

Populační ekologie

Predace 1 :

Predátoři a kořist

Postavení tématu
v předmětu Populační ekologie :

- fenomen predace a základní otázka ekologie:
„proč jsou v daném prostoru tyto druhy organismů a to v takovýchto počtech ?“
(= statický pohled) a :
„jak a proč se toto zastoupení mění v čase ?“ (= dynamický pohled)

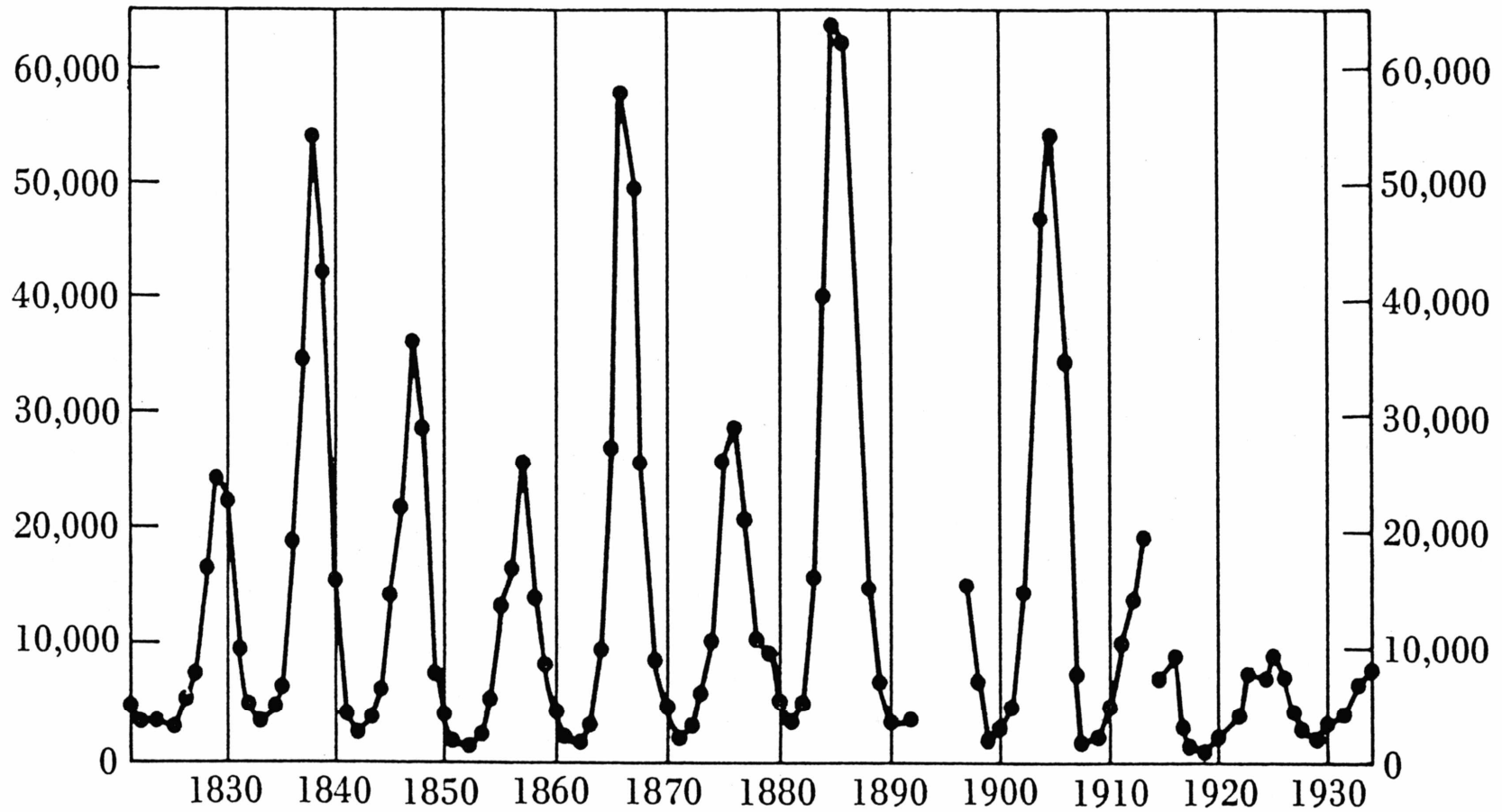
Časové změny početnosti populace :

- často zjišťujeme výrazné změny početnosti populací určitého druhu organismů, někdy i v rozsahu více řádů
- tyto změny početnosti mají někdy cyklický charakter, s dosti pravidelnou periodou
- klasický příklad : záznamy o kolísání úlovků kožišin rysa *Lynx canadensis* v Kanadě z dat Hudson Bay Company

*Lynx
canadensis*



Statistiky úlovků rysa *Lynx canadensis*



- tato cyklická kolísání počtů úlovků rýsa sledují – většinou s jistým zpožděním – obdobná kolísání početnosti zajíce měnivého *Lepus americanus*

Lepus americanus



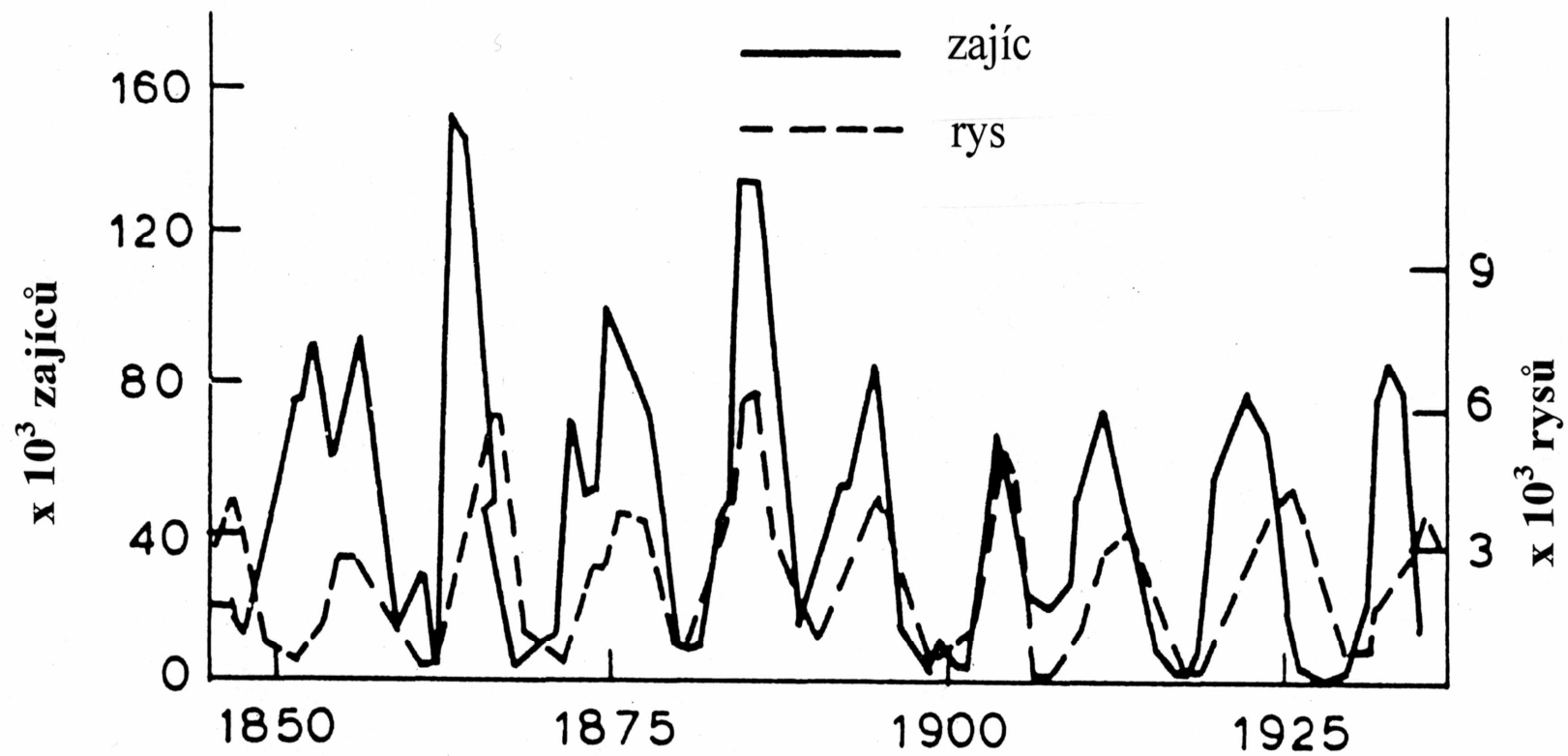
Lepus americanus



Lynx canadensis x *Lepus americanus*



Lepus americanus, Lynx canadensis



- obdobné cyklické změny početnosti lze nalézt i u populací navzájem spjatých druhů parasitoida a jeho hostitele, se zpožděním cyklu predátora :
- brouk nosatec *Callosobruchus chinensis*
- jeho parazitoid, lumčík *Heterospilus prosopidis*
- Utida (1957)

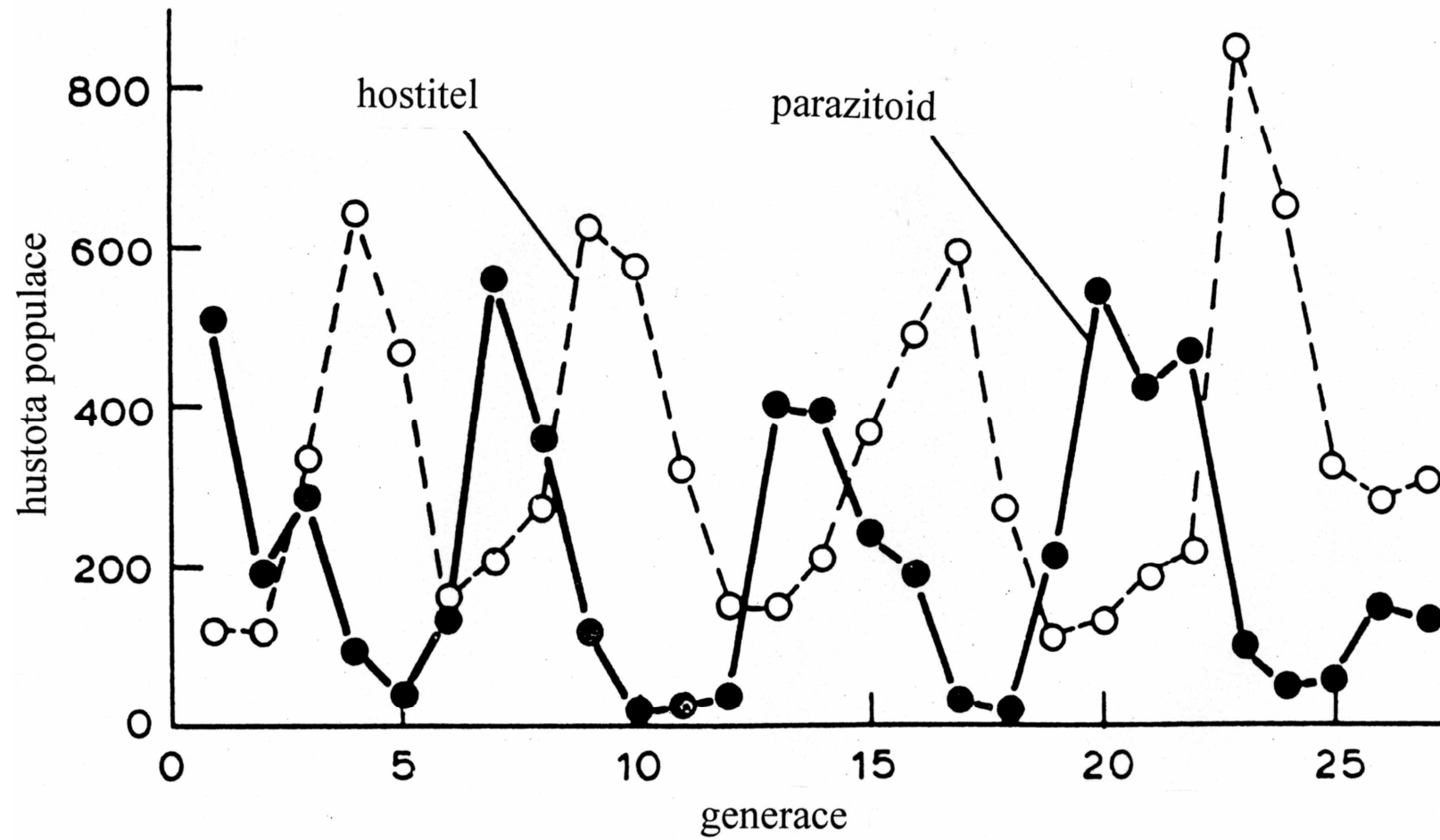
Callosobruchu
s
chinensis



Heterospilus prosopidis



Callosobruchus chinensis x *Heterospilus prosopidis*

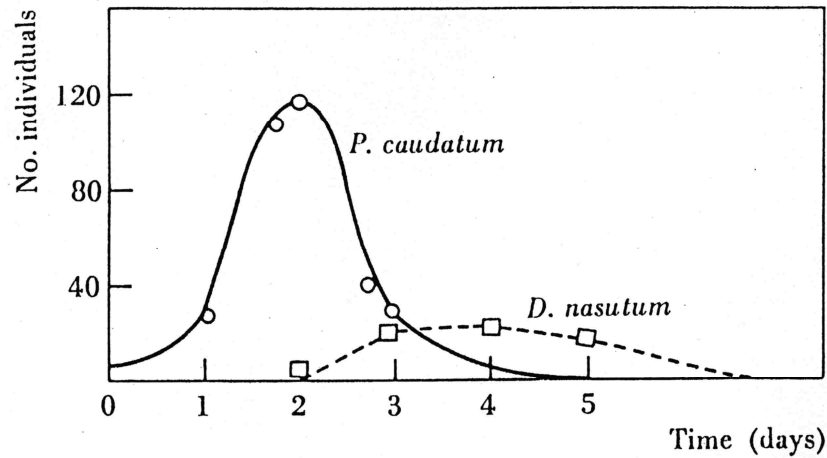


Možné teorie příčin oscilací :

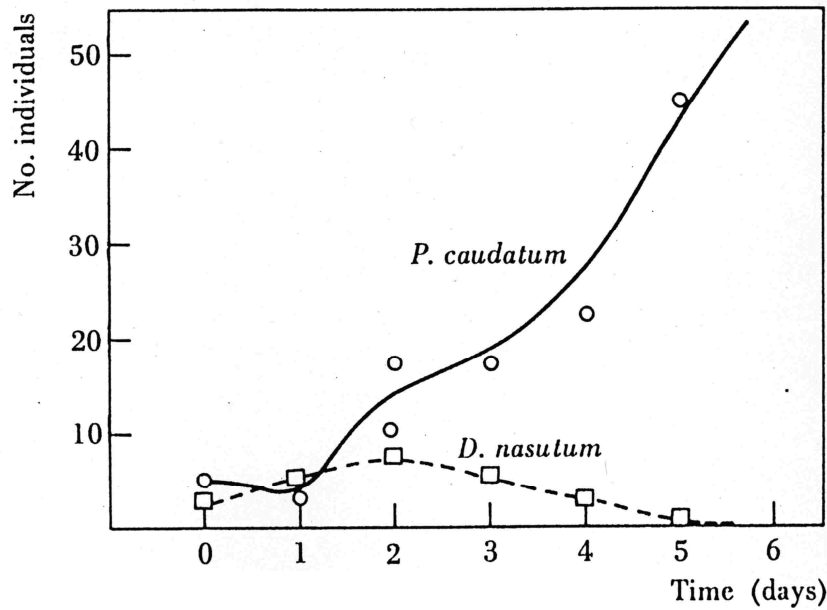
- příčiny klimatické, abiotické
- příčiny genetické – interakce uvnitř druhu
- náhodná kolísání
- **interakce mezi trofickými hladinami**

Časové změny početnosti populace :

- změny početnosti populací druhů navzájem spjatých potravním vztahem (konsument a jeho potravní druh) lze experimentálně studovat i v laboratoři
 - pokusy GAUSE (1934)



(a)



dravý prvok
Didinium nasutum
 a jeho kořist
Paramecium
caudatum :

a) kultura
 bez sedimentu

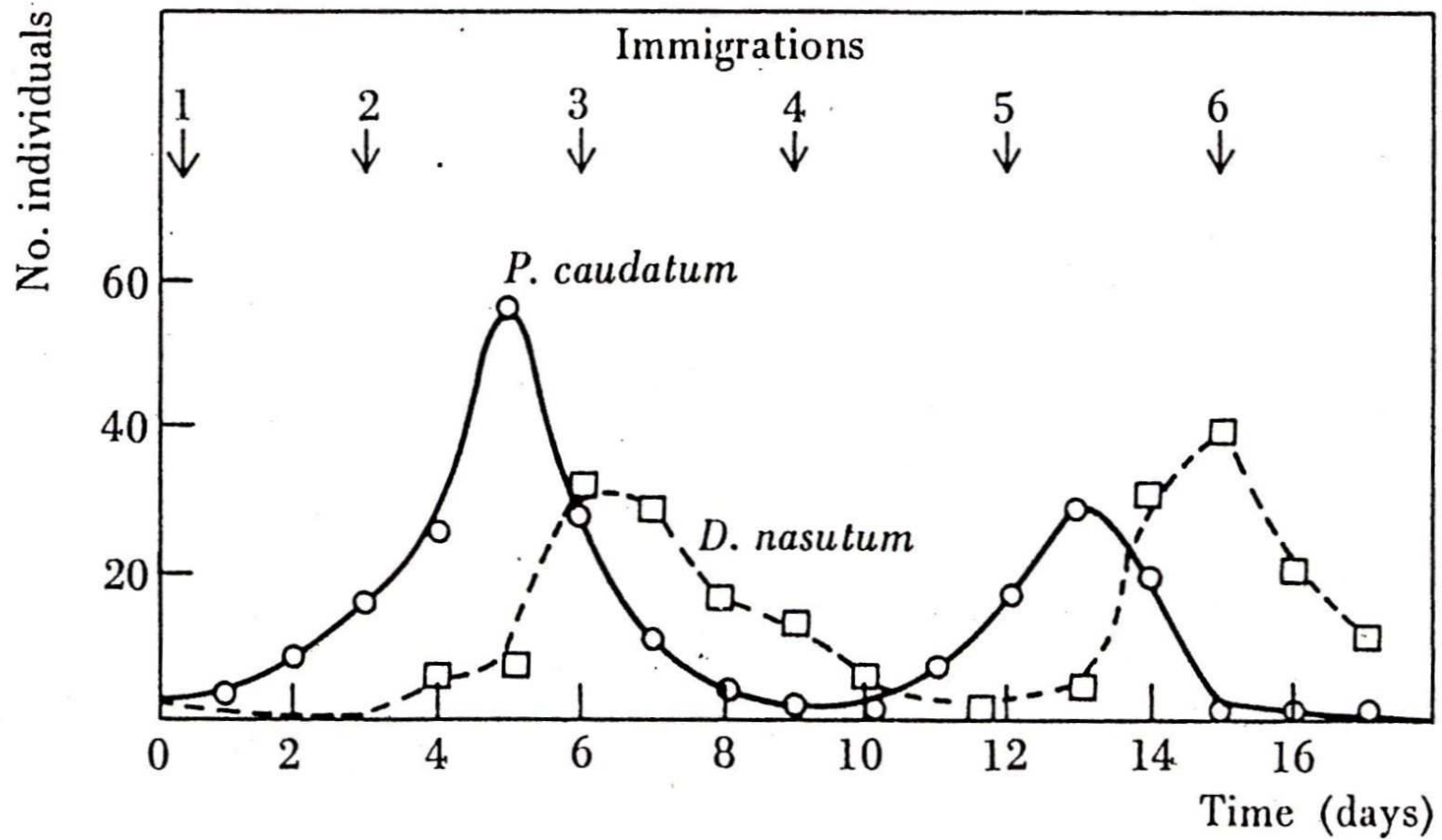
b) kultura
 se sedimentem na
 dně – v něm se ukrývá
Paramecium

obě předchozí uspořádání nevedla ke vzniku oscilací, nýbrž k zániku populace dravce

- oscilace získal Gause zavedením „immigrací“ :

každý třetí den přidával do systému po jednom jedinci dravce a kořisti

oscilace vzniklé immigrací a emigrací



Význam heterogenity prostředí:

- Huffaker (1958) sestavoval laboratorní systém predátora – dravého roztoče *Typhlodromus occidentalis* a jeho kořisti, svilušky *Eotetranychus sexmaculatus*, v krabicích s různým uspořádáním pomerančů (potrava svilušky), gumových míčů a vaselinových bariér :
- jednodušší uspořádání končila exterminací kořisti a vyhynutím predátora
- dlouhodobé oscilace obou populací získal velmi členitým uspořádáním v prostoru (pomeranče, míče, bariéry

- to vede k řadě otázek týkajících se vzájemného působení (mezipopulačního vztahu) populací konsumenta (predátora v širokém pojetí) a jeho potravního druhu (kořisti)

Jak je dynamika populací organismů
určována
jejich potravními vztahy :

- co znamená konzumace jednoho organismu jiným organismem (obvykle, ale ne vždy jedincem jiného druhu) pro :
 - 1) populaci konsumenta
 - 2) populaci konzumovaného druhu

Jak je dynamika populací organismů
určována
jejich potravními vztahy :

- jak jsou výsledné poměry obou populací spojených potravním vztahem ovlivněny:
 - 1) prostorovým uspořádáním v biotopu
 - 2) přesuny jedinců zúčastněných druhů (immigrace, emigrace)

Jak je dynamika populací organismů určována jejich potravními vztahy :

- co znamená konzumace jednoho organismu jiným organismem pro :
 - 1) rozvoj jednotlivých populací jiných druhů ve společenstvu
 - 2) strukturu celého společenstva
(druhové složení a početnost populací) ostatních druhů ve společenstvu

dvě části tématu :

- mezipopulační vztah založený na konzumaci s hlediska zúčastněných druhů (konsumenta a potravního druhu), a to jak jedinců, tak populací těchto jedinců
- důsledky konzumace jednoho druhu jiným pro celé společenstvo
= (druhá část tématu)

(nejprve ... ze základní ekologie :)

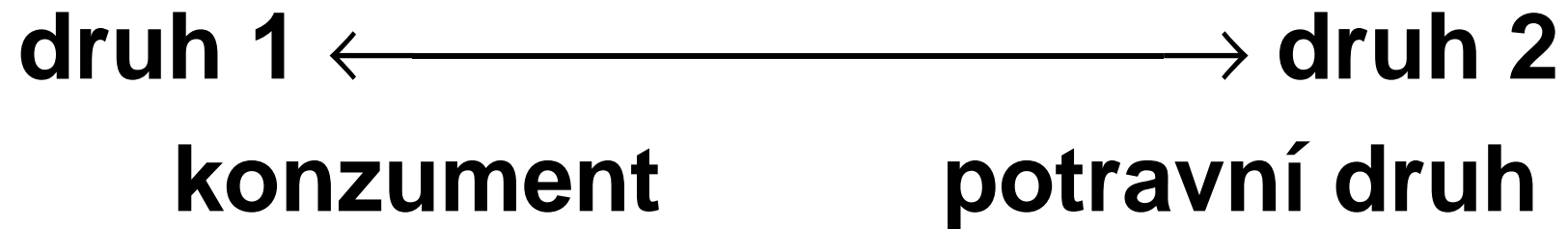
- několik pojmů, s nimiž budeme pracovat:
- typy predace a predátorů
- selekce potravy
- změny potravního zaměření
- manipulace s kořistí a její využití
- matematické modely
 - a jejich využití, case studies

Základní typy vztahů mezi organismy:

- kompetice
- konsumace (predace v širším pojetí)
- mutualismy

Základní typy vztahů mezi organismy:

2) Konzumace (predace s.l.)



Vztahy založené na **konsumaci jednoho organismu nebo jeho části druhým** - obecně predace v širším slova smyslu, čtyři základní varianty:

- 1) vlastní predace (v užším slova smyslu, pravá predace)
- 2) parasitoidní zajišťování potravy pro potomstvo
- 3) herbivorní okus
- 4) parazitace

Predace:

= konzumace potravy konzumentem (dravcem) získané ze živého organismu (kořisti)

čtyři kategorie predátorů:

1) **praví predátoři:** usmrtí kořist a jako jedince ji vyřadí okamžitě z populace kořisti

kořistí nemusí být živočich – i semeno rostliny nebo jednobuněčná rostlina,

kořistí může být i jedinec téhož druhu jako je predátor - **kanibalismus.**

2) **parazitoidi**: hmyz – omráčí kořist, tím ji ihned vyřadí z populace kořisti, do živé vloží vajíčko. Larva parazitoida vyžírá živou kořist, až ji nakonec usmrtí.

S hlediska populační bilance obdoba pravých predátorů.

3) okusovači (spásači – grazers):
okusují část kořisti, obvykle rostliny

4) praví parazité:
kořist, která je zdrojem potravy,
žije dál (je to i v zájmu parazita).

Různě široké spektrum potravy:

generalisté : široký okruh potravních zdrojů (polyfágové), potrava se snadno vyhledá, ale (trade-off):

nelze mít příliš sofistikovaná
přizpůsobení na zacházení s potravou
a její zpracování.

specialisté : jídelníček omezen na několik málo (oligofágové) nebo až jedinou (monofágové) položku, někdy i jen část potravního organismu

– náročnější hledání kořisti, je možné investovat do vývoje specializovaných orgánů ke zpracování

Specializace: v různém stupni u všech kategorií konzumentů, zvláště častá je u pravých parazitů a zejména u larev parazitoidů (dospělci se většinou živí sáním nektaru apod.).

I generalisté s velmi širokým potravním spektrem svojí predací působí selektivně na složení společenstva.

Navíc i predace zaměřená na tentýž potravní druh (na jeden druh kořisti) nepostihuje stejnou měrou různé kategorie jedinců - velmi výrazná selekce:

- velikostní (bezobratlí predátoři často preferují menší kořist)
- věková zaměřená na určitou věkovou kategorii kořisti, nebo
- selekce zaměřená na oslabené, nemocné, přestárlé, nejmladší, nezkušené.

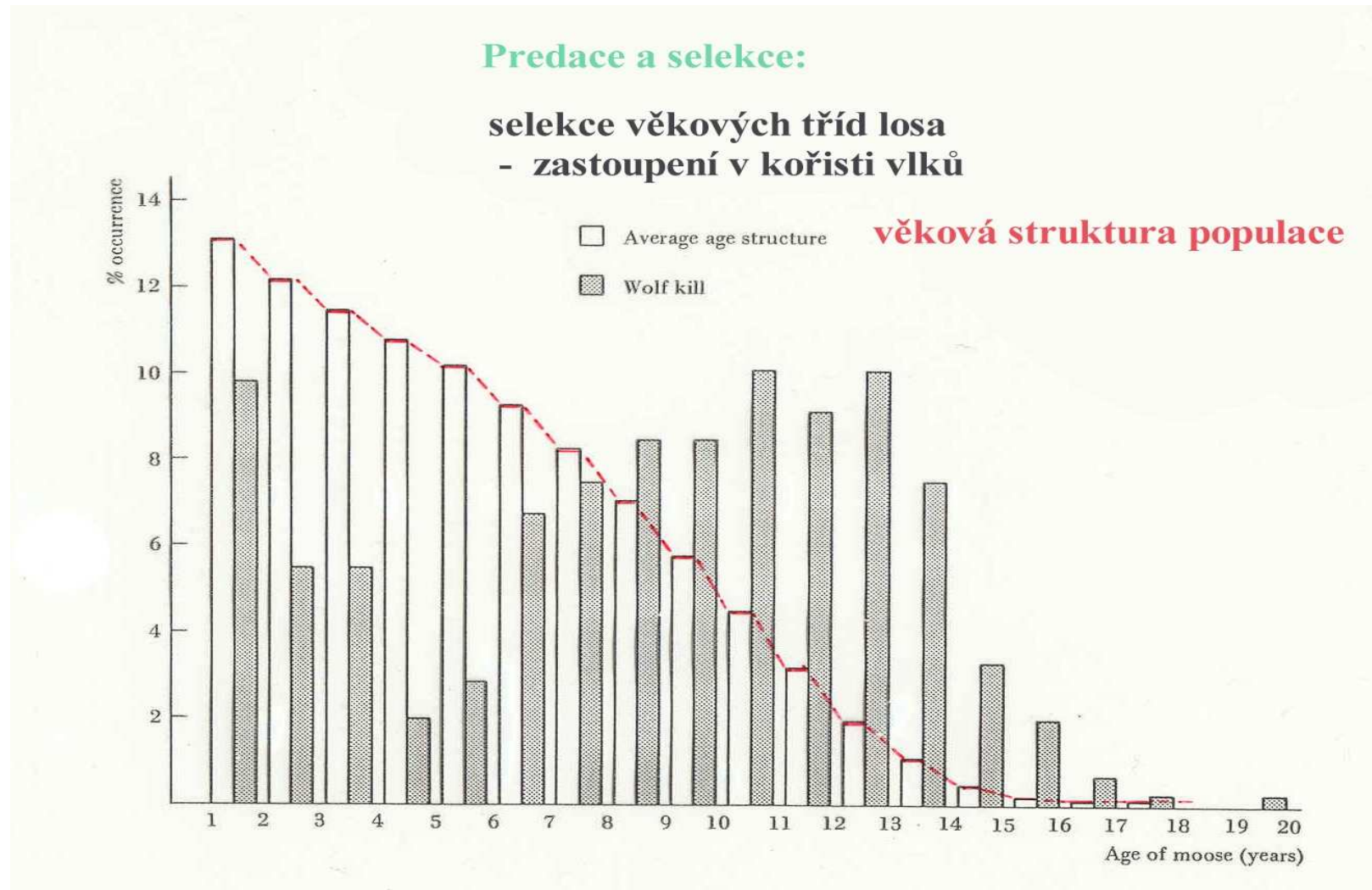
vlk *Canis lupus*



los *Alces alces*



Obr.: Predační tlak vlka na populaci losa se zaměřuje na méně početné přestárlé a dále na nejmladší věkové kategorie.



Vyhodnocení selekce potravy :

- K vyhodnocení potravní selektivity je třeba seznam j položek (druhů) zastoupených v potravě daného konsumenta
- pro každou i -tou položku je třeba určit její (procentní) zastoupení n_i v nabídce potravy (v prostředí) a její zastoupení r_i ve skutečně zkonsumované potravě
- podstatné je reálné zařazení jednotlivých kategorií potravy (nikoliv nežratelných)

Nejznámější indexy pro selekci potravy

- IVLEVův index elektivity E (-1 ; +1)

$$E_i = (r_i - n_i) / (r_i + n_i)$$

- index CHESSONové alpha (0 ; 1)

$$\alpha_i = (r_i / n_i) / \sum_{i=1}^j (r_i / n_i)$$

Použití indexů selektivity – jednoduché příklady:

Příklad A:	Koš 1:	Koš 2:
Nabídka:	50 %	50 %
Zastoupení v potravě	25 %	75 %

Příklad B:	Koš 1:	Koš 2:
Nabídka:	80 %	20 %
Zastoupení v potravě	40 %	60 %

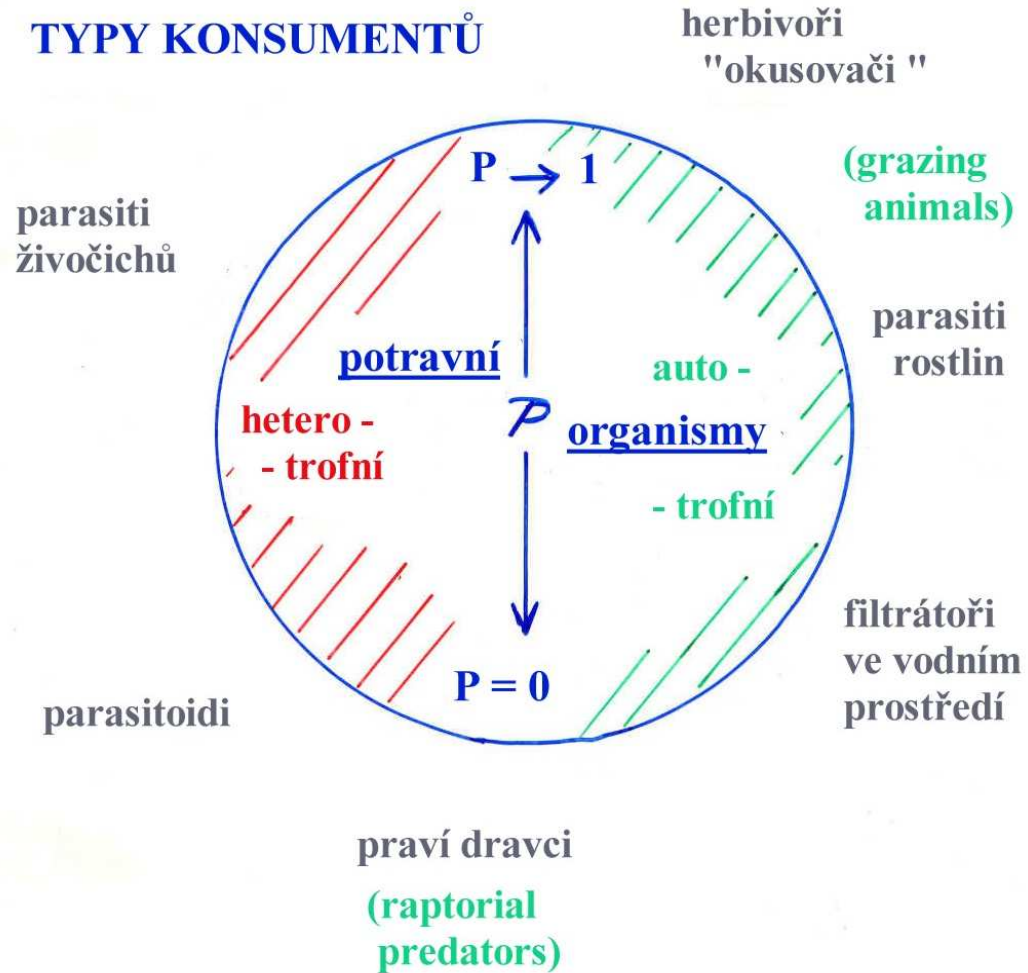
- $E_1 = - 0.33$
 - $E_2 = + 0.20$
 - $\alpha_1 = 0.250$
 - $\alpha_2 = 0.750$
-
- $E_1 = - 0.33$
 - $E_2 = + 0.50$
 - $\alpha_1 = 0.143$
 - $\alpha_2 = 0.857$

Obr 1: Obecné schéma predace
P = pravděpodobnost přežití útoku (malá u útoku pravého predátora, velká u spásání okusovačem).
 Typy konsumentů ve vnější části schématu.

Obecné schéma predace

P = pravděpodobnost přežití útoku

TYPY KONSUMENTŮ



Praví predátoři:

Často , ale ne vždy větší než jejich potravní druh

nebo loví skupinově nebo vlastní útok a ulovení může trvat dlouho a výsledek není jistý.

Proces získávání potravy - jednotlivé fáze:

- **„práh hladu“** - predátor se začne zabývat vyhledáním potravy
- **fáze hledání** (searching) - závisí na výskytu kořisti, schopnostech predátora
- **útok** - ne vždy úspěšný, často se opakuje
- **fáze zpracování** (handling) - včetně vlastní konzumace potravy.

Vlastní technika lovu:

- útok na nic netušící kořist (**číhající** predátor, ambush predator)
- útok na pronásledovanou kořist (**pronásledující**, honící, hunting predator).

Fáze zpracování úlovku - handling

- Začíná kontaktem s kořistí – ten ještě zdaleka ne vždy znamená skutečné ulovení – mnohdy kořist unikne
- Rozdíl mezi:
 - predátory lovícími kořist velmi malých rozměrů proti velikosti predátora (př.: hmyzožravý pták – drobný hmyz)
 - predátory srovnatelné velikosti s kořistí (př.: vlk – los, rys – srnčí zvěř, dravý pták – kurovití) - udolání může trvat dlouho

ulovení rozměrné kořisti nebývá snadné ...



Rys kanadský a zajíc měnivý



Fáze zpracování úlovku - handling

- Pokračuje vlastním opracováním usmrcené kořisti – ne vše lze konsumovat
- Postupně klesá zisk z dalšího „obírání“ kadaveru – teorém okrajové hodnoty (viz dále)
- Někdy ukrytí zbytků, nebo transport na méně exponované místo, transport do úkrytu nebo k mláďatům
- To vše patří do této fáze – až po jinou aktivitu

Typy kořisti a technika lovu :

- I značně stejnorodá skupina příbuzných druhů živočichů může vykazovat velkou šíři typů potravy a odpovídající techniky jejího získávání:
 - adaptivní radiace jako cesta k obsazení velkého počtu potravních nik
- Modelovou skupinou jsou **Chiroptera**: kromě druhů lovících hmyz v letu jsou druhy lovící větší kořist, ale i druhy plodožravé, nektarivorní, rybožravé, krevsající ...

Využití ulovené kořisti: **teorém okrajové hodnoty** – marginal value theorem

využití každé získané jednotky potravy závisí na tom, jaký je poměr mezi délkou doby, potřebné k nalezení a ulovení kořisti, a délkou doby při jejím využití (náročností jejího zpracování)

- searching time + handling time.

Rozdíl mezi

generalisty (snadno najdou některý ze svých druhů potravy, ale různé nakládání s každým z nich může být náročné)

a

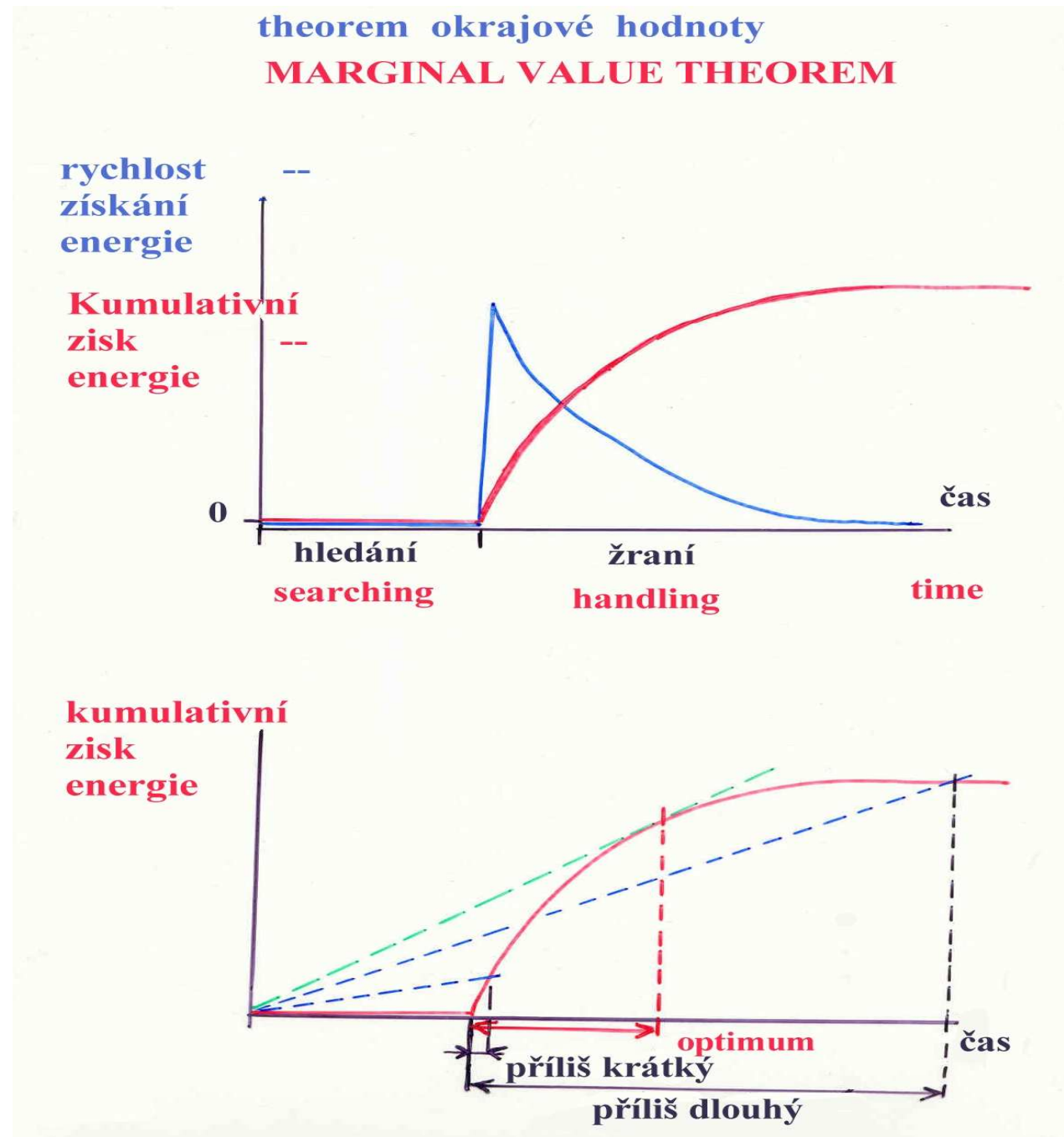
specialisty (právě tu svoji potravu musejí déle hledat, ale jsou vybaveni na její zvládnutí).

Kumulativní energetický zisk z kořisti je třeba vztáhnout na součet obou potřebných časů, hledání i zpracování

- ten prvý je fixní, ale druhý čas může dravec ukončit opuštěním zbytku úlovku.

Kdy? Za optimální dobu zpracování (ožírání) kořisti, ani příliš brzo, ani příliš pozdě – obojí by vedlo k horšímu poměru kumulativního zisku energie z potravy ku celkové délce doby (hledání + zpracování).

Obr. 2.
Teorém
okrajové
hodnoty



Přeskok čili switching:

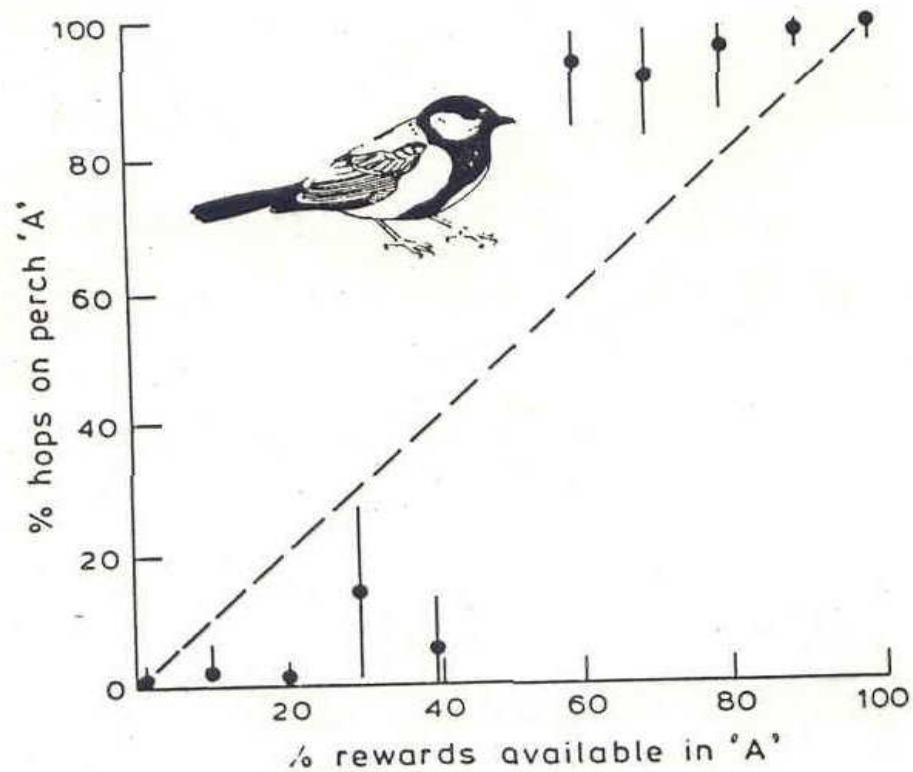
- zastoupení složek potravy v nabídce se mění
- predátor přejde od jedné složky potravy k druhé
- přechod se neděje plynule tak, jak se plynule mění poměr obou uvažovaných složek potravy.

Predátor na úbytek jedné a vzestup druhé složky nejprve nereaguje,
při určitém jejich vzájemném poměru
začne náhle preferovat složku, která
se stala více zastoupenou.

(Původně objeveno při studiu využití nabídky téže
potravy v různém množství na různých místech –
podobné chování = „přeskok“ od jednoho k druhému
místu.)

sýkora koňadra *Parus major*





Switching:

přeskok od úplné preference jednoho typu potravy k úplné preferenci jiného v jednom okamžiku
 plynulé změny poměrného zastoupení těchto složek v nabídce potravy

znakoplavka *Notonecta glauca*



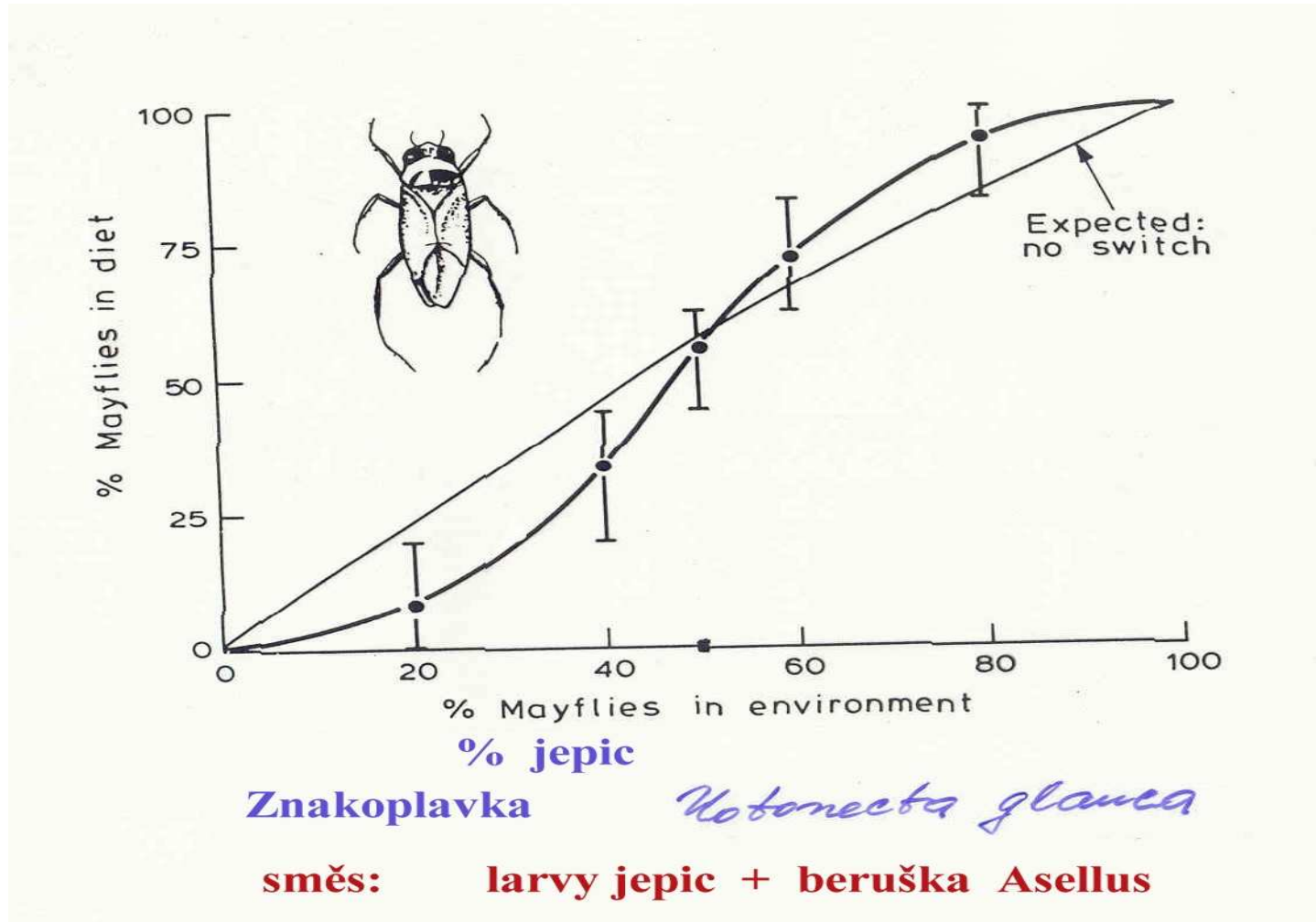
beruška vodní *Asellus aquaticus*



larva jepice *Cloeon dipterum*



Zastoupení larev jepic a vodních berušek *Asellus* v nabídce a v potravě znakoplavky.



Case studies na přírodních populacích :

- Než se budeme zabývat vhodnými typy matematického přístupu k popisu vývoje vztahu populací dravec x kořist , tedy matematickými modely, ještě několik případových studií vztahu dravec x kořist na přírodních populacích :

lososi *Salmo salar* a rybožraví ptáci

- populace atlantického lososa v daném povodí závisí na produkci mladých jedinců v tomto povodí
- ti jsou kořistí rybožravých ptáků, ledňáků *Megaceryle alcyon* a morčáků *Mergus merganser*
- White (1939) a Elson (1962) odstranili tyto ptáky z povodí řeky v Novém Skotsku (Canada)
- dosáhli zvýšení počtu jedinců plůdku lososa dožívajících se dvou let věku
- navíc zvýšení počtu drobných ryb v řece





Megaceryle alcyon



morčák *Mergus merganser*



pacifický losos *Oncorhynchus nerka*

- Foerster a Ricker (1941) odstranili lovem do tenat během tří let dravé ryby (cca 12.000) z jezera Cultus L., B.C., Canada
- přežití mladých lososů do 1. roku 3x vyšší,
- a to jak z přirozeného výtěru (ze 2 na 8 %), tak z vysazovaného plůdku (ze 4 na 13 %)
- navíc, v jednom roce života byl plůdek větší,
- to vedlo k lepší návratnosti migrantů po pobytu v moři

Oncorhynchus nerka



Oncorhynchus nerka



jeřábek *Bonasa umbellus*

- Edminster (1939) odstranil 557 dravých ptáků a savců z cca 1000 ha, další autoři opakovali i jinde
- (v druhém roce záměna exp. x kontrol. ploch)
- ztráty hnízd klesly na polovinu (1. rok z 51 na 24%, 2. rok z 72 na 39%)
- ztráty mláďat ani ztráty dospělců se nezměnily
- odstranění predátorů neovlivnilo početnost populace
- stejné výsledky na jiných lokalitách

Bonasa umbellus



ondatra *Ondatra zibethicus*

- Errington (1963) výsledky 25 let studie vlivu predátorů na ondatry v mokřadech Ioway, USA
- hlavní predátor norek
- Errington se zaměřil na osud jednotlivých jedinců kořisti
- stabilní počet teritorií obsazených ondatrami
- predátoři „odstraňují“ nadpočetné jedince kořisti, kterým se nepodařilo získat, obsadit a uhájit teritoria

Ondatra zibethicus



Ondatra zibethicus



hraboš *Microtus californicus*

- Pearson (1966) odstranil cca polovinu jedinců predátorů žijících se hraboši z pokusného území v Kalifornii
- počet jedinců hrabošů ulovených dravci klesl na polovinu (z 3870 na 1916)
- procento hrabošů usmrcených dravci kleslo z 88% na 25%
- nicméně úbytek dramatický hrabošů (cca 40x) od července do ledna se nezměnil → dravci žerou přebytek populace hraboše

Microtus californicus



Microtus californicus



dingo *Canis familiaris dingo*

- Caughley et al. (1980) vyhodnocovali efekt rozdělení Austrálie ploty (cca 9 660 km plotů) a odstraňování psa dingo v oplocených územích na populaci klokanů a emu
- hustota populace klokana rudého cca 160x vyšší
- hustota populace emu cca 20x
- dingo výrazně ovlivňuje hustotu populací velkých druhů kořisti

dingo



klokan *Macropus rufus*



emu *Dromaius novaehollandiae*



vliv velkých predátorů na velké savce:

- v jiných případech tento efekt není jednoznačný :
- v savanách východní Afriky velcí predátoři neovlivňují podstatně populace velkých savců – ti navíc výrazně migrují, lvi zůstávají a závisí na dostupnosti nemigrujících herbivorů
- sobi karibu v severní Americe : kombinace lovu člověkem a predace mláďat vlky
- snížení či odstranění vlivu predace zvýší růstovou rychlost populace sobů jen při odstřelu pod 5% populace sobů ročně

mihule mořská *Petromyzon marinus*

- mořský živočich při pobřeží Atlantiku, migruje za třením do vnitrozemských vod
- přisává se na ryby, vyhlodá otvor a saje tělní tekutiny
- Great Lakes byla pro mihule nedostupná díky Niagarským vodopádům
- vybudování Wellandova kanálu 1829 otevřelo mihulím cestu do horních jezer nad L.Ontario:
- L. Erie 1921, L. Michigan 1936, L. Huron 1937 a L. Superior 1945

mihule mořská *Petromyzon marinus*

- následoval katastrofický úbytek úlovků cenné ryby Velkých jezer, *Salvelinus namaycush*
- od roku 1951 snahy o eliminaci mihulí a obnovení rybích populací v horních Velkých jezerech

Petromyzon marinus



siven *Salvelinus namaycush* (lake trout)



siven *Salvelinus namaycush* (lake trout)



siven a mihule



siven a mihule *Petromyzon marinus*

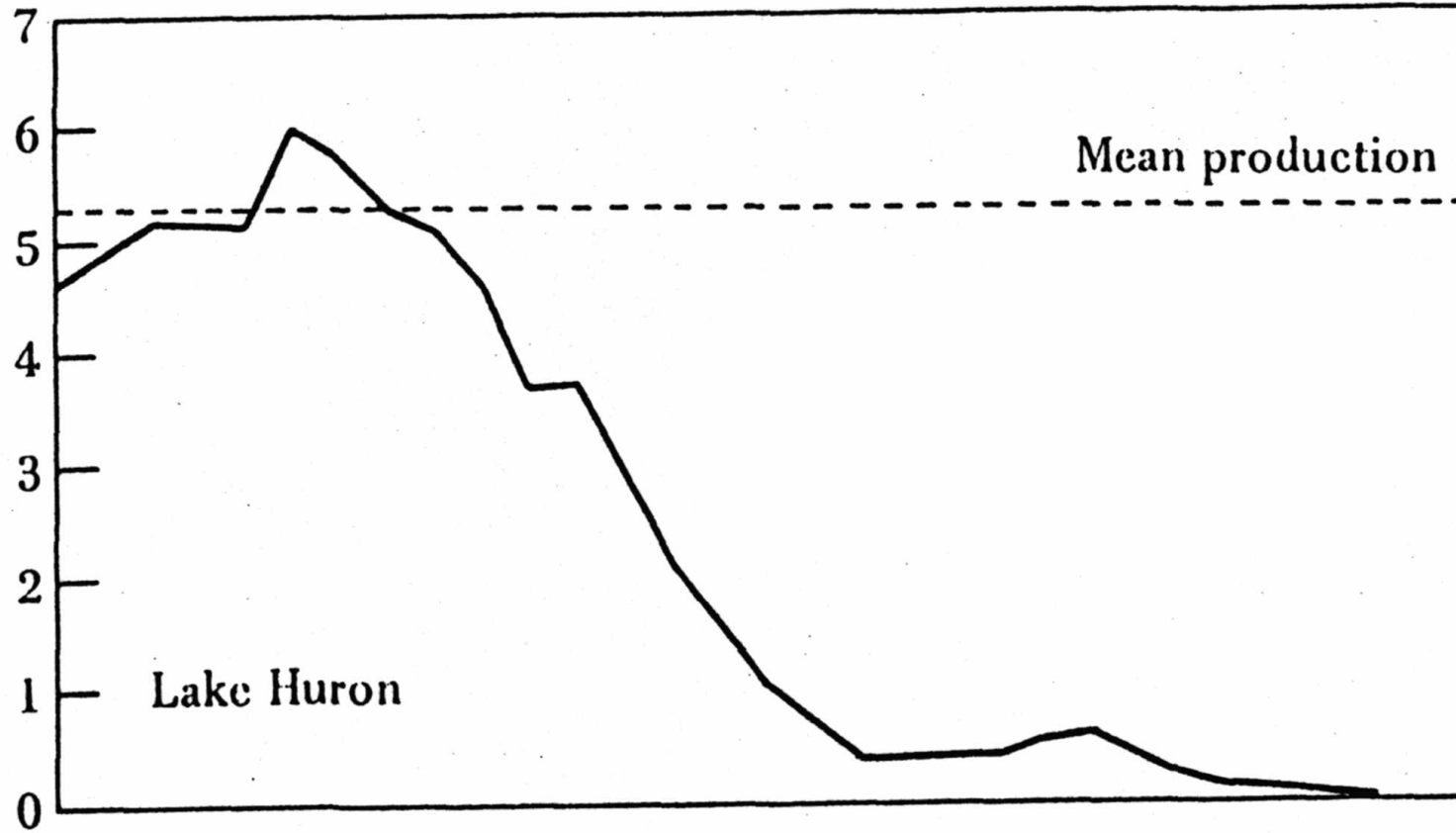


mihule mořská *Petromyzon marinus* :

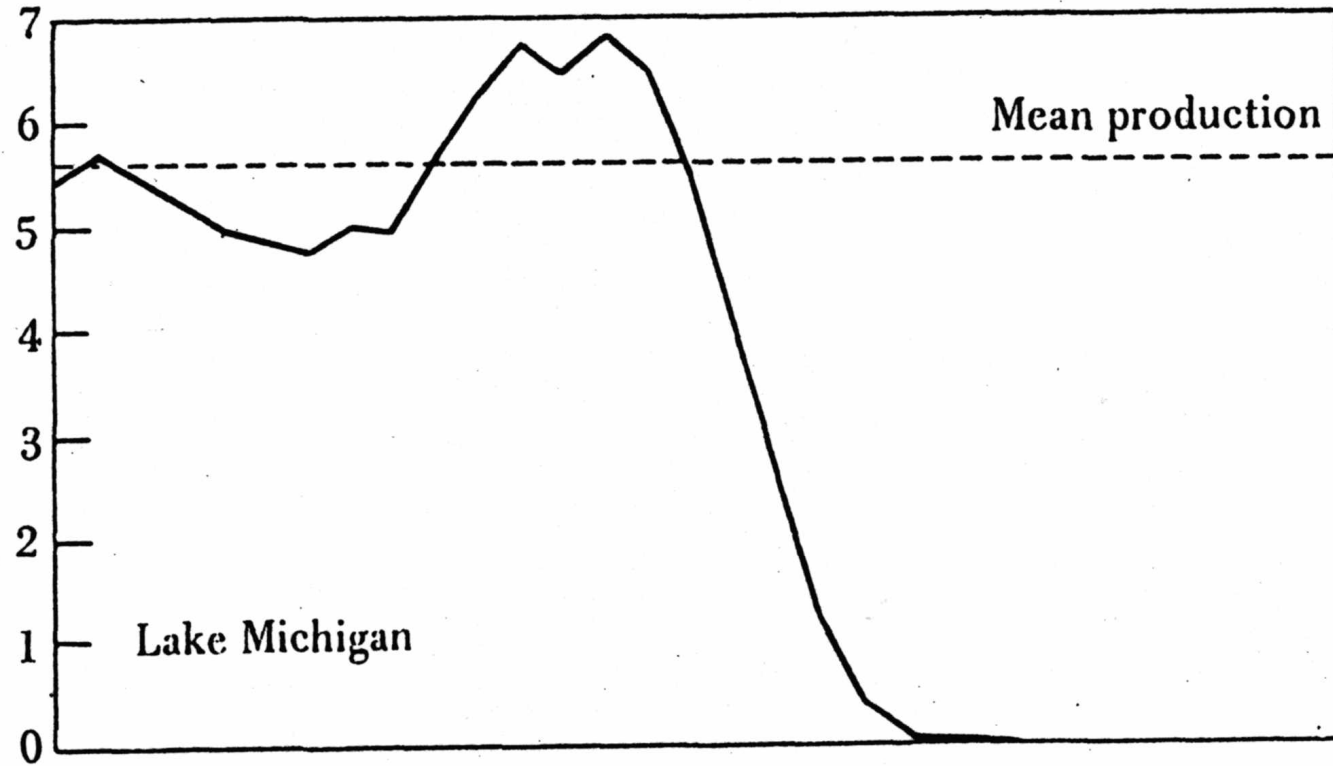
- následující tři grafy ukazují důsledky průniku mihule mořské do výše položených jezer soustavy Velkých jezer

(časová osa vždy od roku 1930 do roku 1960)

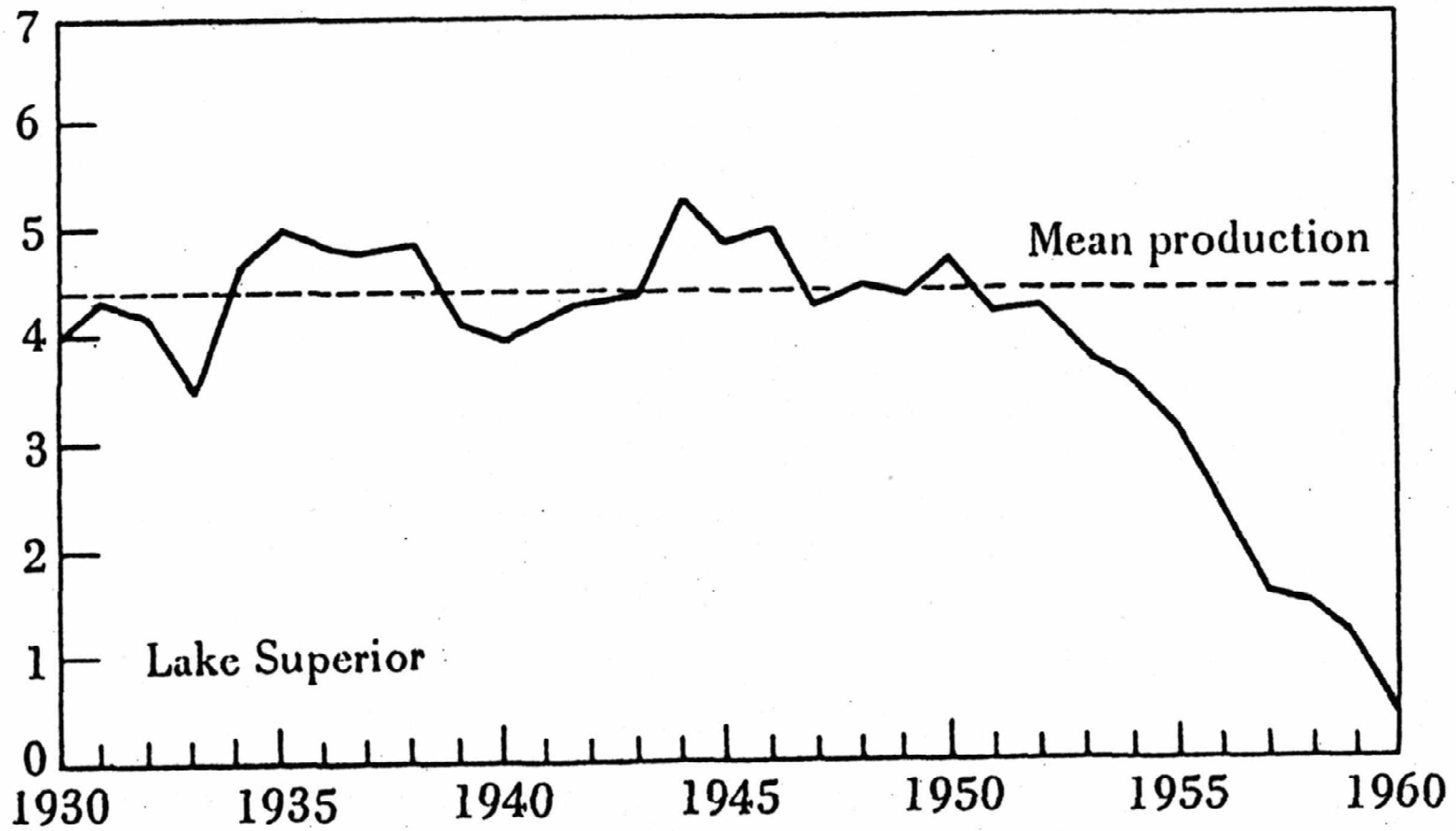
Lake Huron



lake Michigan



Lake Superior



mysterium Kaibabských jelenců

- jedním z nejdiskutovanějších případů vlivu predace na populaci velkého býložravce je vzestup a pád populace jelence oslího *Odocoileus hemionus* na území národního parku Kaibab Plateau (USA, poblíž Grand Canyon)
- kolem r. 1900 byli bez dokumentace vyhubeni prakticky všichni velcí dravci (kojoti, vlci, pumy)
- následoval výrazný vzestup populace jelence z několika tisíc na pravděpodobně asi sto tisíc

jelenec oslí



jelenec oslí



jelenec oslí



kojot



vlk



puma



mysterium Kaibabských jelenců

- vrchol početnosti populace jelence pravděpodobně kolem roku 1924
- následoval stejně prudký pokles na cca deset tisíc během cca deseti let
- bohužel naprosto **chybí přesná a věrohodná dokumentace**
- navíc přebíráním nezaručených odhadů počtů došlo v dalších publikacích k „úpravě“ dat o průběhu změn

Kanibalismus

- - viz další část lekce