

Evoluční ekologie

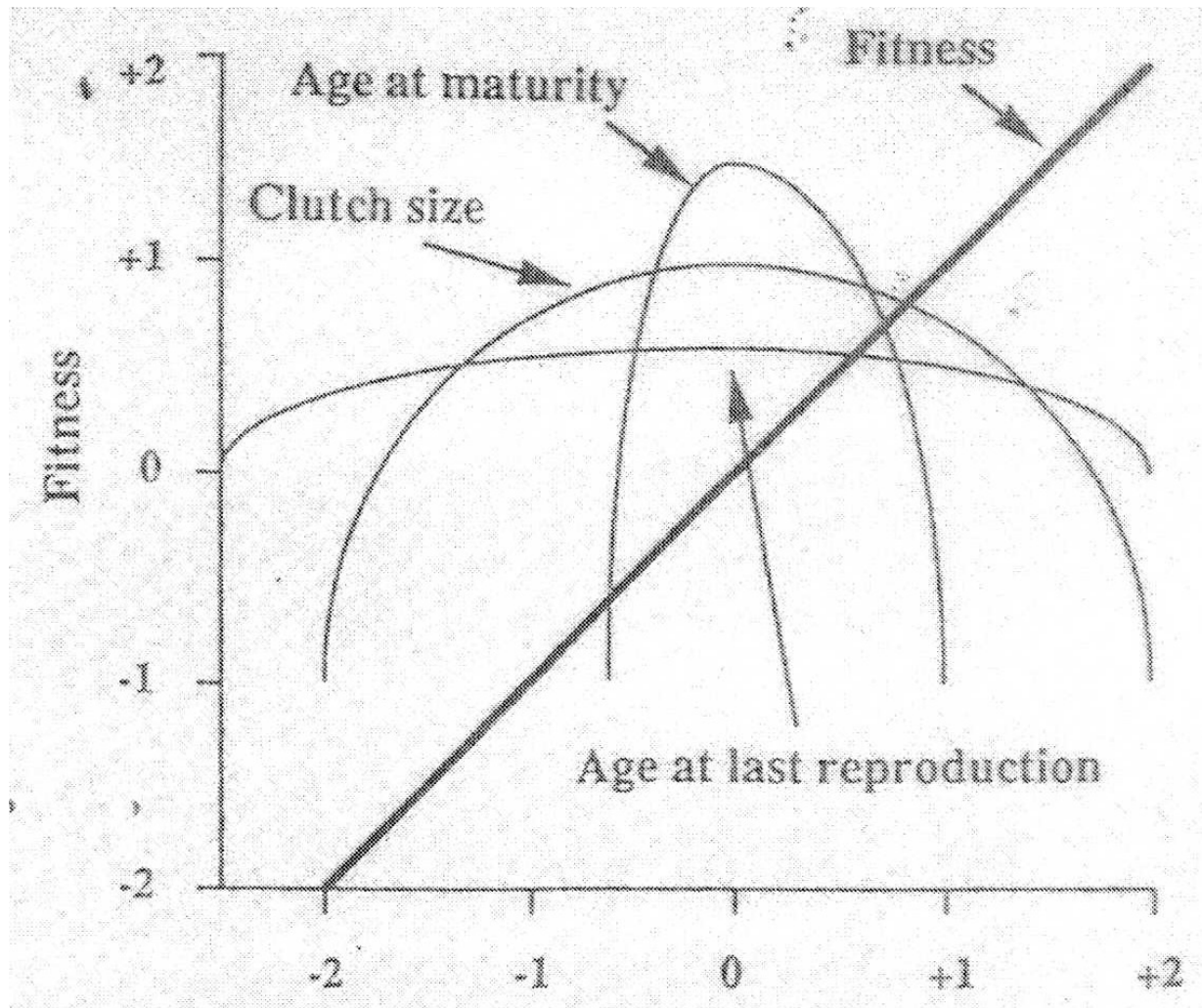
Evolve složek životních historií (life history traits)

- Základní složky životních historií
 - Vycházejí přímo z procesu reprodukce a přežívání
 - Kombinace těchto složek ovlivňuje fitness
 - Fitness – fenotypická podmínka, variace fitness mezi jednotlivci daná přírodním výběrem
 - Analýza evoluce komponent fitness – evoluce životních historií

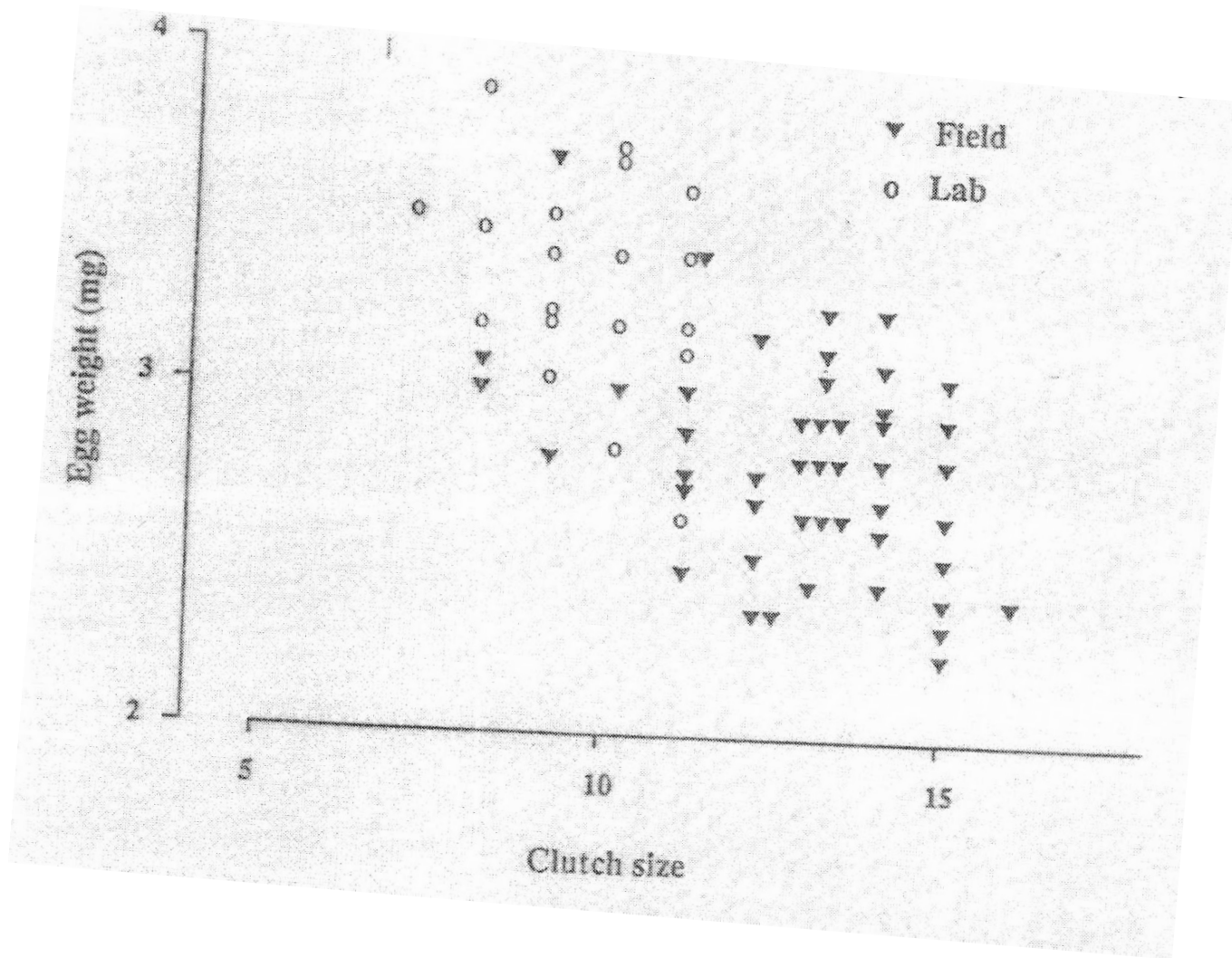
Základní složky životních historií

- Velikost po narození
- Růstové vztahy
- Věk v dospělosti
- Velikost v dospělosti
- Počet, velikost a poměr pohlaví u potomků
- Věkově a velikostně specifické reprodukční vklady
- Věkově a velikostně specifická mortalita
- Délka života

Fitness versus různé životní strategie



Vztah velikosti vajec a snůšky



Kompromis (trade-off)

- Početné kompromisy spojují složky životních historií
- kompromisy: současná reprodukce a přežívání
současná reprodukce a
reprodukce v budoucnosti
počet, velikost a pohlaví
potomstva

Kompromis (trade-off)

- Systém v rámci kterého může být vysvětlena variace životních historií obsahuje:
 - Demografii
 - Kvantitativní genetiku a reakční normy
 - Kompromisy
 - Rodově specifické elementy

Demografie a kvantitativní genetika

- Mortalita a fekundita (plodnost) se mění v závislosti na věku a velikosti – demografie spojuje věkově a velikostně specifickou variaci ve fitness a porovnává ji se silou přírodního výběru na různé složky životních historií
- Většina životních historií je ovlivněna velkým počtem genů malého účinku
Při studium přírodních populací v heterogením prostředí – efekt fenotypické plasticity - její význam v evoluci

Trade offs

- Fyziologie přispívá k mechanismům, které vedou ke kompromisu
- Existuje, když účinek (benefit) realizovaný přes změnu v jedné složce je placený (cost) přes změnu ve složce jiné
- Účinek a náklady jsou odhadovány v jednotkách fitness

Rodově specifické elementy

- Porovnání mezi vyššími taxony vedou k otázkám typu:
Žijí organismy s opožděným dospíváním déle ?
Mají větší organismy relativně méně potomstva ?

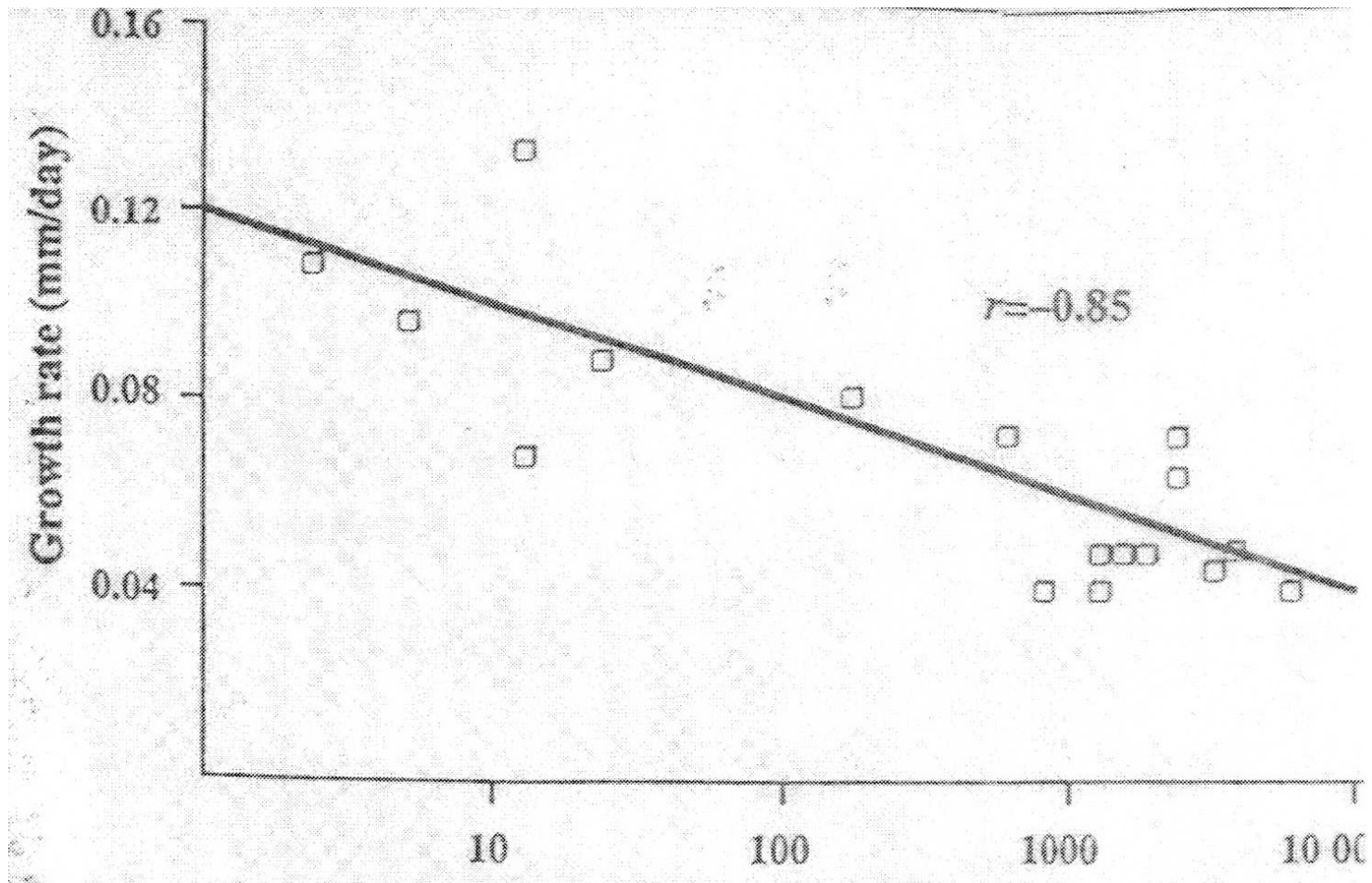
Trade offs

- Spojení mezi složkami ŽH, které směřují k simultánní evoluci dvou a nebo i více složek
- Většinou jsou indikovány negativním vztahem mezi dvěma složkami
- Fyziologický trade off
- Mikroevoluční trade off
- Makroevoluční trade off

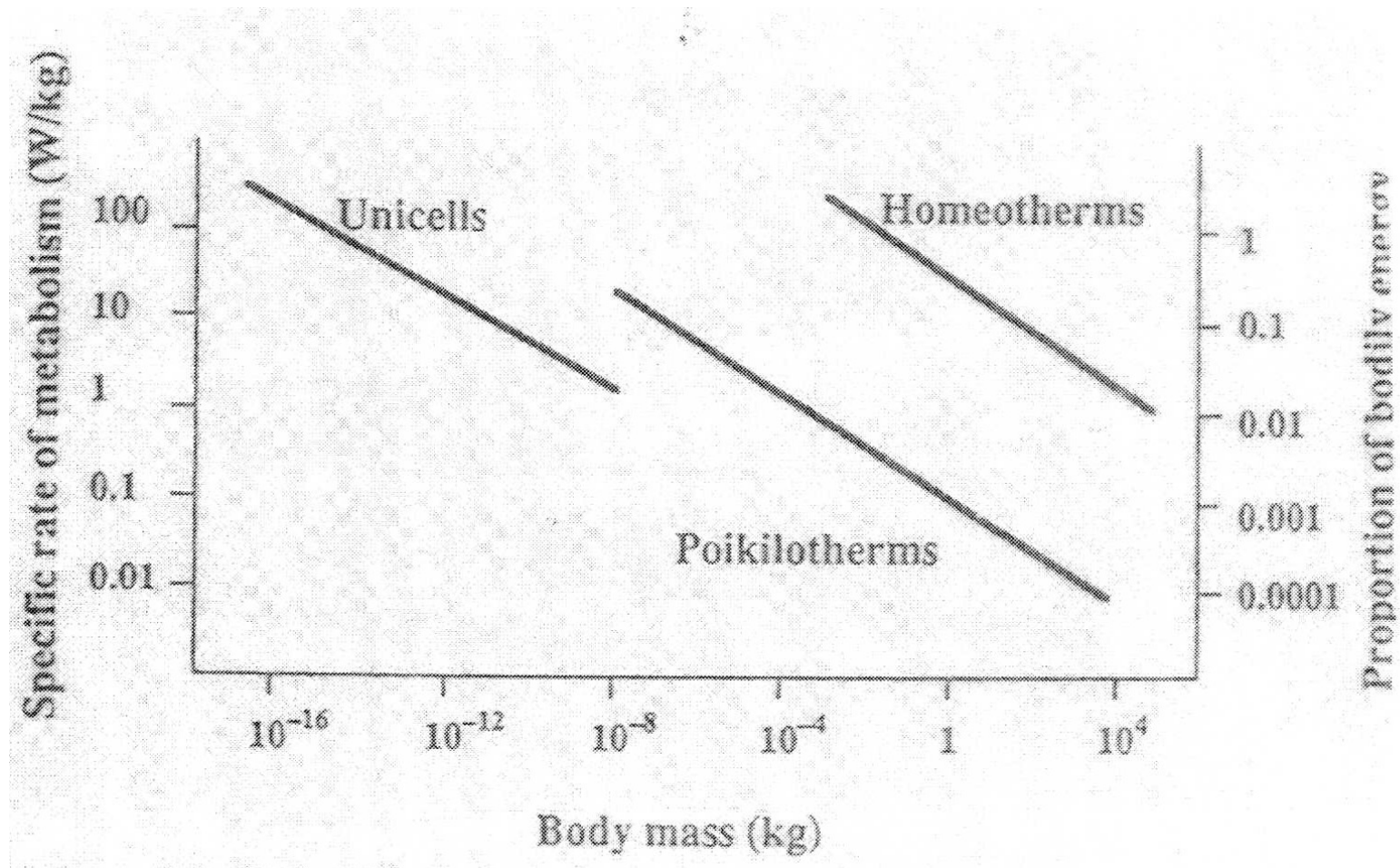
Fyziologický trade off

- Energy allocation hypotéza – založená na rozdělení mezi dva a více procesů, které jsou přímo v kompetici o limitovaný zdroj (energie) u jedince – princip of allocation – Levins (1968) – organismus získává limitované množství materiálu a energie, pro něž jsou oba procesy v kompetici, proto zvýšení přiděleného materiálu a energie do jednoho procesu bude směřovat ke snížení materiálů a energie do procesu jiného

Vztah mezi mírou růstu a reprodukční aktivitou



Specifická míra metabolismu *versus* hmotnost těla



Mikroevoluční trade off

- Je širší jako fyziologický trade off
- Vyskytuje se v populacích, kde je vlivem selekce změna v jedné složce (zvyšující fitness) spojená se změnou v jiné složce (fitness snižující)
- Představuje odpověď populace na selekci genetické variability ve fyziologickém trade off
- Efekt reprodukce na přežívání je možné určit jako kompromis mezi:
 - Současnou reprodukce a přežíváním
 - Současnou reprodukci a reprodukci v budoucnosti
 - Reprodukci versus růst
 - Současnou reprodukci versus kondicí
 - Počet versus velikost potomstva

Makroevoluční trade off

- Komparativní analýza variací ve složkách ŽH mezi fylogeneticky nezávislými událostmi
- Rodově závislé efekty – některé složky ŽH jsou fixovány na vyšší taxonomickou úroveň, ale nejsou variabilní na úrovni populační

Allometrická rovnice

Mnoho charakteristik organismu má vzhledem k velikosti těla nelineární charakter. Funkce, která tento vztah vyjadřuje se označuje jako allometrická rovnice.

$$Y = aW^b$$

Y = hodnota určitého znaku (charakteru)

a, b = konstanty

W = hmotnost těla

Allometrická rovnice

Nejznámější příklad allometrické závislosti je vztah mezi plochou povrchu těla a jeho objemu.

Pokud se tvar (těla, orgánu aj.) s velikostí nemění roste plocha kvadraticky zatímco objem se zvyšuje kubickou funkcí.

Bude-li hodnota x = lineární charakteristika délky (například kosti), S = bude plocha jejího povrchu a V = objem kosti. (a, b, c, d jsou konstanty).

$$S = ax^2 \quad a \quad V = bx^3$$

odtud tedy:

$$x = cV^{1/3} \quad a \quad S = dV^{2/3}$$

Allometrické vztahy

Uvedené vztahy znamenají, že plocha povrchu se zvětšuje s funkcí s exponentem $2/3$ velikosti objemu. Protože $2/3 < 1$ bude se povrch zvyšovat pomaleji než objem.

Tento poměr mezi povrchem a objemem bude tím menší, čím větší bude objem.

Objem je proporcionální hmotnosti a biomase, tedy množství tkáně, která musí být zásobena živinami a kyslíkem.

Absorpční schopnost plic nebo střeva je proporčně závislá na velikosti povrchu těla.

Lze proto předpokládat, že délka střeva nebo plocha plic roste rychleji než hmotnost živočicha, což je nezbytné pro zachování chodu základních fyziologických funkcí.

Allometrické vztahy

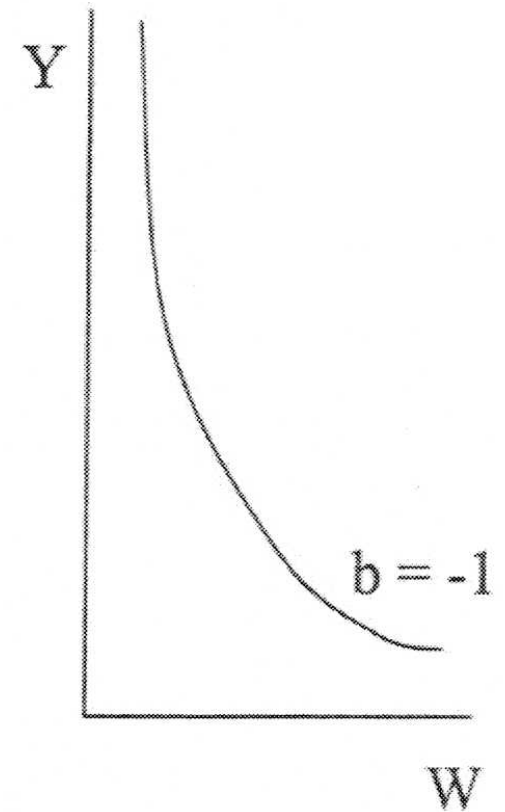
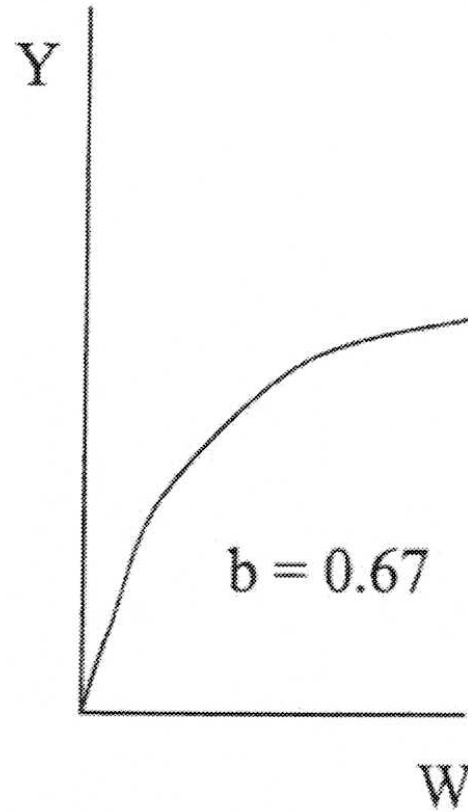
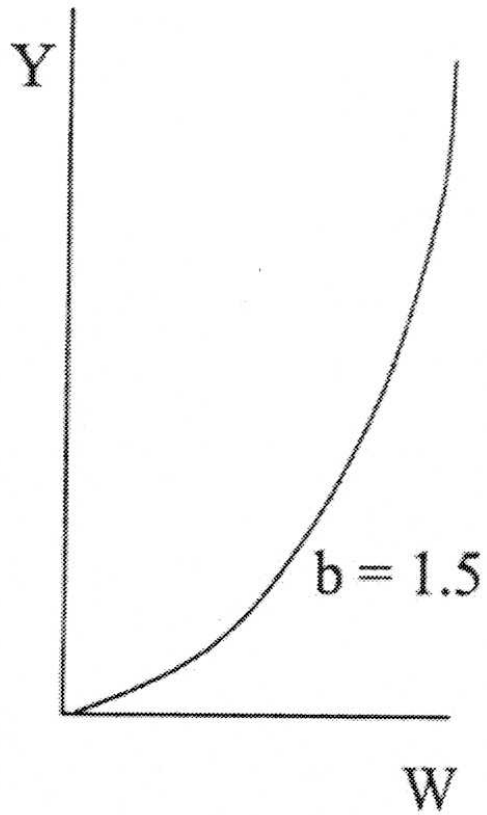
Rovnice, která tyto funkce vyjadřuje je:

$$Y = aW^b$$

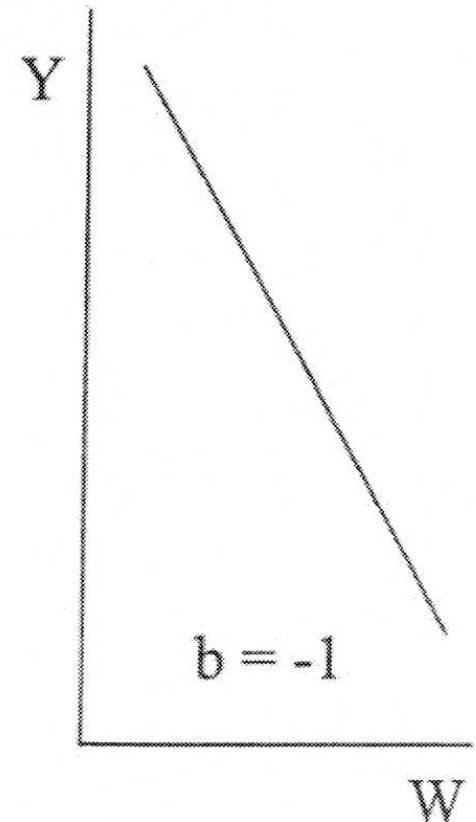
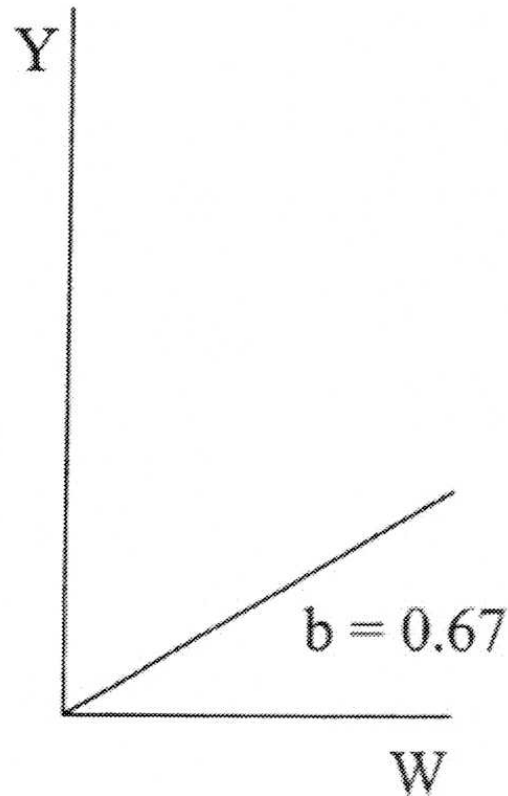
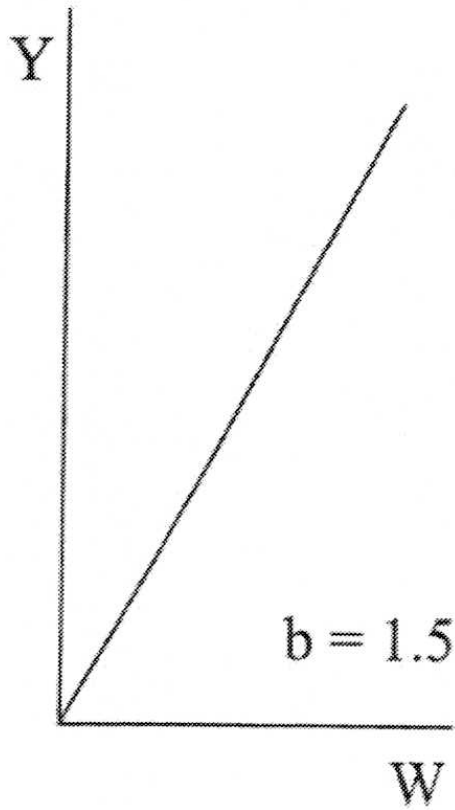
Bude tedy platit:

1. $b > 1$, poměr Y k W roste s růstem W
2. $b = 1$, poměr se s růstem nemění
3. $b < 1$, poměr se s růstem zmenšuje
4. Exponent funkce vyjadřuje strmost přímky u log-log grafu

Ekologie jedince – lineární plot



Ekologie jedince – log-log plot



Allometrické vztahy

Organismus potřebuje energii na udržování a obnovu tkání svého těla nebo na vlastní růst nebo na produkci potomstva.

- Organismus potřebující mnoho energie= vysoký metabolismus
- Organismus potřebující málo energie= nízký metabolismus

Jak srovnat co je akorát ?

Bazální metabolismus

Bazální metabolismus = minimální množství energie potřebné k uchování života v podmínkách naprostého "fyziologického" klidu.

- Tři podmínky:
- 1) Organismus se musí nacházet v termoneutrálních podmínkách
 - 2) Organismus musí být naprostém klidu
 - 3) Organismus musí být post-absorptivní fázi

Bazální metabolismus

Pro ekologa má znalost bazálního metabolismu relativně okrajový význam.

Roste však zájem ekologa o studium míry denního energetického výdaje organismu (daily energy expenditure) - tedy energie potřebné ke krytí všech životních potřeb jedince (lokomoce, termoregulace, růst, reprodukce aj).

Tato energie je obvykle určitým násobkem energie nutné k udržení bazálního metabolismu.

U člověka a některých jiných obratlovců je denní potřeba energie asi 7-násobně větší než míra bazálního metabolismu.

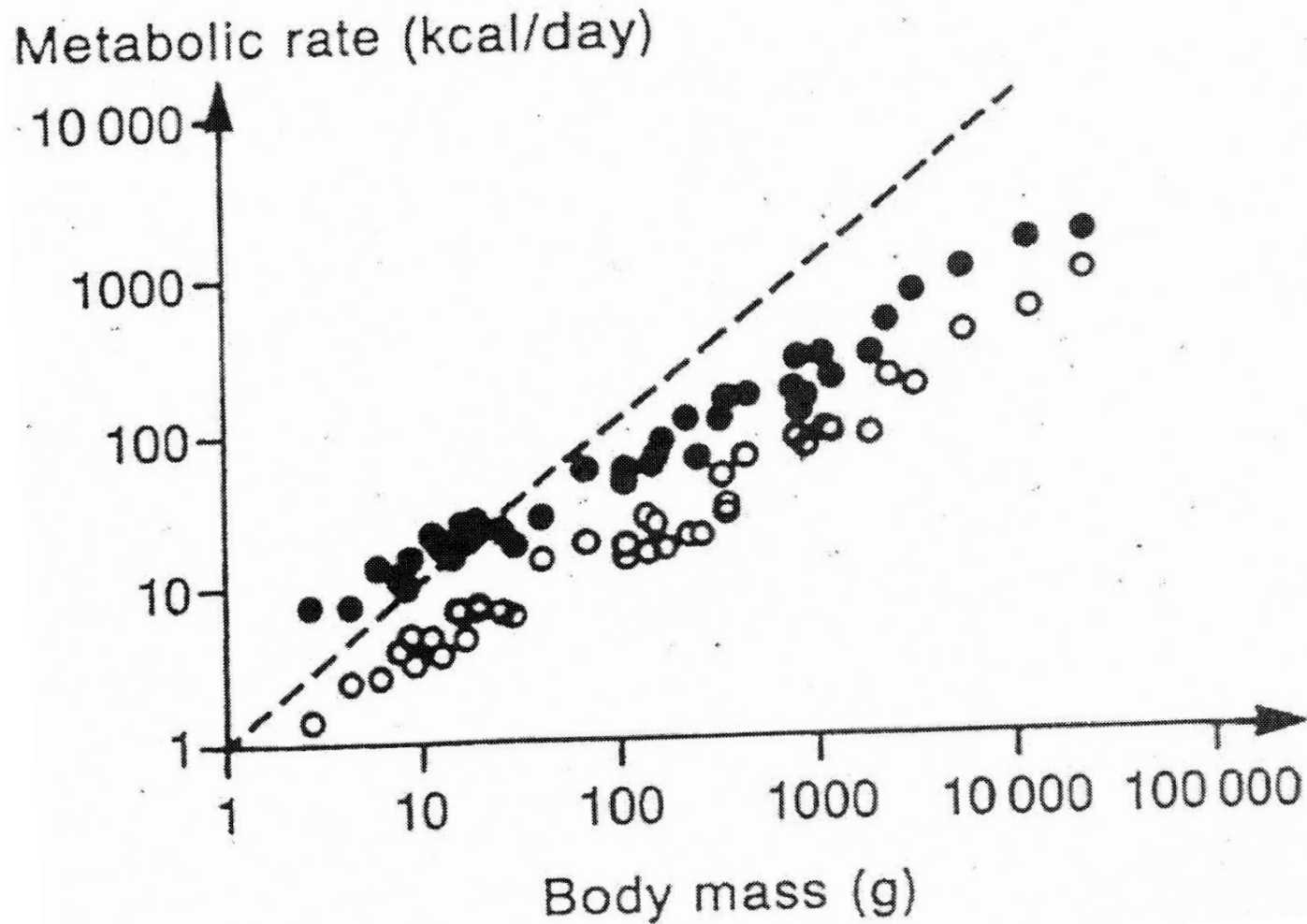
Které faktory mají vliv na míru metabolismu ?

- Velikost organismu
- Životní styl (životní strategie)

Velikost těla je pravděpodobně jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících míru metabolismu jedince, tedy jeho energetické nároky !

V důsledku toho např. větší ptáci spotřebují denně více energie. Závislost metabolismu na velikosti (hmotnosti) však není proporcionální !

Denní energetický výdaj organismu a bazální metabolismus



Poikilothermní versus Homoiothermní

Mezi stejně velkými živočichy jsou velké rozdíly v jejich míře metabolismu.

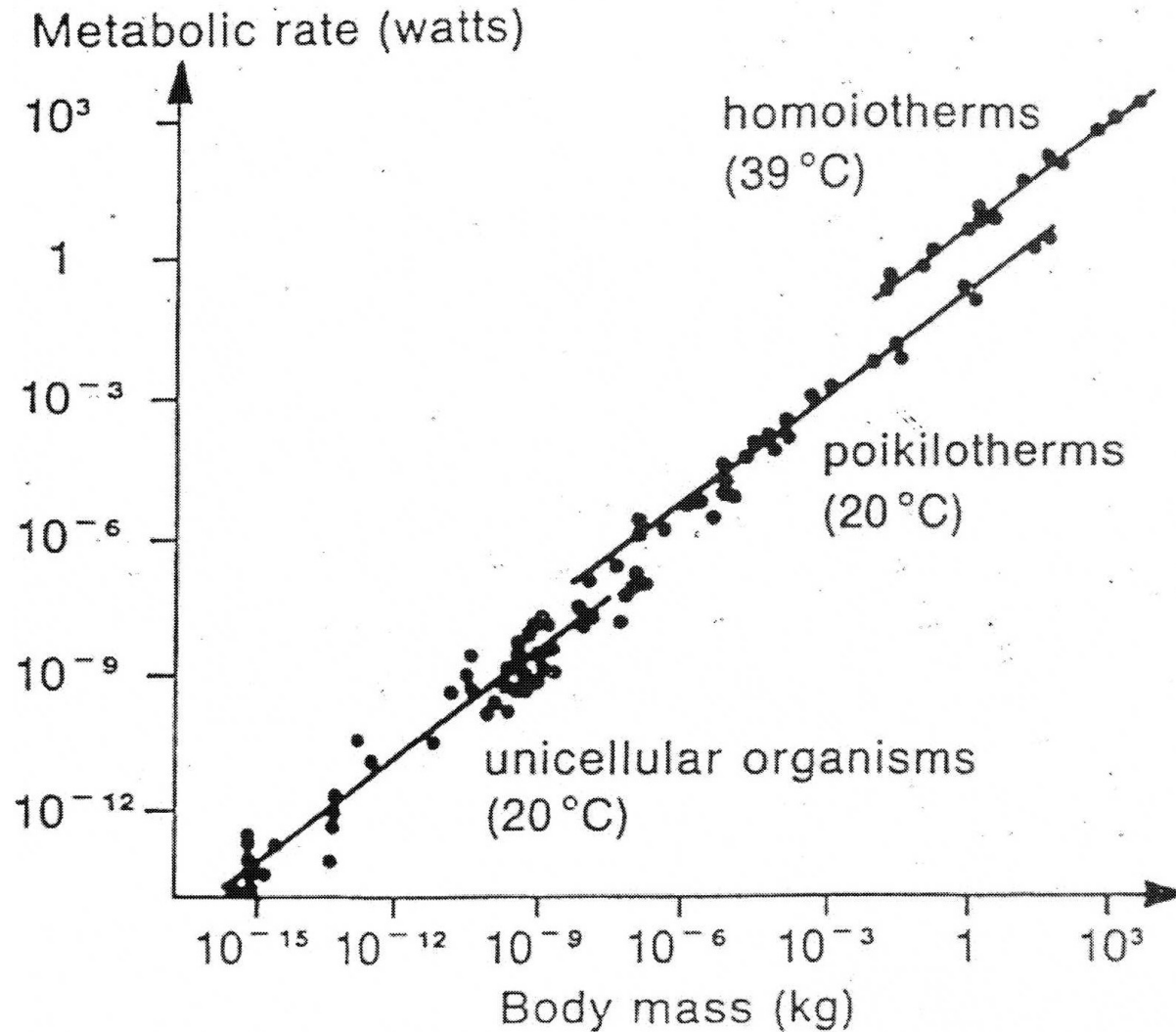
Z obrázku plyne, že homoiothermní živočichové potřebují asi 25 až 30 krát více energie než živočichové poikilothermní stejné velikosti!

Je mnohem lacinější živit 5kg kraje, než 5kg psa!

Dále je zajímavé, že poikilothermní živočichové mají míru metabolismu 8 až 10 krát větší než jednobuněční !

Složitější organizace těla (mnohobuněční) je tedy energeticky mnohem nákladnější !

Vliv životního stylu (životní strategie)



Vliv životní strategie

Příčiny těchto závislostí opět nejsou dosud plně analyzovány. Pouze v případě ptáků a savců byly prováděny srovnávací analýzy.

Příčiny: 1) životní styl (strategie)
 2) fylogenie

Např.) Savci lovící obratlovce mají ve vztahu k jiným obratlovcům, velmi vysoké hodnoty bazálního metabolismu.

Příčiny fylogenetického původu lze doložit u delfínů a ploutvonožců, u nichž převládá spíše podobnost ve způsobu života, než potravní zvyklosti.

Míra metabolismu

Tyto skutečnosti znamenají, že např. pták s 10x větší hmotností nespotřebuje 10xvíce potravy.

Vztah mezi mírou metabolismu a hmotností vyjadřuje allometrická rovnice:

$$\text{míra metabolismu} = a (\text{hmotnost})^b$$

b = exponent vyjadřující vztah mezi M_m a H

$$\log (\text{míra metabolismu}) = \log a + b [\log (\text{hmotnost})]$$

Vztah log -log je vyjádřen na obrázku; je z něj zřejmé, že a = míra metabolismu v případě, když hmotnost = 1. Koeficient b vyjadřuje strmost přímky.

Hodnota koeficientu b se u různých skupin živočichu pohybuje od **0.5** do **0.9** a to bez ohledu na jednotky ve kterých je měřena hmotnost nebo míra metabolismu.

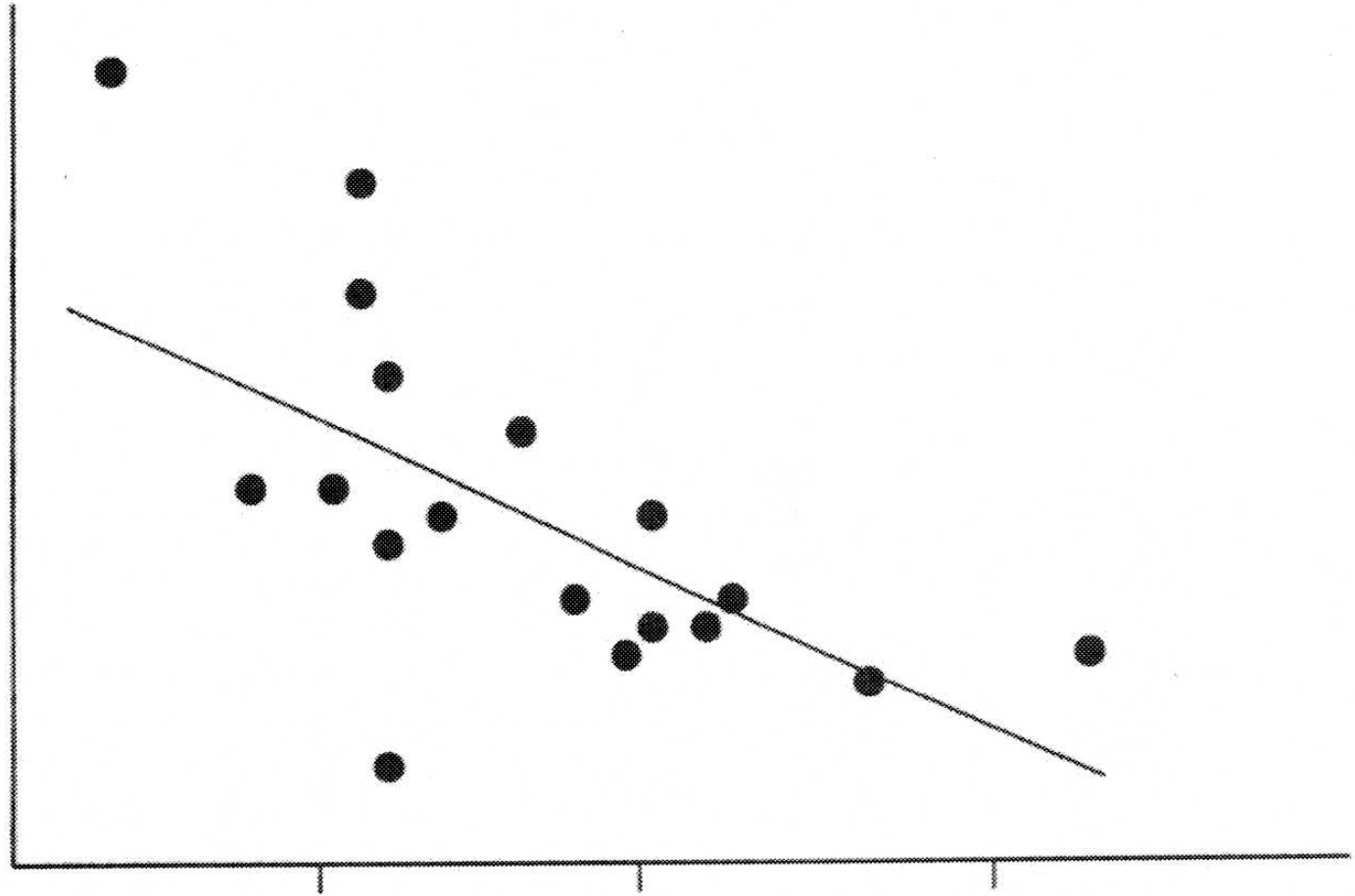
Fraktální struktura soustav

Lze zobecnit, že hodnota koeficientu b se blíží 0.75. Příčiny této obecné závislosti nejsou dosud plně objasněny.

Zdá se, že u mnohobuněčných organismů mohou tyto příčiny mimo jiné spočívat ve **fraktální struktuře soustav** důležitých pro transport základních životně nezbytných médií a materiálu (cévy, dýchací soustava).

Při $b < 1$ potřebují velikostně větší druhy méně energie, než jedinci menších druhu. Důsledkem této zákonitosti, je že živočichové jako např., rejsek mající v relaci ke své hmotnosti vysokou míru metabolismu spotřebují několikanásobně větší množství potravy, než sami váží. Naproti tomu slon spotřebuje potravu o váze rovnající se jeho hmotnosti za tři měsíce.

Vztah mezi mírou bazálního metabolismu a váhou těla drobných savců



Co determinuje velikost těla ?

Proměnná	Taxon	Exponent(b)
Velikost home range	savci	1.26
Hmotnost skeletu	chřestýši	1.17
Hmotnost skeletu	savci	1.09
Hmotnost skeletu	ryby	1.03
Objem plic	savci	1.02
Míra ingesce	korýši	0.80
Hmotnost mozku	savci	0.70
Délka gravidity	savci	0.24
Věk dospělosti	ryby	0.20
Délka inkubace vajec	ptáci	0.17
Tepová frekvence	savci	- 0.25
Míra dýchání	savci	- 0.26

Např. hodnota **b = 0.17** pro délku inkubace vajec u ptáků znamená, že doba, kterou ptáci různých druhů stráví seděním na vejcích je funkcí jejich hmotnosti vyjádřenou následující rovnicí

Velikost těla determinuje mnohem více než jen míru metabolismu

Inkubační doba (hmotnost) $^{0.17}$

Tento vztah opět platí bez ohledu na jednotky hmotnosti a času, ve kterých je měření prováděno

V případě vztahu tepové frekvence savců a jejich hmotnosti je koeficient **b = -0.25 (záporný)**

Tepová frekvence (hmotnost) $^{-0.25}$

Platí tedy, že čím je savec větší, tím nižší je jeho tepová frekvence. Například rejsek má srdeční frekvenci dosahující hodnoty 1200pulsu za minutu !

Velikost těla organismu podstatně ovlivňuje jeho ekologii !

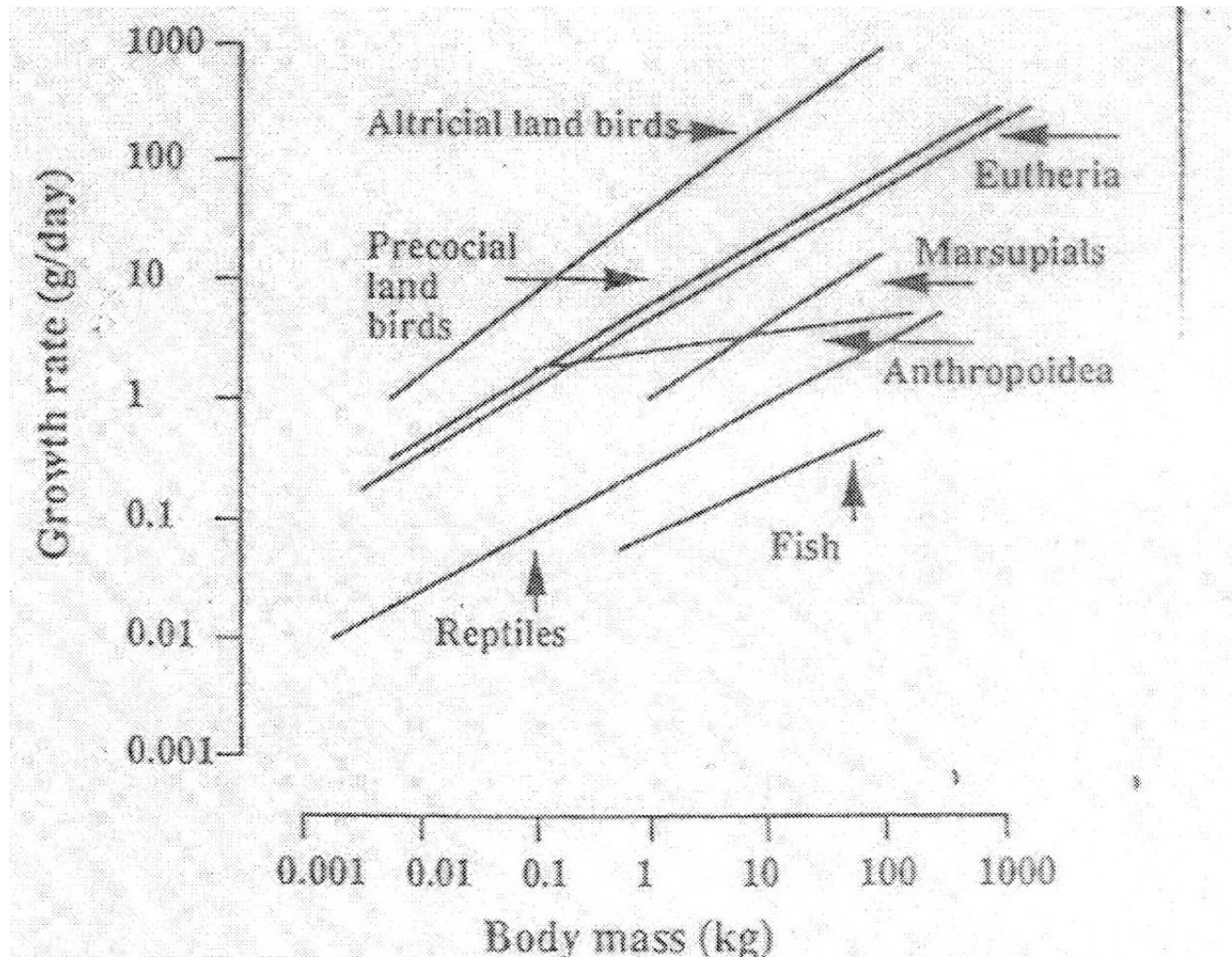
Z velikosti živočicha můžeme usuzovat na typ jeho interakcí s jinými druhy ve společném prostředí.

Množství energie, které živočich potřebuje je do značné míry determinováno jeho velikostí.

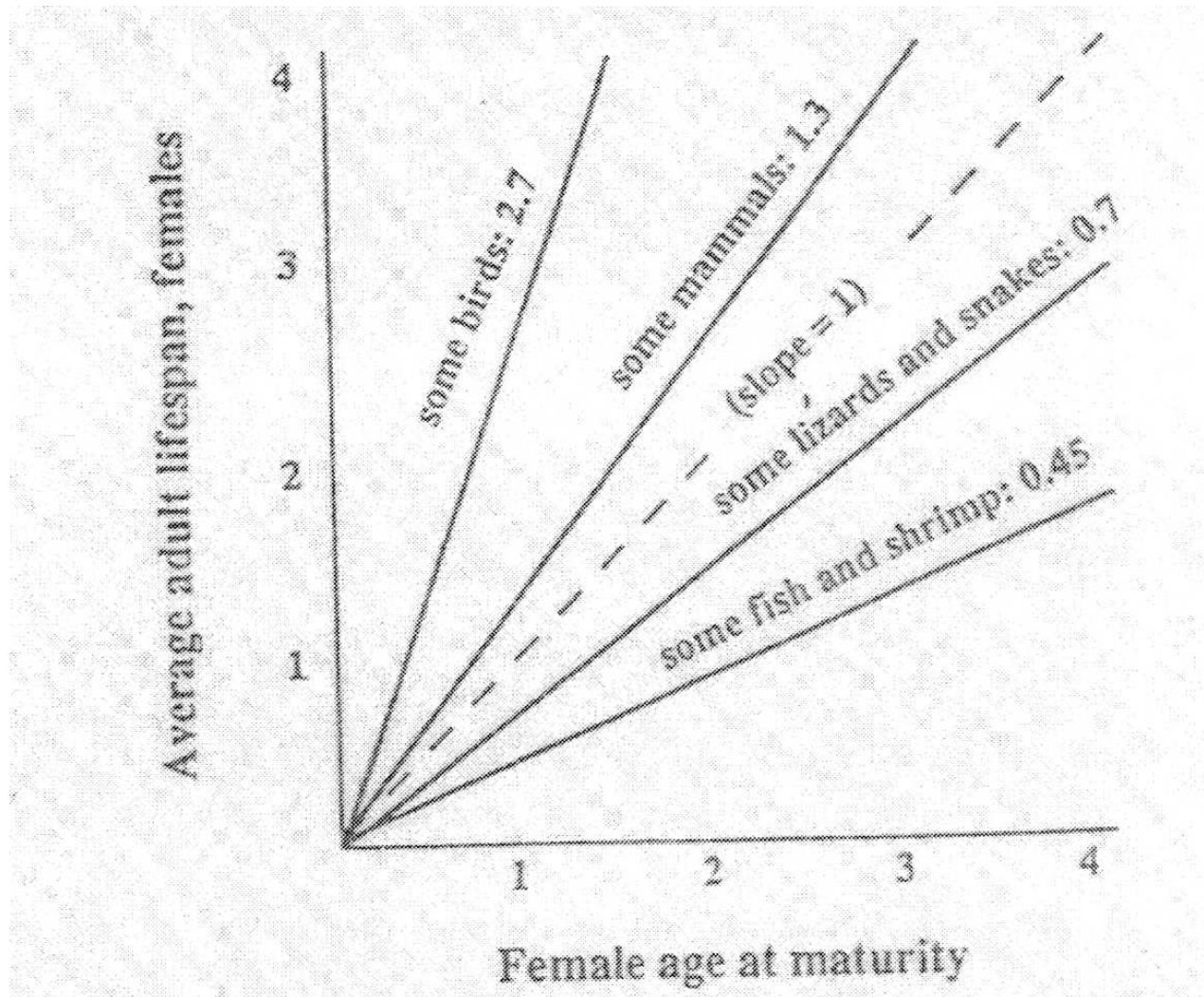
Jaký je však další osud této energie?

Kolik je věnováno na vývoj a růst a kolik na reprodukci ?

Míra růstu různých skupin obratlovců



Vztah délky života dospělců a věku dosažení zralosti – různé skupiny



Proč organismy přijímají potravu ?

Proč jíme ?

Jsou to opravdu hloupé otázky ?

Evoluční úspěch kteréhokoliv organismu spočívá ve schopnosti rozmnožování, které by nebylo možné bez schopnosti organismu přijímat potravu a transformovat takto přijatou energii a výživu ve své potomky.

Každý dnes žijící organismus je pokračováním vývojové linie trvající téměř 4 miliardy let.

Organismy však netransformují všechnu přijatou energii pouze do potomstva.

Celkově využívají pouze poměrně malou část přijaté energie. Téměř 10 až 30% absorbované energie je využito jen na trávení přijaté potravy.

Co je to asimilační účinnost ?

- Asimilační účinnost je proporce energie, kterou organismus přijal a je schopen ji využít.
- Různé druhy se velmi výrazně liší svou schopností využívat energii získanou v potravě.

Asimilační účinnost

- Masožravci živící se obratlovci mají asimilační účinnost asi 90%; hmyzožravci zhruba 70 až 80% zatímco většina býložravců jen 30 až 60%.
- Panda velká (*Ailurupoda melanoleuca*) má nejmenší asimilační účinnost mezi savci dosahující hodnotu jen 20%
- Mnoho druhu živočichu však má tuto hodnotu ještě mnohem nižší, například organismy využívající jako potravu organické zbytky v sedimentech o koncentraci jen 1%.
- Krab druhu *Scopimera globosa* se živí potravou obsahující jen 0,19% organické hmoty. Jeho asimilační účinnost bude proto ještě nižší než 0.19%. Presto v jeho střevech dosahuje organická hmota koncentrace až 12 %. Krab proto přijímá jako potravu veliké množství materiálu a vylučuje velké množství nestavitelných zbytků.

Produkce a respirace

- Energie přijatá heterotrofním organismem je z části využita stavbu jeho těla a regeneraci tkání a z části se pak využívá pro růst a rozmnožování.
- Růst organismu a rozmnožování označujeme dohromady jako produkci.
- Proporce asimilované energie, která je využita pro růst organismu označujeme jako růstovou účinnost.
- Tento typ účinnosti je velmi důležitý pro farmáře. Selata mají velmi vysokou růstovou účinnost dosahující hodnoty 20%. Znamená to, že tuto proporci přijaté energie prase konvertuje do produkce vepřového.

Růstová účinnost

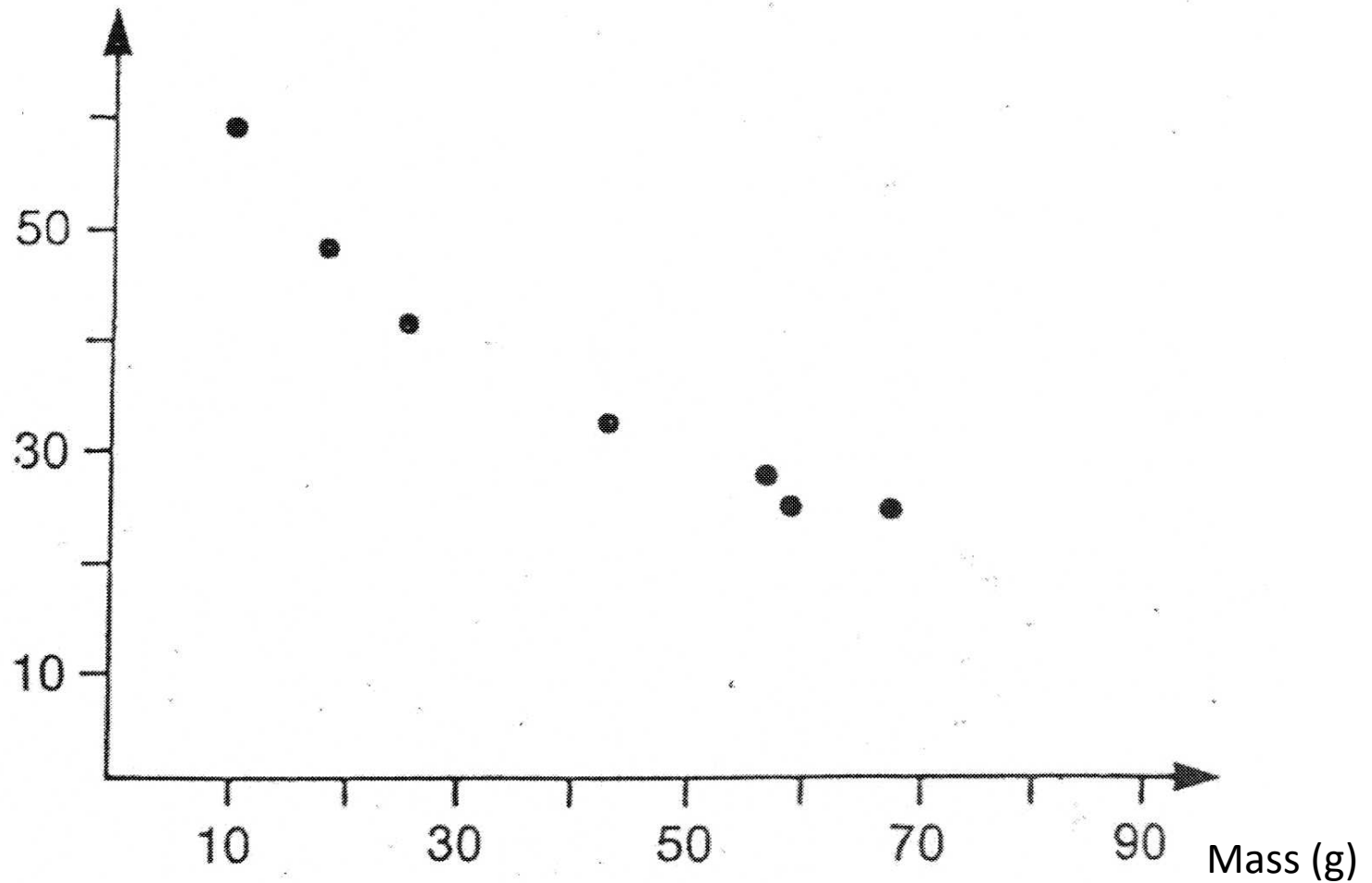
Obecně platí, že růstová účinnosti je tím větší, čím menší je daný organismus.

Růstová účinnost se rovněž výrazně snižuje při dosažení dospělosti živočicha.

Z tohoto důvodu je velmi obtížné provádět mezidruhová srovnání růstové účinnosti.

Růstová účinnost jako funkce velikosti těla

Growth efficiency (%)



Alokace energie do rozmnožování

- Lze zobecnit, že juvenilní poikilotermní živočichové mají větší růstovou účinnost, než juvenilní homoitermní.
- U velmi mladých juvenilů také homoitermové dosahují značných hodnot 50 až 70%, což odpovídá hodnotám typickým pro poikilotermy.
- Doposud existuje jen velmi málo údajů o tomto typu transformace energie a o této tzv. reprodukční účinnosti.
- U živočichu lze očekávat, že homoiotermní organismy budou do rozmnožování alokovat mnohem méně energie, než živočichové poikilotermní.

Celkový energetický rozpočet organismu

Příklad studie isopoda přílivového pásma druhu *Idotea baltica*

$$C = P + R + Ex + U + F$$

C = energie získaná ingescí

P = součet P_g (energie akumulovaná k růstu)

P_r = energie využita na tvorbu gamet

Ex = energie spotřebovaná, metabolické ztráty

U = energie využitá na tvorbu všech typů exkrementů

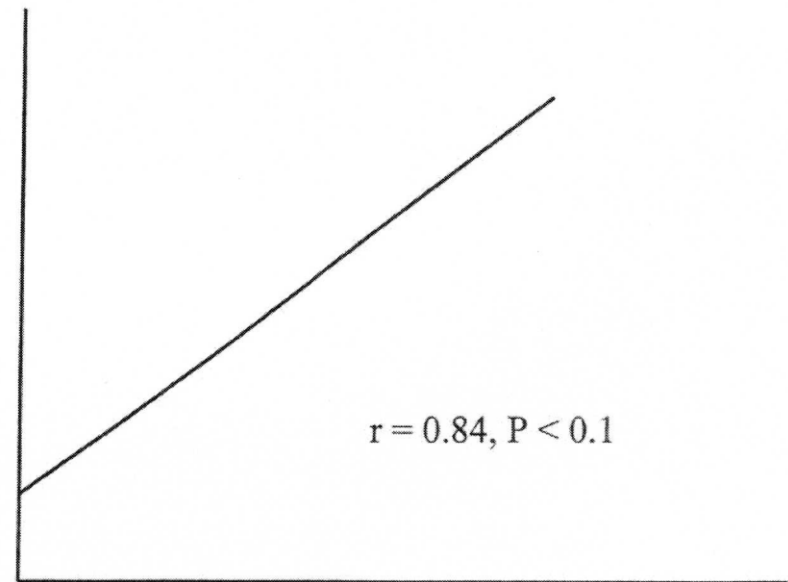
F = energie obsažená ve výkalech

V jakém rozsahu determinuje velikost organismu typ jeho životní strategie

Příklad: parazito-hostitelské systémy

- Předpokladem je, že pravý parazit by měl být menší než jeho hostitel
- Predátoři, např. draví filtrátoři, mohou být naopak i větší než jejich kořist
- Velikost těla konzumenta (parazita) je velmi plastická a je pod přímým vlivem hostitelského organismu
- Allometrický vztah mezi hostitelem-krabem a jeho parazitickým kastrátorem

Portunion conformis – celková délka



Hemigrapsus oregonensis – šířka karapaxu

Věk a velikost v dospělosti

Malé organismy nejsou obvykle malé proto, že být malým zvyšuje jejich plodnost nebo zmenšuje mortalitu. Jsou malé proto, že být velký vyžaduje určitý čas potřebný k růstu a při velké mortalitě se investice do velikosti nevyplatí pokud není kompenzována zvýšenou plodností. Optimální velikost těla tak přímo závisí na mortalitě, ale mortalita je často závislá na velikosti. Tato reciproční závislost je tak nepochybně zdrojem obrovské variability životních strategií v přírodě.

(Jan Kozlowski ,1991)

Věk a velikost v dospělosti

Dosažení dospělosti dělí život jedince na dvě části:

- 1) **vývoj jedince** – tedy na přípravu k rozmnožování
- 2) **na období reprodukce** – tedy naplnění tohoto poslání

**Velikost těla, při které živočichové dosahují zralosti
je klíčová !**

Z hlediska fitness organismu je tento znak mnohem citlivější na změny, než jakýkoliv jiný charakter.

Věk a velikost v dospělosti

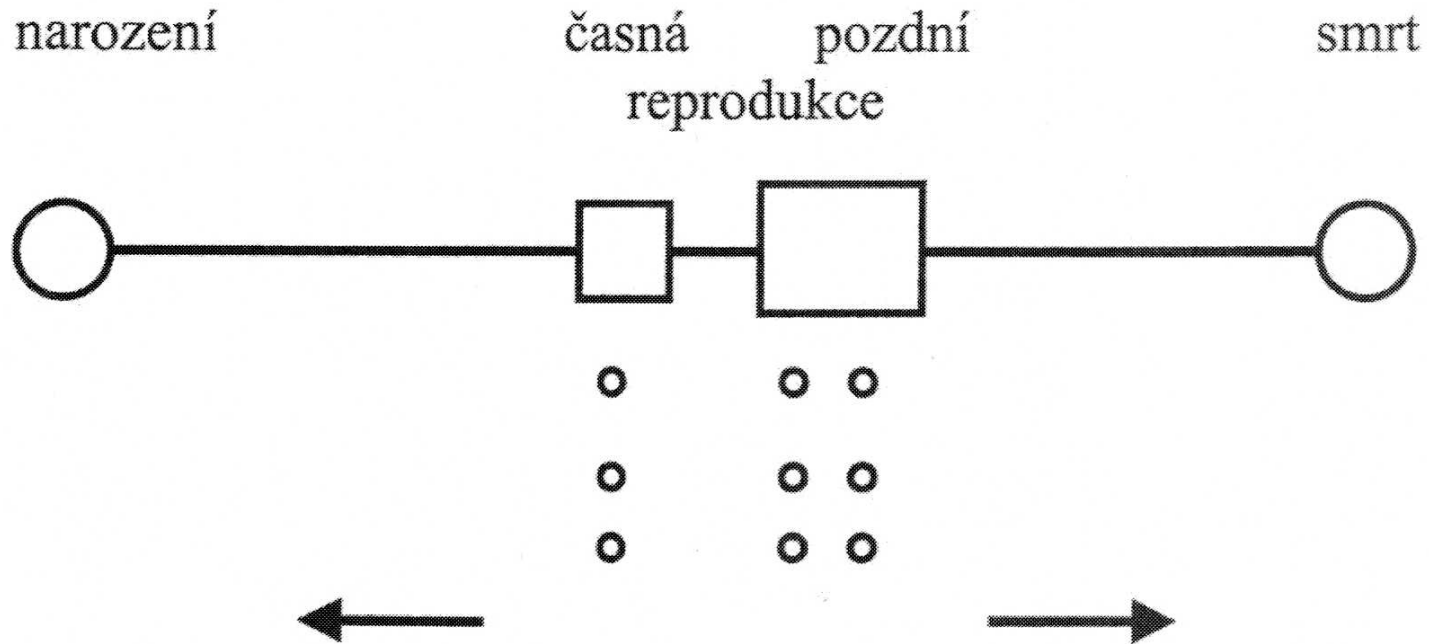
Z hlediska fitness organismu je tento znak mnohem citlivější na změny, než jakýkoliv jiný charakter.

S dosažením dospělosti (zralosti) se selekční tlak na organismus dramaticky mění.

Druhy, které se rozmnožují později jsou obvykle větší, žijí dlouho.

- Pokud se jedná o ptáky nebo savce, produkují obvykle málo potomků, ale jejich velikost je poměrně značná.
- Naproti tomu u plazů je charakteristický velký počet menších potomků.

Výhody a nevýhody časně a pozdní reprodukce



Výhody časně reprodukce

Kratší generační čas

Větší přežití v dospělosti dané kratším obdobím juvenilů

Výhody pozdní reprodukce

Větší počáteční plodnost daná delším obdobím růstu

Nižší míra mortality juvenilů
Větší celková plodnost daná delším obdobím růstu

Výhody časně reprodukce

- Principiální výhody časně reprodukce vyplývají z demografie, tedy z ekologie populací – kratší generační čas.
- Při tomto typu rozmnožování stráví organismu ve stadiu juvenilů kratší dobu, což zvyšuje pravděpodobnost úspěšného dosažení dospělosti.
- Organismy s časnou reprodukcí mají rovněž větší fitness, protože jejich potomci se rodí dříve a začínají se také dříve rozmnožovat.

Nevýhody časně reprodukce

Důležité jsou především následující dva faktory.

- 1) Pozdní reprodukce dovoluje další růst jedince a plodnost tak se může zvyšovat s velikostí. Pozdní reprodukce vede k větší počáteční plodnosti. Tato skutečnost může převážit výhody plynoucí z časně reprodukce. Z tohoto důvodu může být reprodukce odložena na pozdější dobu, protože růst fitness mající svůj původ ve větší plodnosti je převažuje nad poklesem fitness z důvodu delšího generačního času a menší mírou přežívání do dospělosti.
- 2) Pokud pozdní reprodukce má za následek větší kvalitu produkovaných potomků nebo se díky rodičovské péči snižuje jejich mortalita, bude tento typ reprodukce redukovat míru mortality juvenilních stádií. Tento efekt může rovněž převážit nad výhodami časně reprodukce. Maturace tak bude z tohoto důvodu odložena do té míry, kdy dojde růstu fitness vlivem většího přežívání juvenilů díky matčině větší velikosti při prvním porodu.

Doba dosažení zralosti

Lze tak uzavřít, že pokud pozdní reprodukce (doba dosažení zralosti) bude znamenat delší dobu života organismu, jeho větší velikost, více reprodukčních období, větší plodnost při větším věku nebo prostě bude znamenat větší reprodukční úspěch v pozdějším věku, bude reprodukce (maturace) odložena na pozdější dobu!

Jaký je výskyt různých typů maturace v taxonomickém přehledu živočichů?

Jaké jsou příčiny časných a pozdních maturací ?

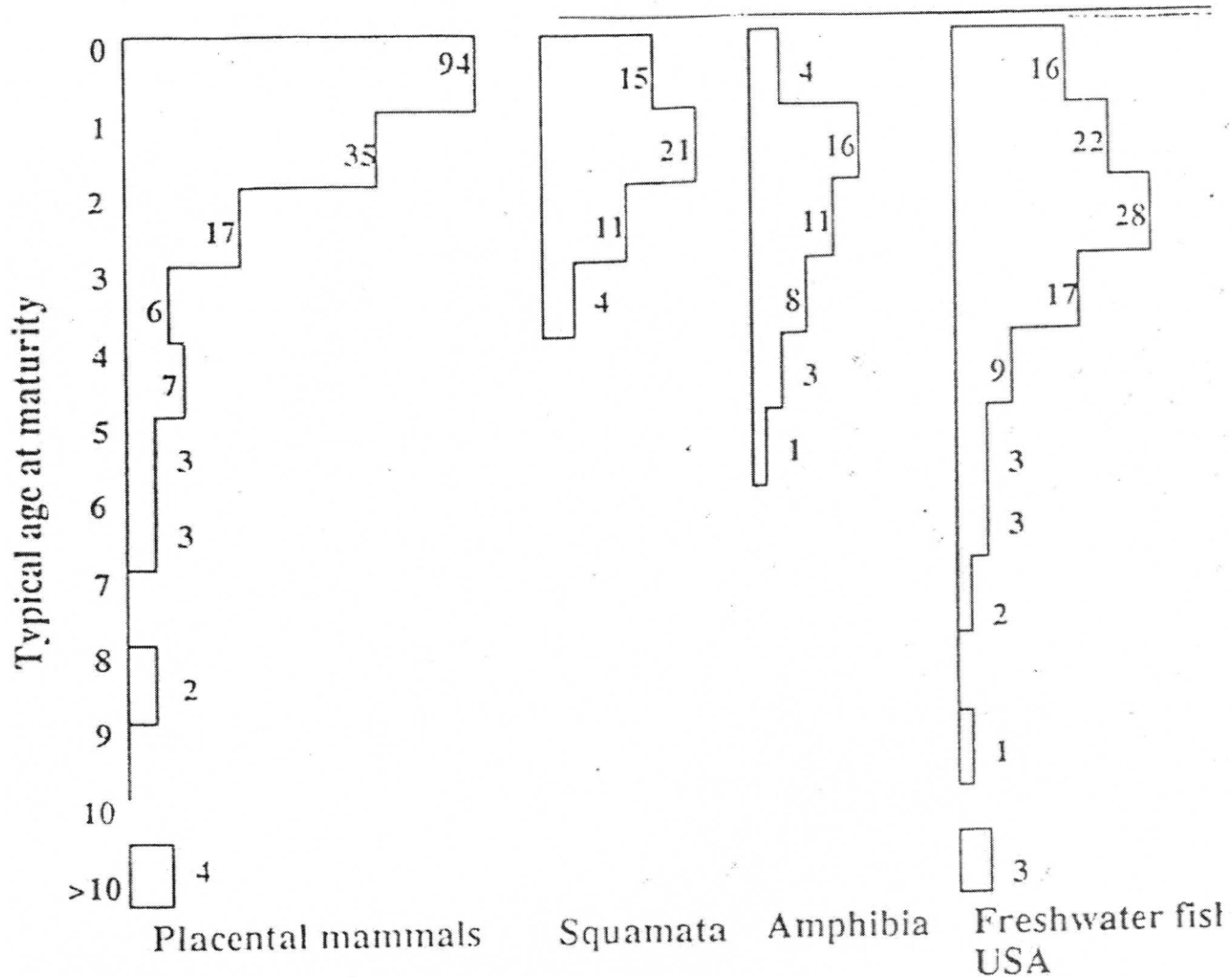
Frekvence typického věku zralosti

Jasný trend k časně reprodukci placentálních savců ve srovnání se Squamata, Amphibia i rybami – viz obr

Rozsah věkových kategorií je velký jen u savců a ryb.

Existují variace v dosahování maturace u různých populací téhož druhu?

Frekvence distribuce typického stáří dospívání u čtyř skupin obratlovců



Sociální vlivy - bimaturationismus

Jaký bude vliv pohlavní struktury populace na rozdíly v dosahování dospělosti ?

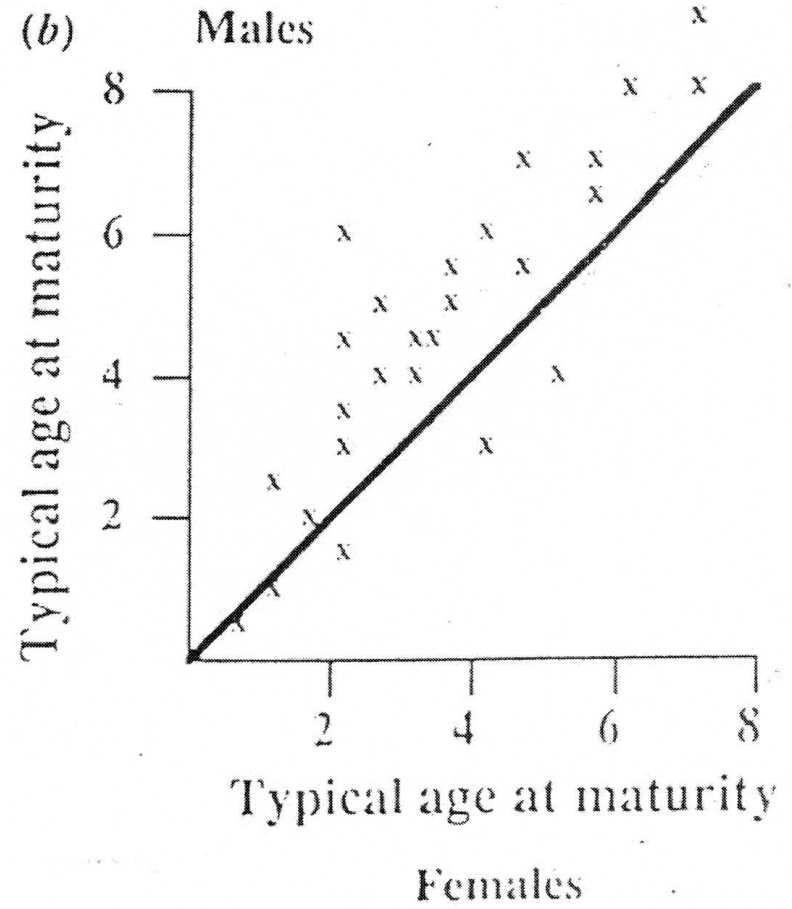
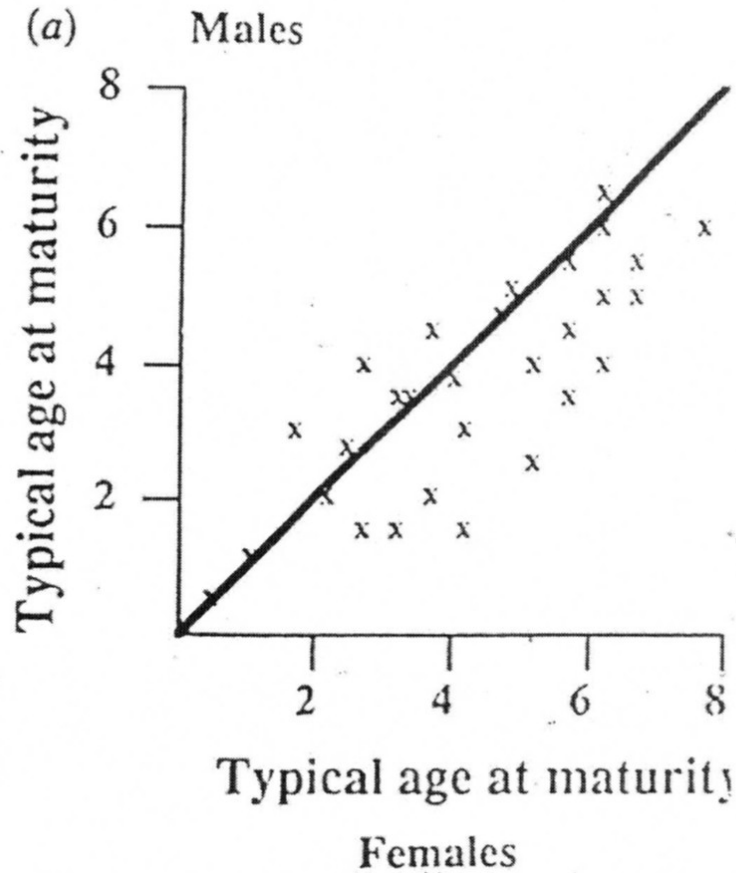
U polygenních druhu, kde samci bojují mezi sebou o samice bude tendence oddálit dobu dosažení zralosti. Prodlužuje se tak období růstu a míra nabytých zkušeností, které jedinec samec využívá pro dosažení reprodukčního úspěchu.

Je to známo u tulenu, lvounů, delfínů, koní, koz, ovcí, jelenů, tetřevů, pískavců a primátů- viz. obr.

Naproti tomu u promiskuitních druhu, u druhu s vnějším oplozením a vyznačujících se neomezeným růstem, kde samci nemají kontrolu na přístupem k samicím, budeme očekávat opačnou situaci.

Samice jsou v tomto případě větší než samci a jejich plodnost roste s jejich velikostí – platí pro většinu ryb – viz obr

Sociální efekty: bimaturnismus



Modely optimalizace vztahu mezi věkem a velikostí těla

Modely optimalizace vztahu mezi věkem a velikostí těla při dosažení zralosti

Základní idea těchto modelů spořívá v tom, že existuje rovnováha mezi výhodami a nevýhodami, která je determinující pro daný charakter (znak) mající určitou míru variability.

Cena výhody a nevýhody reprodukce je placena "menou" fitness !

Modely optimalizace

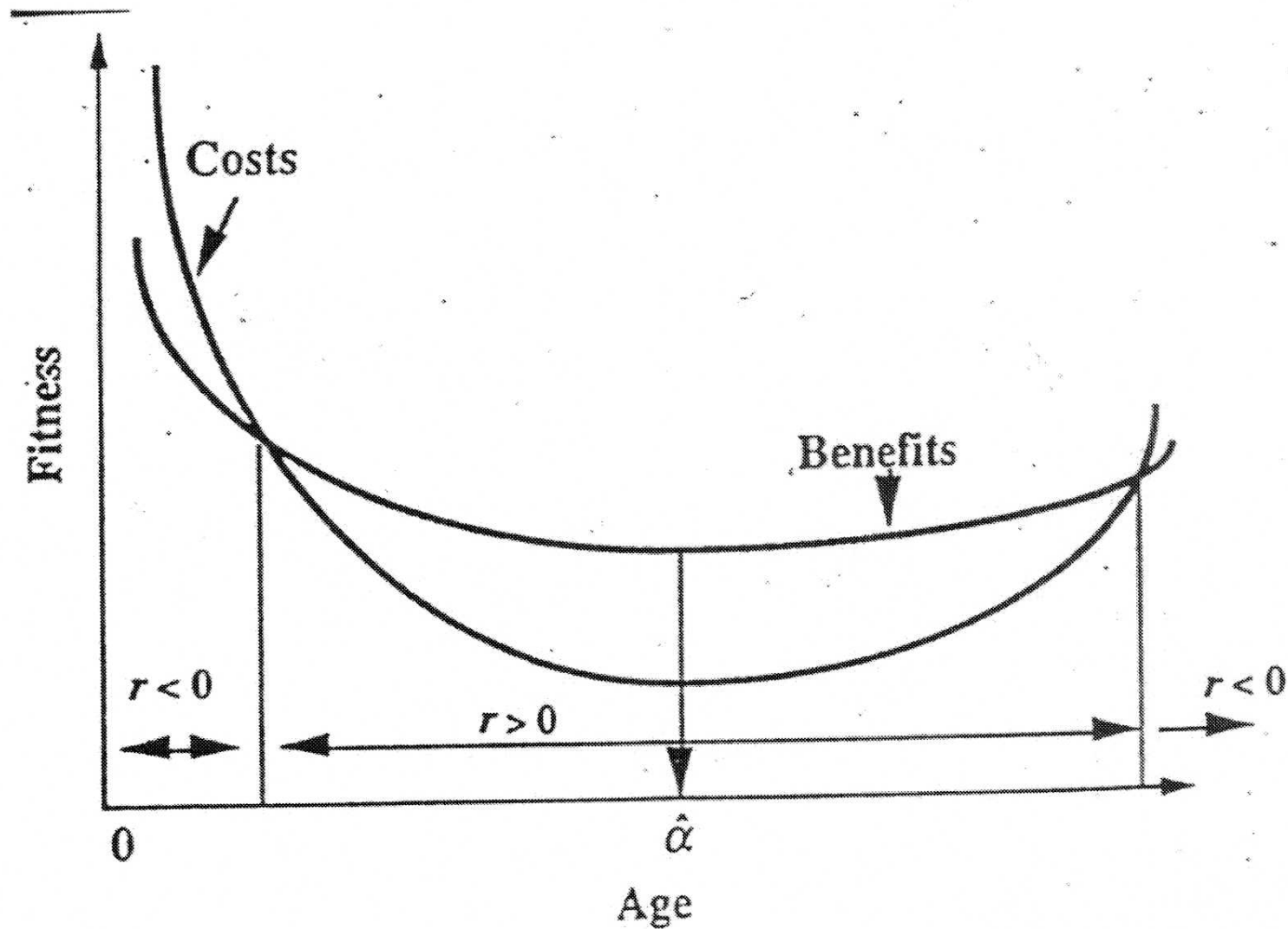
Vyjádříme-li vztah mezi výhodami a nevýhodami vůči věku dosažení zralosti dostaneme grafické znázornění, ze kterého vyplývají následující skutečnosti- viz obr.

Pokud převládají výhody nad nevýhodami určitého typu reprodukce vzhledem k danému věku samic bude cena odpovídat míře růstu populace ($r > 0$).

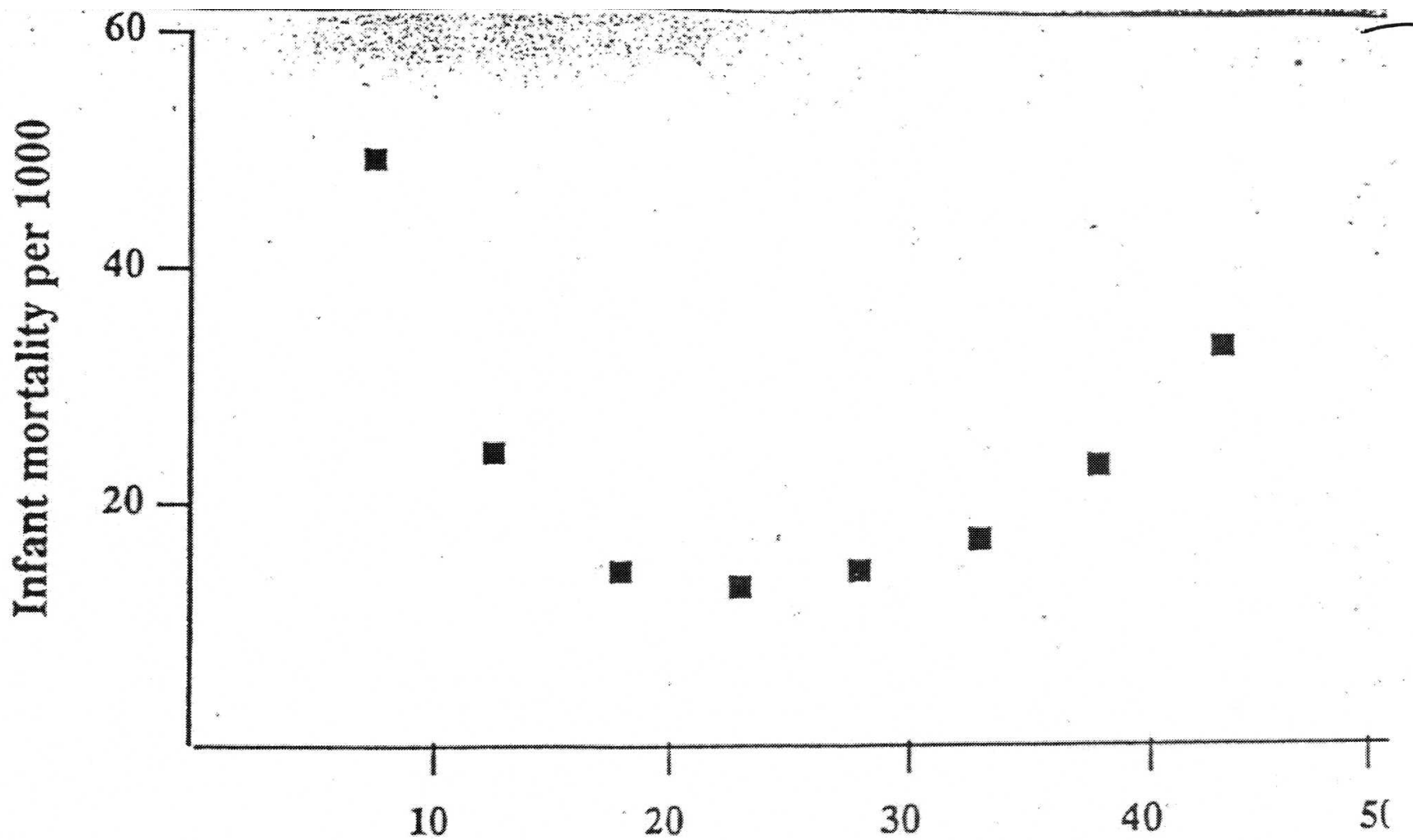
Pokud samice dospívají příliš brzy je cena reprodukce příliš vysoká a převládají nevýhody ($r < 0$).

Například u lidí existuje studie založená navíc než 100 000 případech úmrtí novorozenců v závislosti na věku matky. Je-li věk matky příliš nízký nebo naopak vysoký, zvyšuje se riziko úmrtí narozeného dítěte - viz. obr.

Predikční model optimálního věku dosažení dospělosti



Mortalita kojenců jako funkce věku matek



Existuje optimální věk a velikost, při které se organismus rozmnožuje ?

Optimální věk a velikost organismu v dospělosti bude určitě výsledkem evolučních kompromisů (trade-off), které zajišťují rovnováhu mezi výhodami a nevýhodami rozmnožování při rozdílném stáří a velikosti organismu.

Existují dva přístupy ke studii tohoto problému:

1) Spočívá v analýze dvou typů evolučních kompromisů:

- jednoho mezi časným rozmnožováním a plodností
- druhého mezi časným rozmnožováním a přežíváním potomků

2) Spočívá v analýze vztahu mezi růstem a plodností a za kritérium

- fitness organismu považuje počet vyprodukovaných potomků

Optimální věk a velikost

Vztah:

$$R_0 = l_x m_x$$

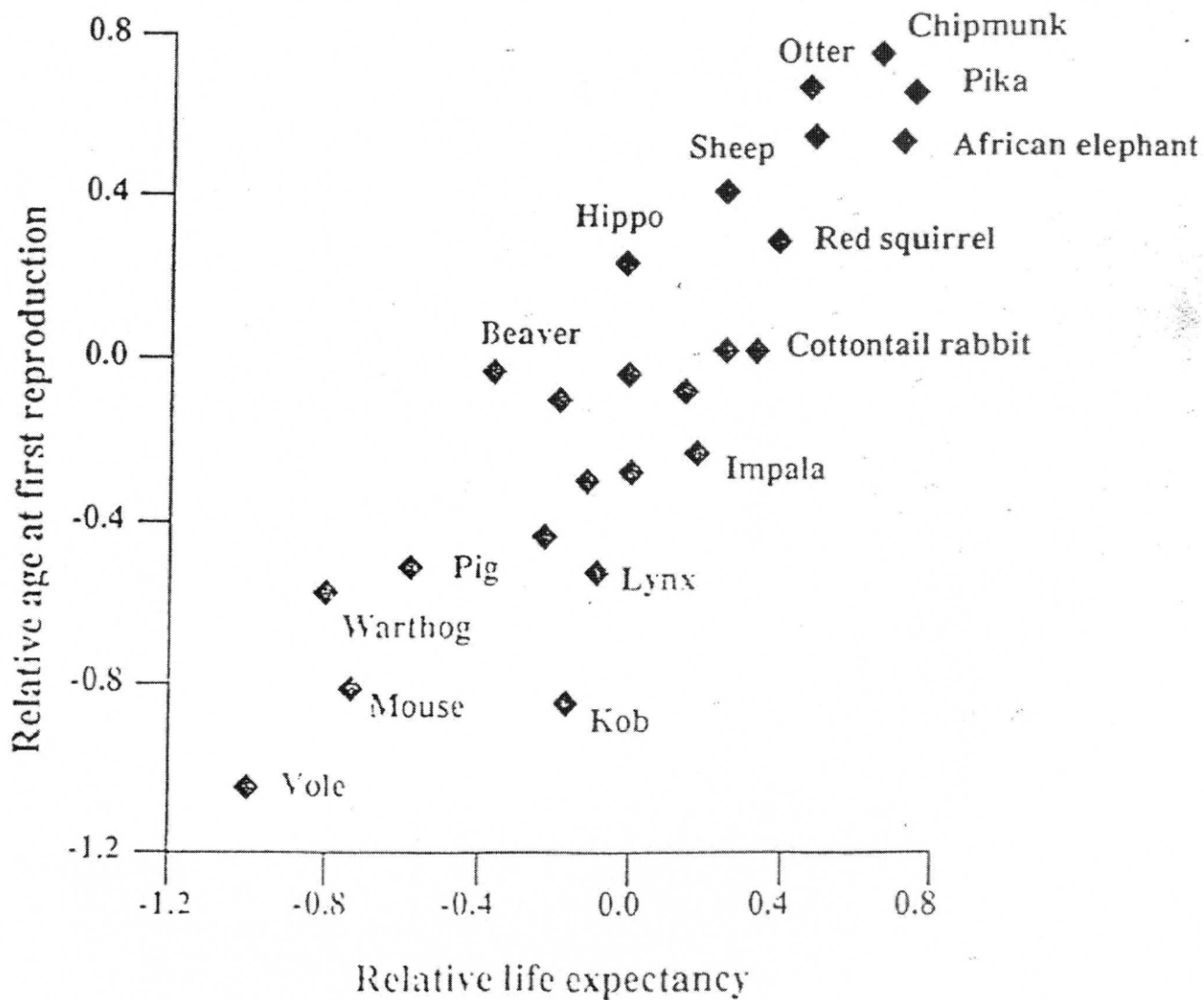
R_0 = míra růstu populace

l_x = přežití do věku x

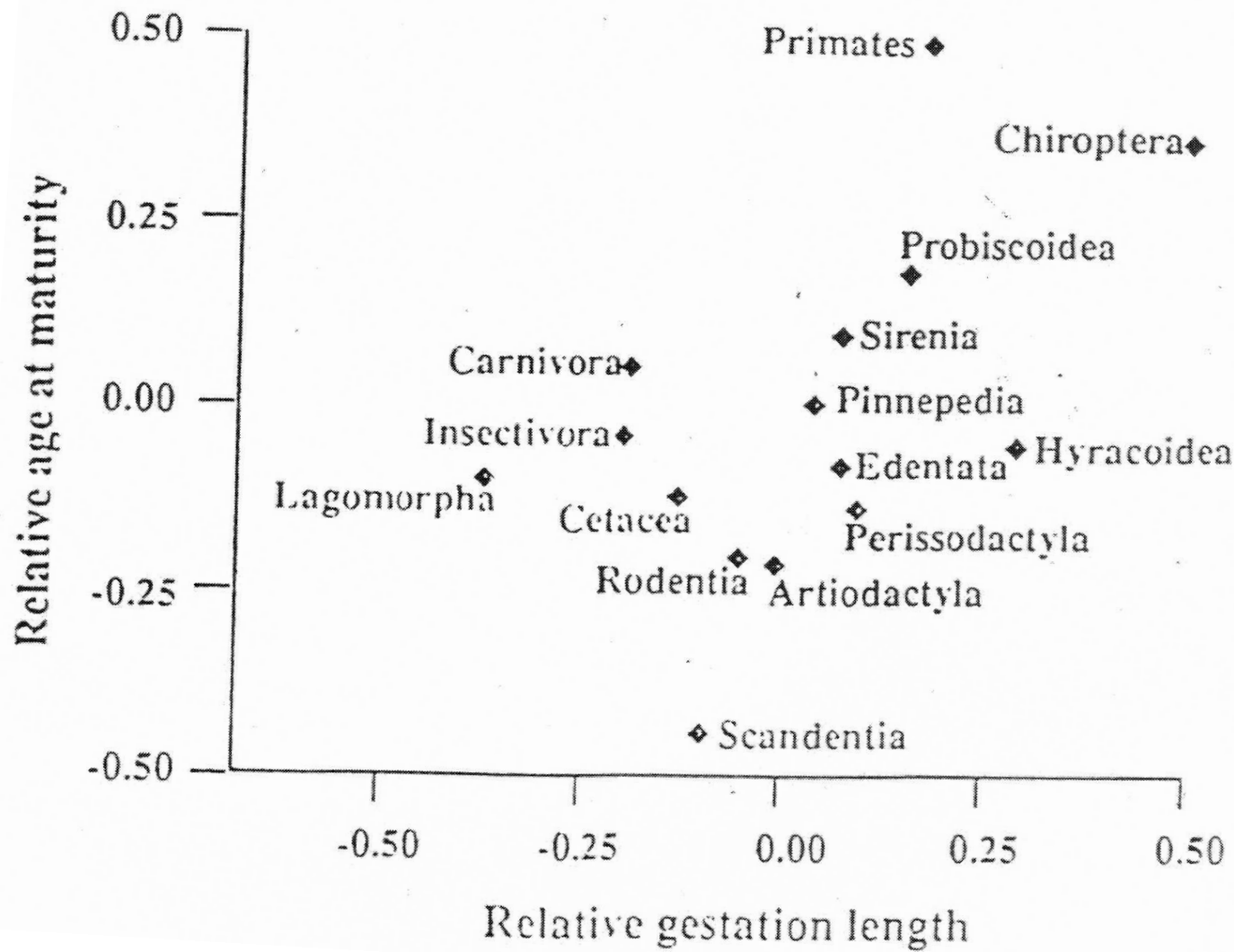
m_x = míra mortality

Oba přístupy předpokládají určitou optimalizaci reakcí organismů při daném věku a velikosti

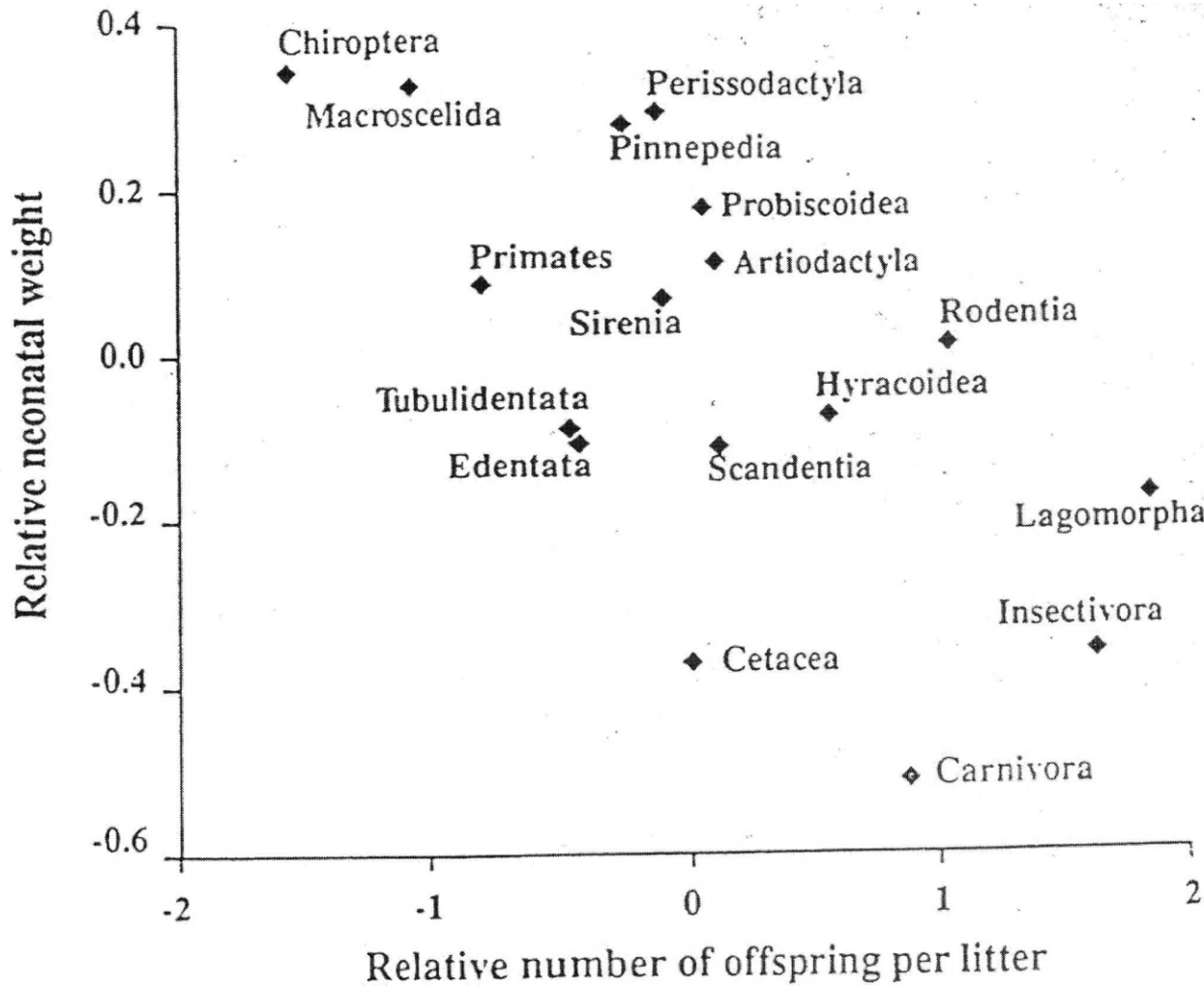
Vztah relativního věku rozmnožování a relativní délky života



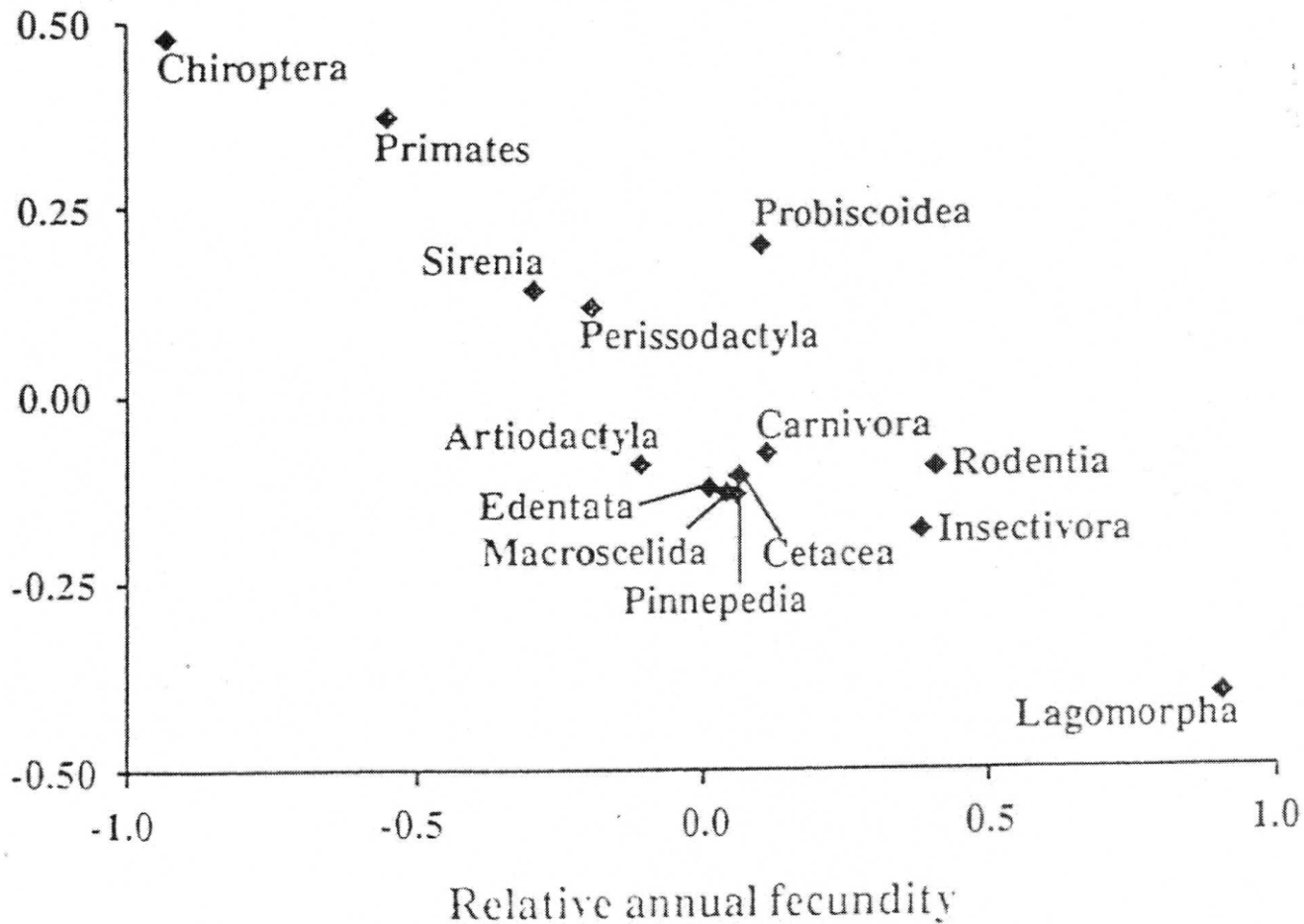
Vztah relativní délky březosti a relativní délky života



Vztah mezi počtem potomků a jejich hmotností při porodu



Vztah mezi roční plodností a délkou investice samice do potomstva



V jakém rozsahu determinuje velikost organismu typ jeho životní strategie ?

Příklad parazito-hostitelské systémy:

Předpokladem je, že pravý parazit by měl být menší než jeho hostitel.

Predátoři, např. draví filtrátoři, mohou být naopak i větší než jejich kořist.

Důležité je si uvědomit, že velikost těla konzumenta (parazita) je velmi plastická a je pod přímým vlivem hostitelského organismu (paraziti, parazitoidi, kastrátoři).

Allometrický vztah mezi hostitelem-krabem druhu *Hemigrapsus oregonensis* a jeho parazitickým kastrátorem *Portunion conformis* (Isopoda).

Existuje vztah mezi velikostí těla a typem evoluční strategie ?

Konzumenty můžeme podle povahy trofické závislosti na potravě rozlišit do těchto čtyř kategorií:

Parazit = individuální konzument napadající jednoho hostitele a působící mu obvykle malou patogenní reakci.

Parasitoid = individuální konzument napadají pouze jednoho jedince hostitele, kterého vždy zabíjí. Parasitoidům jsou velmi podobni parazitární kastrátoři, kteří zabíjejí jedince v evolučním slova smyslu. Neovlivňují nijak život jedince u kterého parazitují, avšak energii, kterou jejich hostitel věnuje do svého rozmnožování využívají ke své reprodukci. Funkční podobnost parasitoidů a kastrátorů vyplývá také z toho, že zde existují symbiontičtí zástupci.

Predátor = individuální konzument napadá a zabíjí během svého života více než jednoho jedince kořisti. Většina predátorů nemá povahu symbiontů. Výjimku tvoří například Copepoda čeledi Nicothoidae; zástupci Nemertini živící se snůškami vajec krabů a mnoho vysoce specifických nahožábřých žijící v koloniích a živícími se mechovkami, polypy aj.

Mikropredátor = individuální konzument napadající během svého života více než jednoho jedince kořisti/hostitele a působící malou nebo žádnou patogenní reakci. Odnímá pouze malé množství potravy a pak kořist opouští. Mikropredátoři jsou často vektory jiných patogenních agens a mohou mít se svými hostiteli řadu jiných typů interakcí.

Typy životních strategií

Typický parazit	adultní motolice Ichthyophthirius multifiliis
Patogen	Giardia intestinalis Coccidae – Homoptera
Troficky přenosný typický parazit	metacerkarie motolic larva Anisakis
Troficky přenosný patogen	cysta Echinococcus sporozoiti Toxoplasma Trypanosoma – na vektor
Částečný kastrátor	cysticerkoid Hymenolepis diminuta Bopyridae – Isopoda
Parazitární kastrátor	Rhizocephala Strepsiptera redia a sporocysty motolic

Typy životních strategií

Částečný kastrátor

**cysticerkoid *Hymenolepis diminuta*
Bopyridae – Isopoda**

Parazitární kastrátor

**Rhizocephala
Strepsiptera
redia a sporocysty motolic**

**Troficky přenosný
parazitární kastrátor**

**plerocerkoid *Schistocephalus*
cystacanth vrtejšů
cysticerkoid dilepidních tasemnic
v mravencích**

Parasitoid

**Braconidae – vosy
Bruchidae – larvy brouků**

Typy životních strategií

Mikropredátor

komáři

Cicadellidae – Homoptera

Koala

Herbivor
(pastva/ regenerace)

jeleni

plazi požírající části končetin ještěrek

Sociální predátor

vlci ve smečce

kosatky

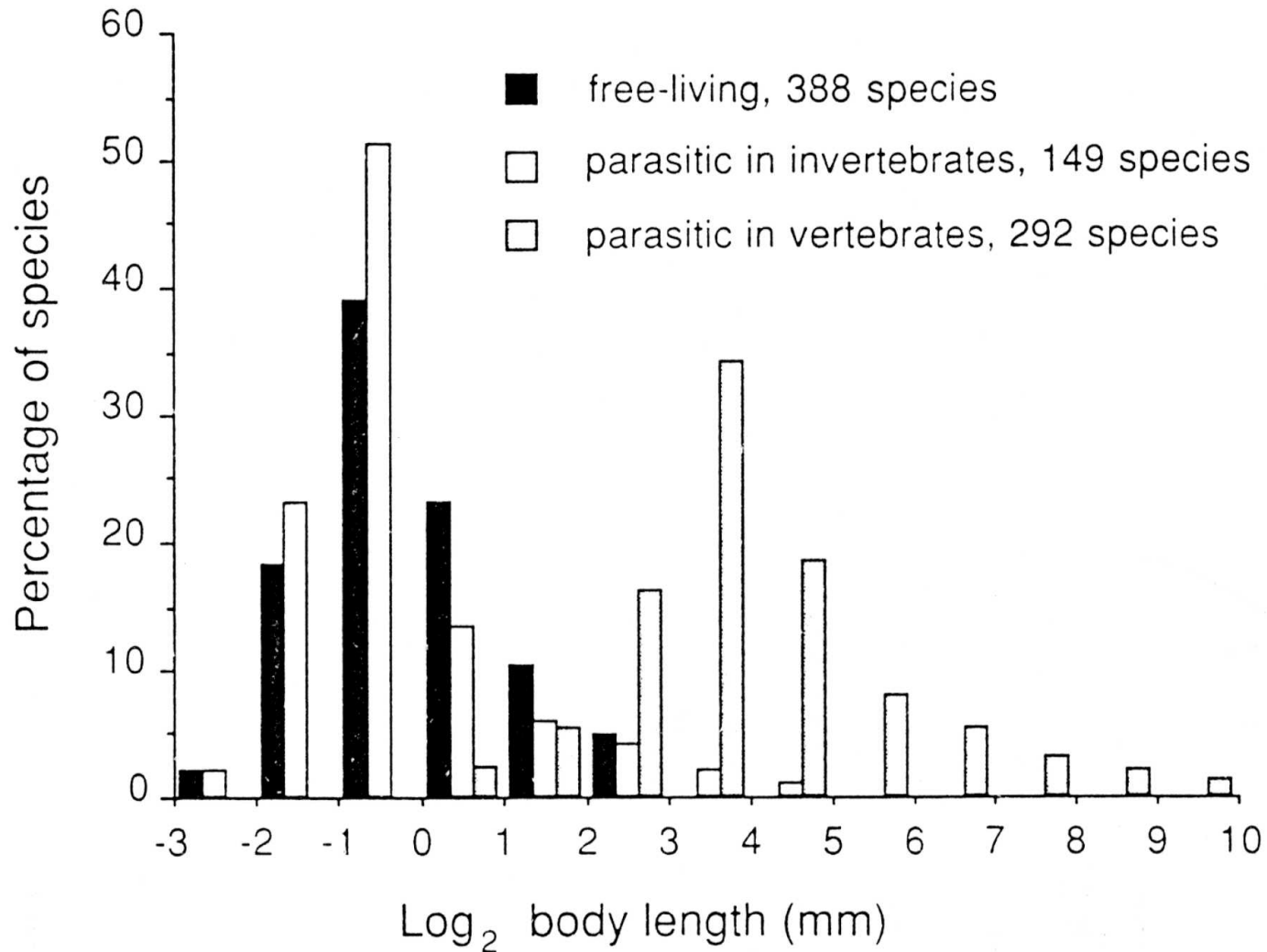
Predátor

hvězdice

Tunicata

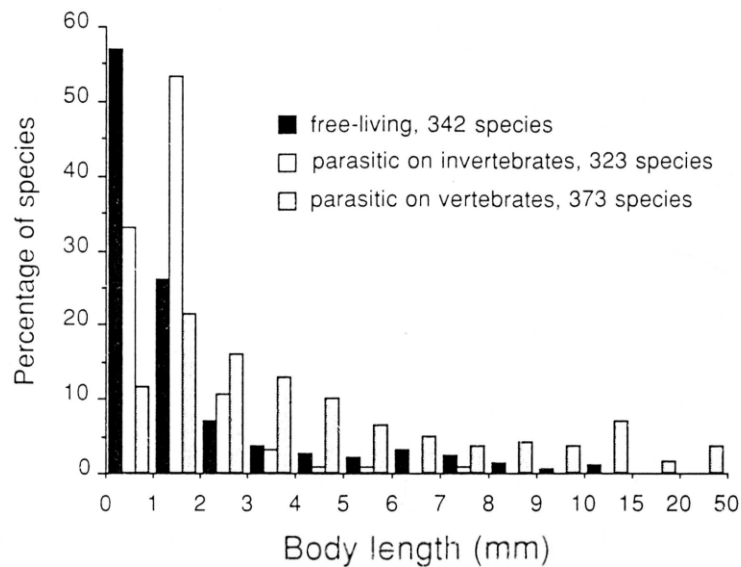
vrabci

Frekvenční distribuce velikosti těla nematodů

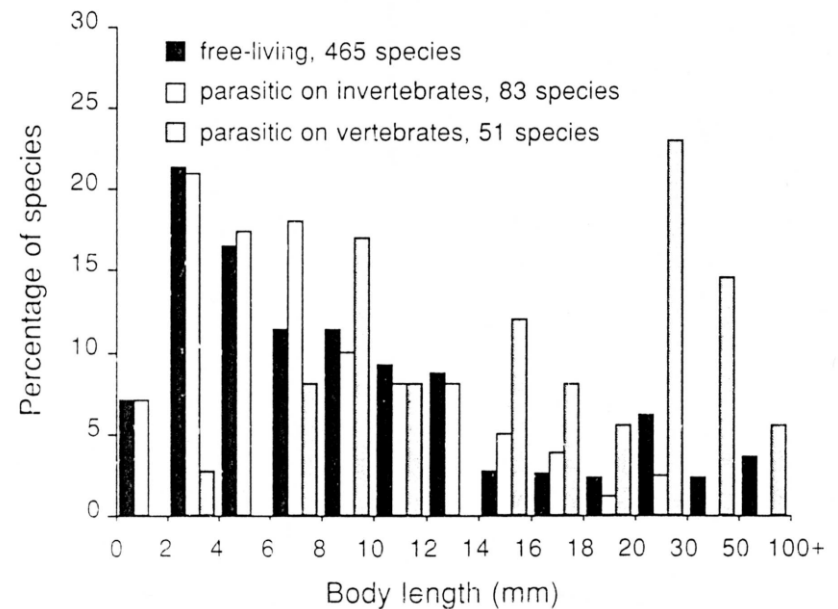


Frekvenční distribuce velikosti těla korýšů

Copepoda



Isopoda



Jaké známe antagonistické interakce ?

- V závislosti na intenzitě můžeme rozlišit celkem 12 typů antagonistických interspecifických interakcí.
- Z tohoto počtu má 8 povahu parazito-hostitelského vztahu a čtyři zbývající jsou různé typy predace.

Typy antagonistických interakcí

		Počet hostitelů / napadené kořisti		
		1 hostitel	> 1 hostitel / kořist	
RRV		Je smrt hostitele nezbytná ?		
		Ne	Ano	
> 0		typický parazit patogen	troficky přenosný typický parazit troficky přenosný patogen	mikropredátor pastva / regenerace
		částečný kastrátor parazitární kastrátor	Troficky přenosný parazitární kastrátor parasitoid	sociální predátor predátor
= 0				

Je nezbytné zabít svého hostitele ?

- Dichotomie 2 x 2 oddělující parazity vyžadující smrt hostitele.
- Umožňuje oddělit parasitoidy a kastrátory.
- Vzniká nová kategorie troficky přenosných parazitů

Je smrt hostitele nezbytná ?

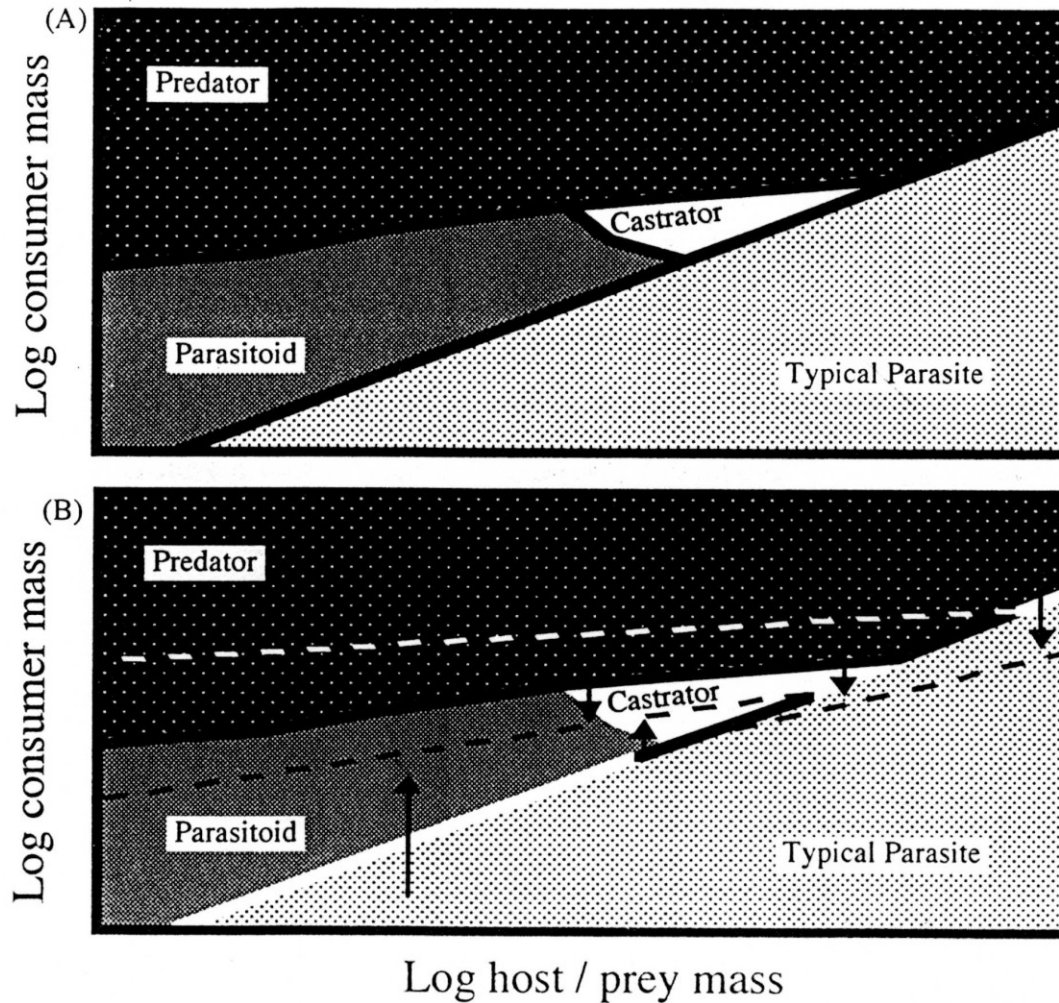
		Počet hostitelů / napadené kořisti	
		1 hostitel	> 1 hostitel / kořist
		Je smrt hostitele nezbytná ?	
		Ne	Ano
RRV	> 0	typický parazit	troficky přenosný typický parazit
	= 0	parazitární kastrátor	parasitoid
		mikropredátor	
		predátor	

Typy interspecifických interakcí podle povahy trofického vztahu mezi konzumentem a jeho kořistí/hostitelem

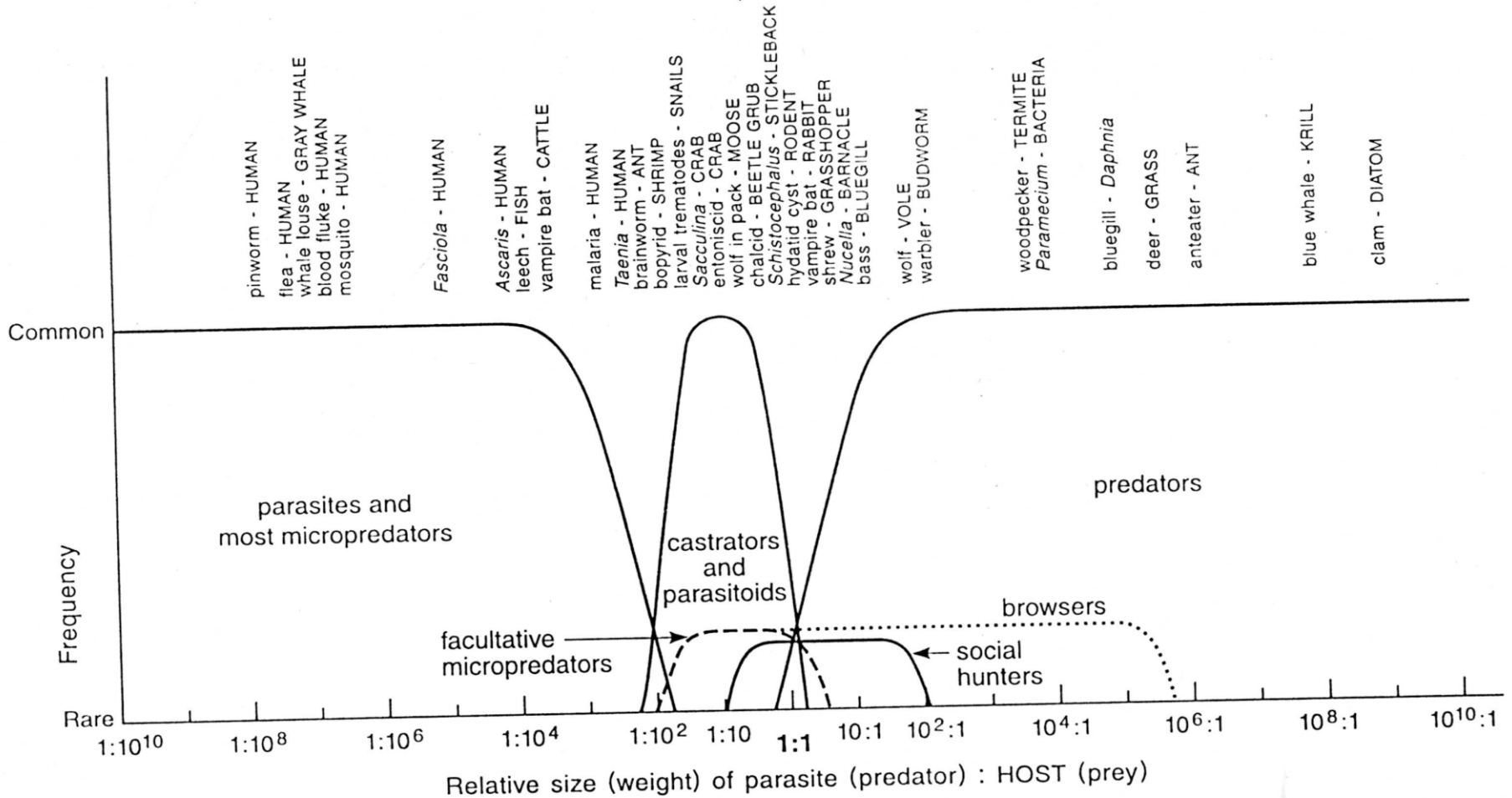
Vliv na RRV hostitele	Počet hostitelů napadených individuálním konzumentem	
	Jeden hostitel	Více hostitelů
RRV > 0 (hostitel přežívá)	Parazit metacerkárie adultní motolice Giardia Coccidae (Homoptera) malárie	Mikropredátor komáři pijavky mihule Cicadellidae (Homoptera) koala
RRV = 0 (hostitel je usmrcen)	Parasitoid Braconidae (vosy) Tachinidae (mouchy) Gordius (larva) Hyperiididae (amphipoda)	Predátor hvězdice kočkovití vlci Tunicata
	Parasitární kastrátoři redie a sporocysty plerocerkoid Schistocephalus Rhizocephala Entoniscidae (Isopoda) Srepsiptera	

*) RRV = residual reproductive value

Vztah mezi evoluční strategií konzumentů a hmotností jejich kořisti/hostitelů



Frekvence relativní velikosti těla konzumentů a jejich kořisti/hostitelů



Typy antagonistických vztahů

Trofické (antagonistické) vztahy mezi jednotlivými konzumenty a jejich kořistí (hostiteli) můžeme dělit podle těchto čtyř hledisek:

- počet využívaných jedinců kořisti (hostitelů)
- nezbytnost usmrcení kořisti (hostitele)
- způsob působení na fitness kořisti (hostitele)
- závislost působení na intenzitě působení

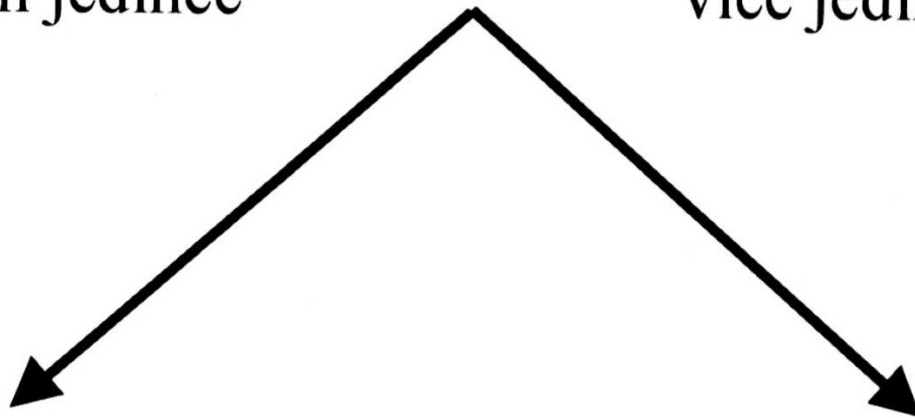
Podle počtu využívaných jedinců kořisti (hostitelů)

jeden jedinec

více jedinců

PARAZIT

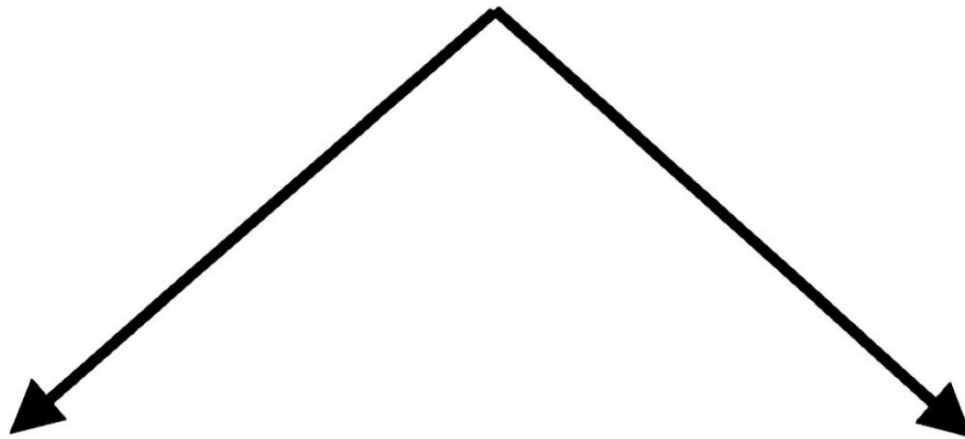
PREDÁTOR



Podle způsobu působení na fitness hostitele
(RRV = residual reproductive value)

RRV > 1

RRV = 0



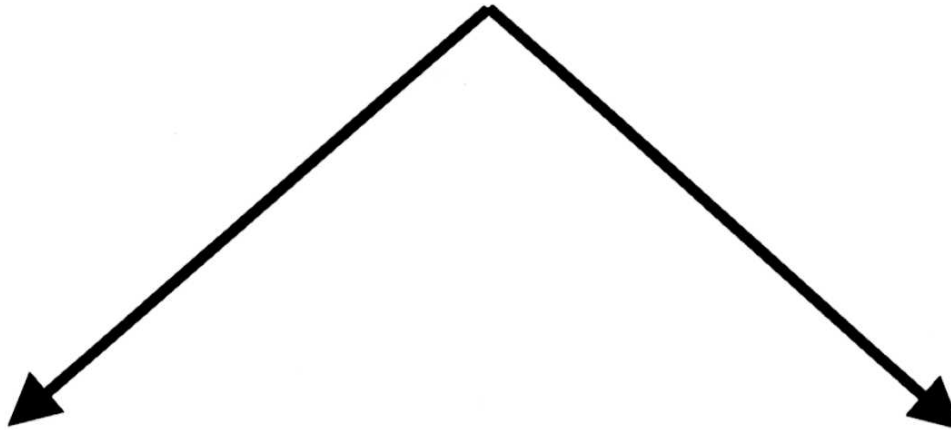
PARAZIT

KASTRÁTOR

Podle nezbytnosti usmrtit kořist (hostitele)

Ne

Ano



PARAZIT

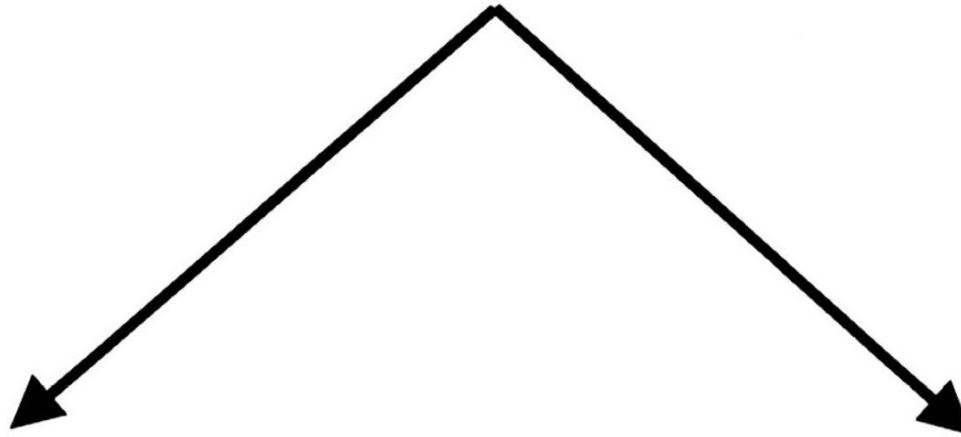
PARASITOID

Podle závislosti na intenzitě působení

závislý

na intenzitě

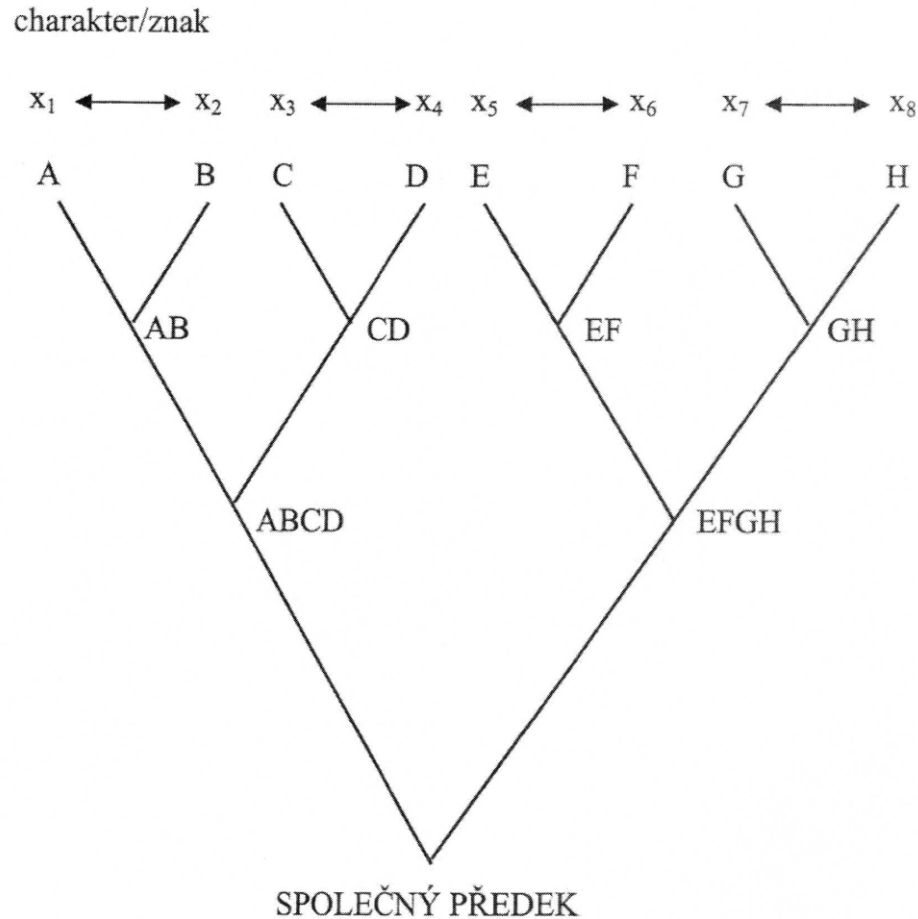
nezávislý



PARAZIT

PATOGEN

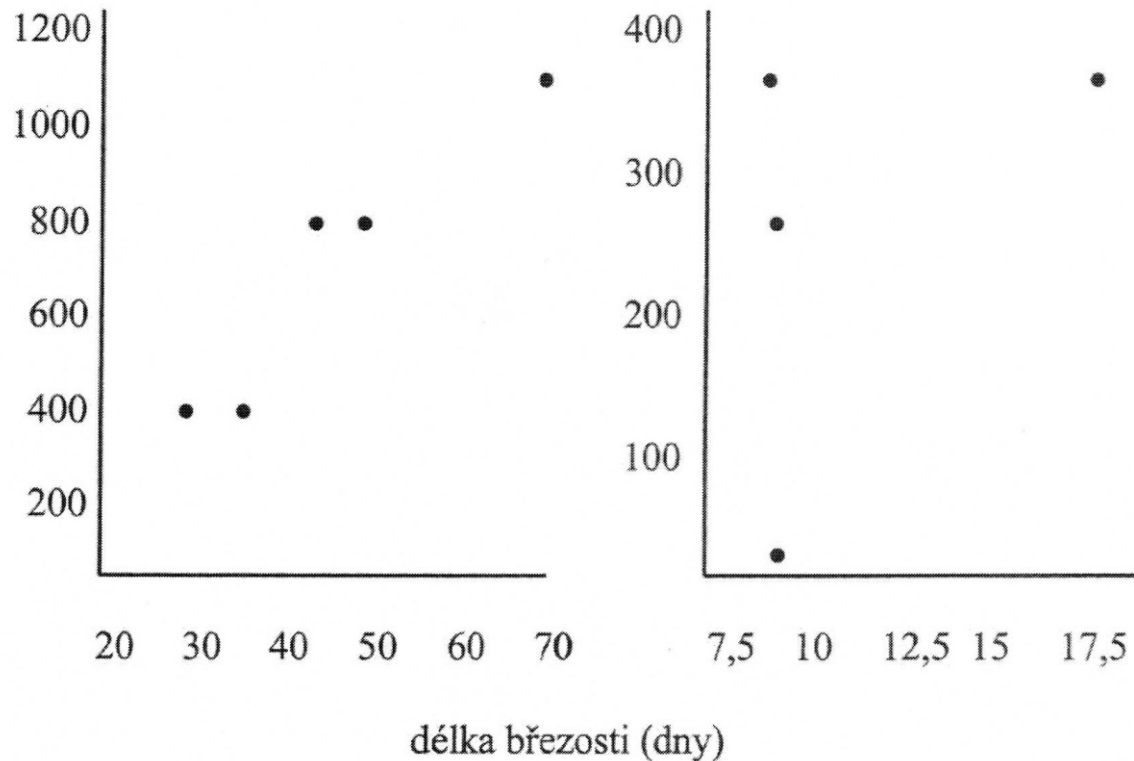
Metoda nezávislých kontrastů



Klíčová myšlenka této metody spočívá v předpokladu, že změny, které nastanou po speciální události, např. $x_1 - x_2$ jsou nezávislé na změnách dané jinou speciální událostí např. $x_3 - x_4$ (podle Felsensteina, 1985)

Metoda nezávislých kontrastů

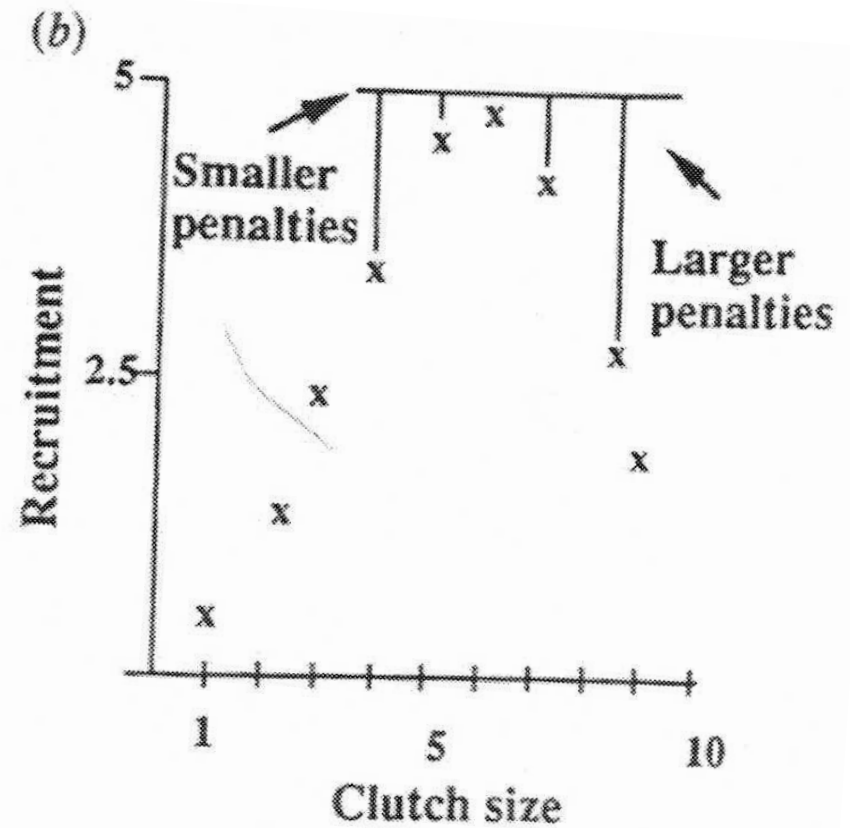
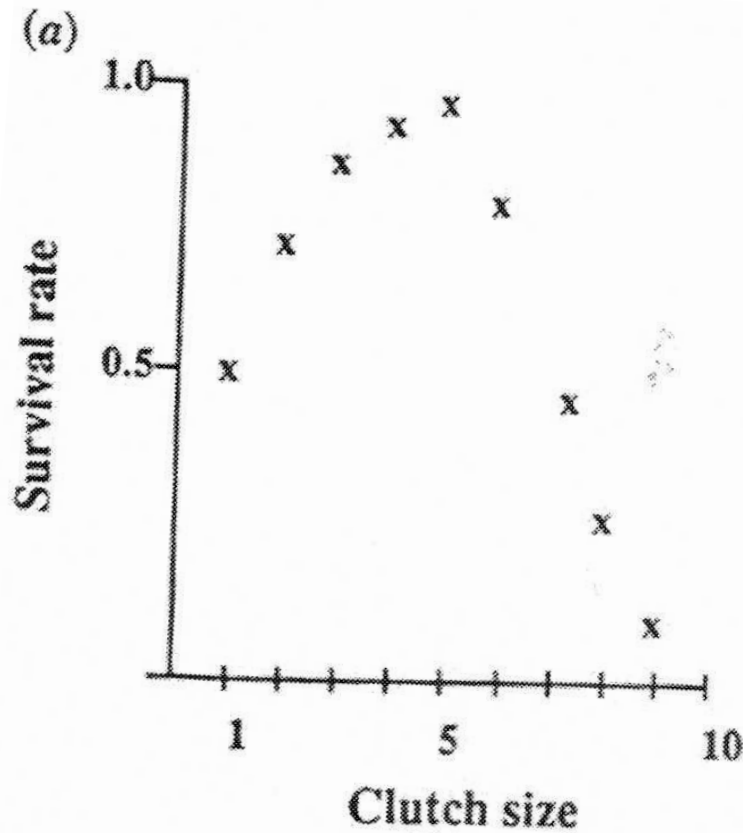
věk dospělosti (dny)



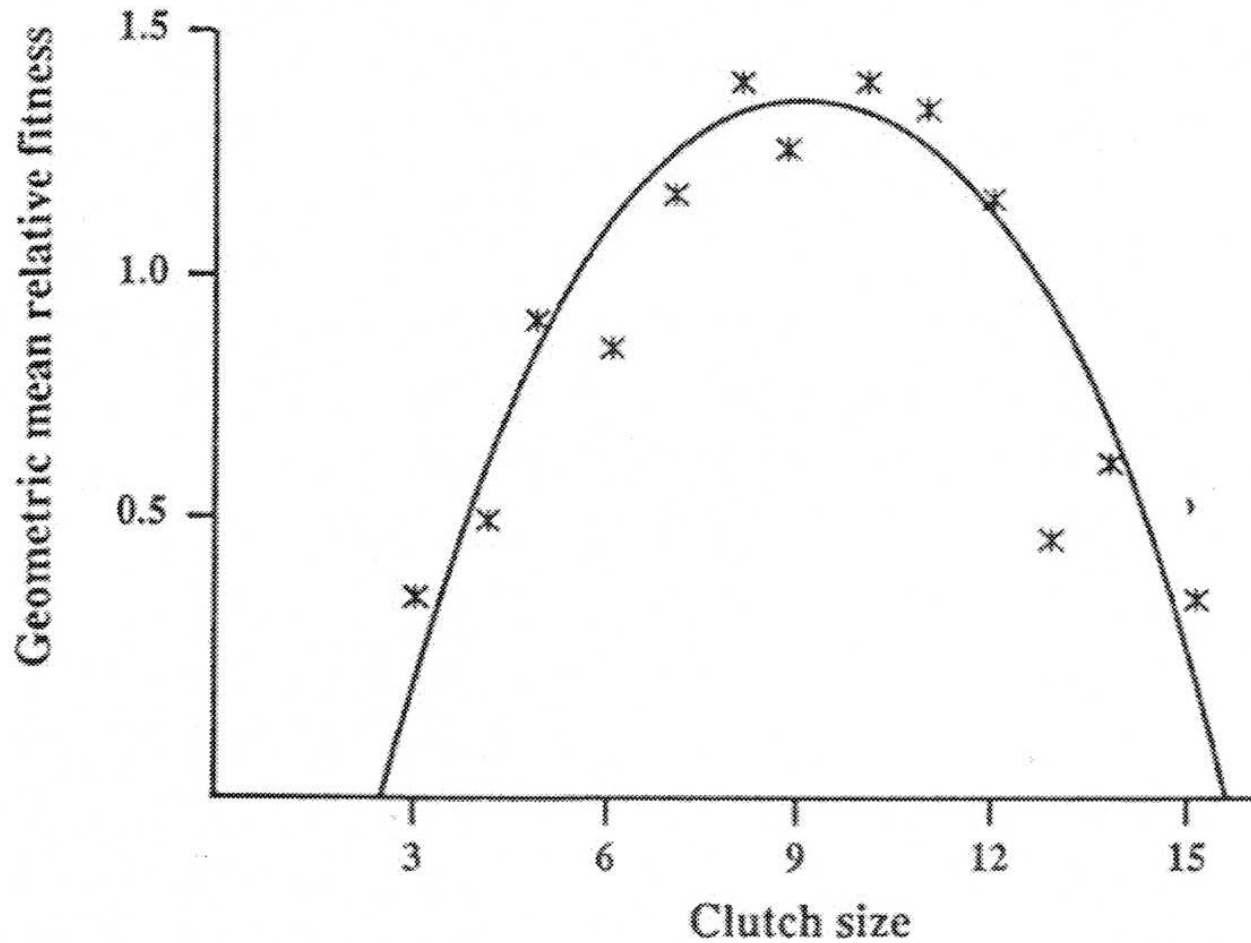
Netransformované hodnoty
Silná pozitivní korelace

nezávislé kontrasty
závislost úplně zmizela

Nelineární vztah mezi mírou přežívání a velikosti snůšky



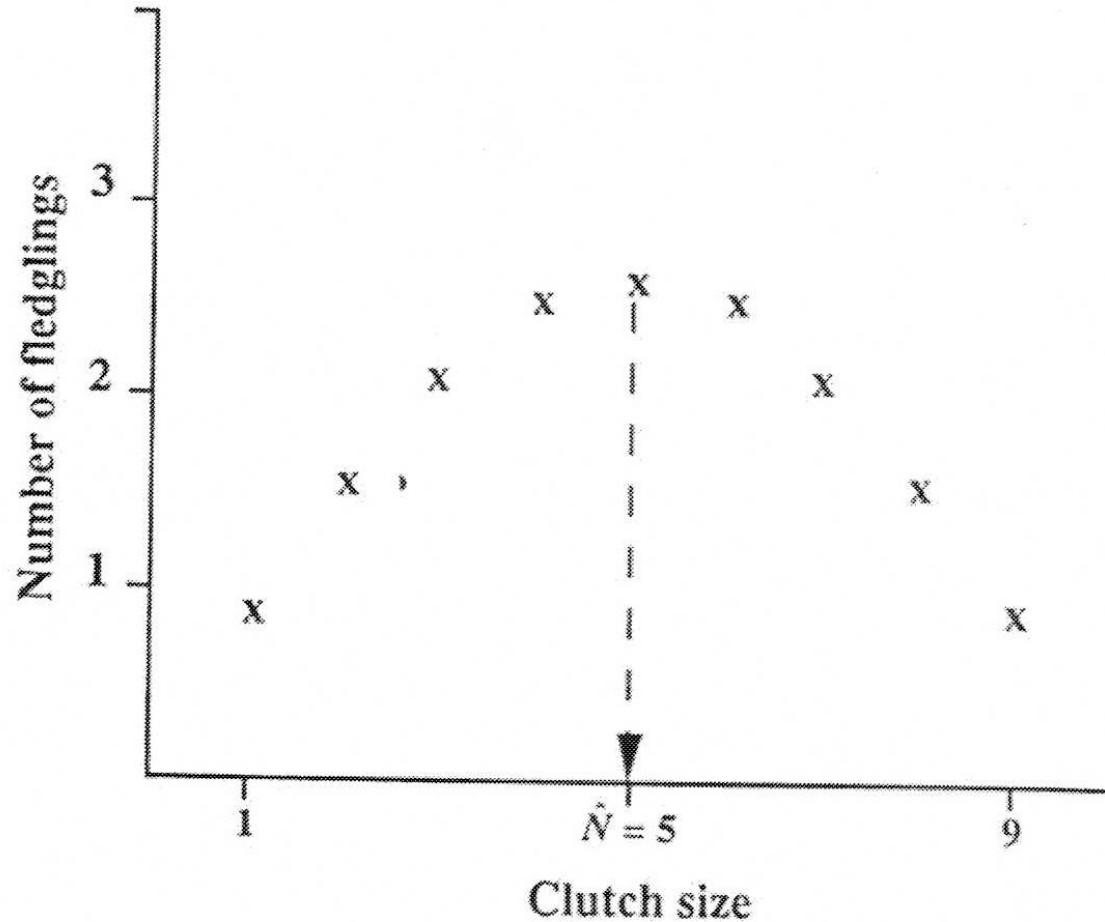
Geometrický model průměrného fitness jako funkce velikosti snůšky



Shrnutí dat o velikosti snůšek: vliv růst velikosti snůšek

Trait	Number of studies		Effect of increase			% negative
	Reported	Not reported	+	-	0	
Offspring						
N_f = number fledged	53	2	40	7	6	
M_f = weight of fledglings	40	15	0	27	13	68
S_o = survival in nest	44	11	0	28	16	64
S_f = survival to next season	15	40	0	8	7	53
B_o = future reproduction	3	52	0	3	0	100
Parents						
M_p = weight of parents	17	38	0	7	10	41
S_p = survival to next season	14	41	0	5	9	36
B_p = future reproduction	14	41	0	8	6	57

Lackův model hypotézy nejproduktivnější velikosti snůšky



Existuje optimální věk a velikost, při které se organismus rozmnožuje ?

Optimální věk a velikost organismu v dospělosti bude určitě výsledkem evolučních kompromisů (trade-off), které zajišťují rovnováhu mezi výhodami a nevýhodami rozmnožování při rozdílném věku a velikosti organismů.

Existují dva přístupy ke studii tohoto problému:

- 1) Spočívá v analýze dvou typů evolučních kompromisů;
 - jednoho mezi časným rozmnožováním a plodností
 - druhého mezi časným rozmnožováním a přežíváním potomků
- 2) Spočívá v analýze vztahu mezi růstem a plodností a za kritérium fitness organismu považuje počet vyprodukovaných potomků:

Míra růstu populace

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

R_0 = míra růstu populace

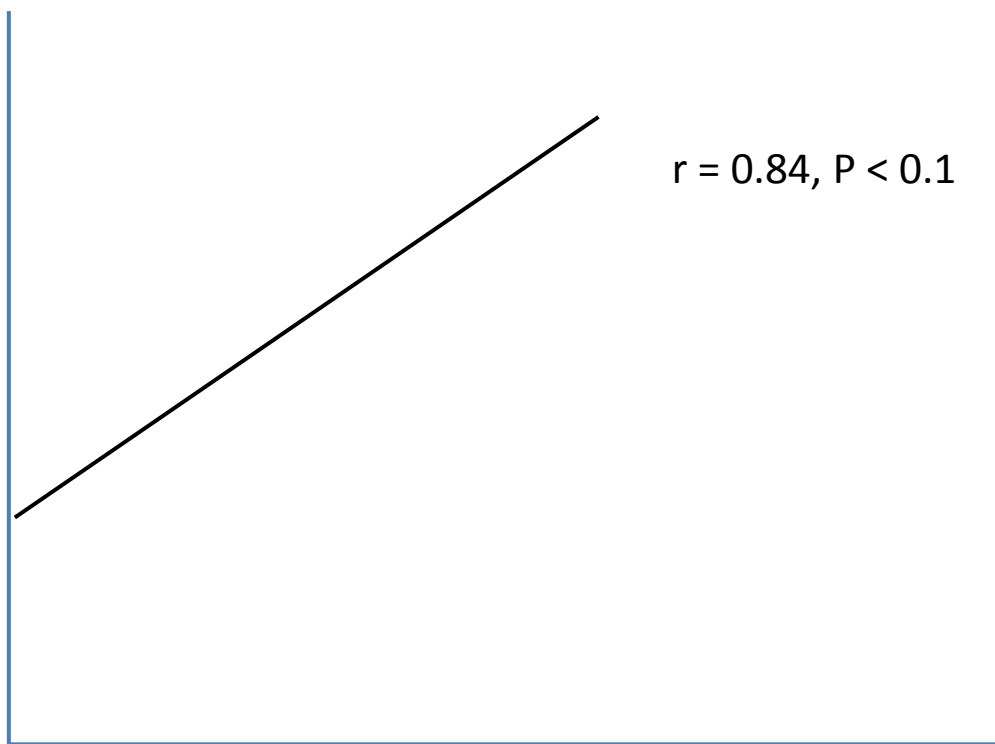
l_x = přežití do věku x

m_x = míra natality

Oba přístupy předpokládají určitou optimalizaci reakcí organismu při daném věku a velikosti.

Vztah mezi krabem a jeho kastrátorem

P. conformis - celková délka



H. oregonensis šířka karapaxu