

# PREDÁCIA

## POVAHA PREDÁCIE

**Praví predátori** – celú alebo časť koristi konzumujú (masožravci, masožravé rastliny, hlodavci, mravenci - semená, veľryby - plankton)

**Spásači** – odstraňujú časť z jedinca, nespotrebujú ho celého bez letálnej aktivity

**Paraziti** – konzumujú časti koristi, len zriedka v krátkej dobe privádzajú smrť. Tesné spojenie medzi parazitmi a hostiteľmi, ktoré u pravých predátorov a spásačov nepozorujeme.

**Parazitoidi** – skupina hmyzu (Himenoptera, Diptera), kde dospelá samica kladie vajíčka do hostiteľov (najčastejšie do iného hmyzu), skutočným konzumentom je larva, ktorá sa z vajíčka vyľiahne.

## Vplyv predácie na populáciu koristi

- útoky sú často namierené proti najslabším jedincom (zranených alebo tých bez, ktorým sa nepodarilo vytvoriť si teritórium)
- účinok predácie na populáciu je často zmierený znížením vnútrodruhovej konkurencie

## Vplyv spotreby na konzumentov

- **Konzumenti musia často prekročiť prahové množstvo spotreby** – nízka miera spotreby poskytuje malý úžitok konzumentovi, ale tiež urýchli dobu za akú konzument vyhladovie.
- **Konzumenti môžu byť nasýtení** – rýchlosť množenia, rastu a miera prežitia rastú s rastúcim množstvom potravy po určitú hranicu = nasýtenie konzumentov. Miera spotreby dosiahne stabilnej úrovne a stáva sa nezávislou na množstve dostupnej potravy.
- **Číselná odozva konzumenta je obmedzená jeho generačným časom** – konzumenti s krátkym generačným časom pohotovo sledujú kolísanie v množstve alebo počestnosti svojej potravy alebo koristi
- **Kvalita potravy môže byť dôležitejšia než kvantita** – kvalita má pozitívne rysy (koncentrácia živín) a negatívne stránky (toxíny)

## Pôsobenie býložravcov na rastliny

### Kompenzácia u rastlín

- zníženie zastínenia – zvýši fotosyntézu iných povodne zastínených listov
- mobilizovanie zásobných glycidov uložené v pletivách a orgánoch
- zmena v rozdelení asimilátov v rastline v dôsledku defoliácie – kompenzačná úloha počas rozmnožovacej fáze rastliny
- zvýšenie rýchlosti fotosyntézy na jednotku plochy prežívajúcich listov
- zníženie mortality rastlinných častí – dorastajúce rastliny kompenzujú svoje odlišenie stimuláciou vývoja pupenov, ktoré by inak zostali v stave dormancie. → následne zníženie mortality u prežívajúcich rastlín

Navzdory kompenzácii **býložravci rastliny poškodzujú.**

## Neprimerané pôsobenie na rastliny

- obvodové lúpanie stromov a konzumovanie meristému môže rastliny zahubiť
- prenos nemocí (rastlinné patogény) napr. kŕovci, ktorí sa živia rastlinnými vetvičkami jilmů, prenášajú patogénne huby
- negatívne pôsobenie je posilnené konkurenciou medzi rastlinami (bez býložravce sa konkurencie neprejaví)
- odoberajú iba šťavy alebo xylén, ale pri premnožení môžu rast zastaviť napr. mšice zastavia rast koreňov.
- negatívne pôsobenie býložravcov a polutantov

## CHOVANIE PREDÁTOROV

### Rozsah a zloženie potravy

**Monofágy** – jeden typ koristi

**Oligofágy** – niekoľko typov koristi

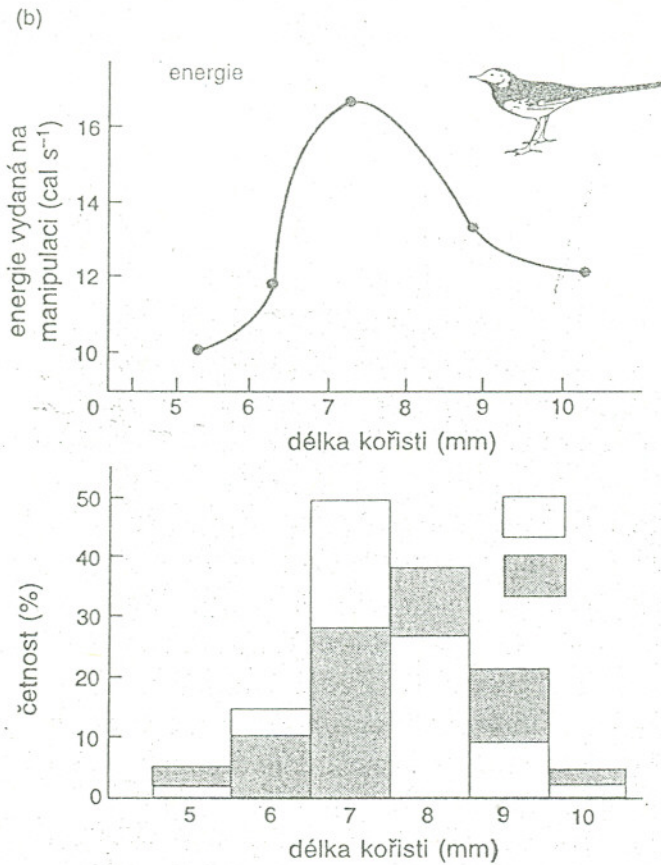
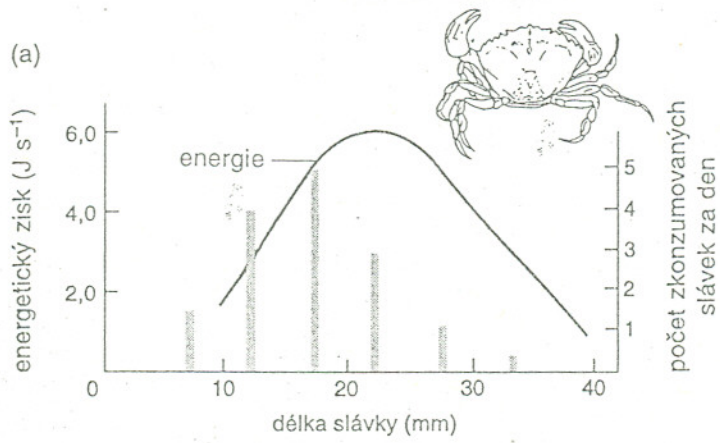
**Polyfágy** – mnoho typov koristi

**Špecialisti** – monofágy a oligofágy

**Generalisti** – polyfágy

### **Potravné preferencie**

- aj v prípade polyfágie určitá potravná preferencia
- **zoradené (triedené preferencie)** –zložky potravy je možné klasifikovať
- **vyvážené preferencie** – zložky tvoria integrálnu súčasť zmiešaného a vyváženého potravného spektra
- **kombinácia triedenej a vyváženej preferencie** tj. požívanie veľkého množstva potravy, aby sa získalo dostatočné množstvo živín alebo kombinácia zložiek potravy, ktoré spoločne uspokojujú konzumentove požiadavky
- **prednosť zmiešanej potravy** – (1) konzumenti prijímajú málo kvalitnej potravy – keď na potravu narazia, môžu jej získať viac ako keby si ju nevšíkali a hľadali ďalej, (2) zo zmiešanej potravy je úžitok, pretože nežiadúce toxické látky sú v prijateľných medziach



Obrázek 9.1. Predátoři, kteří se živí „výnosnou“ kořistí, tj. predátoři, v jejichž jídelníčku je převaha takového typu kořisti, která jim poskytuje nejvíce energie: (a) Když byla krabům *Carcinus maenas* předložena stejná množství slávek jedlých, *Mytilus edulis*, v šesti různých velikostech, přednostně zkonsumovali ty, které poskytovaly nejvyšší energetický zisk (energie na jednotku času stráveného manipulací) (Elner & Hughes, 1978.) (b) Konipas bílý anglický, *Motacilla alba yarrellii*, si vybíral z dostupných much výkalnic ty, jež poskytovaly nejvyšší energetický zisk na jednotku času tráveného manipulací (Davies, 1977). (J. R. Krebs, 1978)

## **Preskok (switching)**

= zmena potravnej preferencie skokom

### **Podmienky:**

- konzument je výkonnejší a úspešnejší v zachádzaní s hojnejším typom potravy
- špecifický model vyhľadávania pre hojný druh

## **Rozsah potravy a evolúcia**

**Výhody monofágie** –zvyšuje výkonnosť špecializovaného druhu a znižuje medzidruhová konkurencia

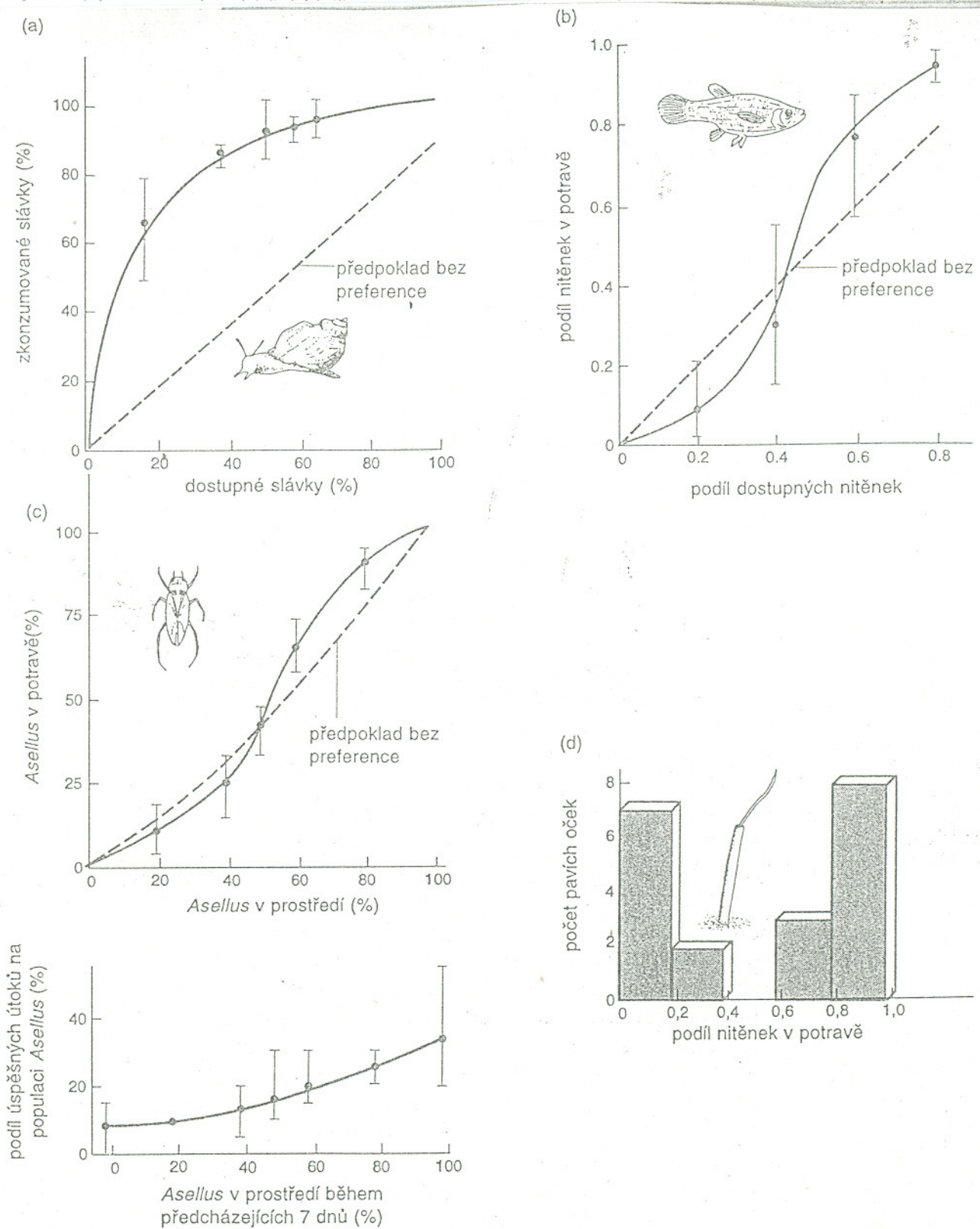
**Výhody polyfágie** – potravná rovnováha, ktorá sa môže meniť podľa podmienok. nízke náklady pre vyhľadávanie potravy

## **Koevolúcia – závody v zbrojení medzi korisníkom a korisťou (arms races)**

- po každom zlepšení predátora nasledovalo zlepšenie schopnosti koristi vyhnúť sa alebo klásť odpor, to vyvolalo ďalšie zdokonalenie na strane predátora (napr. parazitická virulencia a hostiteľská imunitná odpoveď)

## **Optimálne získavanie potravy**

- **teória optimálneho získavania potravy** - predvídať stratégiu potravného chovania, ktorú si živočích vyberie za určitých podmienok.



Obrázek 9.2. Přeskok

(a) Bez přeskoku: plži projevují stálou preferenci mezi slávkami *Mytilus edulis* a *M. californianus* bez ohledu na jejich relativní výskyt (průměry  $\pm$  střední chyby průměrů) (Murdoch & Oaten, 1975). (b) Přeskok u pavího očka, krmenéh nitěnkami a octomilkami: spotřebovává nepoměrně velké množství toho typu kořisti, který je dosažitelnější (průmě a celková rozmezí) (Murdoch & Oaten, 1975), (c) Přeskok u znakoplavky *Notonecta*, živící se larvami jepice, a stejn nožci *Asellus* (nahore) a výklad tohoto přeskoku (dole): *Notonecta* je tím úspěšnější při svých útocích na stejnonožce *Asellus*, čím více zkušeností s nimi získává (průměry a celková rozmezí) (Lawton *et al.*, 1974). (d) Preference, jaké vykazují jednotlivá paví očka v (b), jsou-li jim předložena stejná množství dvou zmíněných typů kořisti: jednotlivci většinou specializují buď na jeden typ, nebo na druhý.



## Model šírky potravnej nabídky – „vyhľadanie a spracovanie“

MacArthur and Pianka (1966), Charnov (1976)

-predátor musí investovať čas a energiu do hľadania koristi a do spracovania (prenasledovanie, premoženie a konzumácia)

### **Konzument:**

- (1) bude špecialista tj. bude prenasledovať iba tú korisť, z ktorej bude mať úžitok, do jej vyhľadávania však môže investovať veľa času a energie alebo
- (2) bude generalista a stráni hľadáním málo času, ale bude prenasledovať typy koristi, z ktorých má úžitok a typy, z ktorých úžitok nemá.

**optimálna stratégia predátora** bude sledovanie koristi  $i$  ak platí:

$$E_i/h_i \geq \overline{E}/(\overline{s}+\overline{h})$$

$E_i$  - obsah energie koristi  $i$

$h_i$  - doba spracovania koristi  $i$

$\overline{E}/\overline{h}$  priemerný úžitok súčasného jídelníčku

$\overline{E}/(\overline{s}+\overline{h})$  celková očakávaná miera príjmu energie ak nesleduje korisť  $i$

## Model vedie k predikciam

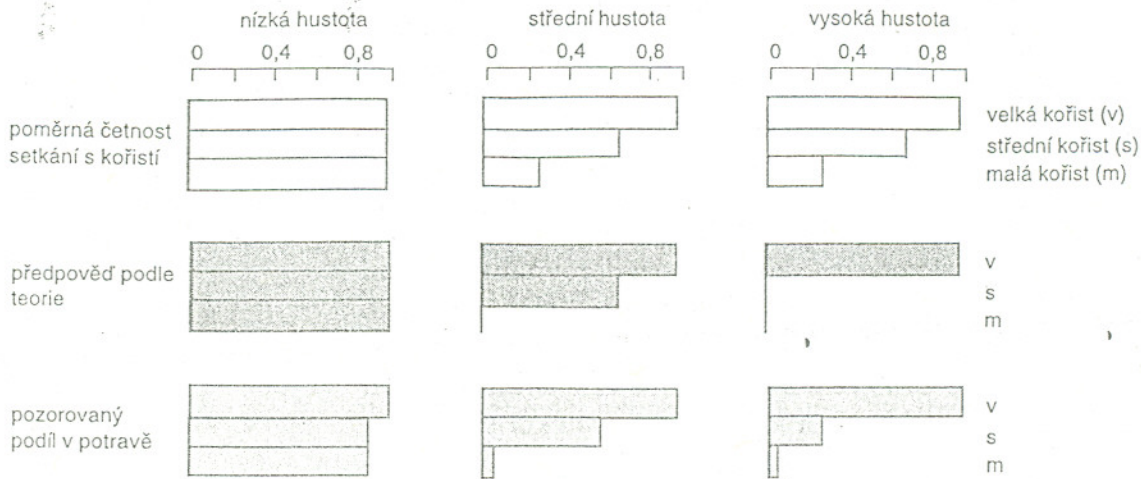
- (1) predátori, ktorí venujú na spracovanie koristi menej času vo porovnaní s dobou hľadania, sú **generalisti**
- (2) predátori, ktorí korist' spracovávajú dlhú dobu v porovnaní s dobou hľadania, by mali byť **špecialisti**
- (3) predátor bude mať pestrejší jídelníček v neproduktívnom období (korist' je vzácna,  $\bar{\tau}$  je vysoké), než v prostredí produktívnom ( $\bar{s}$  je malé).
- (4) začlenenie  $i$ -tého prvku závisí na  $E_i/\bar{h}_i$ ,  $E/\bar{h}$ , s ale nie na  $s_i =$  doba vyhľadávania  $i$ -tého prvku  $\rightarrow$  predátor sa teda bude špecializovať pokiaľ je užitkové druhy bežné

**Preskok doplňuje model optimálneho zloženia stravy**, objavuje sa keď nie je možné model optimálneho zloženia potravy uplatniť

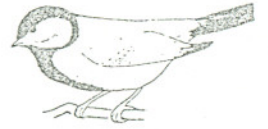
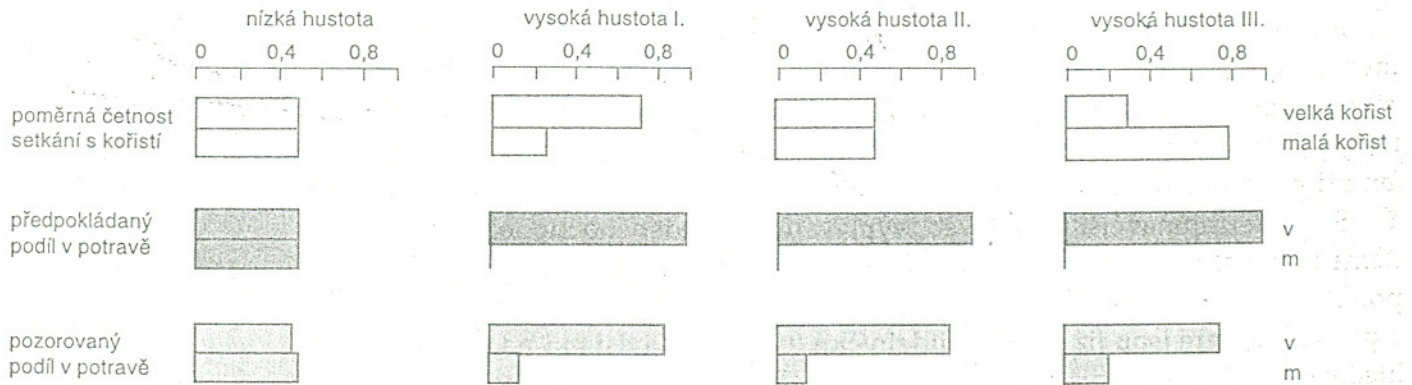
**Preskok** – konzument prechádza skokom od jedného typu koristi k iného podľa toho ako sa mení ich pomerná hustota

**Model optimálneho zloženia potravy** – vybraný výhodnejší druh koristi bez ohľadu na hustotu tohto druhu alebo druhu inej koristi

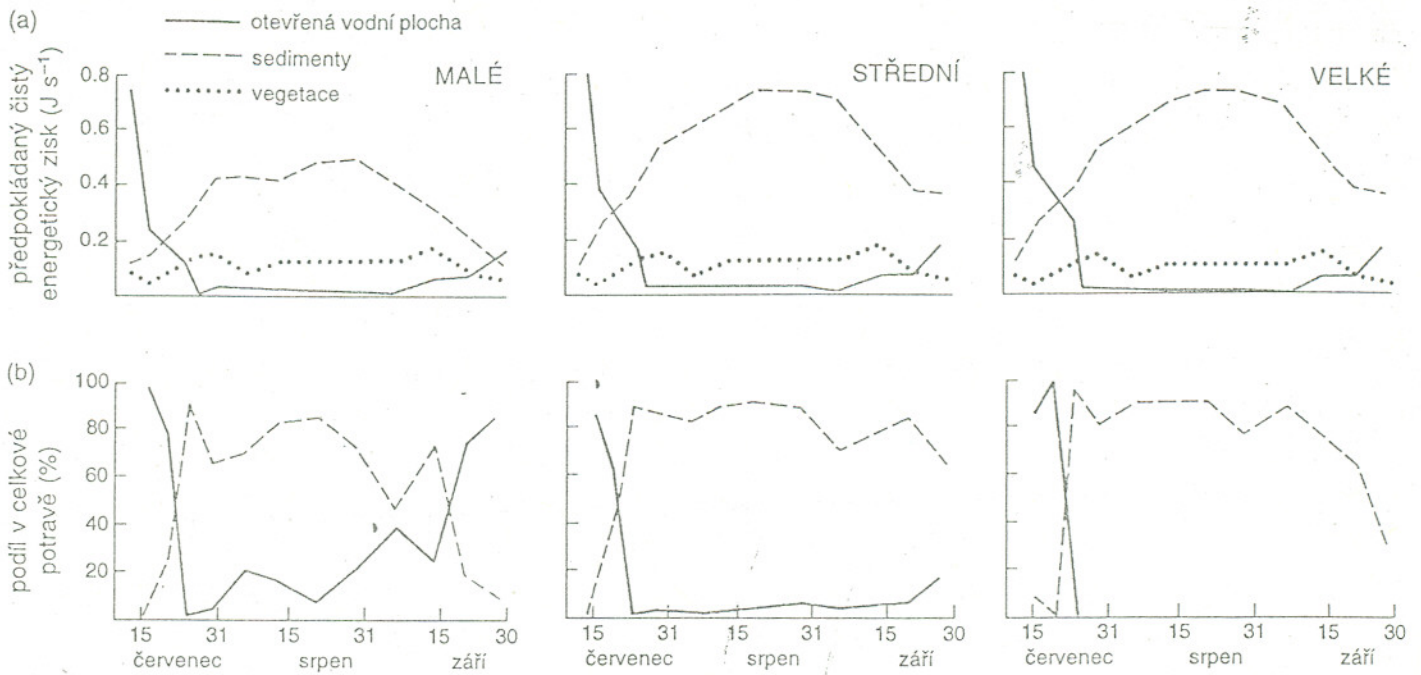
(a) slunečnice



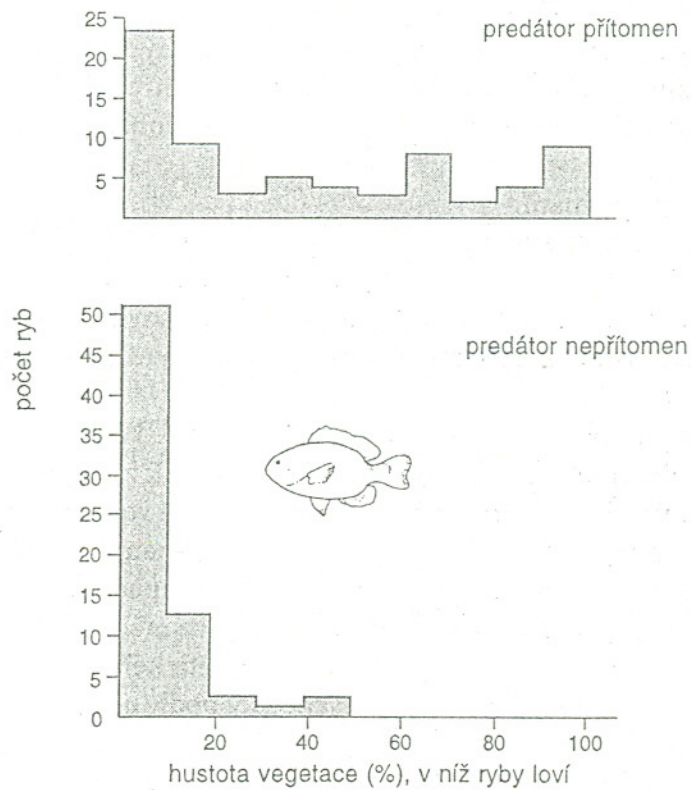
(b) sýkora koňadra



Obrázek 9.3. Dvě studie optimálního jídelníčku ukazují jasný, i když omezený soulad s predikčním modelem optimálního složení potravy dle Charnova (1976a). Jídelníčky jsou specializovanější při vysoké hustotě kořisti. Jsou do nich však zahrnuty méně ziskové položky, než se teoreticky očekávalo. (a) Slunečnice (Werner & Hall, 1974) loví rozdílně velké perloočky (*Daphnia*): histogramy ukazují počty setkání s každou velikostí při třech rozdílných hustotách, společně s očekávaným a skutečně pozorovaným zastoupením v jídelníčku. (b) Sýkory koňadry krmené velkými a malými kousky potměníka moučného (Krebs *et al.*, 1977). V tomto případě histogramy ukazují poměrné zastoupení každého ze dvou přijímaných typů potravy. (J. R. Krebs, 1978)



Obrázek 9.4. Sezónní průběh (a) předpokládaných výhod biotopů (čistá míra zisku energie) a (b) skutečný podíl potravy pocházející z každého biotopu pro tři velikostní skupiny slunečnice *Lepomis macrochirus* (vyjádřeno v procentech). Rybožravé ryby zde nebyly. (Stanoviště „vegetace“ je z (b) vypuštěno kvůli zjednodušení – z tohoto stanoviště pocházelo pro všechny tři velikostní skupiny jen 8–13 % jídelníčku.) Vidíme pěkný soulad mezi křivkami (a) a (b). (Werner *et al.*, 1983a)



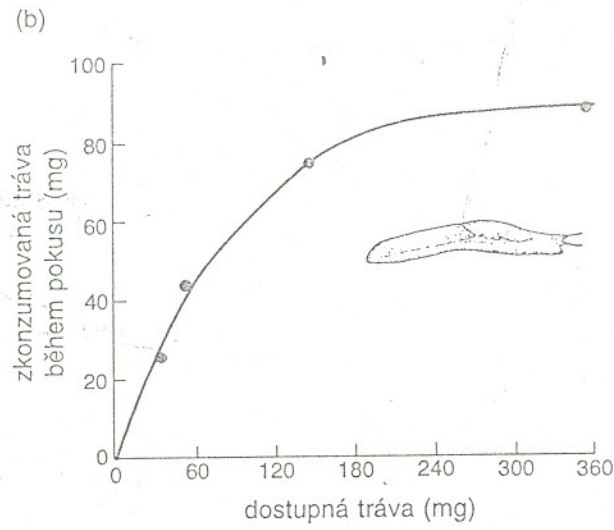
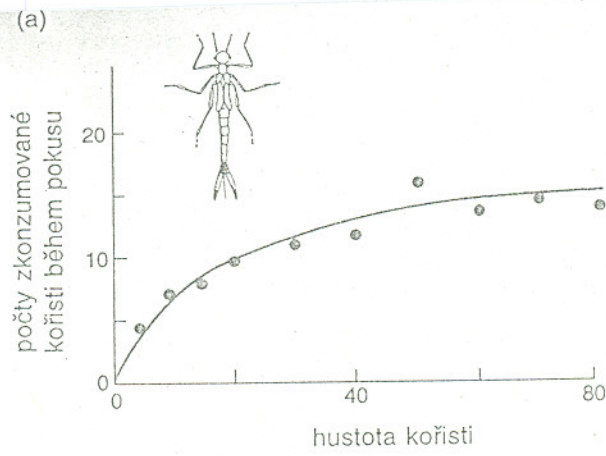
Obrázek 9.5. Situace opačná obrázku 9.4 a dolní části 9.5 nastane v přítomnosti predátorů (horní obrázek). Jsou-li přítomny dravé okounovité ryby (které se živí malými slunečnicemi), mnoho slunečnic získává svou kořist z oblastí značně zarostlých vegetací, kde jsou relativně chráněny před predací. (Werner *et al.*, 1983b)

## Funkčné odpovede: rýchlosť spotreby v závislosti na hustote potravy

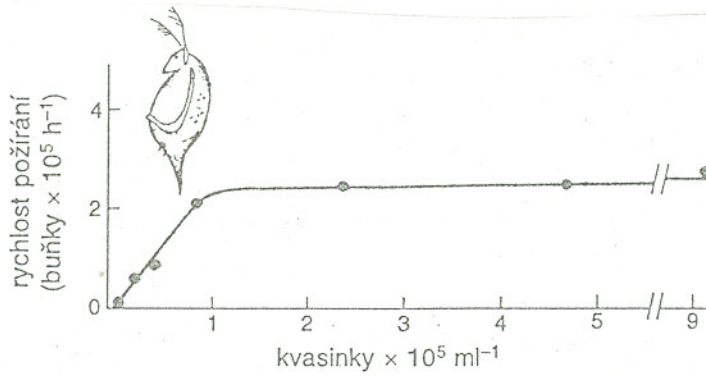
- vzťah medzi rýchlosťou spotreby jedinca a hustotou potravy = **funkčná odpoveď konzumenta**
- tri typy (Holling, 1959)
- 

### **Funkčná odpoveď – typ 2**

- rýchlosť spotreby spočiatku rastie s rastom hustoty koristi, postupne sa rast spotreby spomaľuje, až je dosiahnuto úroveň, kedy zostáva rýchlosť spotreby konštantná bez ohľadu na hustotu koristi
- **Popis funkčnej odpovede typu 2 = Hollingova kotúčová rovnica**
- $P_e = a' T_s N$
- $P_e$  je počet kusov koristi, ktoré predátor skonzumuje behom doby hľadania  $T_s$
- $N$  je hustota koristi
- $a'$  je vyhľadávacia účinnosť = rýchlosť napadnutia predátorom
- $T_s = T - T_h P_e$
- $T$  - celkový čas,  $T_h P_e$  - čas venovaný spracovaniu koristi
- $P_e = a' (T - T_h P_e) N \rightarrow P_e = \frac{a' NT}{1 + a' T_h N}$



Obrázek 9.6. Funkční odpověď typu 2. (a) Nymfy motýlice v desátém instar-stadiu požírají perloočky *Daphnia* přibližně stejné velikosti. (Thompson, 1975) (b) Slimáci požírající jílek *Lolium perenne*. (Hatto & Harper, 1969)



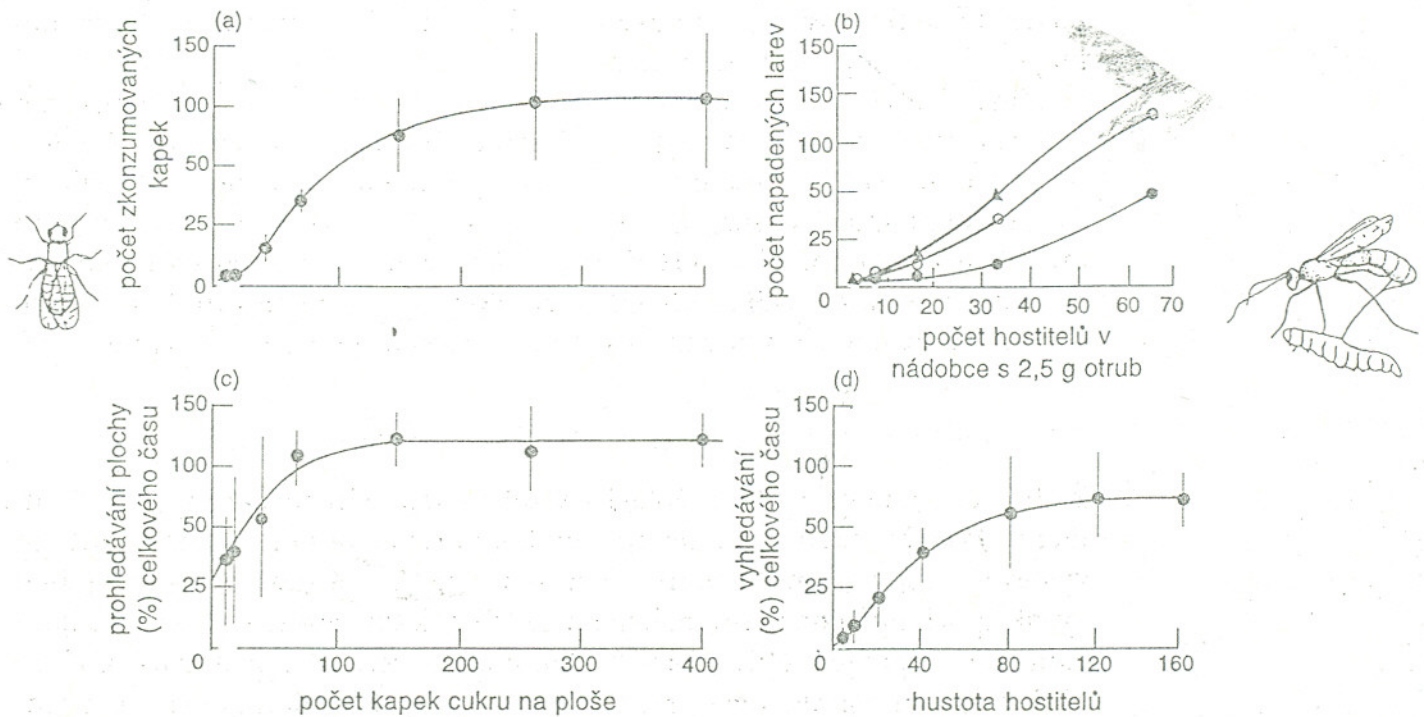
Obrázek 9.8. Funkční odpověď typu 1 na rozdílné koncentrace kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* u perloočky *Daphnia magna* (Rigler, 1961)

### **Funkčná odpoveď – typ 1**

- rýchlosť spotreby rastie priamo úmerne až na najvyššiu úroveň kde zostane bez ohľadu na ďalšie zvyšovanie.
- pod stabilnou hladinou doba spracovania potravy  $T_h P_e = 0$  a  $T_s = T$
- bez spomalenia typickému prípadu 2.

### **Funkčná odpoveď – typ 3**

- pri vysokej hustote potravy sa podobá odpovedi typu 2 a vysvetlenie je rovnaké
- pri nízkej hustote potravy má odpoveď typu 3 fázu zrýchlenia, kde nárast hustoty vedie k strmšiemu než priamo úmernému vzostupu rýchlosti spotreby
- väčšinou sigmoidný tvar.



Obrázek 9.9. Funkční odpovědi typu 3 (sigmoidní):

(a) Bzučivka rudohlavá, *Calliphora vomitoria*, která se živí kapičkami cukru (Murdie & Hassell, 1973)

(b) Lumkovitý parazitoid *Venturia canescens*, cizopasící na larvě *Cadra* v jejím druhém (●), třetím (○) a čtvrtém (▲) instar-stadiu (Takahashi, 1968)

(c) a (d) Podstata funkčních odpovědí:

(c) vyhledávací účinnost *C. vomitoria* (podíl času stráveného hledáním) roste s hustotou „kořisti“ (cukrové kapky) (Murdie & Hassell, 1973);

(d) vyhledávací účinnost *V. canescens* (podíl času věnovaného zkoumání) roste s hustotou larev hostitele *Plodia interpunctella*. Všechny čáry označují 95 % hranice průkaznosti. (Hassell *et al.*, 1977)



## Optimálny prístup konzumenta k využitiu potravy

Charnov (1976), Parker and Stuart (1976) - optimálna doba pobytu v potravnom ostrove je definovaná rýchlosťou odberu energie v okamžiku, keď konzument opúšťa oblasť (tzv. medzná hodnota oblasti).

Charnov „teorém medznej hodnoty“

**Problém: kedy má konzument odísť z potravného ostrova, z ktorého odoberá zdroje?**

Všetky ostrovy by mali byť opustené pri rovnakej rýchlosti príjmu energie:

(c) ostrovy s nízkou produktivitou by mali byť opustené skôr ako oblasti s vysokou produktivitou

(d) ostrovy by mali byť opustené skôr pri kratšej dobe presunu

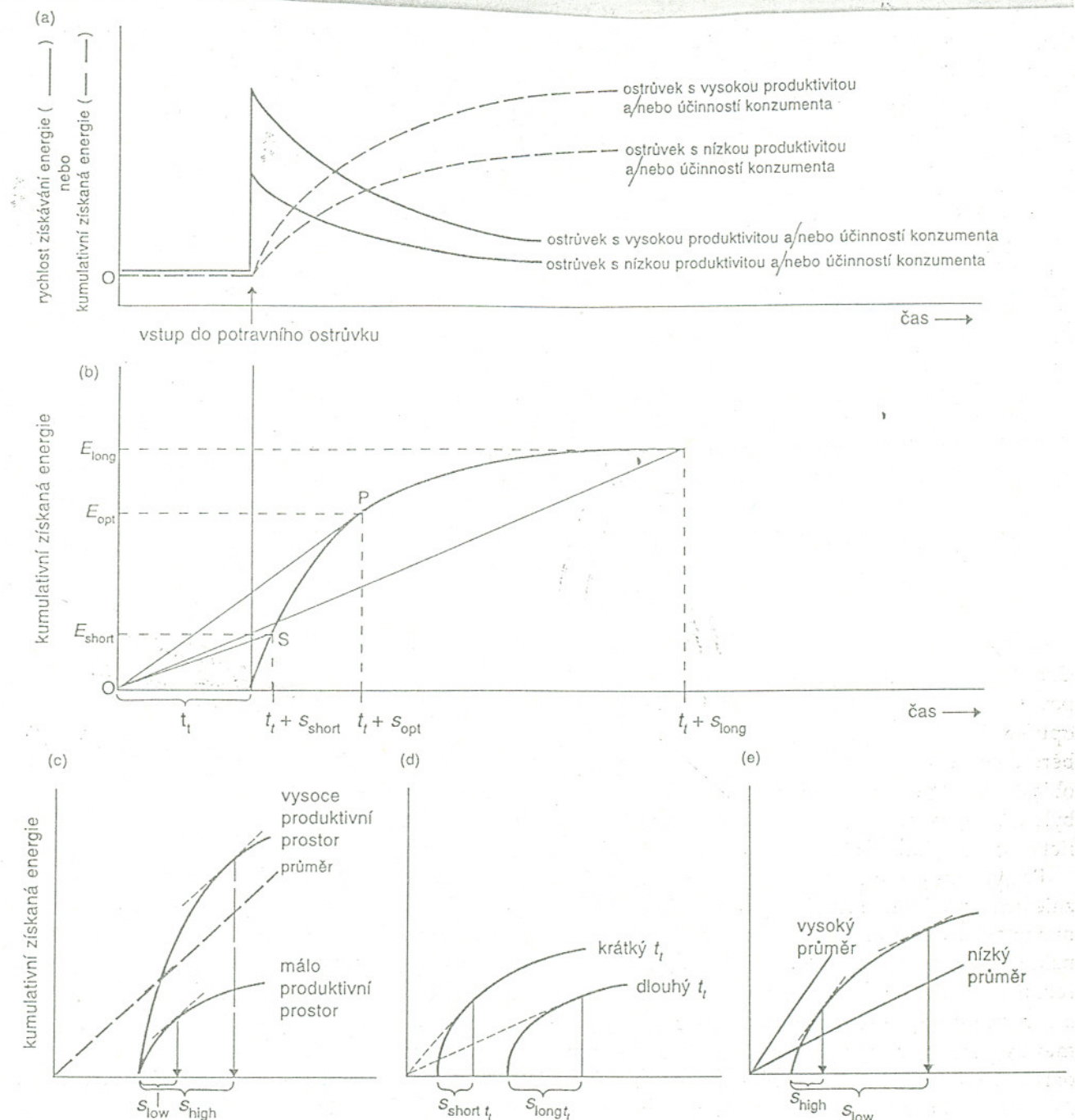
(e) ostrovy by mali byť opustené skôr pri vyššej celkovej produktivite

## Konzumenti a potravné ostrovy

- potrava je rozložená nerovnomerne v **potravných ostrovoch** (patches)
- nerovnomernosť rozloženia potravy medzi potravnými ostrovmi  
→ preferencia určitých ostrovov → odlišná hustota potravy = **agregačné reakcie** (zhlukovanie)
- **čiasťočné útočistia** stabilizujú dynamiku vzťahu medzi predátorom a korisťou
- **ideálne volné rozmiestnenie** – v dôsledku rôznych výnosností (rôzna hustota koristi)

**Ostrovnosť prispieva k stabilite interakcii a zachováva populácie korisťníkov a koristi.**

- hra na schovávanú (HUFFAKETOVÍ TČOŽTOGI)



Obrázek 9.20. Teorem mezní hodnoty. (a) Když konzument přichází do potravního ostrůvku, jeho rychlost příjmu energie je zpočátku vysoká (zejména ve vysoce produktivní oblasti anebo tam, kde spotřebitel potravní prostor velmi efektivně využívá), ale tato rychlost klesá s časem, průběžně s tím, jak je ostrůvek postupně zužitkován. Kumulativní příjem energie se blíží asymptotě. (b) Volby pro konzumenta. Plná křivka je kumulativní energie získaná v průměrném ostrůvku, a  $t_i$  je průměrná doba potřebná k přemístění z jednoho potravního ostrůvku do druhého. Rychlost příjmu energie (která by měla být maximalizována) je rovna podílu získané energie a celkového času, tj. směrnice přímky od počátku k zakřivení. Jak při krátkém pobytu v potravním ostrůvku (směrnice =  $E_{short}/(t_i + s_{short})$ ), tak při dlouhém pobytu (směrnice =  $E_{long}/(t_i + s_{long})$ ) je rychlost příjmu energie nižší (mělčí sklon) než při pobytu ( $s_{opt}$ ), který vede k přímce, jež je právě tangenciální ke křivce.  $s_{opt}$  je proto optimální dobou pobytu, která dává maximální celkovou míru příjmu energie. *Všechny* potravní ostrůvky by měly být opuštěny při *téže* rychlosti příjmu energie (sklon přímky OP). (c) Ostrůvky s nízkou produktivitou by měly být opuštěny dříve než oblasti s produktivitou vysokou. (d) Ostrůvky by měly být opuštěny dříve při kratší době přesunu. (e) Ostrůvky by měly být opuštěny dříve při vyšší celkové produktivitě.

# INTERAKCE

## Populační dynamika predace

Model: Lotka Voltera (1926):

Dvě složky modelu: C = počet konzumentů  
N = počet kořisti

$$\frac{dN}{dt} = rN \Rightarrow \text{v nepřítomnosti predátora kořist poroste exponenciálně}$$

- Predátor lovem zmenšuje populaci kořisti rychlostí závisící na četnosti setkání (C) a (N).
- Přesný počet zkonsumovaných jedinců (N) závisí na vyhledávacích schopnostech (míře účinnosti) predátora (a').
- Rychlost spotřeby tedy je: a'CN

tedy: 
$$\frac{dN}{dt} = rN - a'CN$$

- Při nedostatku potravy predátor strádá a hladoví, jejich počet exponenciálně klesá: -qC

tedy: 
$$\frac{dC}{dt} = -qC$$
 kde:

q = rychlost mortality (C)

## INTERAKCE

### Populační dynamika predace

- Tyto ztráty vyvažuje rozmnožování (C). Předpokládáme, že závisí na dvou okolnostech.

(i) na rychlosti s jakou (C) konzumuje potravu ( $a'CN$ )

(ii) na účinnosti (f) s jakou potravu přetváří na své potomstvo, míra porodnosti predátora je:  $fa'CN$

tedy:

$$\frac{dC}{dt} = fa'CN - qC$$

$$\frac{dN}{dt} = rN - a'CN$$

- Tyto dvě rovnice jsou model Lotka a Voltera (1926)

#### Vlastnosti modelu:

Zkoumáme pomocí nulových izoklin:

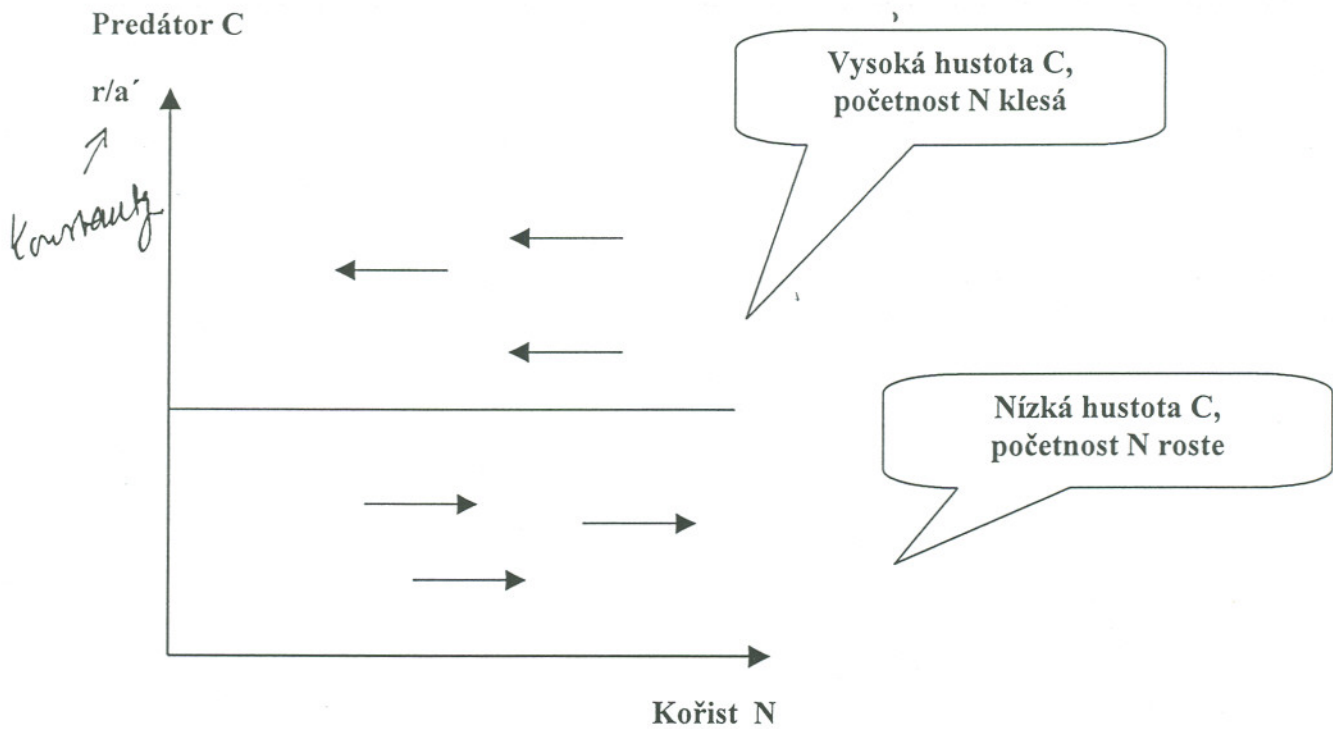
- nulová izoklina kořisti
- nulová izoklina predátora

Teorie (průběh) = populační změny, změny úrovně.

INTERAKCE

## Populační dynamika predace

Nulová izoklina kořisti:



tedy:  $\frac{dN}{dt} = 0 \Rightarrow rN = a'CN$

Rychlost spotřeby C se rovná rychlosti růstu rN

neboli:  $C = \frac{r}{a}$  kde:

(r) a (a') jsou konstanty  $\Rightarrow C = \text{konstanta} \Rightarrow$  nulová izoklina = přímka

$\hookrightarrow$  řešení úlohy predace

# INTERAKCE

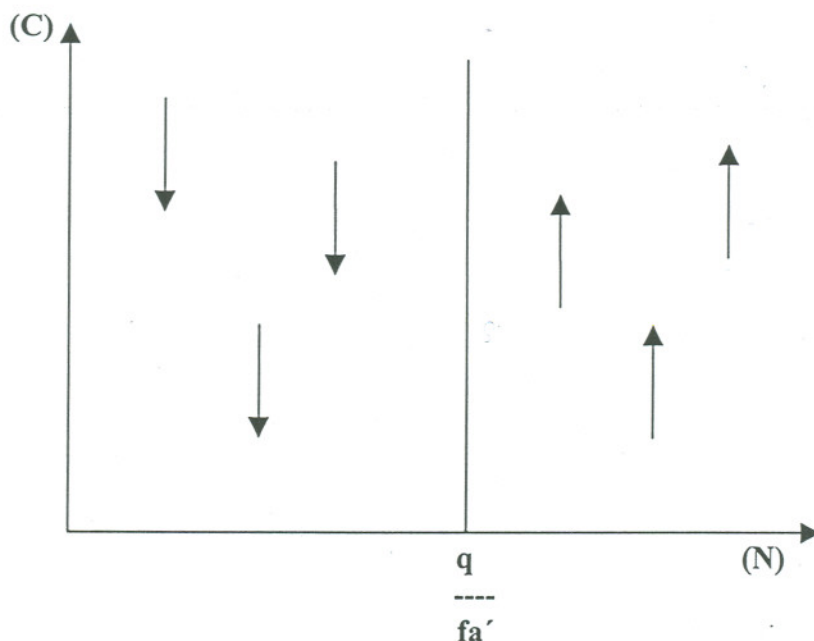
## Populační dynamika predace

### Nulová izoklina predátora:

$$\frac{dC}{dt} = 0 \Rightarrow fa'NC = qC$$

Míra porodnosti C je  
rovná míře mortality C

neboli:  $N = \frac{q}{fa'}$   $\Rightarrow$  nulová izoklina je přímka  
(N = konstanta)

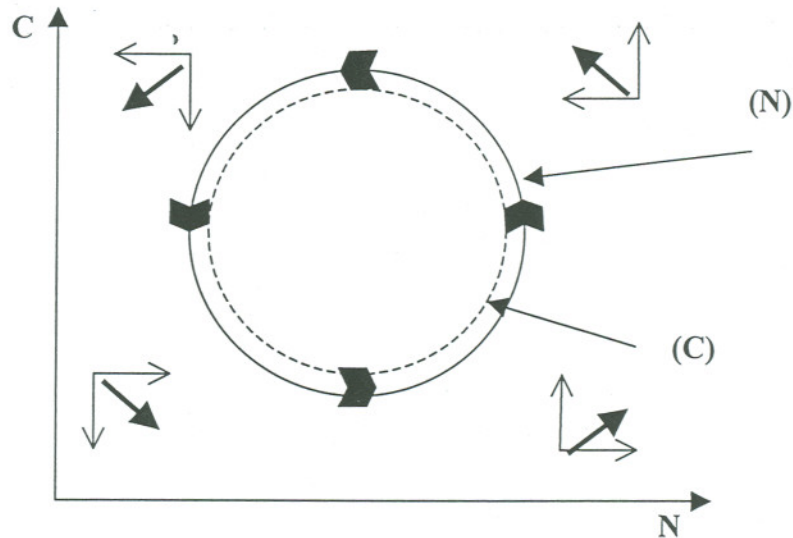


- (C) klesá při malé hustotě (N) a stoupá při velkém (N)

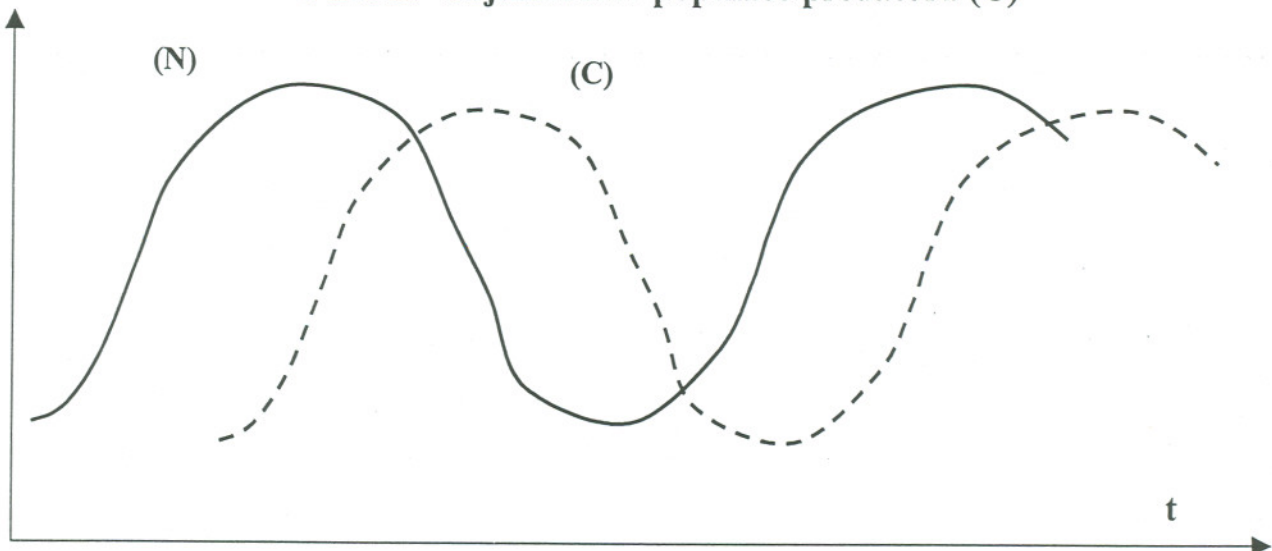
# INTERAKCE

## Populační dynamika predace

Spojením izoklin  $\Rightarrow$  spojené oscilace



- “9 hodin” nejnižší stav populace kořisti (N)
- “6 hodin” nejnižší stav populace predatora (C)



- Zákon periodických cyklů
- Zákon zachování průměrného počtu
- Zákon porušení průměrného počtu



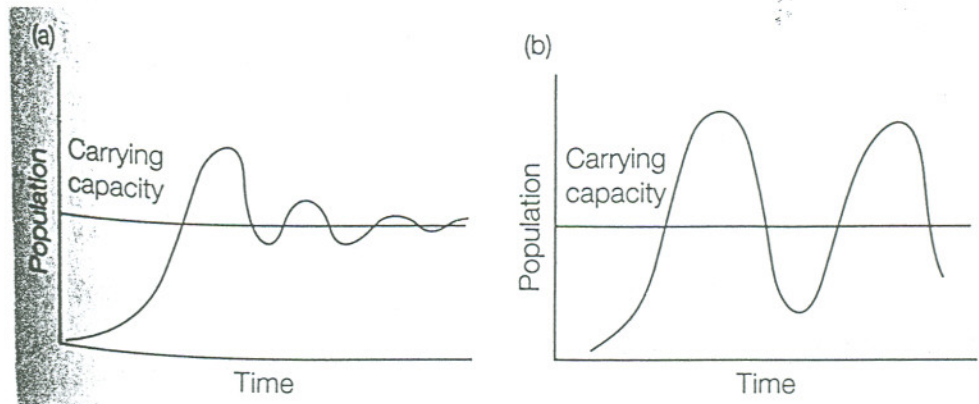
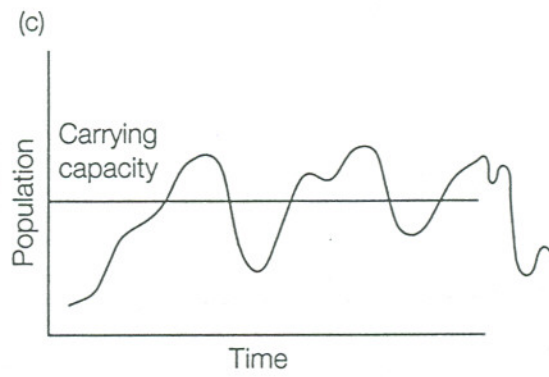


Fig. 4. (a) Damped oscillations; (b) stable limit cycles; (c) chaotic dynamics.



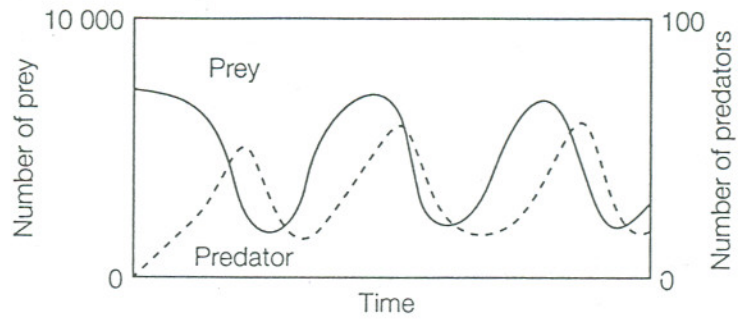
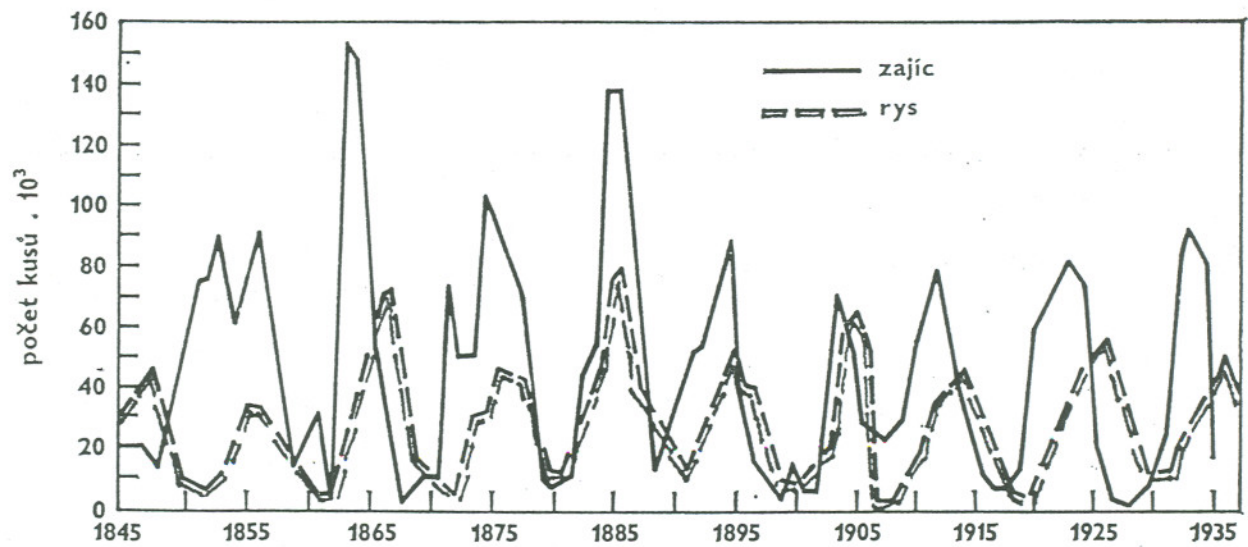


Fig. 2. Theoretical predator-prey oscillations.



84. Kolísání početnosti populace zajíce měnivého (*Lepus americanus*) a rysa kanadského (*Lynx canadensis*), jeho hlavního predátora (podle ELTONA)

(a)

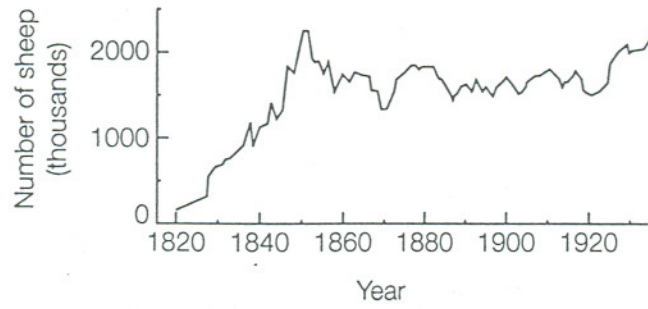
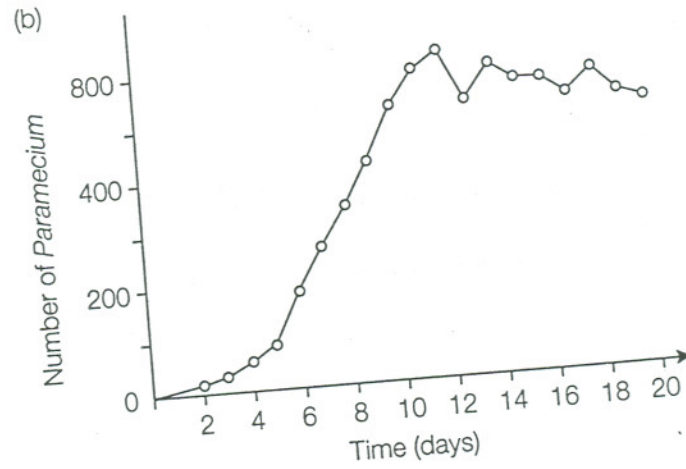
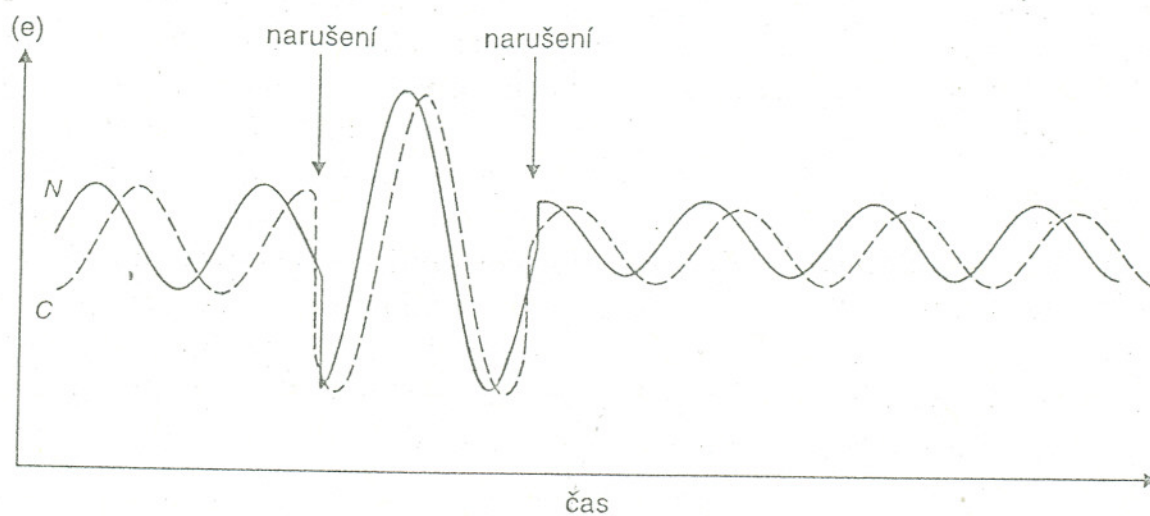


Fig. 4. Observed population growth. (a) Sheep in Tasmania; (b) paramecium.





, tyto cykly projevují neutrální stabilitu: pokračují donekonečna, nejsou-li narušeny. Každé narušení směrem k nové početnosti jedné z populací vyvolává novou, odlišnou sérii neutrálně stabilních cyklů kolem stejného průměru, ale s rozdílnou amplitudou.