7/12
Teplota pokračování

Teplota půdy

- Povrch půdy
- Hlubších vrstev půdy

Teplotu povrchu půdy ovlivňuje:

1) roční období
2) zeměpisná šířka
3) oblačnost
4) vlhkost půdy
5) barva půdy
6) expozice svahu
7) vegetační pokryv
8) sníh

Denní chod:

maximum 1300

minimum: před východem slunce

Teplota hlubších vrstev půdy

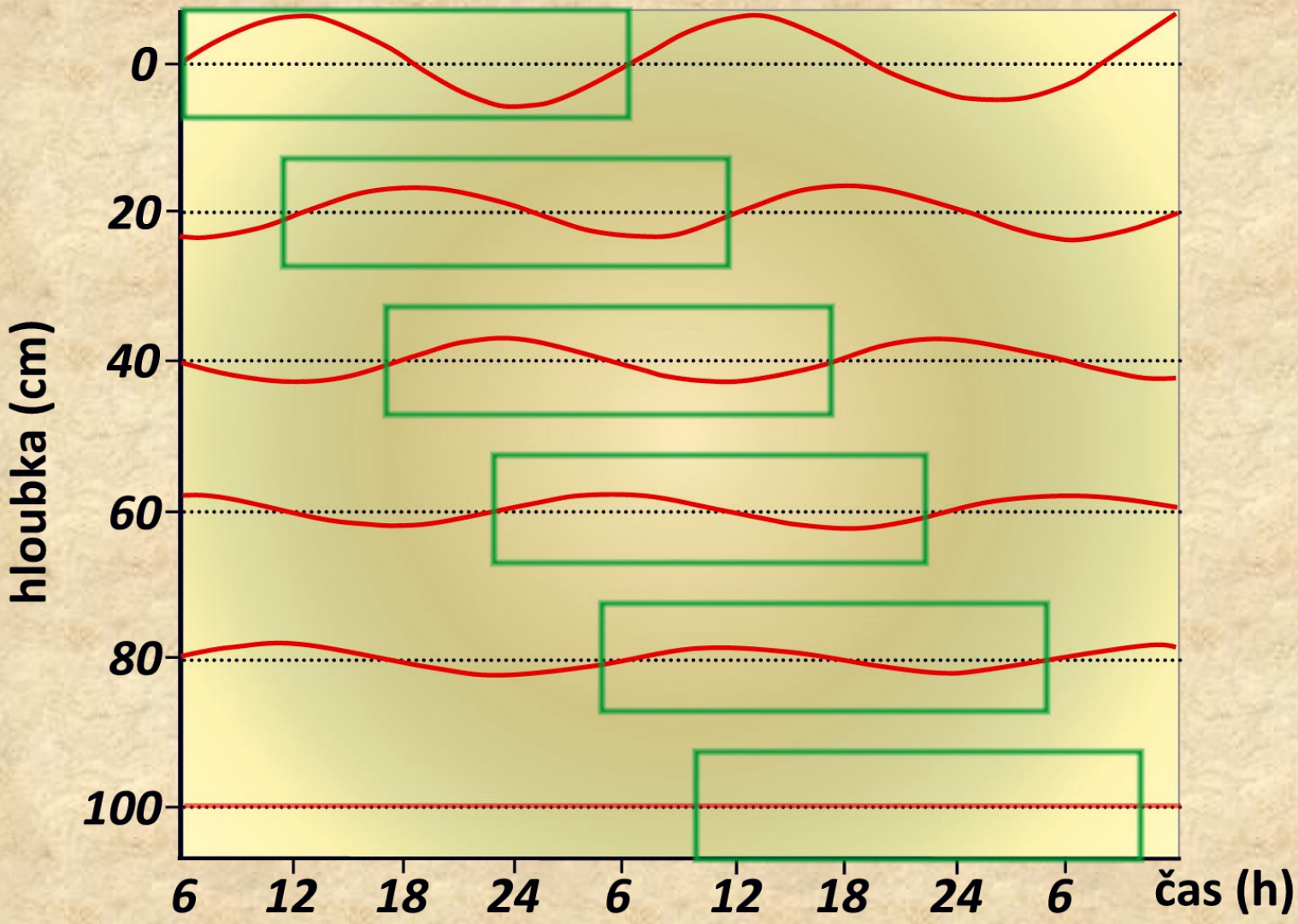
Pro šíření tepla v půdě platí určité zákony J.B.J.FOURIERA (1768-1830) za předpokladu vyloučení horizontálního vedení tepla

- 1) Perioda výkyvů teploty je ve všech hloubkách stejná (ať už bereme periodu denní 24 hod nebo roční 365 dnů)

- 2) Amplituda teplotních výkyvů se s hloubkou snižuje **(průměrně se zmenší amplituda s hloubkou na polovinu na každých 12 cm).**

- 3) Čas nástupu maxim a minim se s hloubkou opožďuje (v průměru na každých **10 cm asi o tři hodiny)**.

Fourierovy zákony

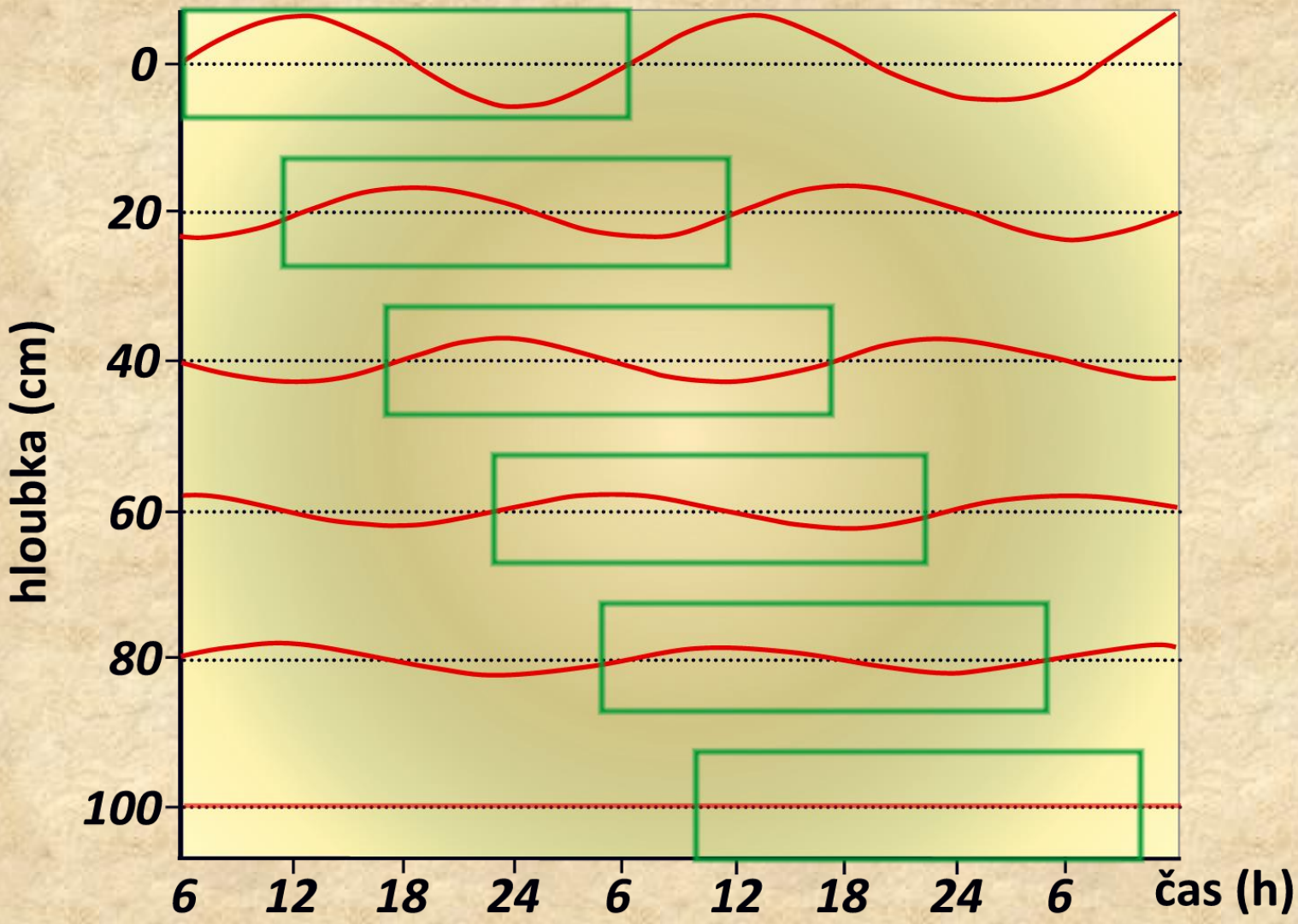


Teplota hlubších vrstev půdy

Pro šíření tepla v půdě platí určité zákony J.B.J.FOURIERA (1768-1830) za předpokladu vyloučení horizontálního vedení tepla

- 1) Perioda výkyvů teploty je ve všech hloubkách stejná (ať už bereme periodu denní 24 hod nebo roční 365 dnů)

Fourierovy zákony

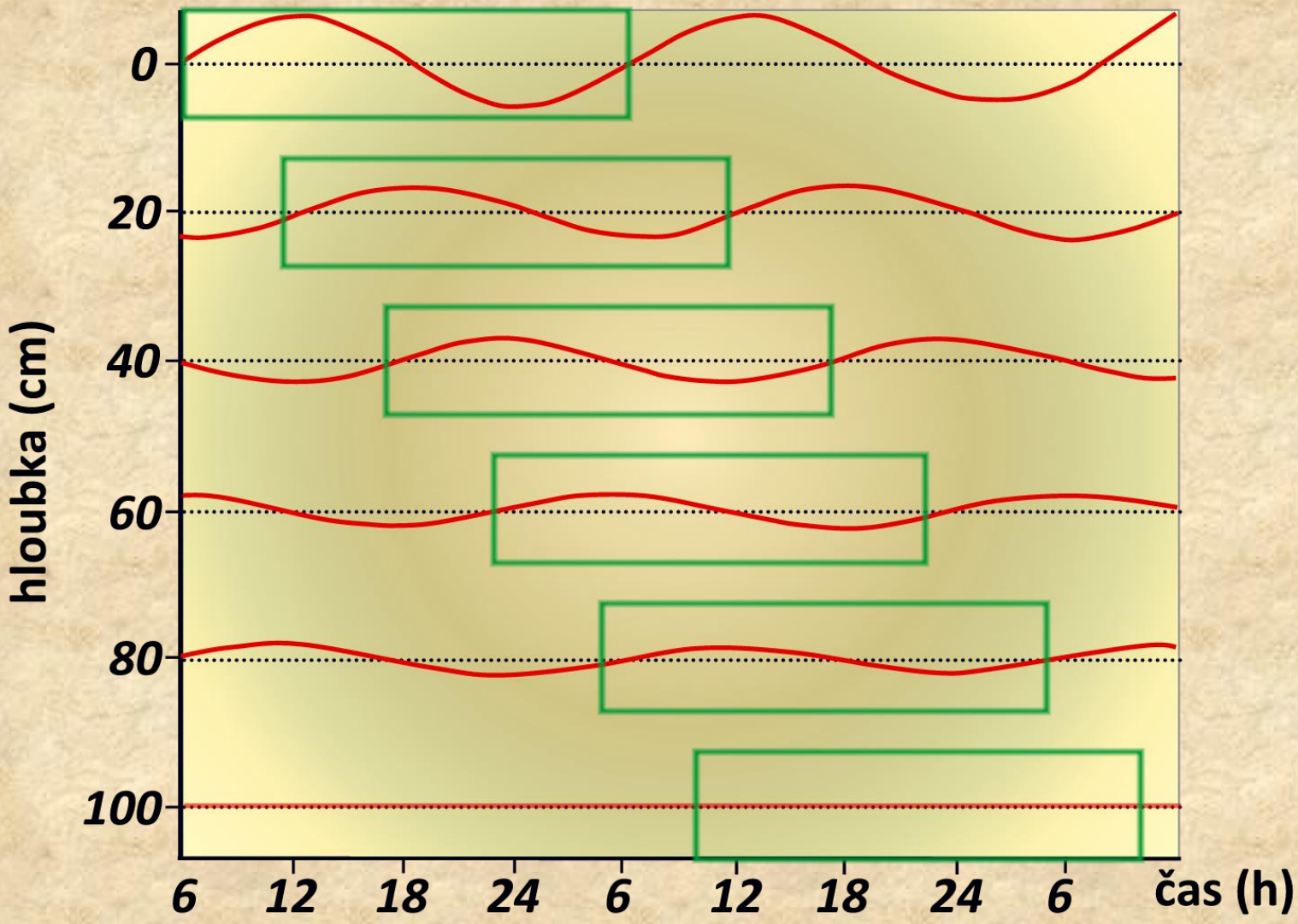


Teplota hlubších vrstev půdy

Pro šíření tepla v půdě platí určité zákony J.B.J.FOURIERA (1768-1830) za předpokladu vyloučení horizontálního vedení tepla

- 2) Amplituda teplotních výkyvů se s hloubkou snižuje **(průměrně se zmenší amplituda s hloubkou na polovinu na každých 12 cm).**

Fourierovy zákony

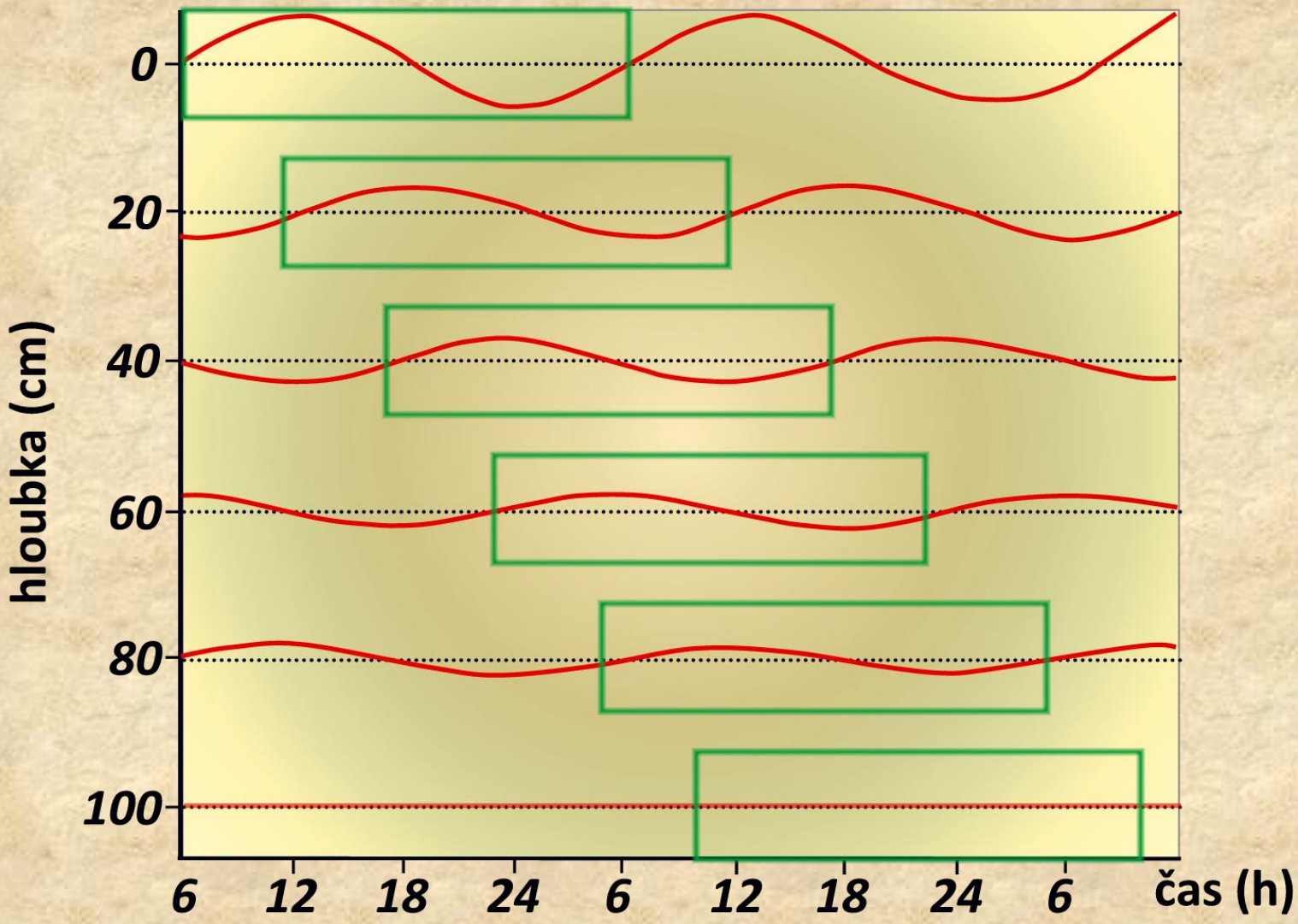


Teplota hlubších vrstev půdy

Pro šíření tepla v půdě platí určité zákony J.B.J.FOURIERA (1768-1830) za předpokladu vyloučení horizontálního vedení tepla

- 3) Čas nástupu maxim a minim se s hloubkou opožďuje (v průměru na každých **10 cm asi o tři hodiny)**.

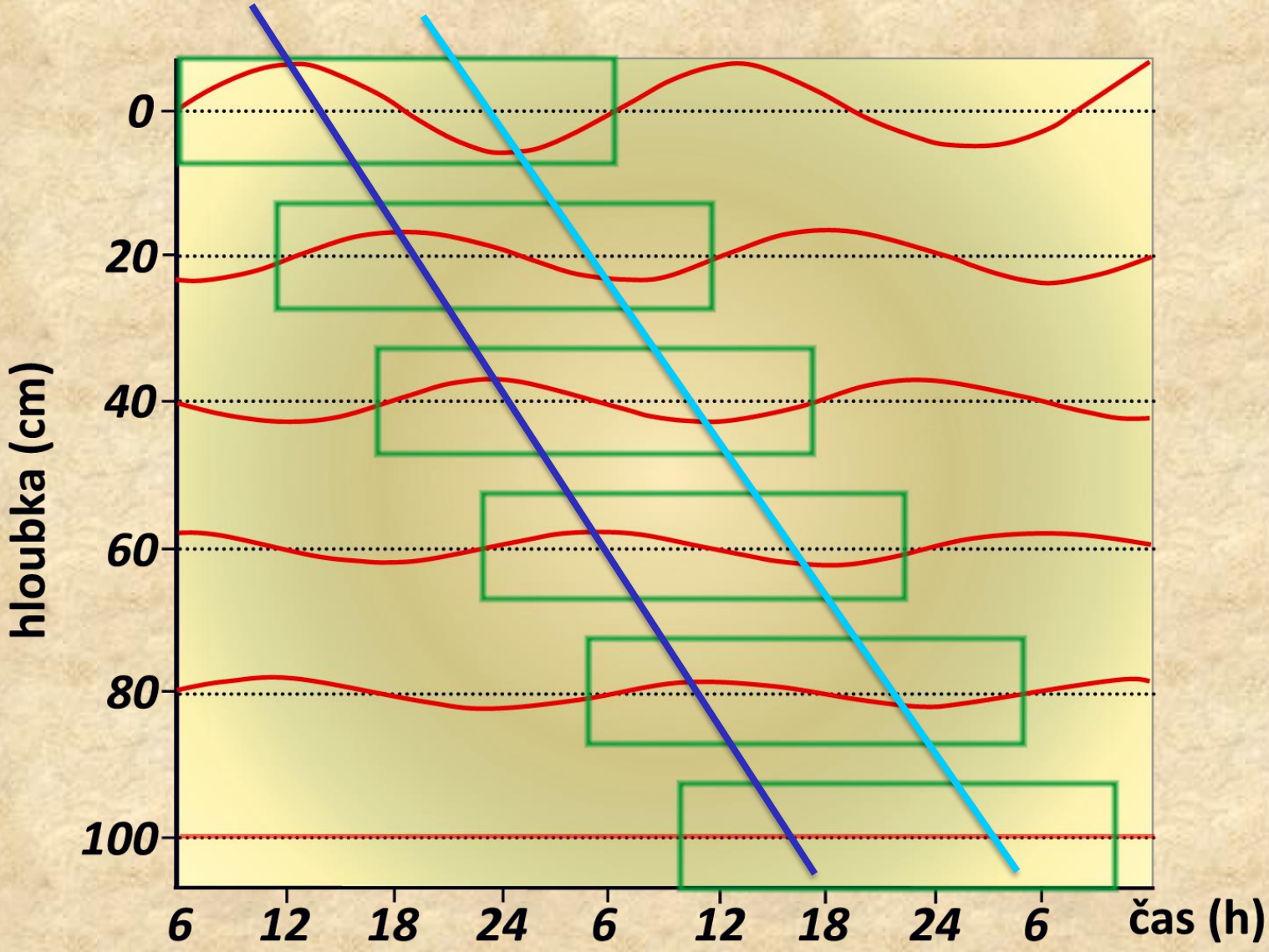
Fourierovy zákony



Promrznutí půdy

- **Polopromrzlá půda** - rozlišujeme dvě stádia voda - led je v půdě v rovnováze (polopromrzlá půda)
- **Plně zmrzlá půda** - dochází ke zvětšení objemu půdy v důsledku vzniku ledových krystalů.
- **Holomráz -** je to pokles teploty pod 0 °C bez sněhové pokrývky.
- **Nezámrzná hloubka** - 1.2 m; potrubí norma 1.5 m. „studená" zima 0.40 -0.50 m max. při holomrazech do 0.80 m.

Fourierovy zákony

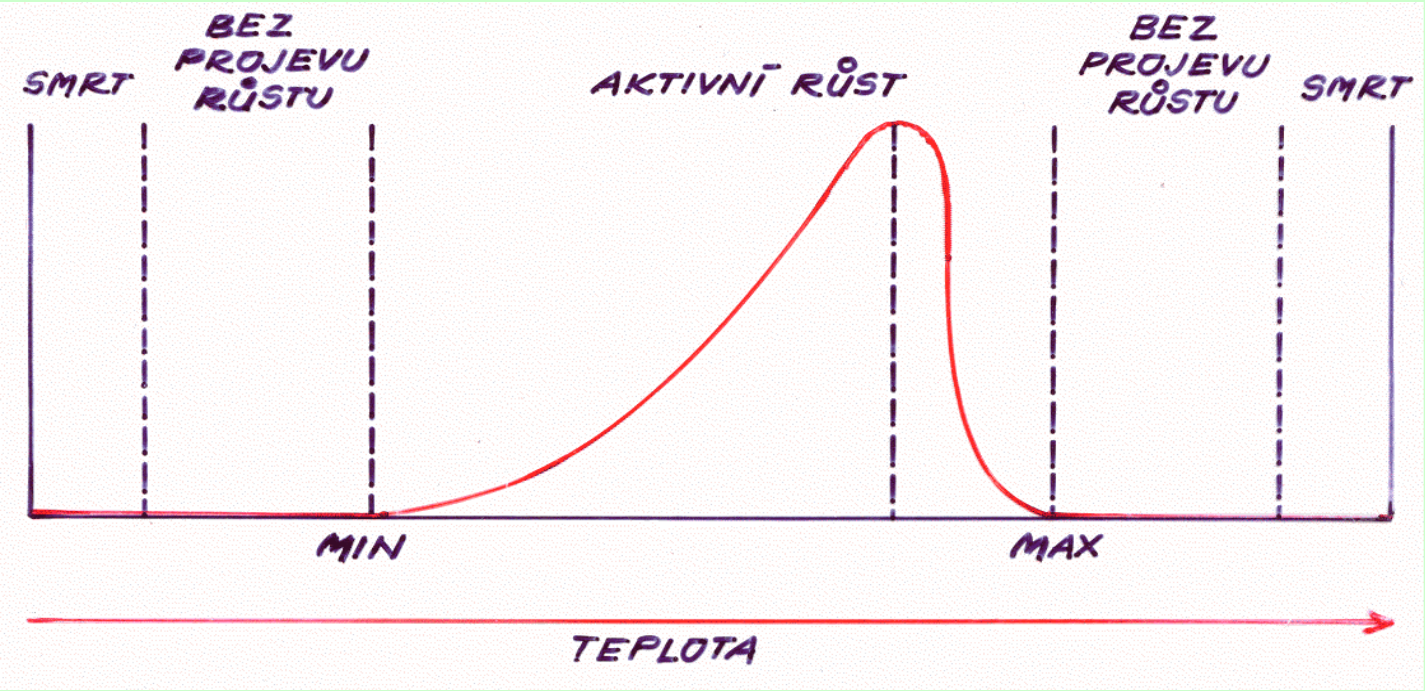


Promrznutí půdy

- **Polopromrzlá půda** - rozlišujeme dvě stádia voda - led je v půdě v rovnováze (polopromrzlá půda)
- **Plně zmrzlá půda** - dochází ke zvětšení objemu půdy v důsledku vzniku ledových krystalů.
- **Holomraz -** je to pokles teploty pod 0 °C bez sněhové pokrývky.
- **Nezámrzná hloubka** - 1.2 m; potrubí norma 1.5 m. „studená" zima 0.40 -0.50 m max. při holomrazech do 0.80 m.

Teplota vzduchu a rostliny i trošku živočichové

Vztah teploty a životních procesů rostlin



Kardinální teploty

a) **minimum pro klíčení** – teplota půdy

b) **začátek růstu** – průměrná denní teplota vzduchu

c) **zimní odolnost** – minimální teplota vzduchu

d) **odolnost proti jarním mrazíkům** - minimální teplota vzduchu

e) **odolnost proti přehřátí** – maximální teplota vzduchu

a) minimum pro klíčení

teplota půdy **!**

- činnost mikroedafonu je zahájena nad 5 °C
- plně probíhá až po 8-10 °C

Minimum pro klíčení - příklady

Minimální, maximální a optimální teploty půdy pro klíčení různých kulturních rostlin (°C)

		MIN	OPT	MAX
žito	*Secale cereale*	1 – 2	25 – 30	30 - 37
cibule	*Allium cepa*	1 – 2	15	30
hrách	*Pisum sativum*	2 – 3	25 – 30	30 – 32
bob	*Vicia faba*	2 – 3	20 – 25	30 – 35
řepka	*Brassica napus*	2 – 3	20 – 30	30 – 35
len	*Linum usitatissimum*	2 – 3	25 – 30	37 – 44
konopí	*Cannabis sativa*	2 – 3	25 – 28	30 – 35
jetel	*Trifolium pratense*	2 – 3	31 – 37	37 – 44
ječmen	*Hordeum vulgare*	2 – 4	20 – 25	30 – 37
salát	*Lactuca sativa*	2 – 4	15	25
oves	*Avena sativa*	3 – 5	25 – 30	30 – 37
mrkev	*Daucus carota*	4 – 5	22	30
řepa	*Beta vulgaris*	6 – 8	20 – 25	35
kukuřice	*Zea mays*	8 – 10	32 – 35	44 – 50
brambory	*Solanum tuberosum*	8 – 10	19 – 24	30 – 35
rýže	*Oryza sativa*	10 – 12	30 – 37	40 – 42
tabák	*Nicotiana tabacum*	13 – 14	28	35
okurek	*Cucumis sativus*	16 – 19	31 – 37	44 – 50
meloun	*Cucumis melo*	16 – 19	30 – 40	45 - 50

Kardinální teploty

a) **minimum pro klíčení** – teplota půdy

b) **začátek růstu** – průměrná denní teplota vzduchu

c) **zimní odolnost** – minimální teplota vzduchu

d) **odolnost proti jarním mrazíkům** - minimální teplota vzduchu

e) **odolnost proti přehřátí** – maximální teplota vzduchu

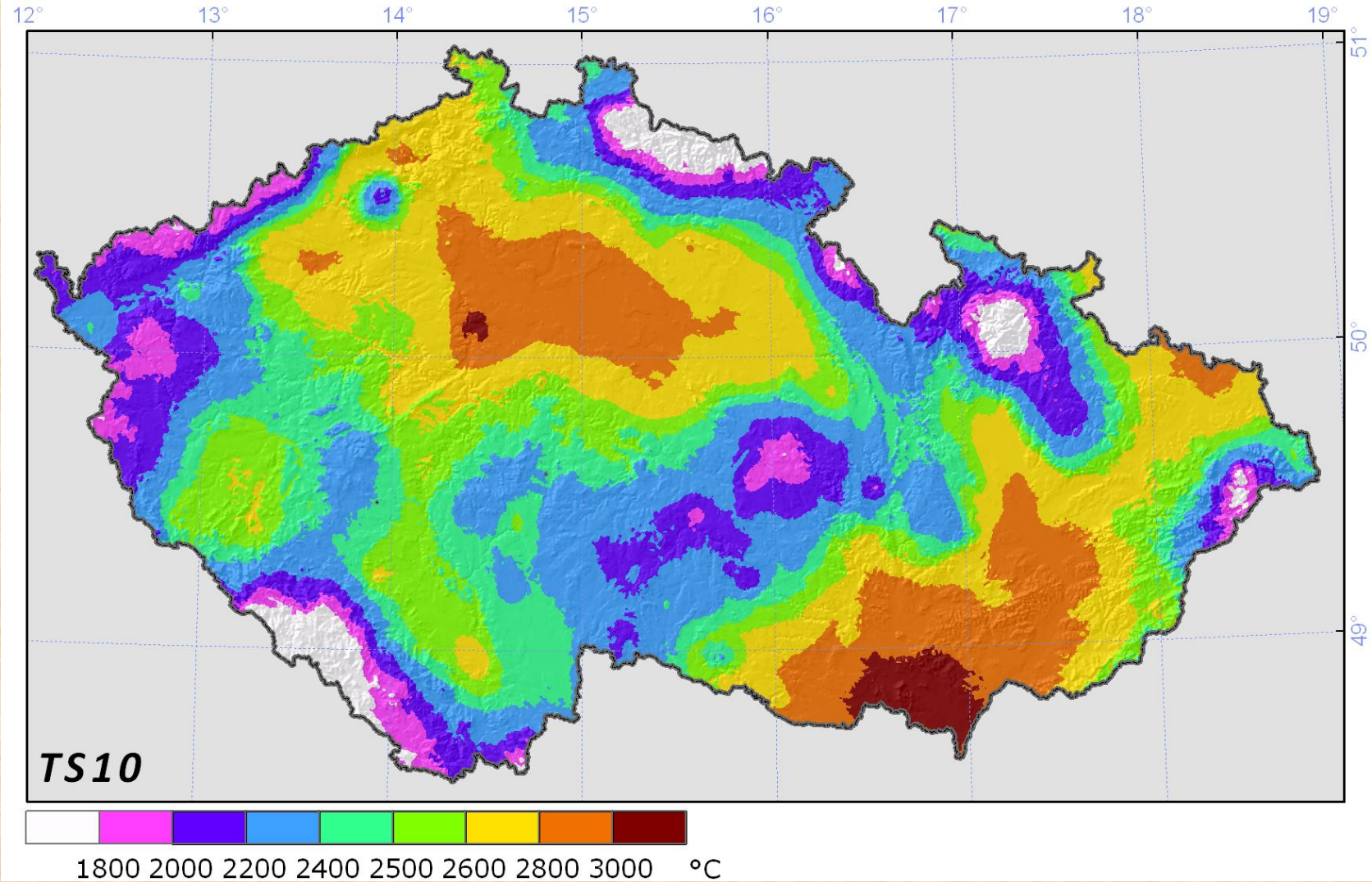
b) začátek růstu

- **Biologická nula** BN
  průměrná denní teplota - kdy fotosyntéza převýší dýchání
- **Aktivní teplota** AT (ST)
- **Efektivní teplota** ET = AT – BN

! Teplotami rozumíme průměrné denní teploty !

SAT = suma AT, SEF = suma ET

Hodnoty TS10 (SAT)



TS10 nebo SAT (10°C) a odrůdy

- Čabaňská perla u nás nejranější odrůda, potřebuje k dozrání TS10 = SAT 2000 °C.
- Chrupka bílá i červená potřebuje k dozrání TS 10 = SAT 2500 °C.
- Ryzlink rýnský i vlašský potřebuje stejně jako Frankovka TS10 = SAT 2900 °C.
- Cabernet Sauvignon TS10 = SAT 3100 - 3300 °C

Čím dříve suma nastane
tím dříve réva dozraje. Proč?
Teplota ovlivňuje dělení buněk!

Začátek růstu - příklady

ZÁVISLOST ZAČÁTKU RŮSTU KULTURNÍCH PLODIN NA TEPLOTĚ (začátek růstu definován jako čistý zisk biomasy)

Teplota	Druhy
4 – 6 °C	ozimé obilniny, řepka, hořčice, len, vikev, bob, hrách, mrkev
6 – 8 °C	jarní obilniny, konopí, čočka, lupina, cukrovka, slunečnice, **mák**
8 – 10 °C	brambory, sója, luskoviny
12 – 15 °C	**mák**, proso
> 15°C	tabák, tykev

Vitis vinifera: 10 °C
Různé odrůdy: 8,5-13,5 °C
Např. Vitis amurensis (Asie) 5 °C

Kardinální teploty

a) **minimum pro klíčení** – teplota půdy

b) **začátek růstu** – průměrná denní teplota vzduchu

c) **zimní odolnost** – minimální teplota vzduchu

d) **odolnost proti jarním mrazíkům** - minimální teplota vzduchu

e) **odolnost proti přehřátí** – maximální teplota vzduchu

c) zimní odolnost

AKLIMATIZACE x ADAPTACE

Aklimatizace je přizpůsobení jedince

- **přežití jednotlivce v extrémní zimě**
- **cílem je získání mrazuvzdornosti (otužování rostlin, srst u zvěře)**

Adaptace je přizpůsobení druhu (trvalé genetické změny)

– arktická vegetace, dřeviny vyšších nadm. výšek,

Živočichové – další slide

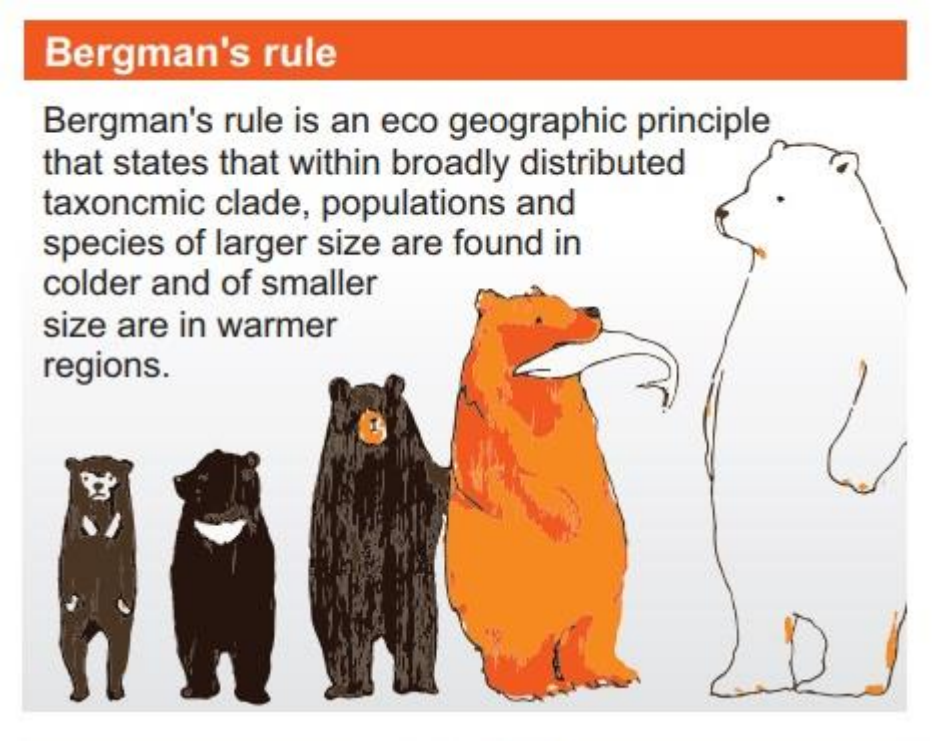
c) zimní odolnost

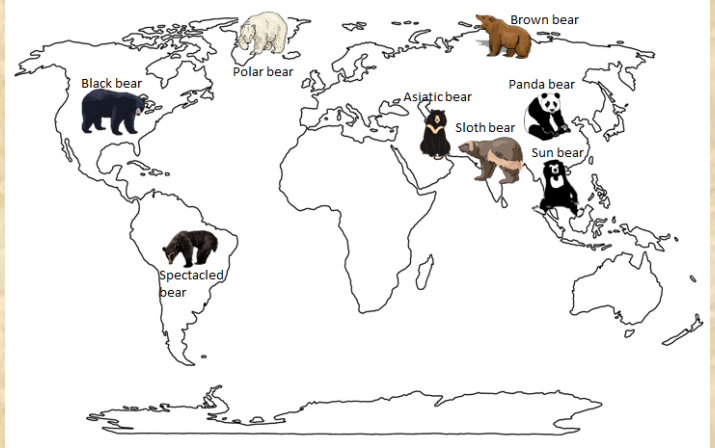
AKLIMATIZACE x ADAPTACE

Adaptace je přizpůsobení druhu (trvalé genetické změny)

- **Bergmanovo pravidlo (1847)** - teplokrevné druhy a poddruhy žijící v chladnějších oblastech jsou zpravidla větší a mohutnější než jejich příbuzní z nižších zeměpisných šířek.
- Důvodem rozdílu ve velikosti je poměr mezi objemem a povrchem těla. Větší živočich má menší poměr povrchu těla vůči objemu a tím menší tepelné ztráty na jednotku hmotnosti.
- **Allenovo pravidlo (1877) –** teplokrevní živočichové žijící ve vyšších zeměpisných šířkách mají menší tělní výběžky (zobáky, uši, ocasy) a končetiny než jejich příbuzní, se kterými se setkáváme blíže rovníku.
- Důvodem tohoto morfologického přizpůsobení je zřejmě zamezení ztrát tepla větším povrchem tělních výběžků v chladných oblastech a naopak rychlejší ochlazování krve u živočichů, žijících v oblastech horkých.

Bergmanovo pravidlo

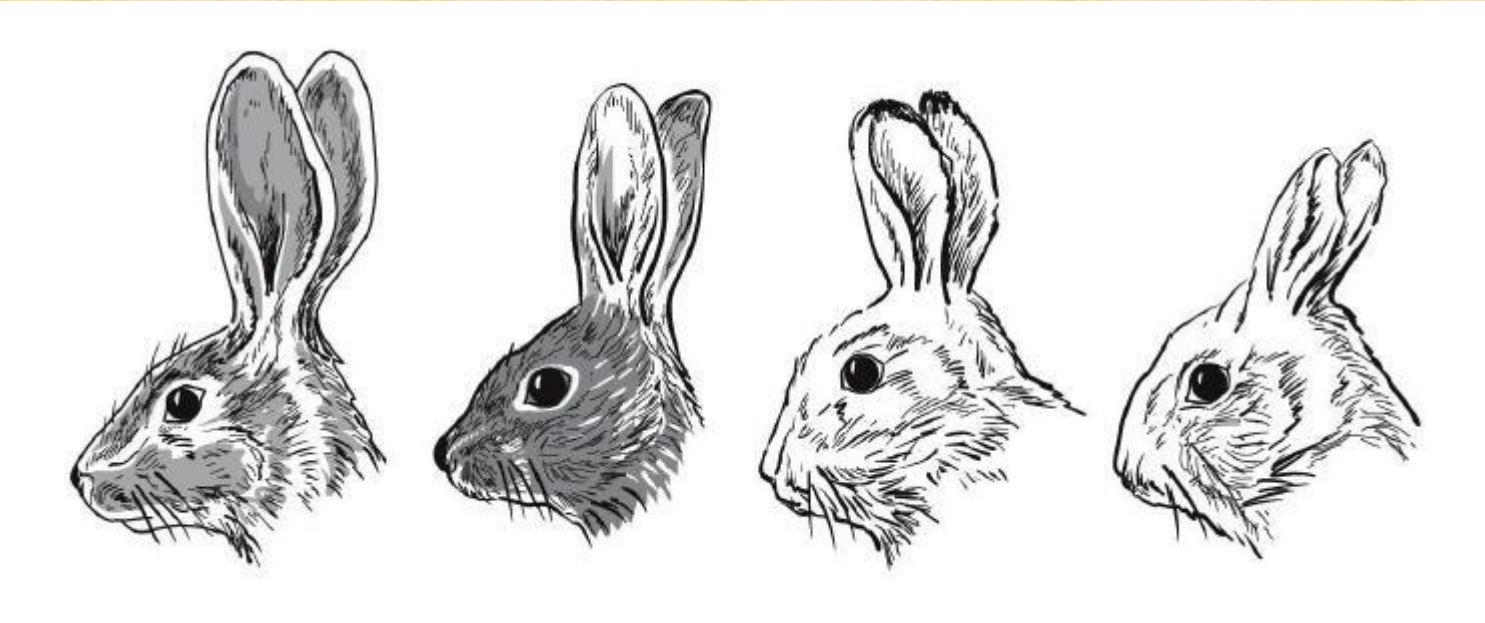




Výběžky – Allen (bílá barva)

Allenovo pravidlo

Zajíc = Lepus



pouštní teplé chladné arktické klima

Člověk? ..aneb proč se inuité neprosadí v basketbale?

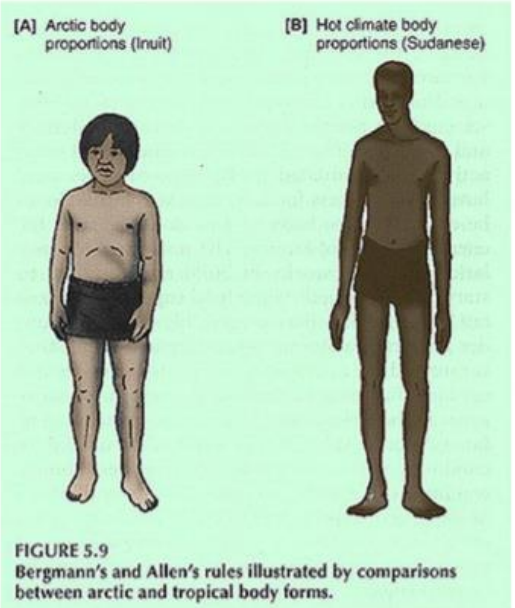


FIGURE 5.9
Bergmann's and Allen's rules illustrated by comparisons between arctic and tropical body forms.

V chladném prostředí je větší povrch, pomocí kterého uniká více tepla, nevýhodou. Proto je pro člověka (živočichy) v chladných oblastech nejlepší mít co nejmenší poměr povrchu k objemu.

V teplém prostředí je naopak prioritou zbavovat se přebytečného tepla, aby se živočich nepřehřál. Proto je pro něj lepší mít velký poměr povrchu k objemu.

Které tělo pomaleji prochladne? Které se rychleji ochladí?

c) zimní odolnost – aklimatizace (jedinec)

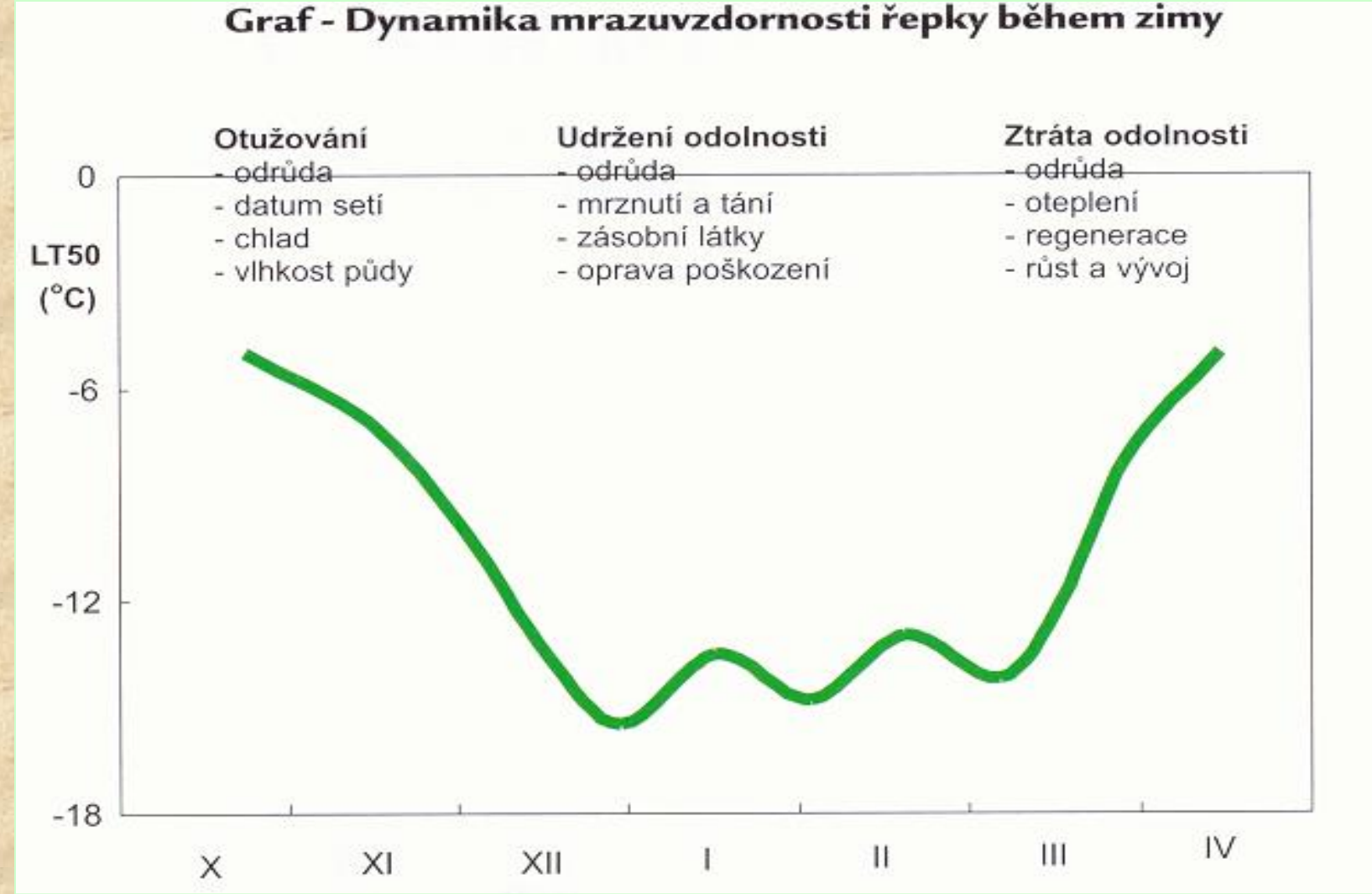
Mrazuvzdornost má tři fáze:

1. **podzimní otužování**:
   díky postupně se snižující teplotě a zkracujícímu se dni, tvorba sacharidů
2. **udržení odolnosti:**
3. **ztráta odolnosti:**
   s oteplováním v předjaří

- KT_{50} poškozeno 50% rostlin
- LT_{50} zničeno 50% rostlin

čím nižší tím lépe

Příklad mrazuvzdornosti (LT_{50})



Obilniny LT50 – letální teplota 50%

Největší odolnost mrazům (mrazuvzdornost) má

žito ozimé (-25 až -30 °C) – vyšší polohy

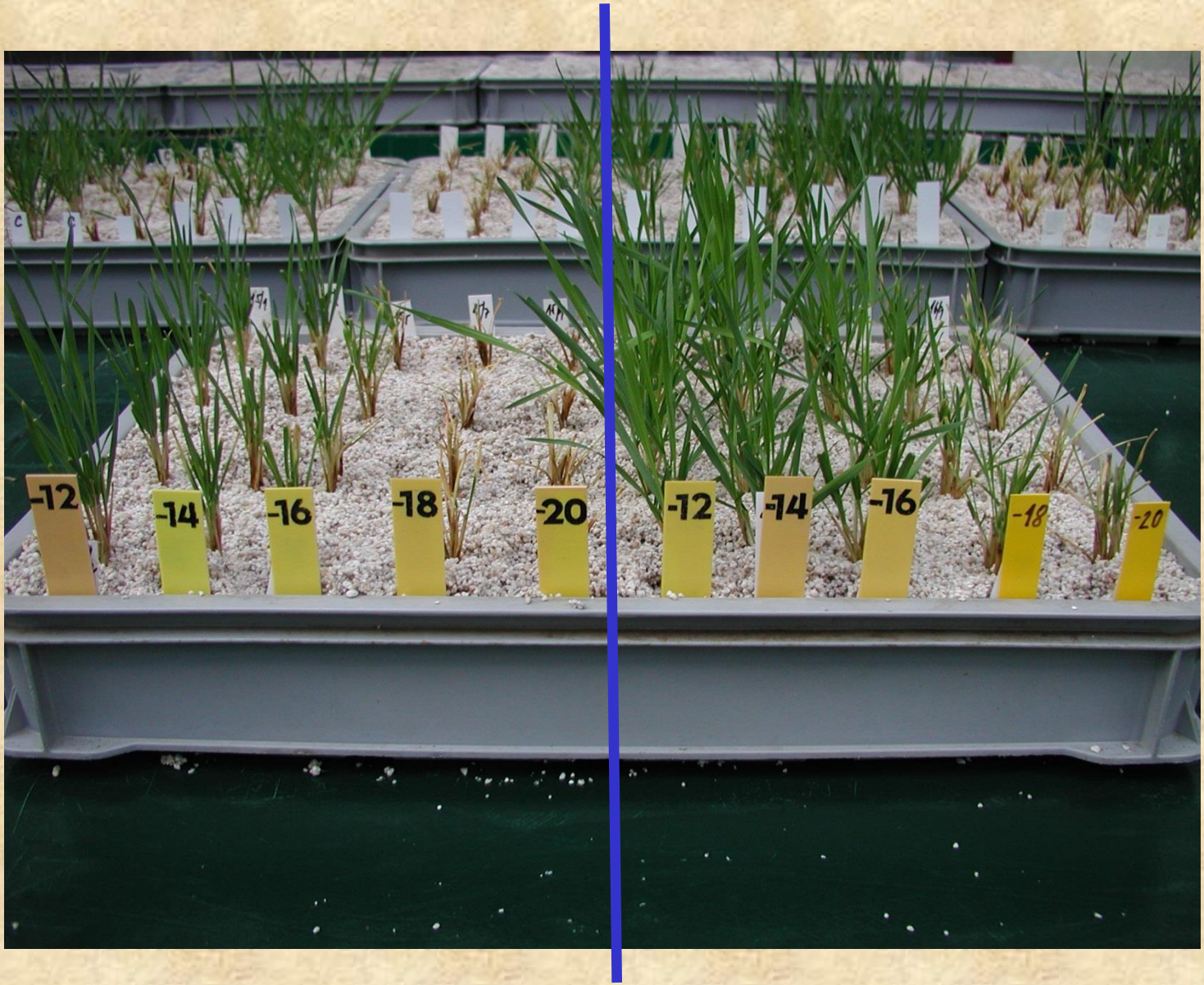
tritikale ozimé (až -20 °C)

pšenice ozimá (-15 až -20 °C)

řepka ozimá (-15 až -20 °C)

ječmen ozimý (-12 až -15 °C)

Pokus = Vymrzání pšenice (odrůdy, regenerace…)



Pole

Obr. 2 Odběr rostlin řepky pomocí kladiva a majzlíku při teplotě -14 °C za účelem testování životaschopnosti (Foto Spáčilová)

Repka ozimá (metodika Agrotest, fyto)

uhynulá

Obr. 5 Řez uhynulou rostlinou, horní část kořene i vegetační vrchol poškozen hnilobou

slabě regenerující

Obr. 6 Řez slabě regenerující rostlinou, vnitřní pletiva kořene jsou hnědá, větší přírůstek listů

silně regenerující

Obr.7 Řez lépe regenerující rostlinou, pletiva kořene jsou jen mírně nahnědlá, část vzrostného vrcholu uhnilá, přírůstek listů větší

zdravá

Obr. 8 Řez zdravou rostlinou, pletiva jsou pevná a světlá

Vymrzlý porost řepky

Vymrzlý porost pšenice

c) Zimní odolnost – příklady (ovocné dřeviny)

Jabloň	-30-40
Hrušeň	-18-20
Broskev	-20-25
Réva vinná	-15-25
kořeny	
všeobecně	-10-15
réva	- 8-10

Kmínky RR: -25°C

jednoleté dřevo -15°C-22°C

Stolní odrůdy:-15 °C

Vitis amurensis: -40 °C

c) Poškození mrazem

- **Kůra, borka** - mrazové trhliny, lišty, desky, mrazová kýla
  - Různá tepelná roztažnost pletiv
  - na osluněné jižní a jihozápadní straně stromů
  - vnější vrstvy pletiv více a vnitřní méně
  - hlavně u buku, dubu, jírovců, třešní, jabloně, hrušně, švestky a meruňky,
- **Listy (jehlice)**
  - **ochlazení cytoplasmy - klesá fotosyntéza, roste respirace, mění se propustnost membrán, vznik toxinů…**
  - **zmrznutí vody - ledové krystaly**

Mrazové trhliny

Mladé meruňky – odumírají +

ky

Kardinální teploty

a) **minimum pro klíčení** – teplota půdy

b) **začátek růstu** – průměrná denní teplota vzduchu

c) **zimní odolnost** – minimální teplota vzduchu

d) **odolnost proti jarním mrazíkům** - minimální teplota vzduchu

e) **odolnost proti přehřátí** – maximální teplota vzduchu

d) odolnost proti jarním mrazíkům

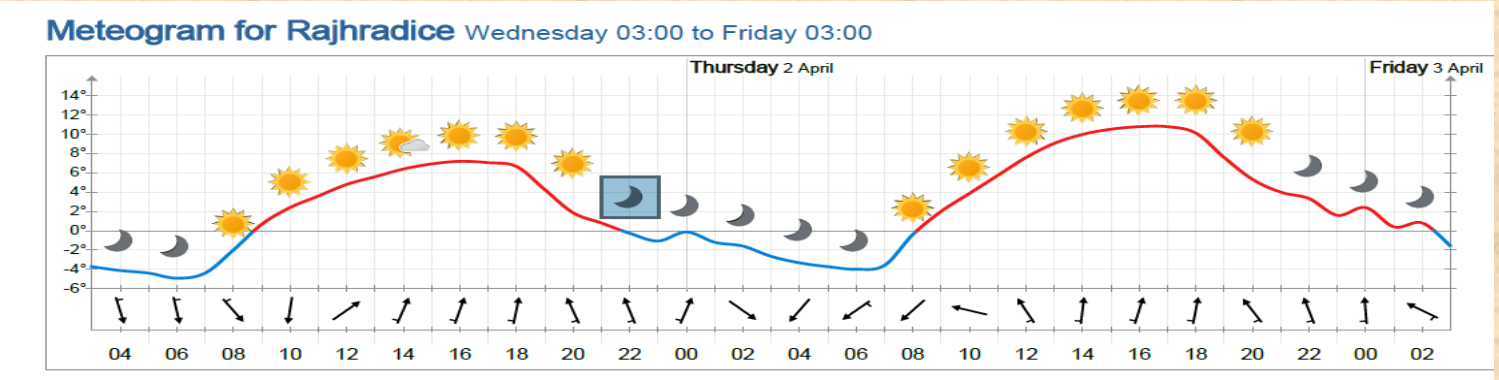
Rozlišujeme:

- poškození **chladem**
- poškození **mrazem**

Mrazíky:

- **radiační:**
  inverzní, jasná obloha, nízká vlhkost, bezvětří (dále: princip mrazové kotliny)
- **advekční:**
  přemístěním vzduchových hmot – studených, jsou podstatně silnější
- **radiačně – advekční:**
  kombinace

Jarní mrazík radiační



Jarní mrazík advekční

Odolnost v době růstu (LT 50) - příklady

ODOLNOST PROTI MRAZŮM (V DOBĚ RŮSTU)

PŠENICE	*Triticum sativum*	- 4,0°C
ŽITO	*Secale cereale*	- 4,0°C
OVES	*Avena sativa*	- 4,0°C
BRAMBORY	*Solanum tuberosum*	- 1,5 do + 1,7°C
KUKUŘICE	*Zea mays*	- 1,5 do + 1,7°C
SALÁT	*Lactuca sativa*	0,8 °C
RAJČATA	*Lycopersicon lycopersicum*	0,9 °C
ŠPENÁT	*Spinacia oleracea*	0,9 °C
CIBULE	*Allium cepa*	1,0 °C
OKUREK	*Cucumis sativus*	1,0 °C
TYKEV	*Cucurbita pepo*	1,0 °C
HRÁCH	*Pisum sativum*	1,1 °C
MRKEV	*Daucus carota*	1,3 °C
TABÁK	*Nicotiana tabacum*	1,5 °C
MELOUN	*Cucumis melo*	1,7 °C
CUKROVKA	*Beta vulgaris*	2,3 do 3,0 °C

Vinná réva

- Fenologická fáze: Začátek nalévání oček
- Popis: První zvětšení, barva hnědá
- Letální teplota (°C):

Zničeno

10%	50%	90%
-10,5	-13,9	-19

Vinná réva

- Fenologická fáze: Plné nalití
- Popis: Výrazné nalití, barva růžová
- Letální teplota (°C):

Zničeno oček

10%	50%	90%
-3,3	-6	-12,2

Vinná réva

- Fenologická fáze: Otvírání pupenů (oček)
- Popis: Objevení se špičky listu.
- Letální teplota (°C):

Zničeno oček

10%	50%	90%
-2,2	-3,8	-8,9

Vinná réva

- Fenologická fáze: První list
- Popis: List 90° od kmene
- Letální teplota (°C):

Zničeno oček

10%	50%	90%
-2,2	-2,7	-6,1

Vinná réva

- Fenologická fáze: Druhý list
- Popis: dva listy 90° od kmene
- Letální teplota (°C):

Zničeno oček

10%	50%	90%
-1,6	-2,2	-5,6

Vinná réva

- Fenologická fáze: Třetí list
- Popis: Tři listy 90° od kmene
- Letální teplota (°C):

Zničeno oček

10%	50%	90%
-2,2	-2,7	-3,3

Poškození mrazem

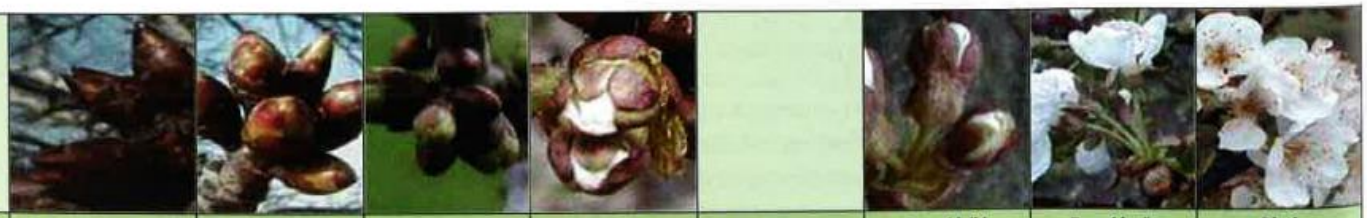
Sekundární očko poté co primární zmrzlo

Pozdní jarní mrazíky

Ovocné stromy x jarní mrazíky

JABLOŇ	Nalévání květních pupenů	Rašení květních pupenů	Zelené špičky (myší ouško)	Viditelný květní pupen	První růžové poupě	Růžová poupata (balónek)	První květ otevřený	Plné kvetení	Konec kvetení
MT	–8,9	–7,8	–5,0	–2,8	–2,2	–2,2	–2,2	–1,7	–1,7
LT10	–9,4	–8,9	–5,6	–2,8	–2,2	–2,2	–2,2	–2,2	–2,2
LT50	–16,7	–12,2	–9,4	–6,1	–4,4	–3,9	–3,9	–3,9	–3,9

HRUŠEŇ	Nalévání květních pupenů	Rašení květních pupenů	Beze jména	Viditelná poupata	První bílé poupě	Bílá poupata	První květ otevřený	Plné kvetení	Konec kvetení
MT	–7,8	–5,0	bez dat	–4,4	–2,2	–1,7	–1,7	–1,7	–1,1
LT10	–9,4	–6,7		–4,4	–3,9	–3,3	–2,8	–2,2	–2,2
LT50	–17,8	–14,4		–9,4	–7,2	–5,6	–5,0	–4,4	–4,4

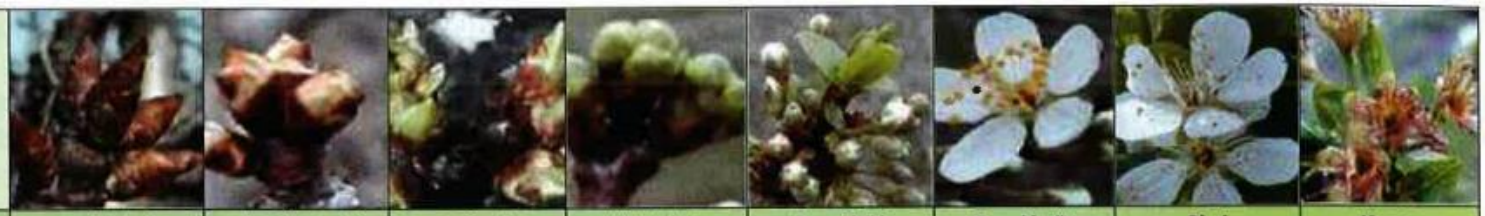


TŘEŠEŇ	Nalévání květních pupenů	Rašení květních pupenů	Zelené špičky	Poupata uzavřena	Rozevírání poupat	První bílé poupě	První květ otevřený	Plné kvetení
MT	–5,0	–5,0	–3,9	–2,2	–2,2	–1,7	–1,7	–1,7
LT10	–8,3	–5,6	–3,9	–3,3	–2,8	–2,8	–2,2	–2,2
LT50	–15,0	–12,8	–10,0	–8,3	–6,1	–4,4	–3,9	–3,9

MT – minimální teplota trvání mrazu krátké – bez poškození

LT10 a LT90 expozice více než 30 minut – poškození 10 resp. 90 %

Ovocné stromy x jarní mrazíky



SLIVOŇ	Nalévání květních pupenů	Rašení květních pupenů	Zelené špičky	Viditelné květní pupeny	První bílé poupě	První květ otevřený	Plné kvetení	Konec kvetení
MT					–3,0	–2,8	–2,2	–1,1
LT10	–10,0	–8,3	–6,7	–4,4	–3,3	–2,8	–2,2	–2,2
LT50	–17,8	–16,1	–13,9	–8,9	–5,6	–5,0	–5,0	–5,0

MERUŇKA	Nalévání květních pupenů	Rašení květních pupenů	Růžové poupě	První bílé poupě (balónek)	První květ otevřený	Plné kvetení	Konec kvetení	Zvětšování semeníků / plůdky
MT		–5,0		–3,9		–2,2		–0,6
LT10	–9,4	–6,7	–5,6	–4,4	–3,9	–2,8	–2,8	–2,2
LT50		–17,8	–12,8	–10,0	–7,2	–5,6	–4,4	–3,9

BROSKVOŇ	Nalévání květních pupenů	Rašení květních pupenů	Růžový kalich	První růžové poupě (balónek)	První květ otevřený	Plné kvetení	Konec kvetení
MT	–5,0			–3,9		–2,8	–1,1
LT10	–7,8	–6,1	–5,0	–3,9	–3,3	–2,8	–2,2
LT50	–17,2	–15,0	–12,8	–9,4	–6,1	–4,4	–3,9

Zdroj: Prášil I et al. Ovocnářství 2023

Způsoby protimrazové ochrany

zavlažování - až do -5 °C spolehlivé (dávka 2-3 mm/hod)

1) uvolnění latentního tepla při mrznutí
2) zavlažení půdy zvýší se tepelná vodivost a tím rychlejší přísun tepla z hloubky k povrchu,
3) vlhkost vzduchu se zvýší a tím opět zabrání se vyzařování z povrchu

zadýmování

sníží se vyzařování z povrchu význam jako oblačnost

umělá cirkulace

rozruší se inverzní vrstva

zahřívání = zvýšení teploty

přikrývání = mulčování - princip je, že se zdvihne aktivní povrch nad porost a tak nejvíce ztrácí ta přikrývka

růstové regulátory (modrá zelená skalice??) u ovocných stromků – snaha oddálit začátek vegetace

Ochrana závlahou – uvolnění latentního tepla - nesmí se přerušit!!

Závlaha x vinice

Závlaha x vinice

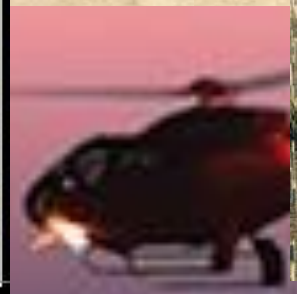
- **Zhoršení struktury půdy**
- **Vyplavení živin**
- **Potřeba vody**
- **Velká investice**
- **Vlhkomilné nemoci**
- **Nepřístupnost pozemku díky podmáčení**

Mlhostroj

Foto 4: Použití přístroje na výrobu mlhy na ochranu květu před jarními mrazíky

Ochrana větrným generátorem

- **Drahé**
- **Nemusí dosáhnout inverzní vrstvu**
- **Hluk**
- **Neúčinné při více než 7km/h**



HELICOPTER FROST PROTECTION: Helicopter forces warmer air from inversion layer to ground level

Břeclavsko 2017

Rozrušení inverzní vrstvy

Ochrana folií (Japonsko)

Parafínové svíce

Svíce hoří mírným plamenem vysokým přibližn třicet centimetrů, a to šest až deset hodin.

- Extrémně pracné
- Nepřístupný pozemek
- Objemné na skladování
- Kouř

Preventivní opatření

- **Prevence (zemědělství):**

  správná výživa, přehnojení dusíkem vyvolá vodnatost pletiv, rostlina tvoří více bílkovin na úkor glycidů, které jsou jednou z podmínek mrazuvzdornosti,

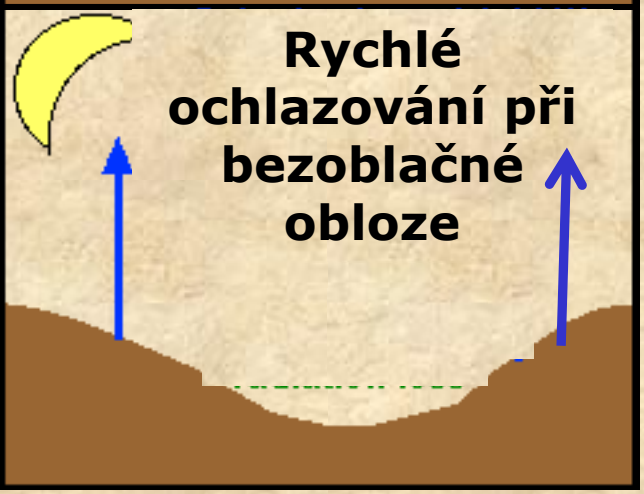
- **hnojení organickými hnojivy (zemědělství):**

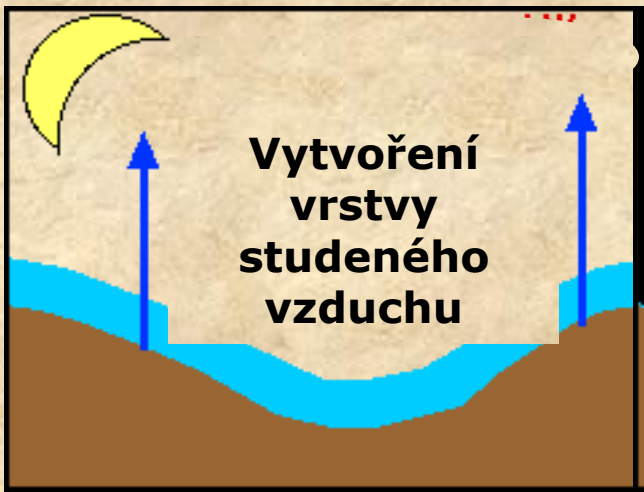
  je účinné protimrazové opatření, při jeho mikrobiálním rozkladu se uvolňuje hodně tepla.

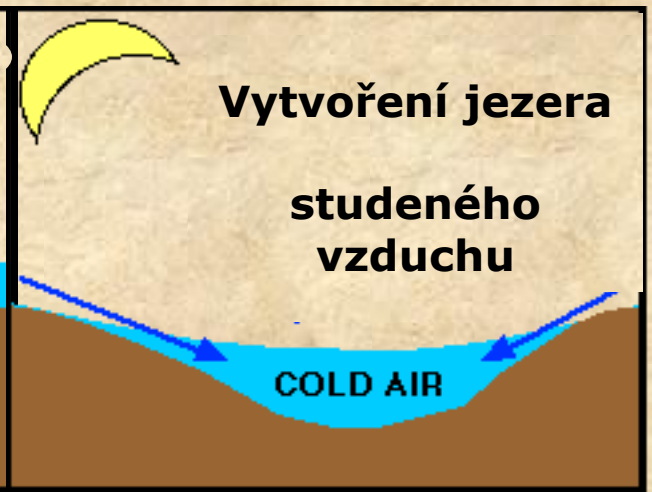
- princip **mrazové kotliny:**

  jasná obloha a bezvětří, ztráty vyšší než příjem, studený vzduch stéká po svazích rychlostí tak 1-1,5 $m.s^{-1}$,

Zahřívání
přes den


Rychlé
ochlazování při
bezoblačné
obloze


Vytvoření
vrstvy
studeného
vzduchu


Vytvoření jezera
studeného
vzduchu
COLD AIR

Kardinální teploty

a) **minimum pro klíčení** – teplota půdy

b) **začátek růstu** – průměrná denní teplota vzduchu

c) **zimní odolnost** – minimální teplota vzduchu

d) **odolnost proti jarním mrazíkům** - minimální teplota vzduchu

e) **odolnost proti přehřátí** – maximální teplota vzduchu

e) odolnost proti přehřátí C3 a C4

C3 – (mírný klimatický pás) karboxylačním enzymem je rubisco (karboxyluje RuP2) a prvním produktem fixace uhlíku je tříuhlíkatá kyselina 3-fosfoglycerová (PGA). Do této skupiny patří většina rostlinných druhů.
Fotosyntéza méně energeticky náročná

- Optimum 20°C

C4 – (tropy, subtropy) karboxylační enzym je PEP karboxyláza (karboxyluje fosfoenolpyruvát – PEP) a prvním produktem fixace uhlíku je čtyřuhlíkatá kyselina oxaloctová (OAA).
Fotosyntéza více energeticky náročná

- Optimum 28°C

- Trávy (plevele)

e) odolnost proti přehřátí

- **C_3** (stromy, obilniny) nad 35 ^{o}C
- **C_4** (trávy, kukuřice) nad 38 °C

- U stromů tzv. tepelná korní (kůra) spála

e) odolnost proti přehřátí C3 a C4

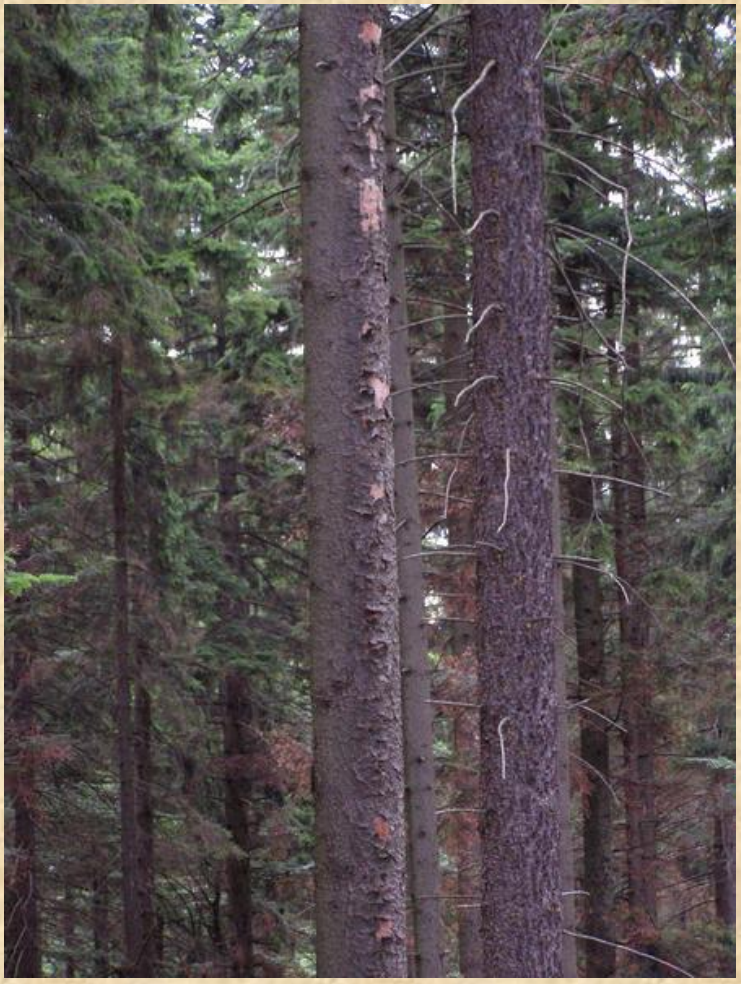
C3 – Optimum pro fotosyntézu 20-22°C
(mírný klimatický pás) karboxylačním enzymem je rubisco (karboxyluje RuP2) a prvním produktem fixace uhlíku je tříuhlíkatá kyselina 3-fosfoglycerová (PGA). Do této skupiny patří většina rostlinných druhů.
Fotosyntéza méně energeticky náročná

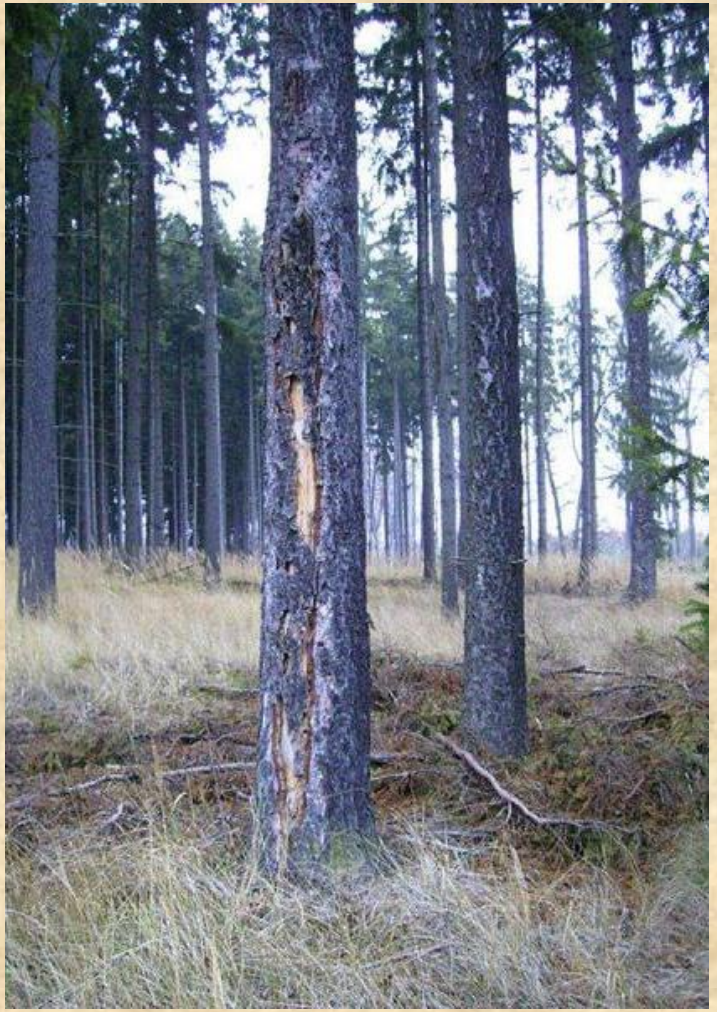
C4 – Optimum pro fotosyntézu 28-30°C
(tropy, subtropy) karboxylační enzym je PEP karboxyláza (karboxyluje fosfoenolpyruvát – PEP) a prvním produktem fixace uhlíku je čtyřuhlíkatá kyselina oxaloctová (OAA).
Fotosyntéza více energeticky náročná

Stromy v naprosté většině jsou C3

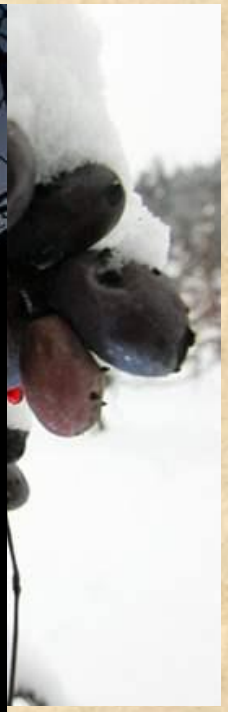
Korní spála na smrku

vysoké teploty a nedostatek vody





Na závěr…….Ledové víno



- Sklízí se při -7 °C (aspoň 2 dny) a nižší (tedy často v noci)
- Ani dále nesmí rozmrznout
- ryzlink rýnský, ryzlink vlašský, chardonnay, sauvignon nebo veltlínské zelené, u modrých odrůd frankovka nebo andré.

Příští téma:

<u>Vlhkost a výpar</u>