Konzervační genetika

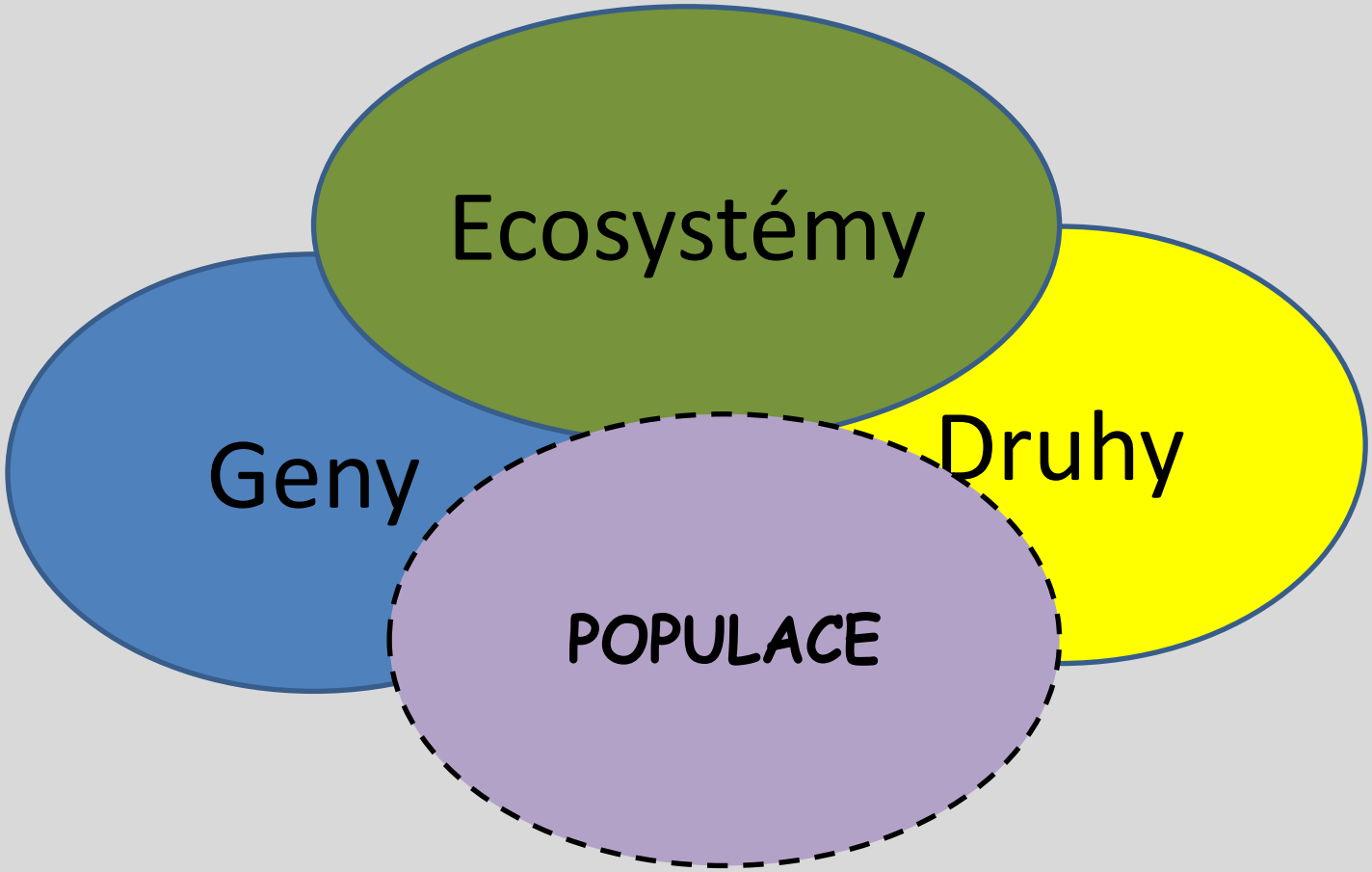
JEDNOTKY KONZERVACE TAXONOMIE

Propojení výuky oborů Molekulární a buněčné biologie a Ochrany a tvorby životního prostředí
OPVK (CZ.1.07/2.2.00/28.0032)

Petr Smýkal, Dana Šafářová
Katedra botaniky, Katedra genetiky a buněčné biologie
Univerzita Palackého, Olomouc

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Co bychom měli chránit ?



Základní členění biodiverzity dle IUCN (plná čára)
a čtvrtá úroveň, populace, rozeznávaná jako nejdůležitější pro dlouhodobou ochranu

POPULACE

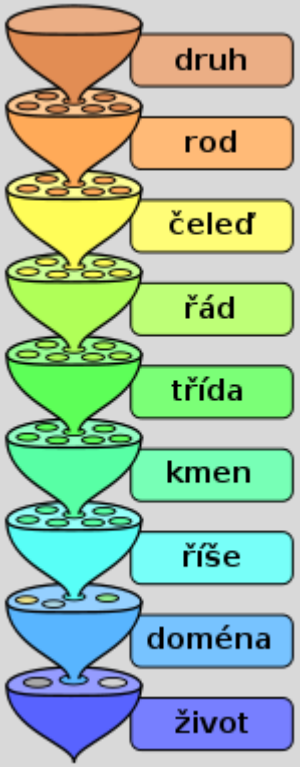
- množina jedinců mezi nimiž probíhá vzájemné rozmnožování

- ideálně obývá vyhraněné území

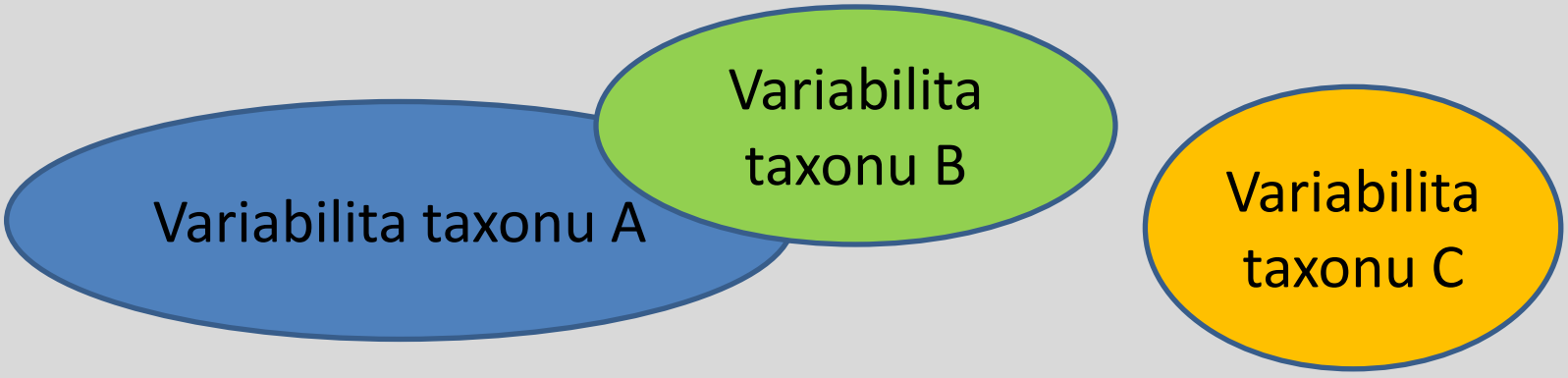
- základní jednotka v evoluci, druhové ochraně

Taxonomie

(z řec. *taxis* – uspořádání, *nomos* – zákon) je v užším slova smyslu vědní obor, který **se zabývá teorií a praxí klasifikace organismů**.
Jejím cílem je klasifikovat všechny známé biologické skupiny (taxony) podle určitých pravidel do jednotlivých hierarchicky uspořádaných biologických kategorií.



V širším slova smyslu se **taxonomie překrývá s biologickou systematikou,** tedy vědou, která studuje nejen **klasifikaci, ale i obecné principy variability (diverzity)** jednotlivých druhů nebo vyšších taxonů a zabývá se i **příčinami a důsledky této variability**.



Druh – species

Latinské slovo znamenající „typ, vzhled, vzezření“

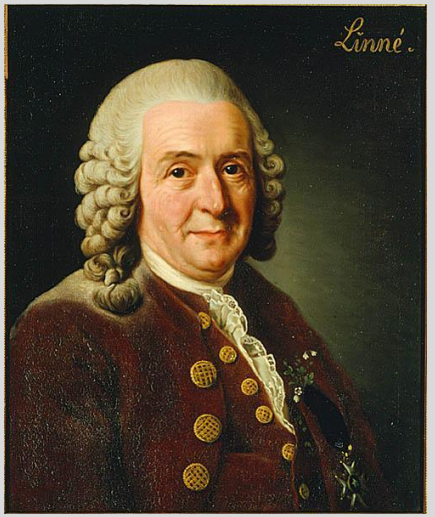
Organismy – přirozená seskupení fenotypově podobných jedinců, lze je uspořádat do hierarchicky uspořádaného systému, tj. taxonomického systému
Existují druhy v přírodě objektivně, nebo je vymezuje až taxonom ?

Neexistuje univerzální definice druhu !

John Ray – pravděpodobně první pokus o definici druhu
„Druhy jsou skupiny rostlin, které v mezích své proměnlivosti, plodí shodné potomstvo“.

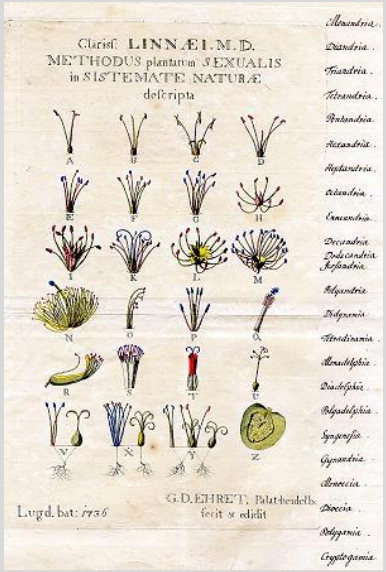
"In order that an inventory of plants may be begun and a classification of them correctly established, we must try to discover criteria of some sort for distinguishing what are called 'species'. After a long and considerable investigation, no surer criterion for determining species has occurred to me than distinguishing features that perpetuate themselves in propagation from seed."

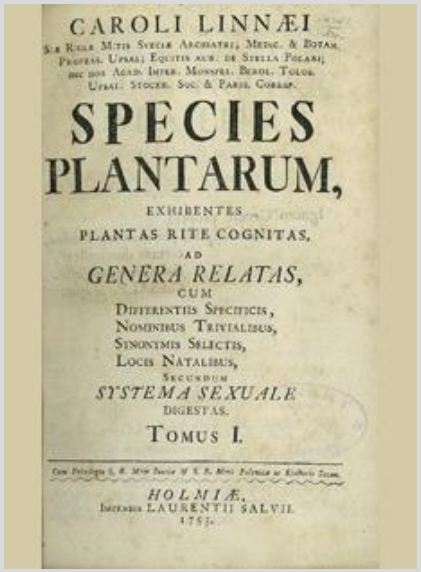
Carl von Linne *(Carolus Linnaeus)* (1707 – 1778)



Systema Naturae, *Genera Plantarum*, *Critica Botanica* (1737) – znalost variability rostlin, fixní počet druhů
Platae Hydridae (1751) – 100 druhů/hybridů

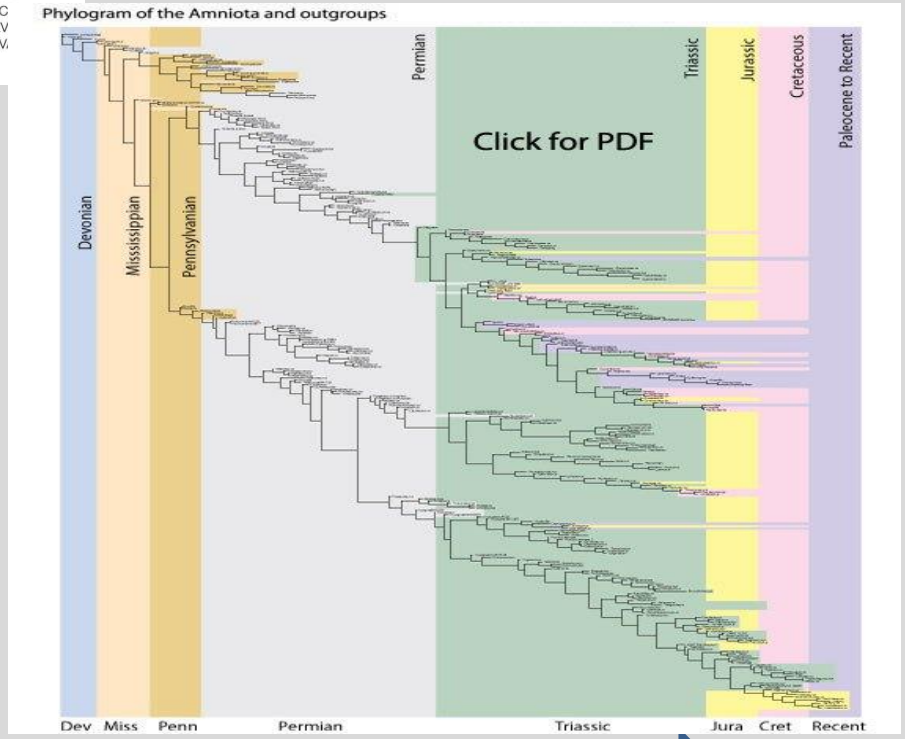
*Species Plantarum (*1753) začátek botanické nomenklatury a popis 5900 druhů. Hierarchický umělý, binomický systém.

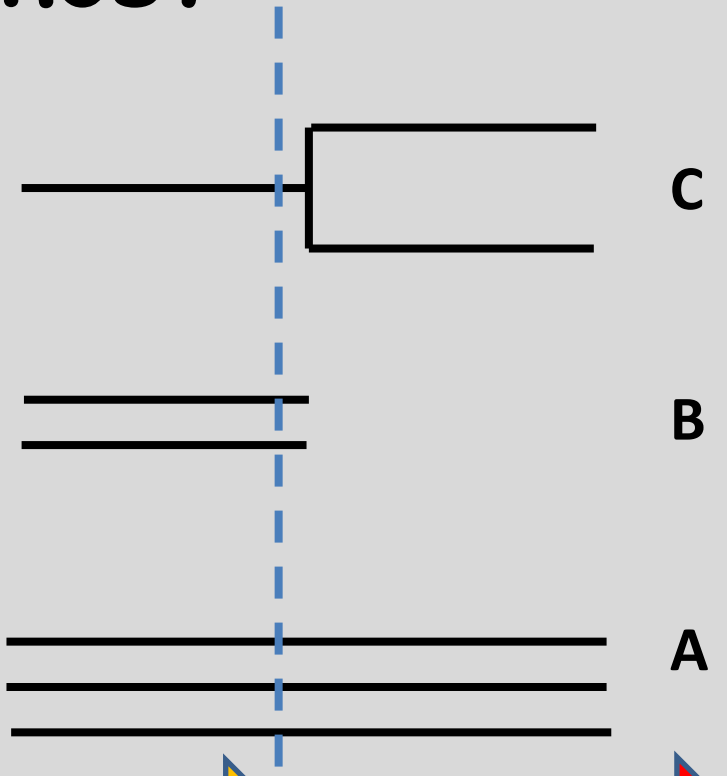




Oddělení (divisio): – *phyta
pododdělení (subdivisio): – *phytina*
Třída (classis): – *opsida
Podtřída (subclassis): – *idae
Řád (ordo): – *ales
*nadřád (superordo): – *anae*
Čeleď (familia): – *aceae
*podčeleď (subfamilia): – *oideae*
***Rod – genus**
***Druh – species**
*subspecies
*varietas

Časové hlediska ochrany: minulost, současnost a budoucnost





minulost
Druhy

současnost
ekosystémy

budoucnost
geny

Speciace

procesy diferenciace a reprodukční izolace můžou být různorodé, zásadně odlišné svým mechanismem

- různé v různých skupinách
- ekologická, chromozómová, polyploidizační, hybridizační
- proces dlouhodobý (**postupná, gradualistická speciace**)

čtyři základní procesy – mutace, náhodné změny genofondu, selekce, migrace

- i náhlý (**saltační**) – hybridizace, polyploidizace

Pojetí druhu

vychází z detailního studia morfologických znaků.

Cíl taxonoma

přehledná a snadno použitelná klasifikace materiálu.

Pojetí druhu:

- **Nominalistické**
- **Realistické**
  - **historické**
  - **esencialistiké**
  - **strukturalistické**
  - **kohezní**

Morfologická (typologická) koncepce druhu
(Phenetic species concept)

Druh je skupina jedinců, kteří se sobě navzájem morfologicky podobají (morphospecies).

Pheidole barbata

Praktičnost: určovací klíče, atlasy

Rozpoznávání v rámci/mezi druhy

Podobní/stejní, ale jiné druhy

Sturnella neglecta

Sturnella magna

Morfologicky odlišní, ale přece stejní !

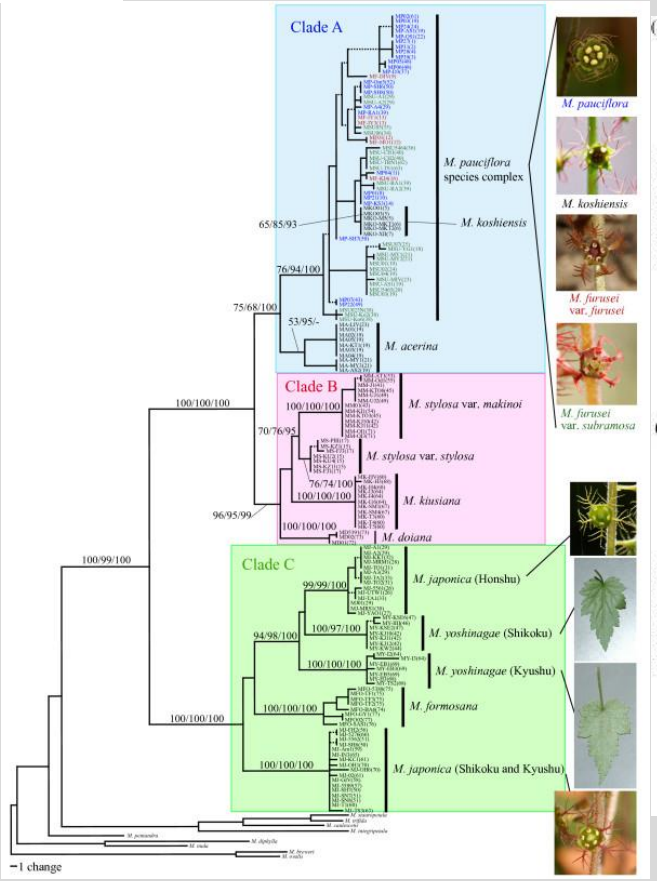
Theridion grallator.

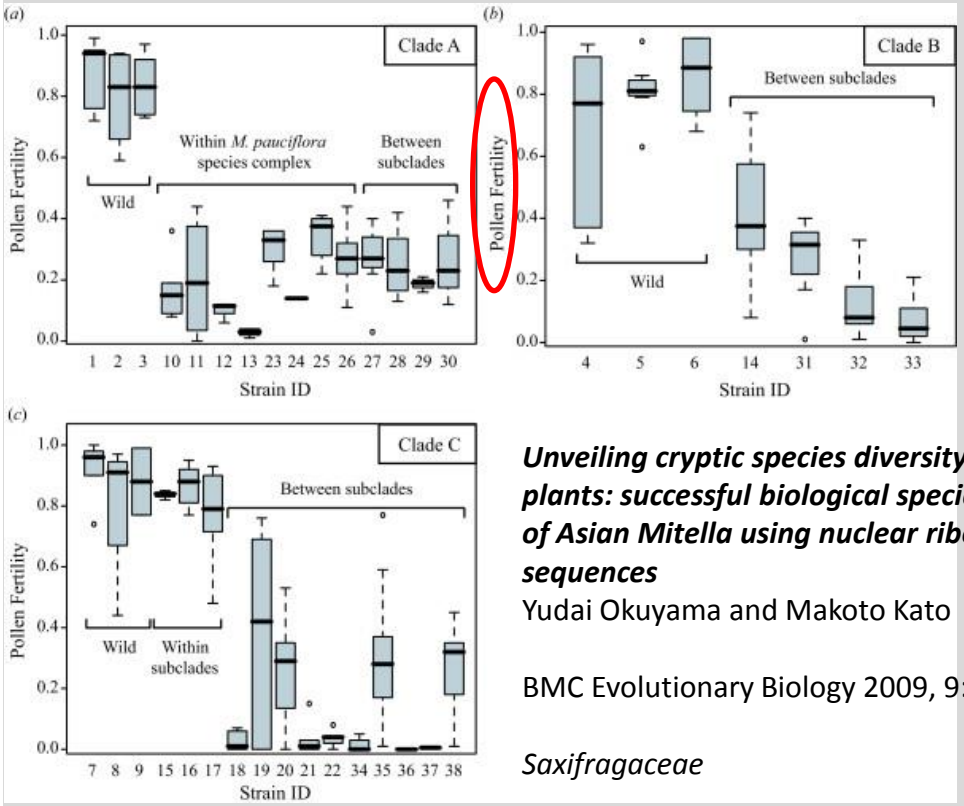
Kryptické druhy – morfologicky neodlišitelné

Vzájemně reprodukčně isolované populace, které často koexistují sympatricky,

aniž by se křížili. Podle tradičních taxonomických znaků je však nelze odlišit.

Odlišení pomocí molekulárních metod (sekvencí DNA).





Unveiling cryptic species diversity of flowering plants: successful biological species identification of Asian Mitella using nuclear ribosomal DNA sequences

Yudai Okuyama and Makoto Kato

BMC Evolutionary Biology 2009, 9:105

Saxifragaceae

Mechanismus druhové koheze

Druh = nejbližší skupina organismů mající potenciál pro genetickou a demografickou komunikaci (Templeton 1989)

Působí proti rozšiřování fenotypového i genotypového spektra druhů, zabraňuje jejich splývání a prolínání.
Zodpovědný za udržení podobnosti mezi příslušníky stejného druhu a zároveň nepřímo za existenci rozdílů mezi různými druhy.

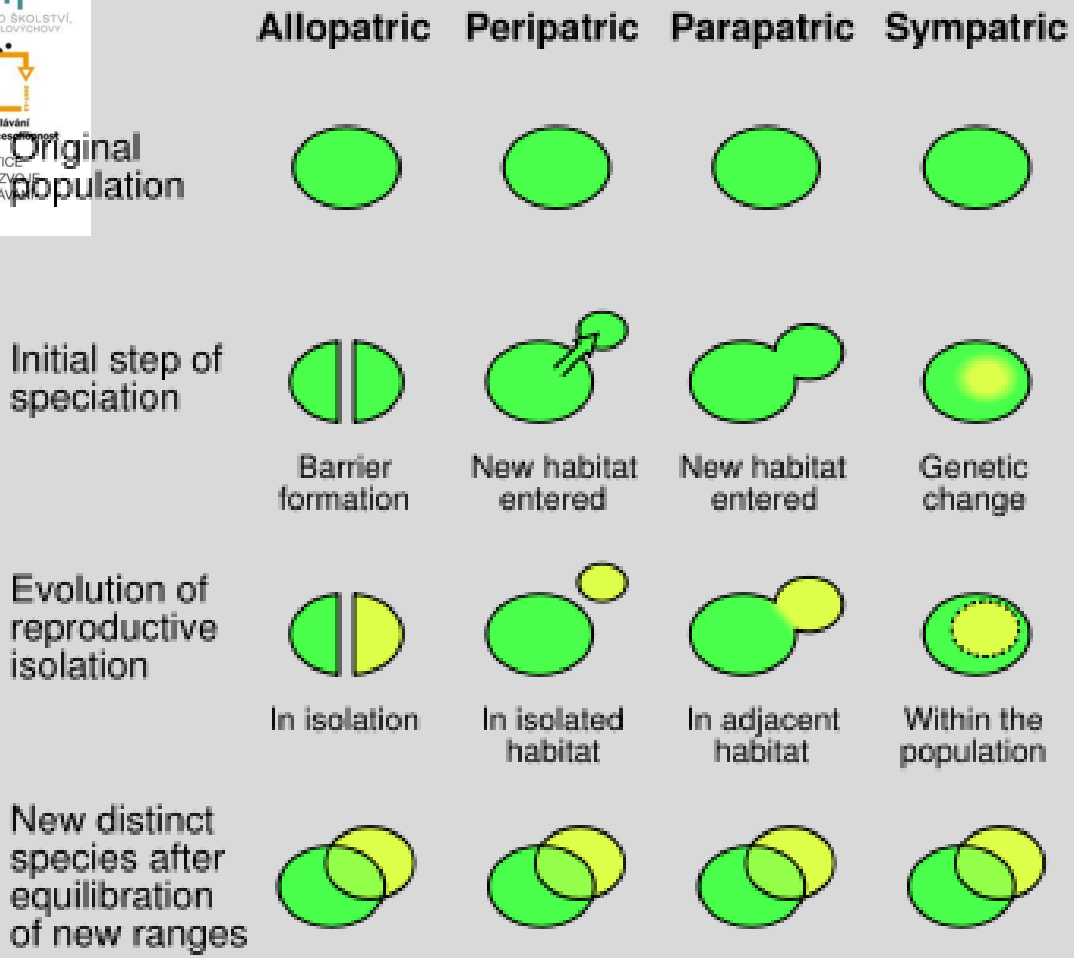
Nejrozšířenějším mechanismem druhové koheze je pohlavní rozmnožování, čímž dochází ke genovému toku, genofond se tak vyvíjí jako celek.

U druhů se strukturovanou populací a nízkou intenzitou genového toku zajišťuje genovou kohezi pouze určitá podmnožina genů (selekčně výhodných)

Představa že v určitém prostředí existuje pouze omezený počet potenciálních nik – proto omezený počet druhů které se mohou těmto nikám přizpůsobit.

Jedinec příliš odlišný od fenotypu (genotypu) optimálního pro danou niku je eliminován – *model ekologického druhu.*

Speciace a geografie



allopatrická speciace - část populace se oddělí do dvou geografických celků

peripatrická speciace – malá zakládající populace pronikne do nové isolované niky

parapatrická speciace – k oddělení může dojít buď proto, že mutant si najde jiný biotop (u cizopasníků například jiného hostitele) a následně se nemůže křížit s většinovou populací (saltační speciace)

sympatrická speciace – speciace bez fyzického oddělení

Zdroj: http://www.bio.miami.edu/dana/160/speciation.jpg from http://www.bio.miami.edu/dana/160/160S04_6.html

Liniový – evoluční koncept

Linie je definována jako **sekvence předchozích a následných populací, vyvíjející se odděleně** od ostatních (Simpson 1951).

Populace představuje skupinu jedinců stejného druhu, vzájemně se křížících organismů, zaujímajících určitý geografický prostor a vykazující reproduktivní kontinuitu mezi generacemi.

Problémem je však určit co jsou druhy, dříve než je vymezena populace.

Problém definice druhu je přesunut na problém definovat co je populace. Důležité hledisko „odděleně se vyvíjejících se jednotek“ je zde neobjasněno. ***Přístup oblíbený v systematice***.

Biologický koncept

Druh je definován jako skupina aktuálně nebo potenciálně (?) se křížících populací (jedinců) , které jsou reprodukčně isolovány od jiných (Ernst Mayr 1942).

Klíčovým krokem speciace je reprodukční isolace.
Test sympatrie – schopnost růstu ve vzájemné blízkosti aniž by se následkem hybridizace ztrácela druhová identita.

Zjistilo se však, že reproduktivní bariéry mohou být polopropustné k toku genů a také že druhy se mohou diferencovat navzdory probíhajícímu křížení.

Původně tento koncept byl formulován pro oboupohlavní organismy. Problémy s jeho použitím na jednopohlavní prokaryotické organismy, včetně partenogenetických druhů.

http://pan-aves.blogspot.cz/2010/11/o-druzich-jejich-jmenech-co-s-nimi.html

Van Valen LM (1976)

Obohacení o **ekologický prvek.**

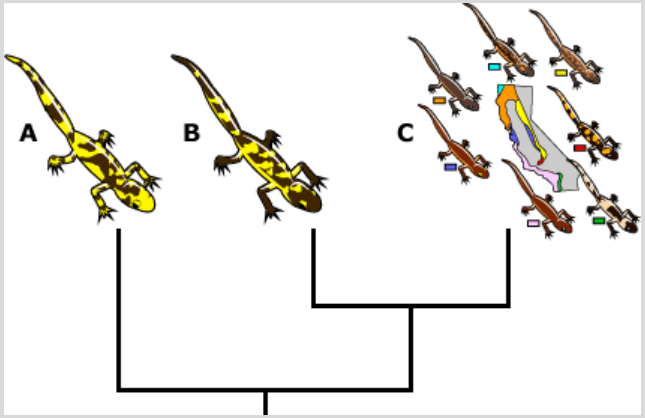
Druh je rodina (nebo skupina blízce příbuzných rodin), jenž ve svém areálu obsadila adaptivní zónu alespoň minimálně odlišnou od jiných zón, které obsadily jiné rodiny, a jež se vyvíjela odděleně ode všech rodin mimo její areál.

Ekologický koncept v zásadě říká, že "druhy by se měly definovat samy" (Mishler 1999) - k jakým organizmům se daný jedinec chová jako ke stejnému druhu a k jakým jako k jinému druhu.

Formálněji by šlo eko-druh definovat jako vývojovou linii nebo blízce příbuznou sadu linií, která sdílí stejnou ekologickou niku a vyvíjí se izolovaně od všech obdobných skupin.

Fylogenetický koncept

Druh je identifikovatelný shluk individuí, u nichž je zjistitelný vztah původu - posloupnosti (předci a potomci) a který vykazuje vzor fylogenetického původu mezi těmito jednotkami (Eldredge and Cracraft 1980). **Unikátní společný předek.**



Problémy s jednopohlavnými organismy, které nemají nebo jen malý genový tok, a také každý klon s novou mutací by tak mohl být definován jako nový druh.

Je problematický také vzhledem k časté existenci hybridizace mezi blízkými druhy, kde navzdory tomu probíhá speciace.

Genový koncept

Zohlednění genetických procesů probíhajících během speciace (Wu 2001)
Dle tohoto modelu celý proces závisí především na genech zodpovědných za diferenciální adaptaci k různým přírodním a sexuálním podmínkám („**speciačních genech**“)

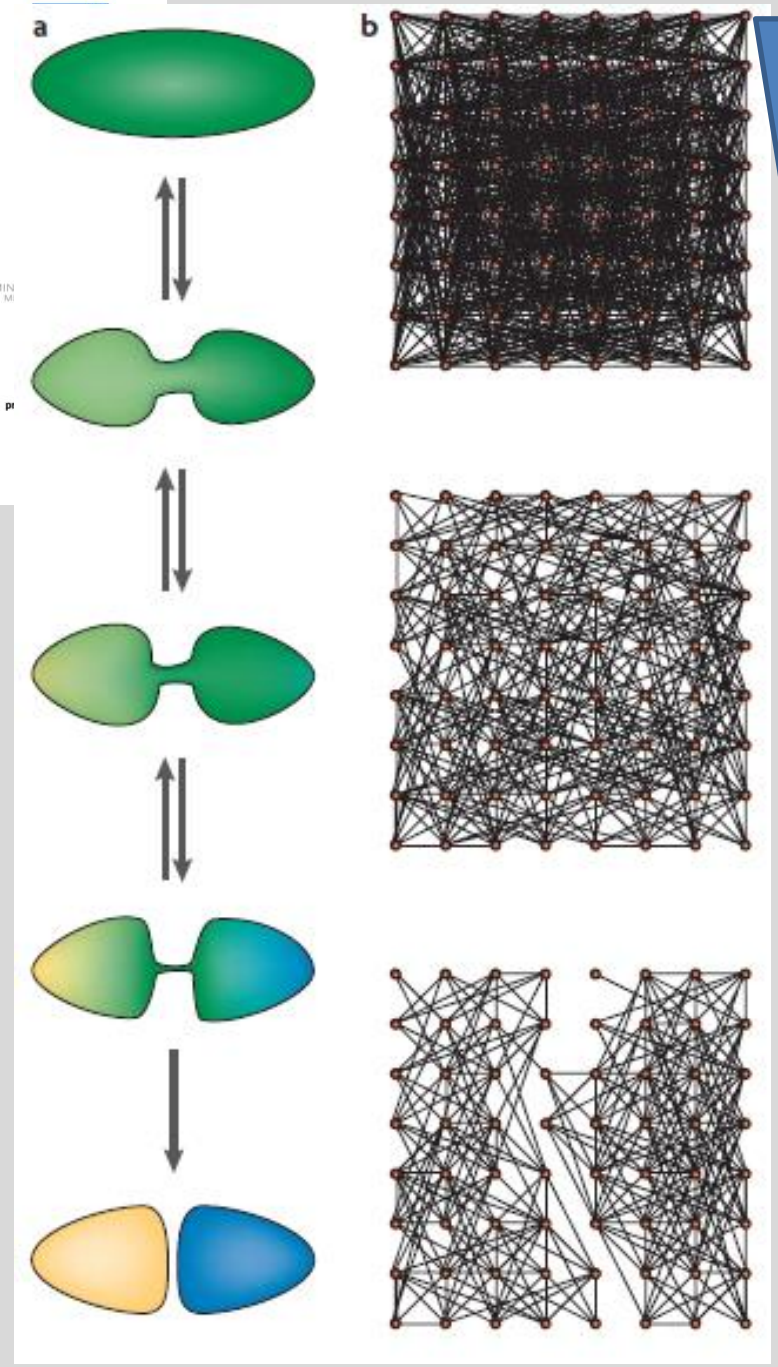
Druh = diferenciálně adaptované skupiny, které v případě kontaktu nejsou schopny si vyměňovat geny kontrolující tyto adaptivní znaky, jak přímo tak prostřednictvím intermediálních hybridních populací

Kritizován pro přílišný důraz na diferenciální adaptaci způsobenou genovými mutacemi.

Koncepty druhu

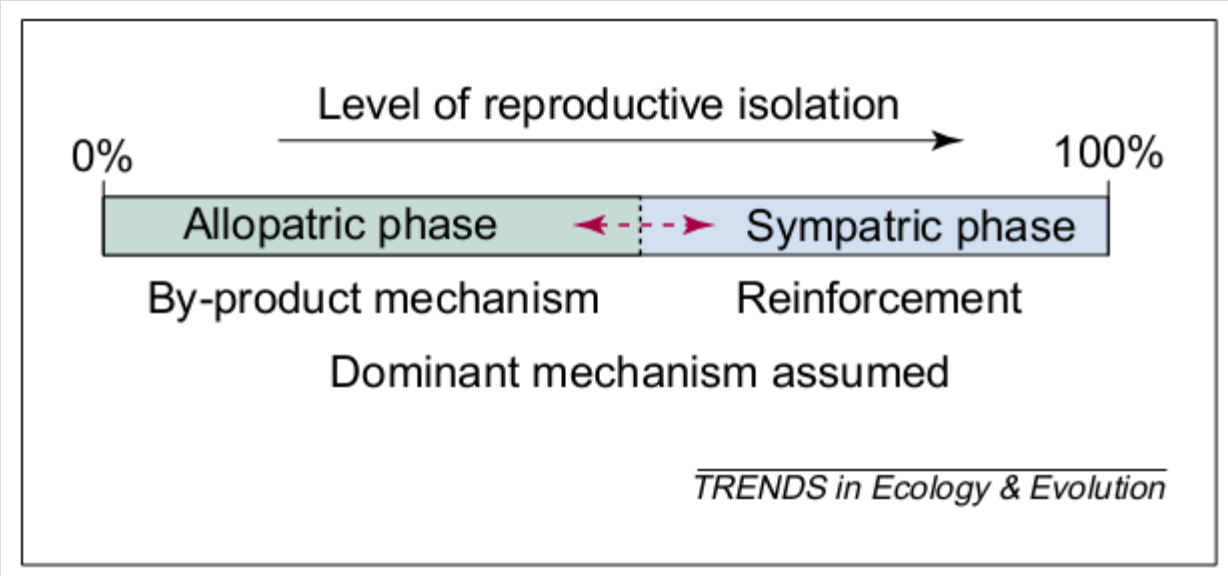
Type	Definition	Reference
Biological	species are groups of interbreeding natural populations that are reproductively isolated from other such groups	Mayr, 1969: 314
Cohesion	the most inclusive group of organisms having the potential for genetic and/or demographic exchangeability	Templeton, 1989: 25
Ecological	a species is a lineage (or a closely related set of lineages) which occupies an adaptive zone minimally different from that of any other lineage in its range and which evolves separately from other such lineages	Van Valen, 1976: 233
Evolutionary	a single lineage of ancestral-descendent populations of organisms which maintains its identity from other such lineages and which has its own evolutionary tendencies and historical fate	Wiley, 1978: 18
Phenetic	dense regions within a hyperdimensional environmental space	Sokal & Crovello, 1970: 150
Phylogenetic	an irreducible (basal) cluster of organisms, diagnosably distinct from other such clusters, and within which there is a parental pattern of ancestry and descent	Cracraft, 1989: 35
Autapomorphic	the least inclusive taxon recognized in a classification, into which organisms are grouped beause of evidence of monophyly..., that is ranked as a species because it is the smallest 'important' lineage deemed worthy of formal recognition	Mishler & Brandon, 1987: as quoted in Mishler & Budd (1990)
Recognition	the most inclusive population of individual biparental organisms which share a common fertilization system	Paterson, 1985: as quoted in Templeton (1989)
Taxonomic	species are the smallest groups that are consistently and persistently distinct, and distinguishable by ordinary means	Cronquist, 1988: 71
Unitary	the most extensive units in the natural economy such that reproductive competition occurs among their parts	Ghiselin, 1974: 538

Rieseberg & Brouillet 1994



omezení toku genů

Genetická diferenciace populace



Reproduktivní isolace začíná allopatrií jako náhodný vedlejší produkt adaptace k alternativním prostředím.
Zvýraznění reproduktivní isolace (premating) prostřednictvím redukované zdatnosti (fitness) hybridů, až ke kompletní reproduktivní isolaci během sympatrické fáze.

Terminologie: *Sympatrie, je existence dvou nebo více druhů, žijících v takové blízkosti, že by mezi nimi bylo možné páření, naproti tomu, že jejich pokračující existence jako samostatných druhů indikuje, že k němu normálně nedochází. Kontrastuje to s alopatrií, kdy regionální nebo geografická izolace možnosti křížení běžně vylučuje.*

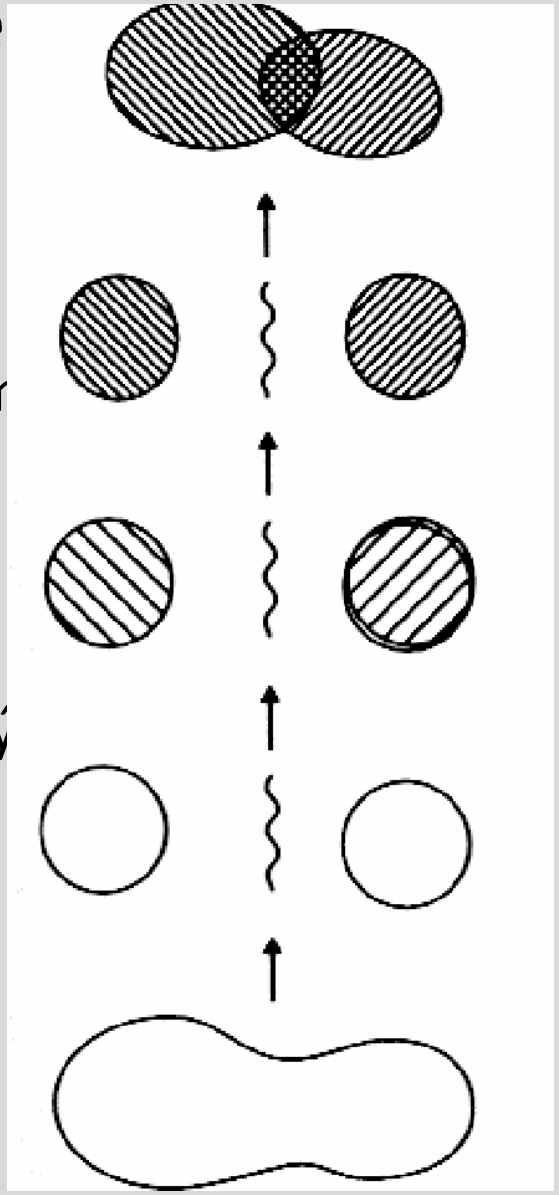
Geograficky podmíněná speciace

1) Speciace alopatrická

Areál původního druhu je rozdělen na dvě a více částí geografickou překážkou – výsledkem je oddělený vývoj, fixace jiných mutací

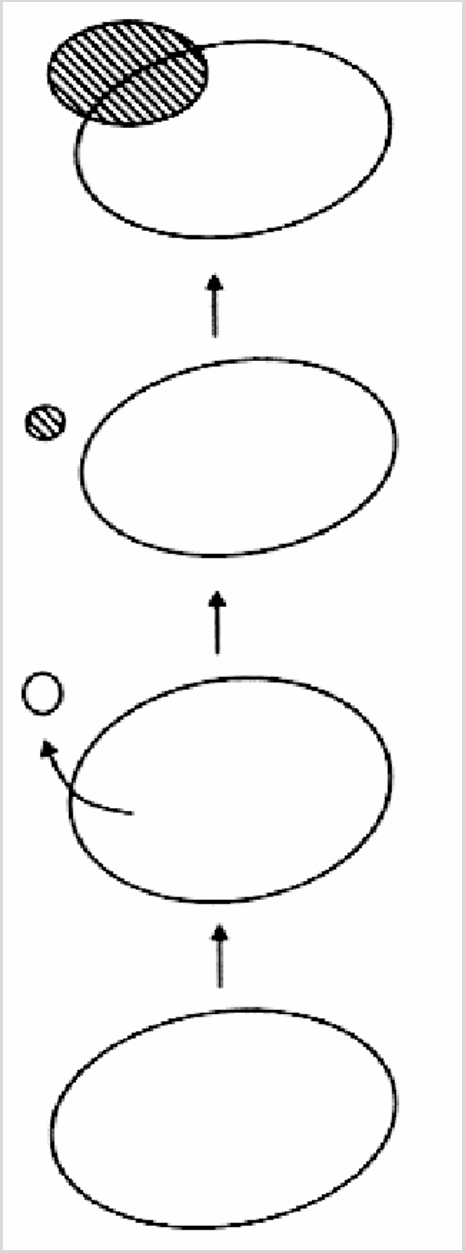
Zmizí-li bariéra dříve než nastane plná reproduktivní isolace – splynutí opět ve stejný druh

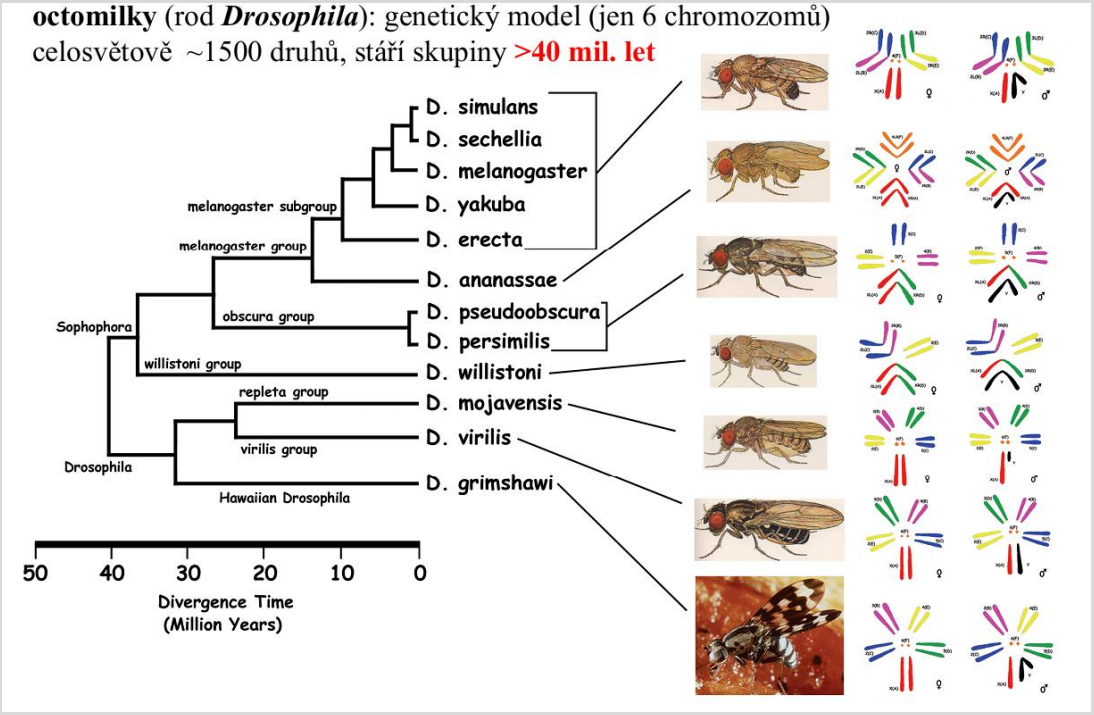
Možnost křížení – hybridní druh
(viz. Přednáška č. 4)



2) Speciace peripatrická

areál původního druhu osciluje,
po zmenšení celkového areálu zůstane
řada malých izolovaných populací, které se rychle
Mění v krátkém období vzniká celá řada druhů s
miniaturními areály → ***druhové roje***



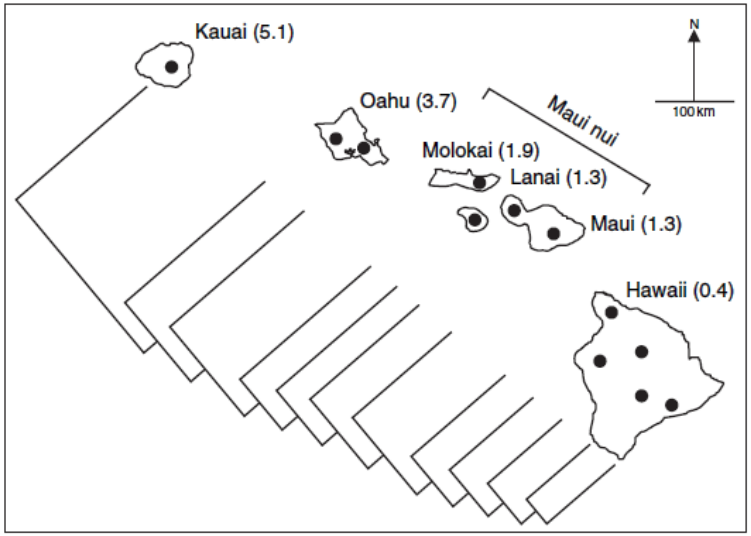


Peripatrická speciace

–primárně ekologie např. u Havajské skupiny „*silversword alliance*“ z Asteraceae

*28 druhů ve 3 rodech (*Argyroxiphium, Dubautia, Wilkesia*), společný kalifornský předek
*různé životní formy – polštářové rostliny, keře, stromy, liány, …
*75 – 3750 m n. m.
*400 – 12300 mm srážek ročně

(photos from http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/silversword.htm)

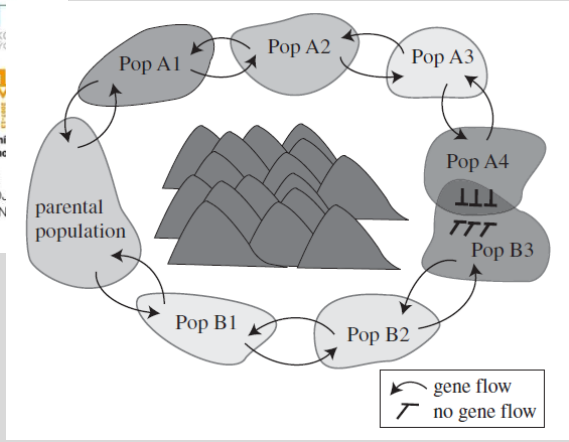


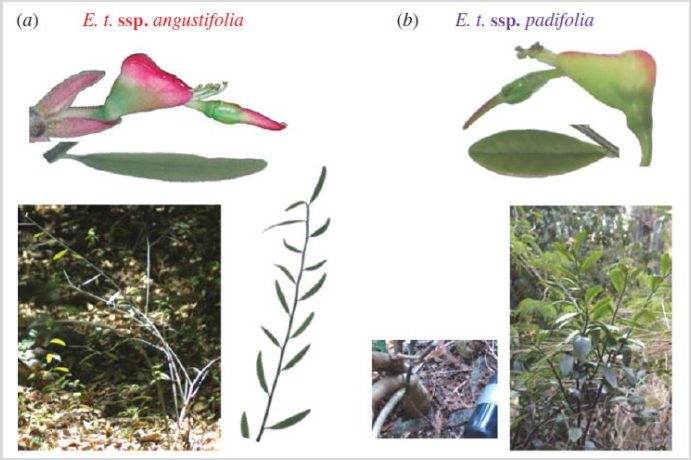
Kruhové druhy

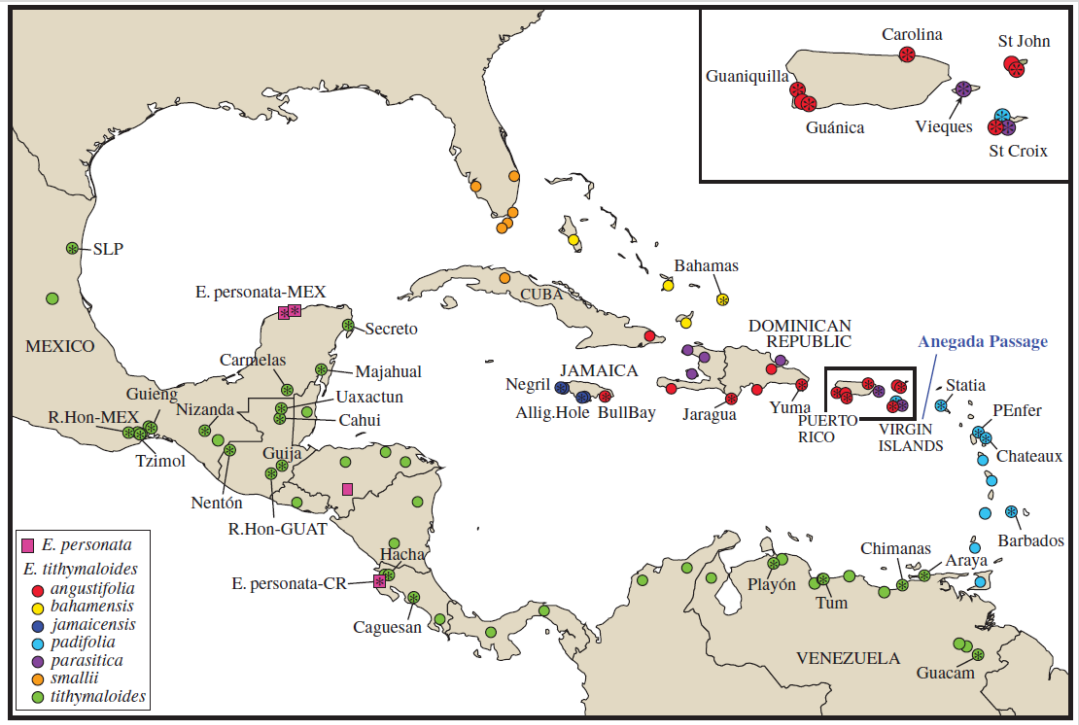
The Caribbean slipper spurge *Euphorbia tithymaloides*: the first example of a ring species in plants

N. Ivalú Cacho and David A. Baum

Proc. R. Soc. B published online 13 June 2012

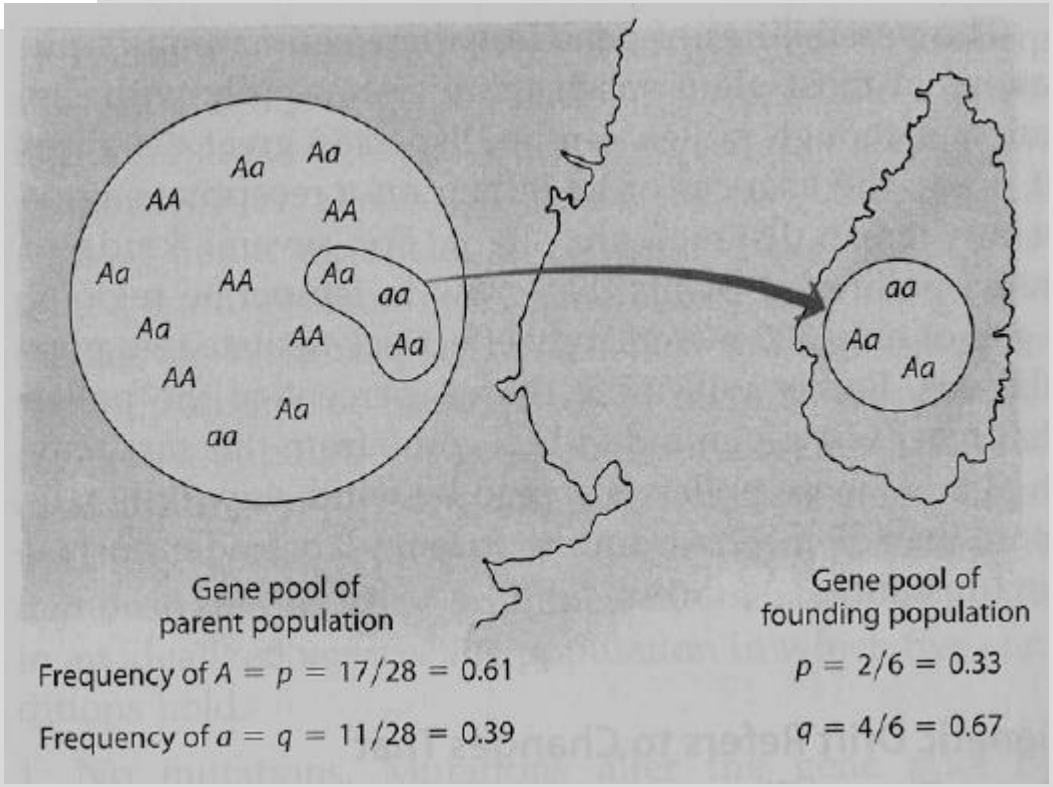






They showed the *Euphorbia tithymaloides* has reproduced
and evolved in a ring through Central America and the Caribbean,
meeting in the Virgin Islands
where they appear to be morphologically and ecologically distinct.

Alopatrická speciace je usnadněna pomocí „efektu zakladatele“



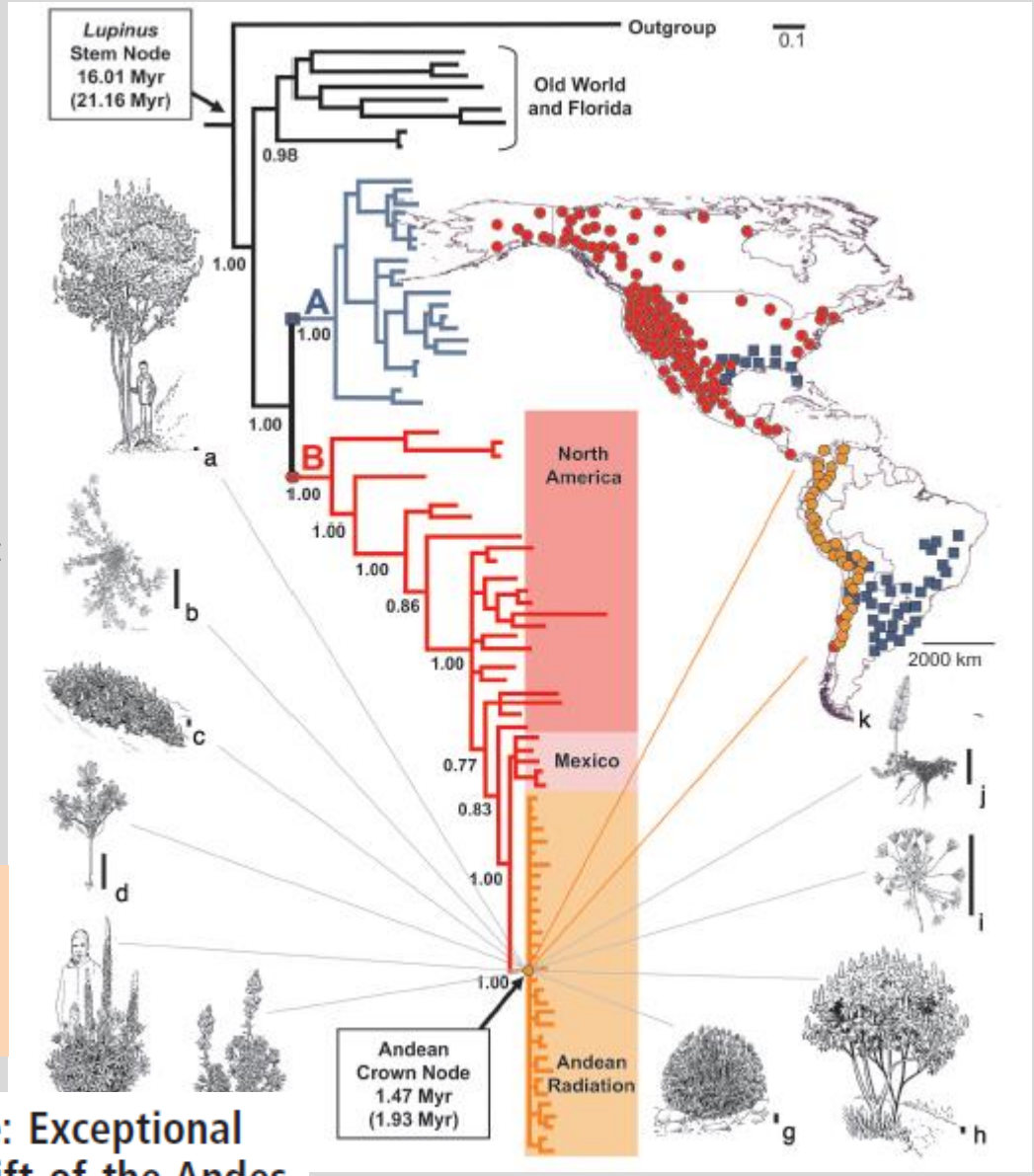
Jen malá část jedinců zakládá novou kolonii (populaci)

Genový pool má jiné složení (frekvenci alel)

Adaptivní radiace

je diverzifikace druhů, která umožňuje vyplnění celé řady ekologických nik. Nastane, když z původního druhu vzniknou opakovanou speciací četné druhy „potomků“, které se stávají nebo zůstávají sympatrické. Často jsou tyto „výbuchy“ speciace iniciovány rozvojem klíčových inovací původních druhů. Při koexistenci druhů je tendence začít využívat jiné ekologické zdroje a tím snížit mezidruhovou konkurenci. Taková odpověď na kompetici samozřejmě nemůže nastat, pokud jsou blízce příbuzné druhy rozděleny fyzickými bariérami (např. vikariancí).

Rychlé rozrůznění, vějíř druhů
Časté v případě ostrovů, pohoří



Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes

Colin Hughes* and Ruth Eastwood

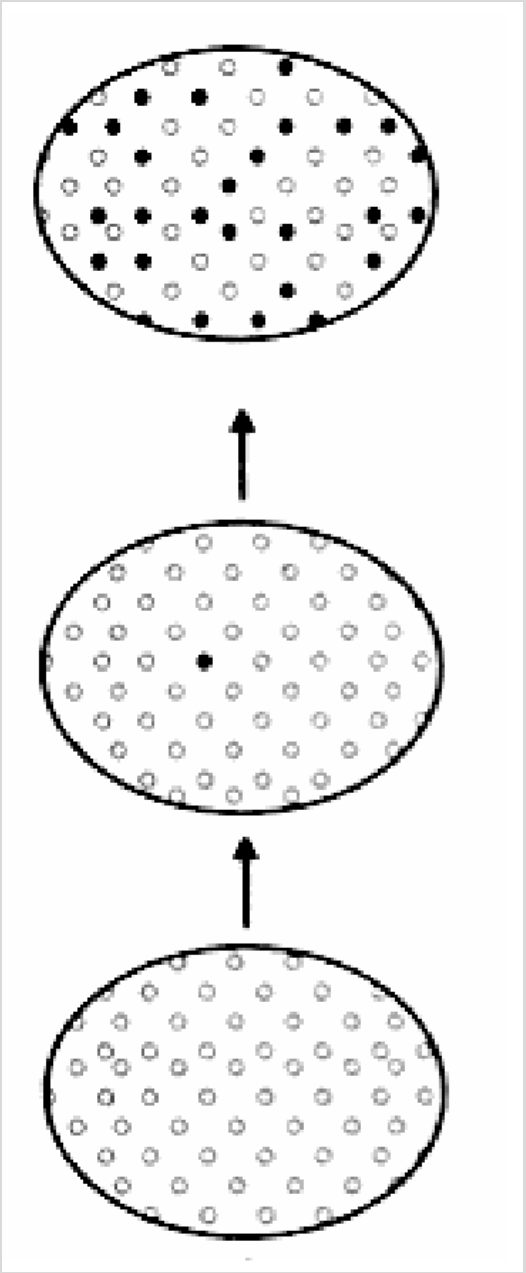
3) Speciace sympatrická

rychlá fixace lokální mutace

např . přechod na nového hostitele – běžné u parazitů,

disruptivní selekce (heterozygoti znevýhodněni!)

<u>speciace bez geografické izolace</u> !



esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Systematika a taxonomie

Existují dva hlavní aspekty evoluce:

- Fenotypová změna během času (**anagenese**)
- Větvení díky reproduktivní isolaci mezi druhy (**kladogeneze**)

Systematika a taxonomie

Historicky, taxonomická klasifikace je založena na **fenotypové podobnosti (fenetice),** což odráží evoluci prostřednictvím anageneze.

To znamená, že skupina organismů, které jsou si fenotypově podobné jsou shlukovány společně.
To platí například i pro četnost alel genů, populace mající podobnou četnost jsou shlukovány do jednoho druhu.
Výsledné grafické vyjádření se nazývá **fenogram.**

Systematika a taxonomie

Druhým přístupem, je klasifikace **na základě jejich fylogenetické příbuznosti** (**kladistiky**).
Kladistické metody shlukující dohromady organismy, které sdílejí odvozené znaky (pocházející ze společného předka), odráží principy **kladogenese.**

Na základě kladistiky jsou rozeznány pouze monofyletické skupiny, výsledkem je diagram (strom) znázorňující příbuznost, nazývaný **kladogram (někdy také jako fylogram**).

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Systematika a taxonomie

Současné taxonomické postupy **kombinují kladistiku a fenetiku, a jsou někdy nazývány evoluční klasifikací** (Mayer 1981).

Podle evoluční klasifikace jsou taxonomické skupiny klasifikovány na základě fylogeneze. Avšak skupiny které jsou extrémně fenotypické členěné jsou občas rozeznávány jako odlišné druhy, i když jsou fylogeneticky příbuzné.

Příkladem jsou ptáci, kteří jsou odvozeni od dinosaurů, proto jsou klasifikováni jako sesterské skupiny a měli by být klasifikovány do společné skupiny. Jelikož však ptáci prošli extrémní evoluční divergencí spojenou se schopností letu, jsou odděleni od dinosaurů, kteří jsou klasifikováni jako plazi (Reptilia).

Fenogramy a kladogramy

	ZNAKY				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
TAXON					
A plazi	0	0	0	0	0
B krokodýli	1	1	0	0	0
C ptáci	1	1	1	1	1

0 ancestrální znak, 1 odvozený

Matrix fenotypové podobnosti

	A plazi	**B krokodýli**	**C ptáci**
A plazi	1		
B krokodýli	0,6	1	
C ptáci	0,0	0,4	1

Monofyletie versus polyfyletie

Monofyletismus je stav nějaké skupiny organismů, ve kterém se skupina nachází, pokud zahrnuje příslušníky jediné fylogenetické linie.
Monofyletismus je základním požadavkem na přirozené biologické taxony.
Opakem monofyletismu je polyfyletismus, stav, ve kterém se skupina nachází, pokud zahrnuje více než jednu fylogenetickou linii, jejichž společný předek není příslušník tohoto taxonu.

JAROSLAV, Flegr. Evoluční biologie. 2., rozšířené vyd. Praha : Academia, 2009. ISBN 978-80-200-1767-3. Kapitola Taxonomie, s. 473-481.

Monofyletie versus polyfyletie

V současnosti existují dvě rozdílná pojetí monofyletismu. Podle přísnějšího **kladistického pojetí** se za monofyletické považují pouze takové taxony, které zahrnují svého společného předka a všechny jeho potomky. Monofyletické taxony splňující toto přísnější kritérium se nazývají **holofyletické** a jsou v podstatě totožné s klady.

Podle **evolučně systematického pojetí** nemusí do monofyletického taxonu patřit všichni jeho potomci, žádný z vyřazených potomků však nesmí být předkem některého z potomků do taxonu zařazených.
Taxony, které splňují evolučně systematické kritérium monofyletičnosti, ale nesplňují kritérium kladistické, se nazývají **parafyletické**

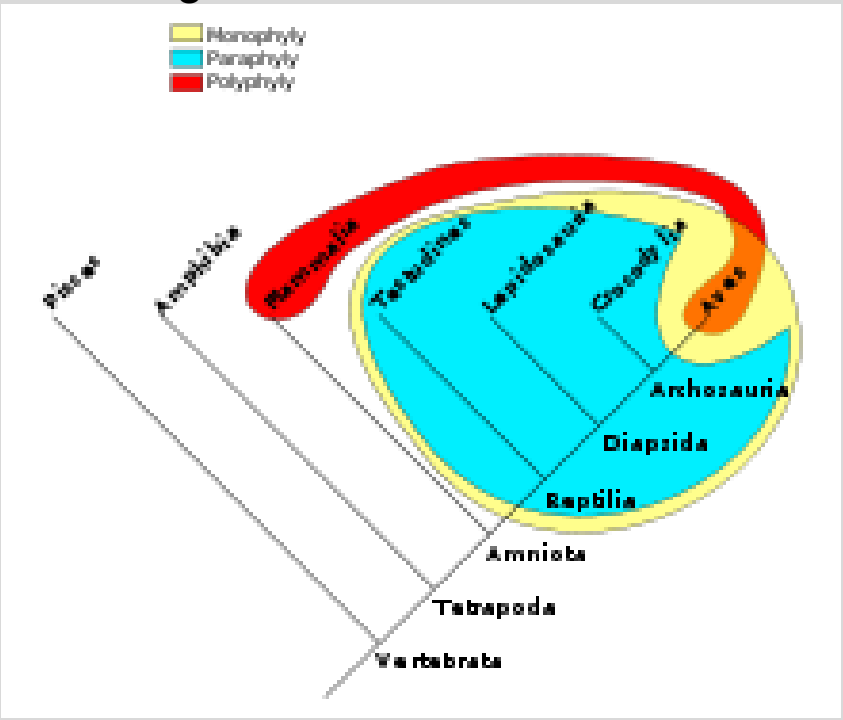
Taxonomie a fylogeneze

První systematické uspořádání všech tehdy známých druhů organismů (rostlin a živočichů) vytvořil švédský biolog **Carl Linné** v díle *Systema naturae* (1735). Linnéův systém byl založen na podobnostech, které Linné pokládal za důležité, a seřadil všechny organismy do hierarchie taxonů (říše, kmen, třída, čeleď, rod, druh).

Od konce 19. století se biologové snažili přizpůsobit tento hierarchický systém evoluční teorii tak, aby se vznik taxonů dal evolučně vysvětlit.

Tomu odpovídá dnes užívaná mezinárodní biologická taxonomie a nomenklatura (pojmenování).

Rozlišují se taxony **monofyletické** s jediným společným předkem a zahrnující všechny jeho potomky, dále **polyfyletické** bez blízkého společného předka a konečně **parafyletické**, nezahrnující všechny potomky společného předka



Důležitost přesné taxonomie pro konzervační genetiku

- Nerozpoznané ohrožené druhy mohou vyhynout
- Ohrožené druhy mohou být bez ochrany a naopak běžné druhy, nebo hybridi mohou být chráněny
- Nepřesně identifikované druhy se mohou křížit s výslednou sníženou životaschopností hybridů
- Populace které by mohly být využity pro zlepšení životaschopnosti inbredních populací mohou být přehlídnuty

Taxonomické nepřesnosti mohou být způsobeny:

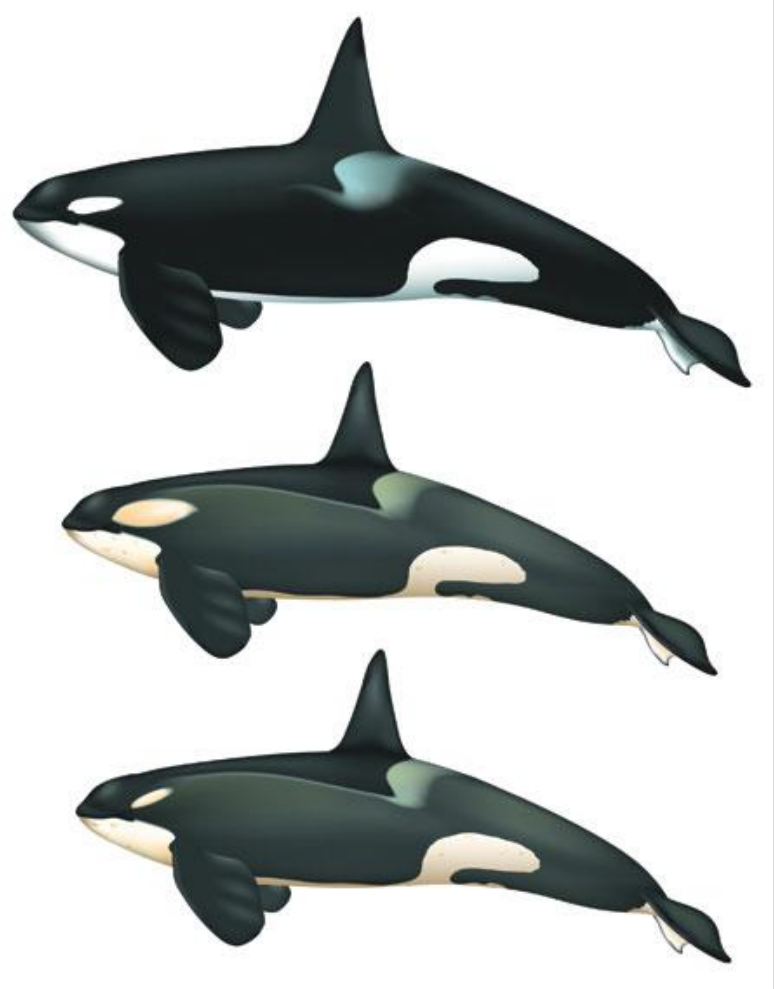
- Nepřesnými daty
- Použitím různých definic druhu
- Současné populace nacházející se v procesu evoluční divergence

esf evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

A) Existence více druhů než je taxonomicky rozeznáváno

B) Rozdělení jednoho na více druhů

One ocean, four (or more) killer whale species



MANY WATERS, MANY KILLERS A study suggests three different populations of killer whales in the Antarctic belong in their own individual species:

a standard form that feeds mostly on minke whales (top),

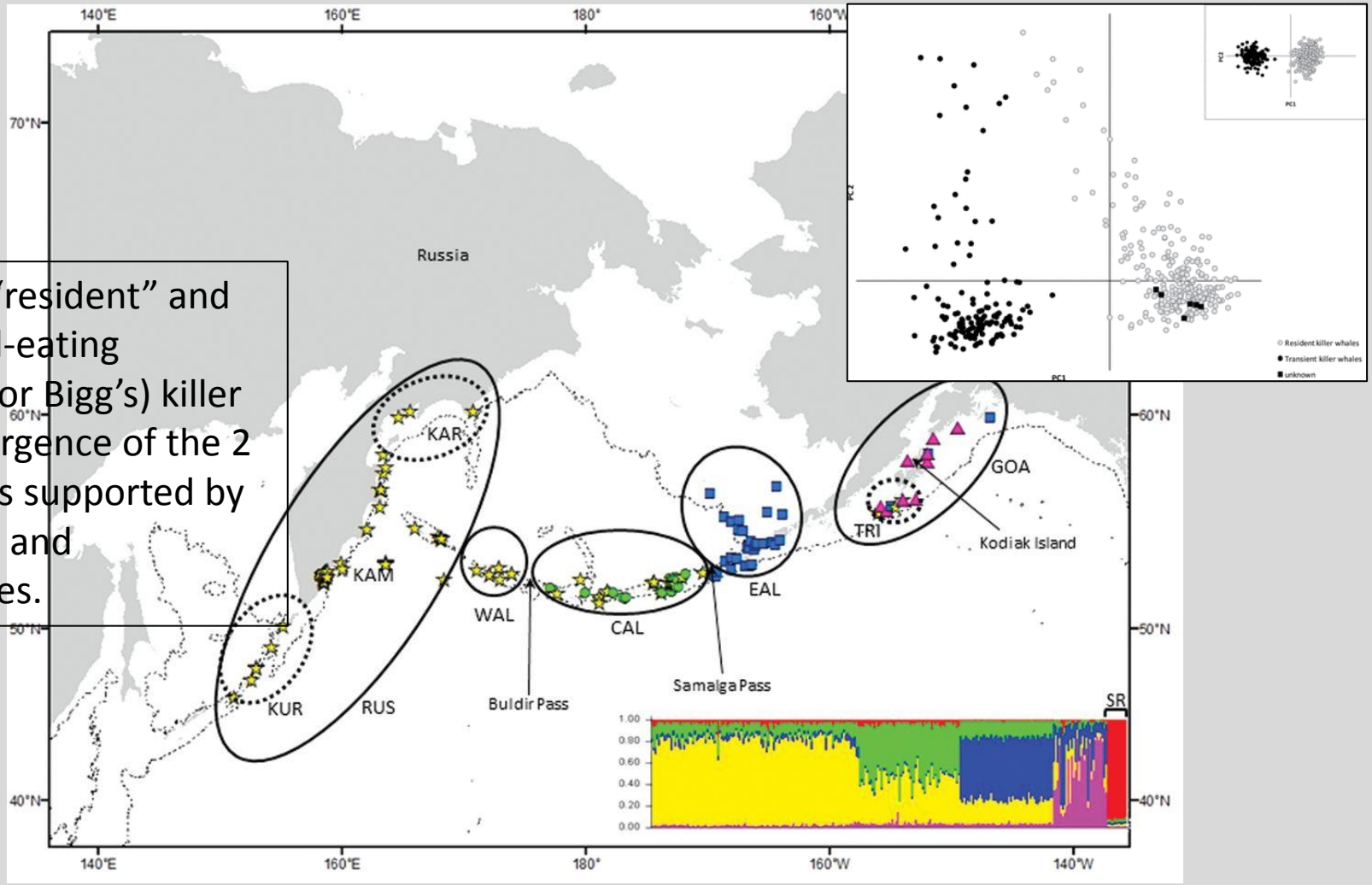
a **pack ice killer whale** that hunts seals by knocking them off floes (center) and

the Ross Sea killer whale, which pursues fish under the ice

Ref: Morin et al. Complete mitochondrial genome phylogeographic analysis of killer whales (Orcinus orca) indicates multiple species. Genome Research 2010, 10.1101/gr.102954.109

Geographic Patterns of Genetic Differentiation among Killer Whales in the Northern North Pacific

piscivorous “resident” and the mammal-eating “transient” (or Bigg’s) killer whales. Divergence of the 2 ecotypes was supported by both mtDNA and microsatellites.



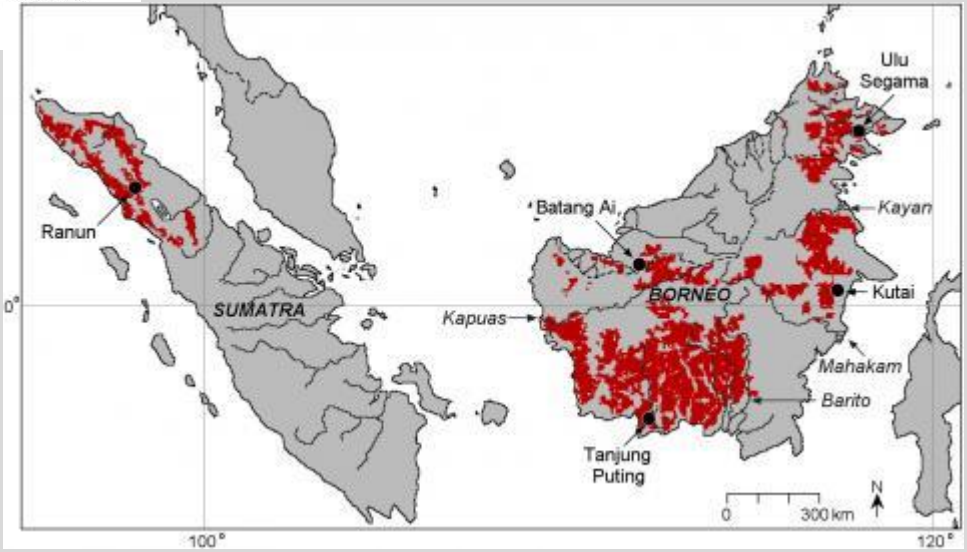
Parsons K M et al. J Hered 2013;104:737-754

Published by Oxford University Press on behalf of the American Genetic Association 2013. This work is written by (a) US Government employee(s) and is in the public domain in the US.

journal of HEREDITY

Orangutan

There are two orangutan species, the Bornean (*Pongo pygmaeus*) and Sumatran (*Pongo abelii*) orangutans.
The Bornean and Sumatran lineages diverged from one another about 1.1 to 2.3 million years ago.



Populace na Borneu a Sumatře jsou geneticky odlišné, dle karyotypu (pericentrická inverze), mtDNA, ntDNA, frekvencích SSRs
Dle biologického konceptu nejsou považováni za odlišné druhy !

Subspecies

• Genetic studies have identified **three Bornean orangutan subspecies**: The northwest (P.p.pygmaeus), central (P.p.wurmbii), and northeast (P.p.morio). Each subspecies is differentiated by its geographic distribution and overall body size.

° Central Bornean orangutans (P.p.wurmbii) inhabit southern West Kalimantan and Central Kalimantan regions of Borneo. They are the largest of the three Bornean subspecies.

° Northeast Bornean orangutans (P.p.morio) inhabit Sabah and East Kalimantan regions of Borneo. They are the smallest of the three Bornean subspecies.

° Northwest Bornean orangutans (P.p.pygmaeus) inhabit northern West Kalimantan and Sarawak regions of Borneo. They have a mid-size body, intermediate between the other two subspecies.

° Preliminary genetic research indicates Northeast Bornean orangutans inhabiting the Sabah and East Kalimantan regions of Borneo may be two distinct subspecies.

° Currently there are no subspecies of Sumatran orangutans recognized.

Primates
October 2006, Volume 47, Issue 4, pp 310-321

Inferring Pongo conservation units: a perspective based on microsatellite and mitochondrial DNA analyses

Sreetharan Kanthaswamy,
Jennifer D. Kurushima,
David Glenn Smith

DNA Barcoding Initiative for Conservation

DNA barcoding has been proposed as an important advance in molecular biology for rapidly and cost-efficiently using a short reference sequence of DNA to help catalog and inventory biodiversity. It is designed to provide an agreed-upon framework for an applied approach to cataloging species and to making the information available to managers and decision makers as well as the scientific community.

DNA barcoding
a molecular operational taxonomic units

648 bp mtDNA *cytochrome oxidase 1* (COX1) lokus pro obratlovce a hmyz

The Consortium for the Barcode of Life (CBOL)

Rychlejší evoluce, mutační rychlost než ntDNA
Univerzálnost sekvence (primerů)
Odhadnuto že veškeří živočichové by mohly být takto popsáni během 10 let za cca 300 mil USDA (ale pravděpodobně méně)

Kontraverze:

Polymorfismus populací, bias pro ženské pohlaví, gene flow a hybridizace, přenos mtDNA do ntDNA

Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi (PNAS 109 (16), Mar 27 2012)

The Chaperonin-60 Universal Target Is a Barcode for Bacteria That Enables De Novo Assembly of Metagenomic Sequence Data (PLoS One 7(11):e49755, Nov 26 2012)

Plant DNA barcodes

rbcL+matK+trnH-psbA

ITS

Endangered species that could benefit from a DNA barcoding approach include commercially hunted wildlife, wildlife consumed for the traditional medicine trade, rare species collected for private living collections, and unsustainable harvesting for other wildlife products.

Active DNA barcoding projects include:

- barcode reference libraries for larger groups of protected species recommended by an international advisory committee
- bushmeat trade in Africa
- shark fin trade in Madagascar
- Southeast Asian freshwater turtles and tortoises
- characterization of species involved in current proposals for protection under CITES

Subspecies

Of the 572 endangered animal taxa listed on the federal register in the United States, 53 occur in Florida (approximately 10% of all listed taxa).

Of these 53 federally listed taxa, 23 are designated as subspecies (approximately 43% of Florida's listed taxa), and 19 of the 23 subspecies are endemic to Florida

Federally listed subspecies	Common name	Federal status	Non-listed subspecies
Mammals			
Neotoma floridana smalli	Key Largo woodrat	Endangered	*floridana*
Odocoileus virginianus clavium	Key deer	Endangered	*virginianus*
Oryzomys palustris natator[a]	Silver rice rat	Endangered	*natator, palustris*[b]
Puma concolor coryi	Florida panther	Endangered	*couguar*[c]
Peromyscus gossypinus allapaticola	Florida salt marsh vole	Endangered	*gossypinus*
Peromyscus polionotus niveiventris	Southeastern beach mouse	Threatened	*rhoadsi, subgriseus*
Peromyscus polionotus phasma	Anastasia Island beach mouse	Endangered	*rhoadsi, subgriseus*
Sylvilagus palustris hefneri	Lower Keys marsh rabbit	Endangered	*paludicola*
Birds			
Ammodramus maritimus mirabilis	Cape Sable seaside sparrow	Endangered	*maritimus, peninsulae*
Ammodramus savannarum floridanus	Florida grasshopper sparrow	Endangered	*pratensis, perpallidus*
Polyborus plancus audubonii	Audubon crested caracara	Threatened	*cheriway*[d]
Rostrhamus sociabilis plumbeus	Everglade snail kite	Endangered	*sociabilis*

Study species comprised 12 taxon-pairs, each included a federally threatened or endangered subspecies and a closely related non-listed subspecies in the same parent species group (in some cases, two non-listed subspecies were used for comparison). Scientific nomenclature for listed subspecies followed the U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species Program [11]; nomenclature for non-listed subspecies followed the Integrated Taxonomic Information System [27] and supplemental literature when indicated.

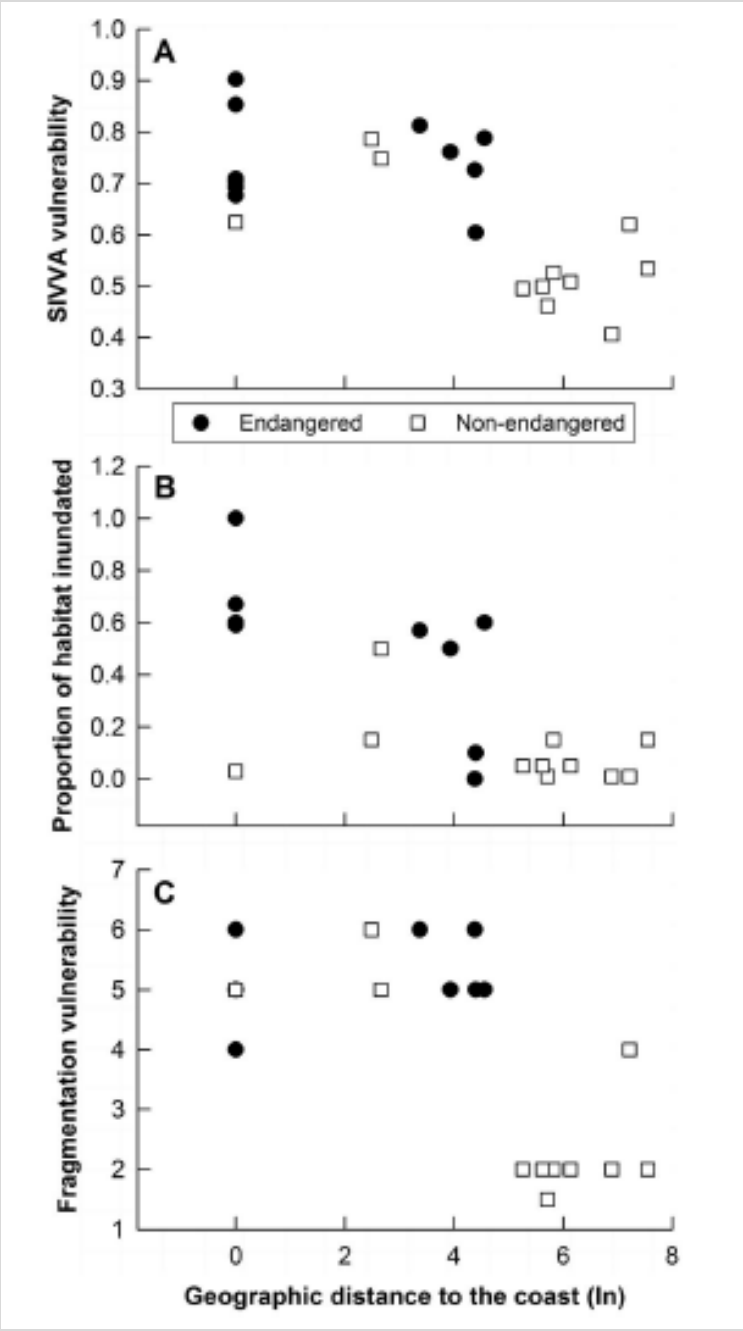
Citation: Benscoter AM, Reece JS, Noss RF, Brandt LA, Mazzotti FJ, et al. (2013) Threatened and Endangered Subspecies with Vulnerable Ecological Traits Also Have High Susceptibility to Sea Level Rise and Habitat Fragmentation. PLoS ONE 8(8): e70647. doi:10.1371/journal.pone.0070647

Table 2. Threatened and endangered subspecies vulnerability.

	Vulnerability			
Scientific name	**Sea level rise**	**Fragmentation**	**Temperature**	**Precipitation**
Mammals				
Neotoma floridana smalli	High	High	Neutral	Neutral
Odocoileus virginianus clavium	Very high	Very high	Moderate	Very high
Oryzomys palustris natator	Very high	High	Neutral	Neutral
Puma concolor coryi	Moderate	High	Moderate	Low
Peromyscus gossypinus allapaticola	High	High	Neutral	Neutral
Peromyscus polionotus niveiventris	High	Moderate	Neutral	Neutral
Peromyscus polionotus phasma	High	High	Neutral	Neutral
Sylvilagus palustris hefneri	High	Very high	Moderate	Very high
Birds				
Ammodramus maritimus mirabilis	High	Very high	Neutral	Neutral
Ammodramus savannarum floridanus	Low	Very high	Moderate	Moderate
Polyborus plancus audubonii	Low	High	Positive[a]	Neutral
Rostrhamus sociabilis plumbeus	Low	High	Moderate	High

Vulnerability of 12 federally threatened and endangered subspecies to sea level rise, habitat fragmentation, altered temperature, and altered precipitation. Sea level rise vulnerability was derived from the percent of habitat inundated under 1 m of sea level rise (Low = 0–25%, Moderate = 26–50%, High = 51–75%, Very high = 76–100%). Vulnerability to habitat fragmentation, altered temperature, and altered precipitation were based on the Standardized Index for Vulnerability and Value Assessment (SIVVA) criteria scores (Neutral = 3, Low = 3–3.75, Moderate = 3.75–4.5, High = 4.5–5.25, Very high = 5.25–6).

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Definice konzervačních jednotek v rámci druhu

Evolučně významné jednotky = Evolutionary significant units (ESU)

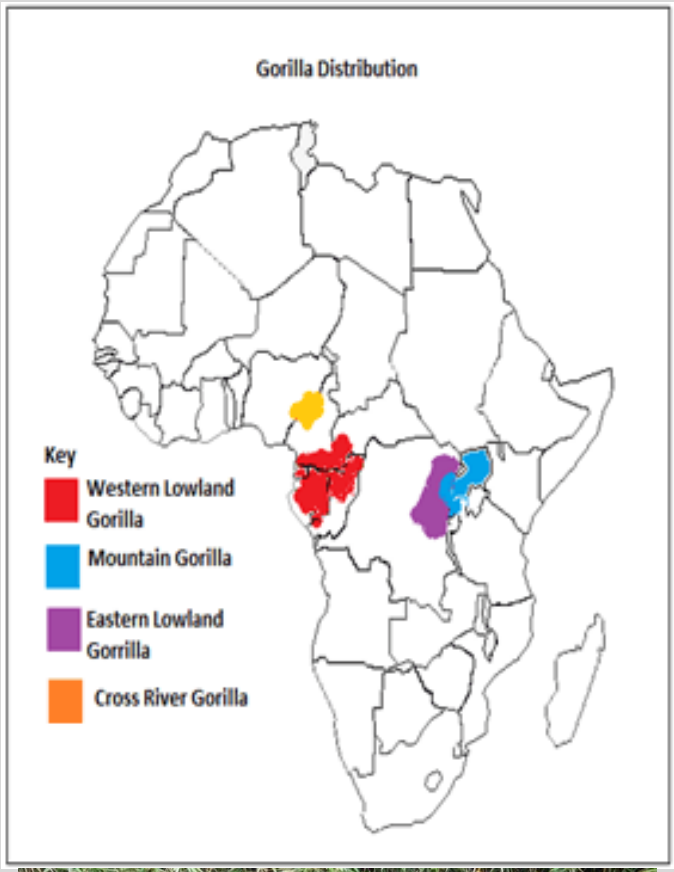
Geneticky odlišné populace v rámci druhu vyžadují samostatnou genetickou ochranu (Moritz 1995).
Původně aplikován na reproduktivně a historicky isolované populace.
Navrženo, dle odlišnosti mtDNA mezi populacemi (reciproční monofylie), a jaderně kódované markery vykazují významnou odlišnost ve frekvencích.

Kritika: aplikace „neutrálních“ markerů ignoruje adaptivní odlišnost.
ESU nebudou zjištěny v případě druhů s vysokým gene-flow.

Eastern Gorilla (*Gorilla beringei*)

Two subspecies exists:

Species: Eastern Lowland Gorilla
Scientific name: *Gorilla beringei graueri*
Location: Democratic Republic of Congo
Population: Less than 3000
Conservation status: Endangered
Physical characteristics: Largest of gorilla sub species, longer arms than the mountain gorilla and shorter hair and teeth.



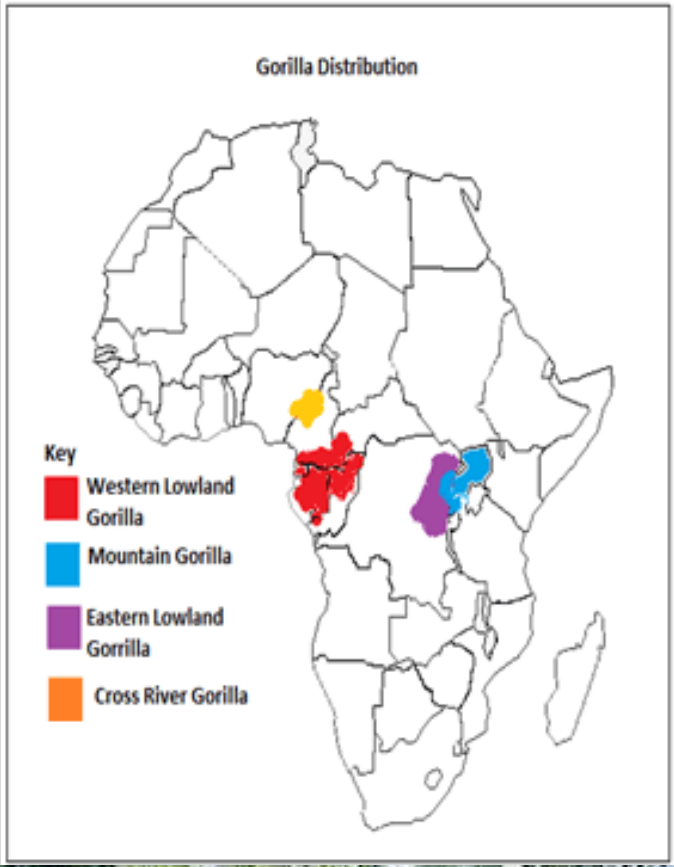
Species: Mountain Gorilla
Scientific name: *Gorilla beringei beringei*
Population: Less than 720
Conservation Status: Critically Endangered
Physical characteristics: Large skull, wide face and angular nostrils. Larger body and longer hair than eastern lowland gorilla.

Western Gorilla (*Gorilla gorilla*)

Two subspecies exists:

Species: Western Lowland Gorilla
Scientific name: *Gorilla gorilla gorilla*
Location: Democratic Republic of Congo
Population: 100,000
Conservation status: Critically Endangered
Physical characteristics: Males silverback colouring extends onto the thighs, also have redder hair on their heads.

Species: Cross River Gorilla
Scientific name: *Gorilla gorilla diehli*
Population: Approximately 300
Conservation Status: Critically Endangered
Physical characteristics: Smaller skull and teeth than other gorilla as well as shorter hands and feet.



Definice konzervačních jednotek na základě zaměnitelnosti (exchangeability)

Konzervační jednotky by měly být založeny na populacích které jsou ekologicky a geneticky vzájemně zaměnitelné (Crandall et al. 2000)

Table 16.1 Defining management units within species on the basis of genetic and ecological exchangeability and recommended management for different categories (Crandall *et al.* 2000). Categories of population distinctiveness are based on rejection (*) or failure to reject (0) the null hypothesis of genetic and ecological exchangeability for both recent and historical time frames. As the number representing relative strength of the evidence increases, so does the evidence for significant population differentiation

H_0 exchangeability

Time frame	Genetic	Ecological
Recent		
Historical		

Relative strength of evidence (indicated by number)	Evidence of adaptive distinctiveness	Recommended management action
8	$\frac{*\|*}{*\|*}$	Treat as separate species
7	$\frac{*\|*}{0\|*}$ or $\frac{*\|*}{*\|0}$	Treat as separate species
6	$\frac{0\|*}{*\|*}$	Treat as distinct populations (recent admixture, loss of genetic distinctiveness)
5	$\frac{*\|0}{*\|*}$	Natural convergence on ecological exchangeability – treat as single population
4	(a) $\frac{*\|*}{0\|0}$ (b) $\frac{0\|*}{0\|*}$ (c) $\frac{0\|0}{*\|*}$	Anthropogenic convergence – treat as distinct populations. (a) and (b) Recent ecological distinction, so treat as distinct populations. (c) Allow gene flow consistent with current population structure
3	$\frac{0\|*}{0\|0}$	Allow gene flow consistent with current population structure; treat as distinct populations
2	$\frac{*\|0}{*\|0}$	Allow gene flow consistent with current population structure; treat as a single population
1	$\frac{*\|0}{0\|0}$ $\frac{0\|0}{0\|*}$ $\frac{0\|0}{*\|0}$ $\frac{*\|0}{0\|*}$ $\frac{0\|*}{*\|0}$ $\frac{0\|0}{0\|0}$	Treat as single populations; if exchangeability is due to anthropogenic effects, restore to historical condition; if natural, allow gene flow

BLACK RHINOCEROS

For the black rhinoceros in Africa, there are insufficient grounds to reject either genetic exchangeability or ecological exchangeability. Populations show gene flow and their habitats are similar. Consequently, it is categorized as category 1 $\left(\frac{0|0}{0|0}\right)$, leading to the recommendation that the species be managed as a single population. Conversely, mtDNA data have been used to argue for two subspecies with separate management (O'Ryan *et al.* 1994).

CRYAN'S BUCKMOTH

For Cryan's buckmoth, Legge *et al.* (1996) found no evidence to reject genetic exchangeability based on either mtDNA or allozymes (there was adequate gene flow), yet there was evidence to reject recent, but not historical ecological exchangeability among populations $\left(\frac{0|*}{0|0}\right)$ (category 3). Both the authors and Crandall *et al.* (2000) argued for the adaptive significance of the ecological differentiation and thus for the recognition of separate management units, although gene flow consistent with current population structure is allowable.

Hemileuca maia

PURITAN TIGER BEETLE

Puritan tiger beetles from Connecticut River and Chesapeake Bay, USA are not genetically exchangeable, based on mtDNA (low gene flow and significant differentiation). Further they are not ecologically exchangeable based on habitat parameters. Thus they were classified as category 7 $\left(\frac{*|*}{*|0}\right)$, indicating strong adaptive differentiation and the recommendation to manage the two populations as separate units for conservation purposes. Populations on the east and west coasts of Chesapeake Bay were genetically and ecologically exchangeable $\left(\frac{0|0}{0|0}\right)$.

Cicindela puritana

METAPOPULACE

- soubor lokálních populací, z nichž málokterá je schopna přežít sama o sobě

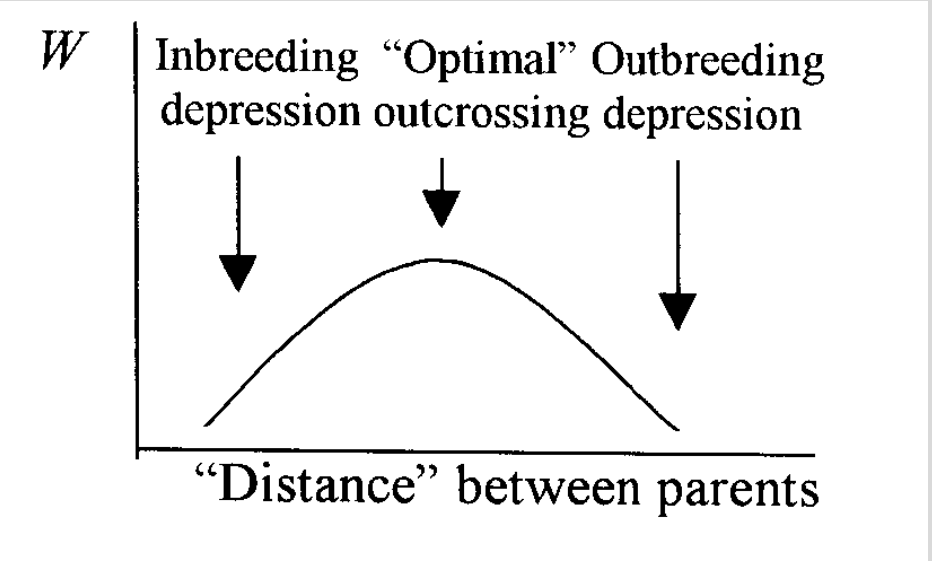
- jejich vnitřní dynamika je asynchronní, navzájem nezávislá

- jsou propojeny migrací jedinců

Cite: Marshal T.C. & Spalton J.A. 2000. Simultaneous inbreeding and outbreeding depression in reintroduced Arabian oryx. Animal conservation, 3, 241-248

Outbrední deprese

- narušením *ko-adaptovaných genových komplexů*
- když potomstvo geneticky vzdálenějších rodičů má nižší životaschopnost
- dochází ke ztrátě allopatrické speciace



Web of Science from 1945-May 2010 revealed :
379 references when "outbreeding depression" 3,369 references when "inbreeding depression" was used.

Dobzhansky (1937) noted that if we assemble a broad collection of individuals:

- The observed variation is not a continuous distribution
- Instead, it's a multitude of separate, discrete distributions
- The separate distributions relate to different peaks on Sewall Wright's adaptive landscape
- The peaks represent gene combinations that render their carriers fit in a given environment.
- The gene combinations *arise by chance*, but spread through the population *through selection*
- This process is termed **coadaptation**

Dobzhansky (1948) – the classic demonstration of the effect of coadaptation

- Geographic populations of *Drosophila pseudoobscura* had different sets of alleles
- Reduced fitness was observed upon hybridization
- The phenomenon is termed **outbreeding depression**

Bruce Wallace: "Genes are coadapted if high fitness depends upon specific interactions between them."

Ernst Mayr: *Most* genes in a species are coadapted.

- It is the integrated function of the individual, not the separate genes that is the "target of selection"

Capra ibex

© Can Stock Photo - csp5737859

Take this case from Templeton (1986):

"...when the Tatra Mountain ibex (*Capra ibex ibex*) in Czechoslovakia became extinct through overhunting, ibex were successfully transplanted from nearby Austria in 1901 (Greig 1979). However, some years later, bezoars (*C. i. aegagrus*) from Turkey and the Nubian ibex (*C. i. nubuana*) from Sinai were added to the Tatra herd. The resulting fertile hybrids rutted in early fall instead of the Winter (as the native ibex did), and the kids of the hybrids were born in February - the coldest month of the year. As a consequence, the entire population went extinct (Greig 1979)."

„Genetic swamping“ (případ outbrední deprese?)

*Canis rufus (*vlk rudohnědý) vs.*Canis latrans* (kojot)

- JV USA
- 1980: 17 posledních přeneseno do záchranného chovu
- 2003: ca 100 jedinců v přírodě (20 „rodin“)
- hrozí hybridizace s kojotem
- někteří autoři druh pokládali za hybrida,

dnes se věří, že jde o druh