

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



# **Využití účelových meteorologických měření pro upřesnění vybraných fenologických charakteristik**

**Ondřej Nezval**

Bakalářská práce  
předložená  
na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků  
na získání titulu Bc. v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil. CSc.

Olomouc 2012



Nezval O. (2012): Využití účelových meteorologických měření pro upřesnění vybraných fenologických charakteristik. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 40 s., v češtině.

## **Abstrakt**

Na nástup a průběh fenologických fází mají vliv meteorologické prvky, zejména teplota vzduchu, sluneční svit a srážky. Stěžejní část práce se zabývá fenologickými fázemi polních plodin pšenice ozimé a kukuřice seté (stanice Ruda nad Moravou) a ovocných plodin angreštu a rybízu (stanice Velké Losiny). Sledovaly se závislosti s vybranými meteorologickými charakteristikami monitorovaných autorem bakalářské práce na amatérské meteorologické stanici Vikýřovice za období 2006 až 2011. Vztahy mezi vybranými fenologickými fázemi byly korelovány s teplotními a srážkovými charakteristikami. K analýze dat byl použit Spearmanův korelační koeficient. Obecně lze říci, že u všech plodin průkazně docházelo k časnějšímu nástupu fenofází se zvyšujícím se počtem dní s  $TS_5$  a  $TS_{15}$ , letních dní, tropických dní a dní s úhrnem srážek  $> 15,0$  mm a  $> 20,0$  mm. V případech pozdních výskytů mrazů ve 2,0 m nebo v 0,05 m nad zemí, většího počtu ledových dní, mrazových dní a dní se sněhovou pokrývkou nastávaly zjištěné fenofáze se zpožděním. Naopak brzký výskyt prvních mrazů v 0,05 m nebo ve 2,0 m naopak některé fenofáze urychlil (např. zralost a sklizeň).

Klíčová slova: fenologie, korelace, meteorologie, plodiny, stanice, suma teplot, Vikýřovice

Nezval O. (2012): Application of Functional Meteorological Measuring for the Specification of Selected Phenological Characteristics. Bachelor's dissertation. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 40 pp., in Czech.

## **Abstract**

The onset and course of phenological phases are affected by some weather elements, especially by air temperature, sunlight and rainfall. The dissertation deals mainly with phenological phases of field crops of winter wheat and maize sown (station Ruda nad Moravou) and fruit crops currant and gooseberry (station Losiny). The dependence of selected meteorological characteristics was monitored by the author of the bachelor's dissertation at an amateur weather station in Vikyřovice during the period 2006 to 2011. Relations between selected phenological phases were correlated with temperature and precipitation characteristics. Data were analyzed using Spearman's correlation coefficient. Generally speaking, increasing number of days with TS5 and TS15, summer days, tropical days and days with rainfall > 15.0 mm and > 20.0 mm caused earlier onset of phenophases of all crops. In cases of late frosts in both 2.0 meters and 0.05 meters above the ground, or more icy days, freezing days and days with snow cover phenological stages were delayed. On the contrary, the occurrence of early frosts in 0.05 m or 2.0 m precipitated some phenological stages (eg, ripeness and harvest).

Key words: correlation, crops, meteorology, phenology, stations, temperature sum, Vikyřovice

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Doc. RNDr. Miroslava Vysoudila. CSc. s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 7. 5. 2012

.....  
podpis

# Obsah

Seznam tabulek .....	viii
Seznam obrázků .....	ix
Poděkování .....	x
1. Úvod .....	1
2. Cíle práce .....	2
3. Materiál a metody .....	3
3.1. Popis lokality .....	3
3.2. Staniční síť .....	4
3.2.1. Amatérská meteorologická stanice Vikýřovice .....	5
3.2.2. Vybrané fenologické stanice .....	5
3.3. Metody .....	6
3.3.1. Monitoring meteorologických prvků .....	6
3.3.2. Meteorologické charakteristiky .....	7
3.3.3. Fenologické charakteristiky .....	8
3.4. Analýza dat .....	17
4. Výsledky .....	18
4.1. Analýza meteorologických charakteristik .....	18
4.2. Analýza fenologických fází .....	20
4.2.1. Kukuřice setá .....	20
4.2.2. Pšenice ozimá .....	23
4.2.3. Líska .....	28
4.2.4. Angrešt .....	32
5. Diskuse .....	34
6. Závěr .....	35
6.1. Meteorologické charakteristiky .....	35
6.2. Fenologické charakteristiky .....	35
7. Literatura .....	38

## Seznam tabulek

TAB. 1. MĚŘÍCÍ PROGRAM METEOROLOGICKÉ STANICE VIKÝŘOVICE .....	5
TAB. 2. CELKOVÝ POČET DNÍ S CHARAKTERISTICKOU TEPLOTOU (TS) A JEJICH VÝSLEDNÁ TEPLOTNÍ SUMA (SUMA TS) ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	18
TAB. 3. POČET DNÍ S EXTRÉMNÍ TEPLOTOU VZDUCHU PODLE EXTRÉMNÍCH TEPLOMĚRŮ ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	19
TAB. 4. PRVNÍ A POSLEDNÍ MRAZOVÝ DEN VE 2 M A 0,05 M NAD ZEMÍ UVÁDĚNÝCH V KALENDÁRNÍCH DNECH ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	19
TABULKA 5. POČET DNÍ S CHARAKTERISTICKÝM ÚHRNEM SRÁŽEK, POČET DNÍ SE SRÁŽKAMI A POČET DNÍ SE SNĚHOVOU POKRÝVKOU ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	20
TAB. 6. ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY NÁSTUPU FENOFÁZÍ KUKUŘICE SETÉ UVÁDĚNÝCH V KALENDÁRNÍCH DNECH V ROCE ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	21
TAB. 7. PŘEHLED VÝSLEDKŮ KOEFICIENTU DETERMINACE U FENOLOGICKÝCH FÁZÍ KUKUŘICE SETÉ ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	23
TAB. 8. ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY NÁSTUPU FENOFÁZÍ PŠENICE OZIMÉ UVÁDĚNÝCH V KALENDÁRNÍCH DNECH V ROCE ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	24
TAB. 9. PŘEHLED VÝSLEDKŮ KOEFICIENTU DETERMINACE U FENOLOGICKÝCH FÁZÍ PŠENICE OZIMÉ ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	27
TAB. 10. ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY NÁSTUPU FENOFÁZÍ LÍSKY UVÁDĚNÝCH V KALENDÁRNÍCH DNECH V ROCE ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	28
TAB. 11. PŘEHLED VÝSLEDKŮ KOEFICIENTU DETERMINACE U FENOLOGICKÝCH FÁZÍ LÍSKY ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	31
TAB. 12. ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY NÁSTUPU FENOFÁZÍ ANGREŠTU UVÁDĚNÝCH V KALENDÁRNÍCH DNECH V ROCE ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	32
TAB. 13. PŘEHLED VÝSLEDKŮ KOEFICIENTU DETERMINACE U FENOLOGICKÝCH FÁZÍ ANGREŠTU ZA OBDOBÍ 2006 AŽ 2011 .....	33

## Seznam obrázků

OBR. 1. VYMEZENÍ ŠUMPERSKÉ KOTLINY (MAPOVÝ PODKLAD <a href="http://GEOPORTAL.CENIA.CZ">HTTP://GEOPORTAL.CENIA.CZ</a> ).....	4
OBR. 2. LOKACE FENOLOGICKÝCH STANIC (ZELENĚ) A AMATÉRSKÉ METEOROLOGICKÉ STANICE (MODŘE), (MAPOVÝ PODKLAD <a href="http://WWW.MAPY.CZ">HTTP://WWW.MAPY.CZ</a> ) .....	6
OBR. 3. AMATÉRSKÁ METEOROLOGICKÁ STANICE VIKÝŘOVICE (ZDROJ: NEZVAL, 25. 7. 2010) .....	7
OBR. 4. RAŠENÍ LISTOVÝCH PUPENŮ ANGREŠTU (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	9
OBR. 5. PRVNÍ LISTY ANGREŠTU (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	9
OBR. 6. POČÁTEK KVETENÍ ANGREŠTU (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	10
OBR. 7. ZRALOST SKLIZŇOVÁ ANGREŠTU (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	10
OBR. 8. ZAČÁTEK KVETENÍ SAMIČÍCH KVĚTŮ LÍSKY (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	11
OBR. 9. RAŠENÍ KVĚTNÍCH PUPENŮ LÍSKY (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	11
OBR. 10. ZRALOST SKLIZŇOVÁ LÍSKY (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	11
OBR. 11. DRUHÝ NODUS PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	12
OBR. 12. NADUŘOVÁNÍ LISTOVÉ POCHVY PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	12
OBR. 13. METÁNÍ PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	13
OBR. 14. POČÁTEK KVETENÍ PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	13
OBR. 15. KONEC KVETENÍ PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	13
OBR. 16. ZRALOST MLÉČNÁ PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	14
OBR. 17. PLNÁ ZRALOST PŠENICE OZIMÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	14
OBR. 18. VZCHÁZENÍ KUKUŘICE SETÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	15
OBR. 19. METÁNÍ KUKUŘICE SETÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	15
OBR. 20. KVETENÍ SAMČÍCH KVĚTŮ KUKUŘICE SETÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	15
OBR. 21. KVETENÍ SAMIČÍCH KVĚTŮ KUKUŘICE SETÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004) .....	16
OBR. 22. PLNÁ ZRALOST KUKUŘICE SETÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	16
OBR. 23. SKLIZEŇ KUKUŘICE SETÉ (ZDROJ: COUFAL ET AL. 2004).....	16
OBR. 24. ZÁVISLOST SETÍ KUKUŘICE A POČET DNÍ S ÚHRNEM SRÁŽEK > 20,0 MM.....	21
OBR. 25. ZÁVISLOST VZCHÁZENÍ KUKUŘICE A POČET DNÍ S ÚHRNEM SRÁŽEK > 15,0 MM .....	22
OBR. 26. ZÁVISLOST ZRALOSTI MLÉČNĚ VOSKOVÉ KUKUŘICE A DEN S POSLEDNÍM MRAZEM V 0,05 M .....	22
OBR. 27. ZÁVISLOST POČÁTKU PRODLUŽOVÁNÍ PŠENICE OZIMÉ A TS5.....	24
OBR. 28. ZÁVISLOST NADUŘOVÁNÍ LISTOVÉ POCHVY PŠENICE OZIMÉ A TS5 .....	25
OBR. 29. ZÁVISLOST POČÁTKU KVETENÍ PŠENICE OZIMÉ A POČTEM DNÍ S TS <sub>20</sub> .....	25
OBR. 30. ZÁVISLOST NADUŘOVÁNÍ LISTOVÉ POCHVY PŠENICE OZIMÉ A POČET DNÍ S ÚHRNEM SRÁŽEK > 15,0 MM .....	26
OBR. 31. ZÁVISLOST METÁNÍ PŠENICE OZIMÉ A POČET DNÍ S ÚHRNEM SRÁŽEK > 15,0 MM .....	26
OBR. 32. ZÁVISLOST KONCE KVETENÍ LÍSKY A TS5 .....	28
OBR. 33. ZÁVISLOST RAŠENÍ LISTOVÝCH PUPENŮ LÍSKY A TS5 .....	29
OBR. 34. ZÁVISLOST POČÁTKU KVETENÍ SAMČÍCH KVĚTŮ LÍSKY A POČET LEDOVÝCH DNÍ .....	29
OBR. 35. ZÁVISLOST POČÁTKU KVETENÍ SAMIČÍCH KVĚTŮ LÍSKY A POČET DNÍ SE SNĚHEM .....	30
OBR. 36. ZÁVISLOST ZRALOSTI SKLIZŇOVÉ LÍSKY A DEN S POSLEDNÍM MRAZEM VE 2,0 M .....	30
OBR. 37. ZÁVISLOST ZRALOST SKLIZŇOVÁ ANGREŠTU A DEN S POSLEDNÍM MRAZEM VE 2,0 M .....	32



## **Poděkování**

Moje poděkování při řešení bakalářské práce patří především vedoucímu práce Doc. RNDr. Miroslavu Vysoudilovi CSc. Rovněž bych chtěl poděkovat RNDr. Vilibaldu Kakosovi za konzultace a věnované odborné publikace, Českému hydrometeorologickému ústavu v Ostravě za poskytnutí fenologických dat. Dále nesmím zapomenout na Pavla Urbančíka za pomoc s překladem abstraktu do anglického jazyka a mým rodičům za podporu a výpomoc v monitoringu meteorologické řady dat obsažené v bakalářské práci.

V Olomouci, 7. května 201

# 1. Úvod

Téma bakalářské práce jsem si zvolil z důvodů, protože meteorologie je mojí zálibou a zároveň mohu uplatnit v praxi vlastní pečlivě naměřená data. Meteorologická stanice Vikýřovice byla založena autorem bakalářské práce v roce 2006. Hlavním posláním je kontinuální monitoring základních meteorologických prvků na profesionální úrovni. Rovněž slouží jako informační zdroj pro místní občany na zřízeném webu [www.meteovikyrovice.wbs.cz](http://www.meteovikyrovice.wbs.cz) a formou obecní ročenky.

Stěžejní část práce se zabývá průběhem vybraných fenologických fází polních a ovocných plodin v závislosti na meteorologických charakteristikách monitorovaných na amatérské meteorologické stanici Vikýřovice.

Je známo, že plodiny reagují na různé meteorologické podmínky, mezi které patří teplota, srážky, sluneční svit aj. Tyto informace nám pomáhají zpřesnit správný osevní postup a naplánovat patřičné polní práce (Petřík et al. 1986).

Fenologie je nauka o časovém průběhu periodicky se opakujících životních projevů rostlin a živočichů a o vazbách fenologických fází ke střídání povětrnostních a půdních podmínek ročních období (Krečmer 1980).

Fenologická fáze je určitý na pohled dobře rozeznatelný a zpravidla každoročně se opakující projev vývoje orgánů sledovaných plodin. Výjimečně se za fenofázi považuje technická fáze např. setí a sklizeň (Havlíček et al. 1986).

V práci jsem použil charakteristiky nejbližších dostupných fenologických stanic ze staniční sítě Českého hydrometeorologického ústavu Velké Losiny a Ruda nad Moravou za období 2006 až 2011. Získaná data byla následně analyzována ve vztahu s vlastními naměřenými a vypočítanými meteorologickými charakteristikami.

Ke konci 20. století bylo na území Česka v činnosti kolem 200 stanic měřících základní meteorologické prvky, 700 stanic srážkoměrných a fenologických zhruba 150 (Tolasz et al. 2007). V bakalářské práci vidím přínos ve zpřesnění fenologických charakteristik s ohledem na mikroklima šumperského okresu a smysluplné využití amatérsky získaných kontinuálních meteorologických dat na profesionální úrovni.

## **2. Cíle práce**

V rámci bakalářské práce jsem s ohledem k omezené délce meteorologických řad vymezil následující stěžejní cíle:

- Účelové využití meteorologických měření na amatérské meteorologické stanici ve Vikýřovicích pro potřeby fenologického výzkumu.
- Formulovat a posoudit závislosti mezi fenologickými fázemi a vlastními naměřenými meteorologickými charakteristikami.

### 3. Materiál a metody

#### 3.1. *Popis lokality*

Podle Demka (2006) se zájmové území z geomorfologického hlediska řadí jako:  
provincie Česká vysočina

subprovincie Krkonoško-Jesenická

oblast Jesenická

celek Hanušovická vrchovina

podcelek Šumperská kotlina

Celek Hanušovická vrchovina má střední nadmořskou výšku 527,2 m a střední sklon 8°03'. Povrch je hluboko rozčleněn zaříznutými údolními vodními toků, na vrcholek a na hřebenech jsou skalní útvary (Demek 2006).

Šumperská kotlina se nachází při západním úpatí Hrubého Jeseníku v Olomouckém kraji s rozlohou 69,4 Km. Střední nadmořská výška je 401,4 m a střední sklon 4°56'. Kotlina má protáhlý tvar severojižním směrem. Severní část je tvořena protáhlým údolím řeky Desné. Severní část kotlinového údolí Šumperska je souběžné s hlubinným zlomem Červenohorského sedla (Demek 2006).

Celá kotlina má severojižní orientaci. Zastoupeny jsou nejvíce východní a západní svahy, které lemují ploché dno kotliny. Zcela nejméně jsou orientovány svahy směrem k severu na nevelkých plochách u Nového Malína, Velkých Losin a Maršíkova. Hlavní hydrografickou osu území tvoří řeka Desná, která teče severojižním směrem a má tedy stejnou orientaci jako celá kotlina (Demek 2006).

Z hydrologického hlediska patří šumperský okres k úmoří Černého moře, povodí Dunaje. Významné vodní toky jsou Morava, Moravská Sázava a Desná. Řeka Desná vzniká v Koutech nad Desnou spojením delší a vodnatější Divoké Desné, která pramení na svazích Kamzičnicku ve výšce 1310 m n. m. a Hučivé Desné, přitékající od Keprníku. Plocha povodí je 326,3 Km<sup>2</sup>, délka toku je 43,6 Km. Desná je vodohospodářsky významný tok pstruhové vody (Demek 1984).

Pro podnebí šumperského okresu jsou charakteristické velké rozdíly na poměrně malé vzdálenosti, podmíněné velkým rozpětím nadmořských výšek. Na území okresu zasahují všechny tři hlavní podnebné oblasti, které se v Česku rozlišují. Teplá oblast zasahuje jen na jihovýchod okresu do okolí Mohelnice a Úsova (Melzer et al. 1993).

Podle Quittových klimatických jednotek se jedná o mírně teplou oblast MT10 (MW 10) s létem dlouhým, teplým, suchým až mírně suchým. Přejídné období je krátké s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká a mírně teplá a velmi suchá, s krátkým trváním sněžové pokrývky. Počet letních dnů 40 až 50, počtem dní s mrazem 110 až 130 a počtem dní se sněžovou pokrývkou 50 až 60 (Květoň a Voženílek 2011). Podle Atlasu podnebí Česka začátek polních prací v této oblasti nastává v období 31. 3. až 9. 4. (Tolasz et al. 2007).



Obr. 1. Vymezení šumperské kotliny (mapový podklad <http://geoportal.cenia.cz>)

### 3.2. *Staniční síť*

Při řešení bakalářské práce byla použita meteorologická data z amatérské meteorologické stanice ve Vikýřovicích, která není zapojena do sítě Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ). Fenologické charakteristiky byly získány z fenologické staniční sítě ČHMÚ. Bližší informace jednotlivých vybraných stanic jsou uvedeny níže.

### 3.2.1. Amatérská meteorologická stanice Vikýřovice

Amatérská meteorologická stanice se nachází v šumperské kotlině v obci Vikýřovice, na levém břehu řeky Desné, přibližně 3 Km severně od okresního města Šumperk. Střední nadmořská výška obce je 335 m. Poloha stanice je 49°58'58'' s. š. a 17°00'36'' v. d. (viz obr. na str. 7)

Meteorologická data byla monitorována kontinuálně od roku 2006 podle Návodu pro pozorovatele meteorologických stanic ČSSR (Slabá 1972) a aktualizovaného vydání Návodu pro pozorovatele meteorologických stanic (<http://old.chmi.cz>).

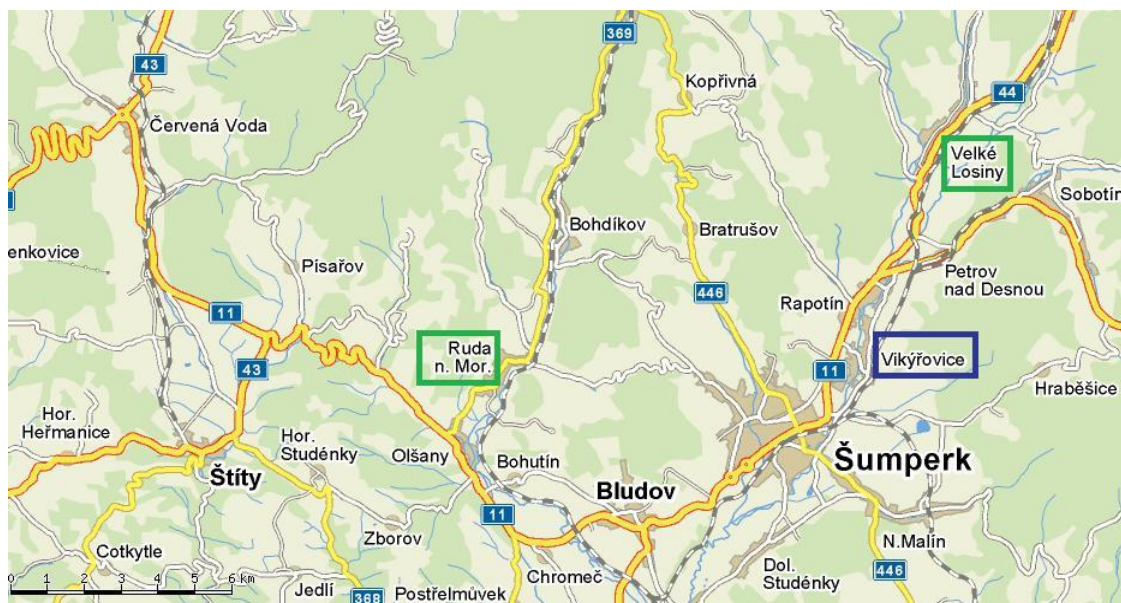
**Tab. 1. Měřicí program meteorologické stanice Vikýřovice**

Měřená veličina	Čas měření (SEČ, SELČ)
Teplota vzduchu	7:00, 14:00, 21:00
Rosný bod	7:00, 14:00, 21:00
Maximální a minimální teplota vzduchu	7:00, 21:00
Vlhkost	7:00, 14:00, 21:00
Tlak	7:00, 14:00, 21:00
Srážky	7:00
Oblačnost	celodenně
Výška sněhové pokrývky	7:00
Rychlost, nárazy, směr větru	7:00, 14:00, 21:00
Stav půdy	7:00, 14:00, 21:00
Bouřky, ostatní jevy	při výskytu

### 3.2.2. Vybrané fenologické stanice

Provoz fenologických stanic v České republice zajišťuje ČHMÚ, podle platných metodických předpisů (Coufal et al. 2004). Fenologické stanice byly vybrány geograficky nejblíže místu amatérské meteorologické stanice ve Vikýřovicích.

Ovocnářská fenologická stanice se nachází ve Velkých Losinách (ID 02LOSI01) vzdálená vzdušnou čarou od Vikýřovic 6 Km se střední nadmořskou výškou 415 m a polohou 50°02'26'' s. š. a 17°03'15'' v. d. Polní fenologická stanice leží v obci Ruda nad Moravou (ID O2RUDA01) vzdálená vzdušnou čarou od Vikýřovic 9 Km se střední nadmořskou výškou 360 m a polohou 49°59'32'' s. š. a 16°53'00'' v. d. (<http://old.chmi.cz>).



Obr. 2. Lokace fenologických stanic (zeleně) a amatérské meteorologické stanice (modře), (mapový podklad <http://www.mapy.cz>)

### 3.3. Metody

#### 3.3.1. Monitoring meteorologických prvků

Teplota vzduchu byla měřena staničním rtuťovým teploměrem, umístěným 2 m nad zemským povrchem. Rozsah měření:  $-36,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $+50,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Stupnice je dělena po dvou desetínách stupně. Její rozsah zachycuje prakticky celé rozpětí teplot, které se u nás vyskytují (Slabá 1972).

Maximální teplota vzduchu byla měřena maximálním rtuťovým teploměrem, který má obdobnou konstrukci jako lékařský teploměr. Konec rtuťového sloupce označuje maximum teploty. Pro nové měření je rtuť setřepána. Rozsah měření:  $-30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $+50,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Stupnice je dělena po pěti desetínách stupně (Slabá 1972).

Minimální teplota vzduchu byla měřena minimálním lihovým teploměrem, umístěným 2 m nad zemí ve vodorovné poloze. Teploměrnou tekutinou je alkohol. Ke stanovení minimální teploty slouží skleněná tyčinka (index). Povrchová blanka na konci sloupečku táhne tyčinku s sebou a zastaví se na nejnižší hodnotě. Rozsah měření:  $-50,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $+30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Stupnice je dělena po dvou desetínách stupně. Na stejném principu pracuje i minimální přízemní teploměr v 0,05 m nad povrchem nebo sněhovou pokrývkou (Slabá 1972).

Srážky byly měřeny srážkoměrnou soupravou umístěnou na pozemku vedle stanice, přibližně 1 m nad zemským povrchem. Záchytná plocha je standardních

500 cm<sup>2</sup>. Souprava se skládá ze dvou srážkoměrných nádob, jedné nálevky, jedné konvice a jednoho odměrného válce. Stupnice je dělena po 0,1 mm.

Výška sněhové pokrývky byla zaznamenávána sněhoměrnou latí dlouhou 1,0 m umístěnou v okolí stanice s přesností měření 0,5 cm. Bližší informace o provozu meteorologické stanice Vikýřovice jsou dostupné na [www.meteorvikyrovce.wbs.cz](http://www.meteorvikyrovce.wbs.cz) nebo metodický předpis: [http://old.chmi.cz/OS/pdf/metodicky\\_navod/MP.pdf](http://old.chmi.cz/OS/pdf/metodicky_navod/MP.pdf).



Obr. 3. Amatérská meteorologická stanice Vikýřovice (zdroj: Nezval, 25. 7. 2010)

### 3.3.2. Meteorologické charakteristiky

Z teplotních charakteristik, které ovlivňují nástup fenologických fází, byly vybrány následující: velké vegetační období s průměrnou denní teplotou vzduchu 5,0 °C a více (TS<sub>5</sub>). Nástup velkého vegetačního období znamená konec zimní stagnace vegetace a začátek jara. Jeho ukončení souhlasí přibližně s koncem podzimu (Havlíček et al. 1986).

Hlavní vegetační období označuje nástup a ukončení období s průměrnou denní teplotou vzduchu 10,0 °C a více (TS<sub>10</sub>). Podle Havlíčka (1986) se na každých 100 m výšky zkracuje o 8 až 9 dní. Vegetační léto ohraničuje nástup a ukončení období s průměrnou denní teplotou vzduchu 15,0 °C a více (TS<sub>15</sub>). Podle Havlíčka (1986) se na každých 100 m výšky zkracuje o 15 dní. Nejteplejší dny jsou vymezeny průměrnou denní teplotou vzduchu 20,0 °C a více (TS<sub>20</sub>).



Zimní období ohraničuje průměrná denní teplota vzduchu pod  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Podle Havlíčka (1986) se na každých 100 m výšky prodlužuje o 7 až 8 dní.

Podle Uhlíře (1960) byly vybrány následující charakteristiky extrémních teplotních hodnot, jejichž překročení může být pro rostliny zhoubné: suma dní za uvažované období ve 2,0 m výšky nad zemí,  $T_{\min} < 0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  mrazový den,  $T_{\max} \leq -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ledový den,  $T_{\max} \geq 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  letní den,  $T_{\max} \geq 30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  tropický den,  $T \geq 5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  den velkého vegetačního období,  $T \geq 10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  den hlavního vegetačního období,  $T \leq 0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  den vegetačního klidu.

Další vybraná charakteristika je suma dní s mrazem, první a poslední den s mrazem ve 2,0 m a v 0,05 m nad zemí (tzv. přízemní mráz). Zvláště poslední dny s mrazem v období s denní teplotou vzduchu nad  $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  mohou vážně poškodit citlivé části plodin (Červený et al. 1984). Z výše uvedených charakteristik se rovněž sledovalo datum prvního a posledního dne s danou hodnotou.

Druhým nejdůležitějším a také nejvíce sledovaným prvkem podle Uhlíře (1960) jsou srážkové poměry, které rovněž ovlivňují životní projevy vegetace. Pro bakalářskou práci byly vybrány následující charakteristiky: suma dní s úhrnem srážek  $\geq 1,0\text{ mm}$ ,  $\geq 10,0\text{ mm}$ ,  $\geq 15,0\text{ mm}$  a  $\geq 20,0\text{ mm}$ .

### 3.3.3. Fenologické charakteristiky

Fenologickými charakteristikami se rozumí data nástupu a v některých případech i ukončení fenologických fází. Z agrometeorologického hlediska k nim patří také začátek a konec různých polních prací (Uhlíř 1960).

Pro posouzení vlivu meteorologických prvků na fenologické fáze, byly preferovány takové, u kterých se očekávala závislost s naměřenými meteorologickými charakteristikami.

Z ovocnářské fenologické stanice Velké Losiny byly vybrány plodiny angrešt a líska. Odrůdy jableň a rybíz byly z práce vyřazeny z důvodů absence průkazné korelace s predikovanými meteorologickými charakteristikami.

Z polní fenologické stanice Ruda nad Moravou byly vybrány plodiny pšenice ozimá a kukuřice setá. Ječmen jarní byl z práce vyřazen ze stejných důvodů, jako ovocné plodiny.

Níže jsou blíže charakterizovány vybrané plodiny a jejich fenologické fáze. Jednotlivé fenologické fáze zaznamenávají pracovníci ČHMÚ podle metodiky Valtera (1980), metodických předpisů ovocných dřevin, polních plodin a nového fenologického atlasu (Coufal et al. 2004).

Angrešt (*Grossularia uva-crispa*) (L.) Mill., odrůda Citronový obří

Obrázky 4 až 7 znázorňují posuzované fenologické fáze: rašení listových pupenů (RL), první list (PL), počátek kvetení (PK), plný rozkvět (PR) a zralost sklizňová (ZS).



**Obr. 4. Rašení listových pupenů angreštu (zdroj: Coufal et al. 2004)**



**Obr. 5. První listy angreštu (zdroj: Coufal et al. 2004)**



**Obr. 6. Počátek kvetení angreštu (zdroj: Coufal et al. 2004)**



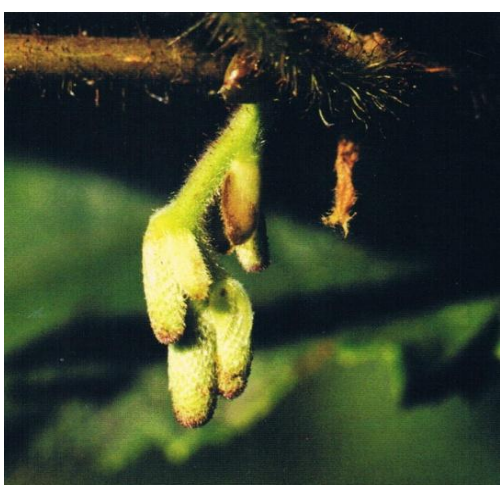
**Obr. 7. Zralost sklizňová angreštu (zdroj: Coufal et al. 2004)**

Líska (*Corylus avellana* L.), odrůda Hallský obr

Obrázky 8 až 10 znázorňují některé z posuzovaných fenologických fází: začátek kvetení samčích květů (KA), začátek kvetení samičích květů (KG), konec kvetení (KK), rašení listových pupenů (RL), rašení květních pupenů (RK), první list (PL), zralost sklizňová (ZS) a konec opadu listů (KO).



Obr. 8. Začátek kvetení samičích květů lísky (zdroj: Coufal et al. 2004)



Obr. 9. Rašení květních pupenů lísky (zdroj: Coufal et al. 2004)

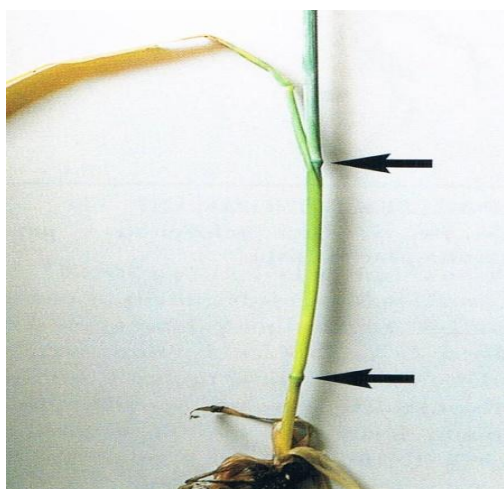


Obr. 10. Zralost sklizňová lísky (zdroj: Coufal et al. 2004)

Pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.)

Pšenice ozimá má ze všech vybraných plodin největší nároky na půdní vlastnosti. Setí, které nebylo v práci zahrnuto, probíhá na podzim při teplotě vzduchu 15,0 °C a růst zastavuje při teplotě 4 až 5 °C. Je poměrně dobře mrazuvzdorná a snáší teploty až –25,0 °C (<http://www.agrokrom.cz>).

Obrázky 11 až 17 znázorňují některé z posuzovaných fenologických fází: počátek prodlužování (PP), první nodus (PN), druhý nodus (DN), naduřování listové pochvy (NP), metání (ME), počátek kvetení (PK), konec kvetení (KK), zralost mléčná (ZM), zralost žlutá (ZZ), zralost plná (ZP) a sklizeň (SK).



**Obr. 11. Druhý nodus pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)**



**Obr. 12. Naduřování listové pochvy pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)**



Obr. 13. Metání pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)



Obr. 14. Počátek kvetení pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)



Obr. 15. Konec kvetení pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)



Obr. 16. Zralost mléčná pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)

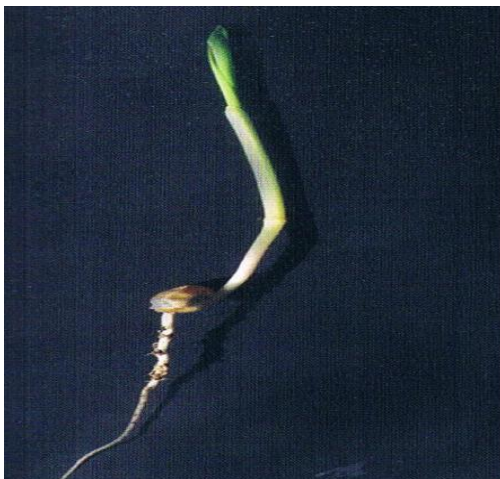


Obr. 17. Plná zralost pšenice ozimé (zdroj: Coufal et al. 2004)

### Kukuřice setá (*Zea mays L.*)

Kukuřice se seje při teplotě půdy 6,0 °C až 8,0 °C. Nejlépe klíčí při 20,0 °C až 25,0 °C a vzchází asi po 12 dnech. Je velice teplomilná a zastavuje svůj růst pod 6,0 °C ale i nad 30,0 °C (<http://www.agrokrom.cz>).

Obrázky 18 až 23 znázorňují některé z posuzovaných fenologických fází: setí (ST), vzcházení (VZ), metání (ME), začátek kvetení samčích květů (KA), začátek kvetení samičích květů (KG), zralost mléčná (ZM), zralost mléčná vosková (MV) a sklizeň (SK).



Obr. 18. Vcházení kukuřice seté (zdroj: Coufal et al. 2004)



Obr. 19. Metání kukuřice seté (zdroj: Coufal et al. 2004)



Obr. 20. Kvetení samčích květů kukuřice seté (zdroj: Coufal et al. 2004)





**Obr. 21. Kvetení samičích květů kukuřice seté (zdroj: Coufal et al. 2004)**



**Obr. 22. Plná zralost kukuřice seté (zdroj: Coufal et al. 2004)**



**Obr. 23. Sklizeň kukuřice seté (zdroj: Coufal et al. 2004)**

### **3.4. *Analýza dat***

Pro bakalářskou práci byly analyzovány výše popsané fenologické fáze s vybranými meteorologickými charakteristikami za období 2006 až 2011. Všechny zpracované fenologické fáze, a některé meteorologické charakteristiky byly převedeny na pořadové dny v roce, jako např. první a poslední mráz pro následné zpracování.

Každá fenologická fáze vybraných ovocných a polních plodin byla analyzována stejnou metodou, tedy Spearmanovým korelačním koeficientem ( $R^2$ ) z důvodů krátké kontinuální řady dat. Fenologické fáze, které nebyly podmíněny teplotami ani srážkami byly z analýzy vyloučeny. Data byla posuzována na zvolené hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Výsledná data jsou v tabelární a textové podobě uvedeny v kapitole „Výsledky“. Výpočty a grafické zpracování v bakalářské práci byly provedeny ve statistickém programu NCSS 2007.

## 4. Výsledky

### 4.1. Analýza meteorologických charakteristik

Použité meteorologické charakteristiky pro korelace s fenologickými fázemi jsou uvedeny v tab. 2 až 5. Tyto údaje byly vypočítány z teplotních a srážkových řad pozorovaných na amatérské meteorologické stanici Vikýřovice. Tabulka 2 vykazuje počet dní s charakteristickou průměrnou denní teplotou vzduchu a jejich tzv. teplotní sumy (TS) v daném roce.

Tab. 2. Celkový počet dní s charakteristickou teplotou (TS) a jejich výsledná teplotní suma (Suma TS) za období 2006 až 2011

Rok	TS <sub>5</sub>	Suma TS <sub>5</sub>	TS <sub>10</sub>	Suma TS <sub>10</sub>	TS <sub>15</sub>	Suma TS <sub>15</sub>	TS <sub>20</sub>	Suma TS <sub>20</sub>
2006	203,0	2658,4	151,0	2268,1	64,0	1186,9	17,0	357,3
2007	217,0	2699,3	140,0	2139,4	81,0	1434,0	9,0	195,0
2008	226,0	2729,0	145,0	2141,0	74,0	1270,3	2,0	40,9
2009	219,0	2702,6	146,0	2147,7	64,0	1108,2	4,0	81,7
2010	208,0	2675,0	137,0	2132,1	70,0	1285,6	19,0	417,3
2011	207,0	2716,0	155,0	2327,2	74,0	1311,0	7,0	145,8
<b>Průměr</b>	213,3	2696,8	145,6	2192,5	71,1	1266,0	9,6	206,3
<b>Medián</b>	212,5	2700,9	145,5	2144,3	72,0	1277,9	8,0	170,4
<b>SE</b>	3,5	10,6	2,7	34,1	2,6	45,3	2,8	61,6
<b>Amplituda</b>	23,0	70,6	18,0	195,1	17,0	325,8	17,0	376,4
<b>Minimum</b>	203,0	2658,4	137,0	2132,1	64,0	1108,2	2,0	40,9
<b>Maximum</b>	226,0	2729,0	155,0	2327,2	81,0	1434,0	19,0	417,3

Tabulka 3 udává počet dní s tzv. extrémní teplotou vzduchu, jinými slovy maximální a minimální teploty vzduchu naměřené extrémními teploměry.  $T_{\min} < 0,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  jsou mrazové dny tj. počet dní s mrazem.  $T_{\max} \leq -0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  udává ledové dny.  $T_{\max} \geq 25,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  znamená letní dny a konečně  $T_{\max} \geq 30,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  značí tropické dny (viz tab. 3).

Tab. 3. Počet dní s extrémní teplotou vzduchu podle extrémních teploměrů za období 2006 až 2011

Rok	T min	T max	T max	T max
	< 0,0 °C	≤ -0,1 °C	≥ 25,0 °C	≥ 30,0 °C
2006	86,0	58,0	58,0	21,0
2007	12,0	18,0	59,0	12,0
2008	6,0	15,0	60,0	6,0
2009	13,0	30,0	61,0	13,0
2010	16,0	50,0	45,0	16,0
2011	8,0	21,0	64,0	8,0
<b>Průměr</b>	23,5	32,0	57,8	12,6
<b>Medián</b>	12,5	25,5	59,5	12,5
<b>SE</b>	12,5	7,3	2,7	2,2
<b>Amplituda</b>	80,0	43,0	19,0	15,0
<b>Minimum</b>	6,0	15,0	45,0	6,0
<b>Maximum</b>	86,0	58,0	64,0	21,0

V tab. 4 jsou uvedeny statistiky prvního a posledního dne s mrazem ve 2,0 m a 0,05 m nad zemí v jednotlivých letech. Hodnoty jsou uváděny v kalendářních dnech v roce.

Tab. 4. První a poslední mrazový den ve 2 m a 0,05 m nad zemí uváděných v kalendářních dnech za období 2006 až 2011

Rok	První den s	První den s	Poslední den s	Poslední den s
	mrazem ve 2,0 m	mrazem v 0,05 m	mrazem ve 2,0 m	mrazem v 0,05 m
2006	290,0	282,0	129,0	139,0
2007	288,0	265,0	120,0	138,0
2008	278,0	258,0	109,0	118,0
2009	293,0	277,0	111,0	134,0
2010	283,0	263,0	113,0	115,0
2011	288,0	282,0	126,0	136,0
<b>Průměr</b>	286,6	271,1	118,0	130,0
<b>Medián</b>	288,0	271,0	116,5	135,0
<b>SE</b>	2,1	4,2	3,3	4,3
<b>Amplituda</b>	15,0	24,0	20,0	24,0
<b>Minimum</b>	278,0	258,0	109,0	115,0
<b>Maximum</b>	293,0	282,0	129,0	139,0

Tabulka 5 vykazuje počet dní s charakteristickým úhrnem srážek  $\leq 1,0$  mm až  $\leq 20,0$  mm, rovněž počet všech srážkových dnů a počet dní se sněhovou pokrývkou v jednotlivých letech.

**Tabulka 5. Počet dní s charakteristickým úhrnem srážek, počet dní se srážkami a počet dní se sněhovou pokrývkou za období 2006 až 2011**

Rok	$\leq 1,0$ mm	$\leq 10,0$ mm	$\leq 15,0$ mm	$\leq 20,0$ mm	Dny se srážkami	Dny se sněhovou pokrývkou
<b>2006</b>	101,0	23,0	15,0	5,0	149,0	59,0
<b>2007</b>	123,0	21,0	9,0	3,0	168,0	13,0
<b>2008</b>	85,0	20,0	7,0	7,0	135,0	26,0
<b>2009</b>	111,0	10,0	4,0	2,0	162,0	53,0
<b>2010</b>	108,0	29,0	17,0	10,0	148,0	85,0
<b>2011</b>	80,0	18,0	7,0	5,0	124,0	61,0
<b>Průměr</b>	101,3	20,1	9,8	5,3	147,6	49,5
<b>Medián</b>	104,5	20,5	8,0	5,0	148,5	56,0
<b>SE</b>	6,6	2,5	2,0	1,1	6,6	10,6
<b>Amplituda</b>	43,0	19,0	13,0	8,0	44,0	72,0
<b>Minimum</b>	80,0	10,0	4,0	2,0	168,0	13,0
<b>Maximum</b>	123,0	29,0	17,0	10,0	124,0	85,0

## 4.2. Analýza fenologických fází

V následující části výsledků jsou zpracovány statistiky vybraných fenologických fází plodin a jejich zjištěné korelace s výše uvedenými meteorologickými charakteristikami. V tab. 6, 8, 10, 12 jsou statistiky nástupu příslušných fenologických fází v kalendářních dnech v roce. V tab. 7, 9, 11, 13 jsou výsledné korelační koeficienty. Signifikantní hodnoty jsou uvedeny tučně, ostatní kurzívou.

### 4.2.1. Kukuřice setá

Setí kukuřice započalo v průměru 129. den v roce. Nástup fenofáze vzcházení začínalo v průměru 140. den, metání 201. den, začátek kvetení samčích květů 206. den, začátek kvetení samičích květů 208. den, zralost mléčná 232. den, zralost mléčně vosková 254. den v roce a konečně sklizeň započala v průměru 269. den v roce (viz tab. 6).

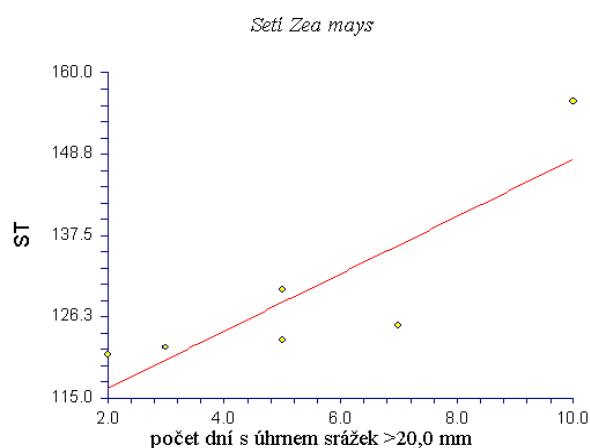
**Tab. 6. Základní statistické charakteristiky nástupu fenofází kukuřice seté uváděných v kalendářních dnech v roce za období 2006 až 2011**

Statistika	Fenologické fáze							
	ST <sup>a</sup>	VZ <sup>b</sup>	ME <sup>c</sup>	KA <sup>d</sup>	KG <sup>e</sup>	ZM <sup>f</sup>	MV <sup>g</sup>	SK <sup>h</sup>
<b>Průměr</b>	129,5	140,6	201,3	206,0	208,8	232,0	254,5	269,5
<b>Medián</b>	124,0	135,5	199,0	204,0	207,0	229,5	249,5	268,0
<b>SE</b>	5,4	4,6	2,3	6,4	2,7	8,9	6,2	3,9
<b>Amplituda</b>	35,0	29,0	15,0	17,0	18,0	25,0	41,0	28,0
<b>Minimum</b>	121,0	134,0	198,0	202,0	204,0	224,0	242,0	260,0
<b>Maximum</b>	156,0	163,0	213,0	219,0	222,0	249,0	283,0	288,0

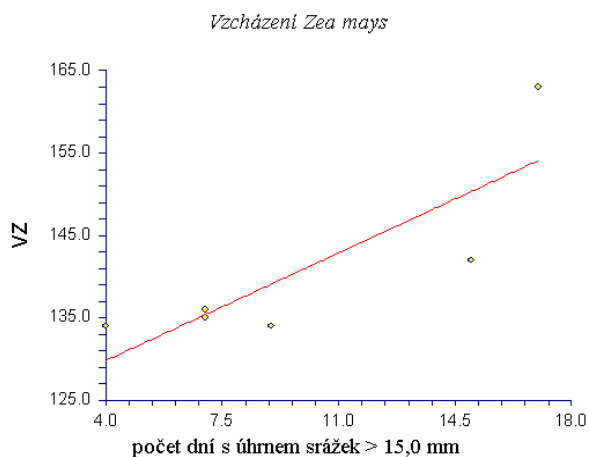
*a) setí, b) vzcházení, c) metání, d) začátek kvetení samčích květů e) začátek kvetení samičích květů f) zralost mléčná g) zralost mléčně vosková h) sklizeň*

V případě kukuřice docházelo k časnějšímu nástupu všech fenofází s narůstajícím počtem letních dní ( $T_{\max} \geq 25,0 \text{ °C}$ ). V případě zralosti mléčně voskové nastala fenofáze v r. 2010 o 38 dní později, než v předchozích letech.

Dny s úhrnem srážek  $\geq 15,0 \text{ mm}$  a  $\geq 20,0 \text{ mm}$  významně ovlivňovaly nástup setí a vzcházení (viz obr. 24 a 25). Jinými slovy s rostoucím počtem těchto dní nastávaly tyto fenofáze až o 35 dní dříve. Sklizeň kukuřice v nejsušším sledovaném roce byla o 28 dní opožděna oproti roku s nejvyšším počtem dní s úhrnem srážek  $\geq 20,0 \text{ mm}$  v r. 2010.

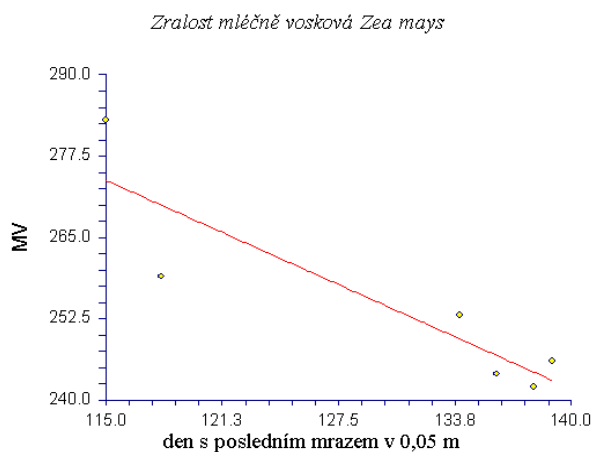


**Obr. 24. Závislost setí kukuřice a počet dní s úhrnem srážek > 20,0 mm**



**Obr. 25. Závislost vzcházení kukuřice a počet dní s úhrnem srážek > 15,0 mm**

Poslední mráz v 0,05 m nástup některých fenofází opožďoval. Zralost mléčná a zralost mléčně vosková nastaly v chladném roce 2006 o 26 respektive 38 dní později než v teplejším roce 2010 (viz obr. 26). Výsledné koeficienty determinace jsou uvedeny v tab. 7 na str. 23.



**Obr. 26. Závislost zralosti mléčně voskové kukuřice a den s posledním mrazem v 0,05 m**

Tab. 7. Přehled výsledků koeficientu determinace u fenologických fází kukuřice seté za období 2006 až 2011

Meteorologické charakteristiky	Fenologické fáze							
	ST <sup>a</sup>	VZ <sup>b</sup>	ME <sup>c</sup>	KA <sup>d</sup>	KG <sup>e</sup>	ZM <sup>f</sup>	MV <sup>g</sup>	SK <sup>h</sup>
TS <sub>5</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
TS <sub>10</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
TS <sub>15</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
TS <sub>20</sub>	0,59	0,62	0,44	.	.	.	.	.
Počet letních dní	<b>0,92</b>	<b>0,92</b>	<b>0,88</b>	<b>0,77</b>	<b>0,75</b>	<b>0,74</b>	<b>0,75</b>	<b>0,73</b>
Počet trop. dní	.	.	.	.	.	.	.	.
Počet ledových dní	0,4	0,45	.	.	.	.	.	.
Počet mraz. dní	.	.	.	.	.	.	.	.
Počet srážko. dní	.	.	.	.	.	.	.	.
Počet dní se sněhem	0,49	0,52	0,49	0,50	0,54	0,43	.	.
První den s mrazem 2 m	.	.	.	.	.	.	.	.
První den s mrazem 0,05 m	.	.	.	.	.	.	.	.
Poslední den s mrazem 2 m	.	.	.	.	.	.	.	.
Poslední den s mrazem 0,05 m	0,44	.	0,40	0,53	0,55	<b>0,72</b>	<b>0,79</b>	0,54
Dny s úhrnem srážek $\geq 1$ mm	.	.	.	.	.	.	.	.
Dny s úhrnem srážek $\geq 10$ mm	0,62	0,60	0,40	.	.	.	.	0,64
Dny s úhrnem srážek $\geq 15$ mm	<b>0,67</b>	<b>0,69</b>	0,44	.	.	.	.	0,44
Dny s úhrnem srážek $\geq 20$ mm	<b>0,72</b>	<b>0,69</b>	0,53	0,64	0,66	0,63	0,67	<b>0,80</b>

*a) setí, b) vzcházení, c) metání, d) začátek kvetení samčích květů e) začátek kvetení samičích květů f) zralost mléčná g) zralost mléčně vosková h) sklizeň*

#### 4.2.2. Pšenice ozimá

Počátek prodlužování pšenice ozimé započalo v průměru 104. den v roce. První nodus byl pozorován v průměru 127. den, druhý nodus 134. den, naduřování listové pochvy 144. den, metání 155. den, počátek kvetení 162. den, konec kvetení 173. den v roce, zralost mléčná 176. den, žlutá zralost 197. den, plná zralost 211. den a konečně sklizeň započala v průměru 218. den v roce (viz tab. 8).

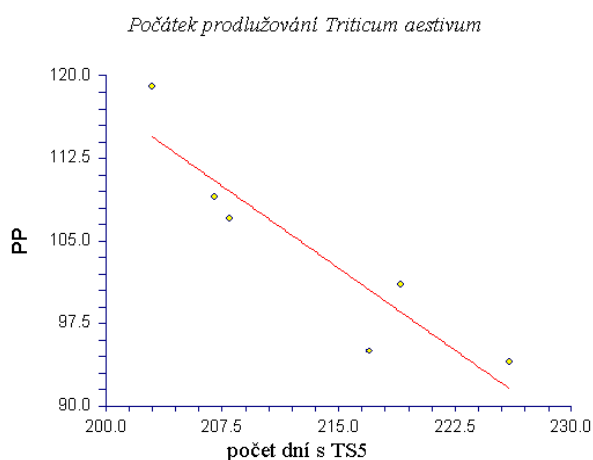


**Tab. 8. Základní statistické charakteristiky nástupu fenofází pšenice ozimé uváděných v kalendářních dnech v roce za období 2006 až 2011**

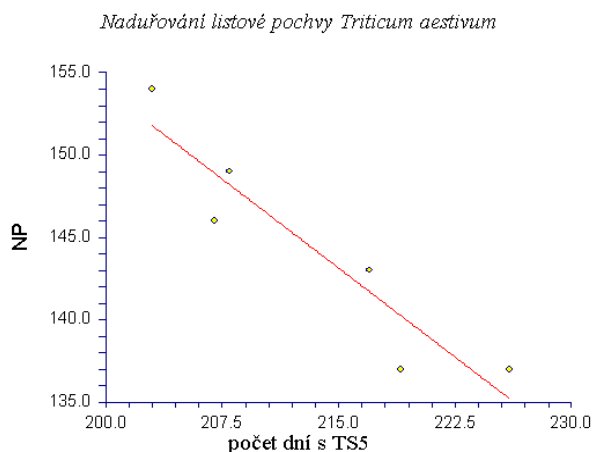
Statistika	Fenologické fáze										
	PP <sup>a</sup>	PN <sup>b</sup>	DN <sup>c</sup>	NP <sup>d</sup>	ME <sup>e</sup>	PK <sup>f</sup>	KK <sup>g</sup>	ZM <sup>h</sup>	ZZ <sup>i</sup>	ZP <sup>j</sup>	SK <sup>k</sup>
<b>Průměr</b>	104,1	127,1	134,1	144,3	155,6	162,0	173,3	176,8	197,1	211,0	218,8
<b>Medián</b>	104,0	126,5	131,5	144,5	153,0	160,5	173,0	179,5	199,5	212,5	221,5
<b>SE</b>	3,8	2,6	3,0	2,7	3,5	2,2	1,8	3,0	3,5	2,7	4,4
<b>Amplituda</b>	25,0	17,0	19,0	17,0	20,0	13,0	13,0	20,0	26,0	20,0	32,0
<b>Minimum</b>	94,0	121,0	128,0	137,0	147,0	156,0	167,0	163,0	183,0	198,0	201,0
<b>Maximum</b>	119,0	138,0	147,0	154,0	167,0	169,0	180,0	183,0	209,0	218,0	233,0

*a) počátek prodlužování, b) první nodus, c) druhý nodus d) naduřování listové pochvy e) metání, f) počátek kvetení, g) konec kvetení, h) zralost mléčná, i) zralost žlutá j) zralost plná, k) sklizeň*

Suma dní TS<sub>5</sub> signifikantně korelovala se všemi fenofázemi od počátku prodlužování až po počátek kvetení (viz obr. 27 a 28). S přibývajícím sumou těchto dní jednotlivé fáze nastupovaly časněji. U počátku prodlužování byl rozdíl 25 dní, u prvního nodu 17 dní, druhého nodu 20 dní, naduřování listové pochvy 14 dní, metání 20 dní a počátku kvetení 12 dní. Časné nástupy fenofází byly pozorovány v r. 2008 s počtem 226 dní s TS<sub>5</sub>. Nejpozději nastávaly v r. 2006 (203 dní s TS<sub>5</sub>).

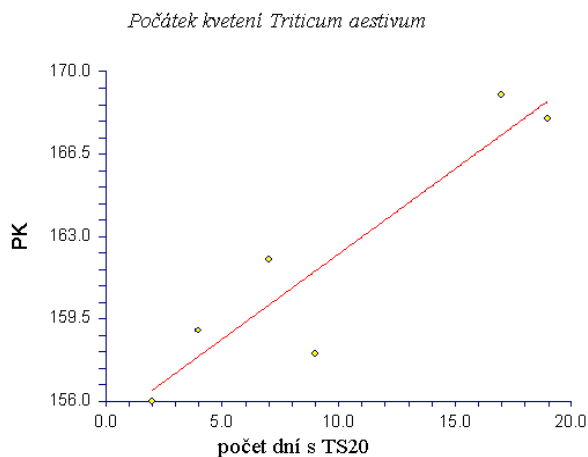


**Obr. 27. Závislost počátku prodlužování pšenice ozimé a TS<sub>5</sub>**



**Obr. 28.** Závislost naduřování listové pochvy pšenice ozimé a TS5

Dále byl zjištěn vztah se sumou dní TS<sub>20</sub> a naduřováním listové pochvy, metáním a počátkem kvetení. Bylo zjištěno, že se vzrůstajícím počtem TS<sub>20</sub> byly pozorovány tyto fáze dříve (viz obr. 29).



**Obr. 29.** Závislost počátku kvetení pšenice ozimé a počtem dní s TS<sub>20</sub>

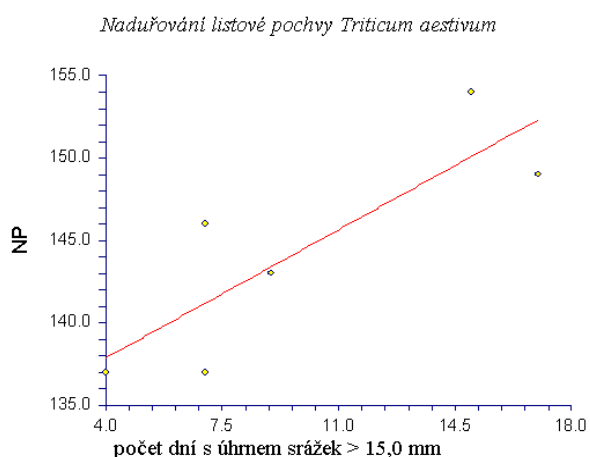
Počet dní s tropickou teplotou vzduchu průkazně souvisel s počátkem kvetení pšenice ozimé. V tomto případě se vzrůstajícím počtem tropických dní docházelo k opoždování kvetení až o 14 dní. V r. 2006 bylo naměřeno 21 tropických dní a kvetení započalo až 18. 6.

Počet ledových dní opoždoval následující fenofáze nejvíce v chladném r. 2006. Počátek prodlužování až o 24 dní, dále druhý nodus o 17 dní, metání o 20 dní a počátek kvetení o 14 dní.

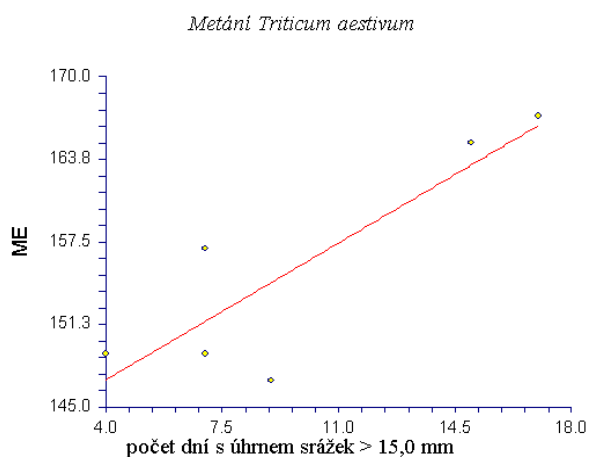
V případě počtu mrazových dní docházelo k signifikantní korelaci pouze s druhým nodem. V r. 2006 došlo vlivem vysokého počtu ledových dní (celkem 58) o zpoždění druhého nodu dokonce o 17 dní.

Počet dní s trvalou sněhovou pokrývkou ovlivnil metání, zralost žlutou a zralost plnou. Zralost sklizňová byla v r. 2010 opožděna až o 26 dní a zralost plná o 20 dní, vlivem dlouhotrvající souvislé sněhové pokrývky. Metání pšenice ozimé bylo ve stejném roce opožděno o 17 dní.

Počet dní s úhrnem srážek  $\geq 15,0$  mm prokazatelně souvisel s naduřováním listové pochvy, metáním a počátkem kvetení. Metání v r. 2007 nastalo o 20 dní dříve z důvodů vysokého počtu těchto úhrnů srážek. Naduřování listové pochvy a počátek kvetení byly ve stejném roce rovněž uspíšeny o více jak 12 dní (viz obr. 30 a 31).



**Obr. 30.** Závislost naduřování listové pochvy pšenice ozimé a počet dní s úhrnem srážek > 15,0 mm



**Obr. 31.** Závislost metání pšenice ozimé a počet dní s úhrnem srážek > 15,0 mm

Poslední zjištěná souvislost u pšenice ozimé byla v případě dní s úhrnem srážek  $\geq 20,0$  mm a koncem kvetení, které nastalo v r. 2007 o 12 dní dříve, než v ostatních sledovaných letech. Výše popsané výsledky a blízkce průkazné jsou přehledně uvedeny v tab. 9 na str. 27.

Tab. 9. Přehled výsledků koeficientu determinace u fenologických fází pšenice ozimé za období 2006 až 2011

Meteorologické charakteristiky	Fenologické fáze										
	PP <sup>a</sup>	PN <sup>b</sup>	DN <sup>c</sup>	NP <sup>d</sup>	ME <sup>e</sup>	PK <sup>f</sup>	KK <sup>g</sup>	ZM <sup>h</sup>	ZZ <sup>i</sup>	ZP <sup>j</sup>	SK <sup>k</sup>
TS <sub>5</sub>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	.	.	.	.	.
TS <sub>10</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TS <sub>15</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,4	0,4	.
TS <sub>20</sub>	.	0,4	0,66	<b>0,8</b>	<b>0,77</b>	<b>0,85</b>	0,40	.	.	.	.
Počet letních dní	.	.	.	.	.	.	0,52	.	.	.	.
Počet trop. dní	.	.	0,61	0,54	0,44	<b>0,66</b>	.	.	.	.	.
Počet led. dní	<b>0,66</b>	0,54	<b>0,76</b>	0,61	<b>0,75</b>	<b>0,87</b>	0,51	.	0,46	.	0,43
Počet mraz. dní	0,61	0,64	<b>0,76</b>	0,54	.	.	.	.	.	.	.
Počet srážko. dní	.	.	.	.	.	.	.	0,46	.	.	.
Počet dní se sněhem	.	.	.	.	<b>0,70</b>	0,62	0,61	0,59	<b>0,96</b>	<b>0,71</b>	0,43
První den s mrazem 2 m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
První den s mrazem 0,05 m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poslední den s mrazem 2 m	0,51	0,49	0,42	.	.	.	.	.	.	.	.
Poslední den s mrazem 0,05 m	.	.	.	0,58	.	.	0,41	.	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 1 mm	.	.	.	.	.	.	.	0,41	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 10 mm	.	.	.	0,44	0,46	.	.	.	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 15 mm	.	0,44	0,63	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>	<b>0,72</b>	0,52	.	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 20 mm	.	.	.	.	0,41	.	<b>0,71</b>	0,44	.	0,41	.

a) počátek prodlužování, b) první nodus, c) druhý nodus d) naduřování listové pochvy  
e) metání, f) počátek kvetení, g) konec kvetení, h) zralost mléčná, i) zralost žlutá j)  
zralost plná, k) sklizeň

### 4.2.3. Líska

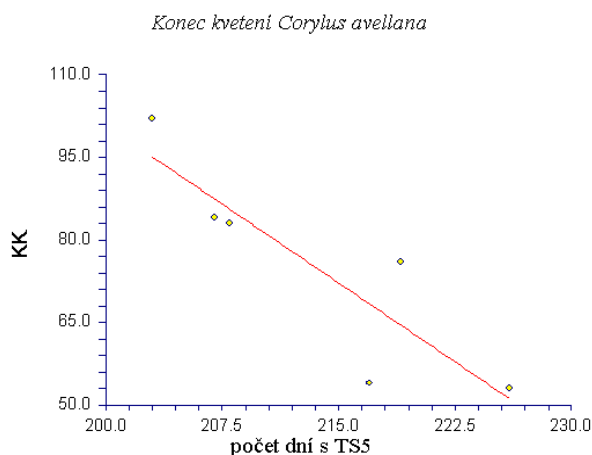
Počátek kvetení samčích květů u lísky nastalo v průměru 60. den v roce. Začátek kvetení samičích květů započalo 68. den, konec kvetení 75. den, rašení listových pupenů 78. den, první listy 96. den, rašení květních pupenů 199. den, zralost sklizňová započala v průměru 254. den v roce a konec opadu listů 303. den v roce (viz tab. 10).

Tab. 10. Základní statistické charakteristiky nástupu fenofází lísky uváděných v kalendářních dnech v roce za období 2006 až 2011

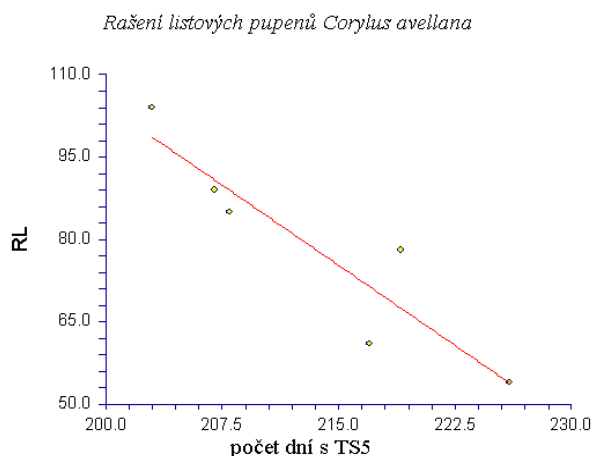
Statistika	Fenologické fáze							
	KA <sup>a</sup>	KG <sup>b</sup>	KK <sup>c</sup>	RL <sup>d</sup>	PL <sup>e</sup>	RK <sup>f</sup>	ZS <sup>g</sup>	KO <sup>h</sup>
<b>Průměr</b>	60,1	68,0	75,3	78,5	96,1	199,1	254,8	303,1
<b>Medián</b>	61,5	73,0	79,5	81,5	93,0	198,5	254,0	303,0
<b>SE</b>	7,5	8,1	7,7	7,5	3,2	4,0	1,6	1,7
<b>Amplituda</b>	51,0	50,0	49,0	50,0	21,0	29,0	10,0	13,0
<b>Minimum</b>	39,0	43,0	53,0	54,0	90,0	184,0	251,0	296,0
<b>Maximum</b>	90,0	93,0	102,0	104,0	111,0	213,0	261,0	309,0

a) začátek kvetení samčích květů, b) začátek kvetení samičích květů, c) konec kvetení, d) rašení listových pupenů, e) první listy, f) rašení květních pupenů, g) zralost sklizňová, h) konec opadu listů

S přibývajícím teplotním součtem TS<sub>5</sub> nastávaly fenofáze začátek kvetení samičích květů, konec kvetení a rašení listových pupenů shodně o 55 dní dříve než v chladnějších letech jako např. rok 2006. Fenofáze počátku kvetení samičích květů nastala o 50 dní dříve v roce 2007, kdy se vyskytlo nejvíce dní s TS<sub>15</sub>, než v chladnějších letech 2006 a 2009 (viz obr. 32 a 33).



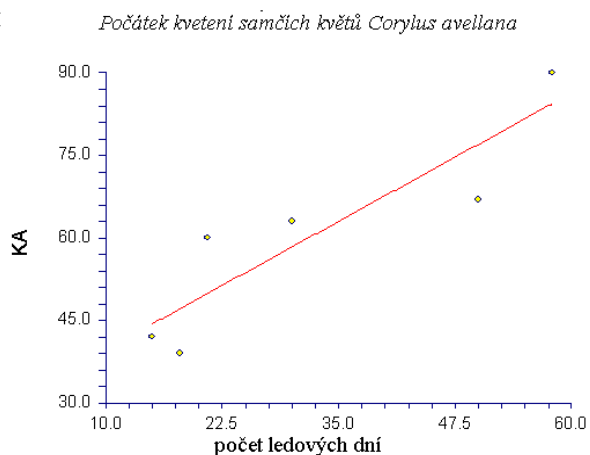
Obr. 32. Závislost konce kvetení lísky a TS5



**Obr. 33.** Závislost rašení listových pupenů lísky a TS5

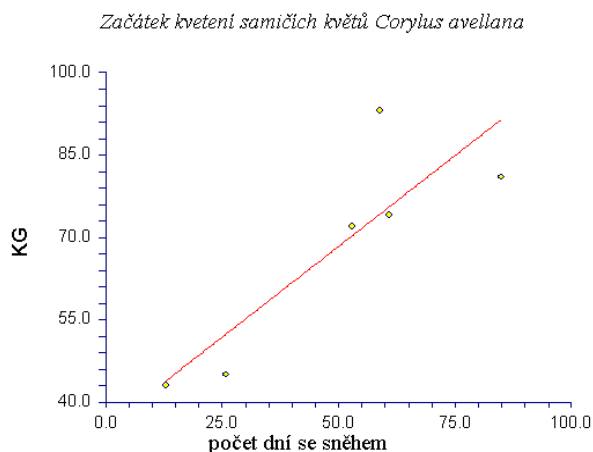
Rovněž byl zjištěn vztah mezi počtem tropických dní a prvními listy lísky. V teplém létě v r. 2006 bylo zaznamenáno celkem 22 tropických dní a první listy se objevily o 16 dní dříve, než v r. 2008 (8 tropických dní).

Se vzrůstajícím počtem ledových dní se opoždí začátek kvetení samčích květů až o 50 dní (viz obr. 34), začátek kvetení samičích květů o 55 dní, konec kvetení o 50 dní a konečně první listy o 22 dní. Nejvíce ledových dní bylo zaznamenáno v r. 2006.



**Obr. 34.** Závislost počátku kvetení samčích květů lísky a počet ledových dní

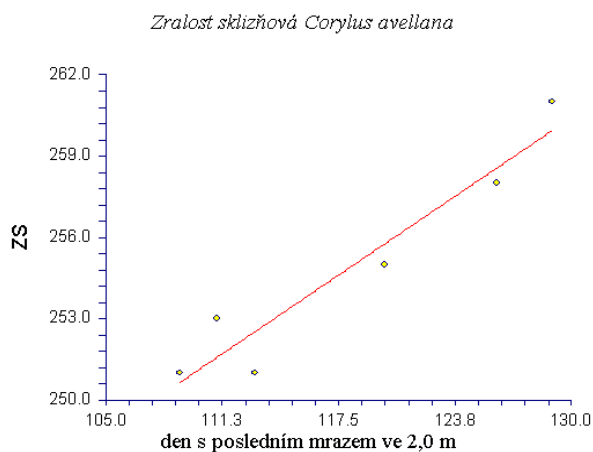
V roce 2010 bylo zaznamenáno rekordních 85 dní s trvalou sněhovou pokrývkou. Následně se fenofáze začátek kvetení samičích květů opozdila o 55 dní oproti teplému jaru 2007, kdy byla sněhová pokrývka jen 12 dní (viz obr. 35).



**Obr. 35.** Závislost počátku kvetení samičích květů lísky a počet dní se sněhem

Zralost sklizňová byla ovlivněna prvním mrazem v 0,05 m nad zemí. V roce 2008 nastal první mráz velmi brzy (258. den v roce) a urychlil sklizeň až o 8 dní.

Rašení květních pupenů a zralost sklizňová signifikantně korelovaly s posledním mrazem 2,0 m nad zemským povrchem (viz obr. 36). V prvním případě došlo k rozdílu 30 dní v nástupu rašení květných pupenů v r. 2006 oproti teplému jaru v r. 2010. Zralost sklizňová byla nejvíce opožděna v r. 2006, kdy byl zaznamenán poslední mráz až 282. den v roce. Výše popsané výsledky a blízkce průkazné jsou přehledně uvedeny v tab. 11 (na str. 31).



**Obr. 36.** Závislost zralosti sklizňové lísky a den s posledním mrazem ve 2,0 m

Tab. 11. Přehled výsledků koeficientu determinace u fenologických fází lisky za období 2006 až 2011

Meteorologické charakteristiky	Fenologické fáze							
	KA <sup>a</sup>	KG <sup>b</sup>	KK <sup>c</sup>	RL <sup>d</sup>	PL <sup>e</sup>	RK <sup>f</sup>	ZS <sup>g</sup>	KO <sup>h</sup>
TS <sub>5</sub>	0,61	<b>0,69</b>	<b>0,77</b>	<b>0,84</b>	0,56	.	0,48	.
TS <sub>10</sub>	.	.	.	.	.	.	0,51	.
TS <sub>15</sub>	<b>0,67</b>	0,61	0,52	0,42	.	.	.	.
TS <sub>20</sub>	0,42	0,44	0,42	0,43	0,64	.	.	.
Počet letních dní	.	.	.	.	.	.	.	.
Počet trop. dní	0,65	0,52	0,51	0,51	<b>0,72</b>	.	.	0,4
Počet ledových dní	<b>0,81</b>	<b>0,74</b>	<b>0,68</b>	0,63	<b>0,75</b>	.	.	.
Počet mraz. dní	.	.	.	.	.	.	.	.
Počet srážko. dní	.	.	.	.	.	.	.	.
Počet dní se sněhem	0,51	<b>0,73</b>	0,61	0,56	.	.	.	.
První den s mrazem 2 m	0,51	.	.	.	.	.	.	.
První den s mrazem 0,05 m	.	.	.	.	.	.	<b>0,66</b>	.
Poslední den s mrazem 2 m	.	.	.	0,46	.	<b>0,67</b>	<b>0,92</b>	.
Poslední den s mrazem 0,05 m	.	.	.	.	.	.	0,64	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 1 mm	.	.	.	.	.	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 10 mm	.	.	.	.	.	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 15 mm	.	.	.	.	0,62	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 20 mm	.	.	.	.	.	.	.	.

*a) začátek kvetení samčích květů, b) začátek kvetení samičích květů, c) konec kvetení, d) rašení listových pupenů, e) první listy, f) rašení květních pupenů, g) zralost sklizňová, h) konec opadu listů*



#### 4.2.4. Angrešt

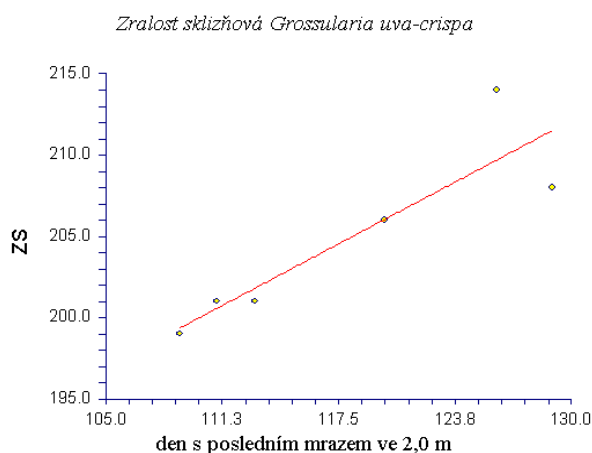
Fenofáze rašení listových pupenů angreštu započalo v průměru 67. den v roce. První listy se začínaly objevovat v průměru 90. den, počátek kvetení 105. den, plný rozkvět 111. den a zralost sklizňová započala v průměru 196. den v roce (viz tab. 12).

**Tab. 12. Základní statistické charakteristiky nástupu fenofází angreštu uváděných v kalendářních dnech v roce za období 2006 až 2011**

Statistika	Fenologické fáze				
	RL <sup>a</sup>	PL <sup>b</sup>	PK <sup>c</sup>	PR <sup>d</sup>	ZS <sup>e</sup>
<b>Průměr</b>	67,6	90,1	105,0	111,1	196,0
<b>Medián</b>	70,5	91,0	101,0	112,0	196,0
<b>SE</b>	7,7	4,6	3,7	3,6	2,8
<b>Amplituda</b>	57,0	36,0	25,0	24,0	20,0
<b>Minimum</b>	38,0	71,0	121,0	100,0	188,0
<b>Maximum</b>	95,0	107,0	96,0	124,0	208,0

*a) rašení listových pupenů, b) první listy, c) počátek kvetení, d) plný rozkvět, e) zralost sklizňová*

Jediný signifikantní výsledek u angreštu byl zjištěn v případě zralosti sklizňové s posledním mrazem ve 2,0 m. Chladné jaro v r. 2006 s pozdními mrazy způsobilo opoždění zralosti sklizňové až o 16 dní oproti roku 2008 (viz obr. 37).



**Obr. 37. Závislost zralost sklizňová angreštu a den s posledním mrazem ve 2,0 m**

V tab. 13 jsou uvedeny výsledky koeficientu determinace pro jednotlivé fenologické fáze a meteorologické charakteristiky angreštu.

Tab. 13. Přehled výsledků koeficientu determinace u fenologických fází angreštu za období 2006 až 2011

Meteorologické charakteristiky	Fenologické fáze				
	RL <sup>a</sup>	PL <sup>b</sup>	PK <sup>c</sup>	PR <sup>d</sup>	ZS <sup>e</sup>
TS <sub>5</sub>	.	.	.	.	0,43
TS <sub>10</sub>	0,51	0,47	.	.	0,48
TS <sub>15</sub>	0,58	.	.	.	.
TS <sub>20</sub>	.	.	.	.	.
Počet letních dní	.	.	.	.	.
Počet trop. dní	.	.	.	.	.
Počet ledových dní	.	.	.	.	.
Počet mraz. dní	.	.	.	.	.
Počet srážko. dní	.	0,5	0,4	0,42	.
Počet dní se sněhem	0,43	.	.	.	.
První den s mrazem 2 m	.	.	.	.	.
První den s mrazem 0,05 m	.	.	.	.	.
Poslední den s mrazem 2 m	.	.	.	.	0,79
Poslední den s mrazem 0,05 m	.	.	.	.	0,46
Dny s úhrnem srážek ≥ 1 mm	.	0,4	.	.	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 10 mm	.	.	0,45	0,53	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 15 mm	.	.	0,47	0,53	.
Dny s úhrnem srážek ≥ 20 mm	.	.	0,47	0,64	.

a) rašení listových pupenů, b) první listy, c) počátek kvetení, d) plný rozkvet, e) zralost sklizňová

## 5. Diskuse

Cílem práce bylo účelové využití kontinuálních meteorologických měření na amatérské meteorologické stanici ve Vikýřovicích za období 2006 až 2011 pro zpřesnění vybraných fenologických fází ze staniční sítě ČHMÚ. Vzhledem ke geografické poloze obce Vikýřovice byly vybrány dvě ovocnářské plodiny z Velkých Losin a dvě polní plodiny z Rudy nad Moravou.

V mnoha případech byly výsledné korelace nesignifikantní a dokonce jabloň s rybízem musely být vyřazeny úplně. Je třeba zdůraznit, že setí kukuřice mohlo být do jisté míry ovlivněno agrotechnickými podmínkami a posunulo výsledný chod fenofází.

Některé fenofáze jako např. setí, vzcházení aj. mají nároky na specifické teploty půdy. V této práci meteorologické charakteristiky teplot půdy chybí z důvodů absence kontinuální řady dat od roku 2010.

V mnoha případech docházelo k významnému ovlivnění konečných výsledků jedinou hodnotou jako např. korelace zralosti mléčně voskové a dnu s posledním mrazem v 0,05 m, ve kterém 2 hodnoty značně ovlivnily výslednou směrnici přímky (viz str. 22). Výsledky počtu ledových dní a všech fenologických fází kukuřice seté ovlivnila jediná odlehlá hodnota a významným způsobem změnila směrnici přímky.

Monitoring meteorologických prvků na stanici Vikýřovice bude pokračovat i nadále. V následujícím roce bude obnoveno měření teplot půdy. Naměřená data lze využít jako podpůrný podklad pro další výzkum, který již byl započat např. s Jihočeskou Univerzitou v Českých Budějovicích a Výzkumným ústavem pro chov skotu, s.r.o. Rapotín.

## 6. Závěr

V rámci bakalářské práce byly použity meteorologické charakteristiky kontinuálně naměřené autorem práce na meteorologické stanici Vikýřovice. Pro vlastní využití byla zvolena řada dat za období 2006 až 2011. Vybrané fenologické charakteristiky byly získány ze staniční sítě ČHMÚ za analogické období.

Celkem bylo analyzováno 32 fenologických charakteristik dvou ovocných a polních plodin. Z použitých meteorologických dat v šestiletém kontinuálním monitoringu bylo vybráno 18 základních charakteristik teplotního a srážkového charakteru. Teploty půdy nebyly pro úplnost kontinuální řady zahrnuty.

### 6.1. Meteorologické charakteristiky

Průměrný počet dní s teplotní sumou  $TS_5$  v období 2006 až 2007 byl 213,3 dní (SE 3,5), v případě teplotní sumy  $TS_{10}$  145,6 dní (SE 2,7). Průměrný počet dní s teplotní sumou  $TS_{15}$  bylo 71,1 dní (SE 2,3) a s  $TS_{20}$  pouze 9,6 dní (SE 2,8).

Průměrný počet mrazových dní bylo 23,5 (SE 12,5). V případě ledových dní se jednalo o 32,0 dní (SE 7,3). Letních dní bylo v průměru 57,8 (SE 2,7) a konečně tropických dní 12,6 (SE 2,2).

Průměrný nástup prvního mrazu ve 2,0 m byl 286. den v roce (SE 2,1) a přízemního mrazu o 15 dní dříve (SE 4,2). Poslední mráz ve 2,0 m se v průměru vyskytl 118. den v roce (SE 3,3) a přízemní mráz o 12 dní později (SE 4,3).

Ve zpracovaném období byl průměrný počet dní v roce s úhrnem srážek  $\leq 1,0$  mm 101,3 dní (SE 6,6). Dní s úhrnem srážek  $\leq 10,0$  mm bylo v průměru 20,1 za rok (SE 2,5). Pouze 9,8 dní (SE 2,0) bylo v průměru s úhrnem srážek  $\leq 15,0$  mm a s úhrnem  $\leq 20,0$  mm pouze 5,3 (SE 1,1).

### 6.2. Fenologické charakteristiky

V rámci kukuřice seté byl zjištěn vztah všech fenofází a počtu letních dní ve zpracovaném období. V případě setí a vzcházení byla zjištěna souvislost s počtem dní s úhrnem srážek  $\geq 15,0$  a  $\geq 20,0$  mm, kdy docházelo k nástupu těchto fenofází později

se zvyšujícím se počtem dní s výše uvedenými úhrny. Zralost mléčná a mléčně vosková korelovaly se dnem s posledním mrazem 0,05 m nad zemí. Jinými slovy zralost nastávala později v závislosti posledního výskytu mrazu. Sklizeň vykazovala souvislost s počtem dní s úhrnem srážek  $\geq 20,0$  mm. V případě kukuřice docházelo k opoždování sklizně v důsledku vydatnějších srážek.

V případě pšenice ozimé korelovala teplotní suma  $TS_5$  s počátkem prodlužování, prvním nodem, druhým nodem, naduřováním listových pochev, metáním a počátkem kvetení. Teplotní suma  $TS_{20}$  vykazovala souvislost s naduřováním listových pochev, metáním a počátkem kvetení. Počet tropických dní koreloval s počátkem kvetení. Jinými slovy, se zvyšujícím se počtem dní s výše uvedenými teplotami se jednotlivé fáze vyskytovaly časněji.

U pšenice ozimé byl zjištěn vztah s počtem ledových dní a počátkem prodlužování, druhým nodem, metáním a počátkem kvetení. Počet mrazových dní souviselo pouze s druhým nodem. Naduřování listové pochvy, zralost žlutá a zralost plná korelovala s počtem dní se sněhem. V těchto případech sníh zpomaloval nástup jednotlivých fenofází.

Naopak počet dní s úhrnem srážek  $\geq 15,0$  mm vykazoval vztah s naduřováním listové pochvy, metáním a počátkem kvetení ve smyslu časnějšího nástupu. Stejně i v případě počtu dní s úhrnem srážek  $\geq 20,0$  mm a koncem kvetení.

Líska vykazovala vztah s teplotní sumou  $TS_5$  a začátkem kvetení samčích květů, kdy při vzrůstajícím počtu těchto dní se významně zkracoval nástup této fenofáze. Totožné vykazoval začátek kvetení samičích květů a rašení listů. Teplotní suma  $TS_{15}$  vykazovala vztah s kvetením samčích květů, čím více dní s  $TS_{15}$ , tím časnější nástup kvetení.

Nejčtenější závislostí byl počet ledových dní s počátkem kvetení samčích i samičích květů a s prvními listy u lísky. Počet dní se sněhovou pokrývkou vykazoval vztah s kvetením samičích květů. Rašení květních pupenů souviselo se dnem s posledním mrazem ve 2,0 m.

Zralost sklizňová byla nejvíce ovlivněna dnem s prvním mrazem v 0,05 m a s posledním mrazem ve 2,0 m. Všechny zmíněné charakteristiky opoždovaly nástup uvedených fenofází. Nejmarkantněji ovlivňuje poslední mráz zralost sklizňovou a poslední mráz začátek kvetení samičích květů.

Poslední vybranou plodinou byl angrešt. V tomto případě byla pouze jediná průkazná korelace se zralostí sklizňovou a dnem s posledním mrazem ve 2,0 m. Čím později se vyskytl poslední mráz, tím později docházelo k nástupu fenofáze sklizeň.

## 7. Literatura

Coufal L., Houška V., Valter J., Vráblík T. 2004. *Fenologický atlas*. 1 vyd. Praha: ČHMÚ, 263 s. ISBN 80-86690-21-0.

Červený J. (ed.) 1984. *Podnebí a vodní režim ČSSR*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 414 s.

Demek J. (ed.) 1965. *Geomorfologie českých zemí*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 335 s.

Demek J., Mackovčín P. 2006. *Hory a nížiny: Zeměpisný lexikon ČR*. 2. vyd. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 582 s. ISBN 80-86064-99-9.

Havlíček V., Coufal V., Špánek F., Uhrecký I., Klabzuba J., Kurfürst J., Prošek P., Bureš R., Kožnarová V. 1986. *Agrometeorologie*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 260 s.

Krečmer V. 1980. *Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní*. 1. vyd. Praha: Academia, 242 s.

Kunský J. 1974. *Československo fyzicky zeměpisně*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 251 s.

Květoň V., Voženílek V. 2011. *Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta za období 1961-2000*. 1. vyd. Olomouc: UP Olomouc, Český hydrometeorologický ústav, 20 s. + 1 příl. ISBN 978-80-244-2813-0.

Melzer M. (ed.) 1993. *Vlastivěda šumperského okresu*. 1. vyd. Šumperk: Okresní vlastivědné muzeum, Okresní úřad, 585 s. ISBN 80-85083-02-7.

Petrík M., Havíček V., Uhrecký I. 1986. *Lesnícka bioklimatológia*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 346 s.

Slabá N. 1972. *Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČSSR*. 2. vyd. Praha: Hydrometeorologický ústav, 222 s + 22 vol. příl.

Tolasz R. (ed.) 2007. *Atlas podnebí Česka*. 1. vyd. Praha: ČHMÚ, 254 s. + 1 CD-ROM, ISBN 978-80-86690-26-1.

Uhlíř, P. 1960. *O počasí: pro zemědělce*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 280 s.

Valter J. 1980. *Návod pro činnost fenologických stanic: Ovocné dřeviny*. 1. vyd. Praha: Hydrometeorologický ústav, 245 s.

Valter J. 1980. *Návod pro činnost fenologických stanic: Polní plodiny*. 1. vyd. Praha: Hydrometeorologický ústav, 245 s.

AGRONOM: systém pro poradce, agronomy a manažery rostlinné výroby. [online]. 2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z:

[http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/RAM\\_METOD/ram\\_metod\\_kukurice.pdf](http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/RAM_METOD/ram_metod_kukurice.pdf)

AGRONOM: systém pro poradce, agronomy a manažery rostlinné výroby. [online]. 2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z:

[http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/Radce\\_hospodare/radce\\_psenice\\_ozima\\_uv od.pdf](http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/Radce_hospodare/radce_psenice_ozima_uv od.pdf)

BioLib - Taxonomic tree of plants and animals with photos [online]. BioLib, (C) 1999-2011 [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz>

CENIA (C) 2009. Portál veřejné správy České republiky [online]. Dostupné z:

<http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV: Oddělení meteorologie a klimatologie [online]. Ostrava: ČHMÚ, (C) 2005 [cit. 2012-03-22]. Dostupné z:

<http://old.chmi.cz/OS/info.php?page=meteo/meteo.php>



SEZNAM.CZ, a. s. Mapy.cz [online]. (C) 1996–2012 [cit. 2012-03-22]. Dostupné z:  
*[www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)*

Židek D., Lipina P. Návod pro pozorovatele meteorologických stanic [online]. Ostrava:  
ČHMÚ, (C) 2003 [cit. 2012-03-22]. Dostupné z:  
*[http://old.chmi.cz/OS/pdf/metodicky\\_navod/MP.pdf](http://old.chmi.cz/OS/pdf/metodicky_navod/MP.pdf)*