschopnou populaci

65

Typy disperze

1. **Disperze na dlouhé vzdálenosti** [jump dispersal]
 - osídlení ostrovů, překročení pouští či hor, často vzduchem
 - pasivní stádia adaptovaná k disperzi
 - některé taxony mají vyšší předpoklady (tolerance sucha, mořské vody, existence speciálních stádií atd.)
 - obojživelníci a sladkovodní ryby vs. ptáci, semena rostlin

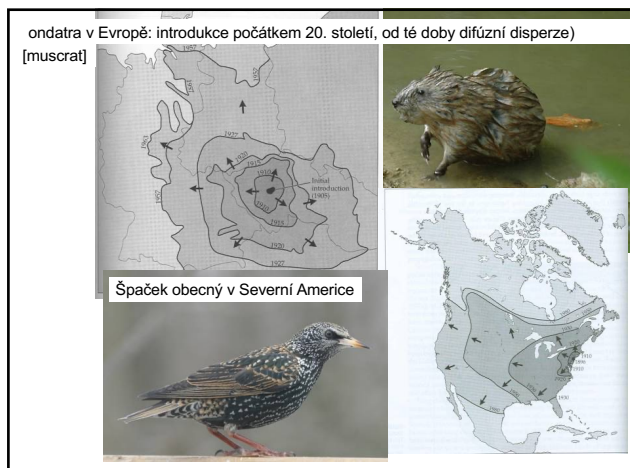
66



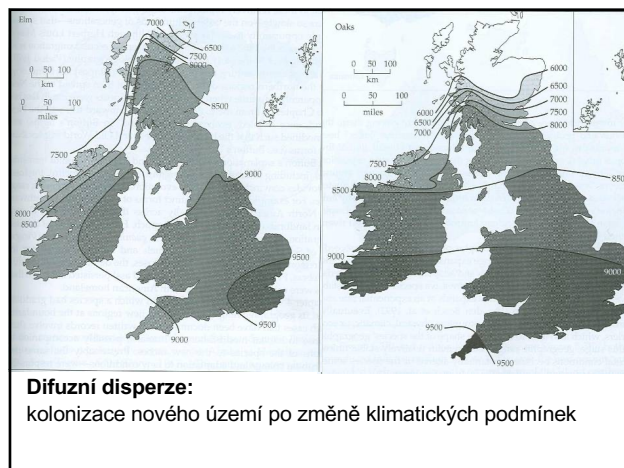
67



68



69



70



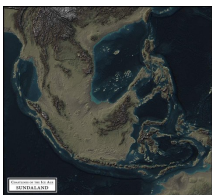
71



72

Disperzní cesty

1. Koridory – disperze mezi 2 oblastmi **neselektivní** (šíří se celá společenstva)
např. dočasné spojení kontinentů či ostrovů při poklesu hladiny oceánu



2. Filtr – **částečně selektivní** vůči určitým taxonům, podmínky přechodové oblasti jsou jiné než v počáteční a koncové oblasti; tolerantní druhy se šíří lépe

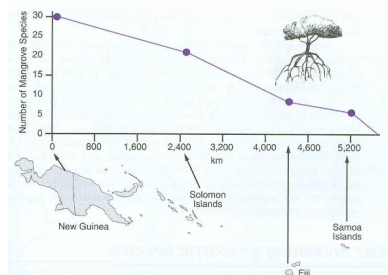


např. přes poušť šíří jen druhy tolerující sucho (ptáci, stepní druhy, ale ne lesní druhy)

73

3. Stepping stones

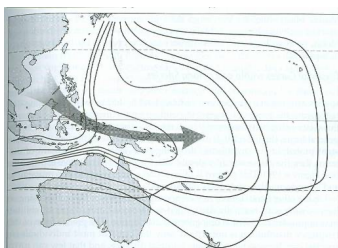
- v podstatě **typ filtru** (selektivní pro druhy, které jsou schopny překonat bariéry), např. série ostrovů



74

4. náhodná disperze [sweepstake route] – vzácná a náhodná disperze přes významnou bariéru

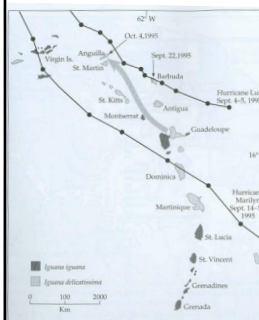
- např. zavátí hmyzu na ostrovy, dosažení ostrova či kontinentu na raftu z padlého stromu
- vzácné události ale ne nemožné
- analogie s mutacemi: vzácné jevy, vzácně se fixují



Hranice rozšíření 8 čeledí suchozemských plžů z JV Asie

75

Hurikány a transport padlých kmenů s leguány (min. 15 ks) z ostrova Guadeloupe na ostrov Anguilla

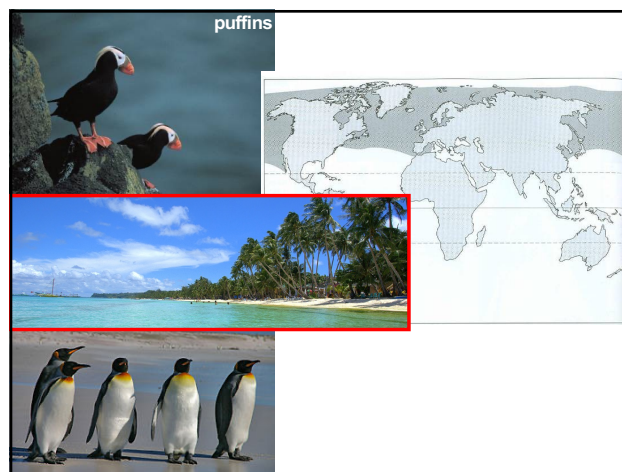


76

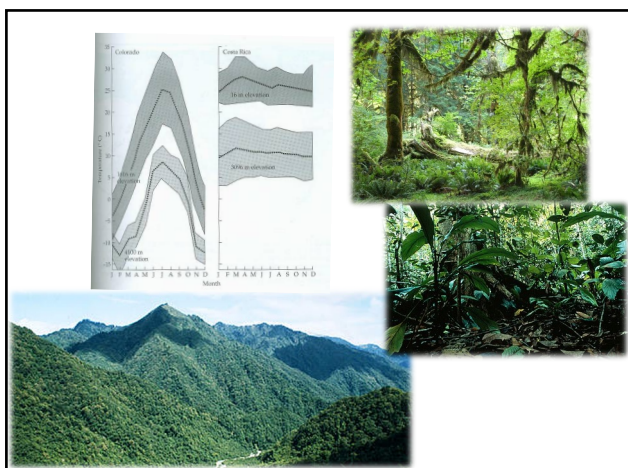
Bariéry disperze

- fyziologické (teplota, salinita, vlhkost)
- ekologické (predace, kompetice)
- etologické/psychologické (habitat selection, např. lesní ptáci)

77



78



79

K úspěšné kolonizaci nutné 3 kroky:

1. dostat se na nové území
2. přežít tamní podmínky prostředí
3. rozmnožit se a založit novou životaschopnou populaci

80

Založení životaschopné populace

Usnadnění:

- nepohlavně se rozmnožující organizmy
- druhy s pohl. i nepohl. rozmnožováním (korýši)
- partenogenetické druhy (jen samice, plazi, ryby, hmyz)
- vnitřní oplození (kolonizace oplodněnou samicí nebo samicí se zásobou spermatu)
- pohyb v hejnech (ptáci)



81



82

Souhrn

- **Druhy** (koncepty, taxony, makroevoluce)
- **Speciace** (mechanizmy, typy, diverzifikace, kryptické druhy, prstencové druhy, adaptivní radiace)
- **Extinkce** (fosilní záznam, hromadná vymírání, druhový výběr)
- **Disperze** (typy, mechanizmy, disperzní cesty, bariéry, založení životaschopné populace)

83

Zoogeografické oblasti



84