Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav Agrosystémů a bioklimatologie

Mikroklimatická variabilita a její vliv na fenologii vybraných druhů

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Lenka Bartošová, Ph.D.

Vypracovala:
Petra Dížková

Brno 2016

Agronomická fakulta

Ústav agrosystémů a bioklimatologie
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka:	**Petra Dížková**
Studijní program:	Agrobiologie
Obor:	Všeobecné zemědělství
Konzultant:	Lenka Bartošová
Název tématu:	**Mikroklimatická variabilita a její vliv na fenologii vybraných druhů**
Rozsah práce:	30-40 stran

Zásady pro vypracování:

1. Podílet se samostatně na fenologickém a klimatickém monitoringu vybraných druhů a sběru dat na zadaných lokalitách během jarní sezóny 2015.
2. Analyzovat klimatickou variabilitu z dat měřených během jarní sezóny 2015 ze sledovaných lokalit.
3. Analyzovat fenologickou variabilitu na zadaných lokalitách.

Mendelova univerzita v Brně

Seznam odborné literatury:

1. SCHWARTZ, M D. *Phenology : an integrative environmental science.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. 564 s. ISBN 1-4020-1580-1.
2. HÁJKOVÁ, L. – VOŽENÍLEK, V. – TOLASZ, R. – KOHUT, M. – MOŽNÝ, M. – NEKOVÁŘ, J. – NOVÁK, M. – REITSCHLAGER, J D. – STŘÍŽ, M. – VÁVRA, A. – VONDRÁKOVÁ, A. *Atlas fenologických poměrů Česka.* 1. vyd. Praha: Olomouc: ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-86690-98-8.
3. *Změny klimatu, fenologie a ekosystémové procesy.* Praha: Český hydrometerologický ústav, 2013. 126 s. ISBN 978-80-86690-64-3.
4. ŠKVARENINOVÁ, J. *Vplyv zmeny klimatických podmienok na fenologickú odozvu ekosystémov.* Zvolen: Technická univerzita ve Zvolene, 2013. 132 s. ISBN 978-80-228-2598-6.
5. BAUER, Z. – BARTOŠOVÁ, L. *Observed phenological response of ecosystems to the climate: Part I. Flood-plain forest.* Brno: Global Change Research Centre, Academy of Sciences of the Czech Republic, 2014. 128 s. ISBN 978-80-87902-00-4.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016

Agronomická fakulta
L. S.
Mendelova univerzita v Brně
-7-

Petra Dížková
Autorka práce

Ing. Lenka Bartošová, Ph.D.
Vedoucí práce

prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Mikroklimatická variabilita a její vliv na fenologii vybraných druhů** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.*

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:……..

……..
podpis

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Lence Bartošové, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost při konzultacích, trpělivost a cenné rady, které mi velmi pomohly při zpracovávání této práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma Mikroklimatická variabilita a její vliv na fenologii vybraných druhů se zabývá vlivem klimatických veličin na termín fenologické fáze u zemědělských plodin, dále posunem termínu nástupu fenologické fáze u zemědělských plodin v letech 1961-2011 a 1976-2011 v závislosti na lokalitě a v neposlední řadě se zabývá nástupem fenologických fází u neřízených ekosystémů. Všechna pozorování probíhala na lokalitách jižní Moravy. Data byla porovnána v časových řadách. Z výsledků je průkazný dřívější nástup metání u pšenice ozimé. Na nástup metání mají také vliv klimatické veličiny, zvláště v měsících dubnu a květnu, tedy v měsících před nástupem metání.

Klíčová slova: fenologická fáze, průměrné teploty, sumy srážek

ABSTRACT

Thesis on microclimatic variability and its impact on the phenology of selected species examines the influence of climatic variables on term phenological phases of agricultural crops. Thesis also study the trend and timing of the onset of phenological phases of agricultural crops during 1961-2011 and 1976-2011. Finally this work study onset of phenological phases in unmanaged ecosystems. All observations were done at three experimental sites within the region of South Moravia. Phenological data were compared in given time series for its trends and correlations. The results showed earlier onset of phenological phase heading of winter wheat. The dates of heading are also influenced by climate conditions especially average and maximum air temperature in the months April and May so the preceding months of studied phenophases.

Key words: phenological phases, average temperatures, sum of rainfall

OBSAH

1 ÚVOD 8
2 CÍL PRÁCE 9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED 10
3.1 Fenologie 10
3.2 Historie fenologického pozorování 11
3.3 Současný stav fenologického pozorování 12
3.4 Fenologické fáze u jednotlivých druhů 13
3.5 Popisy fenologických fází u pšenice ozimé a ječmene jarního 16
3.6 Fenologický vývoj ve světě 20
4 MATERIÁL A METODIKA 21
4.1 1. část - Fenologie polních plodin 21
4.2 2. část - CHKO Pálava 22
5 VÝSLEDKY 24
5.1 Klima 24
5.2 1. část - Fenologie a klima polních plodin 25
5.2.1 Fenologie pšenice ozimé a ječmene jarního 25
5.2.2 Klouzavá korelace mezi termíny fenofází plodin 27
5.2.3 Klouzavá korelace mezi průměrnými teplotami a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi průměrnými teplotami a termíny fenofáze u ječmene jarního 28
5.2.4 Klouzavá korelace mezi sumou srážek (mm) a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi sumou srážek (mm) a termíny fenofáze u ječmene jarního 29
5.2.5 Klouzavá korelace mezi maximální teplotou a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi maximální teplotou a termíny fenofáze u ječmene jarního 31
5.2.6 Klouzavá korelace mezi minimální teplotou a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi minimální teplotou a termíny fenofáze u ječmene jarního 32
5.3 2. část - Fenologie neřízeného ekosystému na Pálavě 34
6 DISKUSE 39
7 ZÁVĚR 41
8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY 42
9 SEZNAM OBRÁZKŮ 46
10 SEZNAM TABULEK 48

1 ÚVOD

Fenologické projevy rostlin a živočichů mají nepopiratelný vztah s klimatickými podmínkami prostředí. Z řady definic charakterizujících fenologii, jakožto vědní obor, IPCC považuje fenologii za relativně jednoduchý a přitom velmi spolehlivý nástroj, kterým je možné dokazovat změny ve vývoji rostlin a živočichů v závislosti na vývoji klimatu (ROSENZWEIG *et al*., 2007). S měnícími se klimatickými podmínkami nastupují jednotlivé fenologické fáze u rostlin a živočichů u většiny druhů dříve. Toto tvrzení vyplývá z dlouhodobých pozorování odborníků. Jedním z faktorů, který má velký vliv na vývojové a růstové fáze, zejména u rostlin, je teplota. Zvyšování teploty prokazatelně ovlivňuje změnu klimatu a má tedy přímý vliv na fenologické projevy rostlin a živočichů.

Záznamy o zkoumání vlivu počasí na rostliny v Evropě pochází z 18. a 19. stol. V současné době je v České republice fenologické pozorování uskutečňováno v rámci tří typů stanic. Zvlášť pro lesní dřeviny, ovocné dřeviny a polní plodiny. Všechny stanice jsou pod vedením Českého hydrometeorologického ústavu.

V této bakalářské práci se zaměřuji na sledování vztahu mezi fenologií řízených ekosystémů a agrosystémů. Jde o analýzu řízených ekosystémů pšenice ozimé a ječmene jarního. Mimo jiné jsem zahájila od jara 2015 monitoring v CHKO Pálava, kde postupně sbírám data a připravuji si tak základ pro zpracování diplomové práce, kde bych se chtěla zaměřit na analýzu neřízených agrosystémů. Jde o pozorování jižního a severního svahu Národní přírodní rezervace Děvín-Kotel-Soutěska, kde jsou různé klimatické podmínky v závislosti na expozici svahu. Dále se tato lokalita vyznačuje rozmanitostí jak rostlinných tak živočišných druhů. Prozatím jsme s vedoucí mé práce Ing. Lenkou Bartošovou, Ph.D. instalovaly ptačí budky na jižním svahu, kvůli monitoringu ptačích populací. V budoucnu plánujeme instalaci budek i na severní svah, aby se pak výsledky mohly porovnat. Kromě monitoringu ptačích populací sbírám data a fotografie dřevin, jako jsou populace lip a jasanů, a bylinné vegetace vyskytující se na pozorovaném území.

2 CÍL PRÁCE

Bakalářská práce se zabývá posunem termínu nástupu fenologické fáze u pšenice ozimé a ječmene jarního v letech 1961 až 2011 a 1976 až 2011 v závislosti na lokalitě, vlivem průměrných teplot, maximálních teplot, minimálních teplot a sum srážek na termín fenologické fáze u pšenice ozimé a ječmene jarního a v neposlední řadě se zabývá nástupem fenologických fází u neřízených ekosystémů. Cílem této práce je vyhodnocení dat pro zemědělské plodiny na lokalitách v Lednici, Oblekovicích a Chrlicích. Druhým cílem je shromažďování a částečné vyhodnocení započatého monitoringu volně rostoucích rostlin a volně žijících živočichů (ptačích populací sýkory koňadry) na lokalitě NPR Děvín-Kotel-Soutěska patřící do CHKO Pálava.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Fenologie

Definic charakterizující tento vědní obor je velmi mnoho, ovšem významově jsou většinou shodné. Jednou z nich je definice od německého agrometeorologa a fenologa F. Schnelle (1995), který fenologii popisuje jako vědní obor, který studuje roční rytmy biologických jevů zvláště v závislosti na klimatu. Z českých odborníků přináší komplexní definici o fenologii významný bioklimatolog prof. Vladimír Havlíček (1930-1999). V jeho knize „Agrometeorologie“ je uvedena definice, která říká, 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 povětrnostních a půdních podmínek během ročních období.

Dle IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change - Mezivládní panel pro změnu klimatu je fenologie považována za relativně jednoduchý a přitom velmi spolehlivý nástroj, kterým je možné dokazovat změny ve vývoji rostlin a živočichů v závislosti na vývoji klimatu (ROSENZWEIG *et al*., 2007). IPCC je jedním z nejdůležitějších mezinárodních orgánů věnujících se problematice změny klimatu, který byl založen v roce 1988. Jedná se o seskupení vědců z celého světa zabývajících se zejména poznáním podstaty změny klimatu a hodnocením jejích environmentálních a sociálních důsledků (BARTOŠOVÁ, 2010).

Podle ČHMÚ je fenologie odvětvím bioklimatologie, tj. nauky o vztazích organického života k podnebí. Je to vědní obor, který sleduje vliv počasí a podnebí na rostliny, živočichy i člověka tak, že zaznamenává postup a průběh životních projevů (fází) a změn zdravých živých organismů, tedy rostlin a živočichů během roku.

Fenologická fáze (fenofáze) je dle ČHMÚ určitý, zrakem či jinými smysly dobře rozpoznatelný a zpravidla každoročně se opakující, projev vývoje jednotlivých orgánů rostliny. Výjimečně je za fenologickou fázi považována také tzv. technická fáze - například setí či sklizeň.

Nástup fenologické fáze je datum (kalendářní den), během kterého vývin orgánů sledovaných rostlin dospěl právě do stadia odpovídajícího popisu fenofáze (ČHMÚ, 2009).

U nás v současné době fenologii sleduje Český hydrometeorologický ústav, který se zabývá studiem jak řízených ekosystémů, tj. agrosystémů tak i studiem volně rostoucích a volně žijících druhů.

3.2 Historie fenologického pozorování

Nejstarší mnohaletá fenologická pozorování jsou uložena v archivu japonského císařského dvora - jsou to údaje o počátku kvetení třešní od roku 705 n. l. (KALVANE *et al*, 2009). První čeští meteorologové, J. Stepling, A. Strnad a M. A. David, se zajímali o vliv počasí na život rostlin a zvířat již v 18. a 19. století. Doklady od těchto meteorologů existují pouze v jejich poznámkách, samostatné práce z fenologie nezanechal ani jeden z nich.

Základ pravidelného a metodicky sjednoceného fenologického pozorování ve staniční síti položil švédský botanik Carl von Linné, který v období 1750-1755 zřídil ve Švédsku síť 18 stanic. Prof. O. Farský vyjádřil názor, že fenologie nemá jen čistě vědecký význam (biologický, ekologický, klimatologický, atd.), nýbrž především praktický a to zejména pro zemědělství, lesnictví, rybářství a jejich podobory.

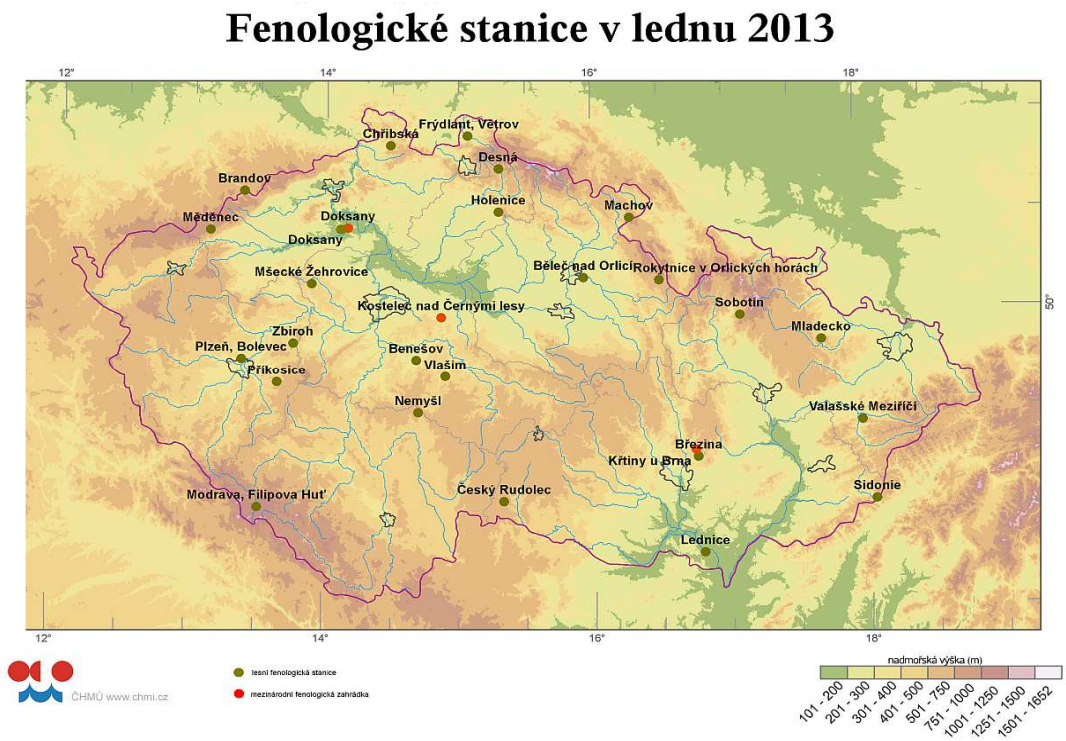
Pravidelná fenologická pozorování v Čechách zavedla již Marie Terezie roku 1769 v Praze k povznesení zemědělství. Data z těchto pozorování zpracoval v letech 1851,1854 a 1855 pražský právník Karl Fritsch, jako významný díl své obrovské práce v oboru fenologie, které se věnoval téměř celý život. Svou první práci věnoval vlivu počasí na vegetaci a definoval souvislost ročního množství tepla a vláhy v nejdůležitějším období vývoje rostlin.

Státní fenologickou službu na Moravě organizovala Sekce pro půdoznalství a zemědělskou meteorologii Zemského výzkumného ústavu zemědělského v Brně. Profesor Václav Novák vytvořil v roce 1923 jednu z prvních národních fenologických služeb na světě. Pozorovací síť byla rozsáhlá a její stav byl dlouhodobě neudržitelný. Fenologická pozorování byla rozdělena do skupin a organizace služby byla velmi složitá. Pozorovatelé byli z řad učitelů, zahradníků, revírníků, rolníků a díky jejich práci bylo nashromážděno značné množství cenného materiálu. Výsledky těchto pozorování se postupně zpracovávali do dlouholetých průměrů fenologických fází (HÁJKOVÁ *et al.*, 2012).

3.3 Současný stav fenologického pozorování

Významná změna ve fenologickém pozorování nastala v roce 1983, kdy byla pozorovací místa rozdělena na stanice pro polní plodiny a ovocné dřeviny. Pro činnost obou druhů stanic byly vydány samostatné návody pro pozorovatele. Transformace byla dokončena v roce 1987 vydáním metodického předpisu pro činnost fenologických stanic pozorujících lesní rostliny. Od 1. ledna 2005 se stal pomůckou pro pozorovatele v síti fenologických stanic ČHMÚ *Fenologický atlas* (Coufal *et al*., 2004).

Současná fenologická síť na území České republiky se skládá ze tří typů stanic (lesní rostliny, ovocné dřeviny, polní plodiny). Průběžná hlášení se zasílají poštou nebo v elektronické podobě na pobočky ČHMÚ, kde jsou údaje kontrolovány a importovány do aplikace Oracle Fenodata. Původní počet cca 130 ti fenologických stanic vedených pod hlavičkou ČHMÚ, které se vyskytovaly na celé ploše České republiky, se v roce 2013 zredukoval na cca 30 stanic. Dlouhodobý fenologický monitoring, který probíhal od roku 1961, byl na řadě míst přerušen a v současné době například v oblasti jižních Čech či na Vysočině není monitoring pozorován vůbec (viz. Obr. č. 1).



Obr. č. 1 - *Rozmístění fenologických stanic v roce 2013*

Historická fenologická data od roku 1923 jsou postupně digitalizována. Dlouhodobé řady se používají pro účely výzkumu, zejména pro výzkum klimatické změny (HÁJKOVÁ *et al.*, 2012).

3.4 Fenologické fáze u jednotlivých druhů

Fenologická fáze je určitý, zrakem dobře rozpoznatelný a zpravidla každoročně se opakující, projev vývoje jednotlivých orgánů rostliny (ČHMÚ, 2009). V následujícím přehledu jsou uvedeny fenologické fáze rostlin, které se pozorují na polních, ovocných a lesních fenologických stanicích ČHMÚ. Detailně budou popsány pouze fenologické fáze u pšenice ozimé (*Triticum aestivum*) a ječmene jarního (*Hordeum vulgare*), protože těm se dále věnuje tato bakalářské práce.

Polní stanice

Na polních stanicích se sleduje 19 druhů plodin, u nichž se pozorují různé fenologické fáze, ovšem některé fáze se sledují u všech plodin.

1. Setí - sleduje se u všech sledovaných plodin
2. Vzcházení -sleduje se u všech plodin s výjimkou vojtěšky, jetele a chmele
3. Rašení listů - sleduje se pouze u chmele
4. První listy - sleduje se u řepky, vojtěšky, jetele a chmele
5. Odnožování - sleduje se u obilnin
6. Počátek prodlužování listových pochev - sleduje se obilnin
7. Počátek prodlužování stonků - sleduje se u řepky a máku
8. První kolénko - sleduje se u obilnin
9. Druhé kolénko - sleduje se u obilnin
10. Naduření pochvy poslední listu - sleduje se u obilnin
11. Metání - sleduje se u obilnin a kukuřice
12. Řádkové zapojení porostu - sleduje se u pouze u bramboru
13. Úplné uzavření porostu - sleduje se pouze u bramboru
14. Počátek růstu pazochů - sleduje se pouze u chmele
15. Počátek dekortikace - sleduje se pouze u řepy
16. Butonizace - sleduje se u bramboru, luštěnin, lnu, vojtěšky, jetele a chmelu

17. Počátek kvetení - sleduje se u všech sledovaných plodin s výjimkou cukrovky, krmné řepy a chmele
18. Počátek kvetení samčích květů - sleduje se pouze u kukuřice
19. Počátek kvetení samičích květů - sleduje se pouze u kukuřice
20. Plný rozkvět - sleduje se u bramboru, luštěnin a olejnin
21. Konec kvetení - sleduje se obilnin, bramboru a olejnin
22. Počátek hlávkování - sleduje se jen u chmele
23. Zelená zralost - sleduje se pouze u bobu a hrachu
24. Mléčná zralost - sleduje se u obilnin a kukuřice
25. Mléčně vosková zralost - sleduje se pouze u kukuřice
26. Žlutá zralost - sleduje se u obilnin, bobu, hrachu, lnu a řepky
27. Plná zralost - sleduje se u obilnin, kukuřice, luštěnin a máku
28. Sklizňová zralost - sleduje se u řepy krmné a cukrovky
29. Odumírání natě - sleduje se jen u bramboru
30. Sklizeň - sleduje se u všech sledovaných plodin

Ovocné stanice

Na ovocných stanicích se sleduje 15 druhů plodin, u nichž se pozorují různé fenologické fáze, ovšem některé fáze se sledují u všech plodin.

1. Počátek jarní mízy - sleduje se pouze u révy
2. Rašení listových pupenů - sleduje se u všech dřevin s výjimkou jabloně a hrušně
3. Rašení květních pupenů - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin
4. Rašení smíšených pupenů - sleduje se pouze u jabloně a hrušně
5. První listy - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin
6. Butonizace - sleduje se u peckovin a jádrovin
7. Počátek kvetení - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin s výjimkou ořešáku a lísky
8. Počátek kvetení samčích květů - sleduje se u lísky a ořešáku
9. Počátek kvetení samičích květů - sleduje se pouze u lísky
10. Plný rozkvět - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin s výjimkou lísky
11. Počátek opadu korunních plátků - sleduje se u jabloně, hrušně, slivoně, třešně a višně

12. Konec kvetení - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin s výjimkou rybízů a angreštu
13. Tvorba pupenů - sleduje se u peckovin a jádrovin
14. Ukončení růstu letorostů - sleduje se u hrušně a jabloně
15. Zavěšování hroznů - sleduje se u révy
16. Měknutí bobulí - sleduje se u révy
17. Sklizňová zralost - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin s výjimkou révy
18. Sklizeň - sleduje se u všech sledovaných ovocných dřevin
19. Konec opadu listů - sleduje se u peckovin, jádrovin, ořešáku a lísky

Lesní stanice

Na lesních stanicích se sleduje 24 druhů dřevin a 21 druhů bylin.

1. Rašení - sleduje se u všech druhů dřevin
2. První listy - sleduje se pouze u blatouchu, sasanky, jaterníku, pryskyřníku, jahodníku, podbělu, devětsilu zvrhlého a devětsilu bílého, ocúnu a rákosu
3. Plné olistění - sleduje se u všech druhů dřevin
4. Butonizace - sleduje se u všech dřevin; z bylin pak u blatouchu, sasanky, pryskyřníku, jahodníku, konvalinky, psárky, srhy a rákosu; u jehličnanů, buku, dubu, habru, lísky, břízy, olše lepkavé a olše šedé se fáze sleduje pouze u samčích květenství
5. Počátek kvetení - sleduje se u všech druhů; u jehličnanů, buku, dubu, habru, lísky, břízy, olše lepkavé a olše šedé se fáze sleduje pouze u samčích květenství
6. Konec kvetení - sleduje se u všech druhů s výjimkou jahodníku, třezalky, vřesu a ocúnu; u jehličnanů, buku, dubu, habru, lísky, břízy, olše lepkavé a olše šedé se fáze sleduje pouze u samčích květenství
7. Tvorba pupenů - sleduje se pouze u vybraných druhů rostlin - třešně, trnky, jeřábu, hlohu, habru, lísky, břízy, olše lepkavé a olše šedé, buku, dubu, jívy, javoru mléče, javoru klenu a lípy
8. Počátek fruktifikace - sleduje se u všech druhů dřevin s výjimkou jehličnanů, lísky břízy, olše lepkavé, olše šedé a jívy
9. Janské výhony - sleduje se u modřínu, břízy, olše lepkavá, olše šedé a dubu

10. Dřevnatění výhonů - sleduje se u všech druhů listnáčů
11. Žloutnutí listů - sleduje se u modřínu a všech druhů listnáčů s výjimkou olše lepkavé a olše šedé
12. Opad listů - sleduje se u modřínu a všech druhů listnáčů
13. Zralost plodů - sleduje se u všech druhů s výjimkou vřesu, hluchavky a sněženky; u třešně, trnky, jeřábu, hlohu, svídy, dřínu, bezu černého a hroznatého se kromě nástupu 10% sledují i stupně 50% a 100%; u dřevin se, s výjimkou akátu, břízy, vrby, olše lepkavé a olše šedé, zjišťuje velikost úrody
14. Senoseč a otavoseč - tyto fáze se sledují pouze u trvalých luk

(HÁJKOVÁ *et al.*, 2012)

3.5 Popisy fenologických fází u pšenice ozimé a ječmene jarního

Setí (ST, SR)

Do půdy na pokusné ploše bylo vpraveno osivo sledované plodiny. Je při tom třeba odlišovat setí odrušovaného, předklíčeného, stimulovaného či jinak rychleného osiva, a to použitím znaku SR, nebylo-li rychleno, používá se znaku ST.

Vzcházení (VZ)

Rostliny na pokusné ploše vzcházejí a začínají řádkovat. Jednotlivá rostlina vzchází, jakmile nad povrch půdy pronikne hrot její zárodečné pochvy (koleoptile). V rámci fenologického pokusu vzcházení nastupuje, je-li popsaný stav zjištěn alespoň na 10% pokusné plochy.

Odnožování (OD)

Pupeny odnoží se u obilnin tvoří v paždí zárodečné pochvy nebo prvního, druhého, popřípadě i mladšího listu. Odnož je zpočátku skryta v pochvě listu a pak prorůstá pochvou po celé její délce, až hrot prvního, trubičkovitě svinutého listu pronikne z pochvy ven paždí příslušné listové čepele. Pod tlakem rostoucí odnože se často tato pochva ve své horní části podélně rozevře. Za nástup fenofáze OD u jednotlivé rostliny se považuje stav, kdy z paždí některého ze spodních listů právě vyčnívá alespoň 1 cm dlouhý hrot listu první odnože. Dosti často je odnož během úvodního období vývoje skryta pod zemí (hlavně u raných odnoží při větší hloubce setí). V takových případech považujeme za počátek odnožování okamžik, kdy tyto odnože začínají vyrůstat nad povrch půdy. V rámci fenologického pokusu fenofáze OD nastupuje, je-li popsaný stav zjištěn alespoň u poloviny rostlin.

Počátek prodlužování listových pochev (PP)

V době pokročilého odnožování rostliny mívají plně vyvinuty alespoň čtyři listy a jejich rané odnože tvoří druhý až třetí list. Tehdy začíná prodlužování listových pochev; u poléhavých a polovzpřímených odrůd se rostliny současně začínají napřimovat. Během tohoto procesu se vzdálenosti mezi původně těsně nad sebou stojícími bázemi listových čepelí zvětšují - tvoří se tzv. nepravé stéblo; jde v podstatě o soustavu do sebe nasunutých trubicovitých listových pochev, skrze něž teprve později (během sloupkování) proroste skutečné stéblo nesoucí na svém vrcholu základy květenství. V rámci fenologického pokusu fenofáze PP nastupuje, jakmile je popsaný proces prodlužování listových pochev a napřimování rostlin zřetelný alespoň u poloviny rostlin.

První kolénko (PN)

Fenofáze PN (první kolénko neboli nodus) je součástí procesu sloupkování obilnin; jeho podstata spočívá v růstu pravého stébla rostliny. Stéblo, jehož hlavní součásti (kolénka a stébelné články) jsou náznakově založeny již v předchozím období, se začíná prodlužovat. Je třeba se přitom uvědomit, že těsně před počátkem sloupkování je celé stéblo velmi malé a krátké, ukryté v dolní části dutiny nepravého stébla těsně nad bází rostliny; nyní se však prodlužuje a postupně prorůstá listovými pochvami. Růstová zóna je přitom umístěna v dolní části každého článku; kolénka, původně hustě nahloučená nad sebou, se nyní oddalují - nejdříve se prodlužuje nejspodnější článek. Zevně se objevuje zduřenina prvního (nejspodnějšího) kolénka, kterou lze vidět těsně nad bází rostliny a je možné ji dobře nahmatat jakožto tvrdé oblé těleso uvnitř pochvy nejníže postaveného listu. Právě tento stav odpovídá nástupu fenofáze PN na jednotlivé rostlině. Později se nad prvním kolénkem obdobným způsobem objeví druhé kolénko, posléze i třetí atd. celkový počet kolének odpovídá celkovému počtu listů. V rámci fenologického pokusu se za nástup fenofáze PN považuje okamžik, kdy uvedenému popisu právě odpovídá alespoň polovina z celkového počtu rostlin.

Druhé kolénko (DN)

Popis fenofáze DN na jednotlivé rostlině je v předchozím odstavci. V rámci fenologického pokusu fenofáze nastupuje, jakmile je druhé kolénko viditelné alespoň u poloviny z celkového počtu rostlin.

Naduření pochvy posledního listu (NP)

V době vývinu posledního, tj. nejmladšího, nejvýše postaveného listu dochází k rychlému růstu květenství (klas), které je vrcholem prorůstajícího stébla a je nyní ukryto v pochvě tohoto posledního listu. Zvětšování objemu květenství se projevuje naduřením (vřetenovitým rozšířením) pochvy posledního listu. Současně se tato pochva postupně osvobozuje z pochvy listu níže postaveného. Společný výskyt obou těchto znaků je projevem nástupu fenofáze NP na jednotlivé rostlině. V rámci fenologického pokusu fenofáze NP nastupuje, jakmile je naduření pochev posledního listu a jejich uvolnění zjištěno alespoň u poloviny z celkového počtu rostlin.

Metání (ME)

Metání je závěrečnou etapou v procesu utváření a růstu stébla obilnin. Jde v podstatě o rychlý růst posledního stébelného článku, který nese na svém vrcholu klas. Utváření květenství na vzrostném vrcholu stébla probíhá již od raných etap jejího vývinu. Při metání dochází k uvolňování téměř vyvinutého květenství z pochvy posledního listu. Pochva se v horní části podélně rozevírá a květenství z ní proniká ven. Za nástup fenofáze ME na jednotlivé rostlině považujeme stav, kdy z pochvy posledního listu vyčnívá právě polovina klasu. Osiny se přitom do délky klasu nezapočítávají. V rámci fenologického pokusu fenofáze ME nastupuje, je-li uvedený stav zjištěn alespoň u poloviny z celkového počtu rostlin.

Počátek kvetení (PK)

Fenofáze PK nastupuje, jakmile ve střední části klasu dojde k prasknutí prašníků na již vyvinutých, z květu vyčnívajících tyčinkách a následnému uvolňování pylu (rostliny „práší“; u některých obilnin jsou za pěkného počasí často vidět celá oblaka takto se uvolňujícího pylu). V rámci fenologického pokusu fenofáze PK nastupuje, odpovídá-li uvedenému popisu alespoň jedna desetina rostlin.

Poznámka: některé odrůdy obilnin (zvláště u ječmene jsou kleistogamické, tzn., že celé kvetení probíhá uvnitř uzavřeného květu - jeho průběh není tedy zevně patrný. U takových odrůd se fenofáze PK nepozoruje.

Konec kvetení (KK)

Fenofáze KK nastupuje, jakmile je kvetení ukončeno i ve spodní části květenství, kde probíhá nejpozději. Prašníky a nitky tyčinek jsou tou dobrou již zaschlé, ve střední části květenství přitom začíná nalévání zrna. V rámci fenologického pokusu fenofáze KK nastupuje, odpovídá-li uvedenému popisu alespoň polovina rostlin.

Mléčná zralost (ZM)

V době nástupu fenofáze ZM ještě převládá zelená barva na všech nadzemních částech rostliny; pouze dva až tři spodní listy jsou již odumřelé (jejich kolénka jsou však přitom ještě zelenavá a šťavnatá). Listy ve střední části stébla se nacházejí v různých stadiích odumírání (list zpravidla žloutne a odumírá postupně shora dolů, tj. od hrotu čepele po celé její délce přes pochvu až ke kolénku, které přebarvuje a odumírá nejpozději). Nejvyšší listy jsou většinou ještě zelené. Objem vyvinutějších obilek odpovídá velikosti zralého zrna. Všechny obilky jsou zelené, na omak měkké, při silnějším stisknutí se z nich uvolňuje mléčně zbarvená šťáva. Pluchy, mezi nimiž je obilka umístěna, mají v době mléčné zralosti žlutozelenou barvu. V rámci fenologického pokusu fenofáze ZM nastupuje, jestliže uvedenému popisu odpovídá alespoň polovina celkového počtu rostlin.

Žlutá zralost (ZZ)

V této fázi je většina listů již odumřelá a (zejména za suchého počasí) křehká, lámavá; stéblo je však ještě dosti pružné a ohebné. Spodní kolénka jsou zaschlá a svraštělá, střední zasýchají a pouze 2-3 horní kolénka jsou ještě zelenavá, zduřelá a pružná. Obilka ze střední části klasu je již žlutá až načervenalá. Obsah obilky (endosperm) lze hníst mezi prsty, je voskovité konzistence. Pluchy mají v době žluté zralosti slámovou barvu. V rámci fenologického pokusu fenofáze ZZ nastupuje, jestliže odpovídá uvedenému popisu alespoň polovina z celkového počtu rostlin.

Plná zralost (ZP)

Listy jsou již zcela odumřelé a rovněž kolénka jsou hnědá a svraštělá. Stéblo je slámově vybarvené, zachovává si však ještě určitou pružnost (u přezrálých porostů se tato pružnost dále zmenšuje). Obilky je možno z klasu snadno uvolnit, jsou tvrdé, mezi prsty je nelze deformovat; na příčném řezu obilkou je patrný moučnatý až sklovitý vzhled tvrdého endospermu. V rámci fenologického pokusu fenofáze ZP nastupuje, odpovídá-li uvedenému popisu alespoň polovina z celkového počtu rostlin.

Sklizeň (SK)

Den, kdy na pokusné ploše bylo započato kosení rostlin (ČHMÚ, 2009).

3.6 Fenologický vývoj ve světě

Na průběh fenologických fází a na změny průběhu těchto fází mají vliv klimatické změny. Změny ve fenologii jsou lépe a častěji pozorované u víceletých plodin, jako jsou například ovocné stromy nebo odrůdy vinné révy a volně rostoucí druhy. Na tyto plodiny mají menší vliv vyvíjející se agrotechnické zásahy či různý management hospodaření ze strany zemědělců a proto jsou snadněji pozorovatelné (IPCC, 2014). Pozorované fenologické fáze jsou vývoj listů, kvetení, zrání plodů, zbarvení listů, opad listů nebo také migrace ptáků či výskyt a vývoj motýlů.

V Německu v letech 1951-2000 se sledovaly fenologické projevy 10-ti jarních fenofází u volně rostoucích druhů (MENZEL *et al.*, 2003). Ve Švýcarsku v letech 1951-1998 se sledovaly fenologické projevy 9-ti jarních fenofází u volně rostoucích druhů (DEFILA and CLOT, 2001). V Evropě v rámci fenologických zahrádek v letech 1959-1996 a 1969-1998 sledovali fenologické projevy různých jarních fenofází (MENZEL and FABIAN, 1999; MENZEL, 2000; CHMIELEWSKI and ROTZER, 2001). Ve Velké Británii v letech 1976-1998 sledovali výskyt motýlů (ROY and SPARKS, 2000). Ve Švédsku v letech 1971-2002 se sledoval jarní přílet ze zimovišť u 36 druhů ptáků (STERVANDER *et al.*, 2005). V Evropě v letech 1980-2002 se sledovalo snášení vajec u jednoho druhu (BOTH *et al.*, 2004).

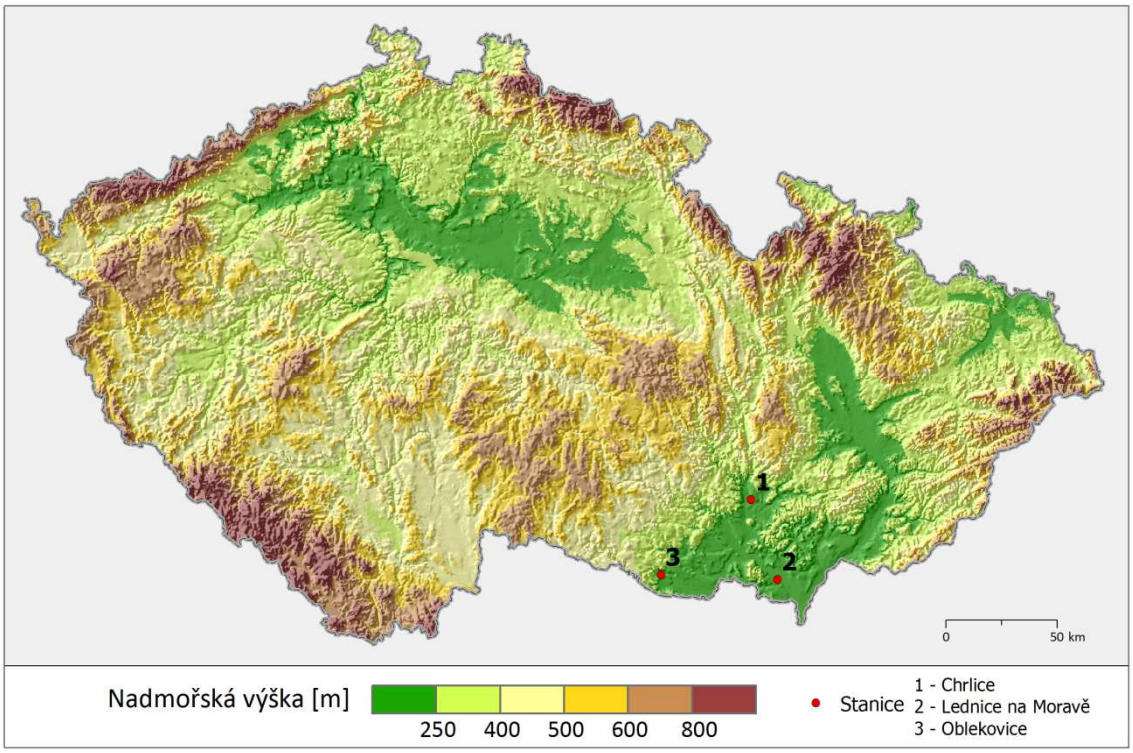
Fenologické změny mohou být pozorovány i v tandemu se změnami v managementu hospodaření. Pozorování fenofáze kvetení u třešně a jabloně v Německu prováděla například MENZEL (2003) v období 1951-2000 nebo CHMIELEWSKI *et al.* (2004) v období 1961-1990. Ti se snažili také zjistit, jestli ovocné dřeviny a polní plodiny mají podobný fenologický trend, jako neřízené ekosystémy a jestli jsou trendy ve vztahu ke klimatické změně (BARTOŠOVÁ, 2010). V jižní Francii v letech 1970-2001 se sledovaly projevy fenologických fází 1-3 týdny po rozkvětu u meruněk a broskví (SEGUIN *et al.*, 2004)

V Německu v letech 1961-2000 se sledovaly posuny fenologických projevů u ozimého žita a kukuřice a posun data setí u kukuřice a cukrovky (CHMIELEWSKI *et al.*, 2004). Ve Finsku v letech 1965-1999 se sledoval posun data sázení brambor (HILDEN *et al.*, 2005).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 1. část - Fenologie polních plodin

V této práci jsem se jako první zabývala zpracováním a vyhodnocením fenologických dat pro pšenici ozimou a ječmen jarní. Pšenice ozimá byla pozorována na lokalitách Chrlice, Oblekovice a Lednice a to ve fázi metání. Ječmen jarní byl pozorován pouze na lokalitě v Lednici a to rovněž ve fázi metání. Popis a metodika pozorování fenofáze pro obě plodiny je shodná, a to podle metodiky v Návodu pro činnost fenologických stanic, Polní plodiny (ČHMÚ, 2009). Tento návod uvádí, že metání je závěrečnou etapou v procesu utváření a růstu stébla obilnin. Jde v podstatě o rychlý růst posledního stébelného článku, který nese na svém vrcholu klas. O pokračování tohoto popisu bylo pojednáno v předchozích kapitolách. Lokality, na kterých pozorování probíhalo, se nachází na jižní Moravě. Fenologická data pochází z maloparcelových odrůdových pokusů v Lednici, Chrlicích a Oblekovicích ze stanic Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) (Obr. č. 2).



Obr. č. 2 - *Zobrazení lokalit, ze kterých byla použita data pro agroplodiny*

Pro vyhodnocení dat jsem použila program AnClim, který slouží pro vyhodnocování časových řad, kterým jsem se ve vlastní práci věnovala. Šlo zejména o porovnávání dvacetiletých řad jednotlivých druhů pšenice ozimé a ječmene jarního mezi sebou pro různé lokality a pak také porovnávání samostatných druhů v dané lokalitě s danými klimatologickými veličinami, jako jsou průměrná teplota, maximální teplota, minimální teplota a srážky. Pro robustní stanovení fenologických a klimatických vazeb byla provedena tzv. klouzavá korelace pro desetiletá období, která byla porovnávána mezi sebou v letech 1961-1970, 1962-1971 atd. až 2000-2011. Pro jednotlivé korelace byly určeny statistické proměnné a bylo tak možno vyhodnotit vývoj a případnou měnící se korelaci v čase.

4.2 2. část - CHKO Pálava

V druhé části jsem se zabývala pozorováním neřízeného ekosystému na Pálavě, konkrétně pozorování probíhala v Národní přírodní rezervaci Děvín-Kotel-Soutěska. Tato oblast patří do CHKO Pálava a nachází se na jižní Moravě, mezi obcemi Pavlov, Horní Věstonice, Dolní Věstonice, Klentnice a Perná jak je znázorněno na mapě (Obr. č. 3). Lokalita se nachází na vápencovém podkladu a vyznačuje se výskytem mnoha běžných, ale i chráněných rostlinných i živočišných druhů.

Obr. č. 3 - *Poloha pozorované oblasti NPR Děvín-Kotel-Soutěska (www.google.cz/maps, Dížková, 2016)*

Na této oblasti jsem pozorovala fenologické fáze hlavně u lípy srdčité (*Tilia cordata*) a dále pak ptačí populace. Pozorování jsem začala na jaře 2015 a chtěla bych v něm pokračovat i v následujících letech. U lípy srdčité jsem pozorovala fenologickou fázi rašení listových pupenů a navazující plné olistění. Pro pozorování ptačích populací byly nainstalovány ptačí budky. Zatím byly umístěny na jižní stranu lokality. Budky jsou vhodné pro hnízdění menších ptáků. V prvním roce pozorování ptačích populací jsem chtěla zjistit, jaké druhy se na dané lokalitě vyskytují a pak v dalších letech pozorovat konkrétní druhy. Ve všech případech nálezu hnízd v budkách šlo o hnízda sýkory koňadry (*Parus major*). Nalezená hnízda tvořili větvičky, mech či suchá tráva, což odpovídá stavbě hnízd sýkory koňadry. Pro tento druh byly sledovány dvě fenologické fáze – termín prvého nakladeného vejce prvního hnízdního páru v celé populaci (tzv. FLD – z anglického výrazy First Laying Date) a průměrný termín prvého nakladeného vejce v celé populaci všech hnízdních párů (tzv. MLD – Mean Laying Date).

5 VÝSLEDKY

5.1 Klima

Klimatická data souhrnně ukazují pozitivní tendenci trendu za dekádu na lokalitě v Lednici. Signifikantní trendy průměrné teploty vzduchu byly pro měsíc květen a za celý rok na hladině 0,01 tedy průkazné na 99%. Signifikantní trendy maximální teploty vzduchu byly za měsíc květen průkazné na 95%, za celý rok na 99%. Signifikantní trendy minimální teploty vzduchu byly za měsíc květen průkazné na 95%, za celý rok byla průkaznost nejvyšší a to na 99,9%. U průměrné, maximální a minimální teploty vzduchu byl za měsíce duben + květen signifikantní na 95%.

Tabulka č. 1 - *Trendy za dekádu pro klimatické parametry na lokalitě v Lednici*

Klimatické parametry	**Období**	**Trendy na lokalitě v Lednici**
		Trend za dekádu
Průměrná teplota vzduchu (˚C)	Duben	0,09
	Květen	0,41****
	Červen	0,18
	Duben+Květen	0,25*
	Rok	0,24****
Maximální teplota vzduchu (˚C)	Duben	0,14
	Květen	0,50*
	Červen	0,24
	Duben+Květen	0,32*
	Rok	0,25****
Minimální teplota vzduchu (˚C)	Duben	0,04
	Květen	0,32*
	Červen	0,09
	Duben+Květen	0,18
	Rok	0,23*****
Suma srážek (mm)	Duben	-1,02
	Květen	-4,21
	Červen	-1,34
	Duben+Květen	-5,22
	Rok	12,03

* Signifikantní trend na hladině α=0.05

** Signifikantní trend na hladině α=0.01

*** Signifikantní trend na hladině α=0.001

5.2 1. část - Fenologie a klima polních plodin

5.2.1 Fenologie pšenice ozimé a ječmene jarního

U zadaných druhů jsem porovnávala, jak se v průběhu let mění počátek fenologické fáze metání. Na lokalitách v Oblekovicích a Chrlicích byla pozorována pšenice ozimá od roku 1961 do roku 2011. Na lokalitě v Lednici byla pozorována pšenice ozimá a ječmen jarní od roku 1976 do roku 2011. Na lokalitě v Oblekovicích došlo k posunu počátku fenologické fáze metání u pšenice ozimé o 12,0 dní za celé sledované období. Tento posun je statisticky průkazný na 99,9%. Na lokalitě v Chrlicích došlo k posunu počátku fenologické fáze metání u pšenice ozimé o 13,2 dní za celé sledované období. Tento posun je rovněž statisticky průkazný na 99,9%. Na lokalitě v Lednici došlo k posunu počátku fenologické fáze metání u pšenice ozimé o 7,8 dní za celé sledované období. Tento posun je statisticky průkazný na 95%. Pro ječmen jarní byl vyhodnocen nejnižší posun do dřívějšího data (konkrétně o 2,2 dne za celé sledované období), který není statisticky průkazný.

Tabulka č. 2 - *Statistické údaje pro jednotlivé plodiny na daných lokalitách*

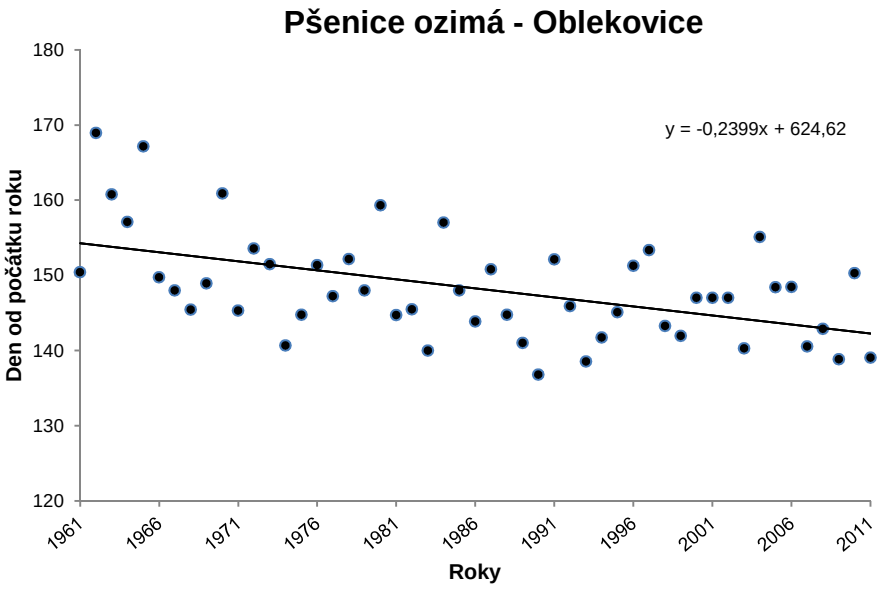
Druh **Lokalita**	**Pšenice ozimá** **Oblekovice**	**Pšenice ozimá** **Chrlice**	**Pšenice ozimá** **Lednice**	**Ječmen jarní** **Lednice**
Fenologická fáze	metání	metání	metání	metání
Regresní rovnice	y = -0.2399x + 624.6242	y = -0.2647x + 677.2615	y = -0.2237 + 590.1544	y = +0.063x + 32.9419
Hodnota korelačního koeficientu r	-0,5	-0,5	0,4	0,1
Hodnota spolehlivosti "p"	0,0002	0,00005	0,0101	0,508
Posun fenofází za dekádu	2.4 dní	2.6 dní	2.2 dní	0.6 dne
Posun fenofází za celé období	12,0******* dní	13.2******* dní	7.8***** dní	2.2 dní

* Signifikantní trend na hladině α=0.05

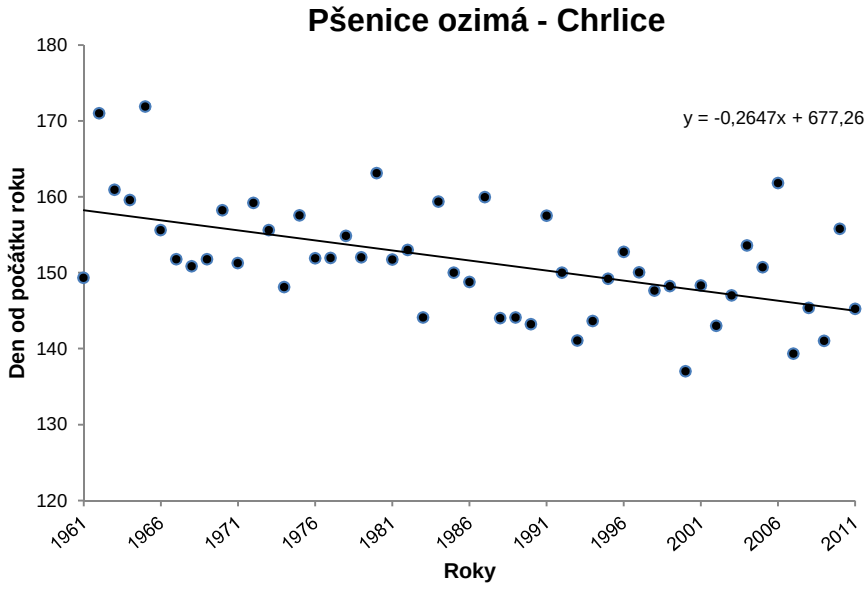
** Signifikantní trend na hladině α=0.01

*** Signifikantní trend na hladině α=0.001

Vynesené jednotlivé hodnoty termínu metání do bodového grafu znázorňují posun fází u dvou statisticky nejvíce prokazatelných hodnot. Po proložení přímkou je názorně vidět, že od roku 1961 postupně dochází k dřívějšímu nástupu metání. Na obou grafech jsou na ose X roky pozorování a na ose Y dny termínu fenofáze.



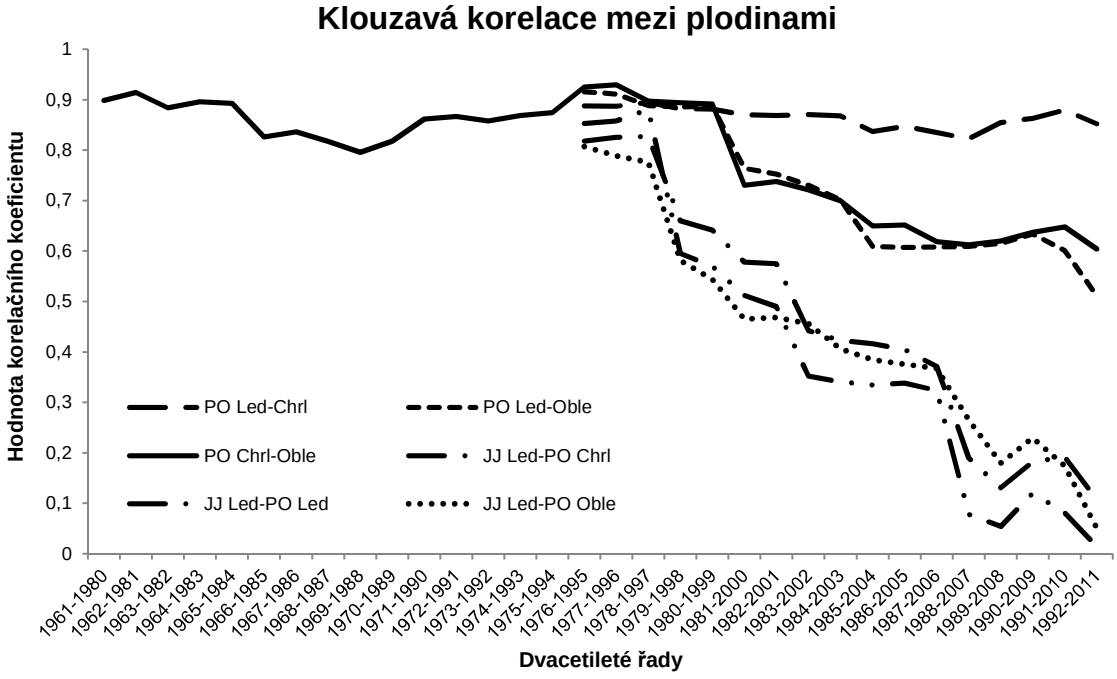
Obr. č. 4 - *Trend nástupu metání pšenice ozimé v Oblekovicích*



Obr. č. 5 - *Trend nástupu metání pšenice ozimé v Chrlicích*

5.2.2 Klouzavá korelace mezi termíny fenofází plodin

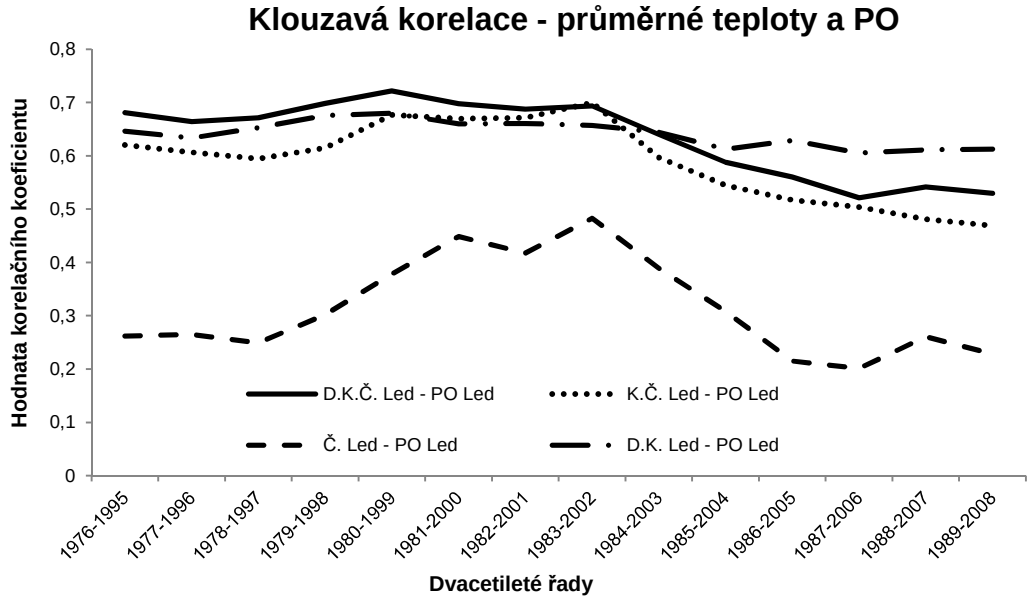
Pro porovnání jednotlivých termínu fenofází mezi jednotlivými plodinami jsem použila klouzavou korelaci. Rozdělila jsem data po dvacetiletých intervalech u každé plodiny. Pak jsem použila program AnClim, kde jsem porovnávala pšenice z různých lokalit mezi sebou a poté jsem porovnávala i jednotlivé pšenice ozimé s ječmenem jarním. Plodiny jsem porovnávala ve stejných časových intervalech. Korelační koeficienty, které vyhodnotil software AnClim jsem pak vynesla do grafu. Z grafu je možné vyhodnotit několik závěrů. Pozitivní vztah je u pšenice ozimé při srovnání na lokalitě v Lednici a Chrlicích. Z toho vyplývá, že v daných časových intervalech nastupovalo metání v podobných termínech. Podobně je tomu tak i u porovnávání pšenice ozimé na lokalitách v Oblekovicích a Lednici, ale zde má křivka klesající tendenci. U porovnávání pšenice ozimé na lokalitách v Oblekovicích a v Chrlicích, kde data byla již od roku 1961, je zpočátku rovněž patrná podobnost termínů metání, ale postupně rovněž klesá. U porovnávání pšenice ozimé a ječmene jarního zpočátku je pozitivní vztah, ale relativně prudce klesá.



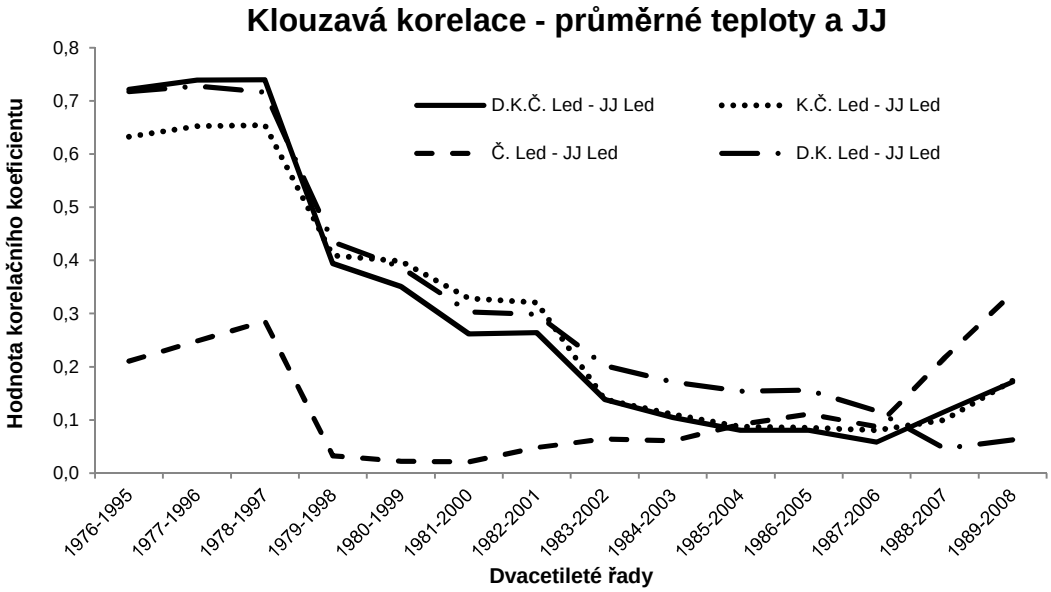
Obr. č. 6 - *Srovnání dvacetiletých řad pěstovaných plodin mezi lokalitami a také mezi plodinami*

5.2.3 Klouzavá korelace mezi průměrnými teplotami a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi průměrnými teplotami a termíny fenofáze u ječmene jarního

Jak průměrné teploty, tak i termíny fenofází byly pozorovány na lokalitě v Lednici. Jedná se o průměrné teploty vzduchu za měsíce duben, květen a červen (DKČ), průměrné teploty za měsíce květen a červen (KČ), průměrné teploty za měsíce duben a květen (DK) a teploty za měsíc červen (Č). Opět jsem porovnávala v AnClimu dvacetileté intervaly a z nich pak vynesla korelační koeficienty do grafu. U pšenice ozimé je zřejmá korelace mezi teplotami v dubnu a květnu a termíny fenofází, u kterých je křivka bez výraznějších poklesů. Když do průměrů k těmto měsícům byly přidány hodnoty průměrných teplot za červen, zpočátku je evidentní pozitivní vztah, ale postupně hodnoty korelačních koeficientů klesají. Hodnoty průměrných teplot vzduchu v měsíci červnu s termíny fenologických fází pšenice ozimé nekorelují. U ječmene jarního není pozorovatelný velký vliv průměrných teplot na termín fenofází. V letech 1976-1997 je možno pozorovat korelaci mezi průměrnou teplotou vzduchu a termíny fenologických fází, korelace ale v následujících letech klesá u všech porovnávaných hodnot.



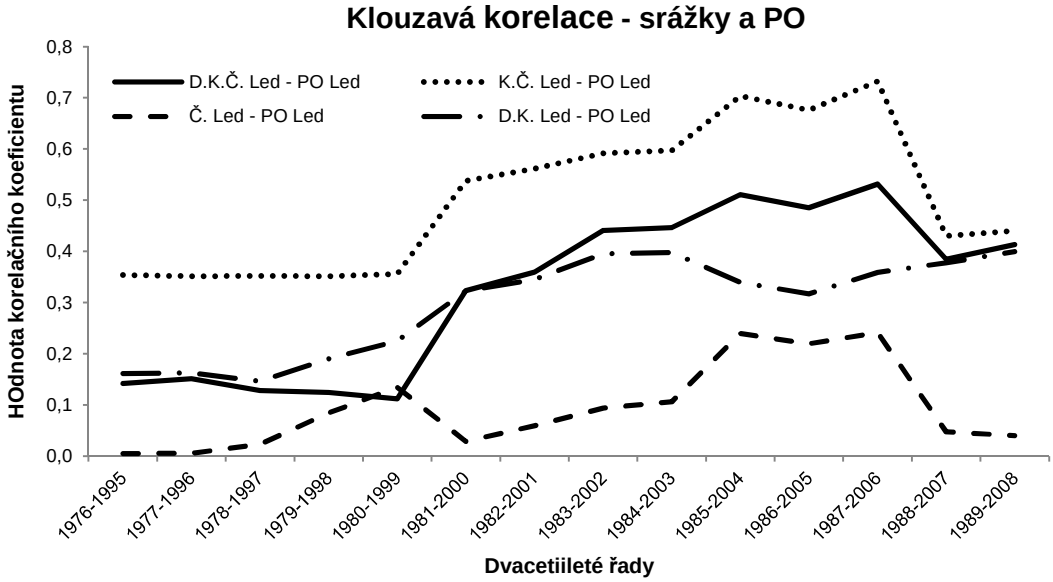
Obr. č. 7 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad průměrných teplot na lokalitě v Lednici*



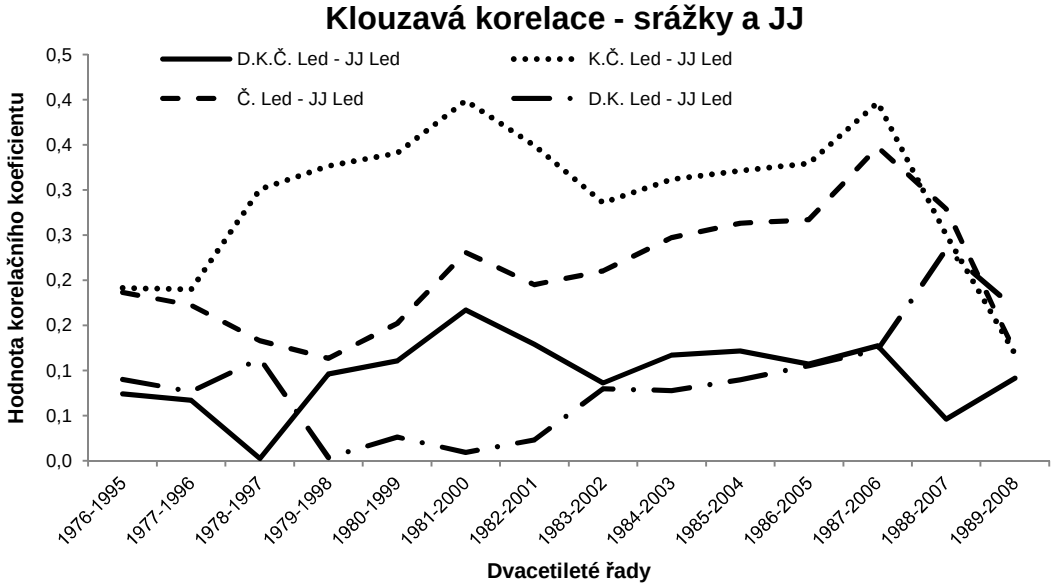
Obr. č. 8 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad průměrných teplot na lokalitě v Lednici*

5.2.4 Klouzavá korelace mezi sumou srážek (mm) a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi sumou srážek (mm) a termíny fenofáze u ječmene jarního

Jak sumy srážek, tak i termíny fenofází byly pozorovány na lokalitě v Lednici. Jedná se o průměry sum srážek za měsíce duben, květen a červen (DKČ), sum srážek za měsíce květen a červen (KČ), sum srážek za měsíce duben a květen (DK) a sumy srážek za měsíc červen (Č). Opět jsem porovnávala v AnClimu dvacetileté intervaly a z nich jsem pak vynesla korelační koeficienty do grafu. U obou plodin jsou křivky značně rozdílné. Nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů dosahují obě plodin pro hodnoty sum srážek za měsíc květen a červen. Z toho vyplývá, že na termín metání mají vliv srážky v těchto měsících, tedy v období zhruba od jednoho měsíce před metáním.



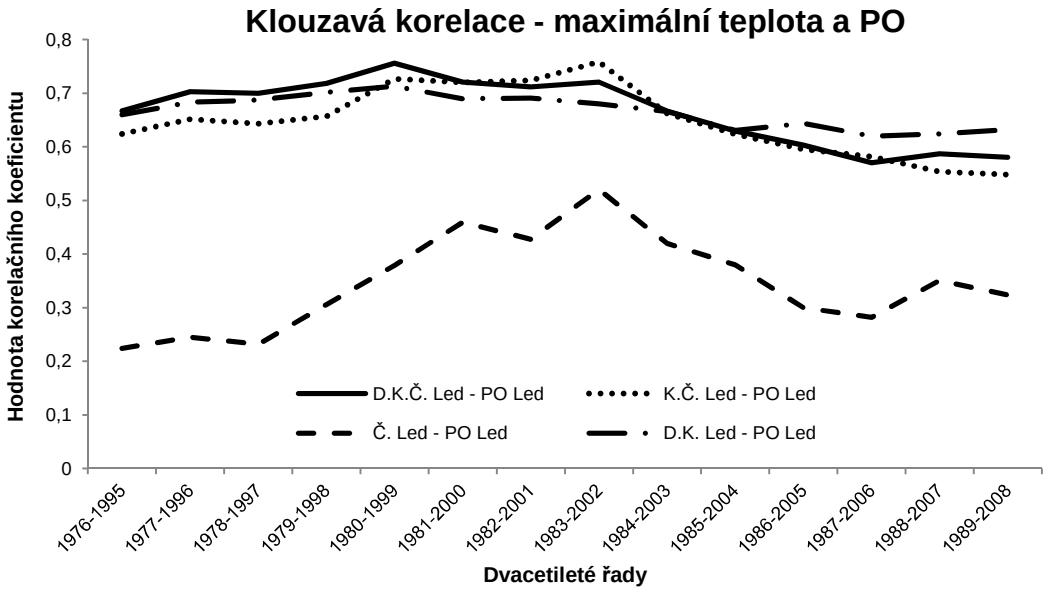
Obr. č. 9 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad sum srážek na lokalitě v Lednici*



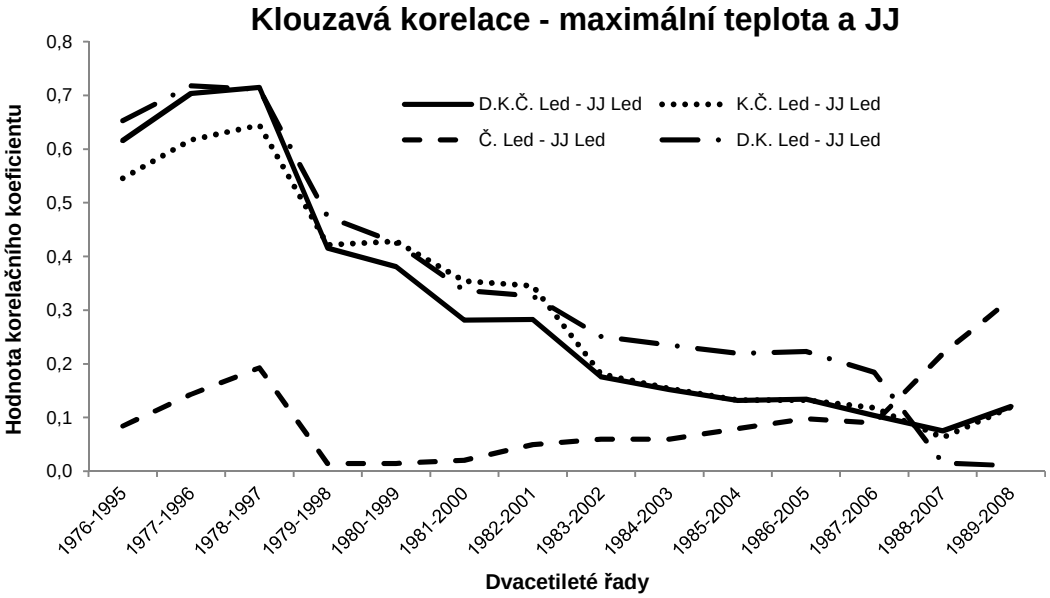
Obr. č. 10 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad sum srážek na lokalitě v Lednici*

5.2.5 Klouzavá korelace mezi maximální teplotou a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi maximální teplotou a termíny fenofáze u ječmene jarního

Jak maximální teploty, tak i termíny fenofází byly pozorovány na lokalitě v Lednici. Jedná se o průměry minimálních teplot za měsíce duben, květen a červen (DKČ), průměry minimálních teplot za měsíce květen a červen (KČ), průměry minimálních teplot za měsíce duben a květen (DK) a minimální teploty za měsíc červen (Č). Opět jsem porovnávala v AnClimu dvacetileté intervaly a z nich pak vynesla korelační koeficienty do grafu. U maximálních teplot vzduchu jsou grafy podobné jako u porovnávání průměrných teplot vzduchu s fenologickými fázemi (viz. kapitola 5.1.3). U pšenice ozimé byly vyhodnoceny nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů u maximální teploty vzduchu pro měsíce duben a květen. Korelace pro maximální teplotu vzduchu v červnu a fenologické fáze obilnin byla vypočítána nízká. U ječmene jarního jsou opět hodnoty zpočátku vysoké, ale klesají, tudíž zde vliv maximálních teplot není.



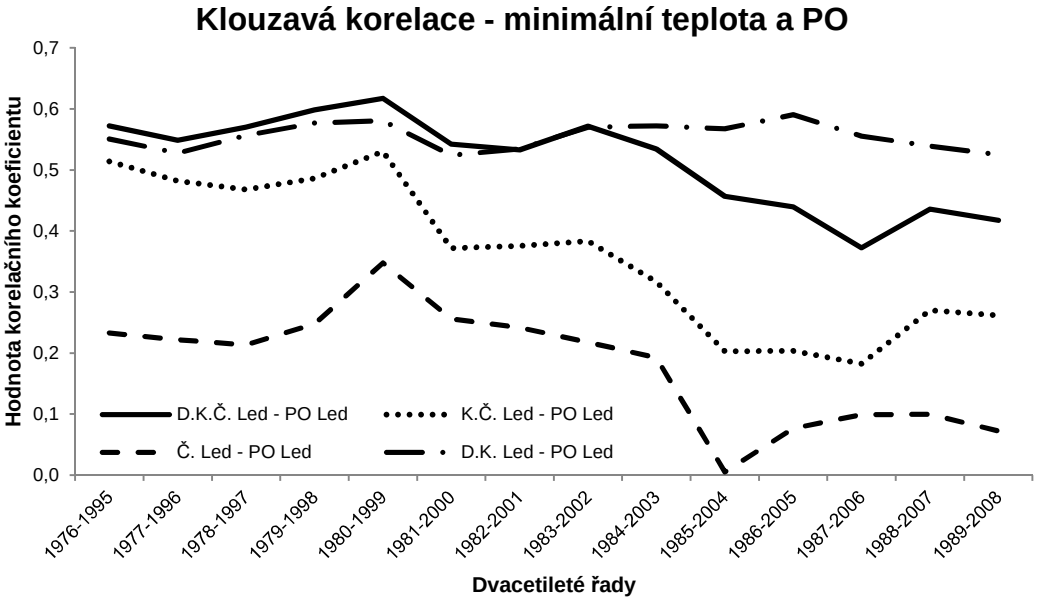
Obr. č. 11 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad maximálních teplot na lokalitě v Lednici*



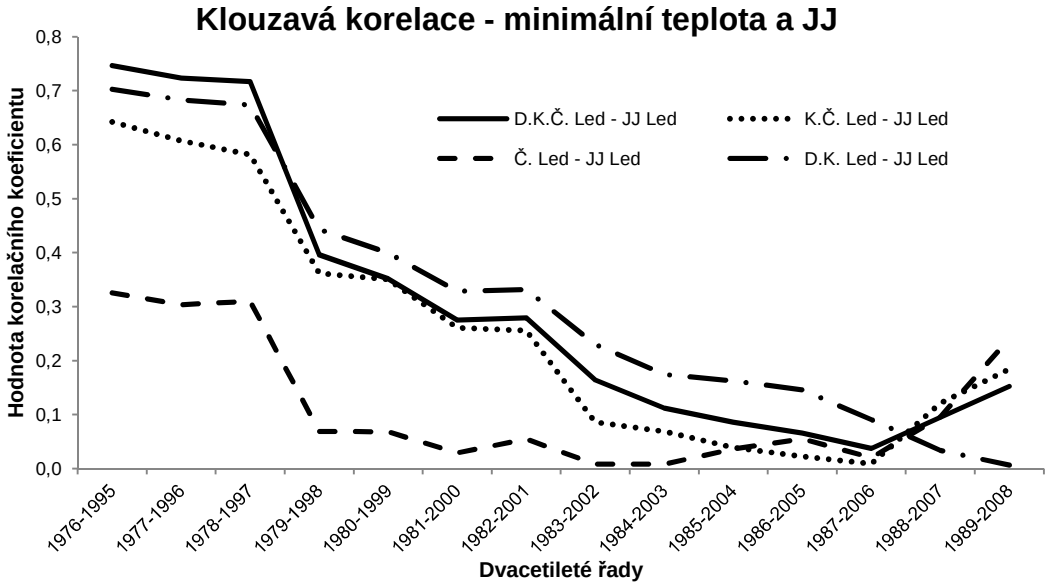
Obr. č. 12 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad maximálních teplot na lokalitě v Lednici*

5.2.6 Klouzavá korelace mezi minimální teplotou a termíny fenofáze u pšenice ozimé a mezi minimální teplotou a termíny fenofáze u ječmene jarního

Jak minimální teploty, tak i termíny fenofází byly pozorovány na lokalitě v Lednici. Jedná se o průměry minimálních teplot za měsíce duben, květen a červen (DKČ), průměry minimálních teplot za měsíce květen a červen (KČ), průměry minimálních teplot za měsíce duben a květen (DK) a minimální teploty za měsíc červen (Č). Opět jsem porovnávala v AnClimu dvacetileté intervaly a z nich pak vynesla korelační koeficienty do grafu. U pšenice ozimé jsou křivky opět velmi rozdílné. Nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů byly vyhodnoceny pro vazbu mezi minimální teplotou vzduchu v měsících duben a květen a termíny fenologických fází; tedy minimální teploty v období zhruba jednoho až dvou měsíců před termínem fenofáze. U ječmene jarního jsou opět hodnoty zpočátku vysoké, ale klesají, tudíž zde vliv minimálních teplot není.



Obr. č. 13 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad minimálních teplot na lokalitě v Lednici*



Obr. č. 14 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad minimálních teplot na lokalitě v Lednici*

5.3 2. část - Fenologie neřízeného ekosystému na Pálavě

V prvním roce pozorování (2015) vyrašily listové pupeny u lípy srdčité na jižním svahu 12. 4. 2015 a k plnému olistění došlo 10. 5. 2015. Na severním svahu vyrašily listové pupeny u lípy srdčité 17. 4. 2015 a k plnému olistění došlo rovněž 10. 5. 2015. U jasanu ztepilého vyrašily listové pupeny na jižním svahu 18. 4. 2015 a na severním svahu 21. 4. 2015. Monitoring dřevin byl doplněn také fenologickým monitoringem dvou dominantních a běžně se vyskytujících bylin – dymnivka dutá a sasanka pryskyřníkovitá, pro které byla sledována fenofáze kvetení celé populace

Tabulka č. 3 - *Pozorované druhy a termíny fenologických fází za rok 2015*

Pozorovaný druh	**Fenologická fáze**	**Termín nástupu**	**% z populace**	**Expozice svahu**
Dymnivka dutá (*Corydalis cava*)	kvetení	100	100%	jižní
Sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*)	kvetení	100	100%	jižní
Lípa srdčitá (*Tilia cordata*)	vyrašení listových pupenů	102	100%	jižní
		107	100%	severní
	plné olistění	130	100%	jižní
		130	100%	severní
Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)	vyrašení listových pupenů	108	100%	jižní
		111	100%	severní
	plné olistění	143	100%	jižní
		143	100%	severní

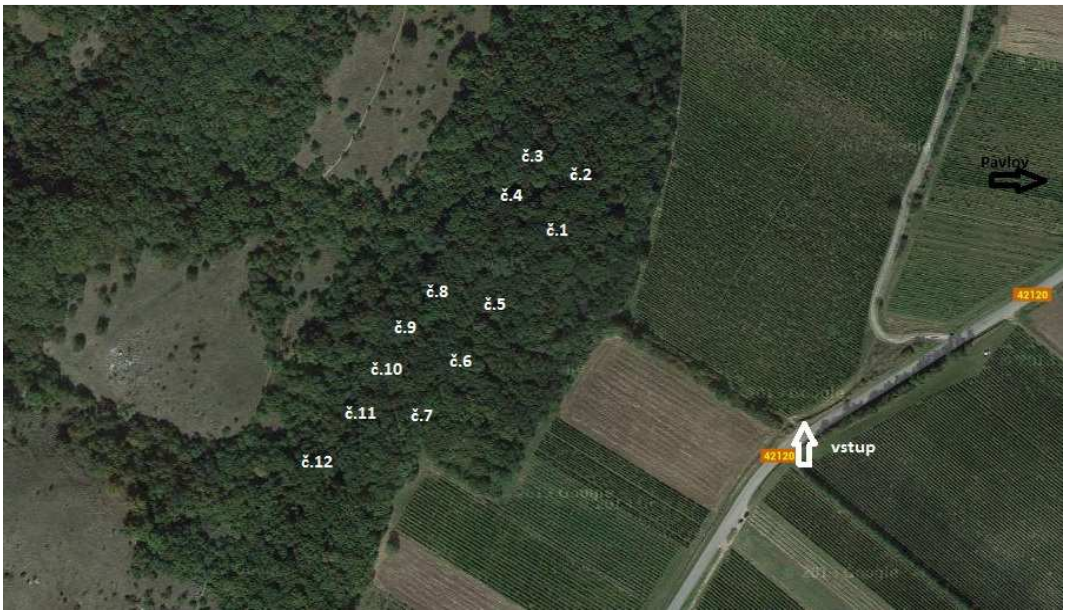
Obr. č. 15 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na jižním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 16 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na severním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 17 - *Plné olistění lípy srdčité na jižním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 18 - *Plné olistění lípy srdčité na severním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Na jižní svah bylo 14. 4. 2015 umístěno 10 ptačích budek, další 2 budky byly již na lokalitě původní. Budky byly rozloženy do dvou řad zhruba v první třetině svahu. Jejich rozmístění je vidět na mapě pod textem. 23. 4. 2015 byla pozorována hnízda sýkory koňadry, která jsou z mechu, srsti a větviček, pak byla v budce č. 1, č. 2 a č. 8. V budce č. 1 byly čtyři vejce, v budce č. 2 bylo jedno vejce a v budce č. 8 bylo deset vajec. V dalších budkách již pak sýkory nehnízdily.



Obr. č. 19 - *Umístění ptačích budek na jižním svahu (www.google.cz/maps, Dížková, 2016)*

Na začátku února 2016 pak byly všechny budky vyčištěny. Z dvanácti budek po zimě bylo na lokalitě potvrzeno pouze devět ptačích budek. Jejich nové rozložení je možné vidět na mapě dále v textu (obr. 19). V roce 2016 jsou výsledky pouze do začátku dubna, z důvodu zpracování do této práce. Na jižním svahu jsem pozorovala 1. 4. 2016 kvetení u různých % z populace dymnivky duté a sasanky pryskyřníkovité. Dále pak 4. 4. 2016 došlo k vyrašení listových pupenů lípy srdčité a 16. 4. 2016 u jasanu ztepilého. K vyrašení listových pupenů u lípy srdčité na severním svahu došlo 10. 4. 2016.

Tabulka č. 4 - *Pozorované druhy a termíny fenologických fází za rok 2016*

Pozorovaný druh	**Fenologická fáze**	**Termín nástupu**	**% z populace**	**Expozice svahu**
Dymnivka dutá (*Corydalis cava*)	kvetení	92	50%	jižní
Sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*)	kvetení	92	90%	jižní
Lípa srdčitá (*Tilia cordata*)	vyrašení listových pupenů	95	80%	jižní
		101	90	severní
Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)	vyrašení listových pupenů	107	90%	jižní

Výsledky z pozorování ptačích populací jsou k 16. 4. 2016 následující: ve všech budkách, kromě budky č. 4, byla nalezena hnízda sýkory koňadry. V některých již byla nakladena vejce, v některých prozatím ne. Ve kterých budkách vejce byla a jejich počet je uveden dále v textu.

Tabulka č. 5 - *Rozdělení osídlenosti ptačích budek na dané lokalitě*

Ptačí budka	Počet vajec v hnízdu	Datum nálezu hnízda
č. 1	0	3. 4. 2016
č. 2	2	16. 4. 2016
č. 3	8	1. 4. 2016
č. 4	0	-
č. 5	7	3. 4. 2016
č. 6	0	1. 4. 2016
č. 7	2	3. 4. 2016
č. 8	3	3. 4. 2016
č. 9	0	16. 4. 2016

Obr. č. 20 - *Rozmístění ptačích budek na jižním svahu od roku 2016 (www.google.cz/maps, Dížková, 2016)*

Obr. č. 21 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na jižním svahu v roce (Dížková, 2016)*

Obr. č. 22 - *Kvetoucí sasanka pryskyřníkovitá (Dížková, 2016)*

Obr. č. 23 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na severním svahu (Dížková, 2016)*

Obr. č. 24 - *Vyrašení listových pupenů jasanu ztepilého na jižním svahu (Dížková, 2016)*

Obr. č. 25 - *Hnízdo sýkory koňadry (Dížková, 2016)*

Obr. č. 26 - *Nakladená vejce v hnízdě sýkory koňadry (Dížková, 2016)*

Z dosud získaných dat je patrné, že v roce 2016 nastala fenofáze vyrašení listových pupenů u lípy srdčité na jižním svahu zhruba o 7 dní dříve než v roce 2015.

6 DISKUSE

Tato práce vycházela z porovnávání časových řad z období 1961 - 2011 v Oblekovicích a Chrlicích a z období 1976 - 2011 v Lednici. Jednalo se o zjišťování trendů plodin z jednotlivých lokalit a dále pak porovnávání plodin mezi sebou (mezi lokalitami i mezi druhy). Součástí práce bylo také porovnání vlivu klimatických veličin (průměrné teploty, maximální teploty, minimální teploty a sumy srážek) na termín nástupu metání u plodin. Z časových intervalů je prokazatelný posun nástupu metání pšenice ozimé na dvou lokalitách. Výsledky zároveň ukázaly prokazatelnou korelaci mezi průměrnou a maximální teplotou vzduchu v měsících předcházejících studovaným fenofázím pšenice ozimé (tedy měsíce duben a květen, případně průměrné teploty v období duben, květen a červen). Naopak pro plodinu ječmen jarní byly korelace s teplotou vzduchu (průměrnou, maximální i minimální) ve dvacetiletých obdobích nízké a výsledky spíše naznačují vazbu mezi sumami srážek a termínem fenofáze metání. Vztahy klimatických podmínek a zemědělských plodin se u nás zabývali například Kolář, P., (2010). Ten se věnoval časovému období 1961 - 2007 a zjistil, že teplé a suché květnové počasí zkracuje trvání fenologických fází, což pak vede ke sníženým výnosům. V Německu se zabývali časovým obdobím 1961 - 2000. U ozimého žita zjistili posun v prodlužování stonků o 10 dnů a posun ve vývoji kukuřice o 12 dnů (CHMIELEWSKI *et al.*, 2004). Ve Finsku se zabývali časovým obdobím 1965 - 1999. Prokázali posun termínu sázení brambor o 5 dnů (HILDEN *et al.*, 2005). V této práci je prokazatelný posun metání pšenice ozimé v průměru o 11 dnů v závislosti na lokalitě. Je tedy zřejmé, že klimatické změny mají vliv i na další zemědělské plodiny. Velmi nízký posun fenologických fází byl vyhodnocen pro ječmen jarní (v porovnání s trendem fenofází pšenice ozimé), konkrétně se jedná o posun do dřívějšího data o 2.2 dny za celé sledované období. V zahraniční literatuře je možné dohledat publikace zabývající se žádnými, anebo nesignifikantními posuny termínů fenologických fází. Tyto výsledky byly vyhodnoceny zejména pro podzimní fenofáze volně rostoucích druhů (jejichž fenologie je zpravidla ovlivněna nejen aktuální teplotou, ale také srážkami, mrazíky či rychlostí větru (Menzel et al., 2006; Gange et al., 2007). Ječmen jarní je jako agroplodina ovlivněn nejen aktuálními klimatickými prvky (zejména srážkami, jak ukazují výsledky této práce), ale také v reálném čase prováděnými agrotechnickými zásahy (IPCC, 2014) a z toho důvodu se mohou fenologické projevy jednotlivých plodin lišit.

Dále práce pojednává o pozorování neřízených ekosystémů, tedy volně rostoucích rostlin a volně žijících živočichů, kde není tak zásadní vliv člověka. Vzhledem ke krátké době trvání tohoto pozorování, nelze říci, že by některý z výsledků byl prokazatelným trendem. Dřívější nástup fenofáze vyrašení listových pupenů může být buďto pouze individuální pro rok 2016 nebo teoreticky může mít dlouhodobější trend a v průběhu let může fenofáze nastupovat dříve. K tomuto závěru by bylo zapotřebí dlouhodobější pozorování. Již z prvního roku pozorování je evidentní, že na severním svahu probíhají fenologické fáze o několik dnů později, než na svahu jižním, kde je tepleji. Zabývala jsem se především pozorováním (fenofáze vyrašení listových pupenů a plné olistění) lípy srdčité (*Tilia cordata*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a pozorováním ptačích populací. Pozorováním neřízených ekosystému se zabývala řada dalších autorů. V Německu v letech 1951 - 2000 zjistili dřívější nástup 10 jarních fenologických fází o 1,6 dne za dekádu (MENZEL *et al.*, 2003). Ve Švýcarsku v letech 1951 - 1989 zjistili dřívější nástup 9 jarních fenologických o 2,3 dny za dekádu (DEFILA and CLOT, 2001). Ve Švédsku v letech 1971-2002 zjistili, že jarní přílet ze zimovišť u 36 druhů ptáků se posunul o +2,1 až -3 dny. To znamená, že u některých druhů došlo k pozdějšímu příletu ze zimovišť a u některých druhů k příletu dřívějšímu. (STERVANDER *et al.*, 2005).

7 ZÁVĚR

Jedním z cílů bakalářské práce bylo vyhodnocení dat pro zadané časového období. Toto vyhodnocení dvacetiletých časových řad pomocí programu AnClim ukazuje, že od roku 1961 došlo k uspíšení nástupu metání pšenice ozimé opět v závislosti na pozorované lokalitě. Průběh těchto změn je znázorněn pomocí grafů, u kterých lze po proložení přímkou názorně vidět tendenci změn. Znázorněna je i korelace pšenice ozimé v porovnání mezi jednotlivými lokalitami a také porovnání pšenice ozimé s ječmenem jarním. Z toho vyplývá, že je určitý pozitivní vztah mezi nástupem metání pšenice ozimé v Lednici a nástupem metání v Chrlicích.

Klimatické veličiny jako je průměrná teplota, maximální teplota, minimální teplota a suma srážek mají v dnešní době větší vliv na metání pšenice ozimé než u ječmene jarního. Největší vliv na termín nástupu metání má klima v dubnových a květnových dnech. To jsou zhruba 1 až 2 měsíce před nástupem metání. Z toho vyplývá, že metání ovlivňuje především klima v měsících před jeho nástupem.

Z pozorování volně rostoucích rostlin je rovněž patrný dřívější nástup fenologických fází. Tento posun ale není prokazatelný, protože se jedná o krátké časové období. Dřívější nástup mohl být pouze lokální a v dalších letech už se nemusí opakovat. Tento trend by nám ukázalo dlouhodobější pozorování, kterému se hodlám nadále věnovat. Plánem do budoucích let je nadále pozorovat danou lokalitu a popřípadě instalovat další ptačí budky či přístroje na měření klimatických projevů.

8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

BARTOŠOVÁ, L., 2010: *Detekce odezvy změny klimatu v přírodních ekosystémech v kukuřičné výrobní oblasti*. Brno. Disertační práce. (nepubl.) Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Vedoucí práce Prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

BOTH, C., ARTEMYEV, A. V., BLAAUW, B., COWIE, R. J., DEKHUIJZEN, A. J., EEVA, T., ENEMAR, A., GUSTAFSSON, L., IVANKINA, E. V., JARVINEN, A., METCALFE, N. B., NYHOLM, N. E. I., POTTI, J., RAVUSSIN, P. A., SANZ, J. J., SILVERIN, B., SLATER, F. M., SOKOLOV, L. V., TOROK, J., WINKEL, W., WRIGHT, J., ZANG H., VISSER, M. E., 2004: *Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier*. P. Roy. Soc. Lond. .B Bio., 271, 1657.

COUFAL, L., HOUŠKA, V., REITSCHLÄGER, D., VALTER, J., VRÁBLÍK, T., 2004: *Fenologický atlas*. 1. vyd., Praha. Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, 264 s. ISBN 80-86690-21-0

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, *Fenologická data rostlin* [online]. [cit. 2015-10-31]. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_1_Pocasi/P10_1_1_Cesko/P10_1_1_17_Fenologie/P10_1_1_17_1_Info&last=false

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2009: Metodický předpis č. 2, *Návod pro činnost fenologických stanic*, Polní plodiny. Praha. 83s.

DEFILA, C., CLOT, B., 2001: *Phytophenological trends* in Switzerland. Int. J.Biometeorol., 45, 203-207.

GANGE, A., GANGE, E., SPARKS, T., BODDY, L., 2007: *Rapid and recent changes in fungal fruiting patterns*. Science, 316, 71.

HÁJKOVÁ, L., VLOŽENÍLEK, V., TOLASZ, R., KOHUT, M., MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J., NOVÁK, M., REITSCHLÄGER, J. D., RICHTEROVÁ, D., STŘÍŽ, M., VÁVRA, A., VONDRÁKOVÁ, A., 2012: *Atlas fenologických poměrů Česka*: *Atlas of the phenological conditions in Czechia*. 1. vyd. Praha-Olomouc: Český hydrometeorologický ústav a Univerzita Palackého v Olomouci, 311 s. ISBN (ČHMÚ) 978-80-86690-98-8, (UP) 978-80-244-3005-8.

HILDEN, M., LETHTONEN, H., BARLUND, I., HAKALA, K., KAUKORANTA, T., TATTARI, S., 2005: *The practice and process of adaptation* in Finnish agriculture. FINADAPT Working Paper 5, Finnish Environment Institute Mimeographs 335, Helsinki, 28 pp.

CHMIELEWSKI, F. M., ROTZER, T., 2001: *Response of tree phenology to climate change* across Europe. Agr. Forest Meteorol., 108, 101-112.

CHMIELEWSKI, F. M., MÜLLER, A., BRUNS, E., 2004: *Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops* in Germany, 1961-2000. Agr. Forest Meteorology, 121, 69-78.

KALVANE, G., ROMANOVSKAJA, D., BRIEDE, A., BAKSIENE, E., 2009: *Influence of climate change on phenological phases* in Latvia and Lithuania. Clim. Res., 39, 209-219

KOLÁŘ, P., 2010: *Dopady klimatu a meteorologických extrémů na produkci vybraných zemědělských plodin na jižní Moravě*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Vedoucí práce prof. RNDr. Rudolf Brázdil, DrSc.

MENZEL, A., 2000: *Trends in phenological phases* in Europe between 1951 and 1996. Int. J. Biometeorol., 44, 76-81.

MENZEL, A., 2003: *Plant phenological anomalies* in Germany and their relation to air temperature and NAO. Climatic Change, 57, 243-263.

MENZEL, A., FABIAN, P., 1999: *Growing season extended* in Europe. Nature, 397, 659-659

MENZEL, A., JAKOBI, G., AHAS, R., SCHEIFINGER, H., ESTRELLA, N., 2003: *Variations of the climatological growing season* (1951-2000) in Germany compared with other countries. Int. J. Climatol., 23, 793-812.

MENZEL, A., SPARKS, T. H., ESTRELLA, N., ROY, D. B., 2006: *Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change*. Glob. Ecol. And Biogeo., 15, 498–504.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, *Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC)* [online]. [cit. 2015-10-31]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/mezivladni_panel_pro_zmenu_klimatu

MOŽNÝ, M., *et al.*, 2013: *Změny klimatu, fenologie a ekosystémové procesy*, 1. vyd., Praha, Nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu, 126 s., ISBN 978-80-86690-64-3

OCHRANA KRAJINY A PŘÍRODY V ČESKÉ REPUBLICE, *Národní přírodní rezervace Děvín-Kotel-Soutěska*. [online]. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPR_devin_kotel_souteska_cz

ROSENZWEIG, C., CASASSA, G., KAROLY, D. J., IMESON, A., LIU, C., MENZEL, A., RAWLINS, S., ROOT, T. L., SEGUIN, B., TRYJANOWSKI, P., 2007: *Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems*. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 79-131.

ROY, D. B., SPARKS, T. H., 2000: *Phenology of British butterflies and climate change*, Glob. Change Biol., 6, 407.

SEGUIN, B., DOMERGUE, M., CORTAZAR, I. G. D., BRISSON, N., RIPOCHE, D., 2004: *Le rechauffement climatique recent: impact sur les arbres fruitiers et la vigne*. Lett. PIGB-PMRC France Changement Global, 16, 50-54.

STERVANDER,M., LINDSTROM, K., JONZEN, N., ANDERSSON, A., 2005: *Timing of spring migration in birds: long-term trends, North Atlantic Oscillation and the significance of different migration routes*. J. Avian Biol., 36, 210-221.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 - *Rozmístění fenologických stanic v roce 2013*

Obr. č. 2 - *Zobrazení lokalit, ze kterých byla použita data pro agroplodiny*

Obr. č. 3 - *Poloha pozorované oblasti NPR Děvín-Kotel-Soutěska (www.google.cz/maps, Dížková, 2016)*

Obr. č. 4 - *Trend nástupu metání pšenice ozimé v Oblekovicích*

Obr. č. 5 - *Trend nástupu metání pšenice ozimé v Chrlicích*

Obr. č. 6 - *Srovnání dvacetiletých řad pěstovaných plodin mezi lokalitami a také mezi plodinami*

Obr. č. 7 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad průměrných teplot na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 8 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad průměrných teplot na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 9 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad sum srážek na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 10 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad sum srážek na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 11 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad maximálních teplot na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 12 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad maximálních teplot na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 13 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání pšenice ozimé a dvacetiletých řad minimálních teplot na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 14 - *Srovnání dvacetiletých řad termínu metání ječmene jarního a dvacetiletých řad minimálních teplot na lokalitě v Lednici*

Obr. č. 15 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na jižním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 16 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na severním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 17 - *Plné olistění lípy srdčité na jižním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 18 - *Plné olistění lípy srdčité na severním svahu v roce 2015 (Dížková, 2015)*

Obr. č. 19 - *Umístění ptačích budek na jižním svahu*
(www.google.cz/maps, Dížková, 2016)
Obr. č. 20 - *Rozmístění ptačích budek na jižním svahu od roku 2016*
(www.google.cz/maps, Dížková, 2016)
Obr. č. 21 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na jižním svahu v roce (Dížková, 2016)*
Obr. č. 22 - *Kvetoucí sasanka pryskyřníkovitá (Dížková, 2016)*
Obr. č. 23 - *Vyrašení listových pupenů lípy srdčité na severním svahu (Dížková, 2016)*
Obr. č. 24 - *Vyrašení listových pupenů jasanu ztepilého na jižním svahu (Dížková, 2016)*
Obr. č. 25 - *Hnízdo sýkory koňadry (Dížková, 2016)*
Obr. č. 26 - *Nakladená vejce v hnízdě sýkory koňadry (Dížková, 2016)*

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 - *Trendy za dekádu pro klimatické parametry na lokalitě v Lednici*

Tabulka č. 2 - *Statistické údaje pro jednotlivé plodiny na daných lokalitách*

Tabulka č. 3 - *Pozorované druhy a termíny fenologických fází za rok 2015*

Tabulka č. 4 - *Pozorované druhy a termíny fenologických fází za rok 2016*

Tabulka č. 5 - *Rozdělení osídlenosti ptačích budek na dané lokalitě*