



1



2

Úvod

- možnost testování hypotéz
- **typy ostrovů:** kontinentální a oceánské
- **ostrovni biotopy:** vrcholové partie hor, jezera, jeskyně, prameny...
- jednoduchá struktura, izolace, často v souostrovích
- obecná platnost mnoha pravidel pro všechny fragmentované biotopy

3

- **kontinentální ostrovy** - součást přilehlého kontinentu (kontinentální šelf), nyní odděleny vyšší hladinou moře (Británie, Velké Sudy, Newfoundland, Grónsko, Tasmánie, Tajwan, Srí Lanka, Nová Guinea, Japonsko, Sachalin)
- nebo **tektonicky** odsouváním pevninských desek v divergentních rozhraních (riftech) (Madagaskar 100, Nový Zéland 80-90, Nová Kaledonie 50, Seychelly 65); Velké Antily 80)

4

- **sopečné ostrovy v subdukčních zónách** – vznik při zanořování staré oceánské kůry v hlubokomořských příkopcích (Aleuty, Malé Antily, Malé Sudy, Rjúkjú, Šalamounovy ostrovy, Tonga...);
- s pohybem oceánské dna se pohybují a mohou kolidovat s pevninami nebo většími ostrovy (pohoří na severu Nové Guiney, na jihu Jávy a Sumatry)

5

- **sopečné ostrovy v oblastech „horkých míst“ a v divergentních rozhraních** – postupný vznik; (ostrovy v Atlantiku, Havajské souostroví, Galapágy, Markézy...)
- Azorské a Kanárské ostrovy mají různý stupeň spojení s pevninou (!)

6

- **fauna ostrovů ovlivněna typem ostrova:**
 - kontinentální ostrovy osídleny od začátku
 - izolované sopečné ostrovy postupně kolonizovány disperzí přes oceán
 - sopečné ostrovy v souostroví se mohou vynořovat postupně (Havaj) nebo najednou (Aleuty, Kurily), výměna bioty mezi ostrovy



Fig. 7.13 The Hawaiian Island chain. The figures indicate the age of each island, in millions of years.

7

Ostrov jako místa přírodních experimentů

- ostrovy se liší v mnoha faktorech (velikost, míra izolovanosti, přítomnost predátorů a kompetitorů atd.)
- experiment proběhl v (evoluční) minulosti, nyní sbíráme data
- důležité pečlivě vybrat správný vzorek ostrovů (kontrola faktorů, které nás nezajímají)

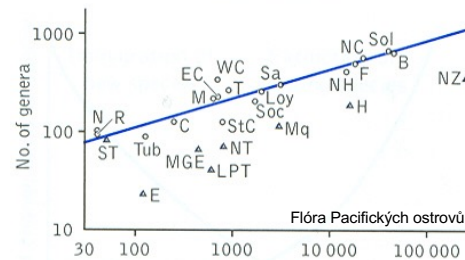
8

Klasický pohled

- statický, popisný
- společenstva ostrovů se mění jen evolučními událostmi, počet druhů determinován omezeným počtem nik
- větší ostrovy, více nik, více druhů
- ostrovy blíž pevniny, snazší kolonizace, více druhů

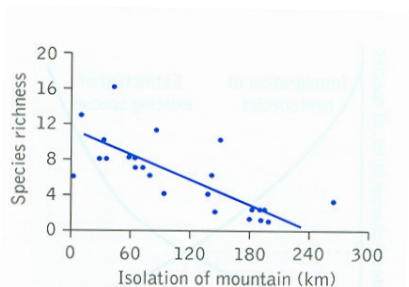
9

- **druhovú bohatost závisí na velikosti ostrova**



10

- **druhovú bohatost závisí na vzdálenosti od pevniny**



11

Koncept dynamické rovnováhy

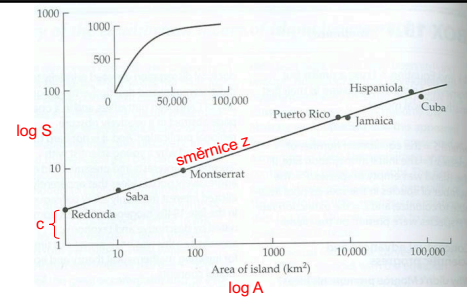
- dynamická rovnováha = udržování stavu v rozmezí hodnot vlivem působení protichůdných sil
- hledání obecných vztahů
- Eugene Gordon Munro 1948, MacArthur a Wilson 1963, 1967
- inspirace ekologickými procesy (Krakatau), interpretace obecněji, v evolučním čase

12

1. počet druhů roste s velikostí ostrova (plochy)

- species-area relationship
- jeden z nejobecněji platících zákonů ekologie společenstev
- větší plocha = více druhů (pro všechny taxony i ekosystémy); **nelineární**

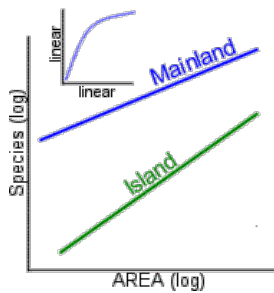
13



- exponenciální model: $S = c \cdot A^z$;
- logaritizace: $\log(S) = \log(c) + z \log(A)$
- S počet druhů, c průsečík, A plocha ostrova, z směrnice

14

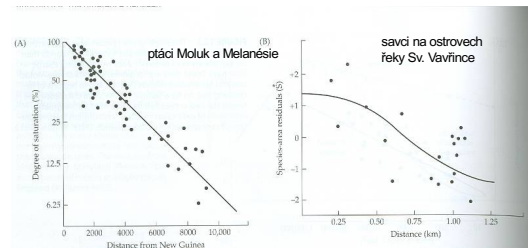
- malé izolované ostrovy mají **méně druhů** na jednotku plochy a **strmější sklon** přímky než stejné oblasti na kontinentech (vzácné druhy nemohou přežít při malých populačních hustotách)



15

2. počet druhů klesá s izolovaností ostrova

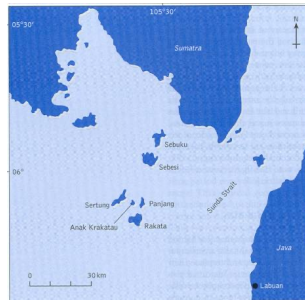
- species-isolation relationship
- počet druhů závisí na schopnosti disperze = vzdálené ostrovy, málo úspěšných kolonistů



16

3. dynamika (obměna) druhů

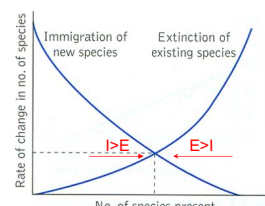
- species turnover
- inspirace primární sukcesí na Rakata a Sertung
- stabilizace N druhů, ale ne jejich složení (nové imigrace a extinkce), obecně platný jev, ne jen vlivem primární sukcese; silnější u málo izolovaných ostrovů



17

Rovnovážná teorie ostrovní biogeografie

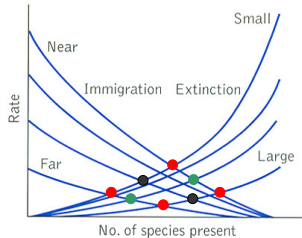
- rovnováha mezi imigrací a extinkcí
- počet druhů je výsledkem rovnovážného stavu mezi protichůdnými procesy imigrace a extinkce
- jednoduchý model vysvětlující složitý proces
- výstupy modelu testovatelné



18

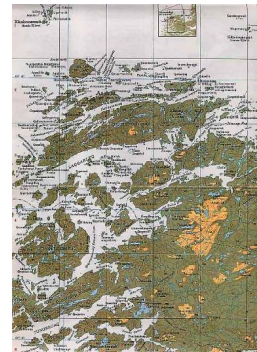
Vliv velikosti a izolace ostrova

- malá plocha = větší riziko extinkce (vliv na imigraci nepodstatný) => malé ostrovy méně druhů a rychlejší obměna
- méně izolované ostrovy – více druhů a rychlejší obměna



19

- predikce druhové bohatosti, obměny druhů, ale také za jak dlouho se počet druhů navrátí do původního stavu (malé vs velké, izolované vs blízké)
- stimulace dalšího výzkumu, vřelé přijetí až striktní odmítnutí
- příliš jednoduchý, neznalost přesného tvaru křivek, různé tvary pro různé taxony a souostrovní



20

Konkrétní kritika

- mezidruhové vztahy (ale teorii jde o počet druhů, ne jejich složení)
- vzájemná závislost imigrace a extinkce
 - neustálá imigrace nových jedinců druhu snižuje pravděpodobnost jeho extinkce
 - úspěšná imigrace ovlivněna velikostí ostrova
- problematika definice izolovanosti (biologická, nejen vzdálenost, mnoho možných disperzních cest)
- problematika definice plochy ostrova
 - druhově specifická obyvatelná plocha
 - s rostoucí plochou roste i diverzita habitatů
- vliv speciace – hlavně na izolovaných ostrovech
- disturbance v ekologickém a geologickém měřítku – společenstva nemusí být v rovnovážném stavu

21

Testování teorie

- sledování ostrovních společenstev
- experimentální manipulace

- Species-area
- Species-isolation
- Species turnover

22

Ptáci na Channel Islands

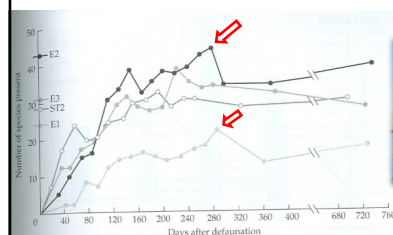
- obměna 20-60% druhů během 50 let
- málo druhů = větší % obměna
- kritika: antropogenní ovlivnění (dravci)
- kontinuální meziroční změny
- kritika: přítomnost invazních druhů



23

Kontrolované experimenty

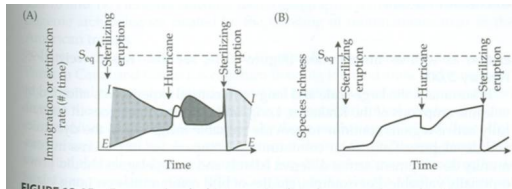
- odstranění členovců z mangrovnickových ostrůvků pomocí metylbromidu a záznam rekolonizace
- rychlá kolonizace, zhruba za rok ustanovena rovnováha
- nejvzdálenější ostrov nejméně druhů



24

Vliv disturbance

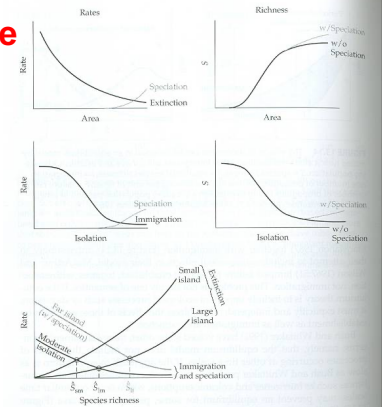
- pokud dochází k disturbancím často, rovnováhy prakticky nelze dosáhnout



25

Vliv speciace

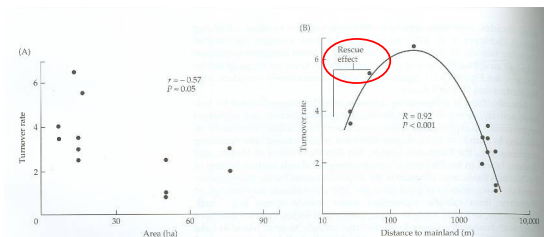
- speciace může doplňovat imigraci
- speciace může být důležitá na větších a hodně izolovaných ostrovech



26

Rescue effect: vliv extrémní blízkosti zdrojových populací

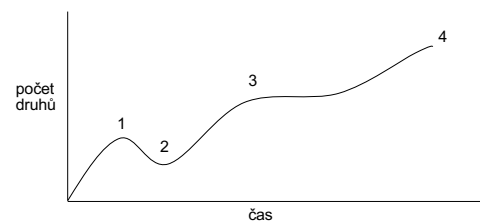
- hory - ostrovy v jezerním systému Panamského průplavu



27

4 stádia rovnováhy:

1. nejprve maximum bez mezidruhových interakcí,
2. poté pokles N druhů vlivem mezidruhových interakcí
3. sukcese ovlivní další nárůst N druhů
4. evoluční rovnováha (imigrace + speciace na nejvzdálenějších ostrovech)

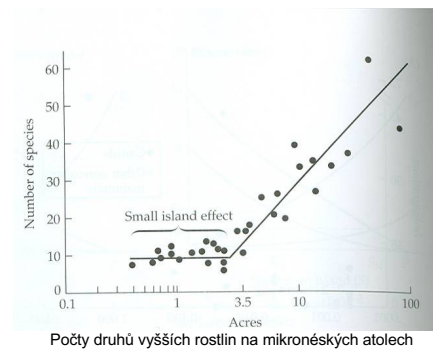


28

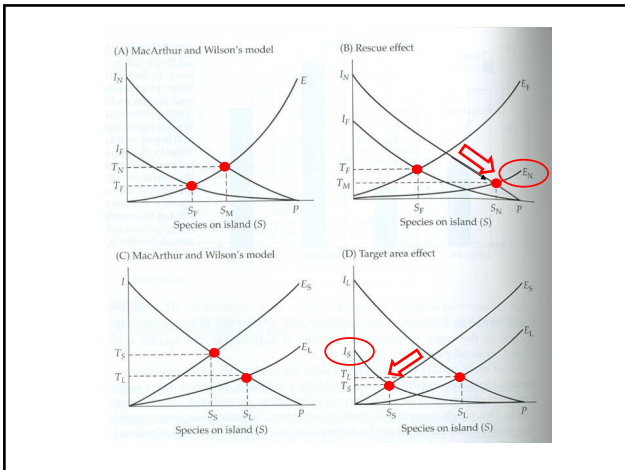
Zpřesnění původního modelu

- **rescue effect** (vliv blízkosti jiných populací)
blízkost zdroje imigrantů snižuje riziko extinkce přílivem nových imigrantů, ale také zvyšováním genetické variability ostrovní populace
- **target area effect** (vliv velikosti ostrova jako cíle imigrace)
větších ostrovů je snáze dosaženo než menších
- **small island effect** (specifika malých ostrovů)
závislost plochy ostrova na N druhů je zřejmý až od jisté minimální hodnoty, u nejmenších ostrovů je náhodný; horní hranice rozmezí je vyšší u druhů náročných na zdroje a s nízkou schopností disperze

29



30



31



32

Nerovnovážná společenstva

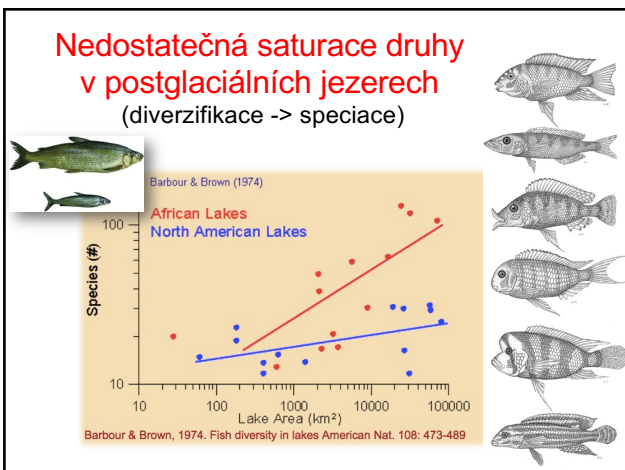
- pomáhá definovat společenstva v nerovnovážném stavu
- pleistocénní refugia a druhy s nízkou schopností disperze (např. savci ve vrcholových partiích hor): N druhů ovlivněn jen extinkcí
- supersaturovaná společenstva horských ptáků (neustálá imigrace umožňuje koexistenci většího množství druhů; extinkce ihned následována imigrací)

33

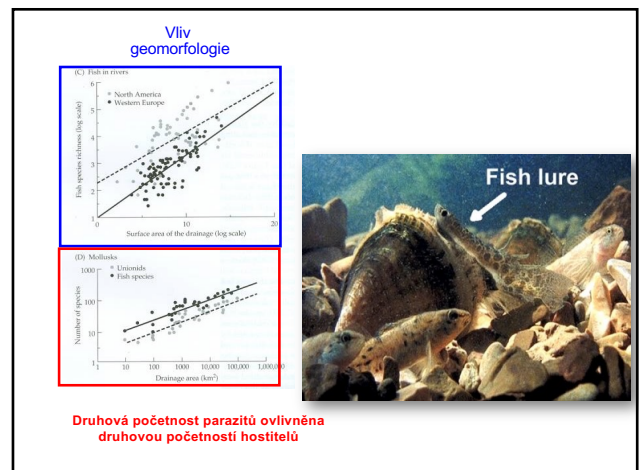
Kontinentální ostrovy

- N druhů ovlivněn také pozůstatkem původní fauny kontinentů, mají více druhů než oceánské ostrovy

34



35

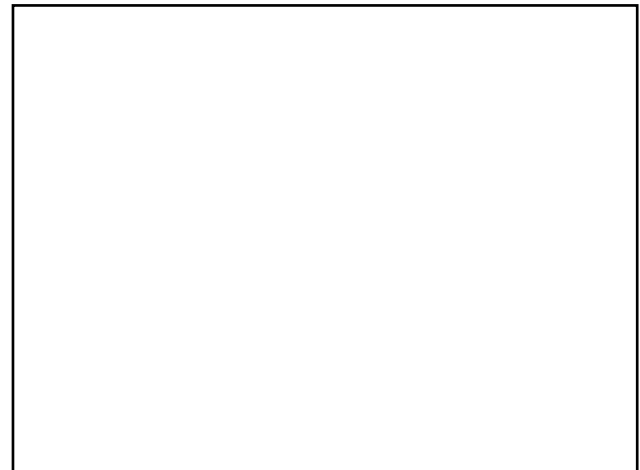


36

Souhrn

- Typy ostrovů
- Základní charakteristiky ostrovních společenstev – klasický pohled
- Teorie dynamické rovnováhy: imigrace a extinkce
 - Vliv velikosti ostrova
 - Vliv izolace ostrova
- Testování teorie a její upřesňování
 - Obměna druhů
 - Specifika malých ostrovů
 - Vliv blízkosti pevniny
 - Vliv speciace
 - Vliv velikosti ostrova na kolonizaci
- Nerovnovážná společenstva
 - Hypersaturace
 - Nedostatečná saturace

38

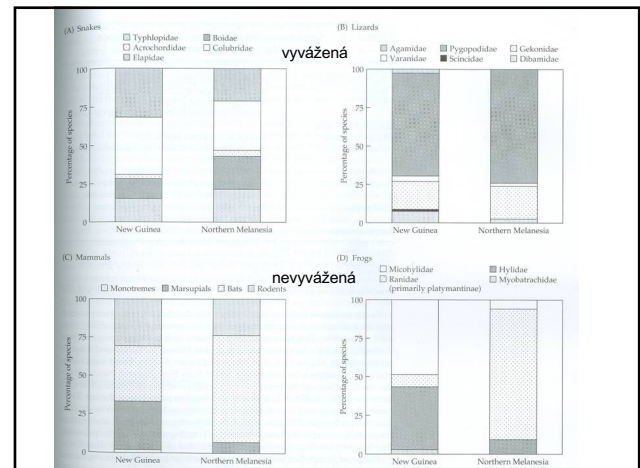


39

Složení ostrovní společenstev

- zajímá nás také **jaké** druhy osidlují ostrovy, nejen jejich počet
- vliv **vlastností druhu** (taxonu) na jeho výskyt na ostrovech
- druhy se liší ve schopnostech osidlovat nová území (disperze, kolonizace) a společenstvo ostrova tedy není náhodným vzorkem pevninských druhů
- společenstva **harmonická** (vyvážená) a **disharmonická** (nevyvážená) - podle toho, zda se jedná o náhodný vzorek nebo ne

40



41

Selektivní disperze

- mezidruhové rozdíly ve schopnostech disperze:
- létající savci a ptáci vs obojživelníci a sladkovodní ryby
- suchozemní a mikroskopičtí plži vs slimáci
- specifická adaptace (*Rhinella marina*, *Rana cancrivora* vs ostatní žáby)
- dominance rostlin jejichž semena jsou přenášena ptáky oproti anemochorním a hydrochorním (efektivita, směřovaná disperze ptáky, i přes mnohonásobně nižší počet semen)
- pokud v zimě dochází k zamrznutí hladiny, hojně rozšířené druhy se zimní aktivitou

42

Preadaptace k úspěšné kolonizaci

- široká ekologická nika
- r/K strategie, r výhodná pro kolonizaci
- samooplození, samospašnost, partenogeneze



43

Selektivní extinkce

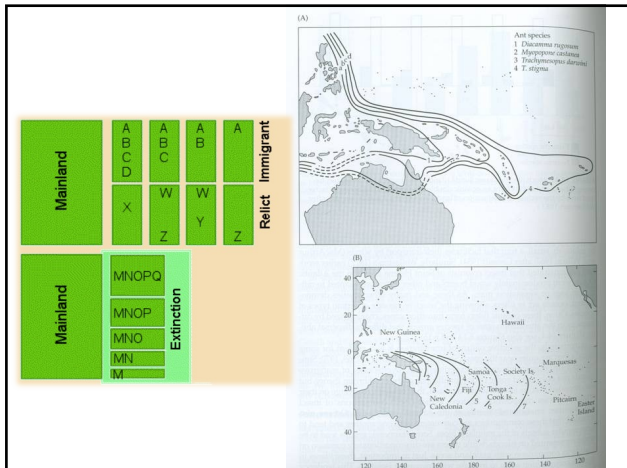
- druhový výběr
- vliv ekologických nároků a charakteristik
- ~ velcí masožravci se speciálními požadavky na prostředí jsou náchylnější k vymírání než nesespecializovaní herbivoři menších velikostí
- platí pro extinkce obecně: pleistocénní vymírání, dnešní ohrožené druhy
- vysoká specializace zvyšuje riziko extinkce

44

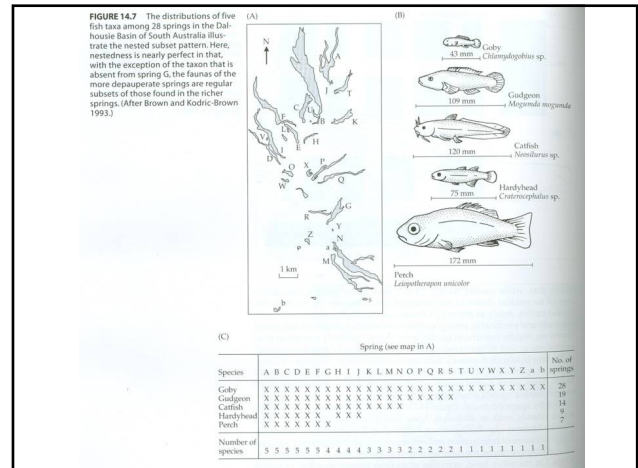
Procesy ovlivňující nerovnoměrnou imigraci a extinkci

- schopnost disperze – např. Mikronésie, jen drobný hmyz, Sv. Helena – převaha hmyzu s xylofágními larvami
- oceán = filtr
- společenstva ostrovů mají své obecné rysy, často jsou podobné => pravidelné podmnožiny pevninských druhů (některé taxony hojně, jiné chybí) = **nestedness**

45



46



47

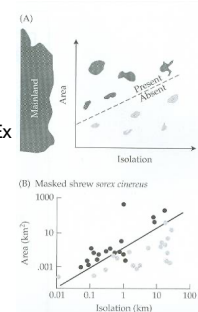
Složení ostrovních společenstev II.

1. specifické druhové složení společenstev
2. širší ekologické niky jednotlivých druhů
3. využívání netypických zdrojů (posun niky)
4. adaptivní radiace
5. existence nenaplněných nik (náchylnost k úspěšným invazím)

48

Rozšíření jednotlivých druhů

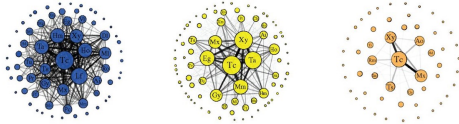
- problematiku imigrace/extinkce lze aplikovat na jednotlivé druhy
- koncept metapopulací – kompenzační vztah mezi imigrací a extinkcí, aby byl druh přítomen, tak $I_m > E_x$
- minimální plošné nároky populace nutné k přežití druhu vzrůstají s její izolovaností – velký izolovaný ostrov (nízká I_m , nízká E_x) vs malý ostrov v blízkosti pevniny (vysoká E_x , vysoká I_m)



49

Důležitost mezidruhových vztahů

- kompetice, predace, parazitace neuvažovány v rovnovážné teorii ostr. biog. ani v metapop. teorii
- ale pro složení ostrovních společenstev důležité
- všechny mezidruhové vztahy jsou důležité, nejvíce víme o vlivu kompetice (a parazitace)



50

Obecné rysy ostrovních populací

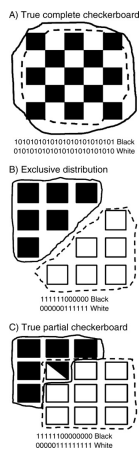
1. druhy s podobnou nikou se na ostrovech nevyskytují společně (buď A nebo B)
2. populace na ostrovech mají často vyšší populační hustoty než pevninské populace
3. ostrovní populace obývají širší niky a využívají prostředí, potravu, denní dobu aj. netypickou pro daný druh na pevnině

51

Ad 1. - druhy s podobnou nikou se na ostrovech nevyskytují společně (buď A nebo B)

A. šachovnicový výskyt [checkerboard pattern]

- princip kompetitivního vyloučení
- některé kombinace druhů jsou možné, jiné ne



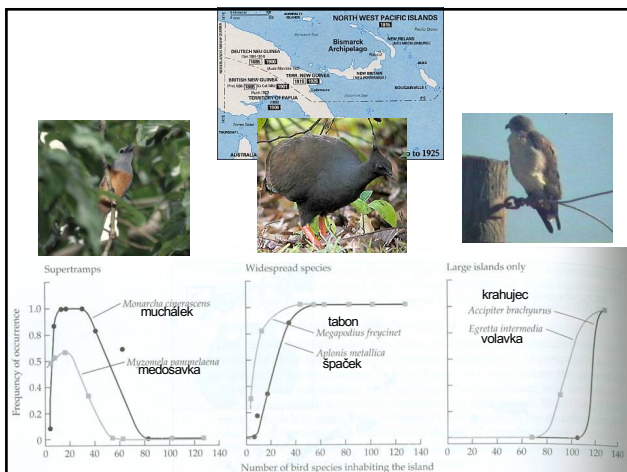
52

Ad 1. - druhy s podobnou nikou se na ostrovech nevyskytují společně (buď A nebo B)

B. difuzní (rozptýlená) kompetice (mezi více než 2 druhy)

- a) druhy odlehlých ostrovů (supertrampové) – vynikající v kolonizaci, špatní v kompetici => obývají jen vzdálené a izolované ostrovy s chudými společenstvy, v konkurenci jiných druhů neobstojí
- b) široce rozšířené druhy
- c) druhy velkých ostrovů – potřeba specializovaných zdrojů

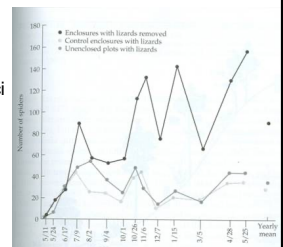
53



54

Ad 2 a 3 – nárůst populační hustoty a změna ekologické niky

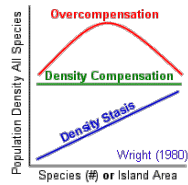
- u ostrovních populací běžné
- vliv snížené mezidruhové kompetice či predáčního tlaku
- na ostrovech bez anolisů a ameiv 10x více pavouků (Bermudy), po experimentálním odstranění anolisů 2,5x zvýšení abundance pavouků za pouhý 1 rok



55

Extrémně vysoká hustota populací [density overcompensation]

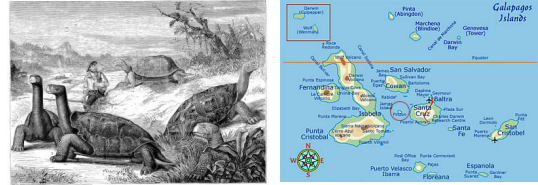
- abundance (populační hustoty) 1 druhu (nebo několika málo druhů) na ostrově jsou vyšší než populačních hustoty mnoha druhů společenstva na pevnině
- snížená mezidruhová kompetice – chybí větší druhy, menší druhy více jedinců (...ale overcompensation platí i pro biomasu...)
- snížení kompetice nejen v rámci třídy (např. ptáci), ale i mezi nimi
- absence predátorů či parazitů



56

Evoluční trendy ostrovní fauny

- na ostrovech jiné selekční tlaky => diverzifikace, **speciace**
- extinkce a imigrace brání speciaci => nejvíce endemitů na velkých a izolovaných ostrovech
- vliv schopnosti disperze na endemicitu – nízká schopnost disperze => vysoká endemicitu

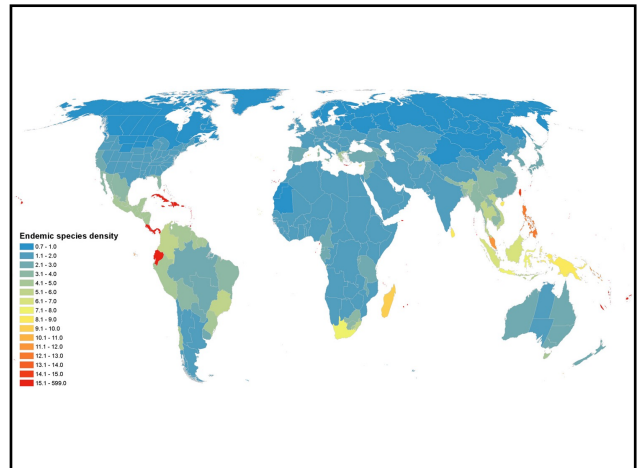


57

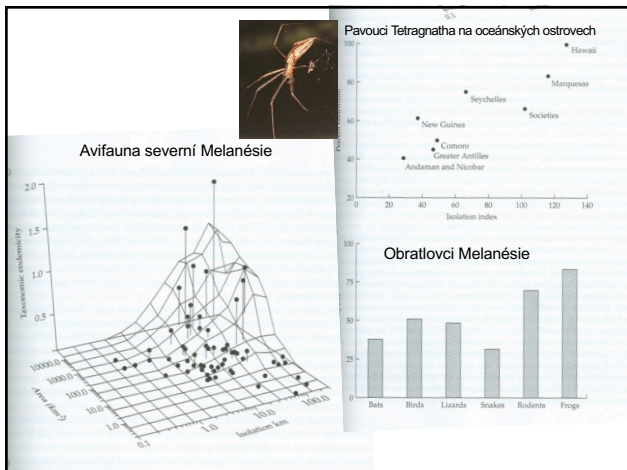
Ostrov bývají plné endemitů

- ostrov 3% pevniny, ale 17% endemických druhů ptáků (a to nyní, kdy již bylo mnoho ostrovních druhů vyhubeno)
- u rostlin 14%
- 9% všech druhů plžů obývá 8 izolovaných souostroví – Hawaii, Japonsko, Madagaskar, Nová Kaledonie, Madeira, Kanárské ostrovy, Maskarény, Rapa)

58



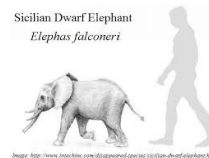
59



60

Zvláštnosti ostrovní fauny

- nejen vysoká míra endemicity, ale také speciální adaptace
- ztráta morfolických, behaviorálních a fyziologických adaptací proti predátorům
- snížené disperzní schopnosti
- bizarní morfologie



61

Snížení disperzních schopností

- ostrovy typicky osídlovány taxony s vynikajícími schopnosti disperze, ale mnoho ostrovních forem (druhů) má minimální schopnosti disperze
- zdánlivý paradox - jak mohly kolonizovat ostrovy?
- adaptace na ostrovní podmínky
- snižování disperzních schopností => zvyšování endemicity



62

Ztráta schopnosti letu

- nelétaví **netopyři** – novozélandské druhy *Mystacinidae* se plazí po zemi a hrabou nory pomocí specializovaných špičáků (ale úplně neztratili schopnost letu)



63

Nelétaví ptáci

- vyvinuli se mnohokrát nezávisle na sobě
- min. 10 řádů – kiwiové (Apteriformes), moa (Dinornithiformes), kormoráni (Pelecaniformes), ibisové (Ciconiiformes), vrubozobí (Anseriformes), chřástalové a slípky (rails, Gruiformes), blbouni a jiní holubi (Columbiformes), papoušci (Psittaciformes), sovy (Strigiformes) a pěvci (Passeriformes)
- na NZE 25-35% všech suchozemských a sladkovodních ptáků nelétavých
- 24% (=20 druhů) havajských druhů nelétavých
- u chřástalů nelétavost vznikla min. 11x
- mnoho druhů již vyhubených (Polynésie, chřástali)

64



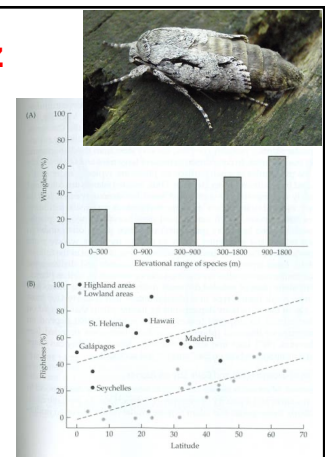
65

- vliv kombinace absence predátorů? Létání je nákladné
- nelétavost často spojena se zvýšením velikosti (možná i primární vliv na ztrátu schopnosti letu)
- (recentní)* nelétavost v tropických oblastech, v mírném pásu vzácně, v polárních oblastech nikdy (vliv zdrojů a nutnosti sezónních migrací)
- * tučňáci....

66

Nelétavý hmyz

- Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera, Homoptera, Ephemeroptera, Orthoptera
- čím izolovanější souostroví, tím častější
- platí také pro „ostrovní“ typy habitatů



67

Evoluce velikosti těla ostrovních populací

1. Gigantismus

- širší zdroje (např. malé i velké semena)
- větší schopnost překonat krátkodobý nedostatek energie



2. Dwarfismus

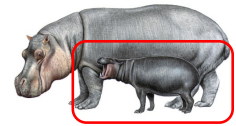
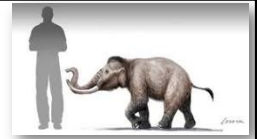
- méně dostupných zdrojů (kořist predátorů)
- úkryty a refugia na bezlesých ostrovech



68

Obři a trpaslíci

- trpasličí mamuti na Wrangelově ostrově
- trpasličí jeleni na Jersey
- trpasličí sloni na mediteránních ostrovech
- trpasličí hroši na Madagaskaru
- trpasličí lidé na ostrově Flores
- (stromové byliny a kaktusy)
- (obří ptáci moa)
- obří hmyzožravci štětinatci

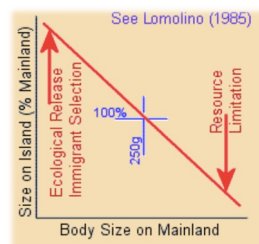
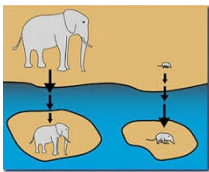


- ecological release (zvětš.) a resource limitation (zmenš.)

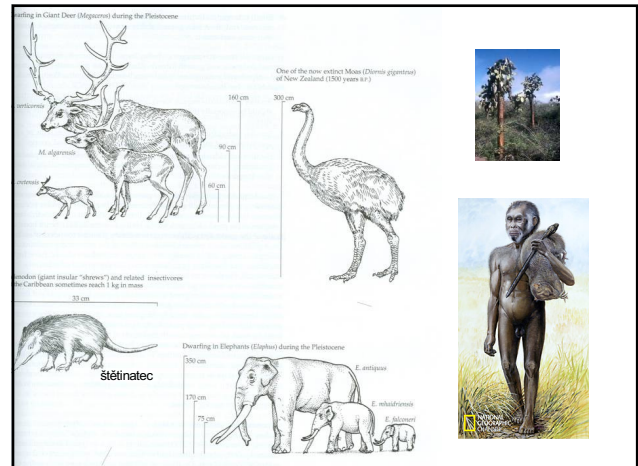
69

Ostrovní pravidlo

- malé druhy se zvětšují, velké zmenšují; existuje něco jako ideální velikost ostrovního savce, ta se liší podle velikosti ostrova a jiných faktorů (savci: 200-500 g).



70



71

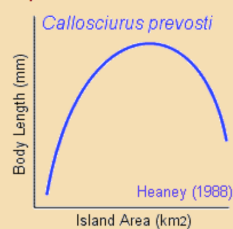
Další ostrovní zvláštnosti:

- vztah mezi velikostí těla a velikostí ostrova (a jeho izolovaností)



veverka Prevoštova

- squirrel size vs. island area



72

Ptáci a plazi

- ostrovní pravidlo platí i pro ptáky (velikost těla, velikost zobáku): kasuáři, emuové, chrástali, střízlíci; 125 g
- u plazů nejasné
- ale obří želvy mohou být ve skutečnosti trpaslíky (podobně jako mamuti na Wrangelově ostrově); na Galapágách snad větší než předci, ale na Aldabře opravdu zmenšené formy
- varan komodský je možná také trpaslík (7 m australský varan)



73

Taxonový cyklus

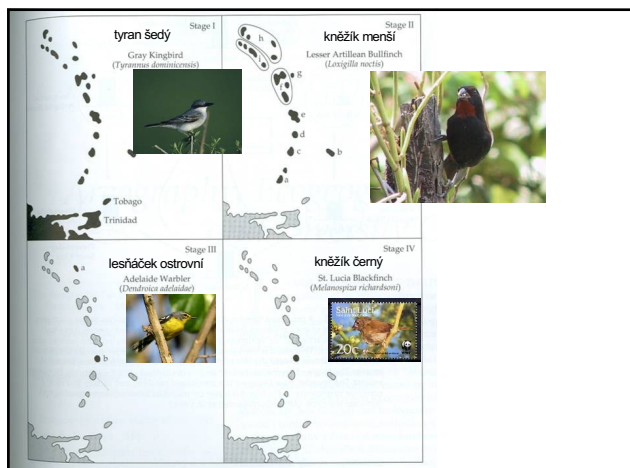
- postupné fáze expanze a kontrakce areálu
- ekologické a evoluční interakce: bere tedy ohled na specifika jednotlivých druhů a mezidruhové vztahy
- kolonisté se postupně diferencují a ekologicky specializují, až nakonec vyhynou
- osídlení novými kolonisty => cyklus je uzavřen
- typické pro souostroví ve vzdálenosti na hranici disperzních možností daného taxonu, ne na blízkých souostrovích bez potřebné izolace
- trvání cyklu 1 milión let

74

Stádia cyklu

1. **počáteční expanze:** původní druh je široce rozšířen a nediferencován (široká ekologická nika, adaptace na marginální prostředí)
2. **následná specializace** (ekologická a evoluční): speciace a invaze specializovaných habitatů, snížení schopnosti disperze, změna velikosti těla, potravní specializace, vymírání některých populací (=> snížení početnosti, zmenšení areálu)
3. **počátek kontrakce:** další snižování počtu populací/druhů, několik vysoce specializovaných druhů s malými populacemi, na mnoha ostrovech extinkce
4. **fáze vysoce endemických druhů:** endemité konkrétních ostrovů, postupné extinkce vlivem kompetice s druhy v 1. fázi a nahrazování jinými taxony

76



77