INTERAKCE

Povaha interakcí mezi jedinci a druhy = klasifikace na základě efektu a mechanismu působení.

Mezidruhové *versus* Vnitrodruhové interakce

Základní typy mezidruhových interakcí:
- kompetice
- predace
- parazitismus
- mutualismus

Základní typy vnitrodruhových interakcí:
- kompetice
- kanibalismus
- altruismus

Povaha kompetice:

Kompetice je interakce mezi jedinci využívajícími stejný a omezený zdroj, její důsledek je snížená fitness soutěžících individuí.

Kompetice může být:
- vnitrodruhová (intraspecifická)
- mezidruhová (interspecifická)

Ekologická nika = její přesah je rozhodující pro intenzitu kompetice.

Co to je ekologická nika ?

Vnitrodruhová kompetice = jedinci mají podobné nároky na zdroje. Tento typ kompetice je jednou z hlavních sil v ekologii. Je rozhodující pro fenomény jako: disperze, teritorialita, stejně jako pro primární regulační mechanismy populací závislé na hustotě.

Mezidruhová kompetice = mezi různými druhy sdílejícími společný zdroj.

INTERAKCE

Povaha interakcí mezi jedinci a druhy = klasifikace na základě efektu a mechanismu působení.

Základní typy interakcí:

	interspecifické	intraspecifické
užívání stejného zdroje, (snížení fitness)	kompetice	kompetice
konzumace částí nebo celých jedinců	predace	kanibalismus
vzájemně prospěšné soužití	mutualismus	altruismus (mutualismus)
vzájemně těsné soužití na úkor hostitele	parazitismus	parazitismus

Další formy interakcí: komensalismus
amensalismus

Klasifikace interakcí podle typu působení:

Typ interakce	reakce druhu A	reakce druhu B
Kompetice	-	-
Predace	+	-
Parazitismus	+	-
Neutralismus	0	0
Amensalismus	0	-
Komensalismus	0	-
Mutualismus	+	+
Protokoperace	+	+

INTERAKCE

MUTUALISMUS

Mutualismus = vzájemný positivní vztah dvou jedinců různých druhů, jehož výsledek je růst fitness obou partnerů. Mutualismus může mít formu symbiózy = organismy žijí společně v těsném svazku.

Typy mutualismu:

Obligátní mutualismus
- permanentní spojení např. lišejníky (řasa+houba)
- rak poustevnický (*Eupagurus prideauxi*) + sasanka adamsova
- korály vznikají spojením anthozoí + dinoflagelátních řas
- korálový útes: "cleaner fish" + "customer fish"

Fakultativní mutualismus = většina mutualistů jsou oportunisty = spojení různých druhů
- opylování květů hmyzem, kolibříky a netopýry
- přenášení semen (hlodavci, netopýři, ptáci a mravenci

Symbiotický mutualismus uvnitř těl živočichů:
- brvitky (*Hypermastigina*) v zažívacím traktu všekazů
- mykorhiza = soužití houby s kořeny stromů

Obranný mutualismus:
- především mezi rostlinami a mravenci
- mezi trávami a houbami produkujícími různé alkaloidy

Mutualismus a evoluce buňky eukaryot = mitochondrie a chloroplasty jsou pravděpodobně původně volně žijící prokaryotičí symbionti (podobnost s bakteriemi (např. kruhová DNA).

INTERAKCE

KOMENSALISMUS

Komensalimsus = interankce dvou druhů, která je zčásti závazná pro komenzála (positivní), ale je bez positivního či negativního významu pro hostitelský druh.

Příklady:

- hyeny, šakali, supi *versus* lvi
- hroch obojživelný *versus* čistící ryby *Labeo velifer*
- buvol indický *versus* volavka rusohlavá
- svijonožci, polypovci, pláštěnci *versus* těla ryb a kytovců

<u>Podle stupně vázanosti</u>:

Parekie = jeden druh hledá sousedství s jiným druhem:

- vrabci, vlaštovky, čápi u lidských obydlí
- úkryty korýšů ve zvonech medúz
- sasanky a korálové ryby
- ryby *Apogonischthys strombi* žijí v půášťové dutině křídlatce velkého
- ryby *Fireaster acus* žijí ve vodních plících sumýšů

Synekie = společný výskyt na stejných místěch:

- v doupatech svišťů až 100 druhů brouků

Phoresie = využití jiného druhu k přenosu:

- štítovec lodní
- lodivod mořský
- encystované larvy půdních nematodů na končetinách brouků

- larvy brouků triangulíni za pricycují vůl

INTERAKCE

AMENSALISMUS

Amenzalismus = interakce dvou druhů, z nichž jeden (inhibitor) negativně působí na druhů druh (amensál) tím, že svými metabolity zpomaluje jeho růst, rozmnožování nebo působí letálně, ač sám není touto interakcí dotčen.

(allelopatie, antibióza)

- mikroorganismy, houby, anktinomycety = produkce antibiotik
- řasy a sinice vylučují látky inhibující ryby
  (*Microcystis aeruginosa, Anabeana flos-aquae, Aphanizomenon flos-aquae*)

PROTOKOOPERACE

Protokooperace = soužití dvou druhů, které není závazné, oba druhy z něj mají prospěch (kolektivní hnízdění ptáků)

INTERAKCE

VNITRODRUHOVÉ VZTAHY: 1) vzájemně prospěšné (synergistické)
2) konkurenční (antagonistické)

Vzájemně prospěšné vztahy:
- synchronizace pohlavní aktivity
- soužití v období reprodukce
- vznik skupin

Konkurenční vztahy:
- vnitrodruhová kompetice
- teritoriální chování

Synchronizace pohlavní aktivity = kontakt obou pohlaví na určitém místě a v určitou dobu

Příklady:

- Různá doba říje: - srnci od poloviny července do pol. října
  - jeleni od poloviny září do polivy října

- Generační cyklus hmyzu - vliv fotoperiody na činnost gonád

- Výskyt pohlavně zralých jedinců v optimální dobu
  - protandrie pstruhů ropuch
  - protogynie měkkýšů, sapl a ohnivek

- Shromažďování živočichů: - hnízdní bazary mořských ptáků,
  - stáda tuleňů, mrožů
  - trdliště ryb
  - hnízdní kolonie volavek, kormoránů, kvakošů, havranů
  - roje hmyzu (jepice, mravenci, včely)

Reprodukčné skupiny

Rodičovský pár

Rodina

Súrodenecká skupina

Príbuzenský zväzok

Hniezdna alebo reprodukčná skupina

INTERAKCE

Soužití živočichů v období reprodukce = různě dlouhá doba

- Život v párech omezen na dobu toku a vysezení vajec (*kurovití, střízlici*)
- Soužití na jednu sezónu (*rehci, kormoráni, kachny, pěvci, potápky, lysky*)
- Trvalý život v párech (*jeřábi, holub hřivnáč, husy, labutě, antilopy, nártouni, oragnutani*)

Vznik skupin

Skupina = sociální útvar, který se udržuje vnitřními etologickými vlivy, jež mohou být modifikovány také vnějšími abiotickými ekologickými faktory.

2 principy vzniku skupiny:

- sociální atraktance
- sociální imitace

Vliv skupiny na život jednotlivce:

- zvýšení bezpečnosti celé skupiny (ostražitost přebírá vůdčí jedinec)
- zrychluje se látková výměna (karas zlatý má větší spotřebu O_2)
- snadnější získávání potravy (společný lov)
- zpomalení růstu jedince (švábi be skupinách 2, 5, 10 nebo 20)
- prodlužuje se život jedince (termiti, marevenci, včely = v isolaci hynou))

INTERAKCE

Teritoriální chování

Teritoriální chování = jedinci nebo skupiny mnoha živočichů (např. hmyzu, ptáků, savců) soutěží o prostor.

- Je to územní konkurence mezi jedinci téhož druhu (jedinci, páry, smečky).
- Důsledek teritoriality je regulace populace, tj. regulace počtu držitelů teritoria !
- Výhody teritoriálního chování musí převýšit náklady = různé způsoby značení teritoria: pachové (moč, trus, speciální žlázy)
  akustické (zpěv ptáků, řev, troubení)
  optické (odírání kůry, barevné laloky)

Teritorium *versus* Domovský okrsek (home range)

Teritorium = hájí vůči konkurentům
Domovský okrsek = nehájí, sdílí společně

Teritorium leží vždy uvnitř okrsku !

Příklady:
Lachtan australský (teritorium na souši, v moři ne)
Nosorožec indický (teritorium pro odpočinek, ale pastva a koupání společně)

Velikost home range:
- několik m^2 = ryby, ještěrky, žáby
- 30 – 40 m^2 = některé tropické ještěrky
- 1 km^2 = labutě
- 2,5 km^2 = jeleni
- 20 km^2 = tygři, lvi

Teritoriálne chovanie

- extrémna forma asymetrickej konkurencie
- **význam:** jedinci, ktorí nezískali teritórium, často neprispievajú k existencii ďalšej generácie
- dôsledok teritoriality – **silná regulácia populácie** (regulácia počtu držiteľov teritória
- najbežnejší úžitok – **zvýšený príjem potravy**
- **Evolúcia teritoriálneho chovanie – prírodný výber**
- výhody teritoriality musia prevýšiť náklady

VNÚTRODRUHOVÁ KONKURENCIA

Rysy vnútrodruhovej konkurencie

- konečný vplyv sa odráža v plodnosti a dĺžke života

- **exploatácia** - jedinec je ovplyvnený množstvom zdroja, ktorý zostáva po tom, čo bol tento zdroj využitý ostatnými jedincami
- **interferencia** – vzájomné interakcie medzi jedincami zabraňujú využívaniu zdrojov

- jednostranný vzťah – rozdiely medzi jedincami

- môže posilniť zdatnosť

- výsledky konkurencie závisia na hustote

Mortalita a natalita závislá na hustote populácie v dôsledku vnútrodruhovej konkurencie

- **závislosť mortality a natality na hustote**
- nezávislá
- nedostatočne vyvažovaná (undercompensation)
- nadmerne vyvažovaná závislosť (overcompensation)

- v smere od nezávislej k nadmerne vyvažovanej rastie **sila vnútrodruhovej konkurencie** (mortalita u potemníka)

- **presne vyvažovaná závislosť (**mortalita na hustote pstruha)

- **natalita:** počet potomkov klesá s vyššou intenzitou vnútrodruhovej konkurencie

Vnútrodruhová konkurencia a rast v závislosti na hustote

- vplyv vnútrodruhovej konkurencie na rast a vývoj unitárnych organizmov
- kvantifikácia vplyvu vnútrodruhovej konkurencie na mortalitu, natalitu a rast

$k = \log(B) - \log(A) = \log B/A$

A = počiatočná hustota

B = konečná hustota

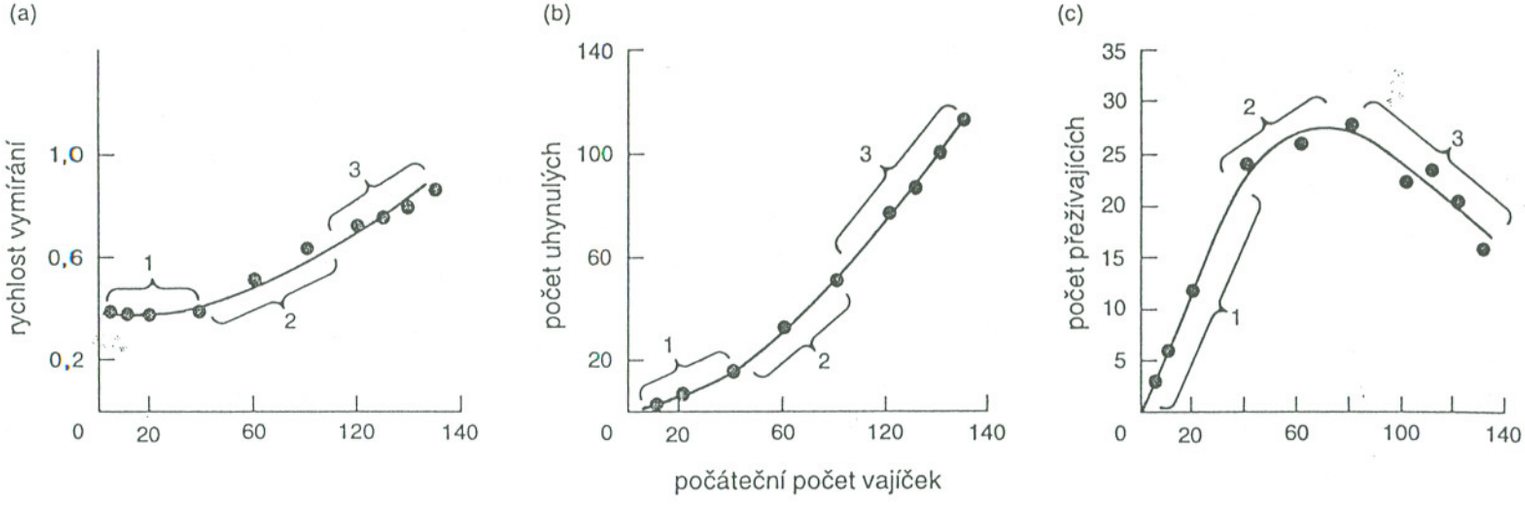
v prípade presnej kompenzácie A konštantné

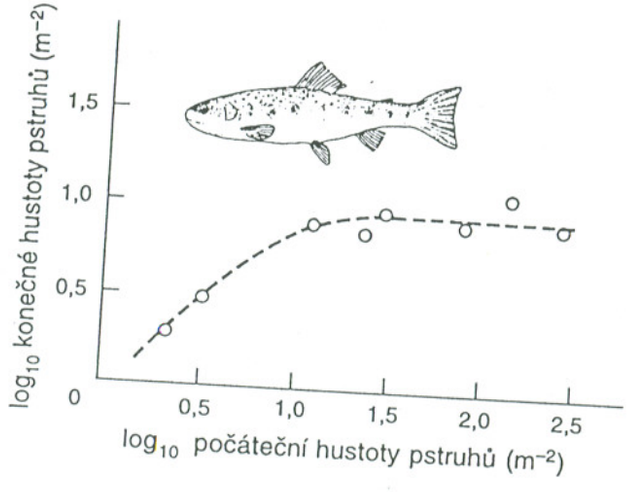
$$b = \frac{k_2 - k_1}{\log_{10}B2 - \log_{10}B1}$$

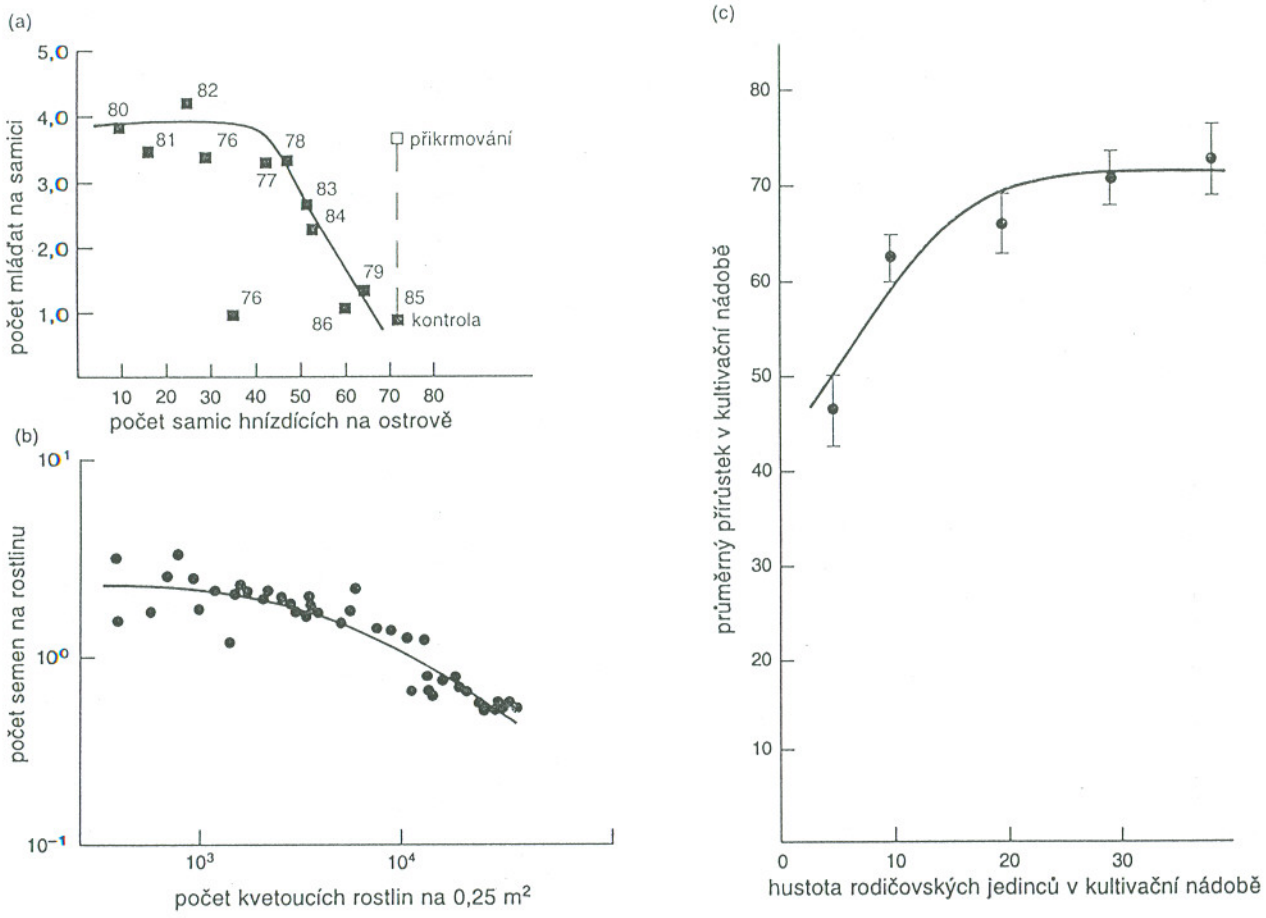
$$= \frac{\log_{10}B2 - \log_{10}A - (\log_{10}B1 - \log_{10}A)}{\log_{10}B2 - \log_{10}B1}$$

$$= \frac{\log_{10}B2 - \log_{10}B1}{\log_{10}B2 - \log_{10}B1} = 1$$

- **súťaživá konkurencia** (b = 1) (**contest competition**) – stály počet jedincov, ktorí prežili konkurenčný boj
- **súbojová konkurencia** (b = ∞) **(scramble competition)** – všetci konkurujúci jedinci sú tak zasiahnutí, že žiaden z nich neprežije


(a)
rychlost vymírání
1,0
0,6
0,2
0
20
60
120
140
1
2
3
(b)
počet uhynulých
140
100
60
20
0
20
60
120
140
1
2
3
počáteční počet vajíček
(c)
počet přežívajících
35
30
25
20
15
10
5
0
20
60
100
140
1
2
3


log10 konečné hustoty pstruhů (m−2)
1,5
1,0
0,5
0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
log10 počáteční hustoty pstruhů (m−2)



Obrázek 6.4. Plodnost závislá na hustotě:
(a) U ptačí populace *Melospiza melodia* (na ostrově Mandarte, Britská Kolumbie, Kanada) se plodnost mění při zvyšování hustoty od nezávislosti na hustotě až po nadměrně kompenzovanou závislost na hustotě během let 1975–1986. (Např. při hustotě 40 byl celkový počet mláďat přibližně 40 × 4 = 160, zatímco při hustotě 70 to bylo zhruba 70 × 1 = 70.) Když byla roku 1985 dodána potrava navíc, ukázalo se, že příčinou byla zřejmě potravní konkurence (Arcese & Smith, 1988).
(b) U jednoleté rostliny *Vulpia fasciculata*, rostoucí na dunách, se plodnost mění od přibližné nezávislosti až po nedostatečně vyváženou závislost na hustotě (Watkinson & Harper, 1978. In: Watkinson & Davy, 1985).
(c) U mlže *Musculium securis* se plodnost mění od nedostatečně vyvážené závislosti k téměř přesně vyvážené závislosti na hustotě (Mackie *et al.*, 1978).

Vnútrodruhová konkurencia a regulácia veľkosti populácie

- **vnútrodruhová konkurencia →**
- vedie k rastu mortality, ktorá závisí na hustote
- vedie k zníženiu natality, ktorá závisí na hustote
- natalita a mortalita môžu nedostatočne vyvažovať až príliš vyvažovať či kompenzovať vzrast hustoty→ **regulácia veľkosti populácie vnútrodruhovou konkurenciou**
- vnútrodruhová konkurencia zreteľná v niektorých prípadoch

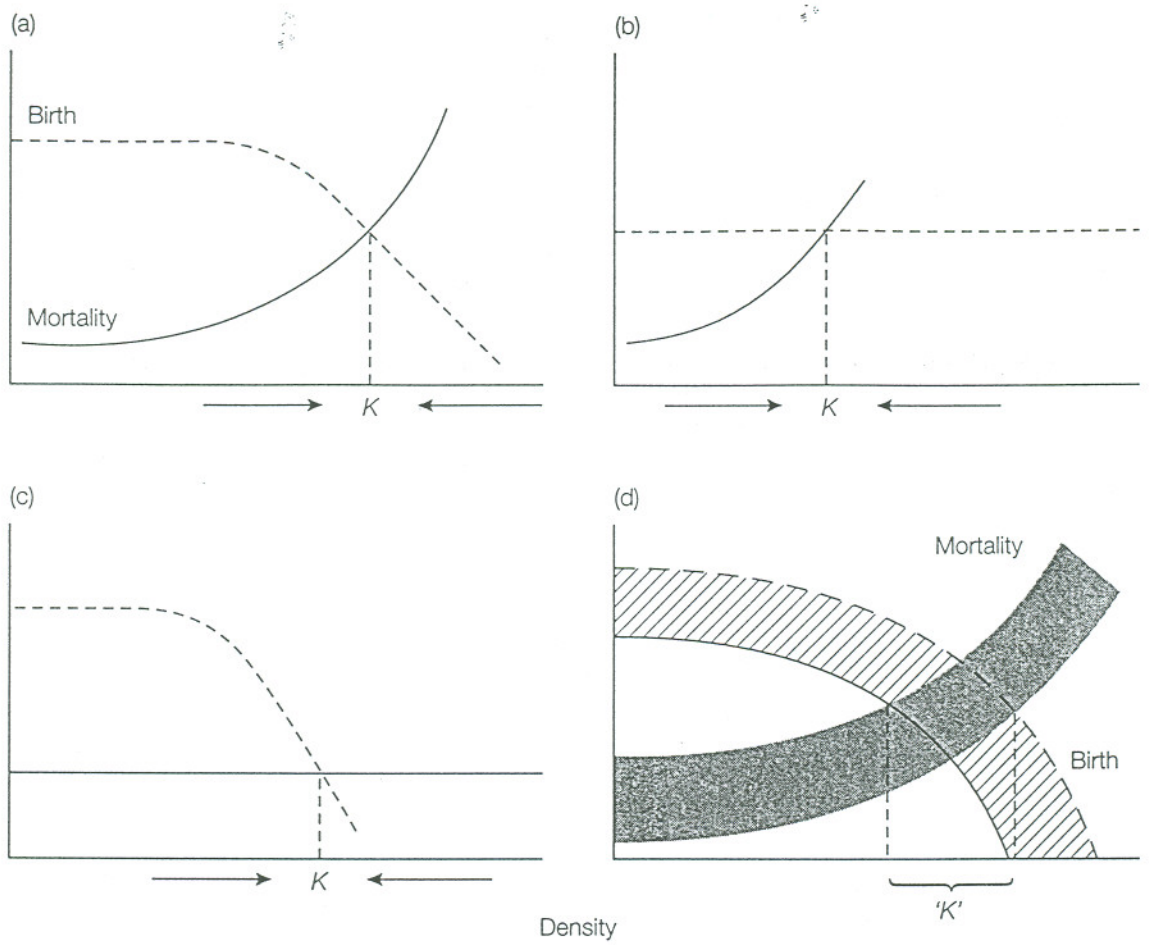
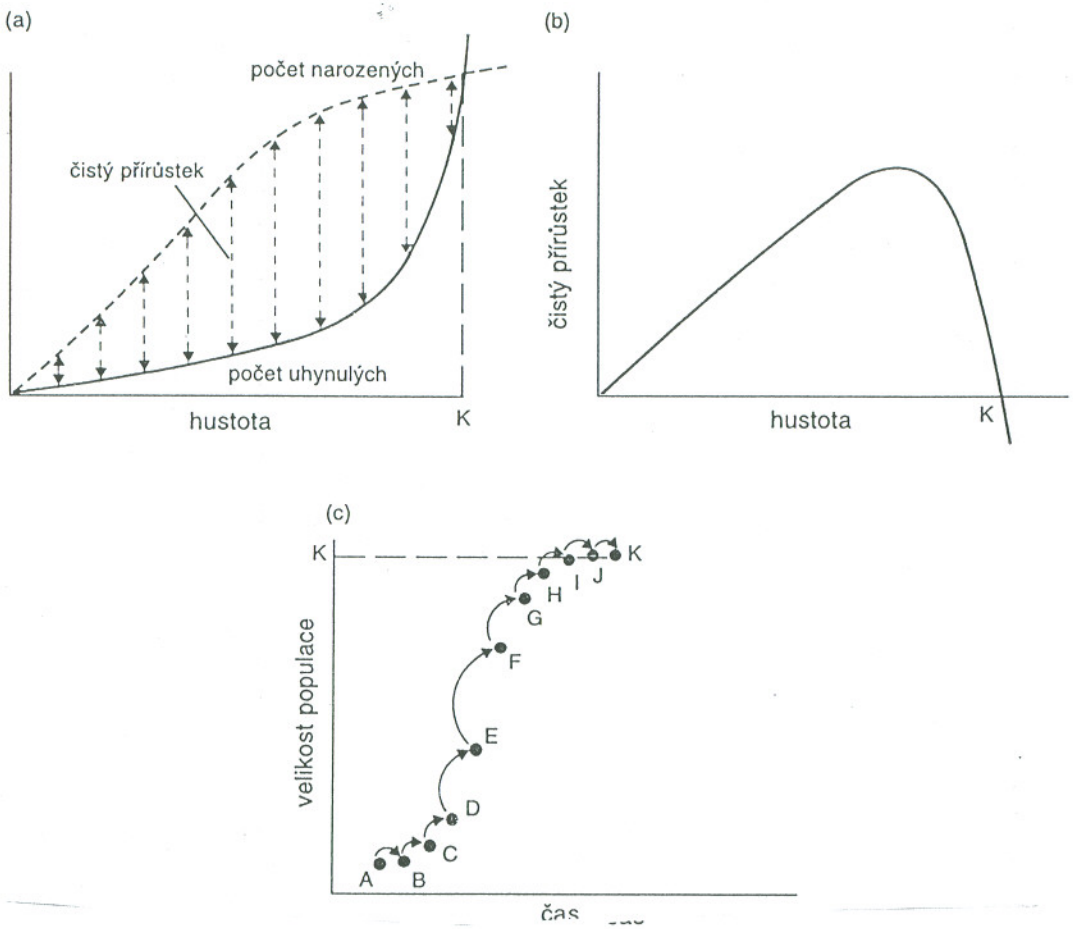
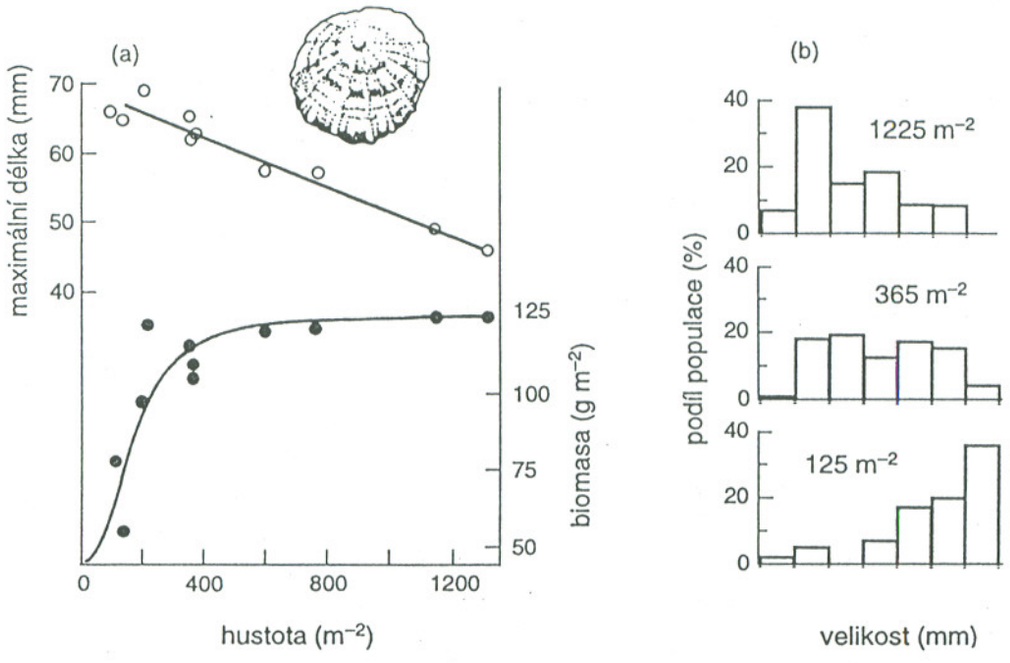


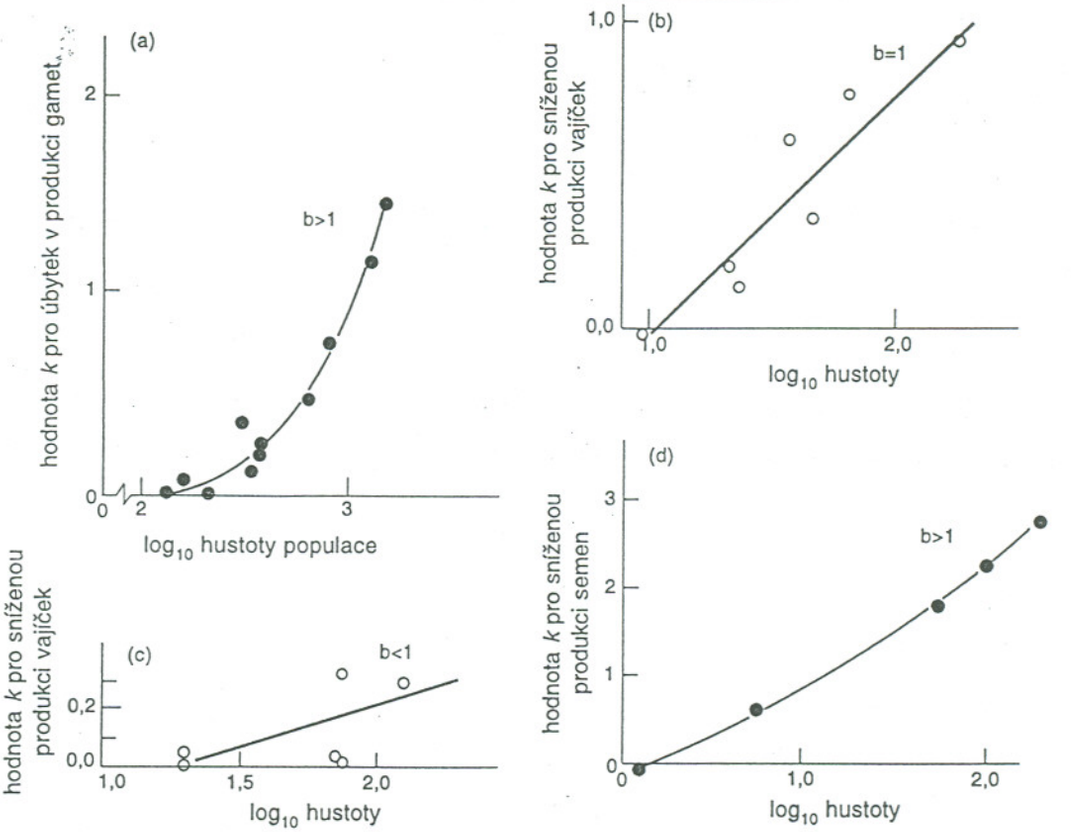
Fig. 2. Density-dependent birth and mortality balance to give the equilibrium density, or carrying capacity K. (a) Birth and mortality both density dependent; (b) density-independent birth; (c) density-independent death; (d) as for (a) but incorporating environmental variation in birth and death rates. Reprinted from Ecology, *3rd edn, Begon* et al., *1996, with permission from Blackwell Science.*



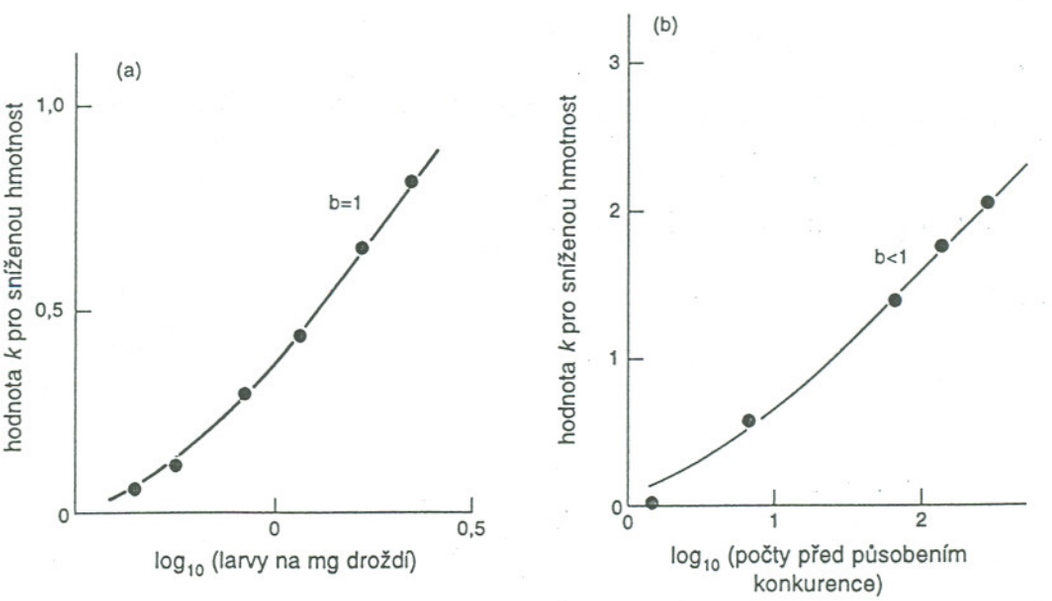
Obrázek 6.7. Některá obecná hlediska vnitrodruhové konkurence
(a) Vliv hustoty na počet uhynulých a počet vzniklých jedinců v populaci: čistý přírůstek se rovná rozdílu mezi vzniklými a uhynulými jedinci.
Jak ukazuje (b), vliv vnitrodruhové konkurence (závislé na hustotě) na čistý přírůstek je vyjádřen jednovrcholovou křivkou ve tvaru „n".
(c) Populace, jejíž velikost roste pod vlivem vztahů na obrázku (a) a (b). Každá šipka znázorňuje změnu velikosti populace během jednoho časového intervalu. Změna (tj. čistý přírůstek) je malá, pokud je hustota nízká (tj. při malých velikostech populace: A–B, B–C, a je malá poblíž nosné kapacity prostředí (I–J, J–K), ale je velká při středních hodnotách hustoty (E– F). Výsledkem je průběh křivky populačního růstu ve tvaru „s" (neboli sigmoida), který se blíží nosné kapacitě prostředí.



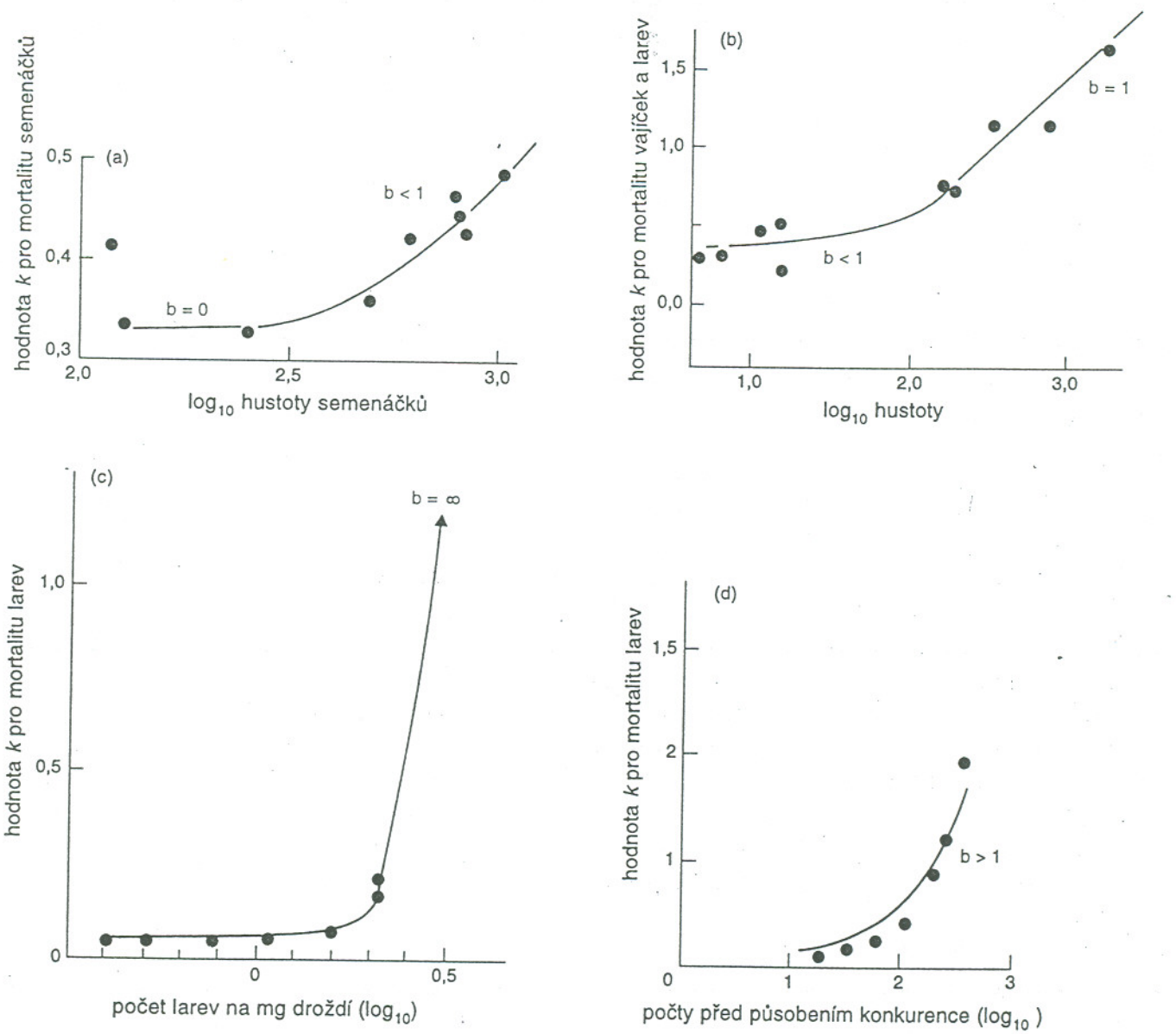
Obrázek 6.11. Vnitrodruhová kokurence a růst populací přílipky *Patella cochlear:*
(a) Individuální velikost klesá spolu s hustotou, což vede k přesnému nastavení celkové biomasy populace.
(b) Populace o velké hustotě mají mnoho malých a několik velkých jedinců; populace o nízké hustotě mají mnoho velkých a několik malých jedinců. (Branch, 1975)



Obrázek 6.16. Využití hodnot *k* pro zobrazení poklesu plodnosti závislého na hustotě, v důsledku konkurence:
(a) přílipka *Patella cochlear* v Jižní Africe (podle: Branch, 1975)
(b) *Erioischia brassicae* (Benson, 1973b)
(c) klopuška hnědožlutá, *Leptoterna dolabrata* (McNeill, 1973)
(d) jitrocel větší, *Plantago major* (Palmblad, 1968)



Obrázek 6.17. Snížení růstu, závislé na hustotě v důsledku konkurence, je možno zobrazit pomocí hodnoty *k*. (a) Poměrný neúspěch dospělých samic – nepřibraly na hmotnosti, a to v důsledku larvální konkurence (*Drosophila melanogaster*). (Bakker, 1961); (b) úbytek hmotnosti u kokošky pastuší tobolky, *Capsella bursa-pastoris* (Palmblad, 1968)



Obrázek 6.15. Využití hodnot *k* pro popis modelů úmrtnosti, která závisí na hustotě: (a) úmrtnost semenáčků jednoletého pochybku *Androsace septentrionalis* na dunách v Polsku (podle: Symonides, 1979a); (b) mortalita vajíček a konkurence larev u zavíječe mandlového, *Ephestia cautella* (podle: Benson, 1973a); (c) konkurence larev octomilky *Drosophila melanogaster* (podle: Bakker, 1961); (d) úmrtnost larev zavíječe druhu *Plodia interpunctella* (Snyman, 1949)

Začlenenie vnútrodruhovej kompetície do modelu populačného rastu

Model populačného rastu

$N_{t+1} = N_t R$

$N_t = N_0 R^t$

$$\frac{N_t}{N_{t+1}} = \frac{1}{R}$$

platí pre A (viz obr.)

$N_t/N_{t+1} = 1$.....odpovedá K, platí pre B (viz obr.)

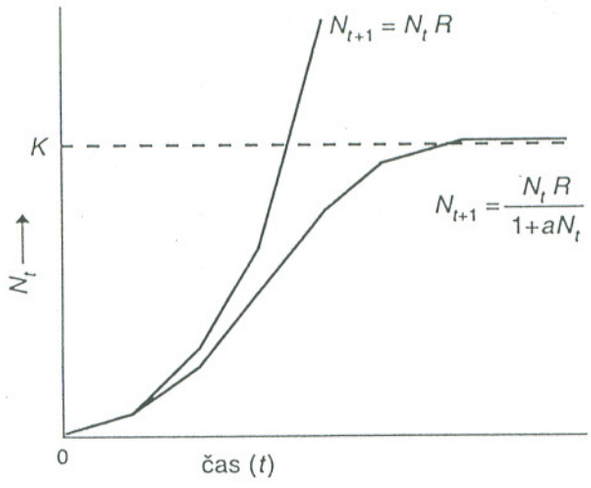
Zjednodušená priamková závislosť

$y = bx + a$

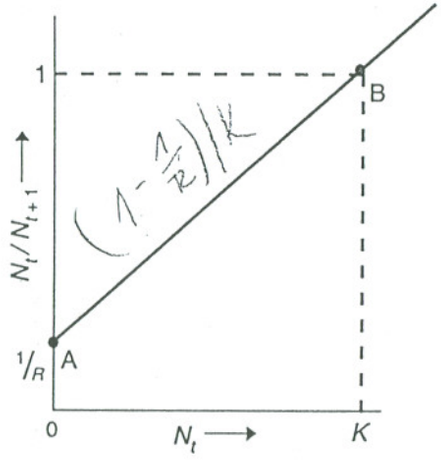
$$\frac{N_t}{N_{t+1}} = \frac{1-\frac{1}{R}}{K} \cdot N_t + \frac{1}{R} \Rightarrow$$

$$N_{t+1} = \frac{N_t R}{1+\frac{(R-1)\cdot N_t}{K}} = \frac{N_t R}{(1+aN_t)}$$

Model populačného rastu obmedzeného o vnútrodruhovú konkurenciu



Obrázek 6.18. Matematické modely populačního růstu v čase u populací s oddělenými generacemi: exponenciální růst (vlevo) a sigmoidní růst (vpravo)



Obrázek 6.19. Nejjednodušší, přímočarý způsob, jímž by převrácená hodnota generačního růstu (N_t/N_{t+1}) mohla růst s hustotou (N_t Další podrobnosti v textu.

Rozsah konkurencie, ktorý zahrňuje uvedený model

k = log (počet vyprodukovaných) – log (počet prežívajúcich)

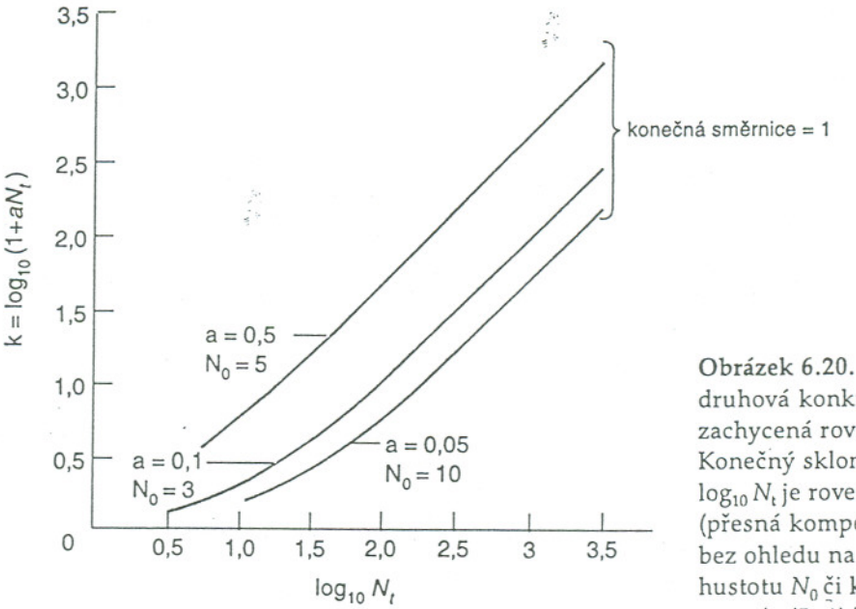
teda

$k = \log N_t R - \log N_t R/(1+aN_t) = \log(1+aN_t)$

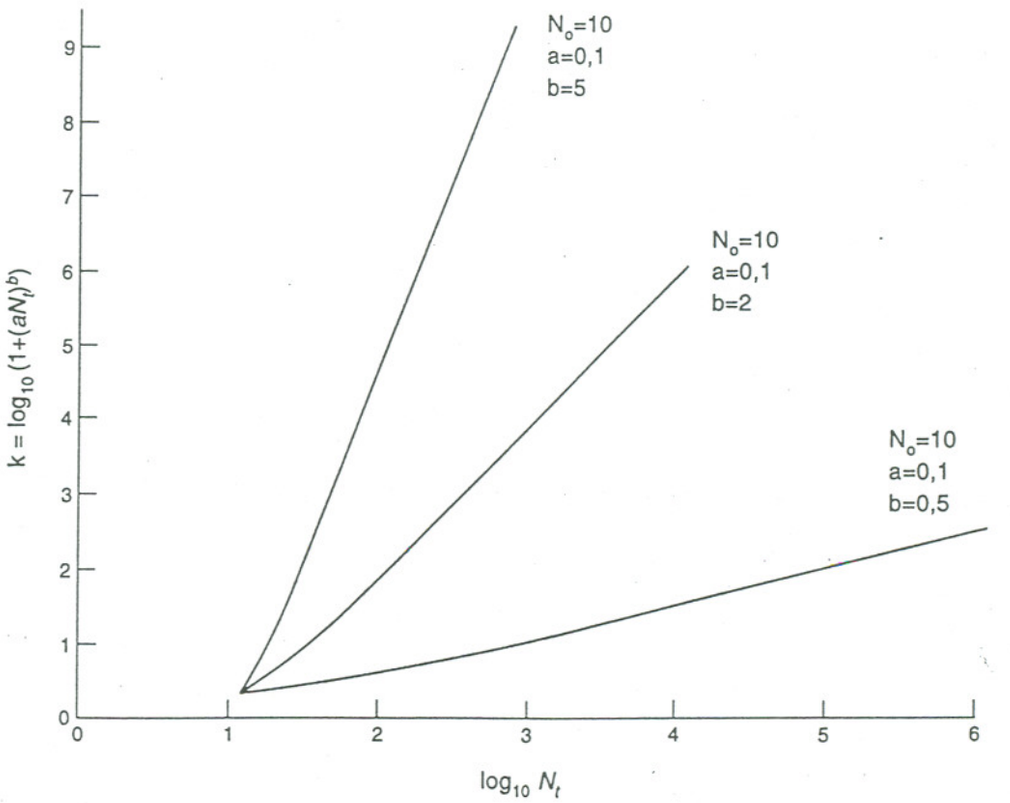
→ obmedzený typ konkurencie

Začlenenie rozsahu konkurencie do modelu

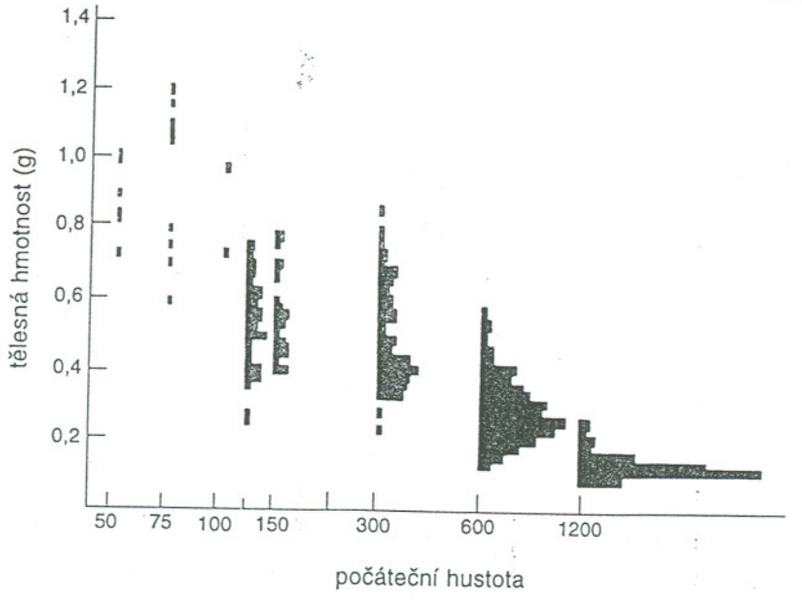
$$N_{t+1} = \frac{N_t R}{1+(aN_t)^b}$$



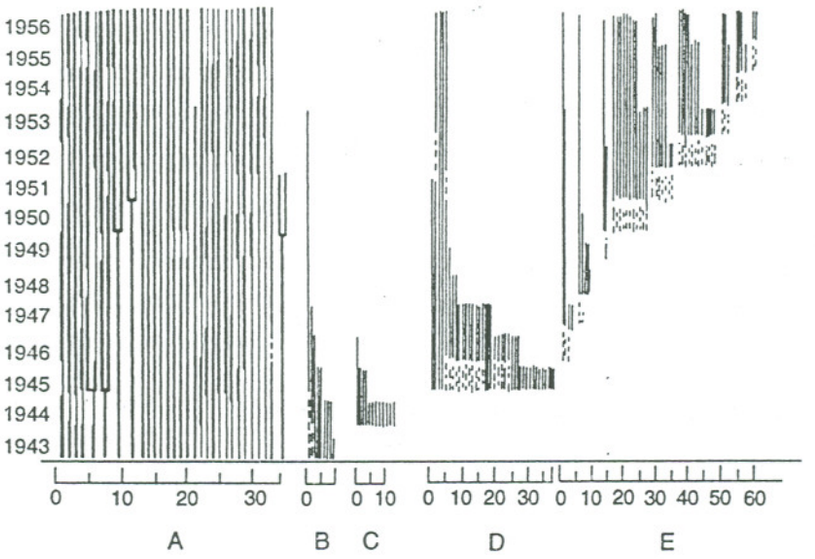
Obrázek 6.20. Vnitrodruhová konkurence zachycená rovnicí 6.3. Konečný sklon k proti $\log_{10} N_t$ je roven jedné (přesná kompenzace) bez ohledu na počáteční hustotu N_0 či konstantu a (= $(R-1)/K$).



Obrázek 6.21. Vnitrodruhová konkurence vyjádřená rovnicí 6.4: konečná směrnice je rovna hodnotě b v rovnici.



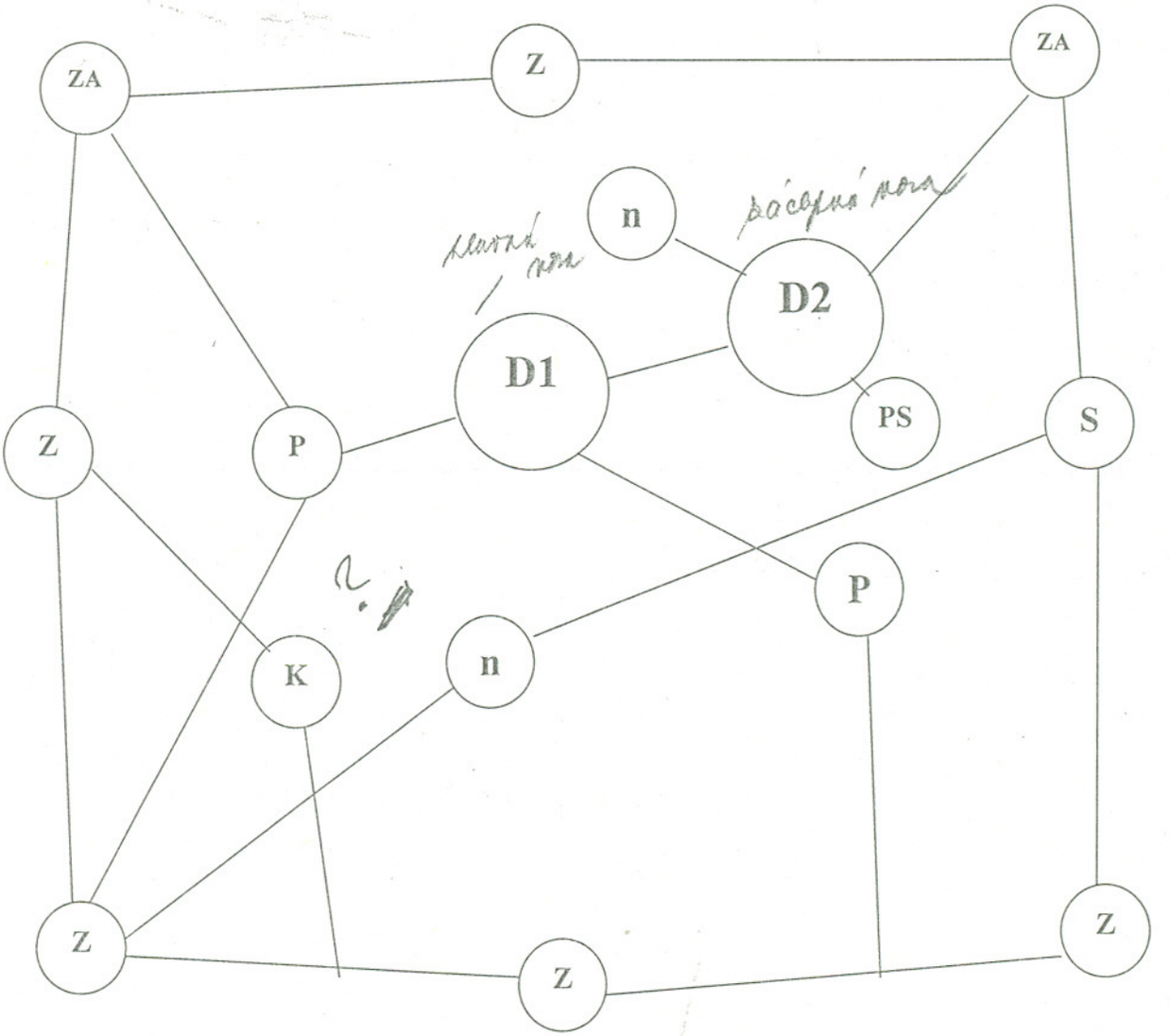
Obrázek 6.27. Frekvenční histogramy hmotností pulců skokana *Rana sylvatica* po 50 dnech růstu při různých počátečních hustotách vykazují zvýšenou tendenci k asymetrii (mnoho malých – několik velkých jedinců) při vysokých hustotách. (Wilbur & Collins, 1973)



Obrázek 6.29. Zábor prostoru u sasanky *Anemone hepatica* ve švédském lese. Každá čára reprezentuje jednoho jedince: rovná nerozvětvené; rozvětvená čára zachycuje větvení rostliny; silná čára označuje období, kdy rostlina kvetla; přerušená čára naznačuje, že toho roku nebyla rostlina zaznamenána. Skupina A žila a byla velká roku 1943, skupina B byla téhož roku živá a malá; skupina C se nejprve objevila v roce 1944, skupina D v roce 1945 a skupina E potom, lze předpokládat, že ze semenáčků. (Tamm, 1956)

INTERAKCE

Skladba teritoria

D1 = domov 1. řádu
D2 = domov 2. řádu
P = pastvina, loviště
n = napajedlo

ZA = záchod
Z = značka
PS = slanisko, koupaliště
S = zásobárna