

## Víte, co je to fenologie?

Zdroje: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=378>

PHENOLOGY

HTTP://WWW.SWS-WIS.COM/LIFECYCLES/WHAT.HTML

[ věda, výzkum ]

**Fenologie se zabývá načasováním opakovaného vývoje organismů během roku. Díky získaným fenologickým údajům je možno např. vývoj vegetace meziročně srovnávat. Pojďme se fenologií chvíli zabývat.**

Přesněji naše slovníky říkají, že fenologie je nauka zabývající se studiem časového průběhu periodicky se opakujících životních projevů - fenologických fází rostlin a živočichů a studiem vazeb fenologických fází na střídání klimatických a půdních podmínek během ročního období.

Vědy zabývající se fenologií jsou:

**Fenoklimatologie** se zabývá klimatickou charakteristikou daného místa na základě fenologických údajů.

**Fenoekologie** je nauka o vlivu prostředí na nástup a trvání fenologických fází.

**Mikrofenologie** studuje časový průběh mikromorfologických změn organismů v omezeném prostoru ve vztahu k meteorologickým činitelům a zkoumá také nástup jednotlivých etap tvorby významných orgánů rostliny (tzv. organogenese) z hlediska produkce, rostlinné hmoty a výnosů polních plodin.

**Fenometri** měří přírůstky rostlinných orgánů v závislosti na průběhu povětrnostních činitelů.

Fenologickou fází (fenofází) rozumíme dobře rozeznatelný a zpravidla každoročně se opakující projev orgánů vývoje sledovaných rostlin. Asi nejvýraznější je doba vzejití semen, nástup olistění, kvetení, plození (dozrávání plodů) a opad listů. S fenofázemi často souvisí i jména měsíců - květen (kvetení), červen (červené třešně), listopad (padání listů) apod. Mimochodem, rozeznáváte ještě jiná období než období rašení dřevin, kvetení ovocných dřevin, červenání třešní, zrání borůvek, zrání obilí, žloutnutí bříz a listospad?

Pokud se fenologie týče, platí jistá obecná pravidla. Do teplejších oblastí přichází jaro (vlastně jen současná fenofáze určitých druhů) dříve a trvá déle než v oblastech chladnějších, naopak podzim a zima přichází do chladnějších oblastí dříve než do těch teplejších. Zastíněné polohy se chovají jako polohy chladnější a vlhčí (platí pro zahrady). Na vývoji vegetace se podílí řada faktorů jako jsou: doba sněhové pokrývky, množství slunečných, teplých a suchých či naopak vlhkých a chladných dní. Každý teplý den vývoj vegetace urychluje, každý jarní den se sněhovou pokrývkou vegetaci opoždí. Odborníci se shodují, že například letošní jaro přišlo pozdě, ale teplé dny to srovnaly (průběh jara byl proti jiným rokům rychlejší). Globální oteplování má vliv na množství srážek, počet dní se sněhovou pokrývkou, množství tepla/rok. Spojitost s fenologií lze nalézt i v pranostikách (únor bílý, pole sílí apod.). Znalost fenologie je důležitá i pro alergology, kteří díky svým pylovým kalendářům mohou upravit vhodnou dobu pro podávání pylové vakcíny alergikům. S pylovým kalendářem pracují ovšem i včelaři atd.

## Problémy v odborné fenologii:

Veřejnosti dobře známý ředitel Botanické zahrady PŘF UK v Praze, V. Větvička, nás nedávno v Českém rozhlasu nabádal, abychom si povšimli rozdílu ve kvetení mezi jednotlivými rostlinami jírovců ([viz zde](#)). Konkrétní období vegetačního kalendáře můžeme sledovat na jednotlivých rostlinách, ale pozor na přílišná zobecnění (srovnávání druhů jen na dvou rostlinách apod.). Srovnávat lze fenologii rostlin týchž či různých druhů nejlépe rostoucích vedle sebe, a to i stejně zastíněných. Pakliže máme dvě rostliny rostoucí v jiných místech zahrady, už může být těžké dělat závěry o jejich kvetení - mikroklima a snad i půdní podmínky rostoucí rostliny mohou odlišovat a vývoj jejich orgánů během roku se tak proto může také lišit. Vedle sebe rostoucí rostliny svojí fenologií mohou upozornit na faktor genetický na úrovni jednotlivých druhů, kdy vlastně ani rostliny 'sourozenci' rozhodně nemusí kvést ve stejnou dobu. Právě tyto genetické faktory vyniknou při pěstování rostlin za stejných podmínek, což vlastně bylo pointou příspěvku Dr. Větvičky. I na podzim si můžete prohlédnout například jasany, u nichž je poměrně výrazná variabilita opadu listů mezi jedinci rostoucími vedle sebe. Ale menší rozdíly mezi jednotlivými rostlinami zachytíte i ve vybarvování jeřabin apod.

Někdy je těžké rozhodnout, zda některá rostlina již kvete. Jsou to případy mnohokvětých rostlin, kdy začátkem kvetení je alespoň jeden rozvitý květ, nebo květy tři (protože první květ bývá jen jakousi předzvěstí vlastního kvetení), nebo několik květenství. Pak může být rostlina malá a jen s několika květy a naše hodnocení o požadavku na minimální počet květů je třeba upravit. Stejně tak to je s několika prvními květy na louce - kolik jich má kvést, aby jsme začali říkat, že nějaký druh na louce již kvete (třeba pampelišky). Jinak pro zajímavost existují dřeviny kvetoucí každý rok - břízy, habry, jeřáby, ovocné dřeviny, ale i dřeviny kvetoucí s přestávkami - borovice, smrky a jedle (po 3-4 letech), dub (po 5-6 letech), buk (po 6-8 letech). Na květ má vliv i čistota okolního prostředí, v nejméně znečištěných oblastech neplodí stromy již více než 10 let.

V úvahu přicházejí i anomálie jako např. refluorescence či remontace. Refluorescencí rozumíme opakované kvetení během jednoho vegetačního období. Suché léto napodobí zimu a teplý podzim s jarní délkou dne některé rostliny dovede zmást, že třeba ještě jednou vykvetou právě na podzim. U jiných rostlin jsou květy na konci léta celkem běžné (magnólie). Remontace je schopnost rostliny opakovaně kvést (popř. i plodit) během jednoho vegetačního období. Známé jsou třeba remontující růže (lambertianky).



*Magnolia*

*obovata*

[\(klikněte pro detail\)](#)

Na fotografiích můžete vidět jeden a tentýž strom *Magnolia obovata*

focený ve stejný den roku 2004 a 2005. Pokud si fotografie rozkliknete a pozorně se podíváte, zjistíte, že v roce 2004 strom ještě nekvetl, kdežto v roce 2005 již můžeme pár květů nalézt. Například uprostřed snímku.

Odkazy:

[www.postemoderne.net](http://www.postemoderne.net)

ČLÁNEK 'VÍTE, CO JE TO FENOLOGIE?' BYL PUBLIKOVÁN: 7. ČERVNA 2005

# FENOLOGIE

Ondřej Valenta  
Luboš Lichtenberk

Fenologie je nauka zabývající se studiem časového průběhu periodicky se opakujících životních projevů - fenologických fází rostlin a živočichů a studiem vazeb fenologických fází na střídání povětrnostních a půdních podmínek během ročního období. Dle měření a pozorování fenologie určuje počátek a konec fenologických fází, což se využívá v agrometeorologické charakteristice území. Fyzickogeografická regionalizace je důležitá při realizaci zemědělských plodin a při zařazování plodin do osevních postupů apod.

## DALŠÍ VĚDY ZABÝVAJÍCÍ SE FENOLOGIÍ:

*FENOKLIMATOLOGIE* SE ZABÝVÁ KLIMATICKOU CHARAKTERISTIKOU DANÉHO MÍSTA NA ZÁKLADĚ FENOLOGICKÝCH ÚDAJŮ.

*FENOEKOLOGIE* JE NAUKA O VLIVU PROSTŘEDÍ NA NÁSTUP A TRVÁNÍ FENOLOGICKÝCH FÁZÍ.

*MIKROFENOLOGIE* STUDUJE ČASOVÝ PRŮBĚH MIKROMORFOLOGICKÝCH ZMĚN ORGANISMŮ V OMEZENÉM PROSTORU VE VZTAHU K METEOROLOGICKÝM ČINITELŮM A ZKOUMÁ TAKÉ NÁSTUP JEDNOTLIVÝCH ETAP TVORBY VÝZNAMNÝCH ORGÁNŮ ROSTLINY (TZV. ORGANOGENESE) Z HLEDISKA PRODUKCE, ROSTLINNÉ HMOTY A VÝNOSŮ POLNÍCH PLODIN.

*FENOMETRIE* MĚŘÍ PŘÍRŮSTKY ROSTLINNÝCH ORGÁNŮ V ZÁVISLOSTI NA PRŮBĚHU POVĚTRNOSTNÍCH ČINITELŮ.

## FENOLOGICKÁ POZOROVÁNÍ

FENOLOGICKÉ POZOROVÁNÍ V NAŠEM KRAJI ZAČALO UŽ VE 40. LETECH VŠEOBECNÝM FENOLOGICKÝM POZOROVÁNÍM. TO SDRUŽOVALO POZOROVÁNÍ POLNÍCH KULTUR, LUČNÍCH ROSTLIN, LESNÍCH ROSTLIN, OVOCNÝCH STROMŮ A KEŘŮ S POZOROVÁNÍM ZOOFENOLOGICKÝM, KTERÉ Zahrnovalo pozorování stěhovavého ptactva a včel.

K POZOROVÁNÍ DOCHÁZÍ NA FENOLOGICKÝCH STANICÍCH, KTERÉ JSOU UMÍSTĚNY S OHLEDEM NA REPREZENTACI JEDNOTLIVÝCH ZEMĚDĚLSKÝCH KULTUR. V ROCE 1983 BYLO URČENO K POZOROVÁNÍ 33 FENOLOGICKÝCH FÁZÍ ZÁKLADNÍCH POLNÍCH PLODIN (VČ. JEJICH ODRŮD). FENOLOGICKOU FÁZÍ (FENOFÁZÍ) ROZUMÍME DOBŘE ROZEZNATELNÝ A ZPRAVIDLA KAŽDOROČNĚ SE OPAKUJÍCÍ PROJEV ORGÁNŮ VÝVOJE SLEDOVANÝCH PLODIN (STĚBLA, LISTY, KVĚTY, PLODY), VÝJIMEČNĚ I SETÍ A SKLIZEŇ. NĚKTERÉ STANICE VŠEOBECNÉHO POZOROVÁNÍ PŘEŠLY NA FENOLOGII POLNÍ FENOLOGII OVOCNOU. V ROCE 1990 SKONČILO POZOROVÁNÍ VŠEOBECNÝCH OVOCNÝCH STANIC. V ROCE 1991 ZAČALO FENOLOGICKÉ LESNÍ POZOROVÁNÍ.

POLNÍ FENOLOGIE JE DNES NEJROZŠÍŘENĚJŠÍM DRUHEM FENOLOGICKÉHO POZOROVÁNÍ V ČHMÚ. ZAHRNUJE POZOROVÁNÍ 13 HLAVNÍCH DRUHŮ POLNÍCH PLODIN. SLEDUJE JEJICH FENOFÁZE OD SETÍ PO SKLIZEŇ, U NĚKTERÝCH PLODIN FENOMETRICKÉ ÚDAJE (DÉLKU ROSTLIN, POČET LISTŮ A DOPLŇKOVÉ ÚDAJE), CHOROBY, PŘIHNŮJOVÁNÍ, VÝSKYT PARAZITŮ A NEPŘÍZNIVÝCH METEOROLOGICKÝCH JEVŮ, OVLIVŇUJÍCÍCH RŮST PLODIN. V SOUČASNÉ DOBĚ JE NA NAŠÍ POBOČCE DEVĚT POLNÍCH FENOLOGICKÝCH STANIC - KRÁSNÉ ÚDOLÍ, JINDŘICHOV, POBĚŽOVICE, LOMEC, RUDOLTICE, STAŇKOV, LUŽANY, HORNÍ BĚLÁ, KRALOVICE.

VZHLEDEM K MALÉMU VÝSKYTU OVOCNÁŘSTVÍ JE V NAŠEM KRAJI JEN JEDNA OVOCNÁ FENOLOGICKÁ STANICE V OVOCNÝCH PLANTÁŽÍCH BŘASY - VRANOV. JE SPECIALIZOVANÁ PŘEDEVŠÍM NA SLEDOVÁNÍ JABLONÍ A JEJICH FENOFÁZÍ,

LESNÍ FENOLOGIE JE NEJMLADŠÍM ODVĚTVÍM FENOLOGICKÝCH POZOROVÁNÍ. ZAHRNUJE POZOROVÁNÍ 46 DRUHŮ LESNÍCH STROMŮ, KŘOVIN A BYLIN, KTERÉ JSOU PODLE JEJICH VÝSKYTU VE SLEDOVANÉ LOKALITĚ POZOROVÁNY. V SOUČASNÉ DOBĚ TOTO POZOROVÁNÍ PROVÁDÍ ŠEST FENOLOGICKÝCH STANIC - STŘÍBRNÁ, PERNINK, MIROŠOV, PLZEŇ - BOLEVEC, ZBIROH A CHŘÍČ.

ZÍSKANÁ DATA SE PUBLIKUJÍ FORMOU FENOLOGICKÝCH ROČENEK A AGROMETEOROLOGICKÝCH STUDIÍ, DÁLE SE UPLATŇUJÍCÍCH PŘI SESTAVOVÁNÍ NĚKTERÝCH AGROMETEOROLOGICKÝCH PROGNÓZ. FENOLOGICKÁ DATA JSOU ROVNĚŽ DŮLEŽITÁ PŘI OCHRANĚ ROSTLIN PŘED CHOROBAMI A ŠKŮDCI.

## NĚKTERÁ DALŠÍ AGROMETEOROLOGICKÁ KRITÉRIA – vysvětlující informace – nebude zkoušeno!

### 1) Vodní režim půdy

Vodní režim půdy spolu se vzduchovým a teplotním režimem patří k základním faktorům ovlivňujícím biochemismus procesů a růstu vývoje vegetace.

Příčiny vytvoření nevyrovnaného vodního režimu mohou být

- a) zonální, podmíněné meteorologickými a klimatickými poměry daného místa
- b) lokální, dané orografickými, hydrologickými a půdními poměry místa
- c) kombinované, vzniklé kombinací zonálních a lokálních poměrů

Vodní režim půdy lze hodnotit podle stavu půdní vlhkosti, klimatických prvků a podle stavu rostlin v daném stanovišti. Podle V. Pevného (1974) je obsah půdní vláhly výslednicí vzájemného působení všech veličin příjmu a výdaje vláhly, tedy vodní bilance v té vrstvě půdy, do níž zasahuje kořenový systém rostlin. Rovnice vodní bilance:

$$W_1 - W_0 = (Z_p + W_s + W_p + W_v + W_k) - (V_p + T_r + O_s + O_p + O_v)$$

$W_0$  - počáteční zásoba půdní vláhly

$W_1$  - konečná zásoba půdní vláhly

$Z_p$  - úhrn srážek dopadajících na povrch půdy

$W_s$  - přívod vláhly z podzemní vody

$W_p$  - povrchový přítok vody

$W_v$  - horizontální přítok vláhly uvnitř půdní vrstvy

$W_k$  - voda z kondenzované vodní páry, obsažené v povrchové vrstvě půdního vzduchu

$V_p$  - výpar vody z povrchu půdy

$T_r$  - transpirace

$O_s$  - odtok půdní vláhly do podzemní vody

$O_p$  - odtok povrchový

$O_v$  - odtok zevnitř půdní vrstvy

Evapotranspirace:  $E = V_p + T_r$

Vzhledem ke složitosti a nemožnosti vyjádřit jednotlivé složky se užívá zjednodušené rovnice vodní bilance v půdě:  $W_1 - W_0 = Z_p - E$

## 2) Hodnocení vodního režimu půdy založené na měření vlhkosti půdy

Rozlišujeme základní metody měření půdní vlhkosti - metoda gravimetrická, radioizotopická, tenziometrická, elektrická a jiné.

## 3) Hodnocení vodního režimu půdy podle klimatických prvků

Tyto metody se označují jako bilanční, protože vycházejí z bilance mezi vláhovou potřebou zemědělských plodin a příjmem vody podmíněné meteorologickými nebo klimatickými faktory.

## 4) Metody biologické křivky vláhové potřeby rostlin

Na této metodě se podílel K. Zadražil a J. Benetín (v pol. 70.let), která vychází z hodnocení nedostatku nebo nadbytku vody mezi srážkami a potřebou vody charakterizovanou evapotranspirací v době existence vegetačního krytu.

## 5) Klimatický ukazatel zavlažení podle J. Tomlaina

Klimatický ukazatel zavlažení  $K_z$  se vypočítá podle vztahu:

$$K_z = E_0 - Z$$

$Z$  - úhrn srážek za bilanční období (mm)

$E_0$  - potenciální evapotranspirace za bilanční období (mm)

## 6) Hydrotermický koeficient podle G. T. Seljaninova

G. T. Seljaninov zjistil, že v teplých měsících roku ( $\bar{t} > 10^\circ\text{C}$ ) se desetina sumy průměrných denních teplot za měsíc přibližně shoduje s měsíční hodnotou výparu z vodní hladiny. Na tomto poznatku stanovil vzorec pro výpočet hydrotermického koeficientu ( $K_h$ ):

$$K_h = \frac{Z}{10\bar{t}}$$

$Z$  - měsíční úhrn srážek (mm)

$\bar{t}$  - měsíční suma průměrných denních teplot (pouze měsíce s  $\bar{t} > 10^\circ\text{C}$ )

Tabulka č. 1: Hodnoty hydrotermického koeficientu  $K_h$  v různých oblastech

Hodnota hydrometrického koeficientu	Oblast
$K_h < 1,0$	s nedostatkem vláh
$K_h = 1,0$	s vyrovnanou bilancí vláh
$K_h > 1,0$	s dostatkem až nadbytkem vláh

### 7) Model termodynamického procesu v biologické soustavě podle K. Kudrny

Tvorbu nové biomasy u rostlin za určitý časový interval podmiňuje změna vnitřní energie biologické soustavy (rostlinného organismu), která je dána vzájemným poměrem příkonu energie (tepla) a srážek, kdy část energie se spotřebuje na ochlazování rostlin evapotranspirací. Pro maximální výnos má chod charakteristický průběh a vypočte se ze vzorce:

$$\Delta = \frac{t_c}{t_{cn}} + \left( \frac{Z_s}{Z_{sn}} \right) \cdot Y_{max}$$

$t_{cn}$  - průměrná teplota vzduchu za sledované období (např. měsíc)

$Z_{sn}$  - úhrn srážek za sledované období (mm)

$t_c$  - suma měsíčních průměrů teplot vzduchu za vegetační období s maximálním výnosem

$Z_s$  - suma srážek za vegetační období s maximálním výnosem

$Y_{max}$  - největší výnos ze sledované časové řady let

Každá významnější odchylka od chodu charakteristické křivky  $\Delta u$  v konkrétní vegetační době může mít za následek snížení výnosů. Chod  $\Delta u$  lze ovlivňovat doplňkovou závlahou.

### 8) Hodnocení vodního režimu půdy založené na sledování fyziologických vlastností rostlin

K těmto vlastnostem patří např. barva listů, otevřenost průduchů, vodní potenciál, teplota listů, koncentrace buněčných šťáv, elektrická vodivost pletiv atd.

## AGROMETEOROLOGICKÉ PROGNÓZY

Agrometeorologická prognóza je meteorologická předpověď přizpůsobená potřebám zemědělství. Při sestavování těchto předpovědí se využívají podklady ze synoptické meteorologie, agrometeorologie a agroklimatologie.

Podklady k výpočtům a formulaci závěrů pro zemědělskou praxi tvoří meteorologická, hydrologická a fenologická pozorování. Dále se zhodnocují dlouhodobě klimatologické, hydrologické a fenologické údaje spolu se známými meteorologickými podmínkami pro vývoj rostlin a živočichů i chorob a škůdců v různých fázích ontogeneze. V současné době jsou nejlépe propracovány a nejčastěji využívány prognózy mrazů ve vegetačním období, výskytu chorob a škůdců, nástupu fenologických fází a agrotechnických lhůt, zásob půdní vláhly, přezimování obilnin a výše výnosů.

### **1) Prognózy vegetačních mrazů**

Mrazy ve vegetační době (v literatuře někdy též mrazíky) lze charakterizovat jako krátkodobé snížení teploty přízemních vrstev vzduchu a vrchních vrstev půdy na bod mrazu i níže, a to ve vegetační době. Podle původu se rozdělují na tři typy mrazů: advektivní, radiační a smíšené (advektivně-radiační).

Advektivní vegetační mrazy vznikají přísunem chladného vzduchu při změně celkové povětrnostní situace.

Radiační vegetační mrazy vznikají jako následek vyzařování ze zemského povrchu zejména za jasné noci.

Smíšené vegetační mrazy se tvoří přísunem relativně suchého, studeného vzduchu, který se dále prochládí vyzařováním z půdy, nad níž se stabilizoval. Vyskytují se většinou jako pozdní jarní a časně podzimní mrazy (časté zejména za synoptických situací Nea, Na, Nwa). Charakteristické jsou zvláště za přízemních inverzí teploty vzduchu.

S. A. Maximov (1953) rozlišuje vegetační mrazy podle teploty povrchu půdy takto:

Slabé vegetační mrazy	0 až $-2^{\circ}\text{C}$
Silné vegetační mrazy	$-2,1$ až $-4,0^{\circ}\text{C}$
Velmi silné vegetační mrazy	pod $-4^{\circ}\text{C}$



V prognózách vegetačních mrazů existuje velký počet metod. Téměř všechny se vztahují na mrazy radiační, vznikající za anticyklonálních povětrnostních situací, tj. za jasného a bezvětřného počasí (s maximální rychlostí větru  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Metody prognóz radiačních mrazů lze rozdělit do dvou skupin:

1. empirické metody

2. teoretické metody

Empirické metody prognóz mají pouze lokální, omezenou platnost, protože vycházejí z místních mikroklimatických podmínek. Náleží sem například pravidlo průměrného poklesu teploty, pravidlo rosného bodu a jiné.

Pravidlo průměrného poklesu teploty. Toto pravidlo vychází z několikaletých měření teploty vzduchu v určitých oblastech a vypočtené průměrné hodnoty poklesu teploty pro různé synoptické situace (konstanta  $K$ ). Ta se odečte od teplotního maxima ve 13:00 h ( $t_{\max}$ ), anebo od teploty ve 21 h ( $t_{21}$ ) do ranního minima ( $t_{\min}$ ). Teplota ( $t_{\min}$ ) se pak vypočte podle vzorců:

$$t_{\min} = t_{\max} - K$$

anebo 
$$t_{\min} = t_{21} - K$$

Je-li konstanta  $K$  větší než rozdíl  $t_{\max}$ , popřípadě  $t_{21}$  a  $0,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , předpokládá se mráz.

Pravidlo rosného bodu. Toto pravidlo spočívá ve zjištění rosného bodu ve večerních hodinách (před západem Slunce). Jestliže hodnota rosného bodu je nad  $0,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , s mrazem se nepočítá. Skupenské teplo, uvolněné při kondenzaci páry, zabraňuje dalšímu poklesu teploty. Jestliže teplota rosného bodu bude naopak pod  $0,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , je možno zejména za jasného a klidného počasí mráz očekávat.

Teoretické metody prognóz radiačních mrazů ve vegetačním období vycházejí především z radiační bilance aktivního povrchu, evapotranspirace aj. Výsledné vztahy jsou složité a dosud málo používané.

## 2) Prognózy chorob a škůdců

Předpovědi výskytu rostlinných chorob a škůdců vycházejí z jejich biologie a vzájemných vztahů mezi škůdcem, hostitelem a prostředím. Z faktorů abiotických složek prostředí je zvláště důležitá teplota a vlhkost vzduchu a půdy, pohyb vzduchu, záření, výskyt rosy aj. Tyto podmínky pro vývoj některých rostlinných chorob a škůdců jsou již v praxi známy (výskyt peronospory révy vinné, plísňě bramborové, mandelinky bramborové, obaleče jablečného, strupovitosti jabloní).

## 3) PROGNOZY FENOLOGICKÝCH FÁZÍ A AGROTECHNICKÝCH LHŮT

Mezi růstem zemědělských plodin a meteorologickými faktory existuje známý agrobiologický vztah, že příznivější meteorologické podmínky zkracují jednotlivé fenologické fáze.

Například při výpočtu nástupu jednotlivých růstových fází obilnin se vychází ze sum efektivních teplot. Jsou to průměrné denní teploty zmenšené o biologické minimum teploty. Za biologické minimum se obvykle považuje teplota 5,0 °C, protože při této teplotě obnovuje vegetace na jaře svoji činnost a na podzim ji zastavuje.

SUMA EFEKTIVNÍCH TEPLIT JE OD JEDNÉ FENOLOGICKÉ FÁZE PO DRUHOU ZA PŘIMĚŘENÝCH PŮDNÍCH A VLÁHOVÝCH POMĚRŮ CHARAKTERISTICKÁ A PŘIBLIŽNĚ KONSTANTNÍ.

Například od setí ozimého žita po vzházení je zapotřebí 52 °C sumy efektivních teplot, od metání po kvetení 150,0 °C, od kvetení po mléčnou zralost 225 °C, od metání po voskovou zralost 540 °C.

Jsou-li pak k dispozici dekádní anebo měsíční předpovědi, nebo alespoň dlouhodobé klimatické hodnoty, je možno vypočítat nástup libovolné fenologické fáze podle vzorce:

$$D = D_1 + t \frac{A}{-}$$

kde

D ... datum nástupu předpovídané fenologické fáze (např. voskové zralosti),

D<sub>1</sub> .. datum vyhotovení předpovědi (např. datum nástupu metání),

A ... stálá suma efektivních teplot ve fenofázovém intervalu, ve kterém se sestavuje prognóza (např. metání – vosková zralost)

t... průměrná teplota vzduchu ve fenofázovém intervalu, ve kterém se prognóza provádí (°C)

## **Dále informace pro pochopení, nebude se zkoušet !**

### **4) Prognózy zásob využitelné vláhý –**

Předpovědi zásob využitelné půdní vláhý se provádějí buď začátkem jara (obvyčejně ke dni s průměrnou denní teplotou 5,0 °C), anebo za libovolnou dekadou vegetačního období, důležitou z hlediska vývoje rostlin (např. pro odnožování, kvetení, dozrávání, atd.)

Zásoby využitelné půdní vláhý je možno počítat buď přímo, anebo bilančními metodami.

Bilanční metody vycházejí při určování zásob využitelné vláhý v půdě z rovnice vodní bilance:

$$\frac{Z}{E} =$$

kde

$Z$  ... množství vody ze srážek, vsáknuté po půdy (srážky zmenšené o povrchový odtok),

$E$  ... evapotranspirace

K tomuto způsobu určování zásob půdní vláhý je potřebné znát zásoby vláhý na začátku období, pro které se připravuje předpověď (zimní období, dekáda), dále pak úhrn srážek a evapotranspirace za stejné období. Jestliže poměr mezi  $Z$  a  $E$  je roven 1, zásoby vláhý v půdě se nemění, je-li poměr větší než 1, vláhý v půdě přibývá, je-li menší než 1, vláhý ubývá.

### **5) Prognózy výnosů**

Výnos se připravuje v interakci mnoha faktorů. Z nich jsou zvlášt' významné faktory meteorologické. Podle jejich průběhu během vegetačního období je možno předvídat výnosy. Tak byla například stanovena závislost růstu hlíz brambor a kořenového systému kukuřice na teplotě vzduchu a zásobách půdní vláhý ve vrstvě 0,0 až 0,5 m nebo závislost zvyšování hmotnosti bulev cukrovky na sumě globálního záření a zásobách půdní vláhý. Byla též zjištěna souvislost mezi dekadními sumami teplot vzduchu a dekadní tvorbou sušiny travní hmoty během vegetace při různých dávkách živin.

Do této oblasti náleží i metoda charakteristických termodynamických křivek.

## **6) Agroklimatické faktory působící na přezimování ozimů**

Z hlediska přezimování je nejdůležitějším orgánem u obilnin odnožovací kolénko. Když je poškozeno, anebo úplně zničeno, rostlina již není schopna regenerace. Proto při hodnocení i prognózách přezimování je třeba shromáždit informace o fyzikálních vlastnostech povrchových vrstev půdy (teplotě, vlhkosti, promrzání).

Předpokladem pro stabilní a vysoké výnosy ozimých obilnin je dobré přezimování. Při něm však může působit několik nepříznivých faktorů (vymrzání, vyležení, vymáčení, teplotní výkyvy, ledová kůra, sucha v předjaří).

## **7) Vymrzání**

Vymrzání ozimů ovlivňuje celkový stav porostů, vliv případného předchozího působení škůdců, výživa rostlin, užitá agrotechnika aj. S ohledem na počet vyhynulých rostlin a na průkazný pokles výnosů v následujícím vegetačním období se mohou považovat za kritické všechny zimy, kdy suma minimálních teplot nižších než  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  má vyšší hodnotu než  $-185\text{ }^{\circ}\text{C}$  a kdy počet mrazivých dní se stejnou minimální teplotou je vyšší než 20 dnů. Jde při tom o minimální teploty vzduchu zjišťované v meteorologické staniční budce ve 2 m výšce nad půdním povrchem. Vyplývá to z rozboru vlivu meteorologických podmínek na přezimování ozimé pšenice (F. Špánik, Š. Řepa, 1982).

## **8) Vyležení**

Škody vznikají hlavně tehdy, když napadne sníh na ještě nezmrzlý povrch půdy, zejména vlhký, a to v době, kdy rostliny nejsou ještě ve fyziologickém stadiu přípravy k přezimování. Vyležení ozimů podmiňuje tedy vyšší sněhová pokrývka (kolem 0,2 až 0,25 m) trvající 70 až 90 dní, která udržuje teploty vzduchu v těsné blízkosti rostlin kolem  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Častým průvodním jevem vyležení ozimů jsou houbové choroby, jako plíseň sněžná aj.

## **9) Vymáčení**

Způsobuje jej dlouhotrvající setrvávání volné vodní hladiny na polích s ozimy. Škody vymáčením jsou proto vyvolávány především nedostatkem atmosférického kyslíku. Nejčastěji se objevuje zjara, anebo při oblevách již v předjaří na dosud zmrzlé půdě. Rozsah a intenzita poškození jsou závislé na růstové fázi rostlin a střídání různých povětrnostních situací.

## 10) Teplotní výkyvy

Při kolísání teplot kolem bodu mrazu dochází ke střídavému zmrznání a rozmrzání vody v půdě, čímž se mění objem půdy. Přitom jsou kořeny rostlin mechanicky namáhány a trhají se.

## 11) Ledová kůra

Může ležet na povrchu půdy, viset nad půdou, nebo tvořit mezivrstvu ve sněhové pokrývce. Vlivem ledové kůry trpí rostliny nedostatkem kyslíku. Ledová kůra podporuje hromadění povrchové vody z tajícího sněhu a působí i svou hmotností na rostliny, takže jsou tisknuty k povrchu půdy.

## 12) Sucho v předjaří

V předjaří mohou rostliny trpět fyziologickým suchem. V zimě mrznoucí půda sice vodu obsahuje, avšak ve formě rostlinám málo dostupné. V předjaří po opakovaném oteplení dochází k rychlému pohybu obalové vody až k mrazem ztuhlé vrstvě půdy. Tam se tato voda připojuje k ledovým čočkám, nebo je sama tvoří. To vede k vysychání půdy, i když je pro předjarní nedostatečné množství tepelné energie, potřebné k výparu, mnohem méně intenzivní než v létě. Celkovým důsledkem se zvyšování případného zimního vláhového deficitu.

## AGROKLIMATICKÉ HODNOCENÍ OBLASTÍ

Komplexní metodiky agroklimatického hodnocení oblastí vypracovala řada světových agrometeorologů. Pokud jde o agroklimatologii, vycházejí tyto metodiky ze vzájemné nezastupitelnosti fyzikálních faktorů životního prostředí organismů. To znamená, že žádný faktor není možno nahradit jiným (například teplo není možno nahradit vláhou). Rozhodující je tedy ten faktor, který buď není zastoupen vůbec mezi ostatními faktory potřebnými pro vývoj organismů, nebo který je sice zastoupen, ale v nedostatečné kvalitě a zejména kvantitě. Některé faktory prostředí jsou svým významem pro určitý biologický děj prvořadé, hlavní, jiné jsou druhořadé, vedlejší. Existují též faktory prostředí, které jsou pro tento děj škodlivé.

K hlavním prvořadým faktorům prostředí patří atmosférický vzduch, záření (a jeho viditelná část), teplo, voda aj.

K vedlejším, druhořadým faktorům, které mají pouze korekční funkci ve vztahu k faktorům hlavním, patří oblačnost, pohyb vzduchu, tvorby horizontálních srážek, obsah pevných příměsí ve vzduchu aj.

Agroklimatické podmínky teplotní a vláhové, podmínky přezimování apod. se číselně vyjadřují agroklimatickými ukazateli. Na jejich základě se pak hodnotí agroklimatické podmínky krajiny v rámci agroklimatické rajonizace.

Z komplexu agroklimatických ukazatelů jsou při této rajonizaci uplatňovány ty, které nejnvýstižněji vyjadřují geografické změny agroklimatických podmínek ve vztahu ke změnám ve vývoji rostlin a tvorbě výnosů. Při agroklimatické rajonizaci je však třeba brát v úvahu i adaptabilitu organismů. Adaptabilita je schopnost živých organismů přizpůsobovat jejich mnohostranné reakce změnám prostředí. Pro vyjádření adaptace na klimatické podmínky užíváme termínu aklimatizace. Doba adaptace od počátku do konce adaptační reakce se pohybuje od řádově několika minut po několik let. Časový průběh adaptace (aklimatizace) je možno ovlivnit agrotechnickými, zootechnickými, melioračními a dalšími zásahy. To umožňuje volnější chápání hraničních zón jednotlivých agroklimatických oblastí.

#### 14) Agroklimatické podmínky ČR

Pro agroklimatickou rajonizaci ČR byly použity tři základní agroklimatické ukazatele, a to agroklimatický ukazatel teploty, agroklimatický ukazatel zavlažení a agroklimatický ukazatel přezimování. Podle nich bylo území ČR rozděleno na agroklimatické makrooblasti, oblasti, podoblasti a okrsky.

#### 15) Agroklimatický ukazatel teploty

Jako agroklimatický ukazatel teploty byla uvažována teplotní suma za období s průměrnou denní teplotou vzduchu  $\geq 10$  °C. Tato charakteristika určuje možnost pěstování rostlin v dané oblasti. Je ukazatelem teplotní zabezpečení zemědělských plodin a dobře charakterizuje vegetační podmínky daného území. Podle tohoto kritéria se rozděluje území na tři agroklimatické makrooblasti a osm agroklimatických oblastí (tab. 2).

Tabulka č. 2: Agroklimatické členění území ČR

AGROKLIMATICKÉ ČLENĚNÍ ÚZEMÍ ČR			
AGROKLIMATICKÁ MAKROOBLAST	AGROKLIMATICKÁ OBLAST	AGROKLIMATICKÁ PODOBLAST	AGROKLIMATICKÝ OKRSEK
TEPLÁ	VELMI TEPLÁ	VELMI SUCHÁ	1
	PŘEVÁŽNĚ TEPLÁ	PŘEVÁŽNĚ SUCHÁ VELMI SUCHÁ PŘEVÁŽNĚ SUCHÁ	1 AŽ 2
	DOSTATEČNĚ TEPLÁ	MÍRNĚ SUCHÁ VELMI SUCHÁ	2

	POMĚRNĚ TEPLÁ	PŘEVÁŽNĚ SUCHÁ MÍRNĚ SUCHÁ VELMI SUCHÁ PŘEVÁŽNĚ SUCHÁ MÍRNĚ SUCHÁ MÍRNĚ VLHKÁ	2 AŽ 3
MÍRNĚ TEPLÁ	POMĚRNĚ MÍRNĚ TEPLÁ	PŘEVÁŽNĚ SUCHÁ MÍRNĚ SUCHÁ MÍRNĚ VLHKÁ	2 AŽ 4
	SLABĚ MÍRNĚ TEPLÁ	PŘEVÁŽNĚ VLHKÁ PŘEVÁŽNĚ SUCHÁ MÍRNĚ SUCHÁ MÍRNĚ VLHKÁ PŘEVÁŽNĚ VLHKÁ VLHKÁ VELMI VLHKÁ	2 AŽ 5
CHLADNÁ	MÍRNĚ CHLADNÁ	MÍRNĚ SUCHÁ MÍRNĚ VLHKÁ PŘEVÁŽNĚ VLHKÁ VLHKÁ VELMI VLHKÁ	4 AŽ 5
	PŘEVÁŽNĚ CHLADNÁ	MÍRNĚ VLHKÁ PŘEVÁŽNĚ VLHKÁ VLHKÁ VELMI VLHKÁ	5

1.. Agroklimatická makrooblast teplá s teplotní sumou  $\geq 3100$  až  $2401$  °C. Představuje příznivé podmínky pro pěstování kultur náročných na teplo, přičemž na její spodní hranici končí zóna efektivního pěstování teplomilnějších plodin, jako je kukuřice na zrno, cukrovka, meruňky a nastupují zde vhodné podmínky pro obilniny méně náročné na teplo, především pro ozimé žito. Regionálně se vyskytuje na České tabuli, v úvale Dyjskosvrateckém, Dolnomoravském, Hornomoravském, v Ostravské pánvi a Oderské nížině. Tato makrooblast se člení na čtyři agroklimatické oblasti.

2. Agroklimatická makrooblast mírně teplá s teplotní sumou  $\geq 10$  °C  $2400$  až  $2001$  °C. Zaujímá vrchoviny, střední polohy strání, pohoří a kotliny asi do  $600$  až  $700$  m n. m. Jsou v ní vhodné podmínky pro obilniny méně náročné na teplo, pro pozdní brambory a při jejich horní hranici len. V Čechách do ní patří převážná část území asi do  $600$  m n. m. Na Moravě zaujímá kromě Českomoravské vrchoviny a východních Sudet (do  $600$  až  $650$  m n. m.) brněnskou soustavu pahorkatin a příslušnou část západních Beskyd. Dělí se na dvě agroklimatické oblasti.

3. Agroklimatická makrooblast chladná s teplotní sumou  $\geq 10$  °C  $2000$  až  $1601$  °C. Zaujímá okrajová území zemědělské výroby. Teplotní suma do  $1800$  °C představuje přibližně horní hranici pěstování ozimého žita a velmi vhodné podmínky pro pěstování brambor. V rozsahu teplotní sumy  $1800$  až  $1601$

°C se vyskytují velmi dobré podmínky pro len, méně vhodné pro brambory. Nachází se na okrajích vysoko položených kotlin, v dolinách vyšších pohoří a na jejich úpatí v Českých zemích do nadmořské výšky 700 až 800 m. Dělí se na dvě agroklimatické oblasti.

V agroklimatické rajonizaci se budou uplatňovat i další kritéria. Směřuje se k prostorovému sledování např. denní i sezónní dynamiky teplotního gradientu v půdě a současně v atmosféře. (K. Kudrna, 1979).

## 16) Klimatický ukazatel zavlažení

K posouzení vláhových podmínek byl použit tzv. klimatický ukazatel zavlažení za letní měsíce červen – srpen ( $K_{zVI-VIII}$ ). Podle tohoto ukazatele se podmínky zavlažení charakterizují rozdílem potenciální evapotranspirace ( $E_o$ ) a srážek ( $Z$ ), přičemž

$$K_{zVI-VIII} = E_o - Z$$

Klimatický ukazatel  $K_z$  dobře vystihuje vláhovou bilanci území a umožňuje ji vyjádřit v milimetrech.

Kladné hodnoty  $E_o - Z$  charakterizují nedostatek vláhy, záporné hodnoty její nadbytek.

Podle klimatického ukazatele  $K_{zVI-VIII}$  bylo na území ČR vymezeno sedm podoblastí, ve kterých mají zemědělské plodiny své požadavky na vláhu zabezpečeny rozdílně:

1. podoblast s  $K_{zVI-VIII} \geq 150$  mm – velmi suchá,
2. podoblast s  $K_{zVI-VIII}$  v rozmezí 150 až 101 mm – převážně suchá,
3. podoblast s  $K_{zVI-VIII}$  v rozmezí 100 až 51 mm – mírně suchá,
4. podoblast s  $K_{zVI-VIII}$  v rozmezí 50 až 1 mm – mírně vlhká,
5. podoblast s  $K_{zVI-VIII}$  v rozmezí 0 až –50 mm – převážně vlhká,
6. podoblast s  $K_{zVI-VIII}$  v rozmezí –51 až –100 mm – vlhká,
7. podoblast s  $K_{zVI-VIII} \leq 100$  mm – velmi vlhká.



Podoblast s  $K_{zVI-VIII} \geq 150$  mm (velmi suchá) má nejvyšší kladnou vláhovou bilanci v dlouhodobém průměru i v jednotlivých letech. To znamená, že příjem vláhy v podobě srážek v létě je menší než výdej o 150 mm a více.

Podoblast s  $K_{zVI-VII} \leq 100$  mm (velmi vlhká) má obráceně v každém roce nadbytek vláhy v letním období o 100 mm a ve 20 % let může dosáhnout nadbytek srážek více než 200 až 250 mm.

Každá jednotlivá plodina má svá kritická období, pro která je třeba určité množství vláhy. Jestliže je toto množství známo, je možné stanovit potřebu zabezpečení těchto kritických období např. závlahou, pokud atmosférické srážky k zabezpečení vláhy samy nestačí.

## 17) Agroklimatický ukazatel přezimování

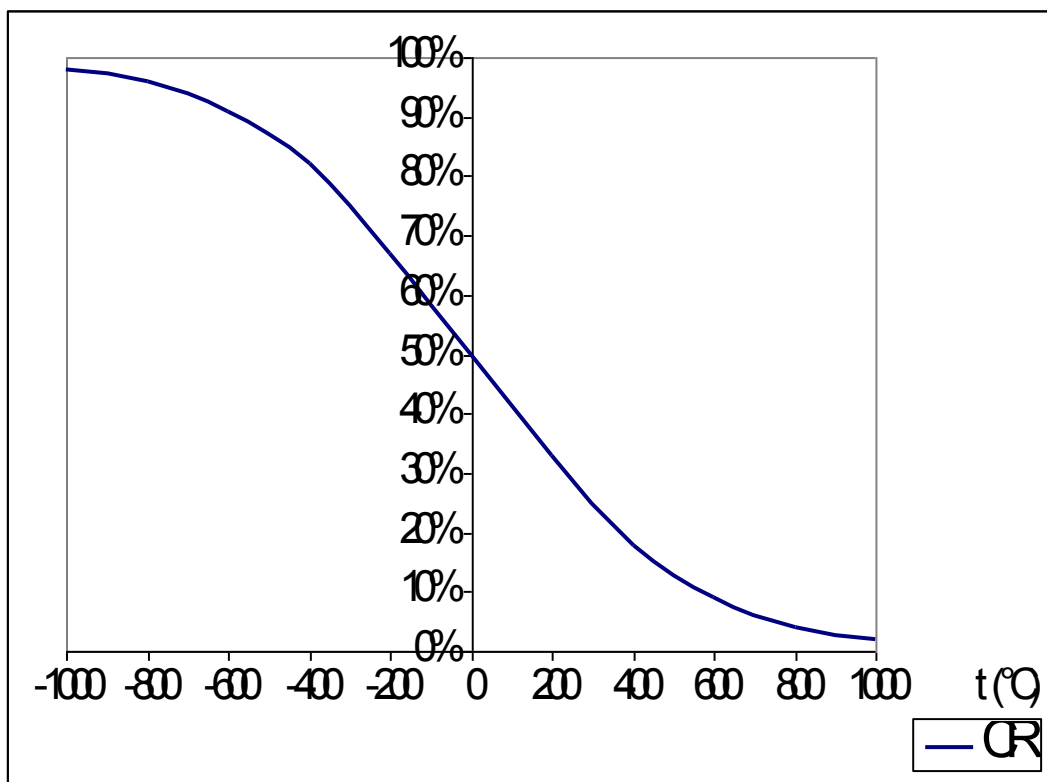
Jako ukazatel přezimování byl použit průměr ročních absolutních teplotních minim ( $t_{\min}$ ). Tato charakteristika vystihuje klimatické podmínky během zimy. Absolutní teplotní minima jsou významným činitelem při pěstování ozimů a ovocných stromů a charakterizují kritické teploty vymrzání. Podle podmínek přezimování bylo vyčleněno pět okrsků:

1. Agroklimatický okrsek převážně mírné zimy s  $t_{\min} > -18$  °C. Má nejpříznivější podmínky pro přezimování zemědělských plodin. Pouze jedenkrát až dvakrát za 10 let se zde vyskytuje absolutní minimum pod  $-20$  °C, které je škodlivé pro ozimy a teplomilné ovocné druhy.
2. Agroklimatický okrsek poměrně mírné zimy s  $t_{\min} - 18$  až  $-20$  °C. Na jeho horní hranici bývá absolutní minimum  $< -20$  °C již jednou za dva roky. Podmínky pro pěstování teplomilných ovocných stromů se zde nacházejí pouze v polohách výhodně exponovaných.
3. Agroklimatický okrsek mírně chladné zimy s  $t_{\min} - 20$  až  $-22$  °C. Výskyt absolutních minim  $< -20$  °C je tu v 50 až 80 % let. Pro pěstování teplomilných ovocných stromů jsou zde podmínky málo vhodné, kdežto pro pěstování peckovin a hrušní velmi dobré.
4. Agroklimatický okrsek převážně chladné zimy s  $t_{\min} - 22$  až  $-24$  °C. Výskyt absolutních minim pod  $-25$  °C lze očekávat třikrát za 10 let a pod  $-30$  °C dvakrát za 30 let. Jsou zde průměrné až málo vhodné podmínky pro přezimování ovocných stromů.
5. Agroklimatický okrsek studené zimy s  $t_{\min} < -24$  °C. Jsou zde nevhodné podmínky pro pěstování ovocných stromů i ozimého žita.

Vhodnost teplotních podmínek libovolné oblasti pro pěstování určité plodiny je možno určit z grafu 1. Jestliže např. plodina potřebuje k dozrání sumu teplot  $\geq 10$  °C = 2400 °C, dozraje v oblasti

s průměrnou teplotní sumou 3100 °C v devíti letech z deseti. Procento zabezpečení odečítáme při  $\Delta\Sigma t$  °C = - 700 tak, že od 3100 odečteme 700 (3100 - 700 = 2400 °C), a to na křivce relativní četnosti pro ČR. V oblasti s průměrnou teplotní sumou 2400 °C plodina dozraje pouze v polovině uvažovaných let.

Graf 1: Křivka procentrického zabezpečení teplotní sumy za období s průměrnou teplotou  $\geq 10$  °C.



#### **Prameny:**

Havlíček, V a kol.(1986): *Agrometeorologie*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha 1986. 260 stran.

S3fenol (<http://www.chmi.cz/PL/omk/s3fenol.htm>) 20.5.2001

Phenology – Climate-related cyclical patterns of plants and animals

(<http://www.sws-wis.com/lifecycles/what.html>) 19.5.2001