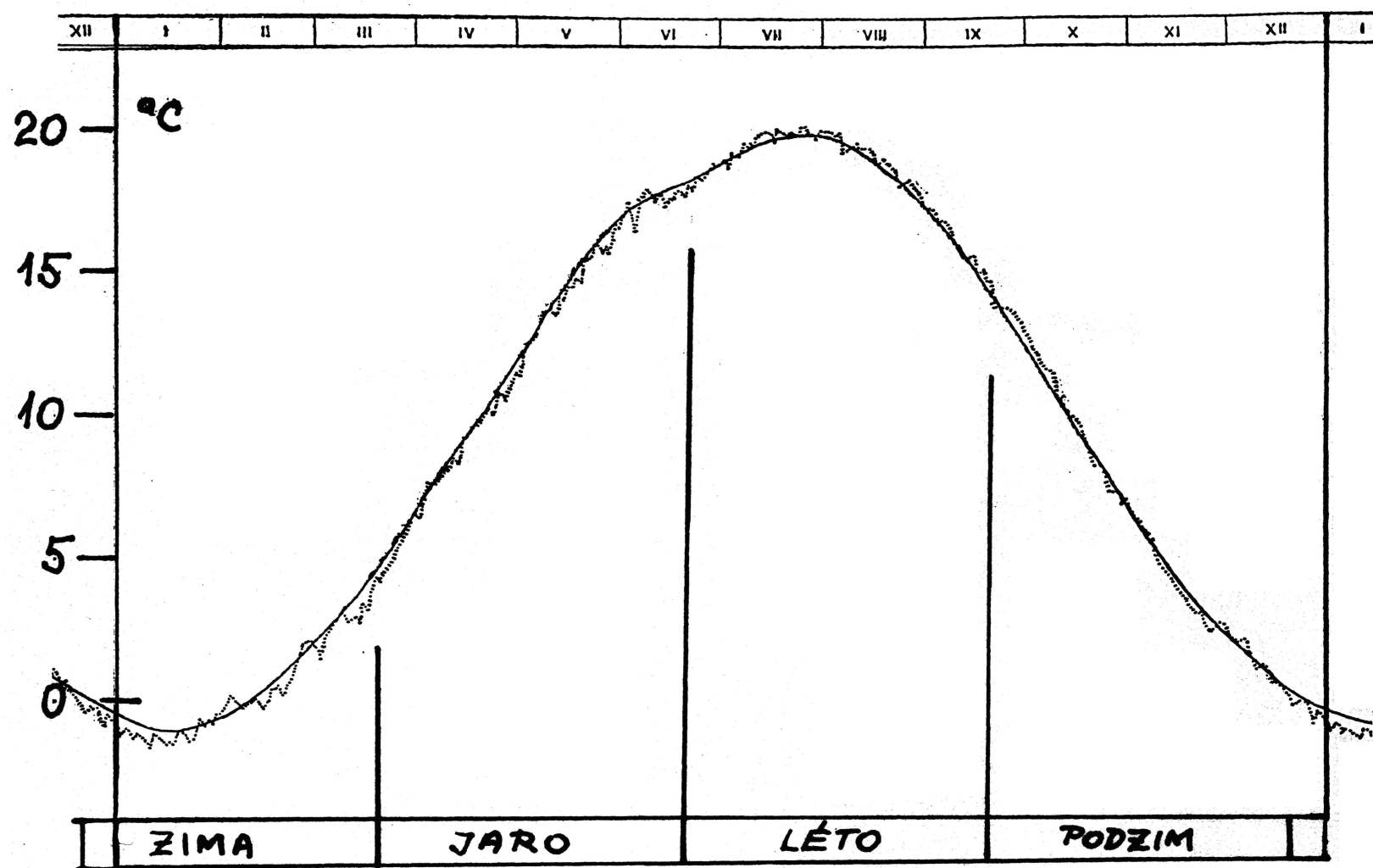


Ekologie živočichů, téma 3

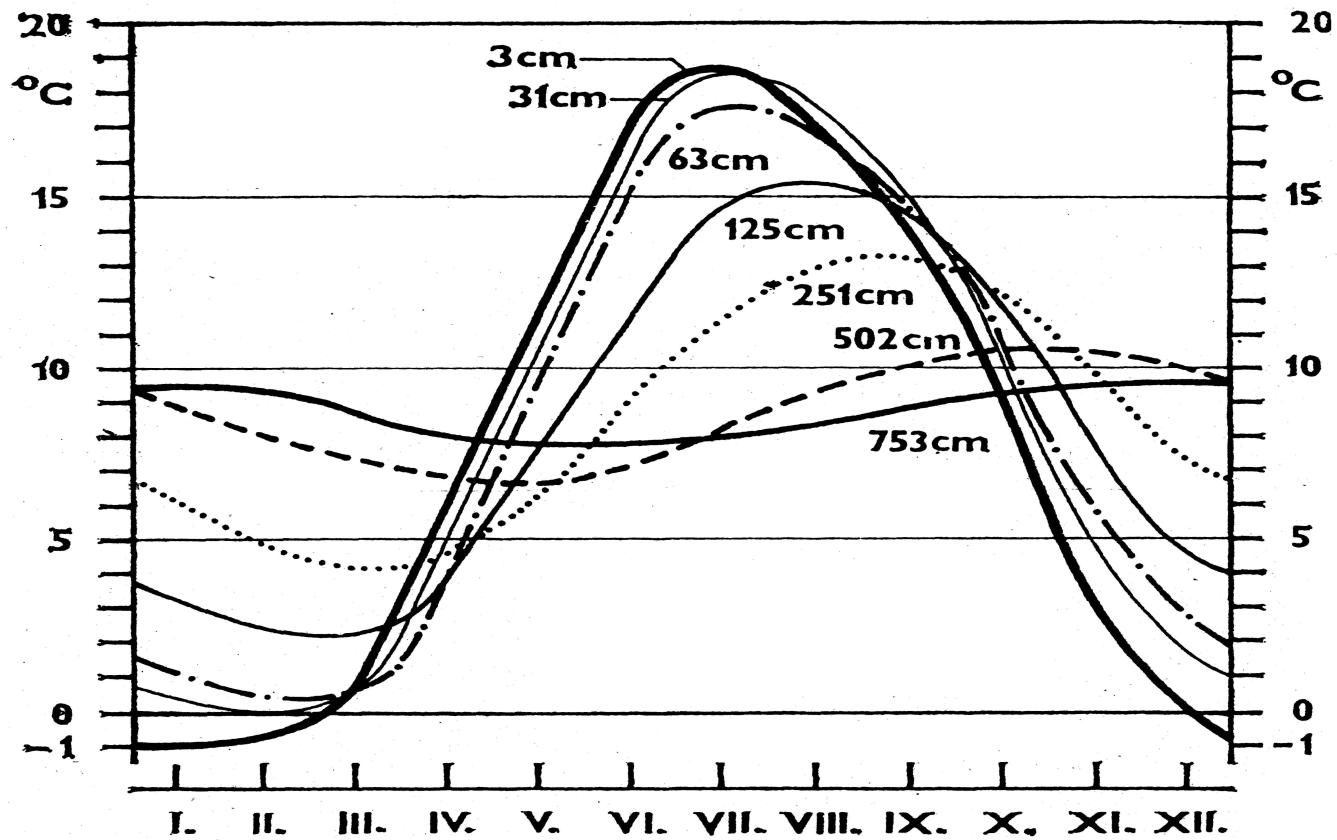
Abiotické faktory: teplota

Teplota ovzduší, Praha, průměr dvou století



Roční průběh teploty v půdě

teplota, hloubka



Teplota ovlivňuje :

- přežití
- reprodukci
- vývoj mláďat
- kompetici s jinými druhy

podstatná je životní fáze
nejcitlivější na teplotu

Musca domestica,
stav při různých teplotách :

- 5 °C	po 40 minutách mrtvá
+ 6,0 °C	tuhne
+ 6,7 °C	právě schopna pohybu
+ 10,8 °C	slabý pohyb
+ 15 až 23 °C	normální aktivita
+ 28 až 35 °C	rychlé pohyby
+ 40 °C	nadbytečná aktivita
+ 44,6 °C	tuhne
+ 46,5 °C	letální teplota

Přívod do a odvod tepla z organismů:

Příjem tepla :

insolace - teplo z ozáření slunečními
paprsky

konvekce, kondukce

Únik tepla :

vyzařování do okolí

vypařování vody z organismu, dýchání

Organismy podle šíře teplotní ekologické valence :

(terminologie:)

malá tolerance, úzká teplotní valence -

- stenotermní organismy :

psychofilní = oligostenotermní

na sněhu a ledu : kryobionti

termofilní = polystenotermní

široká teplotní valence -

- eurytermní

Typy organismů podle schopnosti regulace tělesné teploty:

- exotermní :
 - teplota těla závislá na teplotě okolí
- endotermní :
 - schopnost regulace teploty těla v úzkém rozmezí
- heterotermní :
 - schopnost regulace teploty těla je různě uplatňována v čase

ektotermní, exotermní organismy :

= poikilotermní, 98 až 99 % organismů
(rostliny), bezobratlí, ryby, obojživelníci,
plazi

- závislí na teple zvenčí
- v určitém rozmezí tolerují změnu vnitřní tělní teploty
- občasné vybočení z extrémů: buď včasný únik nebo vyhynutí místní populace

hmyz :

- optimum kolem 26 °C
- běžná aktivita od 15 °C
- smrt horkem 48 až 52 °C
- kritická dolní teplota – dána tvorbou krystalků ledu ve tkáních :
 - larvy chrousta (v půdě) - 4 °C
 - housenky motýlů až - 40 °C

endotermní organismy :

- homoiotermní, cca 20 000 druhů (více ?)
 - savci a ptáci
- schopni regulace teploty těla v jistém (úzkém) rozmezí – někdy ± 1 °C, jindy až v rozmezí 10 °C
- většina savců 36 - 37 °C, většina ptáků 39 - 40 °C (myš 38 °C, *Branta* 42,7 °C)
- energeticky velmi náročné – 70 až 90 % energie z metabolismu

endotermní organismy :

termoregulace zvýšením metabolismu:

- mirikina: dolní kritická teplota + 26 °C, v noci při poklesu okolní teploty o 10 °C se metabolismus zdvojnásobí
- arktická zemní veverka *Citellus undulatus*: zdvojnásobí metabolismus při – 20 °C
- polární liška (pesec) aktivní při – 40 °C, zvýší metabolismus o polovinu při - 70 °C

Časově omezená schopnost regulace:

V jaké teplotě vydrží regulovat tělesnou teplotu po dobu alespoň 1 hodiny:

člověk	- 1 °C
potkan	- 25 °C
vrabec domácí	- 30 °C
kur domácí	- 50 °C
liška polární	- 80 °C
kachna divoká	- 100 °C

endotermní organismy :

- tvorba tepla – termogeneze:
 - 1) svalový třes
 - 2) netřesová chemická termogeneze
 - 3) pracovní aktivita svalů
- výdaje nutno omezit:
 - proti ztrátám se brání pokryvem těla, vrstvou tuku pod kůží
 - proti přehřátí: odpar, změna denní aktivity, volba mikrobiotopu

cyklotermní živočichové :

= exotermní, s tělní teplotou \pm shodnou s teplotou prostředí, ale :

upravují tělní teplotu při poklesu teploty okolí pod 10 °C nebo vzestupu nad 30 °C

- snižují tělní teplotu odpařováním
- zvyšují tělní teplotu aktivním pohybem :
tuňák plováním docílí tělní teploty o 10 °C vyšší než má okolní mořská voda

heterotermní živočichové :

- živočichové homoiotermní, ale :
 - v období snížené aktivity a chladu v okolním prostředí snižují teplotu těla částečně nebo až na hodnoty jen o málo vyšší než teplota okolí
 - strnulost těla – krátkodobá, část z 24 hod.
 - dlouhodobá, zimní období, hibernace
- letouni, hmyzožravci, aj.

místní heterotermie :

různá tělní teplota v různých částech těla:

- aktivní části těla mají vyšší teplotu

čmeláci, motýli: létací svaly 30 – 40 °C, teplo zůstává v hrudi

- nebo teplota „ztrátových“ částí není regulována

hmyz, ryby, želvy, vodní ptáci, lenochodi, kytovci, mláďata savců, australští domorodci

místní heterotermie :

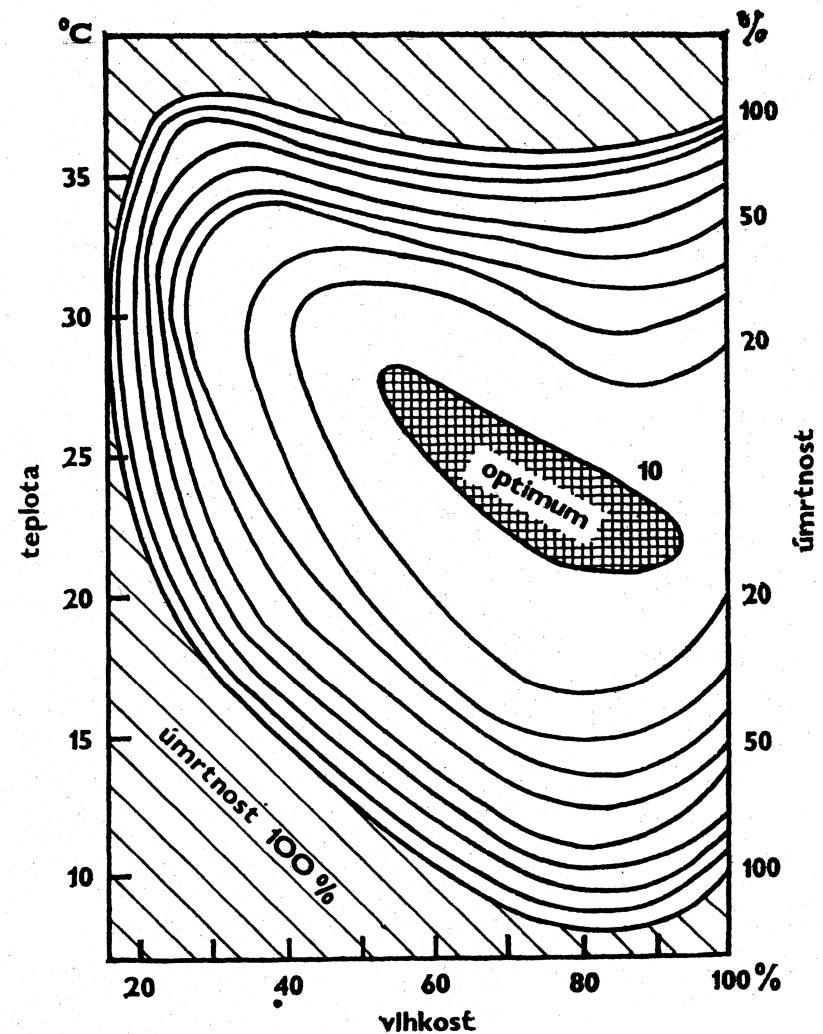
- protiproudání výměna tepla :
při dodávce tepla do tělních extremít =
žilná krev vracející se do trupu se ohřívá
od krve proudící v souběžné tepně
tučňáci
kachny na ledě: nervové axony (táž
buňka) vedou ze 2 °C do 39 °C (u jiných
živočichů: rozdíl 10 – 15 °C blokuje transmisi
signálu, zcela selhává při rozdílu 25 °C)

temporální heterotermie (adaptivní):

- extrémně aktivní živočichové v době nízké aktivity (např. v noci):
 - kolibříci, letouni
- většina hibernujících (aestivujících) savců = adaptivní hypotermie, různé typy :
 - mělká, rozdíl cca 10 °C, koordinované pohyby
 - hluboká, torpor a snížení metabolismu včetně tepu, teplota až jen 1 °C nad teplotou okolí

Kombinace vlivu teploty a dalšího faktoru : teplota x vlhkost

- tolerance k teplotě a vlhkosti (% úmrtnosti) u obaleče jablečného, (dle Shelforda, 1929)



Vztah mezi **délkou doby** fyziologického děje, životní fáze, apod., a **teplotou** :

- Bělehrádka rovnice :
- D čas, doba embryonálního vývoje apod.
- t teplota
- a, b, c .. konstanty
- b nejnižší teplota, za které děj ještě probíhá

$$D = a(t - b)^{-c}$$

Rychlost reakcí a teplota :

- van't Hoffovo pravidlo:
 - poměr rychlostí fyziologických dějů za dvou teplot lišících se o 10 °C se blíží číslu 2
 - platí jen přibližně

$$Q_{10} = \frac{K_{t+10}}{K_t} \approx 2$$

Teplota a trvání děje :

- **suma efektivních teplot** – jako konstantní hodnota C
- d čas
- t teplota
- konst. = t_0 nejnižší teplota, při které vývoj probíhá

$$C = (t - konst.) \cdot d$$

Vztah délky generační doby a hmotnosti těla dospělé planktonních korýšů

- Gillooly, 2000, J. Plankton Res.
- BM.... adult body mass
- GT..... generační doba (embryonální +
postembryonální vývoj), [$^{\circ}C \cdot d$] d dní

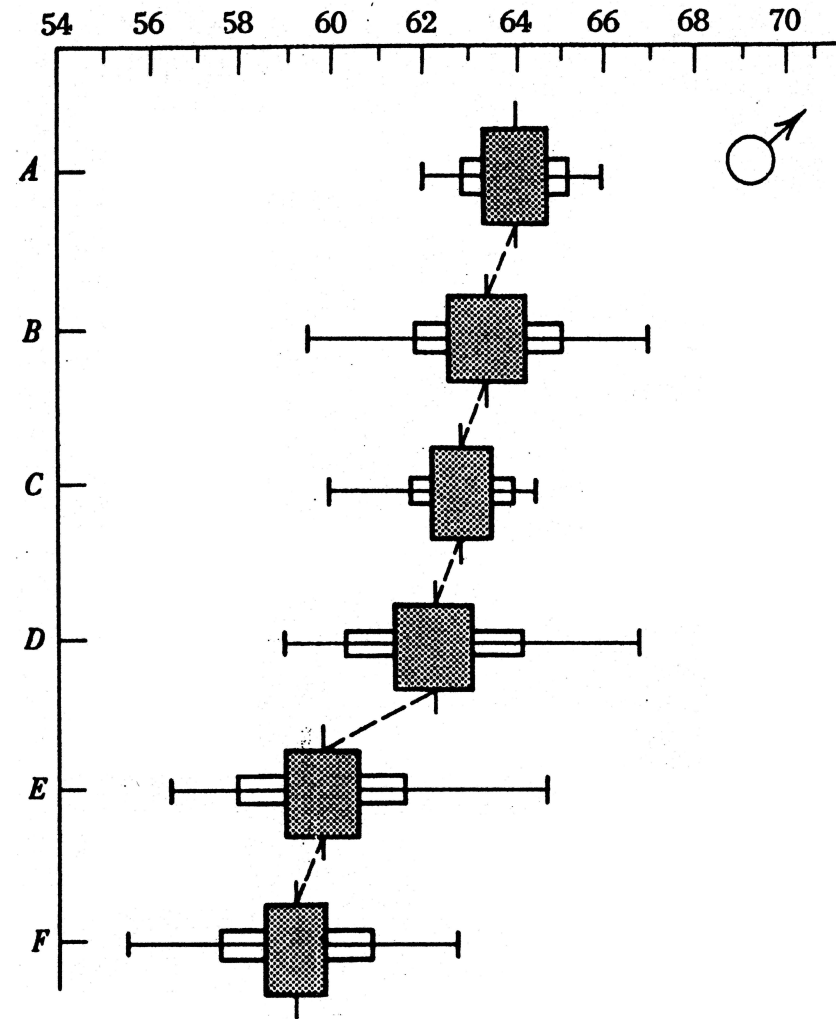
$$\mathbf{GT = 184 \cdot BM^{0,21}}$$

Ekologická pravidla – teplota :

- **Bergmanovo p.** → homoioth. i exoth.
 - **s klesající teplotou (místa výskytu) roste velikost živočichů**
 - tvorba tepla v těle roste s růstem hmotnosti (= objemu), ztráty tepla rostou s růstem povrchu těla

Bergmanovo pravidlo :

- Délka křídla samců
v populacích sýkory
Parus carolinensis
ve státech
východního pobřeží
USA od severu k jihu



Ekologická pravidla – teplota :

- **Allenovo p.** → homoiothermní
 - **s rostoucí teplotou se prodlužují extremity (výrůstky) těla**
 - ztráty tepla z těla jsou větší, jestliže má tělo velké vyčnívající okrajové části

Allenovo pravidlo: délka uší u r. *Lepus*

Ekologická pravidla

- teplota, vlhkost :

- **Glogerovo p.** → homoiothermní
 - v teplejším a vlhčím klimatu jsou živočichové tmavší
- **Jordanovo p.** → ryby
 - v teplejších vodách nižší počet počítatelných (meristických) znaků, např. obratlů